SCHLESWIG-HOLSTEINISCHER LANDTAG
20. Wahlperiode

07. August 2026

Unterrichtung 20/369

der Landesregierung

Strategie des Landes Schleswig-Holstein zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Klimaanpassungsstrategie) 2026

Die Landesregierung unterrichtet den Schleswig-Holsteinischen Landtag gemäß Artikel 28 Abs. 1 der Verfassung des Landes Schleswig-Holstein in Verbindung mit dem Parlamentsinformationsgesetz.

Federführend ist das Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur.

Zuständiger Ausschuss: Umwelt- und Agrarausschuss

Schleswig-Holstein
Der echte Norden

Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende,
Klimaschutz, Umwelt und Natur

Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur | Postfach 71 51 | 24171 Kiel

An die
Präsidentin des Schleswig-Holsteinischen Landtages
Frau Kristina Herbst, MdL
Düsternbrooker Weg 70
24105 Kiel
Landeshaus

Minister

31. Juli 2026

Vorlage der Strategie des Landes Schleswig-Holstein zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Klimaanpassungsstrategie) 2026

Sehr geehrte Frau Präsidentin,

die schleswig-holsteinische Landesregierung hat am 7. Juli 2026 die Strategie des Landes Schleswig-Holstein zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beschlossen.

Anliegend übersende ich Ihnen die Strategie zur Unterrichtung gemäß Parlamentsinformationsgesetz (PIG).

Mit freundlichen Grüßen

Tobias Goldschmidt

Anlage

Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende,
Klimaschutz, Umwelt und Natur

Strategie des Landes Schleswig-Holstein zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Juli 2026

Herausgeber:
Ministerium für Energiewende,
Klimaschutz, Umwelt und Natur
des Landes Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 3
D-24106 Kiel

Zusammenfassung

Übergreifendes Ziel der vorliegenden Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Schleswig-Holstein ist es, die negativen Auswirkungen des Klimawandels durch gezielte Maßnahmen bestmöglich zu mindern und gleichzeitig sich ergebende Chancen für eine nachhaltige Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt im Land zu nutzen.

Nach einer kurzen Darstellung des politischen Kontexts sowie des Strategieaufbaus und der Strategieentwicklung in Kapitel 1 geht Kapitel 2 auf die zugrunde liegenden Analysen der Klimaänderungen und Risiken für Schleswig-Holstein ein. Im Vordergrund steht neben graduellen Änderungen, wie den deutlichen Anstiegen in Lufttemperatur und Niederschlag, insbesondere auch die Entwicklung von potenziell schadensträchtigen Extremereignissen. So nimmt mit dem graduellen Temperaturanstieg beispielsweise das Risiko von gesundheitsgefährdenden Hitzewellen zu. Für die Zukunft wird eine Fortsetzung der beobachteten Trends erwartet. Das Ausmaß der zukünftigen Änderungen hängt jedoch sowohl vom gewählten Planungshorizont als auch vom Zukunftsszenario ab. Im Falle der Jahresmitteltemperatur ergibt sich für den kurzfristigen Planungshorizont (2031-2060), in Abhängigkeit von der Höhe der globalen Treibhausgasemissionen, eine wahrscheinliche Temperaturzunahme zwischen 0,5 und 2,5 °C (bezogen auf den Vergleichszeitraum 1971-2000). Für den langfristigen Planungshorizont (2071-2100) bewegen sich die projizierten Temperaturzunahmen zwischen 0,5 und 5 °C. In der jährlichen Niederschlagsmenge könnte sich die ansteigende Tendenz insbesondere in einem Weiter-wie-Bisher-Szenario mit einem starken Klimawandel auch in Zukunft fortsetzen. Gleichzeitig zeigen sich Tendenzen von saisonalen Verlagerungen. So drohen ohne ambitionierte Klimaschutzmaßnahmen trotz höheren jährlichen Niederschlagsmengen trockenere Sommer mit selteneren, aber stärkeren Niederschlägen in Form von Starkregen.

Über die zunehmenden Risiken durch Hitze, Dürre und Starkregen hinaus, stellt für Schleswig-Holstein insbesondere auch der steigende Meeresspiegel eine existenzielle Gefahr dar. Dieser ist seit 1900 um etwa 0,2 m angestiegen. Unabhängig vom Zukunftsszenario wird sich der Meeresspiegelanstieg in diesem Jahrhundert weiter beschleunigen. Im für vorsorgliche Küstenschutzplanungen in Schleswig-Holstein genutzten Szenario wird der Meeresspiegel bis zum Ende dieses Jahrhunderts im Mittel um ungefähr 0,8 m ansteigen, höhere Werte können jedoch aufgrund bestehender Unsicherheiten nicht ausgeschlossen werden.

In Kapitel 3 bis 18 werden die konkreten Auswirkungen des Klimawandels für die verschiedenen Handlungsfelder beschrieben sowie Handlungsziele, Maßnahmen und Best-Practice-Beispiele dargestellt. Dabei werden insbesondere auch Synergien und Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Handlungsfeldern hervorgehoben. In den folgenden Abschnitten soll für jedes Handlungsfeld kurz auf die wichtigsten Inhalte eingegangen werden. Die Reihenfolge der Handlungsfelder orientiert sich an der Klimaanpassungsstrategie des Bundes und stellt keine Priorisierung nach ihrer Bedeutung dar.

Kapitel 3 macht deutlich, dass die Energiewirtschaft mit großen Herausforderungen konfrontiert sein wird. So werden die Netzbetreiber gefordert sein, ihre Leitungsinfrastruktur baulich an den zukünftigen Extremereignissen auszurichten. Gleichzeitig sind die Krisen- und Notfallpläne durch das Land zu überprüfen, klimawandelbedingte Krisenszenarien zu formulieren und entsprechende Katastrophenfälle zu üben.

Kapitel 4 zeigt die Auswirkungen des Klimawandels für die Stadt- und Siedlungsentwicklung sowie Gebäude auf. Die Grundlage für den Schutz der Menschen und Gebäude vor steigenden Risiken wie Überflutung, Starkregen und Hitze wird bereits mit einer klimaangepassten Planung der Stadt- und Siedlungsentwicklung gelegt. Daneben sollten die Auswirkungen des Klimawandels aber auch beim Bauen selbst, zum Beispiel durch Fassadenbegrünung, berücksichtigt werden.

Kapitel 5 geht auf den Einfluss des Klimawandels auf den Verkehr und dessen Infrastruktur ein. Die beschriebenen Maßnahmen umfassen die Anpassung der Dimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur zum Schutz vor Hochwasser und Starkregen, die ökologische Gestaltung von Straßenböschungen, die systematische Berücksichtigung von Belangen der Klimaanpassung bei der Haltestellengestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs sowie die Installation von verkehrslenkenden Einrichtungen auf sturmgefährdeten Brücken.

Kapitel 6 zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz zeigt auf, dass die Biodiversität in Schleswig-Holstein derzeit in keinem guten Zustand ist. Mit den zukünftig zu erwartenden Klimaveränderungen gehen weitere Herausforderungen einher, unter anderem Arealverschiebungen von Arten und zusätzliche Stressoren für ohnehin bereits degradierte Ökosysteme. Der Trend des Arten- und Lebensraumverlustes führt zu einem Rückgang von existenziellen Ökosystemleistungen wie Klima-, Wasser- und Bodenfunktionen. Zum Schutz und zur Wiederherstellung der Biodiversität müssen bestehende Maßnahmen fortgeführt, intensiviert und in Teilen angepasst werden. Zu den Schlüsselmaßnahmen zählen unter anderem Renaturierungen von Auen und Mooren sowie die Pflege und Vernetzung von Schutzgebieten. Beispielsweise im Moorschutz ergeben sich dabei auch wichtige Synergien zum Klimaschutz.

Kapitel 7 thematisiert Auswirkungen des Klimawandels auf das Handlungsfeld Boden wie Bodenerosion und Bodenverdichtung sowie Nährstoffverlagerungen und Änderungen im Bodenwasser- und Kohlenstoffhaushalt. Als Maßnahmen zur Anpassung stehen insbesondere der Schutz von organischen Böden und die Wiedervernässung von entwässerten Moorböden, die Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme, die Erhöhung der Bodenbedeckung, der Schutz vor Bodenverdichtung und die Erhöhung der Bodenstabilität im Vordergrund.

Kapitel 8 stellt den Anpassungsbedarf im Handlungsfeld Landwirtschaft dar. Extremereignisse wie Dürre, Starkregen, Hagel, Überschwemmungen und Stürme, aber auch graduelle Veränderungen von Temperatur und Niederschlag können die pflanzlichen Erträge und die tierische Produktion auf vielfältige Art und Weise beeinflussen. Mit dem Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft, einer gestärkten landwirtschaftlichen Beratung sowie weiterentwickelten Förderinstrumenten wird die Klimaresilienz der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein gestärkt.

Kapitel 9 beschreibt das Handlungsfeld Forstwirtschaft. Obwohl die Beeinträchtigung des Waldes in Schleswig-Holstein geringer ausfällt als in anderen Ländern, ist aufgrund länger und intensiver werdender Hitze- und Trockenereignisse, aber auch aufgrund von Spätfrösten und möglicherweise Stürmen, eine Zunahme der Risiken zu erwarten. Neben der finanziellen Förderung von Maßnahmen zum Waldumbau, der Sicherstellung der Beratung durch die Landwirtschaftskammer und der Einführung von Waldpflegeverträgen erarbeitet die Landesregierung eine Waldstrategie zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel in Schleswig-Holstein.

Kapitel 10 stellt den Anpassungsbedarf im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit dar. Im Mittelpunkt stehen zunehmende Hitzeperioden, welche zu körperlichen Belastungen und potenziell gravierenden Folgen für vulnerable Personengruppen wie ältere Menschen, Schwangere und Wohnungslose führen können. Darüber hinaus erhöht der Klimawandel auch die Risiken durch Überflutungen, Pollen, Infektionserkrankungen, antimikrobielle Resistenzen und psychische Erkrankungen. Als wichtig erachtet werden insbesondere Maßnahmen wie die Aufklärung, Sensibilisierung und psychosoziale Unterstützung der Bevölkerung sowie die Ausrichtung der Planung, des Arbeitsschutzes, der Infrastruktur und der Behandlung von Patientinnen und Patienten an den Folgen des Klimawandels.

Kapitel 11 zum Handlungsfeld Raumplanung beleuchtet die Verantwortlichkeiten und Möglichkeiten der Klimaanpassung mit bestehenden Instrumenten.

Kapitel 12 zum Handlungsfeld Bevölkerungsschutz geht auf zentrale Maßnahmen des 10-Punkte-Plans zur Stärkung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein wie beispielsweise die Verbesserung der Warnung der Bevölkerung durch den Wiederaufbau des Sirenenbestandes und die Stärkung des Katastrophenschutzdienstes mittels Fortbildungsangeboten ein.

Kapitel 13 fokussiert sich auf den Küstenschutz. Zentrale Maßnahmen des Handlungsfelds sind nicht nur die Verstärkung der Landesschutzdeiche und Halligwarften, sondern auch das Freihalten von Steilufern als Sedimentquellen für die Stabilisierung der Ostseeküste und die Verbesserung der Gefahrenabwehr bei Sturmfluten.

Kapitel 14 stellt den Anpassungsbedarf im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft dar. Zum Umgang mit sich klimawandelbedingt verändernden Temperatur- und Niederschlagsmustern, längeren und intensiveren Trockenperioden, häufigeren Stark- und Dauerregenereignissen und niederschlagsreicheren Wintermonaten werden verschiedene Maßnahmen aufgeführt. Diese reichen von der Festlegung maximaler Entnahme-

mengen und von Mindestwasserständen in Gewässern über die Erhöhung der Versickerung und Speicherung von Wasser, die Erschließung alternativer Brauchwasserquellen und die Wiederherstellung eines natürlichen Wasserhaushalts bis hin zum Kapazitätsaufbau im Bildungsbereich. Im Binnenhochwasserschutz wichtig sind Maßnahmen wie die Erhöhung, Abschirmung, Abdichtung und Verstärkung der Bebauung, die Information der Bevölkerung während eines Hochwasserereignisses und die Befähigung der Bürgerinnen und Bürger zur Eigenvorsorge. Gleichzeitig muss mittels Regional- und Bauleitplanung sichergestellt werden, dass Bauweise und Nutzung auch unter sich ändernden Klimabedingungen hochwasserangepasst bleiben und der Wasserrückhalt erhöht wird. Zur Starkregenvorsorge werden neben den Starkregenkarten auch der Leitfaden Starkregenrisikomanagement, sowie die Informationskampagne wasserstark.sh als Schlüsselmaßnamen genannt.

Kapitel 15 nimmt Bezug auf die Fischerei, welche durch klimatische Veränderungen vielfach betroffen ist. Im Zentrum der Anstrengungen für den Fisch- und Gewässerschutz in einem sich wandelnden Klima stehen die Verringerung der Eutrophierung, Renaturierungen von Gewässern und die Anpassung der fischereilichen Hege. Gleichzeitig sollen die Fischerei und deren Management weiterentwickelt und diversifiziert, aber auch neue Einkommensquellen erschlossen werden. Auch sind alle Aquakulturanlagen in Schleswig-Holstein und die dafür genutzten Arten an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Kapitel 16 zur Klimaanpassung von Industrie und Gewerbe stellt Risiken des Klimawandels, wie Beeinträchtigungen von Infrastruktur, Handel und Warentransport sowie Leistungseinbußen von Beschäftigten, auch möglichen Chancen, wie Wettbewerbsvorteilen in innovativen Umwelttechnologien, gegenüber. Danach werden Maßnahmenempfehlungen sowohl für Unternehmen als auch für Kammern und Verbände vorgestellt. Die Maßnahmen des Landes umfassen unter anderem die Förderung des Wissenstransfers und die Stärkung des Risikobewusstseins.

Kapitel 17 zeigt die vielfältigen Herausforderungen im Handlungsfeld Tourismus auf. Im Fokus steht dabei nicht nur die Erarbeitung von entsprechenden Strategien und Konzepten, sondern auch konkrete Maßnahmen zum Ausbau der Zusammenarbeit und Vernetzung, zum Erhalt der Angebotsqualität, zur Förderung der Krisenreaktionskompetenz sowie zur Anpassung der touristischen Infrastruktur und Mobilität.

Kapitel 18 zum Handlungsfeld Bildung verdeutlicht die Wichtigkeit von Bildung zu Themen des Klimawandels und der Klimaanpassung als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung. Diese Themen sind schon ab dem frühkindlichen Bereich in die Vermittlung von Bildungsinhalten einzubeziehen. Neben dem schulischen Bereich soll auch der außerschulische Bereich non-formaler Bildung für die Maßnahmenumsetzung berücksichtigt werden. Konkrete Maßnahmen reichen von der Integration von Themen der Klimaanpassung wie dem Thema Wassergefahren im schulischen Bereich bis hin der Stärkung der Klimabildung im non-formalen Bildungssystem durch die Schleswig-Holsteinische Agentur Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Kapitel 19 fasst die zentralen Aktivitäten im Land zur Erforschung der für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels relevanten Themen zusammen. Gleichzeitig enthält das Kapitel ein Bekenntnis der Landesregierung zur Schaffung von auch zukünftig verlässlichen Rahmenbedingungen für die Forschung in diesen gesellschaftlich hoch relevanten Themenbereichen.

In Kapitel 20 wird schließlich ein Fazit gezogen und ein Ausblick zum weiteren Verfahren gegeben. Ein zentrales Ziel der Landesregierung ist es auch weiterhin, günstige Rahmenbedingungen für die rasche Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zu schaffen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einordnung und Entwicklung der Strategie 8
1.1 Politischer Kontext....8
1.2 Aktivitäten des Landes....9
1.3 Zweck und Aufbau der Strategie....10
1.4 Beteiligungsprozesse....12
2 Grundlagen: Klimadaten, Monitoring und Klimarisikoanalyse 14
2.1 Klimaanalyse....14
2.2 Klimafolgenmonitoring....16
2.3 Klimarisikoanalyse....22
3 Energieinfrastruktur 26
3.1 Relevanz des Handlungsfelds....26
3.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....27
3.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....30
3.4 Handlungsziel....31
3.5 Maßnahmen zur Anpassung....31
4 Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude 33
4.1 Relevanz des Handlungsfelds....33
4.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....34
4.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....40
4.4 Handlungsziele....40
4.5 Maßnahmen zur Anpassung....41
4.6 Best-Practice-Beispiele....45
5 Verkehr und Verkehrsinfrastruktur 46
5.1 Relevanz des Handlungsfelds....46
5.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....47
5.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....50
5.4 Handlungsziel....51
5.5 Maßnahmen zur Anpassung....51
5.6 Best-Practice-Beispiele....53
6 Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz 55
6.1 Relevanz des Handlungsfelds....55
6.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....56
6.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....60
6.4 Handlungsziel....61
6.5 Maßnahmen zur Anpassung....62
6.6 Best-Practice Beispiele....64
7 Boden 67
7.1 Relevanz des Handlungsfelds....67
7.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....67
7.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....74
7.4 Handlungsziel....74
7.5 Maßnahmen zur Anpassung....75
7.6 Best-Practice-Beispiele....79
8 Landwirtschaft 81
8.1 Relevanz des Handlungsfelds....81

8.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....81
8.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....86
8.4 Handlungsziel....86
8.5 Maßnahmen zur Anpassung....87
8.6 Best-Practice-Beispiele....93
9 Forstwirtschaft 96
9.1 Relevanz des Handlungsfelds....96
9.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....97
9.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....99
9.4 Handlungsziele....100
9.5 Maßnahmen zur Anpassung....101
9.6 Best-Practice Beispiele....104
10 Menschliche Gesundheit 106
10.1 Relevanz des Handlungsfelds....106
10.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....107
10.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....110
10.4 Handlungsziele....111
10.5 Maßnahmen zur Anpassung....112
10.6 Best-Practice-Beispiele....120
11 Raumplanung 122
11.1 Relevanz des Handlungsfelds....122
11.2 Auswirkungen des Klimawandels....123
11.3 Handlungsziel....123
11.4 Maßnahmen zur Anpassung....124
11.5 Weitere Anmerkungen zur praktischen Umsetzung....127
12 Bevölkerungsschutz 128
12.1 Relevanz des Handlungsfelds....128
12.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....129
12.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....131
12.4 Handlungsziele....132
12.5 Maßnahmen zur Anpassung....132
13 Küstenschutz 136
13.1 Relevanz des Handlungsfelds....136
13.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....136
13.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....140
13.4 Handlungsziele....140
13.5 Maßnahmen zur Anpassung....141
13.6 Best-Practice-Beispiele....146
14 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft 149
14.1 Relevanz des Handlungsfelds....149
14.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....150
14.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....154
14.4 Handlungsziele....155
14.5 Maßnahmen zum Umgang mit Wasserressourcen....156
14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz....162
14.7 Maßnahmen gegen Starkregen....164
14.8 Best-Practice-Beispiele....166
15 Fischerei 169

15.1 Relevanz des Handlungsfelds....169
15.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....170
15.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....173
15.4 Handlungsziel....174
15.5 Maßnahmen zur Anpassung....174
16 Industrie und Gewerbe 180
16.1 Relevanz des Handlungsfelds....180
16.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....180
16.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....186
16.4 Handlungsziel....186
16.5 Maßnahmen zur Anpassung....186
17 Tourismus 189
17.1 Relevanz des Handlungsfelds....189
17.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld....190
17.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf....193
17.4 Handlungsziel....193
17.5 Maßnahmen zur Anpassung....193
17.6 Best-Practice-Beispiele....197
18 Bildung 199
18.1 Relevanz des Handlungsfeldes....199
18.2 Auswirkungen des Klimawandels....201
18.3 Handlungsziele....201
18.4 Maßnahmen zur Anpassung....202
18.5 Best-Practice-Beispiele....205
19 Klimaanpassungsforschung in Schleswig-Holstein 207
19.1 Meere und Küsten....207
19.2 Energie....209
19.3 Weitere Bereiche und Fazit....210
20 Grundsätze zur Umsetzung der Strategie 212
21 Abkürzungsverzeichnis 214

1 Einordnung und Entwicklung der Strategie

Die Auswirkungen des Klimawandels sind weltweit, aber auch in Deutschland und Schleswig-Holstein zunehmend spürbar und werden sich in Zukunft weiter verstärken: Extremereignisse wie Hitzewellen, Dürren und Starkniederschläge werden an Häufigkeit und Intensität zunehmen[1]. Der spürbare Anstieg des globalen Meeresspiegels wird, zusammen mit weiteren irreversiblen Änderungen, selbst bei einer erfolgreichen Reduktion der Treibhausgasemissionen noch über Tausende von Jahren andauern. Eine rechtzeitige Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels ist deshalb global, regional und lokal unverzichtbar.

Der Klimawandel wirkt sich auf alle Bereiche der Gesellschaft und des täglichen Lebens aus. Selbst klimawandelbedingte Einzelereignisse haben jeweils viele verschiedene Wirkungskanäle. So kann zum Beispiel ein Flutereignis unmittelbar zu Verletzten, Toten und zerstörten Gebäuden führen, darüber hinaus die Betroffenen aber auch langfristig traumatisieren und gesundheitlich schädigen sowie durch das Ausfallen von Arbeitskräften und Produktionsanlagen die volkswirtschaftliche Leistung und die internationalen Lieferketten beeinträchtigen. Sowohl auf Ebene der Europäischen Union (EU) als auch auf Bundes- und Landesebene müssen Anpassungsmaßnahmen deshalb systemisch und somit sektoren- und ebenenübergreifend konzipiert werden, um Synergien optimal zu nutzen sowie Zielkonflikte und Fehlanpassungen möglichst zu vermeiden.

Schleswig-Holstein muss sich bestmöglich fit machen für die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels, ohne dabei beim Schutz des Klimas nachzulassen. Die Strategie macht deutlich, dass eine Vielzahl gesellschaftlicher Akteure, Institutionen und Unternehmen gefordert sein wird, Maßnahmen zu ergreifen. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels wird nur als solidarische Gemeinschaftsleistung gelingen können, ist dann aber eine Investition in ein gutes Leben in Schleswig-Holstein.

1.1 Politischer Kontext

Im Jahr 2021 hat die Europäische Kommission eine neue EU-Strategie für die Anpassung an den Klimawandel verabschiedet[2]. Diese Strategie folgt auf die erste EU-Anpassungsstrategie von 2013[3] und trägt zur Umsetzung des Europäischen Klimagesetzes (Verordnung (EU) 2021/1119) bei. Die fortgeschriebene Strategie setzt dabei den Fokus auf die Entwicklung von Lösungen und auf die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und beschreibt die langfristige Vision der EU, bis 2050 zu einer klimaresilienten und an die unausweichlichen Auswirkungen des Klimawandels angepassten Gesellschaft zu werden. Die EU-Strategie verfolgt dazu folgende Hauptziele: eine systemischere Anpassung, eine intelligentere Anpassung und eine schnellere Anpassung sowie eine Verstärkung der internationalen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Damit trägt die Strategie dazu bei, das Sustainable Development Goal (SDG; Ziel für Nachhaltige Entwicklung) 13 „Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen“ der 2015 durch die Vereinten Nationen beschlossenen Agenda 2030 umzusetzen. Zur Agenda 2030 bekennt sich ausdrücklich auch die Landesregierung Schleswig-Holstein[4].

Im Jahr 2024 wurde die in der EU-Anpassungsstrategie angekündigte Klimarisikoanalyse, der European Climate Risk Assessment Report, mit einer Bewertung der aktuellen und zukünftigen Risiken des Klimawandels für die Ökosysteme, die Ernährung, die Gesundheit, die Infrastruktur sowie die Wirtschaft und die Finanzen in Europa veröffentlicht[5]. Laut Bericht sind niedrig gelegene Küstenregionen aufgrund des Meeresspiegelanstiegs ge-

1 IPCC, 2023: Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In: Klimwandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [Kernschreibteam, H. Lee und J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 1–34. Deutsche Übersetzung auf Basis der Version vom März 2023. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn; Die Luxemburger Regierung, Luxemburg; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien; Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT, ProClim, Bern; April 2024.

2 Europäische Kommission, 2021: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Ein klimaresilientes Europa aufbauen - die neue EU-Strategie für die Anpassung an den Klimawandel.

3 Europäische Kommission, 2013: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel.

4 Landesregierung des Landes Schleswig-Holstein, 2020: 1. Bericht Schleswig-Holsteins zu den UN-Nachhaltigkeitszielen.

5 EEA, 2024: European Climate Risk Assessment, EEA Report 01/2024.

nerell besonders gefährdet. Für Schleswig-Holstein hochrelevante Klimarisiken wie die Bedrohung von Küstenökosystemen durch Küstenerosion und Überschwemmungen haben bereits ein kritisches Niveau erreicht und könnten sich ohne angemessene Gegenmaßnahmen bis zum Ende dieses Jahrhunderts noch deutlich weiter verschärfen.

Weitere Aktivitäten der EU zur Klimaanpassung in den letzten Jahren umfassen unter anderem die Erweiterung der zentralen EU-Wissensplattform zur Klimaanpassung „Climate-ADAPT“, die Integration von Anpassungsaspekten in EU-Finanzierungsinstrumente sowie die Entwicklung eines neuen EU-Rahmens für Klimaresilienz und Risikomanagement. Darüber hinaus wurden mehrere Richtlinien und Verordnungen der EU – wie die 2020 überarbeitete EU-Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2020/2184) und die 2024 beschlossene Verordnung über die Wiederherstellung der Natur (Verordnung (EU) 2024/1991) – mit relevanten Anpassungsaspekten versehen.

Auf Bundesebene wurde schon im Jahr 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen[6]. Die Strategie beschreibt mögliche Klimafolgen für Deutschland in 16 Handlungsfeldern und stellt Anpassungsoptionen vor, um in den verschiedenen Handlungsfeldern die Klimarisiken zu vermindern und die Anpassungsfähigkeit zu erhöhen. Die konkreten Maßnahmen zur Umsetzung der Strategie wurden 2011 in einem ersten Aktionsplan Anpassung definiert. In den Jahren 2015 und 2020 wurde die DAS im Rahmen von Fortschrittsberichten fortgeschrieben. Als Grundlage für die Fortschrittsberichte wurde ein laufendes Berichtswesen mit regelmäßig erscheinenden Monitoringberichten, Klimawirkungs- und Risikoanalysen, Aktionsplänen Anpassung sowie Evaluationen zur DAS etabliert. Mit der Klimaanpassungsstrategie 2024[7] hat die Bundesregierung ihre Anpassungsstrategie grundlegend überarbeitet und erstmals klare Ziele sowie messbare Kennzahlen für die Vorsorge vor Klimafolgen festgehalten.

Als weiterer wichtiger Meilenstein für die vorsorgende Klimaanpassung in Deutschland ist im Juli 2024 das erste bundesweite Klimaanpassungsgesetz (KAnG) in Kraft getreten. Das Gesetz schafft einen strategischen Rahmen für alle Verwaltungsebenen in Deutschland. So werden Bund und Länder verpflichtet, eigene vorsorgende Klimaanpassungsstrategien vorzulegen und umzusetzen. Gleichzeitig sollen auch auf kommunaler Ebene flächendeckend integrierte Klimaanpassungskonzepte aufgestellt werden. Neben zusätzlichen Vorgaben für die Bundesregierung wie die Aufnahme von messbaren Zielen in ihre Klimaanpassungsstrategie, die Erstellung von Monitoringberichten und die Anpassung der Bundesliegenschaften an die Folgen des Klimawandels enthält das KAnG in § 8 ein Berücksichtigungsgebot für Träger öffentlicher Aufgaben. Dementsprechend haben diese das Ziel der Klimaanpassung bei ihren Planungen und Entscheidungen zu berücksichtigen.

1.2 Aktivitäten des Landes

Auch die Landesregierung Schleswig-Holstein hat schon früh erste Schritte zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels eingeleitet. Der 2011 vorgelegte Fahrplan zur Anpassung an den Klimawandel[8] markiert den ersten Schritt auf dem Weg zu einer Klimaanpassungsstrategie des Landes. Mit der Weiterentwicklung der ersten Veröffentlichung wurden im Jahr 2017 in der Broschüre Anpassung an den Klimawandel – Fahrplan für Schleswig-Holstein Wege aufgezeigt, wie die Klimaanpassung in besonders relevanten Handlungsfeldern wie zum Beispiel der Gesundheit, dem Küstenschutz oder der Landwirtschaft bewältigt werden kann[9].

Im selben Jahr wurde auch das Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) Schleswig-Holstein verabschiedet, das die Erstellung einer Anpassungsstrategie an den Klimawandel und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen gesetzlich verankert. Mit der Novellierung des EWKG im März 2025 wurden die Vorgaben aus dem KAnG des Bundes in Landesrecht überführt. So verpflichtet sich die Landesregierung in § 32 EWKG zur Erstellung einer Klimawandelanpassungsstrategie und deren Fortschreibung alle fünf Jahre. In § 33 EWKG werden die Kreise und kreisfreien Städte zur Erstellung von Klimaanpassungskonzepten verpflichtet. § 34 regelt die

6 BMU, 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 17.12.2008 beschlossen.

7 BMUKN, Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024, Vorsorge gemeinsam gestalten, vom Bundeskabinett am 11.12.2024 beschlossen.

8 MLUR, 2011: Fahrplan Anpassung an den Klimawandel.

9 MELUND, 2017: Anpassung an den Klimawandel, Fahrplan für Schleswig-Holstein.

Berichtspflichten der Kommunen gegenüber dem Land und § 41 stellt die Konnexitätsansprüche der Kreise und kreisfreien Städte für die Klimaanpassungskonzepte klar.

Die Landesregierung unterstützt die Kommunen auf ihrem Weg zur Klimaanpassung kontinuierlich und praxisnah. Mit der vom Land finanzierten Energie- und Klimaschutzinitiative (EKI) der IB.SH (Investitionsbank Schleswig-Holstein) Energieagentur werden kommunale Akteure bei der Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen beraten und begleitet. Im Rahmen der kostenlosen Inititalberatung informiert und berät das EKI-Team Kommunen, öffentliche Einrichtungen und weitere Akteure zu Maßnahmen der Klimaanpassung im „Quartier“ – ob im städtischen oder ländlichen Raum. Dabei liegt der Fokus insbesondere auch auf Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten. Die Beratung umfasst eine individuelle Vorbereitung, Gespräche und daraus folgende Empfehlungen beziehungsweise eine weitere Begleitung bei der Umsetzung von Maßnahmen.

Daneben bietet EKI verschiedene Fach- und Vernetzungsformate an. So werden mit der Veranstaltungsreihe „EKI-Impuls Klimaanpassung“ Potenziale, Herausforderungen und praxisnahe Ansätze in verschiedenen Handlungsfeldern und Maßnahmenbereichen der Klimaanpassung (wie beispielsweise der Flächenversiegelung) aufgezeigt. Zudem profitieren Kommunen von praxisnahen Qualifizierungsangeboten, von eintägigen Schulungen bis hin zu mehrwöchigen Weiterbildungen zu Fachthemen und Management.

Ein weiterer Bestandteil des Unterstützungsangebots des Landes ist eine jährlich stattfindende Veranstaltungsreihe zu aktuellen Schwerpunktthemen der Klimaanpassung, die in Kooperation mit der IB.SH Energieagentur sowie dem Bildungszentrum für Natur, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (BNUR) durchgeführt wird. Diese Reihe bietet eine Plattform für den fachlichen Austausch, die Vermittlung aktueller Erkenntnisse und die Vorstellung von Best-Practice-Beispielen. So widmete sich beispielsweise die Veranstaltung vom November 2025 der Frage, welche Instrumente erforderlich sind, um kommunale Klimaanpassungskonzepte erfolgreich in die Praxis umzusetzen. Ergänzend beteiligt sich die Landesregierung an zahlreichen weiteren Veranstaltungen, bei denen sie im Rahmen von Impulsvorträgen, Gesprächsrunden und weiteren Dialogformaten die Aktivitäten zur Klimaanpassung vorstellt.

Zudem hat sich Schleswig-Holstein Anfang 2026 mit den Bundesländern Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen zusammengeschlossen, um in den nächsten Jahren gemeinsam eine öffentliche Online-Plattform zu etablieren, die Klimadaten einschließlich der modellierten Zukunft für Norddeutschland, aktuell und nutzerfreundlich darstellt (Norddeutsches Klimainformationssystem, NordKIS).

Weitere sektorspezifische Beratungs- und Unterstützungsangebote des Landes sind in den Kapiteln zu den einzelnen Handlungsfeldern dargestellt.

Zur finanziellen Unterstützung der schleswig-holsteinischen Landkreise, Kommunen und Ämter bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels wird vom Land ein Förderprogramm geprüft. Die Förderung soll sowohl investive als auch nicht-investive Klimaanpassungsprojekte umfassen. Somit könnten beispielsweise naturbasierte Lösungen zur Kühlung und Verschattung, aber auch technisch-infrastrukturelle Lösungen, wie die bauliche Anpassung von Entwässerungssystemen, sowie Gutachten, Studien und Fachkarten gefördert werden. Ein besonderes Augenmerk soll bei der Erarbeitung auf die niedrigschwellige Zugänglichkeit des Förderprogramms gelegt werden.

Außerdem wird das Land unter Federführung des für Klimaanpassung zuständigen Ressorts ein Kostenmonitoring für die infolge der Strategie geplanten Maßnahmen aufstellen, mit dem Ziel, diese im Landeshaushalt nachvollziehbar zu machen. Das Monitoring soll auch als Grundlage dazu dienen, zu einem späteren Zeitpunkt - in kommenden Jahren - über weitere haushaltsrelevante Schritte zu entscheiden.

1.3 Zweck und Aufbau der Strategie

Die vorliegende Klimaanpassungsstrategie legt die Grundlage für die langfristige, strukturierte und planbare Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Schleswig-Holstein. Gleichzeitig stellt sich die Landesregierung als Vorbild und kontinuierliche Ansprechpartnerin für eine Vielfalt von Akteuren auf.

In der Strategie wird dargestellt, welche Klimaentwicklungen zukünftig in Schleswig-Holstein zu erwarten sind, wo und in welcher Form die größten Klimarisiken bestehen und welche Maßnahmen zur Verminderung dieser Risiken ergriffen werden müssen.

Dabei werden im zweiten Hauptkapitel die fachlichen Grundlagen der Klimaanpassungsstrategie, in Form von Klimaanalyse, Klimafolgenmonitoring und Klimarisikoanalyse, dargelegt.

Die Hauptkapitel 3 bis 18 gehen auf 16 für Schleswig-Holstein zentrale Handlungsfelder, welche sich an den Handlungsfeldern der Anpassungsstrategie des Bundes orientieren, ein:

- Energieinfrastruktur
- Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäuden
- Verkehr und Verkehrsinfrastruktur
- Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz
- Boden
- Landwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Menschliche Gesundheit
- Raumplanung
- Bevölkerungsschutz
- Küstenschutz
- Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft
- Fischerei
- Industrie und Gewerbe
- Tourismus
- Bildung

Für jedes Handlungsfeld werden die Relevanz, die Klimawirkungen, die Handlungsziele sowie die umzusetzenden Maßnahmen beschrieben. Die teilweise engen Zusammenhänge, thematischen Überschneidungen und Verbindungen der Handlungsfelder werden mit Querverweisen zwischen den einzelnen Kapiteln sichtbar gemacht. Zudem wird ein Überblick über die Forschungslandschaft im Land mit Berührungspunkten zur Klimaanpassung gegeben (Kapitel 19).

Die Anpassung an die auch in Zukunft fortschreitenden klimatischen Veränderungen ist als fortlaufender Prozess eine Generationenaufgabe. Um neue wissenschaftliche und technische Erkenntnisse berücksichtigen zu können, soll die Strategie mindestens alle fünf Jahre fortgeschrieben werden.

Zudem ist die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung im Großteil der betrachteten Handlungsfelder von der Verfügbarkeit nutzbarer Flächen abhängig. Dieser Umstand kann die Maßnahmenumsetzung erschweren, da die Zielsetzungen bezüglich der Art der Flächennutzung insbesondere in den Bereichen Energieerzeugung, Infrastrukturprojekte, Wirtschaftsentwicklung, Klima-, Natur- und Hochwasserschutz, Siedlungsentwicklung sowie Erhalt der forst- und landwirtschaftlichen Nutzfläche voneinander abweichen und sogar in Konkurrenz zu einander stehen können. Beispielhaft seien Zielkonflikte zwischen Gesundheits- und Bodenschutz (Verbesserung des innerstädtischen Mikroklimas vs. städtebaulicher Vorrang von Innen- vor Außenentwicklung) und zwischen wirtschaftlicher Transformation und dem Schutz wertvoller Biodiversität (nachhaltiges Wirtschaften vs. nachhaltige Lebensräume) genannt.

Für solche Zielkonflikte müssen Transparenz und ein gemeinsames Verständnis geschaffen werden. Nur wenn betroffene Nutzende von Flächen und ihre Interessen einbezogen werden, lassen sich tragfähige Lösungen mit fairen und verhältnismäßigen Maßnahmen entwickeln.

1.4 Beteiligungsprozesse

Generell sind der Landesregierung Dialog und Beteiligung verschiedener Gruppen bei der Erarbeitung der Klimaanpassungsstrategie ein zentrales Anliegen. So wurde bereits im Sommer 2024 ein Netzwerk bestehend aus Klimaanpassungsexpertinnen und -experten aus Kommunen, Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft in die Strategieerarbeitung eingebunden. Im Rahmen einer Präsenzveranstaltung wurden die knapp 30 Mitglieder des Netzwerks in die wichtigsten Inhalte des Strategieentwurfs eingeführt und diese diskutiert. Die im Nachgang der Sitzung eingegangenen schriftlichen Stellungnahmen der Klimaanpassungsexpertinnen und -experten wurden schließlich genutzt, um den Entwurf der Strategie zu überarbeiten.

Die Beteiligung wurde im Jahr 2026 durch zwei weitere Veranstaltungen vertieft.

1.4.1 Jugendforum Klimaanpassung

Der Klimawandel und die notwendigen Anpassungen in vielen Lebensbereichen reichen weit in die Zukunft hinein und betreffen daher die junge Generation besonders. Dabei unterscheidet sich die Lebensrealität junger Menschen mitunter stark von der Lebenswelt Erwachsener. Gleichzeitig sind sie in politischen Entscheidungen oft unterrepräsentiert. Daher wurde das Jugendforum Klimaanpassung durchgeführt, um jungen Menschen die Möglichkeit zu geben, sich in die Diskussion zum Thema Klimaanpassung einzubringen, insbesondere im Rahmen der Ausarbeitung der vorliegenden Strategie.

Das Ziel des Jugendforum Klimaanpassung war es, zu ermitteln, welche Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel insbesondere von der jüngeren Generationen als wichtig erachtet werden. Das Jugendforum Klimaanpassung bestand aus insgesamt knapp 40 zufällig und hinsichtlich soziodemografischer Merkmale möglichst vielfältig ausgewählten jungen Erwachsenen im Alter von 16 bis 23 Jahren. Diese kamen Anfang 2026 an drei Standorten in Schleswig-Holstein (Südtondern, Preetz, Bad Oldesloe) jeweils an zwei Tagen zusammen. Gemeinsam haben sie sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Leben in Schleswig-Holstein auseinandergesetzt und über geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen diskutiert.

Die Diskussionen wurden abschließend zusammengetragen und die Ergebnisse der drei Standorte zu einem Gesamtergebnis gebündelt. Als für die junge Generation besondere relevante Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel wurden seitens des Jugendforum Klimaanpassung die blau-grüne Infrastruktur sowie die Schaffung von kühlen Orten draußen, das Regenwassermanagement und der Deichbau bewertet[10].

Mit dem Ziel, auch über das Jugendforum Klimaanpassung hinaus einen Mehrwert zu schaffen, werden das Konzept des Beteiligungsprozesses sowie zentrale Inhalte und Arbeitsmaterialien so aufbereitet, dass diese nachfolgend im Rahmen von Bildungsformaten weiter genutzt werden können.

1.4.2 Klimaanpassungskonferenz

Um Maßnahmen für die Klimaanpassung im Land zu diskutieren und Impulse für die Entwicklung der landesweiten Klimaanpassungsstrategie zu setzen, nahmen ungefähr 150 Vertreterinnen und Vertreter aus Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft, Verbänden und Kommunen an der Klimaanpassungskonferenz am 5. März 2026 in Neumünster teil.

In sechs Workshops wurden zentrale Themen, von Energie, Bauen und Verkehr über Natur- und Küstenschutz bis hin zu Gesundheit, Wasserhaushalt und Wirtschaft, bearbeitet. Ziel war es, Prioritäten zu setzen und konkre-

10 Nexus im Auftrag des MEKUN, 2026: Ergebnisbroschüre: Jugendforum Klimaanpassung Schleswig-Holstein.

te Empfehlungen für einen umfassenden Maßnahmenkatalog für die Entwicklung der Klimaanpassungsstrategie des Landes zu liefern.

Im Rahmen der Konferenz übergaben Teilnehmende des Jugendforums Klimaanpassung (Kapitel 1.4.1) ihre Ergebnisse an Umweltminister Tobias Goldschmidt.

2 Grundlagen: Klimadaten, Monitoring und Klimarisikoanalyse

2.1 Klimaanalyse

Die Klimaanalyse Schleswig-Holstein, welche auf dem Landesportal veröffentlicht ist[11], beleuchtet gemäß der Anforderungen des § 10 Abs. 3 des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes (KAnG) die vergangene, aktuelle und mögliche zukünftige Klimaentwicklung in Schleswig-Holstein. Aus den Ergebnissen gehen zeitliche sowie räumliche Veränderungen klimatischer Parameter hervor. Die Erkenntnisse unterstützen die Identifizierung von Hotspots der Veränderung und finden als datengestützte Fachgrundlage Berücksichtigung bei der Ableitung von Handlungsbedarfen und der Entwicklung geeigneter Anpassungsmaßnahmen.

Im Folgenden werden die Methodik und die wichtigsten Ergebnisse der Klimaanalyse kurz zusammengefasst.

2.1.1 Methodik der Klimaanalyse

Die Klimaanalyse basiert überwiegend auf Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD), welche die Analyse einer großen Vielfalt an Klimaparametern ermöglichen. Aus den flächendeckenden Datensätzen wurden geographische Informationssysteme (GIS)-gestützt sowohl jährliche Flächenmittel für Zeitreihen berechnet als auch Karten zur räumlichen Differenzierung innerhalb Schleswig-Holsteins erstellt. Für die vergangene und aktuelle Klimaentwicklung liegen Daten mit einer räumlichen Auflösung von 1 x 1 km vor. Die Analysen zur zukünftigen Klimaentwicklung bis zur Mitte (2031–2060) und bis zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) stützen sich auf regionalisierte Klimaprojektionen des DWD-Referenz-Ensembles mit einer räumlichen Auflösung von 5 × 5 km. Um die Bandbreite der möglichen zukünftigen Entwicklung abzubilden, wurden die projizierten Änderungen jeweils für zwei Emissionsszenarien (RCP2.6 und RCP8.5) sowie das 15. und 85. Perzentil des Modellensembles analysiert. Tabelle 1 listet die im Rahmen der Klimaanalyse untersuchten Klimaparameter.

Tabelle 1: Übersicht über die analysierten Klimaparameter

Klimaparameter	**Vergangene und aktuelle Entwicklung**	**Zukünftige Entwicklung**
Temperatur	Jahresmitteltemperatur	Jahresmitteltemperatur
	Jahreszeitliche Temperatur	
	Sommertage	
	Heiße Tage	Heiße Tage
	Frosttage	Frosttage
	Eistage	
Niederschlag	Jahresniederschlag	Jahresniederschlag
	Jahreszeitlicher Niederschlag	
	Jahreszeitliche Niederschlagsverteilung	
	Tage mit starkem Niederschlag	Tage mit starkem Niederschlag
	Schneedeckentage	
		Trockenperioden
Sonnenschein	Sonnenscheindauer	
Wind	Mittlere Windgeschwindigkeit	

11 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimaanalyse Schleswig-Holstein.

	Mittlere Tageswindspitze	
Phänologie	Dauer der Vegetationsperiode	
	Beginn der Apfelblüte	

Zur Interpretation und Bewertung der klimatischen Entwicklungen wurden statistische Trendanalysen durchgeführt. Das dafür genutzte Verfahren ist etabliert und findet unter anderem auch auf Bundesebene für das Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) Anwendung. Mit dem statistischen Verfahren lassen sich die Zeitreihen sowohl auf lineare (steigende und fallende) als auch auf Trends mit einer Trendumkehr innerhalb der analysierten Zeitreihe (quadratische Trends) analysieren.

2.1.2 Erkenntnisse aus der Klimaanalyse

Temperatur

Die Jahresmitteltemperatur in Schleswig-Holstein ist seit dem Ende des 19. Jahrhunderts nachweisbar angestiegen. Die Zeitreihe weist einen quadratisch steigenden Trend auf, mit einer Phase besonders ausgeprägter Erwärmung seit Mitte der 1980er Jahre. Die Analyse der 30-jährigen Mittelwerte zeigt eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur von 7,9 °C im Zeitraum 1881–1910 auf 9,3 °C im Zeitraum 1991–2020. Die Mitteltemperaturen sind dabei in allen meteorologischen Jahreszeiten angestiegen.

Räumlich zeigt sich ein Südwest-Nordost-Gefälle: Die höchsten Mitteltemperaturen treten im Süden entlang der Nordseeküste und im Raum Hamburg auf, während es im Norden und entlang der Ostseeküste durchschnittlich etwas kühler ist.

Mit den steigenden Lufttemperaturen ging eine signifikante Zunahme der Anzahl von Sommertagen (mit einem Temperaturmaximum von mindestens 25 °C) und Heißen Tagen (mit einem Temperaturmaximum von mindestens 30 °C) einher. Im Vergleich der Zeiträume 1961–1990 und 1991–2020 stieg die durchschnittliche jährliche Anzahl der Sommertage von etwa 15 auf rund 23,5, die der Heißen Tage von etwa 1,5 auf über 3,6 Tage.

Gleichzeitig hat die Anzahl der Frosttage (mit einem Temperaturminimum von höchstens 0 °C) signifikant abgenommen. Eistage treten inzwischen nur noch vereinzelt auf.

Die Projektionsdaten zeigen für Schleswig-Holstein in allen betrachteten Szenarien und Zeiträumen eine weitere Erwärmung. Bis zur Mitte des Jahrhunderts wird eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur um etwa 0,7 °C bis 1,5 °C (RCP2.6) beziehungsweise um bis zu 2,5 °C (RCP8.5) projiziert. Bis zum Ende des Jahrhunderts reicht die Spannbreite von etwa 0,8 °C bis 1,6 °C (RCP2.6) bis zu rund 4,7 °C (RCP8.5).

Niederschlag

Die Jahresniederschlagssumme in Schleswig-Holstein ist seit dem Ende des 19. Jahrhunderts signifikant angestiegen. Die Auswertung 30-jähriger Mittelwerte zeigt eine Zunahme von 714 mm im Zeitraum 1881–1910 auf 812 mm im Zeitraum 1991–2020. Diese Entwicklung geht vor allem auf steigende Winterniederschläge zurück. Generell weist die jahreszeitliche Niederschlagsverteilung eine Verlagerung der Niederschläge aus dem hydrologischen Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr auf.

Räumlich besteht ein Niederschlagsgefälle vom regenreicheren Norden und Westen zum niederschlagsärmeren Süden und Osten des Landes.

Die Anzahl der Tage mit starkem Niederschlag (Tagesniederschlag ≥ 20 mm) schwankt von Jahr zu Jahr und zeigt keinen signifikanten Trend.

Die Anzahl der Schneedeckentage ist seit den 1950er Jahren signifikant zurückgegangen.

Die Projektionen für den Jahresniederschlag bis zur Mitte und bis zum Ende des Jahrhunderts reichen von leichten Abnahmen bis zu deutlichen Zunahmen vor allem an den Küsten. In der Tendenz deuten die Entwicklungen auf eine Zunahme der Niederschlagsmengen vor allem im hydrologischen Winterhalbjahr hin. Die zukünftige Entwicklung sowohl der Anzahl von Tagen mit starkem Niederschlag als auch von Trockenperioden ist uneindeutig; insbesondere im Falle weiterhin hoher Treibhausgasemissionen (RCP8.5) deuten sich jedoch mögliche Zunahmen an.

Weitere Parameter

Die Sonnenscheindauer in Schleswig-Holstein ist etwa seit Beginn der 1990er Jahre signifikant angestiegen. Im Mittel der letzten zehn Jahre lag sie rund 9 % über dem Referenzzeitraum 1961–1990. Diese Entwicklung ist unter anderem auf Veränderungen der globalen Zirkulationssysteme zurückzuführen: Die Entstehung blockierender Hoch- und Tiefdrucksysteme, die teils über mehrere Tage oder sogar Wochen nahezu ortsfest bleiben, begünstigen langanhaltende Schönwetterphasen.

Für die mittlere Windgeschwindigkeit ergeben sich auf Basis der verfügbaren Stationsdaten keine eindeutigen Entwicklungstendenzen. Die bisherigen Beobachtungen deuten eher auf abnehmende Windgeschwindigkeiten in Schleswig-Holstein hin. Mit Blick auf die mittlere Tageswindspitze kristallisieren sich aufeinanderfolge Phasen mit unterschiedlicher Ausprägung und Entwicklung heraus: Auf eine Abnahme bis etwa zu Beginn der 1970er Jahre folgte eine Phase mit steigender Windspitze bis zur Mitte der 1990er Jahre. Seither schwanken die Werte auf jeweils gleichbleibendem Niveau.

Die Dauer der Vegetationsperiode hat sich in Schleswig-Holstein nachweisbar verlängert. Diese Entwicklung ist vor allem auf ein signifikant späteres Vegetationsende zurückzuführen. Beobachtungen deuten auch auf ein früheres Einsetzen der Vegetationsperiode hin. So begann die Vegetationsperiode von 2014 bis 2023 im Mittel jeweils rund eine Woche früher als im Zeitraum 1992–2001 zu Beginn der Datenerfassung. Phänologische Auswertungen zeigen zudem eine Vorverlagerung einzelner Entwicklungsphasen: Der Beginn der Apfelblüte setzte im Durchschnitt der Jahre 2014–2023 rund sechs Tage früher ein als in den 1990er Jahren. Räumlich folgt der Beginn der Apfelblüte einem Nord-Süd-Gefälle, das im Wesentlichen die Temperaturverteilung im Land wiederspiegelt.

2.2 Klimafolgenmonitoring

Das Klimafolgenmonitoring für Schleswig-Holstein knüpft an die Ergebnisse der Klimaanalyse[11] an und richtet den Blick auf die konkreten Klimafolgen in den einzelnen Handlungsfeldern. Die auf Faktenblättern dokumentierten Indikatoren des Klimafolgenmonitorings beschreiben die beobachtbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die natürlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systeme des Landes. Dabei werden statistische Trends identifiziert und Handlungsbedarfe aufgezeigt.

Die Erkenntnisse aus dem Monitoring fließen in die Entwicklung, Priorisierung und Evaluation der Anpassungsmaßnahmen ein. Gleichzeitig schafft das Klimafolgenmonitoring die Grundlage für eine langfristig aussagekräftige Beobachtung und fördert die turnusmäßige Weiterentwicklung der Strategie angesichts sich wandelnder klimatischer Rahmenbedingungen. Die Federführung für das Klimafolgenmonitoring liegt im für Klimawandel und Klimaanpassung zuständigen Ressort.

Die Faktenblätter des Klimafolgenmonitorings sind auf dem Landesportal veröffentlicht. Im Folgenden werden einige Details zur Methodik erläutert und die wichtigsten Erkenntnisse beschrieben.

2.2.1 Methodik des Klimafolgenmonitorings

Das Klimafolgenmonitoring basiert auf einem indikatorgestützten Ansatz. Für die überwiegende Zahl der Handlungsfelder wurden spezifische Monitoringindikatoren entwickelt, die wesentliche klimabedingte Veränderungen in den jeweiligen Systemen abbilden. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte nach definierten fachlichen Kriterien.

Neben einer möglichst engen Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen gehört dazu insbesondere die Verfügbarkeit geeigneter Daten, die systematisch erfasst werden und eine kontinuierliche Fortschreibung der Indikatoren ermöglichen. Bei der Entwicklung der Indikatoren wurde auch an das bundesweite Monitoring zur DAS angeknüpft.

In der Regel basieren die Monitoringindikatoren auf regelmäßig erhobenen Daten der Fachbehörden des Landes. Ergänzend wurden auch außerbehördliche Daten genutzt, sofern diese transparent und wissenschaftlich valide erfasst wurden und bestimmten Kriterien hinsichtlich Datenverfügbarkeit und -qualität genügen. Angestrebt wurde eine flächendeckende oder zumindest übertragbare Datengrundlage mit hoher räumlicher Repräsentativität für Schleswig-Holstein. Wo flächendeckende Auswertungen nicht möglich waren, wurde eine fachlich fundierte Auswahl geeigneter Einzelstandorte oder Messstellen getroffen.

Alle Indikatoren sind in standardisierten Faktenblättern dokumentiert. Diese enthalten neben der grafischen Darstellung des Indikators auch Texte zur Beschreibung, Auswertung und Einordnung der Bedeutung für Schleswig-Holstein sowie zu den Datengrundlagen und zur Berechnungsmethodik. Für die Trendanalysen kam das statistische Verfahren zum Einsatz, das auch bei der Klimaanalyse genutzt wurde (Kapitel 2.1). Die Faktenblätter informieren zudem über die relevanten Risiken und Handlungsoptionen in Verbindung mit dem jeweiligen Indikator und enthalten Links zu weiterführenden Informationen. Schließlich werden auch etwaige Einschränkungen für die Interpretation der beobachteten Entwicklungen, die beispielsweise auf die spezifischen Datengrundlagen oder auf die Berechnungsmethodik des Indikators zurückgehen, transparent gemacht.

Für die Handlungsfelder Raumplanung, Bevölkerungsschutz, Fischerei, Industrie und Gewerbe und Bildung wurde die Einführung von Monitoringindikatoren geprüft. Da für diese Handlungsfelder entweder keine geeigneten Indikatoren entwickelt werden konnten oder die vorhandenen Datengrundlagen (noch) nicht für die Indikatorerstellung ausreichten, liegen derzeit noch keine Erkenntnisse aus dem Klimafolgenmonitoring vor. Es wird angestrebt, für diese Handlungsfelder bis zur nächsten Fortschreibung der Klimaanpassungsstrategie mindestens einen Indikator zu entwickeln.

2.2.2 Erkenntnisse aus dem Klimafolgenmonitoring

Energieinfrastruktur

Die Anlagen der Energieinfrastruktur sind kontinuierlich Wetter und Witterung ausgesetzt. So können extreme Wetterereignisse wie Hitze, Starkregen, Stürme oder Überflutungen zu Schäden an der Energieinfrastruktur und zu ungeplanten Ausfällen der Stromversorgung führen.

Die Indikatoren EN-I-1[12] zur Häufigkeit wetterbedingter Unterbrechungen sowie EN-I-2[12] zum wetterbedingten Anteil der ungeplanten Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung zeigen, dass es in einzelnen Jahren, insbesondere in 2013 mit dem Elbehochwasser und Orkan Christian, zu Beeinträchtigungen auf der Mittelspannungsebene gekommen ist. Ein signifikanter Trend zu häufigeren Unterbrechungen liegt bisher nicht vor. Die Niederspannungsebene war vor allem im Jahr 2011 von wetterbedingten Unterbrechungen betroffen. Insgesamt ist das Niveau der wetterbedingten Einschränkungen in der Stromversorgung aber niedrig. Die hohe Versorgungszuverlässigkeit in Schleswig-Holstein geht unter anderem auf den hohen Verkabelungsgrad zurück. Seit dem Jahr 2018 spielen Wetter und Witterung im Mittel- und Niederspannungsbereich als Ursache für Unterbrechungen nur noch eine sehr geringe Rolle.

Der Indikator EN-I-3[13] beleuchtet die Entwicklung der Globalstrahlung als eine klimabedingte Einflussgröße auf die erneuerbare Energieerzeugung: Seit den 1990er Jahren ist ein signifikanter Anstieg der Globalstrahlung und damit ein höheres Potenzial für die Stromerzeugung aus Photovoltaik zu verzeichnen.

12 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt EN-I-1 und EN-I-2.

13 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt EN-I-3.

Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude

Insbesondere dicht bebaute Quartiere sind gegenüber klimabedingten Wärmebelastungen anfällig, da hohe Bebauungsdichten, versiegelte Flächen und eingeschränkter Luftaustausch zu einer verstärkten Aufheizung führen und die nächtliche Abkühlung behindern können. In Verbindung mit dem allgemeinen Temperaturanstieg kann dieser städtische Wärmeinseleffekt das thermische Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung beeinträchtigen.

Der Indikator SE-I-1[14] zeigt die jährliche Fläche mit zusätzlichen Tropennächten infolge des städtischen Wärmeinseleffekts. Einen signifikanten Trend der Entwicklung gibt es bisher nicht. Allerdings schlagen sich heiße Jahre wie 2006, 2010, 2018 und 2022 in einer hohen Zahl an zusätzlichen Tropennächten in Gebieten mit städtischen Wärmeinseleinfluss nieder. Besonders betroffen sind stark verdichtete Innenstadtbereiche von Kiel und Lübeck mit durchschnittlich neun bis zehn zusätzlichen Tropennächten pro Jahr.

Gebäude sind gegenüber klimabedingten Extremereignissen wie Starkregen, Sturm und Hagel besonders exponiert. Der Indikator GB-I-1[15] zu Elementarschäden an Gebäuden zeigt, dass die Zeitreihen von Schadenhäufigkeit und Schadensatz in der privaten Verbundenen Wohngebäudeversicherung stark von einzelnen extremen Jahren, insbesondere 2002 in Verbindung mit dem Elbehochwasser, geprägt sind. Signifikante Trends der Entwicklung sind bislang nicht nachweisbar, allerdings beeinflusst der besonders hohe Schadensatz im Jahr 2002 die statistische Analyse maßgeblich.

Der Indikator GB-I-2[16] zu Gebäudeschäden durch Sturm und Hagel verdeutlicht ebenfalls die Auswirkungen einzelner sturmreicher Jahre wie 2002 und 2013. Ein signifikanter Trend der Entwicklung liegt auch hier bisher nicht vor. Die Indikatoren machen deutlich, dass Extremereignisse in Schleswig-Holstein hohe Schäden verursachen können und ein dauerhaftes Risiko für den Gebäudebestand darstellen.

Verkehr und Verkehrsinfrastruktur

Die Verkehrsinfrastruktur sowie der Straßen- und Schienenverkehr sind Wetter- und Witterungseinflüssen unmittelbar ausgesetzt. Starkregen und Sturmfluten können zu Überflutungen oder Unterspülungen von Fahrbahnen und Gleisen führen. Auch Hitze und Trockenheit sowie häufige Frost-Tau-Wechsel können Schäden an Fahrbahnen hervorrufen. Eine der häufigsten Ursachen für Einschränkungen des Straßenverkehrs sind umgestürzte Bäume nach Sturmereignissen. Oft tragen Hitze sowie lang anhaltende Trockenheit zu einer verminderten Vitalität bei Bäumen bei und machen diese anfällig für Astbruch oder Entwurzelung bei Sturm.

Der Indikator VE-I-1[17] erfasst den jährlichen Arbeitszeitaufwand des Straßenbetriebsdienstes zur Bearbeitung beziehungsweise Beseitigung von Schäden oder Beeinträchtigungen der Straßeninfrastruktur infolge extremer Wetter- und Witterungsereignisse. Vor allem in sturm- und hochwassergeprägten Jahren wie 2013, 2022 und 2023 kam es zu erhöhten Aufwänden.

Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Schienen- und Schiffsverkehr liegen aktuell keine Monitoringdaten vor. Da ein Großteil der Schieneninfrastruktur sowie die Unterhaltung relevanter Schifffahrtsstraßen in Bundesverantwortung liegen, hat das Land keinen oder nur begrenzten Zugriff auf Daten zu Betriebseinschränkungen und Unterhaltungsaufwänden.

Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz

Schleswig-Holstein zeichnet sich durch eine große Vielfalt an Arten und Lebensräumen aus, die von marinen Ökosystemen der Nord- und Ostsee über Küsten- und Feuchtgebiete bis hin zu Offenland- und Trockenlebensräumen im Binnenland reichen. Veränderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime sowie auch in der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen beeinflussen die Arten und Lebensräume.

14 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt SE-I-1.

15 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-1.

16 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-2.

17 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt VE-I-1.

Der Indikator BD-I-1[18] zu phänologischen Veränderungen bei Wildpflanzen zeigt eine deutliche Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten: Gegenüber der Referenzperiode 1961–1990 hat sich der Winter infolge des Temperaturanstiegs um mehr als drei Wochen verkürzt, während sich Frühling und Herbst verlängert haben. Frühling und Sommer beginnen früher im Jahr. Diese phänologischen Veränderungen können zu einer Entkopplung ökologischer Wechselbeziehungen führen, beispielsweise zwischen Blühpflanzen und Bestäubern oder zwischen Brutzeiten von Vögeln und dem Nahrungs- oder Nistplatzangebot. Eine früher einsetzende Blüte landwirtschaftlicher Kulturen kann zudem das Risiko von Spätfrostschäden erhöhen.

Der Temperaturanstieg macht sich auch in den Meeren bemerkbar. Der Indikator BD-I-2[19] zeigt, dass die Wassertemperaturen von Nord- und Ostsee signifikante Erwärmungstrends aufweisen. Die mittlere jährliche Oberflächentemperatur ist in der Nordsee seit 1969 um rund 1 °C und in der Ostsee seit 1990 um rund 1,7 °C gestiegen. Mit der Erwärmung des Wassers gehen zwangsläufig Veränderungen mariner Artenzusammensetzungen und Nahrungsnetze - sei es durch direkte oder indirekte biotische und abiotische Effekte - mit Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die fischereiliche Aktivität einher.

Boden

Die steigenden Lufttemperaturen, veränderten Niederschlagsmuster sowie die vor allem im Sommer erhöhten Verdunstungsraten wirken sich auf die Böden aus.

Der Indikator BO-I-1[20] zur Bodentrockenheit zeigt, dass die Zahl der Tage mit einer nutzbaren Feldkapazität von unter 30 % – ein Schwellenwert, ab dem für Pflanzen Trockenstress entsteht – im gleitenden 31-jährigen Mittel in den vergangenen Jahrzehnten signifikant zugenommen hat. Betroffen sind sowohl Acker- als auch Waldböden, wobei die jährlichen Werte witterungsbedingt stark schwanken und einzelne sehr trockene Jahre, wie 2018, besonders deutlich hervortreten. Während Waldböden Wasser grundsätzlich besser speichern können als ackerbaulich genutzte Böden, zeigen sie in ausgeprägten Hitze- und Dürrejahren aufgrund stärkerer Verdunstung ebenfalls hohe Trockenstresswerte. Zunehmende Bodentrockenheit kann in der Land- und Forstwirtschaft zu Ertragseinbußen, erhöhtem Bewässerungsbedarf sowie zu einer steigenden Anfälligkeit von Wäldern gegenüber Schadorganismen führen.

Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Produktion ist direkt von Wetter, Witterung und Klima abhängig. Die klimatischen Rahmenbedingungen wirken sich auf die Phänologie und damit die Bewirtschaftungsrhythmen aus, beeinflussen die Anbau- und Wachstumsbedingungen der landwirtschaftlichen Kulturen und steuern so auch maßgeblich die Erträge.

Der Indikator LW-I-1[21] zeigt seit 1951 eine signifikante Verlängerung der Vegetationsperiode um mehr als einen Monat: Die Forsythienblüte als Beginn der Vegetationsperiode setzt deutlich früher ein, während die Blattverfärbung der Stieleiche als phänologisches Merkmal für das Ende der Vegetationsperiode später im Jahr einsetzt. Damit eröffnen sich Chancen für eine längere landwirtschaftliche Aktivität, zugleich steigt bei früherer Pflanzenentwicklung das Risiko von Spätfrostschäden.

Der Indikator LW-I-2[22] zu Ertragsschwankungen bei Ackerkulturen verdeutlicht, dass vor allem zwischenjährliche Ertragsschwankungen in Verbindung mit Witterungseinflüssen stehen. So hat die hohe Temperatur und ein enormes Niederschlagsdefizit im Jahr 2018 sowohl beim Winterweizen als auch beim Silomais zu massiven Ertragseinbußen gegenüber dem Ertragsdurchschnitt der vorausgegangenen sechs Jahren geführt. Solche zwischenjährlichen Ertragsschwankungen lassen sich vorwiegend auf die Witterung zurückführen, während langfristige Ertragstrends wesentlich im Zusammenhang mit anderen Einflussfaktoren wie dem Züchtungsfortschritt, Verbesserungen der Bewirtschaftungstechnik und Vermarktungsbedingungen stehen.

18 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BD-I-1.

19 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BD-I-2 (unveröffentlicht).

20 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BO-I-1.

21 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-1.

22 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-2.

Der Indikator LW-I-3[23] zu Ertragsschwankungen beim Baumobst zeigt, dass neben Schaderregern, Trockenheit, Hagel und Sonnenbrand insbesondere Spätfröste – in Verbindung mit einer früheren Blüte – erhebliche Schäden verursachen können. So führten in Schleswig-Holstein Spätfröste im April 2017 zu massiven Schäden und Ernteausfällen im Obstbau.

Forstwirtschaft

Wie auch bei landwirtschaftlichen Kulturen stehen die Vitalität und die Produktivität der Wälder in Schleswig-Holstein unter direktem Einfluss der klimatischen Rahmenbedingungen.

Der Indikator FW-I-1[24] zur Kronenverlichtung zeigt, dass sich der Waldzustand nach einer zwischenzeitlichen Erholung infolge intensiver Waldumbaubemühungen seit den Hitze- und Trockenjahren ab 2018 wieder verschlechtert hat. Insbesondere bei der Fichte nimmt die Kronenverlichtung signifikant zu. Im Bundesvergleich stellt sich der Zustand der schleswig-holsteinischen Wälder insgesamt günstig dar, was im Wesentlichen auf die laubbaumreichere Baumartenzusammensetzung zurückzuführen ist.

Die vergleichsweise geringe Betroffenheit Schleswig-Holsteins macht auch der Indikator FW-I-2[25] zu den Absterberaten einzelner Baumarten deutlich. Erhöhte Werte wurden in den Jahren 2019 und 2021 als Folge des extrem heißen und trockenen Jahres 2018 registriert. Die Auswirkungen waren aber auch hier weniger gravierend als im Bundesdurchschnitt, und es ist bisher nicht zu großflächigen Absterbeprozessen gekommen.

Der Indikator FW-I-3[26] verdeutlicht, dass sowohl Sturmereignisse als auch durch Trockenheit begünstigte Insektenschäden immer wieder große Schadholzmengen zur Konsequenz haben. Der hohe Anteil nicht planmäßiger Nutzungen an der gesamten Holznutzung bringt viele Erschwernisse für die forstliche Bewirtschaftung mit sich. Durch Schaderreger verursachtes Schadholzaufkommen gewinnt vor allem in und nach heißen und trockenen Jahren an Bedeutung.

Menschliche Gesundheit

Unter den Klimasignalen führt insbesondere Hitze zu Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit. Hohe Temperaturen können das Herz-Kreislauf-System stark belasten, zu Dehydrierung und Störungen des Elektrolythaushalts führen sowie bestehende Vorerkrankungen verschärfen. In schweren Fällen kann Hitze vor allem in Verbindung mit anderen Erkrankungen zum Tod führen.

Der Indikator GE-I-1[27] zeigt die vom Robert Koch-Institut geschätzte jährliche Anzahl hitzebedingter Sterbefälle in Schleswig-Holstein. Die Anzahl schwankt stark von Jahr zu Jahr, da sie maßgeblich von der Dauer und Intensität einzelner Hitzeperioden abhängt. In ausgeprägten Hitzejahren kam es zwar zu erhöhten Fallzahlen, ein steigender Trend liegt aber trotz steigender Temperaturen nicht vor. Dies ist unter anderem auf Anpassungsmaßnahmen im Gesundheitswesen und auf ein gestiegenes Risikobewusstsein der Bevölkerung zurückzuführen.

Der Indikator GE-I-2[28] zeigt die jährliche Anzahl an Tagen mit Hitzewarnungen für Schleswig-Holstein. Besonders viele Warnungen traten in ausgeprägten Hitzejahren wie 2006 und 2018 auf. Infolge der höheren Lufttemperatur erwärmen sich auch die Gewässer stärker und bereits früher im Jahr. Dadurch stellen sich günstigere Bedingungen für das Wachstum von potenziell gesundheitsschädlichen Cyanobakterien („Blaualgen“) ein.

Der Indikator GE-I-3[29] veranschaulicht die jährliche Anzahl von Seen in Schleswig-Holstein, für die Badewarnungen oder Badeverbote aufgrund hoher Konzentrationen von Cyanobakterien erlassen wurden. Warnungen oder

23 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-3.
24 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-1.
25 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-2.
26 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-3.
27 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-1.
28 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-2.
29 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-3.

Beschränkungen der Badeaktivitäten waren seit 2015 in jedem Jahr erforderlich, signifikante Entwicklungstrends liegen aber bisher nicht vor.

Küstenschutz

Als Küstenbundesland ist Schleswig-Holstein von den Auswirkungen des Klimawandels auf den Meeresspiegel und den Seegang direkt betroffen. Veränderungen im Meeresspiegelanstieg und im Sturmflutgeschehen sind in besonderem Maße relevant für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zum Küstenschutz.

Der Indikator KUE-I-1[30] zeigt sowohl an den ausgewählten Nordsee- als auch an den Ostseepegeln einen signifikanten Anstieg des relativen Meeresspiegels. Damit ist ein potenziell höheres Auflaufen von Sturmfluten verbunden.

Diese Beobachtung stützt Indikator KUE-I-2[31]: Mit Ausnahme des Pegels in Kiel zeigt die Analyse für die betrachteten Pegel an Nord- und Ostsee einen signifikanten Anstieg der gleitenden 19-Jahresmittel der jährlichen höchsten (Tide-)Hochwasser. Das bedeutet, dass Sturmfluten an diesen Pegeln in der Tendenz höher auflaufen.

Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Die steigende Temperatur, eine stärkere Verdunstung und Veränderungen im Niederschlagsregime wirken sich direkt auf den Wasserhaushalt und die Verfügbarkeit sowie die Qualität der Wasserressourcen in Schleswig-Holstein aus. Die Veränderungen betreffen dabei alle Wasservorkommen – vom Grundwasser über die Fließgewässer bis hin zu den stehenden Binnengewässern.

Der Indikator WW-I-1[32] zeigt anhand von ausgewählten repräsentativen Grundwassermessstellen, dass im Laufe der letzten rund 60 Jahre die Anzahl der Monate mit Überschreitungen des mittleren höchsten Grundwasserstands (gemittelt für 1961–1990) signifikant gesunken und die Anzahl der Unterschreitungen des mittleren niedrigsten Grundwasserstands signifikant gestiegen sind. Besonders die Trockenjahre ab 2018 führten zu ausgeprägten Tiefständen. Niedrige Grundwasserstände können zu lokalen Engpässen bei der Trinkwasserversorgung führen sowie grundwasserabhängige Ökosysteme beeinträchtigen.

Neben den Grundwasserständen verändern sich auch die Abflussparameter in den Fließgewässern. Der Indikator WW-I-2[33] stellt den mittleren Abfluss für acht Abflusspegel in den Flussgebieten von Eider, Schlei/Trave und Elbe dar. Während sich der über alle Pegel gemittelte mittlere Abfluss im Winterhalbjahr im Laufe der letzten 60 Jahre nicht signifikant verändert hat, zeigt die Analyse für das Sommerhalbjahr einen fallenden Trend. Dies deutet auf ein abnehmendes Wasserdargebot im Sommer hin.

Für den Indikator WW-I-3[34], der die Anzahl der Hochwassertage an den acht ausgewählten Pegeln zeigt, ergibt sich weder für das Sommer- noch für das Winterhalbjahr ein signifikanter Trend. Im Verlauf der Zeitreihe von 1961 bis 2024 traten nur in wenigen Jahren Hochwassertage im Sommerhalbjahr auf.

Der Indikator WW-I-4[35] verdeutlicht, dass im Sommerhalbjahr Niedrigwassertage häufiger auftreten als im Winterhalbjahr, insbesondere in heißen und trockenen Sommern. Ein langfristiger Trend der Entwicklung liegt bisher nicht vor. Der Anstieg der Lufttemperatur insbesondere im Frühjahr und Sommer sowie die Veränderungen bei Strahlung und Sonnenscheindauer führen zu einem Anstieg der Wassertemperatur in Fließgewässern.

30 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.
31 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.
32 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-1.
33 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-2.
34 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-3.
35 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-4.

Für die Zeitreihen des Indikators WW-I-5[36] ergibt die Analyse signifikant steigende Trends: Sowohl an der Treene als auch an der Füsinger Au lagen die mittlere Tagestemperatur des Wassers in den Sommer- und in den Wintermonaten zuletzt signifikant höher als noch vor etwa 50 Jahren.

Im Falle des Indikators WW-I-6[37], der die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstände von Seen misst, ergibt sich in Schleswig-Holstein bisher kein eindeutiges Bild. Seit 1985 schwanken die Seewasserstände in Schleswig-Holstein von Jahr zu Jahr deutlich ohne signifikanten Trend. Insgesamt deuten die Beobachtungen auf zunehmende saisonale Unterschiede bei Wasserständen und Wassertemperaturen hin.

Tourismus

Touristische Aktivitäten, die im Freien stattfinden, sind direkt an die Wetter- und Witterungsverhältnisse gekoppelt. Für den Tourismus in Schleswig-Holstein spielen die Küstenregionen mit ihren ausgedehnten Stränden und Bademöglichkeiten an der Nord- und Ostsee eine entscheidende Rolle. Steigende Luft- und Wassertemperaturen haben in den vergangenen Jahren zu einer Verlängerung der Badesaison geführt.

Der Indikator TO-I-1[38] belegt für die Anzahl der Badetage an den beiden ausgewählten Messstationen einen signifikant steigenden Trend. Im Durchschnitt der Jahre 2013–2024 gab es an der Nordsee 19 und an der Ostsee 27 Badetage mehr als im Zeitraum 1992–2001. Die Verlängerung der Badesaison eröffnet wirtschaftliche Chancen durch eine höhere touristische Nachfrage und Wertschöpfung in den Küstenregionen. Gleichzeitig können mit einer höheren Wassertemperatur ökologische und gesundheitliche Risiken verbunden sein, beispielsweise durch vermehrtes Auftreten von potenziell gesundheitsschädlichen Vibrionen oder Cyanobakterien.

2.3 Klimarisikoanalyse

Die Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein bildet die zentrale Grundlage der vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie des Landes. Während das Klimafolgenmonitoring den Blick auf die vergangenen Entwicklungen und die aktuell beobachtbaren Auswirkungen des Klimawandels richtet, dient die Klimarisikoanalyse dazu, zukünftige Risiken des Klimawandels zu identifizieren und bewerten.

In die Erarbeitung der Klimarisikoanalyse flossen die Erkenntnisse aus der Klimaanalyse (Kapitel 2.1) sowie dem Klimafolgenmonitoring (Kapitel 2.2) ein. Neben den klimatischen Veränderungen wurden auch die natürlichen, räumlichen und gesellschaftlichen Gegebenheiten in Schleswig-Holstein berücksichtigt. Die Ergebnisse der Klimarisikoanalyse unterstützen die Ableitung von Handlungsbedarfen sowie die Planung und Umsetzung von gezielten Anpassungsmaßnahmen.

Die ausführliche Fassung der Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein ist auf dem Landesportal veröffentlicht[39]. Im Folgenden werden die Methodik und der Ansatz der Klimarisikoanalyse kurz beleuchtet. Die wichtigsten Erkenntnisse werden zudem in den einzelnen Kapiteln zu den Handlungsfeldern der Strategie dargestellt (Kapitel 3 bis 18).

2.3.1 Methodik der Klimarisikoanalyse

Der Ausgangspunkt für die Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein ist, wie in § 10 Abs. 2 des KAnG vorgesehen, die Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 (KWRA) des Bundes[40]. Die konzeptionelle Herangehensweise in der KWRA bildet das methodische Grundgerüst für die landeseigene Klimarisikoanalyse. Die Umsetzung in

36 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-5.

37 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-6.

38 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt TO-I-1.

39 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein schleswig-holstein.de - Energiewende und Klimaschutz - Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein .

40 Kahlenborn et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (Kurzfassung), Climate Change 26/2021.

Schleswig-Holstein folgt zudem den Grundprinzipien des internationalen Standards DIN EN ISO 14091[41] zur „Anpassung an den Klimawandel – Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung“. Diese strategischen Grundlagen gewährleisten eine systematische und transparente Identifizierung von Klimarisiken. Um die Entwicklung der Klimarisiken für Schleswig-Holstein möglichst konkret abschätzen zu können, basieren die Analysen vor allem auf landesspezifischen Daten.

Die Erstellung der Klimarisikoanalyse erfolgte in einem mehrstufigen Prozess durch die Bosch & Partner GmbH im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) und in enger Abstimmung mit den fachlich zuständigen Ressorts:

- Ausgehend von den in der KWRA 2021 aufgeführten Klimawirkungen wurden in einem ersten Schritt die zu berücksichtigenden Klimawirkungen ausgewählt. Kriterien dafür waren die Relevanz der Klimawirkung (sozial, ökologisch, wirtschaftlich), bereits beobachtete oder zukünftig zu erwartende Betroffenheiten sowie Informationen zu bereits laufenden oder geplanten Anpassungsaktivitäten in Schleswig-Holstein.

- Die ausgewählten Klimawirkungen wurden auf Basis ihrer Relevanz und verfügbaren Datengrundlage innerhalb der einzelnen Handlungsfelder priorisiert. Um die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen den klimatischen Veränderungen und den möglichen ökologischen, ökonomischen oder gesellschaftlichen Auswirkungen systematisch darzustellen, wurden die priorisierten Klimawirkungen anschließend entlang von Wirkungsketten skizziert. Diese verdeutlichen die zentralen Wirkpfade, über die klimatische Veränderungen zu konkreten Risiken führen. Für die Skizzierung wurden die Wirkungsketten strukturiert aufbereitet und soweit möglich bereits mit verfügbaren Datengrundlagen für Schleswig-Holstein hinterlegt. Dieser Schritt diente zugleich als fachliche Vorbereitung der darauffolgenden Fachworkshops.

- In den handlungsfeldspezifischen Fachworkshops wurden die Erstauswahl und Priorisierung der einzelnen Klimawirkungen sowie die skizzierten Wirkungsketten gemeinsam mit fachkundigen Vertreterinnen und Vertretern der zuständigen Ressorts diskutiert. Ziel war es, die Relevanzeinschätzungen zu überprüfen, weitere Datenquellen und gegebenenfalls fehlende relevante Klimawirkungen zu ergänzen sowie diejenigen Klimawirkungen zu identifizieren, die sich unter Berücksichtigung aller Kriterien für eine weitere Bearbeitung (in verkürzter oder vertiefter Form) eignen.

- Auf Grundlage der Ergebnisse aller Fachworkshops erfolgte die finale Auswahl der zu bearbeitenden Klimawirkungen. Diese Klimawirkungen wurden systematisch ausgearbeitet und mit den zuständigen Fachvertreterinnen und -vertretern der Ressorts abgestimmt.

2.3.2 Struktur und Tiefe der Analysen

Die Analysen zu den einzelnen Klimawirkungen folgen einer einheitlichen Struktur: Ausgangspunkt bildet jeweils die Beschreibung des klimatischen Einflusses, der sich durch Parameter wie die Lufttemperatur oder das Niederschlagsregime bestimmen lässt. Anschließend werden die Exposition und die Sensitivität in ihrer landesspezifischen Ausprägung analysiert. Die Exposition beschreibt das betroffene System, das heißt in welchem räumlichen oder sektoralen Umfang Bevölkerungsgruppen, Ökosysteme, Infrastrukturen oder ökonomische und kulturelle Vermögen den klimatischen Veränderungen ausgesetzt sind. Die Sensitivität beschreibt, wie empfindlich das betroffene System auf die jeweiligen klimatischen Veränderungen reagiert. Aus dem Zusammenwirken von klimatischem Einfluss, Exposition und Sensitivität lassen sich die Auswirkungen und daraus resultierende Risiken für Schleswig-Holstein ableiten. Abbildung 1 zeigt die systematische Struktur der Klimarisikoanalyse.

41 DIN, 2021: DIN EN ISO 14091:2021-07 Anpassung an den Klimawandel – Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung.

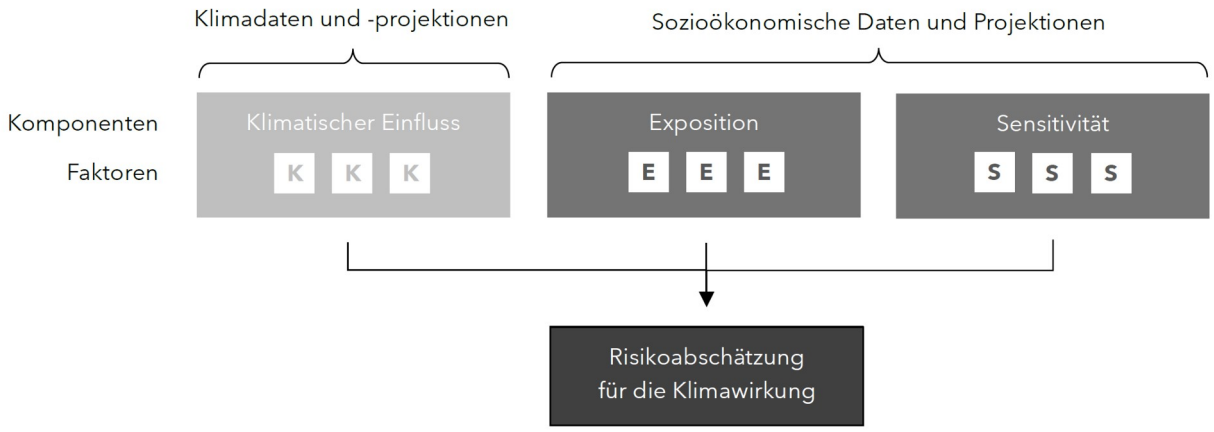

Abbildung 1: Struktur und Komponenten der Klimarisikoanalysen für einzelne Klimawirkungen (Quelle: KWRA 2021[13], abgeändert)

Im Sinne einer vorsorgeorientierten Betrachtung kommt als Basis für die Abschätzung des möglichen zukünftigen Risikos das pessimistischste Emissionsszenario RCP8.5 zur Anwendung. Informationen zu diesem Emissionsszenario, den dabei getroffenen Annahmen und den methodischen Hintergründen sind in der Klimaanalyse nachzulesen. Die Wahl des pessimistischen Szenarios ist auch vor dem Hintergrund bestehender Unsicherheiten in den Projektionen und mit Blick auf eine umfassende Vorsorge sinnvoll. Die Wahl des den Analysen zugrunde liegenden Emissionsszenarios und der Perzentile orientiert sich auch an den aktuellen Leitlinien des Bund-Länder-Fachgesprächs „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“[42]. Liegen keine oder keine geeigneten Projektionsdaten für einzelne Komponenten oder Parameter vor, stützen sich die Analysen behelfsweise auf Daten zur aktuellen Ausprägung. Die Risikoabschätzung wird in der Regel für den Zeitraum der nahen Zukunft (2031–2060) vorgenommen, da dieser für die aktuelle strategische Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen besonders relevant ist.

Ausgehend von den verfügbaren Datengrundlagen erfolgt die Klimarisikoanalyse in verschiedenen Bearbeitungstiefen. Der höchste Detaillierungsgrad wird bei den Klimawirkungen mit vertiefter Bearbeitung erreicht. Dabei werden die Klimawirkungen auf der Basis quantitativer Daten und möglichst unter Verwendung räumlicher Daten zu Klimasignalen, Exposition und Sensitivität für die Erstellung von Karten analysiert. Klimawirkungsbeschreibungen, bei denen die Datengrundlagen für eine vertiefte quantitative Bearbeitung nicht ausreichen, stützen sich im Rahmen einer verkürzten Bearbeitung vor allem auf qualitative Auswertungen. Klimawirkungen, die im Analyseprozess diskutiert, aber aufgrund unzureichender Datengrundlagen nicht bearbeitet werden konnten, sind in den Beiträgen zu den verschiedenen Handlungsfeldern (Kapitel 3 bis 18) tabellarisch aufgeführt.

2.3.3 Bewertung der Klimawirkungen und des Handlungsbedarfs

Abschließend wurden die soziale, ökologische und wirtschaftliche Bedeutung ausgewählter Klimawirkungen für Schleswig-Holstein bewertet. Dabei stand die Frage im Fokus, welche Klimarisiken so bedeutend sind, dass die Landesregierung sie im Blick behalten muss, um bei Bedarf umgehend (weitere) Maßnahmen einleiten zu können.

Die Auswahl der zu bewertenden Klimawirkungen basiert auf den im Rahmen der handlungsfeldspezifischen Fachworkshops getroffenen fachlichen Einschätzungen zur Relevanz und zu den verfügbaren Wissens- beziehungsweise Datengrundlagen. Nicht in den Bewertungsprozess einbezogen wurden Klimawirkungen, wenn ihnen bereits in den Fachworkshops eine geringe Relevanz für Schleswig-Holstein zugeschrieben wurde oder sie aufgrund unzureichender Daten- und Wissensgrundlagen derzeit nicht fundiert bewertet werden können. Nicht bewertet wurden außerdem Klimawirkungen mit wesentlichen thematischen Überschneidungen zu anderen Klimawirkungen. Eine zukünftige Bewertung dieser zunächst ausgeklammerten Klimawirkungen wird im Rahmen der Fortschreibung der Klimarisikoanalyse geprüft werden.

42 Linke et al., 2024: Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“.

Die Bewertung erfolgte mithilfe eines zweistufigen Bewertungsverfahrens. Dabei war es jeweils möglich, einer Klimawirkung eine geringe, eine hohe oder eine sehr hohe Bedeutung zuzuschreiben.

In einem ersten Schritt erfolgte eine handlungsfeldspezifische schriftliche Bewertung durch die jeweils zuständigen Ressorts. An diesem ersten Schritt haben sich stets mehrere Fachleute beteiligt. In vielen Fällen erfolgte die Bewertung gemeinsam, sodass aus der schriftlichen Befragung eine einheitliche Gesamtbewertung resultierte. Vereinzelt haben aber auch mehrere Behörden, Abteilungen oder Referate eine Klimawirkung separat voneinander und somit nicht immer einheitlich bewertet.

In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse der schriftlichen Bewertungen im Rahmen eines handlungsfeldübergreifenden Fachworkshops reflektiert. Ziel dieses Austauschs war es, unterschiedliche fachliche Perspektiven zusammenzuführen, die Bewertungen zu plausibilisieren, eine konsistente Einordnung der Klimarisiken über die einzelnen Handlungsfelder hinweg zu erreichen und bisher fehlende Bewertungen nachzuholen. Die Ergebnisse dieses Workshops wurden mit denen der schriftlichen Bewertung zusammengeführt. Sie ersetzen sie jedoch nicht, weil nicht alle am ersten Schritt beteiligten Fachleute beim Workshop anwesend waren. Die Bewertungen gelten somit als gleichwertig und müssen in der Zusammenschau betrachtet werden. Wo im Workshop keine Bewertung abgegeben wurde, galt die schriftliche Bewertung als bestätigt.

Zusätzlich zur Bedeutung der Klimawirkungen wurde durch die Fachpersonen aus den Ressorts auch bewertet, ob seitens der Landesregierung zusätzlicher Handlungsbedarf in den kommenden fünf Jahren besteht. Diese Bewertung durchlief denselben zweistufigen Prozess und ist vor allem als Hinweis für die Fortschreibung der Klimaanpassungsstrategie zu verstehen.

3 Energieinfrastruktur

3.1 Relevanz des Handlungsfelds

Für eine moderne Gesellschaft und eine funktionierende Wirtschaft ist eine sichere, umwelt- und klimaverträgliche sowie bezahlbare Versorgung mit Energie eine grundlegende Voraussetzung. Um diese Ansprüche zu verbinden und ihnen dauerhaft gerecht zu werden, stellt Deutschland derzeit sein Energiesystem im Zuge der Energiewende auf die Versorgung mit erneuerbaren Energien um und strebt eine sparsame und effiziente Verwendung von Energie an. Diese Transformation des Energiesystems bedeutet weitreichende strukturelle und infrastrukturelle Anpassungen in allen Bereichen der Energiewirtschaft, vom Netzausbau über die Umstellung der Strom-, Wärme- und Kälteversorgung auf erneuerbare Energie bis zur Digitalisierung und Flexibilisierung.

Viele der dazu notwendigen Maßnahmen stärken das Energieversorgungssystem auch gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels. In der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021 (KWRA 2021) wurden für die Energiewirtschaft unter anderem die Klimafolgen für den Transport von Energieträgern, für die Energieumwandlung in thermischen Kraftwerken und erneuerbaren Erzeugungsanlagen sowie die Energieübertragung in den Blick genommen. Die Analyse kam hier zu dem Ergebnis, dass die Abkehr von fossilen und nuklearen Brennstoffen und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien mit Blick auf mögliche Klimawirkungen auf mittlere Frist tendenziell günstig ist. So sollen bis Mitte des Jahrhunderts regionale Lieferketten vor allem von fossilen Brennstoffen über Wasserstraßen, Schiene und Straße nur noch eine geringe Bedeutung aufweisen und Hitze und Trockenheit nur noch wenige verbliebene kühlwasserabhängige Wärmekraftwerke beeinträchtigen. Auf der anderen Seite wurden hinsichtlich der erneuerbaren Energien die zu erwartenden Ertragsänderungen von Photovoltaik-Anlagen als gering eingeschätzt, Unterbrechungen von Windkraftanlagen infolge von Starkwind wird es auch in Zukunft kaum geben. Für die Ertragssituation für Windkraftanlagen insgesamt konnte keine Aussage getroffen werden, da die Unsicherheit von Projektionen zukünftiger Windgeschwindigkeiten zu hoch ist. Die Stromversorgung kann zukünftig grundsätzlich stärker von Unterbrechungen durch Extremereignisse beeinträchtigt sein, die in Häufigkeit und Intensität zunehmen werden. Im Zuge des fortschreitenden Netzausbaus für die Energiewende wird aber davon ausgegangen, dass mittelfristig der Anteil von verkabelten Leitungen sowie die Verknüpfungsdichte des Netzes zunehmen und das Stromnetz insgesamt dadurch weniger anfällig gegenüber Wetterextremen sein wird[43].

Das Land Schleswig-Holstein treibt die Energiewende in seinem Zuständigkeitsbereich ambitioniert voran. So sieht das novellierte Energiewende- und Klimaschutzgesetzes (EWKG) 2025 vor, die jährliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien an Land in Schleswig-Holstein bis 2030 auf mindestens 45 TWh zu steigern. Für die Jahre danach wird ein weiterer Ausbau angestrebt. Der Anteil der Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus am gesamten Wärmeverbrauch in Schleswig-Holstein soll bis zum Jahr 2030 in einem Zielkorridor von mindestens 38 % bis 50 % liegen. Als Energieträger zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien wird dabei, neben den aktuell führenden biogenen Energieträgern, Strom aus erneuerbaren Quellen immer wichtiger, vor allem für den Betrieb von Wärmepumpen. Des Weiteren wird erwartet, dass erneuerbarer Strom für die Elektromobilität auf der Schiene und zunehmend auch der Straße an Bedeutung gewinnt[44]. Zur Deckung des absehbar steigenden Strombedarfs setzt Schleswig-Holstein mit dem Ausbau der Stromerzeugung aus Sonne und Wind auf Energiequellen mit einer vergleichsweise geringen Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Veränderungen. Weitere derzeit im Land stattfindende Maßnahmen der Energiewende erhöhen die Stabilität und Flexibilität des Energieversorgungssystems: zum Beispiel der Ausbau von Power-to-Gas zur Nutzung von überschüssigem Strom für die Wasserstoffproduktion, der Ausbau von Batteriespeichern oder die Stärkung der Sektorkopplung. Auch diese höhere Stabilität und Flexibilität kommen der Vorsorge für wetterbedingte Ausnahmesituationen und damit der Klimaanpassung des Energieversorgungssystems zugute.

43 Voß et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland - Teilbericht 4: Risiken und Anpassung im Cluster Infrastruktur. Umweltbundesamt (Hrsg.), Climate Change, Band 23, S. 98ff.

44 MEKUN, 2025: Monitoringbericht Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein 2025. S. 23, 28, 38 f., 40.

3.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

3.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff ist in Schleswig-Holstein ein zentraler Bestandteil für die Transformation hin zu einem erneuerbaren Energiesystem. Neben Batteriespeichern, Druckluftspeichern, Pumpspeicherkraftwerken und anderen Technologien übernimmt Wasserstoff im erneuerbaren Energiesystem eine zentrale Rolle als Speichermedium für regenerative Energie. Damit die Erzeugung von Wasserstoff als grün bezeichnet werden kann, ist die Wasserelektrolyse, also der Prozess der Zerlegung von Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff mittels elektrischer Energie, mit erneuerbarem Strom zu betreiben. Vor diesem Hintergrund strebt Schleswig-Holstein an, die Erzeugungskapazitäten bis zum Jahr 2030 auf 1,5 GW, bis zum Jahr 2040 auf 6 GW und bis zum Jahr 2045 auf 10 GW zu steigern[45]. Die Voraussetzungen hierfür sind günstig: Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien übersteigt den Bedarf bereits seit einigen Jahren deutlich[46], und der Anlagenbestand insbesondere der Windenergie an Land sowie Offshore soll zukünftig weiter ausgebaut werden. Für Schleswig-Holstein wird schon für 2030 davon ausgegangen, dass ausreichend erneuerbarer Strom für die bilanzielle Deckung des regionalen Bedarfs nach grünem Strom und grünem Wasserstoff vorhanden ist[47].

Eine wesentliche Voraussetzung für die Produktion von grünem Wasserstoff ist die Verfügbarkeit von Wasser in nachhaltig ausreichender Menge als Ausgangsstoff für Wasserelektrolyse sowie zur Kühlung dieses Prozesses. Für die Herstellung von 1 kg Wasserstoff sind 10 kg Reinstwasser erforderlich, das aus rund 12 kg Oberflächenwasser oder aus 20 bis 30 kg Meerwasser gewonnen werden muss. Der Wasserbedarf für die Kühlung hängt stark von der eingesetzten Kühltechnologie ab. Bei einer Trockenkühlung ist der Wasserbedarf auf die Reinstwassergewinnung beschränkt, allerdings weist diese Kühltechnologie bei einer steigenden Temperatur eine geringere Kühlwirkung auf. Hingegen entsteht bei einer Kreislaufkühlung ein zusätzlicher Wasserbedarf zwischen 17 kg und 40 kg und für die Durchlaufkühlung sogar ein zusätzlicher Bedarf zwischen 920 kg und 2.450 kg. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasser ist für den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft und Standortentscheidungen zur Ansiedlung von Wasserelektrolysen in Schleswig-Holstein daher ein zentraler Faktor.

Im Rahmen der Klimawirkung wurde unter Verweis auf die Klimawirkung „Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser“ vor allem anhand der klimatischen Wasserbilanz (KWB) sowie anhand von Abflussregime-Typen[48] die aktuelle und zukünftige Wasserverfügbarkeit mit Blick auf Oberflächengewässer im Binnenland in den Blick genommen. Die KWB hat sich in den vergangenen Jahrzehnten bereits leicht verändert. Im Vergleich zum Zeitraum 1961–1990 war die klimatische Wasserbilanz im Zeitraum 1991–2020 fast landesweit höher. Räumlich betrachtet ist für Schleswig-Holstein ein West-Ost-Gradient der KWB zu erkennen, der Osten des Landes ist also trockener als der Westen. Hinsichtlich der Abflussregime-Typen ist das Risiko zur Austrocknung von Gewässern in Teilen der Geest und des Hügellandes im Landesinneren besonders hoch.

Zukünftig könnte die KWB unter Annahme einer ungünstigen Entwicklung bis Mitte des Jahrhunderts (2031–2026) entlang der Nordseeküste leicht zunehmen, während es im Südosten des Landes zu einem Rückgang und infolgedessen zu einer niedrigen KWB käme. Diese Entwicklung hängt insbesondere mit dem projizierten weiteren Temperaturanstieg sowie dem zunehmenden Auftreten von Hitze zusammen. Hinsichtlich der Niederschlagsmenge und -verteilung ist die Entwicklungsrichtung nicht eindeutig. Unter Annahme einer ungünstigen Entwicklung können allerdings in den Sommermonaten, in denen niedrige Abflüsse ohnehin häufiger auftreten, die Niederschlagsmengen ab- und Trockenperioden zunehmen. Insbesondere in Regionen, deren Gewässer

45 MEKUN, 2024: Die Wasserstoffstrategie für das klimaneutrale Industrieland Schleswig-Holstein. Fortschreibung der Wasserstoffstrategie.SH. S. 12.

46 MEKUN, 2025: Monitoringbericht Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein 2025. S. 40.

47 MEKUN, 2024: Die Wasserstoffstrategie für das klimaneutrale Industrieland Schleswig-Holstein. Fortschreibung der Wasserstoffstrategie.SH. S. 7.

48 Willems et al., 2004: Statistische Regionalisierung von Hochwasserabflüssen, Abflussregimen und ökologischen Indizes in Schleswig-Holstein. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.

stärker zum Austrocknen neigen, könnte die Wasserverfügbarkeit dadurch eingeschränkt werden. Neben der Wassermenge sind dabei auch die bei Niedrigwasser schneller steigenden Wassertemperaturen zu berücksichtigen: Um die in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV)[49] für den ökologischen Zustand beziehungsweise das ökologische Potenzial definierten Anforderungen bezüglich der maximalen Temperatur und der Temperaturerhöhung durch die Einleitung einzuhalten, können bei hohen Wassertemperaturen Einschränkungen für die Wärmeeinleitung notwendig werden. Potenziell ist die Klimawirkung „Veränderung der Wasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse“ demnach vor allem in den Regionen im Südosten und Osten Schleswig-Holsteins, im Bereich des Hamburger Rings sowie in der westlichen Geest stärker ausgeprägt, wo es besonders in den Sommermonaten zu geringen Abflüssen und damit zu einer quantitativ und, hinsichtlich der Temperatur, qualitativ eingeschränkten Wasserverfügbarkeit kommen kann. In Abhängigkeit insbesondere von der verwendeten Kühltechnologie des Elektrolyseurs kann sich dieses standortbezogene Klimarisiko weiter verstärken.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator WW-I-1: Grundwasserstand[50]

3.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021 (KWRA 2021) beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen eines handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 2: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Überlastungen des Stromnetzes durch Veränderung des Kühlenergiebedarfs	Mit der fortschreitenden Klimaerwärmung nimmt die Zahl der sogenannten Kühlgradtage in Deutschland zu, die ein Maß für den Kühlbedarf in Gebäuden sind[51]. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil dieses Kühlbedarfs über entweder über strombasierte Kühltechnologien wie Ventilatoren oder Klimageräte oder mit der fortschreitenden Wärmewende über Wärmepumpen gedeckt wird. In der Folge wird der Strombedarf für Kälte zukünftig ansteigen. Bisher zeigen die deutschlandweiten Anwendungsbilanzen der AGEB auch in heißen Jahren wie 2018 und 2019 nur einen geringen Endenergiebedarf für Kälte gesamt (Klimakälte und Prozesskälte). Über alle Verbrauchssektoren hinweg lag der Anteil von Kälte gesamt am Endenergiebedarf im Jahr 2024 bei 2,6 %. Der Bedarf für Klimakälte allein betrug 0,6 %. Konkrete Zahlen für Schleswig-Holstein liegen hierzu nicht vor, es gibt aber auch keine Hinweise, dass die Größenordnung für Schleswig-Holstein von den deutschlandweiten Werten stärker abweicht. In der KWRA 2021 wurde für Norddeutschland die geringste Zunahme des Kühlbedarfs ermittelt[52]. Insgesamt ist davon auszugehen, dass auch bei einem steigenden Bedarf an Kühlenergie die Veränderungen quantitativ gering und für die Energieversorgung insgesamt von geringer Bedeutung sind. Für Schleswig-Holstein wird die Klimawirkung mit dem spezifischen Fokus auf Städte und urbane Räume als relevant erachtet. Städte und urbane Räume sind

49 Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV): Anlage 8.

50 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-1.

51 UBA, 2023: Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel - Indikator BAU-I-3 Kühlgradtage.

52 Voß et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland - Teilbericht 4: Risiken und Anpassung im Cluster Infrastruktur. Umweltbundesamt (Hrsg.), Climate Change, Band 23, S. 104.

Klimawirkung	Erläuterungen
	am stärksten von zusätzlichen Wärmebelastungen (s. Klimawirkung „Wärmebelastungen in Städten durch den Wärmeinseleffekt“), sodass dort ein besonders hoher Kühlenergiebedarf entsteht, dem mit strombasierten Kühltechnologien begegnet wird. In Ausnahmesituationen kann es in urbanen Zentren durch die hohe Nachfrage zu Überlastungen des Stromnetzes und in der Folge zu Einschränkungen der Stromversorgung kommen. Aufgrund einer mangelnden Verfügbarkeit von Daten konnte die Klimawirkung allerdings nicht ausgearbeitet werden und ist im Zuge der nächsten Fortschreibung der Klimarisikoanalyse mit dem spezifischen Fokus auf urbane Räume zur Bearbeitung vorgesehen.
Veränderung des Heizenergiebedarfs	Im Zusammenhang mit dem weiteren Fortschreiten der Klimaerwärmung wird für die Zukunft tendenziell von einer weiteren Verringerung des Heizenergiebedarfs ausgegangen. Die Klimawirkung wurde daher für Schleswig-Holstein als von geringer Relevanz eingestuft und in der Klimarisikoanalyse nicht bearbeitet.
Unterbrechung der regionalen Lieferketten für Energieträger	In Schleswig-Holstein trugen erneuerbare Energieträger im Jahr 2023 einen Anteil von 21,8% zur Deckung des Wärmebedarfs bei, der deutlich größere Teil wurde aus Kohle, Gas und Mineralöl erzeugt[53]. Mögliche Risiken hinsichtlich der Lieferketten wurden aufgrund ihrer Lage und der Transportwege des Brennstoffs für die kohlebefeuerten Kraftwerke Neumünster, Flensburg und Wedel (Stilllegung voraussichtlich Ende 2026) gesehen, die gegebenenfalls durch Stürme oder Sturmfluten an der Küste oder durch Unterbrechungen des Schienen- oder Straßennetzes im Binnenland betroffen sein können. Für Gas- und Ölkraftwerke einschließlich gasbetriebener KWK-Anlagen erfolgt die Zulieferung in der Regel über Pipelines, denen ein geringes Risiko von Unterbrechungen beigemessen wird. Die Lieferketten der Raffinerie Heide sind in großen Teilen über Tanktransporter organisiert und können flexibel auf Störungen reagieren. Auch für Biomasse-Kraftwerke wird das Risiko von Unterbrechungen als gering eingeschätzt. Die Klimawirkung wurde im Workshop auch mit Blick auf die laufende Energiewende als von geringer Relevanz eingestuft und daher in der Klimarisikoanalyse nicht bearbeitet.
Veränderung des Ertrags von Biomasse als Substrat für Energieanlagen	Für die Stromerzeugung aus Wind, onshore und offshore, sowie Photovoltaik (PV) werden durch den Klimawandel keine relevanten Einschränkungen erwartet. Die reguläre Lebensdauer von Windkraftanlagen (WKA) ist auf 20 bis 30 Jahre angelegt und erlaubt eine Anpassung der Anlagen an sich gegebenenfalls innerhalb der vorgesehenen Lebensdauer ändernde Windbedingungen im Zuge der laufenden Bestandserneuerung. Eine deutliche Zunahme von Ereignissen, an denen die Grenzwindgeschwindigkeit von Anlagen im Bereich der Deutschen Bucht überschritten wird, zeichnet sich nicht ab. Ebenso wenig werden für die PV-Stromerzeugung relevante Änderung erwartet. Die projizierten Änderungen (Zunahme) der Globalstrahlung liegen im Rahmen des Schwankungsbereich bezogen auf den Nutzungszeitraum und den Einsatzort der Anlagen. Die stärksten klimabedingten Auswirkungen werden vor diesem Hintergrund für die energetische Biomassenutzung erwartet. Aufgrund der zunehmenden Trockenheit kann die Verfügbarkeit von Substraten als Brennstoffe für Biomasseanlagen eingeschränkt sein, regional können je nach land- bzw. forstwirtschaftlichem Ertrag Versorgungsrisiken entstehen. Gegebenenfalls werden zukünftig andere Arten eine bessere Anbaueignung bei Trockenheit im Vergleich als Mais aufweisen. In diese Richtung deuten auch die Ergebnisse zur Klimawirkung „Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“, die, bezogen auf Silomais, einen Ertragsrückgang bis Mitte des Jahrhunderts zeigen. Für den Zeitraum 2040–2070 wird Bioenergie nicht mehr als tragende

53 MEKUN, 2025: Monitoringbericht Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein 2025. S. 38 ff.

Klimawirkung	Erläuterungen
	Säule der Energiewende in Schleswig-Holstein gesehen. Nach aktueller Planung wird sie aber als flexibler Baustein, insbesondere für die Wärmeversorgung, das Nährstoffmanagement und die Sektorkopplung relevant bleiben. Vor dem skizzierten Hintergrund soll die Klimawirkung grundsätzlich auf die Bereitstellung von Strom / Wärme aus Biomasse fokussieren und insbesondere auch die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen, die Versorgungssicherheit bei Extremwetterereignissen und ihre Rolle als Ergänzung zu Wind und PV thematisieren. Eine Bearbeitung ist für die Fortschreibung der Klimarisikoanalyse ins Auge gefasst, wobei im Abstimmung mit dem Handlungsfeld Landwirtschaft noch zu entscheiden ist, ob die Klimawirkung dann dort als Teil der Klimawirkung „Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“ beschrieben werden soll.
Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit der Energieversorgung	Gemäß dem Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein ist die Betroffenheit der Stromversorgung durch Wetter und Witterung im bundesweiten Vergleich eher gering. Ein wichtiger Grund hierfür ist, dass mit der fortschreitenden Entwicklung der Kabeltechnik (Aufkommen von Kunststoffisolierungen) das schleswig-holsteinische Verteilnetz sukzessive in großen Teilen als Erdkabel verlegt wurde, um vor den Auswirkungen von Wetter und Witterung besser geschützt zu sein. Ungeachtet dessen haben Wetter und Witterung in einzelnen Jahren dennoch einen starken Einfluss auf die Versorgungssicherheit, unter anderem im Zusammenhang mit dem Ostsee-Sturmhochwasser 2023, als in Städten an der Ostküste die Stromversorgung vorsorglich abgeschaltet wurde, um größere Auswirkungen zu vermeiden. (Näheres zur Gefährdung von Niederungen siehe Klimawirkung „Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten“.) Mit Blick auf die vereinzelt auftretenden Spitzen von wetter- und witterungsbedingten Beeinträchtigungen und die erwartete Zunahme an Extremereignissen wird die Klimawirkung als relevant für Schleswig-Holstein eingestuft und soll in der Fortschreibung der Klimarisikoanalyse bearbeitet werden.

3.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Im Handlungsfeld Energieinfrastruktur wurden drei Klimawirkungen bewertet: die „Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland“, „Überlastungen des Stromnetzes durch Veränderung des Kühlenergiebedarfs“ sowie die „Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit der Energieversorgung“. Sie sind vor allem von wirtschaftlicher Bedeutung. Die Fachleute schätzten diese als hoch für die Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland und Überlastungen des Stromnetzes durch Veränderung des Kühlenergiebedarfs ein. Die wirtschaftliche Bedeutung der Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit der Energieversorgung sahen sie sogar als sehr hoch an.

Mögliche Beeinträchtigungen der Zuverlässigkeit der Energieversorgung wurden von den Fachleuten zudem als sozial hoch- bis sehr hochbedeutend bewertet. Eine hohe ökologische Bedeutung sahen sie bei der „Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland“.

Handlungsbedarf seitens der Landesregierung sahen die Fachleute in den kommenden Jahren nur mit Blick auf die Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse im Binnenland. Es ist notwendig, die Bedarfe an Kühlwasser regional differenziert zu erfassen.

3.4 Handlungsziel

Ausrichtung der Energieinfrastruktur auf eine sichere Aufgabenerfüllung auch in Zeiten des Klimawandels

Dies ist zuvorderst eine unternehmerische Handlungsnotwendigkeit. Daneben ist auch der ordnungspolitische Rahmen so aufzustellen, dass flexible Energiemärkte bereits möglichst viele der notwendigen Anpassungsmaßnahmen anreizen. Schließlich ist die staatliche Krisenvorsorge auch auf zukünftige Wetterextreme mit Katastrophenpotenzial auszurichten.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

3.5 Maßnahmen zur Anpassung

3.5.1 Anpassung der Leitungs- und weiterer Energieinfrastruktur an zukünftige Wetterextreme

Instrumente

- Die Netzbetreiber werden gefordert sein, ihre Leitungsinfrastruktur baulich so auszulegen, dass sie für zukünftige Wetterextreme gewappnet ist.

- Auch bei der Standortwahl und beim Design von Kraftwerken und anderer Energieinfrastruktur sind die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen zum Beispiel die Kühlsysteme an veränderte klimatische Bedingungen angepasst werden.

Unterziel

- Minimierung von Ausfall- und Störungsrisiken in Zeiten des Klimawandels

  Zur Messung des Unterziels werden die Indikatoren „Unterbrechungen und Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung“[54] verwendet. Die wetterbedingten Anteile der ungeplanten Unterbrechung und Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung sollen nicht zunehmen.

Synergien

- Diese Maßnahme kann Ausfälle und Störungen der Energieversorgung in Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5), Tourismus (Kapitel 17) und weiteren Handlungsfeldern verhindern.

3.5.2 Erstellung von Krisen- und Notfallplänen zur Bewältigung von klimawandelbedingten Katastrophenfällen

Instrumente

- Durch das Land umzusetzende Maßnahmen sind die Überprüfung der Krisen- und Notfallpläne, zum Beispiel für großflächige Stromausfälle, auf die Besonderheiten von Klimaereignissen (wie beispielswei-

54 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt EN-I-1 und EN-I-2.

se Hitze), die Formulierung von klimawandelbedingten Krisenszenarien und die Übung entsprechender Katastrophenfälle

Unterziel

- Sicherstellung eines planvollen Handelns im Falle eines Extremwetterereignisses

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (Kapitel 10).

4 Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude

4.1 Relevanz des Handlungsfelds

Stadtentwicklung und Städtebau in Schleswig-Holstein stehen unter der Leitlinie, die Lebensqualität in den Städten und in ihrem Umland in den von vielfältigen Veränderungen geprägten Gegenwart zu erhalten und weiterzuentwickeln[55]. Neben den demografischen, gesellschaftlichen und wirtschaftsstrukturellen Veränderungen zählt auch der sich immer deutlicher manifestierende Klimawandel zu diesen Prozessen. Wesentliche Folgen der fortschreitenden Klimaerwärmung für Städte und Siedlungen sind zum einen die zunehmende Hitze: So nimmt die Zahl Heißer Tage mit einem Temperaturmaximum von mindestens 30 °C zu. Ebenso kommt es immer häufiger zu sogenannten Tropennächten, in denen die Lufttemperatur nicht unter 20 °C abkühlt. Sommerliche Hitzeperioden dauern länger an und treten häufiger auf. Für die Bevölkerung bedeuten diese Änderungen zusätzliche gesundheitliche Belastungen, eine eingeschränkte Regeneration in Ruhephasen oder auch eine geringere Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz. Zum anderen haben Städte und auch kleinere Orte vermehrt mit Starkregenereignissen zu tun, die die Kanalisation überfordern und zu Überflutungen von Gebäuden, Straßen und weiteren Infrastrukturen führen können. Gleichzeitig wächst das Potenzial von Schäden an städtischer Vegetation durch zunehmende Trockenperioden und Wassermangel. Das Fehlen von Wasser beeinflusst wiederum die Verdunstung und Kühlung des Stadtklimas[56].

Mit dem Ziel, Schäden durch Klimafolgen für Mensch und Umwelt zu vermeiden oder zu verringern, setzt die deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel zwei wesentliche Schwerpunkte in der Stadt- und Siedlungsentwicklung: die Aktivierung von Stadtgrün und die wassersensible Stadtentwicklung. Unter ersterem werden Maßnahmen zur Erhaltung, Weiterentwicklung und Qualifizierung grüner Infrastrukturen wie Parkanlagen, Straßenbäume und Gebäudegrün zusammengefasst. Angestrebt wird eine hinsichtlich Qualität und Quantität grüner und auch blauer Infrastrukturen adäquate Ausstattung der Städte und Siedlungen, um einerseits thermische Belastungen zu reduzieren und andererseits lebenswerte Quartiere zu entwickeln. Als zweiter Schwerpunkt zielt die wassersensible Stadt- und Siedlungsentwicklung darauf ab, den Wasserhaushalt und die Funktionsfähigkeit von Böden insbesondere in städtischen Gebieten zu reaktivieren. Bestehende und neue Störungen (vor allem durch Versiegelung, Verdichtung und Unterbauung) sollen minimiert werden, um mehr Fläche für Versickerung und Wasserrückhalt bereit zu stellen. Dadurch verbessert sich neben der Starkregenvorsorge auch die Verfügbarkeit von Wasser für Stadtgrün und die für das Stadtklima günstige kühlende Verdunstung[56].

Das Land Schleswig-Holstein unterstützt Städte und Gemeinden bei der Stadt- und Siedlungsentwicklung. Ein wesentliches Instrument hierfür ist die Städtebauförderung, deren Fördermittel auch für eine klimaangepasste Stadtentwicklung eingesetzt werden. Maßnahmen des Klimaschutzes und zur Anpassung an den Klimawandel, insbesondere durch Verbesserung der grünen und blauen Infrastruktur, sind Fördervoraussetzung gemäß den Städtebauförderungsrichtlinien des Landes Schleswig-Holstein – StBauFR SH 2026[57]. Grundlage der Förderung der Gemeinden ist die jeweils gültige Verwaltungsvereinbarung Städtebauförderung zwischen Bund und Ländern; aktuell ist dies die Verwaltungsvereinbarung Städtebauförderung 2026/2027. Diese Maßnahmen sind mit Blick auf die projizierte Klimaerwärmung wesentlich für eine nachhaltige integrierte Stadtentwicklung und können in hohem Maße zur Entwicklung von attraktiven Städten mit einer hohen Aufenthaltsqualität beitragen.

Auch beim Gebäudebau werden Klimaanpassungsaspekte zunehmend mitgedacht und an die Entwicklung von Stadt und Siedlung angeknüpft. Schon immer haben sich regionaltypische Bauformen und -techniken von Gebäuden und Siedlungen vor allem in Reaktion auf das regionale Klima und das Angebot der im lokalen Umfeld vorkommenden Rohstoffe und Baumaterialien herausgebildet. Mit den vorhandenen Mitteln wurden Bauten und Gebäude errichtet, die den Bewohnerinnen und Bewohnern sowie ihrem Hab und Gut den ihrem Erfahrungswissen nach bestmöglichen Schutz vor Wetter und Witterung boten. Heute stellen Baustandards und -normen sicher, dass die klimatischen Rahmenbedingungen des jeweiligen Orts bei der Planung und Realisierung von öffentlichen und privaten Gebäuden Berücksichtigung finden. Wesentliche wetter- und witterungsbezogene regio-

55 MIKWS, 2022: Stadtentwicklung und Städtebau (letzte Aktualisierung: 07.04.2022).

56 BMUV, 2024: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024. Vorsorge gemeinsam gestalten.

57 Städtebauförderungsrichtlinien des Landes Schleswig-Holstein - StBauFR SH 2026: Abschnitt A 5.5 Link: StBauFR_SH_20260101

nalisierte Vorgaben für die Gestaltung von Gebäuden sind beispielsweise durch die Windlast-, Schneelast- oder Schlagregenzonen definiert, bezüglich des sommerlichen Wärmeschutzes sind die Sommerklimaregionen zu berücksichtigen. Die klimaangepasste Weiterentwicklung von Baustandards und darauf aufbauenden Planungshilfen ist daher eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass Gebäude ihre Funktionen auch unter den sich ändernden Klimabedingungen erfüllen.

Baustandards und -normen besitzen in Deutschland grundsätzlich eine hohe Auslegungsbreite. Mit Blick auf die klimatischen Faktoren bedeutet das, dass Gebäude bei der großen Spanne an unterschiedlichen Bedingungen, die in ihren langfristigen Lebenszyklen auftreten können, in der Regel ohne oder mit nur geringfügigen Einschränkungen funktionsfähig bleiben. Klimatische Risiken für die Gebäude selbst, für die in ihnen stattfindenden Nutzungen und für die Nutzenden entstehen daher insbesondere durch extreme Wetter- und Witterungsereignisse, die außerhalb der Auslegungsbreite liegen. Solche Ereignisse können mit der fortschreitenden globalen Erwärmung in Häufigkeit und Intensität zunehmen: Orkane, Sturmfluten, extreme Starkregen und Überflutungen, Hagelschauer mit sehr großen Korngrößen, langanhaltende Hitzeperioden und Dürre. Diese Ereignisse können Gebäude und Liegenschaften direkt schädigen und/oder zu Gefahren für Gebäudenutzende sowie dort befindliche Sachgüter führen. Hitze und Strahlung können Materialien und Bauteile zudem auf lange Frist schädigen[58] und vor allem die Aufenthaltsqualität in Gebäuden und den sie umgebenden Freiflächen verringern. In urbanen Räumen mit großflächig verdichteten Baustrukturen können die Auswirkungen vor allem von Hitze und Starkregen besonders stark ausfallen.

Um die möglichen Auswirkungen auf Gebäude und die darin befindlichen Menschen und Sachgüter gering zu halten, ist die Klimaerwärmung beim Neu-, Um- und Ausbau von Gebäuden im Sinne einer klimaangepassten Gestaltung, Materialwahl und Bauweise mitzudenken. Hierfür tragen alle am Planungs- und Bauprozess Beteiligten eine Verantwortung: Die Kommunen sollten planerische Vorsorge betreiben, in ihrer Bauleitplanung Risikogebiete berücksichtigen, zum Beispiel Überschwemmungsgebiete, und diese nach Möglichkeit von einer Bebauung ausnehmen (Kapitel 11.4.2). Für Ingenieurinnen und Architekten gilt es im Kontext Klimaanpassung, einschlägige Baustandards im Planungsprozess situationsgerecht und unter Berücksichtigung vorhandener Informationen zu Klimaprojektion oder zu den Gefahren von Extremereignissen anzuwenden. Bauherrinnen und Bauherren sowie Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer tragen die Verantwortung, ihre Verpflichtung zur Eigenvorsorge ernst zu nehmen, sich über mögliche Maßnahmen zu informieren und deren Umsetzung zu entscheiden. Zu den Maßnahmen gehören die bauliche Vorsorge gegen Gebäudeschäden durch Hochwasser, Sturm und Hagel sowie die finanzielle Absicherung solcher Schäden durch einen adäquaten Versicherungsschutz ebenso wie der sommerliche Wärmeschutz. Im Zusammenspiel zielen die Anpassungsmaßnahmen im Handlungsfeld Gebäude darauf, Schäden an Bauwerken, Gebäuden und Liegenschaften möglichst zu vermeiden, das Ausmaß materieller und finanzieller Schäden weitgehend zu begrenzen und vor allem für die Nutzenden eine hohe Aufenthaltsqualität in den Gebäuden sicherzustellen sowie sie vor Schäden zu schützen.

4.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

4.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Schäden in Siedlungen durch Starkregen

In den vergangenen Jahren sind in Schleswig-Holstein infolge verschiedener Starkregenereignissen Sachschäden sowohl an kommunaler Infrastruktur als auch an Privateigentum entstanden, etwa an Verkehrswegen, Gebäuden oder Fahrzeugen. Auch Umweltschäden durch Bodenerosion, die Freisetzung von Schadstoffen oder entwurzelte Bäume können Folge solcher Ereignisse sein[59]. Starkregen sind Niederschlagsereignisse, bei denen außergewöhnlich viel Regen bezogen auf eine Zeiteinheit fällt[60]. Sie bringen mehr Niederschlag, als kurzfristig in den Boden versickern oder von der Kanalisation bewältigt werden kann. Überflutungen infolge von

58 Lösch et al., 2024: Risikoszenarien für Gebäude und Bauteile resultierend aus Hitze, Trockenheit und Dürre. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.). S. 6 ff.

59 Internetauftritt des MEKUN, 2024a: „Starkregen“ (letzte Aktualisierung: 01.09.2024).

60 Internetauftritt des DWD, 2026: „Wetterlexikon – Starkregen“.

Starkregen können, je nach den örtlichen topografischen Gegebenheiten, ein mitunter beträchtliches Schadenspotenzial für Siedlungen und die dort lebenden Menschen entwickeln. Die Klimawirkung „Schäden in Siedlungen durch Starkregen“ bezieht sich auf kurz andauernde konvektive Starkregen von 1 Stunde bis 6 Stunden Dauer und die Folgen der daraus gegebenenfalls resultierenden Überflutungen.

Der DWD hat in den vergangenen Jahren die Kataloge radar-basierter starker Niederschlagsereignisse (CatRaRE) als Grundlage für eine Analyse des Starkregengeschehens in Deutschland und dessen Schadenspotenzial aufgebaut. Für Schleswig-Holstein sind darin im Zeitraum 2001–2024 insgesamt rund 540 Starkregenereignisse bis 6 Stunden erfasst. Zum größten Teil handelt es sich dabei um „normale“ oder intensive Starkregen nach der SRI-Einstufung. 25 der erfassten Ereignisse, knapp 5 %, wurden als außergewöhnliche oder extreme Starkregen kategorisiert. Eine statistisch signifikante Entwicklung zeigen die in den CatRaRE für Schleswig-Holstein erfassten Starkregen nicht. Hinsichtlich der räumlichen Verteilung der CatRaRE-Ereignisse wird deutlich, dass Starkregen von 1 bis 6 Stunden in allen Landesteilen in Schleswig-Holstein auftreten. Die Schwerpunkte des Starkregengeschehens für unwetterartige Starkregen[61] liegen im Zeitraum 2001–2024 entlang der Westküste, im Nordosten sowie im Südosten des Landes. Eine räumlich differenzierte statistische Auswertung des DWD zu den CatRaRE-Ereignissen konnte überwiegend keine eindeutig interpretierbaren Trends ermitteln.

Neben der Auswertung der CatRaRE wurde für die Klimawirkung auch die ausgehend von Niederschlagsmessungen an DWD-Stationen berechnete Anzahl von Tagen mit einem Niederschlag von mindestens 20 mm berücksichtigt. Die Anzahl solcher Tage ist in Schleswig-Holstein von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich, insgesamt aber eher gering. In einzelnen Jahren wurde im Gebietsmittel das Maximum von rund sieben solcher ermittelt. Einen signifikanten Trend zeigt die Zeitreihe nicht. Dies gilt auch für die Analyse der in Schleswig-Holstein registrierten versicherten Schäden infolge von Starkregen, konkret für die Schadenhäufigkeit und den Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung. Besonders hohe versicherte Schäden entstanden im Jahr 2011 durch Starkregen im Großraum Lübeck[62] sowie im Jahr 2021 durch Starkregenereignisse im Juli und Oktober in der Landeshauptstadt Kiel[63].

Für die Zukunft ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich mit dem fortschreitenden Klimawandel häufiger Bedingungen bilden können, die die Entstehung und die Intensität von Starkregenereignissen fördern. In seinem letzten Sachstandsbericht bezeichnet der Weltklimarat IPCC es für Europa als wahrscheinlich, dass die Häufigkeit und Intensität von Starkregen schon zugenommen haben[64]. In der Klimarisikoanalyse wurde für Schleswig-Holstein das zukünftig erwartete Auftreten von Tagen mit einem Niederschlag von mindestens 20 mm[65] mit der zukünftig erwarteten Siedlungsfläche in den Gemeinden Schleswig-Holsteins überlagert und Räume ermittelt, in denen eine höhere Anzahl an Tagen mit Niederschlag ≥ 20 mm und Siedlungsstrukturen mit relativ großer Fläche zusammentreffen. Diese Analyse ist lediglich eine Annäherung, zukünftig ist die Klimarisikoanalyse mit Projektionen zu tatsächlichen Starkregenereignissen weiterzuentwickeln.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Schäden in Siedlungen durch Starkregen“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator GB-I-1: Elementarschäden an Gebäuden[66]

61 Ereignisse mit einer Niederschlagsmenge zwischen 25 und 40 l/m² in 1 Stunde oder zwischen 35 und 60 l/m² in 6 Stunden (siehe Warnkriterien des DWD von 2025)

62 LAWA-Starkregenportal

63 Internetauftritt der Landeshauptstadt Kiel 2026: „Gefahren durch Starkregen“.

64 Seneviratne et al., 2021: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Großbritannien, und New York, NY, USA, S. 1513–1766.
zitiert in: Kaspar et al., 2025: Niederschlagstrends und Entwicklung der Starkniederschläge in Deutschland (Stand 2025), DWD, Abteilung Hydrometeorologie (Hrsg.).

65 Konvektionserlaubende Projektionen bestehen noch nicht in ausreichendem Maß, sodass bislang keine Projektionen von Starkregenereignissen verfügbar sind.

66 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-1.

Wärmebelastungen in Städten durch den Wärmeinseleffekt

Der städtische Wärmeinseleffekt entsteht durch das Zusammenwirken der klimatischen und topografischen Rahmenbedingungen einer Stadt mit verschiedenen städtebaulichen Faktoren. Die Ausprägung der Wärmeinsel wird dabei insbesondere durch die Größe und Dichte der Siedlungsstruktur, die Höhe der Bebauung, den Bestand an Siedlungsgrün und den Grad der Bodenversiegelung sowie die vorherrschenden Materialien und Farben bestimmt. Im Ergebnis ist das Temperaturniveau in – auch kleineren – Städten und urban geprägten Räumen im Vergleich zum Umland erhöht. Im Fall von Großstädten kann die Differenz zwischen Stadt und Umland 10 °C und mehr betragen. Dadurch können in den betroffenen Orten zusätzliche Wärmebelastungen durch stärker ansteigende Temperaturen an warmen Tagen und die geringere nächtliche Abkühlung entstehen. Neben möglichen gesundheitlichen Auswirkungen für die Bevölkerung kann es auch zu Leistungseinbußen von Arbeitskräften und, in Verbindung mit Wassermangel, zu Beeinträchtigungen das Stadtgrüns kommen.

In der Klimarisikoanalyse wurden die zusätzlichen Wärmebelastungen durch den Wärmeinseleffekt anhand zusätzlich auftretender Tropennächte beschrieben, in denen die Temperatur nicht unter 20 °C sinkt. In Schleswig-Holstein sind davon die Großstädte Kiel und Lübeck am stärksten betroffen. In Innenstadtbereichen traten dort im Durchschnitt der letzten 30 Jahre 9 bis 10 zusätzliche Tropennächte je Jahr auf. In den weiteren vom Wärmeinseleffekt betroffenen Städten kam es zu 1 bis 3 zusätzlichen Tropennächten.

Für die Zukunft wird auf der einen Seite erwartet, dass Städte und urbane Räume weiter wachsen werden und die Verstädterung sowohl im Umfeld der Städte als auch in bislang eher ländlich geprägten Gebieten weiter voranschreitet. Dies wird zu einer weiteren flächenmäßigen Ausdehnung städtischer Wärmeinseln führen. Für die zukünftige Klimaentwicklung in Schleswig-Holstein auf der anderen Seite zeigen Klimaprojektionen, dass mit der allgemeinen Temperaturerhöhung auch Temperaturextreme wie Heiße Tage zunehmen werden, insbesondere im Süden Schleswig-Holsteins. Ebenso wird für das Auftreten von Tropennächten von einer Zunahme ausgegangen.

Infolge der beiden Entwicklungen ist damit zu rechnen, dass generell eine größere Fläche von zusätzlichen Wärmebelastungen betroffen sein kann. Vor allem in den wachsenden städtischen Verdichtungsräumen können sich bestehende Wärmebelastungen für Menschen weiter verstärken. Diese Entwicklung kann sich insbesondere in den großen Städten Kiel, Lübeck, Flensburg oder Neumünster sowie im Umland von Hamburg vollziehen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Zusätzliche Wärmebelastungen durch den städtischen Wärmeinseleffekt“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator SE-I-1: Zusätzliche Tropennächte infolge des städtischen Wärmeinseleffekts[67]

Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser und Küstenhochwasser

Fluss- und Küstenhochwasser sind natürliche, wiederkehrende Phänomene. Schäden an Gebäuden – und anderen Infrastrukturen – können entstehen, wenn Hochwasserereignisse besonders intensiv sind oder bestehende Schutzsysteme versagen. Mit dem fortschreitenden Klimawandel können Hochwasserereignisse häufiger und intensiver werden. Die Klimafolgenmonitoring-Indikatoren KUE-I-1 und KUE-I-2 zeigen, dass der mittlere Meeresspiegel an Nord- und Ostsee steigt und dass Sturmfluten an beiden Küsten tendenziell höher auflaufen[68]. Das heißt auch, dass die Fließgewässer der Niederungen weniger Gefälle haben und Sperr- oder Kettentiden länger andauern könnten. Eine Ausuferung der Fließgewässer dort könnte häufiger werden. Auch im Binnenland sind häufigere Ausuferungen von Fließgewässern möglich, vor allem aufgrund in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmender Starkregenereignisse.

Schäden durch Fluss- und Küstenhochwasser an Gebäuden gab es in der Vergangenheit immer wieder. Seit 2002 gibt es auf Ebene der Bundesländer Daten zu den versicherten Schäden, die infolge von Naturgefahren wie Hochwasser und Starkregen in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung aufgetreten sind. Damit wird

67 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt SE-I-1.

68 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1 und Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

allerdings nur ein Teil der Schäden erfasst, da zum einen nicht-versicherte Schäden nicht in die Daten einfließen und zum anderen Sturmflutrisiken nicht von der erweiterten Naturgefahrenversicherung abgedeckt sind. Die Zeitreihen zu den versicherten Schäden sind daher vor allem von den Auswirkungen einzelner extremer Flusshochwasser, hier insbesondere das Elbehochwasser 2002, sowie extremer Starkregenereignisse geprägt, beispielsweise in den Jahren 2018 und 2021. Ein statistisch signifikanter Trend zeigt sich für die Schadenhäufigkeit nicht. Für den Schadensatz ist, wenn man das die Trendschätzung sehr stark beeinflussende Jahr 2002 ausklammert, seit 2003 ein signifikanter Anstieg erkennbar (siehe Monitoring-Indikator GB-I-1[69]).

Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Klimasignals Flusshochwasser liegen keine Projektionen vor. Mit Blick auf Sturmfluten wird erwartet, dass die Sturmflutwasserstände an der deutschen Nord- und Ostseeküste in der gleichen Größenordnung wie der mittlere Meeresspiegel ansteigen[70], in der Tendenz also dem Meeresspiegelanstieg folgend zukünftig höher auflaufen werden – bis Mitte des Jahrhunderts um 0,20 bis 0,30 m, bis Ende des 21. Jahrhunderts um im Mittel 0,77 m (bei einer wahrscheinlichen Bandbreite von 0,61 bis 1,02 m)[71]. Grundsätzlich wird demnach die potenziell von Überschwemmungen durch Küstenhochwasser betroffene Fläche weiter zunehmen. Es ist zu erwarten, dass sich dies auch in einer weiter gefassten Abgrenzung der Hochwasserrisikogebiete niederschlagen wird, sodass dann weitere Siedlungsflächen sowie Industrie- und Gewerbeflächen ganz oder teilweise innerhalb von Hochwasserrisikogebieten liegen werden. Die potenzielle Betroffenheit von Gebäuden wird dadurch weiter ansteigen. Hinzu kommt, dass für die Zukunft gemäß der Siedlungsflächenprojektion 2045[72] des BBSR von einer weiteren Zunahme der Siedlungsfläche auszugehen ist. Zwar ist die Ausweisung neuer Baugebiete im Außenbereich in Bauleitplänen oder in sonstigen Satzungen nach dem Baugesetzbuch gemäß § 78 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) grundsätzlich verboten. Allerdings steht aufgrund der im Gesetz genannten möglichen Ausnahmen zu erwarten, dass das erwartete Siedlungsflächenwachstum – wie bisher – zum Teil auch in Überschwemmungsgebieten oder insgesamt in Hochwasserrisikogebieten stattfinden wird.

Das Risiko für Schäden an Gebäuden durch Fluss- und Küstenhochwasser besteht zukünftig grundsätzlich fort. Mit Blick auf die zu erwartende weitere Zunahme der Fläche von Hochwasserrisikogebieten, zumindest an der Küste, und das erwartete weiterhin stattfindende Wachstum der Siedlungsfläche in diesen Gebieten erscheint es wahrscheinlich, dass dieses Schadensrisiko künftig ebenfalls weiter zunehmen wird.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser und Küstenhochwasser“

4.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021 (KWRA 2021)[73] für das Handlungsfeld Bauwesen beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen eines Fachworkshops für das Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude der Klimaanpassungsstrategie mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

69 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-1

70 MELUND, 2022: Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein – Fortschreibung 2022, S. 21.

71 IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

72 Behmer im Auftrag des UBA, 2019: Siedlungsflächenprojektion 2045, Teilbericht der Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalyse 2021, Climate Change, Band 08/2020, S. 5.

73 Voß et al. im Auftrag des UBA, 2021:Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 4: Risiken und Anpassung im Cluster Infrastruktur, Climate Change 23/2021.

Tabelle 3: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	Erläuterungen
Beeinträchtigung der Vegetation in Siedlungen	Mit der fortschreitenden Klimaerwärmung kann es den Ergebnissen der KWRA 2021[73] zufolge auch in Schleswig-Holstein zu zunehmenden Belastungen für das städtische Grün durch Hitze kommen. Hinsichtlich der zukünftigen Trockenheit und Wasserverfügbarkeit zeigen die Ergebnisse der Projektionen kein einheitliches Bild, es sind sowohl Zu- als auch Abnahmen möglich. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass die Vegetation in Siedlungen als Folge des Klimawandels voraussichtlich zusätzlichen Belastungen ausgesetzt sein wird. In Schleswig-Holstein wurden solche zusätzliche Belastungen beispielsweise im Nachgang des trocken-heißen Sommers 2018 untersucht. Im EIP-Projekt „Klimawandel und Baumsortimente der Zukunft – Stadtgrün 2025“, an dem die Städte Kiel, Lübeck, Heide und Husum beteiligt waren, wurde dabei festgestellt, dass Hitze und Trockenheit zwar bis zum Ende des auf den trockenen Sommer folgenden Jahres 2019 zu keinen Ausfällen geführt hatten, in allen teilnehmenden Städten aber Trockenstresssymptome an vielen Bäumen zu beobachten waren. Diese äußerten sich etwa in kleinerem Laub, Blattnekrosen, lichten Kronen oder einer vorzeitigen Laubfärbung und/oder einem vorzeitigen Laubfall[74]. Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung als relevant eingestuft. Sie ist für die Fortschreibung der Klimarisikoanalyse zur Bearbeitung ins Auge gefasst. Nähere Informationen zu Wärmebelastungen in Städten finden sich im Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Zusätzliche Wärmbelastungen in Städten durch den Wärmeinseleffekt“.
Beeinträchtigungen des Innenraumklimas durch Hitze	Mit der fortschreitenden Klimaerwärmung wird die Anzahl und Dauer von Hitzeperioden zunehmen. Infolgedessen wird es nach den Ergebnissen KWRA 2021[73] ohne bauliche Anpassungsmaßnahmen generell vermehrt zu hohen Innenraumtemperaturen kommen. In Ballungsräumen werden diese zusätzlich durch den städtischen Wärmeinseleffekt verstärkt. Als besonders hitzeempfindliche Gebäude und Einrichtungen werden in der KWRA 2021 unter anderem Alten- und Pflegeheime, Einrichtungen für Menschen mit körperlichen und geistigen Einschränkungen, Krankenhäuser, Not- und Rettungsdienste, Einrichtungen zur Rehabilitation, Schulen, Kindertageseinrichtungen und bestimmte Arbeitsstätten angeführt. Für Deutschland wird insgesamt ein sehr hoher Handlungsbedarf gesehen. Diese Einschätzung wurde im Fachworkshop mit Blick auf Schleswig-Holstein geteilt und die Klimawirkung als relevant eingestuft. In der Diskussion wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, das Bewusstsein und Verständnis für die Problematik und für erforderliche Maßnahmen zu schärfen und den Schutz vor Hitze bei Baumaßnahmen an Gebäuden sowie im Städtebau verstärkt zu berücksichtigen. Dies gilt auch für die Anbieter touristischer Unterkünfte. Die individuelle Anpassung wurde trotz der Betroffenheit eines substanziellen Anteils der Bevölkerung als insgesamt zu gering eingeschätzt. Allerdings konnten für die Klimawirkung keine verfügbaren Daten ermittelt werden, die über die für die Klimawirkung „Zusätzliche Wärmebelastungen in Städten durch den Wärmeinseleffekt“ genutzten Daten hinausgehen. Nähere Informationen finden sich in der Beschreibung der Klimawirkung in der Klimarisikoanalyse für das Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung. Im Zuge der Fortschreibung der Klimarisikoanalyse soll eine Bearbeitung der Klimawirkung „Beeinträchtigungen des Innenraumklimas durch Hitze“ geprüft werden.
Einschränkungen der Zeiten für Bautätigkeiten	Mit Blick auf die möglichen Zeiten für Bautätigkeiten beschreibt die Klimawirkung in der KWRA 2021[73], dass es zukünftig einerseits einen deutlichen Rückgang

74 Wrede et al., 2020: EIP-Projekt “Klimawandel und Baumsortimente der Zukunft – Stadtgrün 2025“, Abschlussbericht.

	der Anzahl der Tage mit erschwerter Bautätigkeit („Schlechtwettertage“) geben kann, sich aber andererseits durch Starkwind, Starkregen, Hitze und Belastungen mit UV-Strahlung auch zusätzliche Einschränkungen ergeben können. Unter anderem können die verschiedenen Faktoren die Unfallgefahr und die Gesundheitsbelastung auf Baustellen erhöhen, die Leistungsfähigkeit von Beschäftigten insbesondere im Freien einschränken oder zu Bauunterbrechungen aus Gründen des Arbeitsschutzes führen. Die Klimawirkung wurde für Schleswig-Holstein als nicht relevant eingestuft und daher in der Klimarisikoanalyse nicht weiter bearbeitet.

4.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die im Bereich „Stadt- und Siedlungsentwicklung“ bewerteten Klimawirkungen haben eine hohe bis sehr hohe soziale Bedeutung. Als sehr hoch wurde die soziale Bedeutung der Klimawirkung „Zusätzliche Wärmebelastungen durch den städtischen Wärmeinseleffekt“ bewertet. Den Klimawirkungen „Schäden in Siedlungen durch Starkregen“ und „Beeinträchtigung der Vegetation in Siedlungen“ wurde von den Fachleuten eine hohe soziale Bedeutung zugeschrieben. Dabei wurde die Bedeutung von Bäumen in Siedlungen als Schattenspender hervorgehoben. Die Klimawirkungen „Schäden in Siedlungen durch Starkregen“ und „Beeinträchtigung der Vegetation in Siedlungen“ wurden auch ökologisch als hochbedeutend bewertet. Hingewiesen wurde allerdings auf die hohe anthropogene Überprägung der Vegetation in Siedlungen. Hier wachsen viele nicht-heimische Pflanzenarten, deren Verteilung und Wuchs vom Menschen stark beeinflusst wird und die im ökosystemaren Gefüge im Gegensatz zur naturnahen Vegetation nur in eingeschränktem Umfang Ökosystemleistungen übernehmen können. Von hoher wirtschaftlicher Bedeutung sind aus Sicht der Fachleute die Klimawirkungen „Schäden in Siedlungen durch Starkregen“ und „Zusätzliche Wärmebelastungen durch den städtischen Wärmeinseleffekt“.

Seitens der Landesregierung ist für jede der betrachteten Klimawirkungen im Bereich „Stadt- und Siedlungsentwicklung“ Handlungsbedarf gegeben.

Für den Teil „Gebäude“ wurde die Bedeutung zweier Klimawirkungen bewertet: „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser und Küstenhochwasser“ sowie „Beeinträchtigungen des Innenraumklimas durch Hitze“. Die soziale Bedeutung von Schäden durch Fluss- und Küstenhochwasser wurde als hoch bewertet, ebenso wie deren wirtschaftliche Bedeutung. Der Beeinträchtigung des Innenraumklimas wurde beim Bewertungsworkshop mit Blick auf die Bedeutung für den Tourismus und die Gestaltung von beziehungsweise das Wohlergehen an Arbeitsplätzen eine sehr hohe soziale Bedeutung zugeschrieben. Allerdings vertraten die Fachleute durchaus verschiedene Ansichten, was die soziale Bedeutung dieser Klimawirkung anbelangt. Die wirtschaftliche Bedeutung der Beeinträchtigungen des Innenraumklimas durch Hitze war ebenso wie die soziale Bedeutung dieser Klimawirkung Gegenstand kontroverser Diskussionen. Sie könnte hoch bis sehr hoch sein, weil überhitzte Wohn- und Schlafräume die menschliche Gesundheit beeinträchtigen und überhitzte Arbeitsräume die Leistungsfähigkeit der Arbeitenden reduzieren. Jedoch ist Schleswig-Holstein mit seiner Lage zwischen den Meeren im Vergleich zu anderen Bundesländern in dieser Hinsicht klimatisch begünstigt. Nichtsdestotrotz zeigen die Klimaprojektionen einen Anstieg der Anzahl der Heißen Tage insbesondere im Süden des Bundeslandes.

Entsprechend der uneinheitlichen Bewertung der Bedeutung der Klimawirkung zum Innenraumklima wurde auch der Handlungsbedarf für den Teil „Gebäude“ unterschiedlich eingeschätzt. Ein Grund für ein Votum gegen Handlungsbedarf sind die bereits bestehenden Regelungen in der Landesbauordnung (LBO). Bezüglich Schäden an Gebäuden aufgrund von Fluss- und Küstenhochwasser sahen die Fachleute hingegen übereinstimmend Handlungsbedarf. Generell gilt für beide Themenfelder, dass sie im Bauordnungs- und Bauplanungsrecht berücksichtigt und kontinuierlich Vorschriften weiterentwickelt werden. Dabei gilt es, Maß zu halten zwischen allgemeingültigen Anforderungen und individueller Vorsorge/Eigenverantwortung.

4.4 Handlungsziele

Langfristig gesunde und attraktive Räume schaffen

Hitze, extreme Sonneneinstrahlung und Starkregen beeinträchtigen das Wohlbefinden der Menschen und die Nutzung von Gebäuden sowie angrenzenden Freiflächen. Durch Begrünung, Belüftung, Verschattung, thermische Optimierungen und attraktive Aufenthaltsbereiche im Freien lassen sich gesunde, sichere und lebensfreundliche Räume sichern.

Klimaangepasste Planung und Sanierung von Gebäuden

Durch frühzeitig Planung, den Einsatz robuster Materialien sowie vorsorgende Sanierungsmaßnahmen lassen sich extremwetterbedingte Schäden reduzieren, Reparaturkosten senken und die Lebensdauer von Bauwerken verlängern.

Bewohnerinnen und Bewohnern vor klimabedingten Schäden schützen

Extremereignisse wie Hitzewellen, Stürme oder Hochwasser gefährden Menschen in und um Gebäude. Eine widerstandsfähige und klimaangepasste Infrastruktur trägt wesentlich dazu bei, gesundheitliche Risiken zu reduzieren.

Energieeffiziente und nachhaltige Gebäude fördern

Klimaanpassung und Nachhaltigkeit können kombiniert werden, beispielsweise indem Bauvorhaben energieeffizient geplant und Materialien mit geringer Umweltbelastung bedarfsgerecht eingesetzt werden. So lassen sich nicht nur die Betriebskosten und Emissionen von Treibhausgasen senken, sondern auch Gebäude langfristig klimaresilient gestalten.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

4.5 Maßnahmen zur Anpassung

4.5.1 Integration von Klimaanpassung in Planungsprozessen und -instrumenten

Instrumente

- Das Risiko eines Gebäudes durch ein Naturereignis oder durch Wettereinwirkungen beschädigt oder zerstört zu werden, wird insbesondere durch dessen Lage (bezüglich möglicher Gefahrenherde) und Schadensanfälligkeit beeinflusst. Grundlagen für die Resilienz von Siedlungen und Gebäuden werden in der Raum- und Bauleitplanung (Kapitel 11) gelegt. Hier werden nicht nur Festsetzungen bezüglich der Lage und der Größe von Siedlungen und Quartieren, sondern auch zu deren Dichte und Nutzung getroffen.

- Beispielsweise sollen in den Hochwasserrisikogebieten an den oberirdischen Gewässern Schleswig-Holsteins (in den Hochwassergefahren- und -risikokarten nach § 74 Absatz 2 des WHG dargestellt) sowie in deichgeschützten und geschöpften Niederungsgebieten die Möglichkeiten der Risikovorsorge gegen Überflutungen bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen in die Abwägung mit anderen Nutzungsansprüchen einbezogen werden[75].

- Weitere Hinweise zur Überflutungsgefährdung durch Starkregen können Starkregenkarten geben (Kapitel 14.7.2). Hierzu stehen teilweise kommunale Starkregenkarten, wie unter anderem in Kiel, Lübeck und Neumünster, zur Verfügung.

- Zudem wurden vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie „Hinweiskarten Starkregengefahren“ für Schleswig-Holstein und weitere Bundesländer erarbeitet (Kapitel 14.7.2). Diese stehen seit September 2024 zur Verfügung.

75 Landesverordnung über den Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein - Fortschreibung 2021 (LEP-VO 2021).

- Bei städtebaulichen Maßnahmen sollen gemäß Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein[75] und Baugesetzbuch (§ 1 Absatz 5 Satz 2 und § 1a Absatz 5 des BauGB) Anforderungen an die Klimaanpassung im Rahmen der Abwägung berücksichtigt werden:

  - Da Freiflächen aufgrund ihrer ausgleichenden Klimafunktionen und ihrer Leistungen im Hinblick auf den Wasserhaushalt auch in Zukunft essenziell sind, soll die tägliche Flächenneuinanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen bis 2030 landesweit auf unter 1,3 Hektar pro Tag abgesenkt werden (siehe auch Kapitel 7.5.2). Mit einer Flächenkreislaufwirtschaft soll langfristig erreicht werden, dass das Verhältnis von Siedlungs- und Verkehrsflächen im Bezug zu Freiflächen sowie land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen gleich bleibt. Versiegelte Flächen, die nicht mehr genutzt werden, sollten möglichst entsiegelt und in den Flächenkreislauf zurückgeführt werden.

  - Ein Flächenmanagement soll verschiedene Maßnahmen zur Optimierung der notwendigen Flächeninanspruchnahme, wie zum Beispiel die Realisierung von flächensparenden Siedlungsformen und zur Vermeidung und Verminderung von Nutzungskonflikten koordinieren. Flächenmanagement ist in erster Linie Aufgabe der Städte und Gemeinden. Im Rahmen ihrer Planungshoheit können sie über die Aufstellung von Bauleitplänen eine Steuerung von Flächennutzungen vornehmen. Dabei wird eine ökologisch orientierte Innenentwicklung der Gemeinden und Städte angestrebt, die unter anderem die Sicherung von Grünflächen sowie den Erhalt und Verbesserung von Grünverbindungen und Freiflächen in ihrer Funktion als Frischluftschneisen umfasst. Die Landesregierung stellt den Kommunen verschiedene Unterstützungsangebote zum nachhaltigen Flächenmanagement zur Verfügung, wie zum Beispiel die kostenlose Nutzung des webbasierten Flächenmanagementkatasters Schleswig-Holstein, die Teilnahme am landesweiten Netzwerk zum nachhaltigen Flächenmanagement und die Bereitstellung umfassender Informationen zum Thema auf der Internetseite des Landes.

  - Die Gemeinden und Städte sollen mit ihren Bauleitplänen nicht nur die Wasserflächen und die für die Wasserwirtschaft vorgesehenen Flächen, sondern auch die Flächen, die für den Hochwasserschutz und der Regelung des Wasserabflusses benötigt werden, berücksichtigen. Hier sind Nutzungen, die im Konflikt mit diesen Belangen stehen, zu vermeiden. Durch das Freihalten der Flächen erhalten sich die Gemeinden und Städte die Möglichkeit, den Erfordernissen der Klimaanpassung und den daraus abzuleitenden Maßnahmen gerecht zu werden. Ebenfalls leisten die Kommunen hiermit einen wichtigen Beitrag zur Vorsorge zum Schutz von baulichen Anlagen, technischen Infrastrukturen und der menschlichen Gesundheit.

Unterziele

- Vermeidung klimabedingter Risikolagen von Gebäuden

- Begrenzung und Reduktion sommerlicher Überhitzung insbesondere in Städten und urban geprägten Räumen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Zusätzliche Tropennächte infolge des städtischen Wärmeinseleffekts“[76] verwendet. Die Fläche mit zusätzlichen Tropennächten infolge des städtischen Wärmeinseleffekts soll nicht zunehmen.

- Minimierung von Starkregen- und Hochwasserrisiken

- Verbesserung der Aufenthaltsqualität sowohl in Innen- als auch in Außenräumen

Synergien

- Die Maßnahme weist unmittelbar oder mittelbar Synergien mit sämtlichen Handlungsfeldern auf. Er ist insbesondere stark mit dem Handlungsfeld Raumplanung (Kapitel 11) und dem Handlungsfeld Boden

76 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt SE-I-1.

(Kapitel 7) sowie Flächen beanspruchenden Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Landwirtschaft (Kapitel 8), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Forstwirtschaft (Kapitel 9), dem Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3) und Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5)) verflochten und kann diese somit positiv beeinflussen.

4.5.2 Förderung klimaresilienter und zukunftsfähiger Bauweisen

Instrumente

Klimaangepasstes Bauen umfasst eine Vielzahl von Maßnahmen, die Gebäude widerstandsfähiger gegenüber klimatischen Veränderungen machen können. Im Folgenden werden beispielhafte Instrumente für verschiedene Bereiche aufgeführt (Auflistung ist nicht abschließend).

Begegnung zukünftiger Wetter- und Klimarisiken:

- Einsatz regional angepasster Bauweisen
- Konstruktion von Gebäudestrukturen, die den regionalen Anforderungen bestmöglich standhalten
- Berücksichtigung von wasserdichten Baumaterialien und Hochwasserschutzsystemen (wie zum Beispiel Rückstauklappen und/oder spezifischen Verschluss- beziehungsweise Abschottungseinrichtungen im Bereich von Fenster-, Tür- und sonstigen Wandöffnungen) an sinnvollen Stellen
- Vermeidung von Geländeneigungen zum Gebäude und Ausführung von bodengleichen, ebenen Eingängen in hochwassersensiblen Bereichen
- Verortung von technischen Anlagen und Einrichtungen in einem hochwassersicheren Obergeschoss
- sommerlicher Wärmeschutz an Gebäuden
- Anpassung von Raumnutzungskonzepten zur Hitzeentlastung der Bewohnenden mit gezielter Ausrichtung der Wohnräume nach Nutzung und Sonnenverlauf (beispielsweise Anordnung der Schlafräume in Nordrichtung)

Optimierung der natürlichen Klimatisierung:

- Verwendung von Bäumen zur Verschattung der Fassade oder zum Wetterschutz
- Installation von Retentionsdächern für Wasserspeicherung und Gebäudekühlung
- Fassadenbegrünung für natürliche Kühlung
- Nutzung der thermischen Masse von Materialien wie Beton, Ziegel, Lehm oder Kalksandstein zur Temperaturregulierung

Erhöhung der Energieeffizienz:

- Installation energieeffizienter Heizungssysteme zur Nutzung erneuerbarer, regionaler Energie
- klimagerechte Heizungsdimensionierung (Anpassung an zunehmend mildere Temperaturen mit seltener auftretenden Kälteereignissen)

- Berücksichtigung von Sanierungszyklen sowie frühzeitiger Austausch von Bauteilen zur Reduktion von Kosten, Abfall und Treibhausgasemissionen

- Umsetzung kompakter und flächeneffizienter Bauweisen (Minimierung von Energiebedarf und wärmeaufnehmenden Oberflächen zur Verringerung des Risikos für sommerliches Überhitzen)

- klimatische Optimierung der Gebäudeausrichtung zur Reduktion von Witterungseinflüssen und Optimierung der Sonnenenergienutzung

- Begrünung von Dächern und Fassaden (Verbesserung von Mikroklima, Kühlung und Wasserrückhalt)

- Einsatz hochwertiger und bedarfsgerecht dimensionierter Dämmung (Optimierung von Wärmedämmung und Hitzeschutz)

- Strategische Ausrichtung und Verschattung von Fenstern (Förderung passiver Kühlung und solarer Nutzung)

- Gebäudeintegrierte Kombination von Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung (zum Beispiel Photovoltaik in Kombination mit Dachbegrünung)

Umsetzung innovativer Konzepte:

- Förderung kreislauffähiger Bauweisen ("Cradle-to-Cradle"-Konzept)

- Umsetzung von „Low-Tech“-Gebäudekonzepten ohne klassische Klima-, Heiz- und Lüftungstechnik zur Reduktion technischer Abhängigkeiten

- Verwendung regionaler und umweltfreundlicher Baustoffe

- Ermöglichung flexibler und anpassungsfähiger Gestaltungen von Grundrissen und Anordnungen von Räumen

Unterziele

- Minimierung der gesundheitlichen Risiken durch sommerliche Überhitzung

- Begrenzung der Schadenspotenziale von Starkregen-, Hochwasser-, Sturm und Hagel

  Zur Messung des Unterziels werden die Indikatoren „Elementarschäden an Gebäuden“[77] und „Gebäudeschäden durch Sturm und Hagel“[78] verwendet. In beiden Fällen soll die Schadenhäufigkeit nicht zunehmen.

- Verbesserung der Aufenthaltsqualität (sowohl innen als auch außen)

- Erhöhung der Ressourceneffizienz im Bauwesen

- Verlängerung der Lebensdauer von Gebäuden

Synergien

- Die Maßnahmen im Gebäudebereich zeigen Synergien mit allen Handlungsfeldern, insbesondere den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10).

77 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-1.

78 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-2.

4.6 Best-Practice-Beispiele

Mit dem kommunalen Handeln werden die entscheidenden Weichen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels gestellt. Durch eine integrierte Planung werden langfristig tragfähige Maßnahmen zur Beseitigung von städtebaulichen Problemlagen erarbeitet. Hier kann die Städtebauförderung gemäß der §§ 164a und 164b des BauGB in den Fördergebieten von Städten und Gemeinden (siehe 4.6.1 und 4.6.2) unterstützen. Die Städtebauförderung ist eine Gemeinschaftsaufgabe von Bund, Ländern und Gemeinden, um die Gemeinden bei ihrer zukunftsfähigen und nachhaltigen städtebaulichen Weiterentwicklung finanziell zu unterstützen.

4.6.1 Integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept Lübeck Moisling

Durch eine gebietsbezogene Gesamtbetrachtung werden im Lübecker Stadtteil Moisling langfristig tragfähige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Klimaschutz umgesetzt. Die Ziele der sozialen Stadtteilentwicklung werden dabei mit den Zielen der Klimaanpassung verknüpft.

4.6.2 Nooröffnung in Eckernförde

Mit der Nooröffnung in Eckernförde wird das in den 1920er/30er Jahren zugeschüttete Oberflächengewässer zwischen Binnenhafen und Windebyer Noor wieder geöffnet. Dies dient der Klimaanpassung: die Entsiegelung und neue Wasserflächen bringen Abkühlung, die Wasserflächen dienen als Kalt- und Frischluftschneise der Durchlüftung vom Noor in die Stadt. Zusätzliche Bäume bieten Schatten und schützen damit vor Hitze, Grün- und Freiflächen verbessern das Mikroklima. Das Wassermanagement und eine mobile Hochwasserschutzwand im Bereich Steindamm dienen dem Hochwasserschutz.

4.6.3 Ziel der nachhaltigen Bewirtschaftung und Nutzung von Flächen in Flensburg

Wie in der Stadtentwicklungsstrategie „Flensburg 2030+“ dargestellt hat sich Flensburg zum Ziel gesetzt, in 2030 die Flächen nachhaltig zu bewirtschaften beziehungsweise zu nutzen. In diesem Kontext sollen unter anderem die Voraussetzungen für die Umsetzung einer Flächenkreislaufwirtschaft und einer Netto-Null-Versiegelung ab 2030 geschaffen werden.

5 Verkehr und Verkehrsinfrastruktur

5.1 Relevanz des Handlungsfelds

Mobilität ist ein Grundpfeiler der modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft. Wirtschaftliche Wertschöpfung, räumliche Entwicklung und gesellschaftliche Teilhabe fußen auf einem funktionierenden und zuverlässigen Verkehrsnetz, das den Transport von Waren sicherstellt und den Menschen das Pendeln oder Reisen ermöglicht – ob für den Weg zur Arbeit, zur Schule oder für Urlaub und Erholung. Ein zentraler Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur Schleswig-Holsteins ist das dichte Straßenverkehrsnetz des Landes. Es hat eine Länge von insgesamt knapp 10.000 km. Vor Bundesautobahnen und Bundesstraßen machen die Landes- und Kreisstraßen mit rund 80 % den mit Abstand größten Anteil aus[79]. Auch der Schienenverkehr übernimmt eine wichtige Funktion für den regionalen und überregionalen Personen- und Gütertransport. Das Eisenbahnnetz verbindet nicht nur die bevölkerungsreichen Städte und Oberzentren, sondern verknüpft auf den Regionalverbindungen auch ländliche Räume mit den zentralen Knotenpunkten. Ergänzt werden die Straßen- und Schienenwege durch ein weit verzweigtes Rad- und Fußwegenetz, dem mit Blick auf die angestrebte Mobilitätswende hin zu möglichst nachhaltigem und emissionsarmem Reisen eine wachsende Bedeutung zukommt. Im Küstenland Schleswig-Holstein spielen auch die Verkehrsbewegungen auf dem Wasser eine wichtige Rolle. Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) zählt zu den meistbefahrenen künstlichen Wasserstraßen weltweit. Die schleswig-holsteinischen Seehäfen sind zudem Drehkreuze für den internationalen Warenverkehr. Grundsätzlich kommt dem Land aufgrund seiner geografischen Lage zwischen Nord- und Ostsee sowie als Bindeglied zwischen Mitteleuropa und Skandinavien eine besondere Bedeutung für den überregionalen und internationalen Personen- und Güterverkehr zu.

Die oberirdischen Verkehrsinfrastrukturen und Verkehrsmittel sind kontinuierlich Wetter und Witterung ausgesetzt. Extreme Wetterereignisse wie Sturm, Starkregen, Hochwasser, Hitze oder Frost können die Funktionsfähigkeit des Verkehrsnetzes beeinträchtigen und die Sicherheit der Verkehrsteilnehmenden gefährden. Kleinere Schäden und Störungen äußern sich zunächst in Verzögerungen, Kapazitätseinschränkungen oder temporären Sperrungen. In schwerwiegenden Fällen können Schäden an Fahr- und Rollbahnen, Brücken, Gleisanlagen oder Hafeninfrastrukturen zu längerfristigen Betriebsunterbrechungen oder Ausfällen führen. Mit dem fortschreitenden Klimawandel nehmen die Belastungen der Infrastruktur zu, unter anderem durch eine Zunahme von Extremereignissen sowie durch neue thermische und hydrologische Bedingungen infolge von veränderten Temperatur- und Niederschlagsmustern. Damit verbundene Einschränkungen der Mobilität von Personen und Gütern können wirtschaftliche Folgewirkungen wie höhere Kosten, Lieferverzögerungen oder Versorgungsengpässe nach sich ziehen und damit weit über die unmittelbare Beeinträchtigung des Verkehrs hinausreichen.

Vor diesem Hintergrund kommt der Erhaltung, Instandsetzung und dem klimaangepassten Ausbau des Verkehrsnetzes eine hohe Bedeutung zu, um seine Funktionstüchtigkeit und Zuverlässigkeit langfristig sicherzustellen. Während Schienen- und Seeschifffahrtswege in der Regel in der Zuständigkeit des Bundes liegen, bilden Sanierungen und die weitere Ertüchtigung des Straßen- und Radwegenetzes ein prioritäres Ziel der Landesregierung. Die vorausschauende Berücksichtigung klimatischer Belastungen ist dabei schon heute in der Planung und Umsetzung von Maßnahmen fest verankert. Die systematische Analyse klimabedingter Risiken schafft dafür eine wesentliche fachliche Grundlage. Sie ermöglicht es, besonders exponierte Infrastrukturelemente frühzeitig zu identifizieren, potenzielle Schadensschwerpunkte abzuschätzen und Anpassungsmaßnahmen gezielt zuzuschneiden.

79 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026: Straßen.

5.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

5.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Windbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs

Schleswig-Holstein ist aufgrund seiner küstennahen Lage, des überwiegend flachen Reliefs und der offenen Landschaftsräume besonders windexponiert. Starke Winde und Sturmböen können die Nutzbarkeit von Verkehrswegen oder der begleitenden Infrastruktur einschränken und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Der Wind kann dabei sowohl direkt, etwa durch Seitenkräfte auf Fahrzeuge oder Belastungen von Bauwerken wie Brücken, als auch indirekt wirken, beispielsweise durch Staub- und Sandverwehungen infolge von Winderosion von angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen. Problematisch sind insbesondere Baum- und Astbruch entlang von Verkehrswegen. Querliegendes Material auf Straßen oder Gleisen führt immer wieder zu Behinderungen des Verkehrsflusses oder erfordert Sperrungen ganzer Strecken mit weitreichenden Folgen für den Personen- und Güterverkehr.

Wetteraufzeichnungen zeigen, dass die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten und die höchsten Jahresmittel der Tageswindspitze entlang der Nordseeküste und in den nördlichen Landesteilen auftreten. Klare Tendenzen zu einer Veränderung der Windgeschwindigkeiten lassen sich aus den langjährigen Messreihen des Deutschen Wetterdienstes allerdings bisher nicht ableiten. Die Entwicklungen deuten insgesamt eher auf gleichbleibende oder leicht rückläufige mittlere Windgeschwindigkeiten über die letzten Jahrzehnte hin. Auch die Zahl der Sturmtage zeigt bislang keinen eindeutigen Trend. Dass es in der Vergangenheit aber dennoch immer wieder infolge heftigen Windes zu Beeinträchtigungen im Straßenverkehr gekommen ist, zeigen unter anderem die Erfassungen der Straßenbetriebsdienste. In einzelnen sturmreichen Jahren kam es zu erhöhten Aufwänden für die Beseitigung von wetter- und witterungsbedingten Schäden und für die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Verkehrswegen. Allerdings werden windbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs nicht gesondert erfasst. Auch für den Schienenverkehr liegen betriebliche Störungsdaten vor, diese sind jedoch nicht öffentlich zugänglich. Neben der reinen Windgeschwindigkeit beeinflussen auch die Temperatur- und Feuchtebedingungen die Ausprägung der Klimawirkung: Während Trockenperioden können vor allem in den erosionsgefährdeten Geestlandschaften sowie in ausgewiesenen Windkorridoren Staub- und Sandverwehungen die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. In Schleswig-Holstein führen rund 10 % der Straßen durch Gebiete mit hoher oder sehr hoher Erosionsgefährdung. Diese exponierten Abschnitte stellen besonders sensible Bereiche des Straßennetzes gegenüber der Klimawirkung dar. Eine Studie des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein aus dem Jahr 2022 widmete sich gezielt der Analyse von entsprechenden Risikoschwerpunkten an allen vierspurigen Abschnitten des Straßennetzes inklusive Autobahnen. Dabei fanden Daten zu Bodentypen, Landnutzung, Windverhältnissen sowie Windhindernissen Berücksichtigung. Im Ergebnis der Studie wurden landesweit elf Risikoschwerpunkte identifiziert, insbesondere Autobahnabschnitte der A7 im Raum Neumünster sowie an der A23 bei Schenefeld.

Gemäß den Projektionen zum künftigen Windgeschehen ist keine deutliche Zunahme der Windgeschwindigkeiten in Schleswig-Holstein zu erwarten. Windprojektionen sind allerdings mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, sodass hinsichtlich der Häufigkeit und Intensität von Starkwindereignissen keine belastbaren Aussagen für die Zukunft möglich sind. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird ein weiterer Anstieg der Lufttemperaturen projiziert. Dadurch kann es in Verbindung mit Veränderungen im Niederschlagsregime zukünftig zu höherer Verdunstung und häufigeren sowie länger andauernden Trockenperioden kommen. Dies erhöht die Anfälligkeit von Böden gegenüber Winderosion und das Risiko für Staubverwehungen. Auch die Vitalität von Bäumen kann infolge zunehmender Trockenheit beeinträchtigt werden und in der Folge zu häufigeren Baum- und Astbrüchen führen. Insbesondere in den bereits identifizierten sensiblen Abschnitten des Verkehrsnetzes muss mit einer Zunahme windbedingter Beeinträchtigungen gerechnet werden. Vorbeugende Maßnahmen werden heute bereits vielerorts umgesetzt. Dazu gehören die Einrichtung oder Ertüchtigung von Windhindernissen, technische Sicherungsmaßnahmen an Brücken sowie Maßnahmen zum effizienten Verkehrsmanagement. Zusätzlich tragen Maßnahmen auf den an die Verkehrswege angrenzenden Flächen zur Reduzierung des Risikos bei. Das sind beispiels-

weise die Umsetzung angepasster Bewirtschaftungsweisen auf erosionsgefährdeten Nutzflächen sowie ein vorausschauendes Vegetationsmanagement entlang von Straßen- und Schienenwegen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Windbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator VE-I-1: Wetter- und witterungsbedingte Beeinträchtigungen von Straßen[80]

5.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[81] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 4: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Hochwasserbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs	Hochwasserereignisse können sowohl den Straßen- als auch den Schienenverkehr beeinträchtigen. Überflutete Fahrbahnen und Gleise führen zu Verkehrsbehinderungen, Umleitungen oder temporären Sperrungen. Zudem können hohe Wasserstände Schäden an Brücken, Straßenoberflächen, Gleisanlagen – insbesondere durch Unterspülungen – oder auch an elektrischen Einrichtungen wie Signalen verursachen. Die Relevanz der Klimawirkung wird für Schleswig-Holstein vor dem Hintergrund vergleichsweise häufiger Hochwasserereignisse an den Fließgewässern und an der Küste als hoch eingeschätzt. Risikobereiche werden bei der Planung und der Ertüchtigung von Verkehrsinfrastrukturen bereits konsequent berücksichtigt. Dazu liegen unter anderem detaillierte Hochwassergefahren- und -risikokarten vor, die gefährdete Bereiche des Straßen- und Schienennetzes identifizieren. Die Karten berücksichtigen Überschreitungen definierter Hochwasserereignisse wie das HQ10, also Hochwasser mit einer statistischen Wiederkehrrate von 10 Jahren. Projektionen zur Überschreitung des HQ10 an Fließgewässern deuten auf keine signifikante Veränderung des Hochwasserrisikos bis zur Mitte und zum Ende des Jahrhunderts hin. Vor diesem Hintergrund werden die bestehenden Risikoanalysen als ausreichend erachtet. Es wird darauf hingewiesen, dass die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an Bundesautobahnen sowie an der Schieneninfrastruktur im Wesentlichen in Bundeszuständigkeit liegt.
Hitzebedingte Schäden an Straßen	Extreme Hitze und starke Temperaturschwankungen können zu Schäden an Straßen führen. Typische Auswirkungen sind Blowups – das plötzliche Heben von Betonplatten – sowie Risse und Verformungen, die die Fahrbahnstabilität beeinträchtigen. Solche Schäden entstehen vor allem durch die thermische Ausdehnung des Fahrbahnmaterials und infolge schneller Wechsel zwischen heißen und kalten Bedingungen. Eine höhere Belastung durch intensivere und länger andauernde Hitzeereignisse infolge des Klimawandels könnte zukünftig häufigere Kontrollen, Reparaturen und Sperrungen erforderlich machen, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Auch wenn keine flächendeckenden Daten zu hitzebedingten Schäden an der Straßeninfrastruktur vorliegen, ist davon auszu-

80 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt VE-I-1.

81 Voß et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 4: Klimarisiken im Cluster Infrastruktur. Climate Change 23/2021. Dessau-Roßlau.

	gehen, dass in Schleswig-Holstein aufgrund der günstigen klimatischen Ausgangslage bisher noch keine hohe Betroffenheit besteht. Die Thematik könnte zukünftig aber an Bedeutung gewinnen. Mit der Verwendung hitzeresistenter Materialien und einer hitzeangepassten Gestaltung der Straßenoberflächen kann bereits heute potenziellen Schäden vorgebeugt werden.
Niedrigwasserbedingte Einschränkungen der Binnenschifffahrt	Niedrige Wasserstände infolge von Trockenheit und Hitzeperioden können die Schiffbarkeit von Binnenwasserstraßen beeinträchtigen. Sinkende Abflüsse führen zu einer Reduzierung des nutzbaren Tiefgangs, wodurch Schiffe ihre Ladung verringern oder Fahrtrouten anpassen müssen. In extremen Fällen können Streckenabschnitte zeitweise nicht befahrbar sein. Mit zukünftig häufigeren Niedrigwassersituationen steigen zudem die Anforderungen an die Wasserstraßeninfrastruktur, zum Beispiel hinsichtlich der Anpassung von Schleusen und Wehren, der Unterhaltung von Fahrrinnen oder der technischen Auslegung von Schiffen. In Schleswig-Holstein betrifft diese Klimawirkung insbesondere die Bundeswasserstraßen wie die Elbe und den Elbe-Lübeck-Kanal. Die Betrachtungen im Rahmen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes auf Basis projizierter Zeitreihen täglicher Abflüsse ergaben keine Hinweise auf eine besondere Betroffenheit Schleswig-Holsteins. Zwar sind aufgrund der erwarteten Temperatur- und Niederschlagsentwicklungen vor allem im Sommer tendenziell rückläufige Abflüsse sowie eine Zunahme von Niedrigwasserereignissen wahrscheinlich, eine substanzielle Einschränkung der Schiffbarkeit ist für die überwiegend staugestützten großen Binnenschifffahrtsstraßen im Land jedoch nicht zu erwarten. Hinzu kommt, dass die Unterhaltung und das Management der Bundeswasserstraßen in der Zuständigkeit des Bundes liegen. Das Land Schleswig-Holstein hat diese Wasserstraßen betreffend nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Relevante Beeinträchtigungen für Wasserstraßen in Landeszuständigkeit sind bisher nicht bekannt. Weitere Informationen zum Auftreten von Niedrigwasserereignissen in Schleswig-Holstein sind in der Klimawirkung „Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser“ im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) nachzulesen.
Hochwasserbedingte Einschränkungen der Binnenschifffahrt	Im Rahmen von Hochwasserereignissen kann es zu Beeinträchtigungen der Schiffbarkeit von Binnenschifffahrtsstraßen kommen, etwa durch erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten oder verringerte Durchfahrtshöhen unter Brücken. Im Unterschied zu niedrigwasserbedingten Beeinträchtigungen sind hochwasserbedingte Einschränkungen in der Regel von kurzer Dauer und lassen sich meist vergleichsweise gut überbrücken. Vereinzelt kann es in Schleswig-Holstein zu hochwasserbedingten Einschränkungen kommen, vor allem auf den stark befahrenen Bundeswasserstraßen mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung wie der Elbe oder dem Elbe-Lübeck-Kanal. Eine Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen obliegt hier dem Bund.
Einschränkung der Schiffbarkeit von Seeschifffahrtsstraßen	Grundsätzlich können sich die klimatischen Veränderungen auf die Schiffbarkeit von Seeschifffahrtsstraßen auswirken. Für Schleswig-Holstein sind insbesondere ein Meeresspiegelanstieg in der Nordsee, veränderte Oberwasserzuflüsse aus dem Binnenland sowie mögliche Änderungen der Windverhältnisse über der Nord- und Ostsee relevant. Nach den Ergebnissen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes ist allerdings davon auszugehen, dass diese Veränderungen nur geringe Auswirkungen auf die Schiffbarkeit haben werden. Bei gleichbleibender Unterhaltungstiefe der Fahrwasser wird die Erreichbarkeit der Häfen voraussichtlich nicht wesentlich eingeschränkt. Ein Meeresspiegelanstieg kann allerdings zu einer verstärkten Flutstromdominanz und damit zu erhöhtem Sedimenttransport führen, was einen steigenden Unterhaltungsaufwand nach sich ziehen kann. Eine potenzielle Betroffenheit ergibt sich für den NOK: Hohe Was-

	serstände in Nord- und/oder Ostsee können die Entwässerung erschweren und in der Folge auch im Kanal zu kritischen Wasserständen führen. Diese Ereignisse treten bisher allerdings nur selten auf. Projektionen zum Auftreten von Starkregen, zum Sturmflutgeschehen und zu Starkwindereignissen, die zu erhöhten Wasserständen in den Seeschifffahrtsstraßen in Schleswig-Holstein führen können, sind unsicher. Belastbare Erkenntnisse für eine Risikoabschätzung lassen sich daraus bisher nicht ableiten. Insgesamt wird die Relevanz der Klimawirkung als nachgeordnet beurteilt. Zudem liegen wie auch bei den anderen Klimawirkungen die Schifffahrt betreffend die Zuständigkeiten im Wesentlichen beim Bund.
Schäden an Schifffahrtsstraßen sowie Hafenanlagen	Schifffahrtsstraßen und Hafenanlagen sind potenziell von klimabedingten Extremereignissen betroffen. Insbesondere Sturmfluten, Küsten- und Flusshochwasser sowie starke Stürme können Schäden an Kaianlagen, Containerterminals oder anderen maritimen Infrastrukturen verursachen. Für die betroffenen Häfen und Unternehmen können derartige Ereignisse weitreichende wirtschaftliche Auswirkungen nach sich ziehen. In Schleswig-Holstein ist die Betroffenheit aufgrund der geografischen Lage an Nord- und Ostsee sowie aufgrund der Lage von Häfen in niedrigliegenden Bereichen grundsätzlich gegeben. Die bisherigen Schadensereignisse waren jedoch überwiegend lokal begrenzt. Beispiele dafür sind insbesondere die Schäden an kommunalen und privaten Sportboothäfen infolge des Ostseesturmhochwassers 2023. Infolge des Klimawandels könnte es zukünftig zu einer Zunahme von Extremereignissen kommen, die zu Schäden an Schifffahrtsstraßen und Hafenanlagen führen können. Die Projektionen sind allerdings unsicher und eindeutige Aussagen für eine belastbare Risikoabschätzung nicht möglich.
Schäden an der Eisenbahninfrastruktur	Das oberirdische Schienennetz in Schleswig-Holstein sowie die zugehörige Energieinfrastruktur für den Betrieb des Schienenverkehrs sind permanent den Einflüssen von Wetter und Witterung ausgesetzt. Insbesondere Hitze, Trockenheit, Stürme und Gewitter können zu Schäden und Beeinträchtigungen führen, darunter Gleisverwerfungen, beschädigte Oberleitungen oder umgestürzte Bäume. Diese Ereignisse wirken sich unmittelbar auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Schienenverkehrs aus. Infolge des fortschreitenden Klimawandels ist mit einer zunehmenden Betroffenheit und einem steigenden Risiko für den Schienenverkehr zu rechnen. Besonders hochwasser- und windbedingte Ereignisse werden als relevant eingeschätzt. Die vorhandene Datenlage zur Analyse von klimabedingten Schäden im Schienenverkehr ist eingeschränkt. Hinzu kommt, dass der Großteil des Schienennetzes in Schleswig-Holstein zur Deutschen Bahn gehört und damit in der Zuständigkeit des Eisenbahnbundesamts liegt. Viele Schutz- und Anpassungsmaßnahmen werden bereits im Rahmen bestehender Regelwerke umgesetzt. Von Landesseite sind die Handlungsmöglichkeiten das übergeordnete Schienennetz betreffend eingeschränkt. Ausgewählte Aspekte zu windbedingten Einschränkungen des Schienenverkehrs sind in der Klimawirkung „Windbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs“ enthalten.

5.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die Bedeutung der Klimawirkungen im Handlungsfeld Verkehr und Verkehrsinfrastruktur liegt vor allem im wirtschaftlichen Bereich. Hohe Bedeutung wurde vor allem wind- oder hochwasserbedingten Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs zugeschrieben. Hochwasserbedingte Einschränkungen des Straßenverkehrs können lokal auch sehr bedeutend sein, insbesondere dort, wo Autobahnen in Niederungsgebieten liegen. Je-

doch sind hochwasserbedingte Einschränkungen des Verkehrs in der Regel vorhersehbar, sodass Verkehrsteilnehmende ausweichen können.

Zu beiden hochbedeutenden Klimawirkungen, den wind- und den hochwasserbedingten Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs, sehen die Fachleute Handlungsbedarf in den kommenden Jahren. Hinsichtlich windbedingter Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs liegen diese nach Einschätzung der beteiligten Fachpersonen insbesondere in einer Fortführung der Bund-Länder-Gespräche zu diesem Thema, aber auch im Monitoring besonders windanfälliger Brücken und Streckenabschnitte. Das Land sollte zudem seinen Einfluss nutzen, damit Infrastrukturbetreiber ein sinnvolles Vegetationsmanagement entlang der Strecken betreiben und der Bund Frühwarn- und Sperrkonzepte für anfällige Fahrzeuge weiterentwickelt.

5.4 Handlungsziel

Gewährleistung der Mobilität von Personen und Gütern in Zeiten des Klimawandels

Der Personen- und Güterverkehr sollte möglichst nicht durch widrige Witterungsbedingungen beeinträchtigt werden. Oberstes Ziel ist es, die Verkehrsleistungen, ob auf der Straße, auf der Schiene, auf dem Wasser oder zu Luft, auch unter erschwerten Bedingungen, wie zum Beispiel bei Starkregenereignissen oder Hitzeperioden, jederzeit bestmöglich aufrechtzuerhalten.

Die Beiträge der Maßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

5.5 Maßnahmen zur Anpassung

5.5.1 Anpassung der Dimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur

Instrumente

- Eine Ausrichtung der Dimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur an den Folgen des Klimawandels schützt die Verkehrsinfrastruktur.

- Bei der Dimensionierung beziehungsweise Redimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur werden die technischen Regelwerke in der jeweils aktuellen Fassung angewendet. Dabei werden die dimensionierungsrelevanten Regenereignisse aus dem KOSTRA-DWD-Datensatz berücksichtigt (der Name dieses Datensatzes steht für Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung des DWD).

- Die KOSTRA-DWD-Daten werden bereits seit mehr als 30 Jahren regelmäßig überarbeitet. Zuletzt wurde der Datensatz zwischen 2018 und 2022 grundlegend überarbeitet und fortgeschrieben. Ab 2023 gilt der neue Datensatz KOSTRA-DWD-2020 mit dem Bezugszeitraum 1951-2020.

Unterziel

- Schutz der Verkehrsinfrastruktur vor Hochwasser und Starkregen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Wetter- und witterungsbedingte Beeinträchtigungen von Straßen“[82] verwendet. Der Arbeitsaufwand des Straßenbetriebsdienstes im Zusammenhang mit witterungsbedingten Extremereignissen und Katastrophenfällen soll nicht mehr weiter zunehmen.

82 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt VE-I-1.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Boden (Kapitel 7) und zu den Handlungsfeldern Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Tourismus (Kapitel 17), in dem Infrastrukturen geschützt werden können.

5.5.2 Ökologische und insektenfreundliche Gestaltung von Straßenböschungen und -rändern

Instrumente

- Bei der Betreuung der Straßen durch den Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (LBV.SH) soll das Ziel verfolgt werden, die Artenvielfalt am Straßenrand zu erhöhen und somit die Lebensräume für Pflanzen und Tiere zu verbessern (siehe Kapitel 5.6.1). Im meist biologisch verarmten Straßenbegleitgrün wird die Biodiversität durch jede weitere Pflanzenart gesteigert. Die größere biologische Vielfalt führt zu einer höheren Widerstandskraft. Außerdem soll der Pflegeaufwand der Flächen für den Betriebsdienst geringer werden.

Unterziele

- Verbesserung der Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie Minimierung des Pflegeaufwands

- Schutz der Verkehrsinfrastruktur vor Hochwasser und Starkregen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Wetter- und witterungsbedingte Beeinträchtigungen von Straßen“[82] verwendet. Der Arbeitsaufwand des Straßenbetriebsdienstes im Zusammenhang mit witterungsbedingten Extremereignissen und Katastrophenfällen soll nicht mehr weiter zunehmen.

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7) sowie Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) auf.

5.5.3 Haltestellengestaltung

Instrumente

- Bislang wird bei der Gestaltung von Haltestellen des straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) oder Verkehrsstationen des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) der Aspekt der Klimawandelanpassung noch nicht systematisch berücksichtigt.

- Bei Neu- und Umbaumaßnahmen an Verkehrsstationen fordert die Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein (NAH.SH) GmbH in ihrer Funktion als Fördermittelgeberin häufig die Berücksichtigung eines umfangreicheren Wetterschutzes, der Fahrgäste gleichermaßen vor Regen oder starker Sonneneinstrahlung bewahrt. Dies verbessert nicht nur den Komfort der Reisenden, sondern schützt auch vor gefährlichen Erkrankungen wie Hautkrebs (Kapitel 10).

- Die Bushaltestellengestaltung ist ein Thema der entsprechenden kommunalen Aufgabenträger (Kreise und kreisfreie Städte), die mit den jährlich erhaltenen Kommunalisierungsmitteln Haltestellen fördern können, und der Gemeinden, die in der Regel für die Errichtung und die Unterhaltung der Bushaltestellen zuständig sind.

- Das Land Schleswig-Holstein fördert derzeit den Bau oder Ausbau von zentralen Verknüpfungsanlagen des straßengebundenen ÖPNV sowie deren fahrgastfreundliche Ausstattung. Im Rahmen dieser Förderung soll die Schaffung von Anreizen geprüft werden, die die Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen (wie zum Beispiel Gründächer, Entsiegelungen und Versickerungen) unterstützen. Hierfür wären zusätzliche finanzielle Mittel im Landeshaushalt erforderlich.

Unterziele

- Wetterschutz
- Erhaltung oder Verbesserung des Reisekomforts

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) sowie Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

5.5.4 Verkehrslenkende Einrichtungen auf sturmgefährdeten Brücken

Instrumente

- Die Verkehrsgefährdung durch starken Wind in Verbindung mit Sturmböen ist für Schleswig-Holstein kein neues Phänomen. Um dem zu begegnen, sind bereits auf einigen Straßenhochbrücken verkehrstelematische Anlagen, sogenannte Windwarnanlagen, installiert (siehe Kapitel 5.6.2).
- Zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit könnten in Zukunft weitere bestehende Brücken und gegebenenfalls auch Straßenabschnitte in windexponierter Lage mit Windwarnanlagen ausgestattet werden. Bei der Errichtung neuer Brückenbauwerke ist das Gefährdungspotential zu ermitteln und gegebenenfalls durch bauliche Berücksichtigung von Windabweisern zu minimieren.

Unterziel

- Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit bei hohen Windgeschwindigkeiten

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) auf.

5.6 Best-Practice-Beispiele

5.6.1 Das Klappertopf-Projekt verbindet auf beispielhafte Weise Ökologie und Verkehr

In diesem Projekt soll die Artenvielfalt am Straßenrand erhöht und die Lebensräume für Tiere und Pflanzen verbessert werden. Die größere biologische Vielfalt soll dann zu einer höheren Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse führen. In einem ersten Schritt werden die Samen der heimischen Wildpflanze an den meist gräserdominierten Straßenrändern und anderen Begleitflächen wie Parkplätzen oder Lärmschutzwällen durch die Mitarbeitenden des LBV.SH ausgebracht. Dort keimt die Saat, die Klappertopfwurzeln wachsen in die Wurzeln benachbarter Gräser hinein und zapfen unterirdisch Wasser und Nährstoffe ab, so dass die Gräser schwächer

werden und sich ihr Wachstum verlangsamt. Das schafft Platz für andere Wildkräuter und es muss weniger gemäht werden. Dies ist ein doppelter Gewinn, für die Insekten und für die Straßenbauverwaltung gleichermaßen. Darüber hinaus sind die Klappertopfblüten ein sehr beliebter Anflugpunkt für Wildbienen, Hummeln und viele andere Insekten. Die neue Pflegestrategie soll sukzessive an möglichst vielen Grünflächen und Straßenrändern der vom LBV.SH betreuten 7.600 Straßenkilometer in Schleswig-Holstein umgesetzt werden.

5.6.2 Windwarnanlagen

Windwarnanlagen sind auf der Rader Hochbrücke im Verlauf der A 7 (einschließlich der Umfahrungsmöglichkeit über den Kanaltunnel Rendsburg (B 77) in Form einer automatisierten Wechselwegweisung) und auf der Hochbrücke Schafstedt im Zuge der A 23 sowie auf der Störbrücke im Zuge der A 23 bei Itzehoe und auf der Fehmarnsundbrücke im Zuge der B 207 eingerichtet. Da bei letzterer keine Ausweich- oder Umfahrungsmöglichkeit besteht, sind vor und hinter der Brücke Auffangparkplätze eingerichtet, damit Fahrzeuge, die die Brücke nicht passieren dürfen, den anderen Verkehr nicht blockieren. Technisch gesehen erfolgt eine dauerhafte Messung der Windgeschwindigkeit mit einer Auswertung der Spitzenböen sowie eine Erfassung des Auftreffwinkels der Windrichtung zur Brückenachse. Werden bestimmte Parameter erfüllt, erfolgt eine dynamische Schaltung aufgrund der in einer verkehrsrechtlichen Anordnung festgelegten Verkehrsbeschränkungen (wie zum Beispiel einem windabhängigen Tempolimit). Im Rahmen der Planung zur Rader Hochbrücke (A 7) über den Nord-Ostsee-Kanal wurden Lärmschutzanlagen beziehungsweise Windabweiser vorgesehen. Im Rahmen der Entwurfsplanung für die neue Fehmarnsundquerung (B 207) wird der Umgang mit der bestehenden Windwarnanlage zu regeln sein.

5.6.3 Schienenfahrzeuge mit leistungsfähigen Klimaanlagen

Im Zuge des Klimawandels nehmen extreme Temperaturen und insbesondere sehr heiße Tage zu. Ohne auf hohe Temperaturen ausgelegte Klimaanlagen kann dies zur Belastung für die Fahrgäste des SPNV werden. Bis auf einzelne Ausnahmen sind alle Fahrzeuge des SPNV in Schleswig-Holstein klimatisiert. Durch die anstehende Erneuerung der Bestandsflotte (zum Beispiel mit dem Stadler Flirt Akku-Zug) wird sichergestellt, dass die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Klimatisierungstechnik auf dem aktuellen Stand ist.

6 Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz

6.1 Relevanz des Handlungsfelds

Die biologische Vielfalt ist eine existenzielle Grundlage für stabile Ökosysteme und die menschliche Lebensqualität. Sie gewährleistet wesentliche Ökosystemleistungen wie die Bereitstellung von sauberem Wasser und frischer Luft, die Aufrechterhaltung funktionierender Nährstoffkreisläufe, die Regulierung des Klimas sowie die Bereitstellung fruchtbarer Böden. Diese Leistungen sind nicht nur ökologisch bedeutsam, sondern auch ökonomisch und gesellschaftlich. Sie sichern natürliche Ressourcen, ermöglichen vielfältige Nutzungen der Natur und stärken die Resilienz gegenüber Störungen. Schleswig-Holstein zeichnet sich durch eine große landschaftliche und ökosystemare Vielfalt aus. Neben facettenreichen Küstenlebensräumen an der Nord- und Ostsee verfügt das Land über ein weit verzweigtes Fließgewässernetz, eine große Zahl an Seen und Teichen, verschiedene Moorlebensräume, Feuchtgebiete, Binnendünen und Heiden sowie ausgedehnte landwirtschaftliche Flächen und Waldlandschaften. Diese Vielfalt schafft Lebensräume für eine große Anzahl unterschiedlicher Arten. So bietet das Land mehr als der Hälfte aller in Deutschland beheimateten Arten einen geeigneten Lebensraum[83]. Die landschaftliche Vielfalt prägt auch das Naturerleben sowie die Kulturlandschaft und ist damit auch Grundlage für viele regionale Wirtschafts-, Tourismus- und Erholungsfunktionen.

Durch historische Landnutzungsänderungen, Zerschneidung von Lebensräumen und intensive Nutzung geraten Arten und Lebensräume zunehmend unter Druck. Inzwischen sind rund 50 % der Tier- und Pflanzenarten Schleswig-Holsteins in den Roten Listen der gefährdeten Arten aufgeführt[84]. In Ergänzung zu diesen anthropogen bedingten Beeinträchtigungen entstehen mit dem fortschreitenden Klimawandel Herausforderungen für die biologische Vielfalt und die natürlichen Ökosysteme. Bereits aufgrund von anthropogenen Eingriffen degradierte Lebensräume sind besonders anfällig gegenüber klimatischen Belastungen. Die Veränderung von Temperatur- und Niederschlagsmustern, häufigere Extremwetterereignisse, der steigende Meeresspiegel und die Veränderung von chemischen oder physikalischen Gewässereigenschaften wirken sich unmittelbar auf Lebensräume und Arten aus. Zugleich kann der Klimawandel infolge der Veränderung klimatischer Rahmenbedingungen zu phänologischen Veränderungen und zu Arealverschiebungen von Arten führen. Die Ausbreitung gebietsfremder Organismen wird hauptsächlich durch den Menschen verursacht; der Klimawandel kann die Etablierung und Verbreitung bestimmter Arten zusätzlich begünstigen. Diese Auswirkungen betreffen einzelne Arten, ganze Populationen bis hin zu komplexen Artgemeinschaften und können langfristig zu einem Verlust genetischer Vielfalt, zu einer Schwächung von Ökosystemfunktionen und einer Reduktion der Fähigkeit natürlicher Systeme führen, natürliche Dienstleistungen für Gesellschaft und Wirtschaft zu erbringen.

Die Erhaltung und Entwicklung der biologischen Vielfalt haben in Schleswig-Holstein angesichts der multiplen Belastungen eine hohe Priorität. Die Landesregierung hat mit der Biodiversitätsstrategie „Kurs Natur 2030“[85] die Weichen für eine strategische, wirksame und nachhaltige Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt gestellt. Dazu zählt die Festigung der grün-blauen Infrastruktur und die Stärkung des Schutzgebiets- und Biotopverbundsystems, die Aufwertung und Entwicklung von Lebensräumen und der gezielte Schutz seltener und gefährdeter Arten und Lebensräume. Ebenso stehen die Entwicklung von Umweltbildungsangeboten sowie die Vernetzung von Akteurinnen und Akteuren im Fokus der Strategie, um ein breites gesellschaftliches Bewusstsein für die Bedeutung der biologischen Vielfalt zu schaffen. Übergeordnete Ziele sind unter anderem, den Rückgang der biologischen und genetischen Vielfalt in Schleswig-Holstein aufzuhalten und diese zu schützen und wiederherzustellen.

Zum Erhalt der biologischen Vielfalt müssen Maßnahmen in den Fokus rücken, die die Klimaresilienz und Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen stärken. Von Bedeutung ist auch eine Umstellung der anthropogenen Flä-

83 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026: Netzwerk Natur.

84 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026: Biodiversitätsstrategie. Warum ist Biodiversität für uns alle wichtig?.

85 MELUND, 2021: Kurs Natur 2030: Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Schleswig-Holstein (Langfassung).

chennutzung. Ebenfalls ist die Reduktion des Flächenverbrauchs in der Land- und Forstwirtschaft, Siedlungsentwicklung und Infrastruktur hin zu ressourcenschonenden und extensiven Nutzungsformen erforderlich. Dabei sind mögliche Zielkonflikte zwischen dem Naturschutz und den verschiedenen Nutzungsgruppen zu berücksichtigen und kooperative Lösungen sowie Möglichkeiten der Doppelnutzung zu finden.

6.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

6.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten im Binnenland

Wassergebundene Habitate und Feuchtgebiete wie Moore, Auen, Sümpfe und Feuchtwiesen sind ökologisch von hoher Bedeutung. Sie bieten unter anderem spezialisierten und gefährdeten Tier- und Pflanzenarten Lebensraum, regulieren den Wasser- und Stoffhaushalt, speichern Kohlenstoff in organischen Böden und tragen so zum Klimaschutz bei. Gleichzeitig sind diese Ökosysteme besonders empfindlich gegenüber klimatischen Veränderungen. Je nach den spezifischen Rahmenbedingungen vor Ort können schon kleine Veränderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime oder der Verdunstung zu Störungen des sensiblen hydrologischen Gleichgewichts führen. Besonders die in Schleswig-Holstein vergleichsweise noch häufig und zusammenhängend vorkommenden Hoch- und Niedermoore sind auf stabile Wasserstände über das Jahr hinweg angewiesen.

Viele Feuchtgebiete und Moore in Schleswig-Holstein sind durch jahrzehntelange anthropogene Eingriffe vorbelastet. Historische Entwässerungen durch die Landwirtschaft und für die Torfgewinnung haben viele Flächen degradiert und ihre Sensitivität gegenüber den klimatischen Veränderungen zusätzlich verstärkt. Problematische Klimawandelfolgen für die Moorflächen und Feuchtgebiete in Schleswig-Holstein sind nun vor allem Veränderungen der innerjährlichen Niederschlagsverteilung, saisonale Temperaturspitzen sowie die Dauer von Trockenperioden: Längere niederschlagsarme Phasen im Frühling und Sommer bei temperaturbedingt hoher Verdunstung können selbst in Regionen mit insgesamt ausreichendem Jahresniederschlag zu kurzfristig kritischen Wasserdefiziten führen. Beobachtungen der vergangenen Jahrzehnte an ausgewählten Moorstandorten in Schleswig-Holstein zeigen, dass sich die Artenausstattung der Lebensräume verändert hat. Diese Veränderungen gehen neben den anthropogenen Eingriffen in den Landschaftswasserhaushalt auch auf klimatische Einflüsse wie Veränderungen der Niederschlagsmuster und der Temperatur zurück.

Analysen zu konkreten Schäden oder Beeinträchtigungen an wassergebundenen Habitaten sind grundsätzlich nur standortbezogen möglich, da lokal ausgeprägte Faktoren wie anthropogene Vorbelastungen, Entwässerungsgrad, Grundwasseranbindung und Vegetation die Sensitivität und Resilienz beeinflussen. Die übergreifende, aber dadurch stark verallgemeinernde Klimarisikoanalyse für Schleswig-Holstein stützt sich vereinfachend auf die Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz (KWB). Der Parameter beschreibt die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung über das Jahr hinweg und dient als Indikator dafür, ob ein Gebiet tendenziell Wasserüberschüsse oder Wasserdefizite aufweist. Derzeit gibt es in Schleswig-Holstein nahezu keine Gebiete mit über das Jahr gemitteltem Wasserdefizit. Projektionen zeigen, dass die Wasserverfügbarkeit bis zur Mitte des Jahrhunderts unter Annahme des RCP8.5-Szenarios im Großteil des Landes geringfügig abnehmen könnte. Trotz dieser möglichen Abnahme würden sich nur in den südlichen und südöstlichen Landesteilen Gebiete mit Wasserdefizit ergeben. Die KWB liefert allerdings keine Erkenntnisse zur saisonalen Wasserverfügbarkeit. Infolge des Klimawandels ist saisonal mit höheren Temperaturspitzen, höherer Verdunstung und länger anhaltender Trockenheit zu rechnen. Für die wassergebundenen Feuchtgebiete bedeutet dies, dass selbst in traditionell wasserreichen Gebieten zukünftig Trockenstress auftreten kann, wodurch die ökologische Funktionalität und Artenvielfalt gefährdet werden kann. Dies gilt insbesondere für solche Lebensräume, die an dauerhaft feuchte und kühle Bedingungen gebunden sind und sich durch eine entsprechend spezifische Artenausstattung mit seltenen und gefährdeten Arten auszeichnen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten im Binnenland“

6.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[86] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 5 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 5: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Anstieg der Meerestemperatur	Die Erwärmung der Meere ist eine direkte Folge des anthropogen bedingten Treibhauseffekts. Ein Großteil der zusätzlichen Wärmeenergie, die durch erhöhte Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre zurückgehalten wird, wird von den Ozeanen aufgenommen. Dadurch steigen die Oberflächen- und in der Folge auch die Tiefenwassertemperaturen. In Randmeeren wie der Nord- und insbesondere der Ostsee kann sich die Erwärmung überdurchschnittlich stark ausprägen. In Nord- und Ostsee ist ein Anstieg der Wassertemperaturen über die letzten Jahrzehnte nachweisbar. Veränderungen der Temperaturverhältnisse beeinflussen unter anderem Schichtungsprozesse, Sauerstoffdynamik, Stoffkreisläufe sowie die Verbreitung und Physiologie mariner Organismen. Der Anstieg der Meerestemperatur stellt ein zentrales Klimasignal mit weitreichenden ökologischen Folgen im Rahmen verschiedener Klimawirkungen dar. Er wirkt als treibender Faktor für zahlreiche Veränderungen in marinen Ökosystemen, etwa für Verschiebungen in der Artenzusammensetzung, die Ausbreitung wärmeliebender Arten oder die Beeinträchtigung temperatursensibler Bestände. Die ökologischen Aspekte des Temperaturanstiegs in Nord- und Ostsee werden insbesondere im Rahmen der Klimawirkungen „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“ sowie „Beeinträchtigung von und Schäden an Aquakulturen“ im Handlungsfeld Fischerei dargestellt (Kapitel 15.2.1).
Veränderung der Meerwasserqualität	Die Qualität des Meerwassers wird durch vielfältige anthropogene Belastungen, insbesondere Nährstoffeinträge, beeinflusst. Im Kontext des Klimawandels ist die Veränderung der Meerwasserqualität eng mit dem Anstieg der Meerwassertemperatur verknüpft. Steigende Temperaturen können physikalische und chemische Prozesse wie Schichtung und Sauerstoffhaushalt verändern. In Kombination mit Nährstoffeinträgen kann dies die Eutrophierung verstärken. Auch Veränderungen der Salinität infolge veränderter Niederschlags- und Abflussmuster sind möglich. Wesentlichen Einfluss auf die Wasserqualität nimmt auch die erhöhte Aufnahme von CO_2, die zu einer Versauerung des Meerwassers führt. Die Versauerung hat potenziell schwerwiegende Auswirkungen auf empfindliche marine Ökosysteme, etwa auf kalkbildende Organismen. Die Veränderung der Meerwasserqualität wird im Rahmen der Klimawirkung „Beeinträchtigung von und Schäden an Aquakulturen“ im Handlungsfeld Fischerei als Klimasignal beleuchtet (Kapitel 15.2.1).
Schäden an Küstenökosystemen	Die Küsten Schleswig-Holsteins sind durch vielfältige und ökologisch hoch spezialisierte Lebensräume geprägt. Neben dem Wattenmeer an der Nordseeküste zählen hierzu unter anderem Salzwiesen, Seegraswiesen, Sandstrände und Dünen, Steilküsten, Flachwasserzonen sowie Lagunen- und Boddenbereiche der Ostsee. Diese Ökosysteme erfüllen wichtige Funktionen für Biodiversität, Küs-

86 Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021. Dessau-Roßlau.

	tenschutz, Stoffkreisläufe und Klimaregulation. Der Klimawandel kann die Struktur und die Funktion dieser Küstenökosysteme beeinflussen. Steigende Wassertemperaturen wirken sich auf Sauerstoffgehalte und Artenzusammensetzungen aus, während der Meeresspiegelanstieg zu veränderten Tideverhältnissen, Überflutungsdauern und Strömungsbedingungen führt. In der Folge sind Veränderungen der Sedimentdynamik, verstärkte Erosion sowie Verschiebungen oder Verluste von Lebensräumen möglich. Speziell für das Wattenmeer werden unter anderem eine Verringerung der Wattflächen, Veränderungen im Artenspektrum sowie zunehmende Überflutungsdauern projiziert. Auch an der Ostseeküste sind Beeinträchtigungen von Salzwiesen, Seegrasbeständen und Küstendünen zu erwarten, etwa durch Meeresspiegelanstieg, Temperaturveränderungen oder ein verändertes Sturmgeschehen. Projektionen deuten darauf hin, dass sich die Auswirkungen insbesondere in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts verstärken könnten. Die Klimawirkung ist für Schleswig-Holstein relevant, da die Küstenökosysteme sowohl naturschutzfachlich als auch für den Küstenschutz und weitere Ökosystemleistungen von zentraler Bedeutung sind. Bestehende Strategien und Maßnahmenpläne wie die Strategie für das Wattenmeer 2100[87] oder der Aktionsplan Ostseeschutz 2030[88] liefern fachliche Grundlagen zur Risikoabschätzung und schaffen einen Rahmen für die Umsetzung konkreter Schutz- und Anpassungsmaßnahmen. Statt diese Klimawirkung in einer ökosystemübergreifenden Risikoanalyse im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz zu untersuchen, werden relevante Aspekte detailliert in einzelnen Klimawirkungen in anderen Handlungsfeldern bearbeitet. Die Risikoanalyse zum Verlust von Küstenlebensräumen aufgrund von Erosion ist im Handlungsfeld Küstenschutz in der Klimawirkung „Veränderung von Küstenrückgang und -erosion“ nachzulesen (Kapitel 13.2.1). Im Handlungsfeld Fischerei widmen sich Analysen der „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“ sowie der „Beeinträchtigung von und Schäden an Aquakulturen“ (Kapitel 15.2.1).
Phänologische Veränderungen und Arealverschiebungen	Die klimatischen Veränderungen infolge des Klimawandels, insbesondere die steigenden Lufttemperaturen, führen zu messbaren Verschiebungen phänologischer Ereignisse wie Blühbeginn, Laubentfaltung, Insektenflug oder Vogelzug. Vor allem aufgrund eines immer früheren Blühbeginns verlängert sich die Vegetationsperiode, und jahreszeitliche Abläufe verändern sich (siehe Klimafolgenindikator BD-I-1[89]). Solche Verschiebungen können zu zeitlichen Entkopplungen zwischen ökologisch voneinander abhängigen Arten führen, etwa zwischen Pflanzen und Bestäubern oder zwischen Nahrungsangebot und Brutzeiten von Vogelarten. Zahlreiche Arten passen in Reaktion auf die veränderten Umweltbedingungen ihr Verbreitungsareal an. Soweit möglich, weichen Arten, die an kühle und feuchte Bedingungen angewiesen sind, in kühlere geeignete Ersatzhabitate aus. Diese Arealverschiebungen betreffen sowohl Pflanzen- als auch Tierarten. Ein erhöhtes Risiko ergibt sich für standortgebundene oder hochspezialisierte Arten, deren Ausweichmöglichkeiten begrenzt sind. Um wandernden Arten die Besiedlung neuer Lebensräume oder die Wiederbesiedlung von Standorten nach dem Erlöschen einer Population zu ermöglichen, gewinnt die Biotopvernetzung zunehmend an Bedeutung. Für Schleswig-Holstein ist die Klimawirkung grundsätzlich relevant. Neben phänologischen Daten stehen auch Verbreitungsdaten zu verschiedenen Artengruppen zur Verfügung, die eine fachliche Einordnung ermöglichen. Aspekte der Klimawirkung werden bereits in anderen Klimawirkungen aufgegriffen. Informatio-

87 MELUR, 2015: Strategie für das Wattenmeer 2100.

88 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026: Aktionsplan Ostseeschutz 2030.

89 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BD-I-1.

	nen zur Veränderung von Verbreitungsgebieten in marinen Lebensräumen liefert die Klimawirkung „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“ im Handlungsfeld Fischerei (Kapitel 15.2.1). Phänologische Veränderungen bei (allergenen) Wildpflanzen und Veränderungen der phänologischen Jahreszeiten werden im Rahmen der Klimawirkung „Allergische Reaktionen durch Zunahmen von Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft“ im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit beschrieben (Kapitel 10.2.1).
Ausbreitung invasiver Arten	Die Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten wird in erster Linie durch anthropogene Faktoren wie globale Handels- und Transportströme, Landnutzungsänderungen oder gezielte beziehungsweise unbeabsichtigte Freisetzungen gesteuert. Es ist wichtig, die Ausbreitung invasiver Arten von der Arealverschiebung durch Wanderung von Arten zu unterscheiden. Invasive Arten sind gebietsfremde Arten, die zum einen durch den Menschen, beispielsweise durch den internationalen Handel absichtlich oder unabsichtlich eingebracht werden und zum anderen ein erhebliches Gefährdungspotenzial für die heimische biologische Vielfalt aufweisen. Invasive Arten sind von den Arten, die aus eigener Kraft neue Gebiete besiedeln (zum Beispiel Goldschakal, Südliche Eichenschrecke, Wespenspinne), abzugrenzen. Der Klimawandel kann das Ausbreitungsgeschehen allerdings in einem nachgelagerten Schritt beeinflussen. In Schleswig-Holstein kommt es infolge steigender Temperaturen, veränderter Niederschlagsmuster und häufigerer Extremereignisse zu einer Veränderung der Lebensraum- und Standortbedingungen. Dies kann langfristig dazu führen, dass bisherige Lebensräume den Ansprüchen etablierter heimischer Arten nicht mehr oder nicht mehr vollständig gerecht werden. Gleichzeitig profitieren bestimmte invasive Arten von den steigenden Temperaturen, veränderten Niederschlagsmustern oder milderen Wintern. Bereits etablierte invasive Arten, denen das neue Temperatur- und Niederschlagsregime besser entspricht als anderen Arten, können sich weiter ausbreiten und erhöhen den Konkurrenzdruck auf heimische Arten oder führen in extremen Fällen zu deren Verdrängung. Für Schleswig-Holstein ist die Thematik grundsätzlich relevant. Einzelne invasive Arten, die vom Klimawandel profitieren, sind auch in Schleswig-Holstein nachgewiesen. Für diese Arten befinden sich bereits konkrete Managementmaßnahmen in der Umsetzung. Da die Etablierung und Ausbreitung invasiver Arten im Wesentlichen durch anthropogene Faktoren wie zum Beispiel Handel bestimmt wird und der klimatische Einfluss in jedem Falle nur artspezifisch quantifiziert werden kann, ist eine artübergreifende Betrachtung von invasiven Arten im Rahmen der Klimarisikoanalyse nicht sinnvoll.
Verlust an genetischer Vielfalt	Der Klimawandel kann langfristig zu einem Verlust genetischer Vielfalt innerhalb von und zwischen Populationen führen. Steigende Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster und Extremereignisse wie Hitze oder langanhaltende Trockenheit wirken als natürliche Selektionsfaktoren und können insbesondere kleine oder isolierte Populationen unter Druck setzen und zum Erlöschen von Populationen führen. Geht genetische Vielfalt verloren, sinkt die Anpassungsfähigkeit von Arten gegenüber weiteren Umweltveränderungen. Um den genetischen Austausch zwischen Populationen zu fördern, kommt einem wirksamen Biotopverbund eine Schlüsselrolle zu. Die Klimawirkung hat für Schleswig-Holstein grundsätzlich Relevanz, da die Erhaltung der genetischen Vielfalt eine zentrale Voraussetzung für den langfristigen Artenerhalt ist. In einzelnen Sektoren – etwa im Forstbereich oder in der Landwirtschaft – werden bereits Maßnahmen zur Sicherung genetischer Res-

	sourcen im Rahmen von Saatgutbanken umgesetzt. Diese haben beispielsweise das Ziel, beim Waldumbau und der Wiederbewaldung gezielter mit Herkünften arbeiten zu können. Belastbare Datengrundlagen zur quantitativen Bewertung klimabedingter Veränderungen genetischer Vielfalt in natürlichen Populationen liegen für Schleswig-Holstein bislang nur eingeschränkt vor.
Ökosystemleistungen	Ökosystemleistungen umfassen die vielfältigen Beiträge von Natur und Landschaft zum menschlichen Wohlbefinden, darunter Versorgungsleistungen wie die Bereitstellung von Nahrung und Rohstoffen, Regulierungsleistungen wie Klimaregulation und Hochwasserschutz sowie kulturelle Leistungen. Der Klimawandel kann diese Leistungen auf unterschiedliche Weise beeinflussen, etwa durch Ertragsausfälle, erhöhte Erosionsanfälligkeit, Veränderungen in der Artenzusammensetzung oder durch eine Beeinträchtigung des Wasserhaushalts. Diese Aspekte werden in spezifischen Klimawirkungen in den anderen Handlungsfeldern bearbeitet. Auf eine übergreifende quantitative Bewertung im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz wird verzichtet.

6.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz wurde die überwiegende Zahl der bewerteten Klimawirkungen als von hoher ökologischer Bedeutung eingestuft: „Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten im Binnenland“, „Anstieg der Meerestemperatur“, „Veränderung der Meerwasserqualität“, „Schäden an Küstenökosystemen“ sowie „Phänologische Veränderungen und Arealverschiebungen“. Eine hohe ökologische Bedeutung hat zudem der Verlust an genetischer Vielfalt, jedoch wurden hier primär andere Treiber als der Klimawandel identifiziert.

Bei der Klimawirkung „Ausbreitung invasiver Arten“ zeigen die Bewertungen eine große Spannbreite. So wurde die Klimawirkung von den Fachleuten für biologische Vielfalt im Kontext des Klimawandels als von insgesamt geringer Bedeutung eingestuft, da die Ausbreitung invasiver Arten eher dem globalen Handel zugeordnet und weniger als eine Folge des Klimawandels gesehen wird. Bezugnehmend auf einzelne Arten wiesen die Fachleute für den Bereich Fischerei darauf hin, dass die Erwärmung im Zuge des Klimawandels die Ausbreitung und Etablierung von invasiven Arten deutlich begünstigt (z. B. Neogobius melanostomus und Dreissena rostriformis bugensis). Sektoral wurde der Ausbreitung invasiver Arten eine sehr hohe Bedeutung zugeschrieben. So sahen die Fachleute für Fischerei eine sehr hohe ökologische und eine hohe wirtschaftliche Bedeutung für dieses Handlungsfeld. Auch in Bezug zur Fauna allgemein wurde der Klimawirkung eine sehr hohe ökologische Bedeutung zugesprochen. Begründet wurde beides unter anderem mit der Einschleppung von Krankheitsüberträgern und der Verdrängung heimischer Arten – hierbei ist zwischen tatsächlich invasiven Arten und Arten, die aus eigener Kraft neue Gebiete besiedeln (Arealverschiebung), zu unterscheiden.

Eine wirtschaftlich sehr hohe Bedeutung sahen die bewertenden Fachleute bei der Klimawirkung „Schäden an Küstenökosystemen“. Hintergrund ist, dass Küstenschutz- und Küstenhochwasserschutzmaßnahmen wie Deicherhöhungen oder -rückbau sowie Sandvorspülungen, die gegebenenfalls nötig werden, sehr kostenintensiv sind. Als von hoher wirtschaftlicher Bedeutung wurden zudem Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten im Binnenland bewertet, denn solche Schäden können auch die Land- und Forstwirtschaft in Schleswig-Holstein beeinflussen. Entsprechende Bewältigungsmaßnahmen beeinflussen zudem Wasserhaushalt und Boden.

Die soziale Bedeutung aller bewerteter Klimawirkungen des Handlungsfelds ist nach Ansicht der beteiligten Fachleute durchweg gering. Begründet wird dies unter anderem damit, dass die Klimawirkungen geringe Auswirkungen auf soziale Gleichstellung, Verteilungsfragen und andere sozial bedeutende Fragestellungen haben. Dennoch können sich mehrere der diskutierten Klimawirkungen (unabhängig von den Wirkungen auf die biologische Vielfalt) direkt auf den Menschen auswirken. So können beispielsweise Veränderung der Meerwassertem-

peratur und -qualität gesundheitliche Folgen haben und Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten die Wasserqualität von Badegewässern beeinträchtigen.

Fast zu allen Klimawirkungen des Handlungsfelds gibt es grundsätzlich Handlungsbedarf seitens der Landesregierung in den kommenden Jahren. Die verfügbaren Handlungsoptionen sind jedoch begrenzt. Grundsätzlich sollten zusätzliche Stressoren für Arten und Ökosysteme reduziert werden. Wo es zu Arealverschiebungen kommt, ist insbesondere die Sicherung von Wanderwegen für Arten wichtig, das heißt Lebensräume müssen erhalten und Biotope verbunden werden.

6.4 Handlungsziel

Schutz und Erhalt sowie Wiederherstellung der Biodiversität in Schleswig-Holstein

Aktuell sind fast die Hälfte der Arten in allen betrachteten Artengruppen zumindest gefährdet oder sogar bereits ausgestorben. Besonders ausgeprägt ist der Artenrückgang bei den Arten der Agrarlandschaft. Um die landestypische Artenvielfalt und Lebensgemeinschaften dauerhaft zu sichern, müssen die negativen Trends des Artensterbens, die durch die Roten Listen für die einzelnen Artengruppen gut dokumentiert sind, und der Verlust von Biotopflächen[90] umgekehrt werden sowie eine wirksame Vernetzung der Lebensräume als Grundlage des genetischen Austausch gestärkt werden. Darüber hinaus gilt es, zukünftigen negativen Einflüssen vorzubeugen, indem die Gefährdung von Arten oder Lebensraumtypen durch die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts reduziert wird.

Die Zielstellung wurde schon in der Landesstrategie zur Biologischen Vielfalt „Kurs Natur 2030“ aufgegriffen. Grundlage für die Handlungsoptionen zum Schutz der Biodiversität bilden die Hauptlebensräume des Landes. Deren qualitative und quantitative Ausstattung sowie ihre ökologisch funktionale Vernetzung untereinander sind dabei von entscheidender Bedeutung. Arten- und Lebensraumvielfalt stabilisieren die Basisleistungen der Ökosysteme und erhöhen die Resilienz gegenüber den Folgen des Klimawandels.

Ein Fokus mit Blick auf den Klimawandel liegt auf den Mooren beziehungsweise den Moorböden. Im entwässerten Zustand sind sie eine wesentliche Quelle von CO_2-Emissionen. Gleichzeitig müssen lebende Moore als wertvoller Lebensraum für Pflanzen und Tiere vor den negativen Veränderungen durch den Klimawandel geschützt werden. Das Landesprogramm „Biologischer Klimaschutz durch Moorschutz und Neuwaldbildung“[91] formuliert das Ziel, durch Wiedervernässung von Mooren bis 2030 rund 700.000 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr einzusparen. Im Bereich der Naturwaldneubildung und des Waldumbaus auf Moorböden sowie durch die Umwandlung von Acker in extensiv genutztes Dauergrünland sollen bis 2030 rund 17.500 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr eingespart werden. Neben dem positiven Effekt für den Klimaschutz bringen insbesondere die Maßnahmen in den Mooren beziehungsweise auf den Moorböden und Wäldern positive Synergien für die Biodiversität in diesen Ökosystemen mit sich.

Für die marinen und Küstenökosysteme sind Belastungsfaktoren wie Nähr- und Schadstoffeinträge und die Intensität der Nutzungen zu reduzieren und insgesamt die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme zu steigern. Für das vom Meeresspiegelanstieg potenziell besonders betroffene Wattenmeer sind die zu erwartenden Entwicklungen und Handlungsoptionen, mit denen diesen begegnet werden könnte, in der „Strategie für das Wattenmeer 2100“[92] dargestellt.

Die Maßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels basieren auf der „Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt – Kurs Natur 2030“ (Drs. 19/3266) und werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ dargestellt.

90 LLUR, 2022: Die Inventur der Natur, Ergebnisse der landesweiten Biotopkartierung 2014 bis 2020.

91 Landesregierung Schleswig-Holstein, 2020: Biologischer Klimaschutz durch Moorschutz und Neuwaldbildung, Bericht der Landesregierung, Drucksache 19/2326.

92 MELUR, 2015: Strategie für das Wattenmeer 2100.

6.5 Maßnahmen zur Anpassung

Die für den Erhalt der Biodiversität in Schleswig-Holstein und deren Stärkung gegen Auswirkungen des Klimawandels erforderlichen Maßnahmen sind in der Landesstrategie zur Biologischen Vielfalt „Kurs Natur 2030“ aufgeführt. Eine Umsetzung wird im Zuge der Realisierung der dortigen Ziele und Vorhaben unter Berücksichtigung des Prinzips der Freiwilligkeit angestrebt. Die Maßnahmen greifen dabei ineinander. Die im Folgenden genannten drei Maßnahmengruppen sind daher nicht als getrennte Maßnahmen zu verstehen, sondern als zusammenhängende und einander beeinflussende Komponenten. Mit den in der Biodiversitätsstrategie bzw. in diesem Kapitel genannten Maßnahmen erfolgt keine räumliche Vorfestlegung.

6.5.1 Maßnahmen zum Schutz, zur Entwicklung und zum Erhalt der Biodiversität

Um Schutz, Erhalt und Wiederherstellung der Biodiversität in Schleswig-Holstein auch unter den Auswirkungen des Klimawandels sicherzustellen, sollen bestehende Maßnahmen fortgeführt, intensiviert und in Teilen angepasst werden. Zusätzlich sollen Maßnahmen umgesetzt werden, die gezielt die Klimaresilienz und Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen und Organismen stärken.

Instrumente

- Umsetzung von Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen in Schutzgebieten
- Errichtung beziehungsweise Ergänzung und Vergrößerung von Schutzgebietssystemen mit abgestuften Nutzungsintensitäten
- freiwillige Einrichtung von an Schutzgebiete angrenzenden sog. „Pufferflächen“ zur Reduktion des Nährstoffeintrages, in denen z.B. über Angebote des Vertragsnaturschutzes eine Extensivierung der Bewirtschaftung erreicht werden kann, um den Nähr- und Schadstoffeintrag in Schutzgebiete zu reduzieren
- Umsetzung von Artenhilfsprogrammen
- Umsetzung von biotopgestaltenden Maßnahmen oder speziellen Artenschutzmaßnahmen
- Entwicklung von sogenannten Kernaktionsräumen als ökologische Schlüsselräume zum Erhalt der biologischen Vielfalt und relevanten Synergieeffekten im Hinblick auf den Klima-, Gewässer-, Grundwasser- und Bodenschutz
- Förderung von Landschaftselementen außerhalb von Schutzgebieten als Trittsteine und Ökotone
- Einsatz von überwiegend Regiosaatgut und gebietseigenen Gehölzen zur Erhöhung der genetischen Vielfalt und Widerstandsfähigkeit über die gesetzlichen Regelungen hinaus
- Treffen von Maßnahmen gegen invasive Arten im Anfangsstadium der Etablierung
- integriertes Management von Aktivitäten, die den nicht klimatisch bedingten Stress auf die Ökosysteme und Arten reduzieren und die Systeme damit stabilisieren
- Information und Beratung zur Berücksichtigung von Naturschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie biodiversitätsfreundlichen Gestaltung von öffentlichen Grünflächen und Privatgärten.

- Ausweisung neuer Schutzgebiete entsprechend der Ziele der „Strategie zum Erhalt der Biologischen Vielfalt – Kurs Natur 2030“

Unterziele

- Reduktion von Belastungen, u.a. durch Nähr- und Schadstoffeinträge, Nutzung und Schallwirkung (marine Ökosysteme)
- Stärkung der Widerstandsfähigkeit von Quellpopulationen
- Unterstützung von Populationen ausgewählter Zielarten durch Wiederansiedlungsprojekte

Synergien

- Die Maßnahmen weisen Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Tourismus (Kapitel 17) auf.

6.5.2 Maßnahmen zur Herstellung eines Biotopverbunds

Gleichzeitig muss ein zusammenhängendes Netz von Lebensräumen hergestellt werden, um Wanderbewegungen und den Austausch von Arten zu gewährleisten. Entsprechend der Ziele der „Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt – Kurs Natur 2030“ wird auf bereits bestehenden Schutzgebieten und dem Naturschutz vorbehaltenen Flächen sowie Landschaftsstrukturelemente, die als Trittsteinbiotop und/oder Wanderkorridor dienen (z.B. Knicks, Blühstreifen, Brachen) aufgebaut. In dem Zusammenhang sind positive Effekte auf den Genpool (genetischer Austausch) und das Anpassungsvermögen von Arten zu erwarten.

Instrumente

- Schaffung von Wildnisgebieten zur Erreichung des 2-%-Wildnis-Ziel der Bundesregierung
- mittelfristig Einrichtung und Sicherung von Verbundkorridoren zwischen marinen und terrestrischen/limnischen Schutzgebieten
- Schaffung und Optimierung bestehender sowie potentieller Ausbreitungskorridore, z.B. entlang von Straßenrändern durch naturschutzgerechte Flächennutzung. Auf nicht-öffentlichen Flächen werden diese freiwillig oder als geförderte Maßnahmen erfolgen.
- Schaffung von Grünbrücken und Querungsmöglichkeiten an Straßen
- Förderung von extensiver landwirtschaftliche Nutzung z. B. durch Vertragsnaturschutzangebote

Unterziele

- Stärkung der Widerstandsfähigkeit von Quellpopulationen
- Stärkung der genetischen Variabilität von Populationen
- Überlassen bestimmter Landschaftsteile der natürlichen Dynamik, zum Beispiel auf landeseigenen Flächen oder im Rahmen von Freiwilligkeit oder entsprechender Fördertatbestände.

Synergien

- Die Maßnahmen weisen Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Tourismus (Kapitel 17) auf.

6.5.3 Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts

Wie bereits beschrieben, spielt ein intakter, naturnaher Landschaftswasserhaushalt eine wesentliche Rolle, insbesondere um feuchte- und wasserabhängige Ökosystemen wie Gewässer, Moore, Auen, Sumpf- und Bruchwälder sowie Küstengebiete zu erhalten. Auf den Mooren und Moorböden liegt hier ein besonderer Schwerpunkt, weil sie neben der Bedeutung für die Biodiversität auch eine wichtige Rolle für den Klimaschutz haben.

Instrumente

- Anhebung von Wasserständen, Wiedervernässung von Moorstandorten
- Renaturierung von Auen
- gezielte Förderung von Vernässungsmaßnahmen auf Moorstandorten im Rahmen des Landesprogramms zum Biologischen Klimaschutz – ergänzend zum bestehenden Moorschutzprogramm.

Unterziele

- Verbesserung und Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts als wesentliche Grundlage für feuchte- und wasserabhängige Ökosysteme
- Etablierung einer extensiven beziehungsweise moorbodenschonenden Flächennutzung

Synergien

- Die Maßnahmen weisen Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Landwirtschaft (Kapitel 8) und Forstwirtschaft (Kapitel 9) auf.

6.6 Best-Practice Beispiele

6.6.1 Biodiversitätsfreundliches Straßenbegleitgrün, ein Modellprojekt des LBV.SH im Bereich der Straßenmeisterei Westerrönfeld

Im Projekt „Langfristige Aufwertung des Straßenbegleitgrüns im Extensivbereich (Mähflächen) im Bezirk der Straßenmeisterei Westerrönfeld“ erfolgt eine Restitution mehr oder minder artenarmer Gras- und Offenlandvegetation der Straßenbegleitgrünbestände, unter Verwendung von standortangepassten Saatgut-Mischungen und Einführung einer angepassten Mahdfrequenz sowie einer insektenschonenden Mahdtechnik. Die Aufnahme des Mähguts sorgt für eine Ausmargerung der Fläche und die geringen Sogeffekte der Mähmaschine verhindern ein Einsaugen von Kleinstlebewesen. Das Projekt beinhaltet neben einer Anpassung des Fuhrparkes auch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für das Personal. Eine landesweite Übertragung der Ergebnisse wird nach erfolgreichem Abschluss des Projektes angestrebt.

6.6.2 Wiedervernetzung von Lebensräumen für wandernde Tierarten

Die Wiedervernetzung von Ökosystemen ist neben dem Schutz vorhandener Lebensräume und Populationen gefährdeter Arten ein entscheidender Beitrag zur Bewahrung oder Wiederherstellung der Biodiversität. Mit der Erarbeitung einer Fachkonzeption zur Wiedervernetzung für wandernde Tierarten (unter anderem Rotwild, Fischotter, Haselmaus und Amphibien/Reptilien) an Landes- und Bundesstraßen werden straßenbezogene und artenschutzkonforme Optimierungsmöglichkeiten und Prioritäten aufgezeigt, um dann die gewonnenen Erkenntnisse und dargestellten Optimierungspotenziale in die Gesamtplanung des Landesbetriebs Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (LBV.SH) zu integrieren.

6.6.3 Modellprojekt Schlei

Im Modellprojekt Schlei arbeiten Akteurinnen und Akteure aus Landwirtschaft, Tourismus, Gewässer- und Naturschutz zusammen, um den Umweltzustand der Schlei zu verbessern. Im besonderen Fokus stehen landseitige Lösungsansätze für das Nährstoffproblem in der Schleiregion. Die Kreise Schleswig-Flensburg und Rendsburg-Eckernförde sowie das Land Schleswig-Holstein haben das Modellprojekt Schlei entwickelt, wobei das gesamte Gewässereinzugsgebiet der Schlei betrachtet wird.

6.6.4 Naturschutzring Aukrug

Im Naturpark Aukrug werden durch den Naturschutzring Aukrug verschiedene Naturschutzmaßnahmen gemeinsam mit den Landnutzerinnen, Landnutzern, Eigentümerinnen und Eigentümern auf freiwilliger Basis umgesetzt. Grundlage dafür ist der dort entwickelte Artenschutzkatalog. In der Region werden so gezielte Artenschutzmaßnahmen und Pflege- und Entwicklungskonzepte umgesetzt. Hierzu zählen zum Beispiel Insektenschutzmaßnahmen aus dem Programm „Blütenbunt-Insektenreich“, die extensive Robustrinderhaltung in drei Weidelandschaften zum Teil mit Vernässung der Flächen oder die Entrohrung von Bächen und Gräben auf Agrarflächen als Renaturierungsmaßnahme und zur Schaffung neuer Lebensräume.

6.6.5 Anhebung von Wasserständen: Moor- und Torfbodenvernässungen

Vernässungsmaßnahmen werden in Teilen der Naturschutzgebiete „Dellstedter Birkwildmoor“, „Dosenmoor“ und „Nienwohlder Moor“ bereits seit 1978 durchgeführt. In verschiedenen, landwirtschaftlich intensiv genutzten Niedermoorgebieten sind die typischen Moorlebensgemeinschaften zumeist schon verschwunden gewesen, bevor die Flächen von verschiedenen Projektträgern vernässt wurden. Die Vernässung erfolgte entweder durch die Aufgabe der Flächenentwässerung und die Einstellung der Gewässerunterhaltung (wie im oberen Eidertal), durch das Abstellen von Pumpwerken (wie in der Pohnsdorfer Stauung), oder durch die Schaffung von Stauein-richtungen.

6.6.6 Ausweisung von Altbaumrefugien in den Wäldern der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (SHLF)

Zusätzlich zu den 10 % stillgelegten Waldflächen (Naturwälder) und dem umgesetzten Habitatbaumkonzept wird in den Landesforsten auf Grundlage der Biodiversitätsstrategie Schleswig-Holstein auf bis zu 2000 Hektar der Altbaumbestand alter Buchen- und Eichenbestände zur Förderung von Habitatstrukturen in den Hotspots der Waldbiodiversität wie auch der Vernetzung von Lebensräumen aus der Nutzung genommen.

6.6.7 Insektenschutzkonzept der SHLF

Im Rahmen des Insektenschutzkonzepts der SHLF werden insektenförderliche Wälder und Strukturen erhalten und entwickelt, insbesondere der Holz bewohnenden Käferfauna und weiterer waldgebundener Arten.

7 Boden

7.1 Relevanz des Handlungsfelds

Dem Boden kommt eine sehr zentrale Rolle im Ökosystem zu, denn Böden erfüllen eine Vielzahl von Aufgaben im Naturhaushalt, die unter anderem der Mensch direkt oder auch indirekt in Anspruch nimmt. Der Boden ist zum einen Träger der Vegetation, zum anderen schützt er das Grundwasser. In Zeiten des Klimawandels übernimmt der Boden wichtige Pufferfunktionen, er nimmt Wasser bei Regenfällen auf, speichert das Wasser bei günstiger Bodenstruktur und trägt mit der Verdunstung von Bodenwasser zur Kühlung der Umgebung bei. Gleichzeitig ist Boden aber eine hoch begehrte Ressource. Land- und Forstwirtschaft nutzen die Produktionsfunktion des Bodens. Gleichzeitig führt die fortgesetzte Flächeninanspruchnahme durch bauliche Infrastruktur zu einer zunehmenden Versiegelung von Böden, wodurch wichtige wirtschaftliche Entwicklung stattfinden kann, aber die wichtigen Bodenfunktionen zum Teil verloren gehen. Revitalisierungen ehemals versiegelter Böden sind nur mit hohem Aufwand möglich. Böden sind häufig das Ergebnis jahrtausendelanger Bodenbildungsprozesse. Die Entwicklung einer ein Zentimeter mächtigen, humosen Bodenschicht kann natürlicherweise 100 bis 300 Jahren dauern[93].

Niederschlag und Temperatur sind Einflussfaktoren für die Bodenbildung sowie den Wasser- und Stoffhaushalt der Böden. Die klimawandelbedingten Veränderungen des Niederschlags- und Temperaturregimes haben daher Folgen für die Böden, zunächst unabhängig von ihrer Nutzung. Mit steigenden Bodentemperaturen erhöht sich die Verdunstung, was Wasserverluste aus dem Bodenwasservorrat zur Folge hat. Eine veränderte Sickerwassermenge wirkt sich auf die Grundwasserneubildung sowie die Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen aus dem Bodenprofil aus. Ausgetrocknete Böden haben eine verringerte Wasserleitfähigkeit. Starke Niederschläge führen zu verstärktem Oberflächenabfluss, wenn sie auf ausgetrocknete Böden fallen, was wiederum Wasserverluste aus der Landschaft und ein erhöhtes Erosionsrisiko zur Folge hat. Trockene Böden und Vegetation erhöhen außerdem die Gefahr von Vegetationsbränden. Nicht zuletzt beeinträchtigen geringe Bodenwassergehalte die Vegetationsentwicklung, mindern also auch Ernteerträge und schädigen Wälder. Zudem ist der Boden selbst ein Ökosystem, das Tieren und Mikroorganismen Lebensraum bietet. Diese können bei tiefreichender Austrocknung der Böden beeinträchtigt werden.

Das Handlungsfeld Boden hat zahlreiche Schnittstellen mit den Handlungsfeldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft sowie Stadt- und Siedlungsentwicklung. Daher gibt es aus der Beschreibung der Klimawirkungen zum Handlungsfeld Boden heraus zahlreiche Verweise auf dir Klimawirkungen der genannten Handlungsfelder.

7.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

7.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Bodenerosion durch Wind

Bodenerosion ist eine nach wie vor unterschätzte Problematik. Sie betrifft den Oberboden, in dem sich ein Großteil der Nährstoffe und des Humus befindet und das Bodenleben besonders intensiv ist. Wenn diese Bodenschicht abgetragen wird, geht Bodenfruchtbarkeit verloren. Bodenverluste durch Bodenerosion ziehen daher sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Beeinträchtigungen nach sich. Diese nachteiligen Auswirkungen betreffen dabei nicht nur die erodierte Flächen selbst, sondern auch näher oder weiter entfernte Bereiche, in denen es zur Ablagerung des erodierten Bodenmaterials kommt. Insbesondere der Eintrag von erodiertem Material in Oberflächengewässer provoziert Eutrophierung und eine Verschlämmung der Gewässersohle. Außerdem

93 Internetauftritt des UBA: „Entwicklung des Bodens“ (letzte Aktualisierung: 10.06.2013).

kann es zur Verschmutzung von Verkehrs- und Siedlungsinfrastruktur kommen, und landwirtschaftliche Kulturen können durch Abrasion oder Überdeckung beeinträchtigt werden.

Zur Winderosion kommt es, wenn Winde in ausreichender Geschwindigkeit auf lückenhafte Vegetation mit geringer Bodenbedeckung und auf leicht verwehbares, trockenes Lockermaterial besonders der Fein- und Mittelsandfraktion treffen. Für die Analyse der Entwicklung erosionsauslösender Winde ist die Datenlage begrenzt. Die mittleren Windgeschwindigkeiten und die mittleren Windspitzen sind nur bedingt aussagekräftig, da sie keine Aussage zur Erreichung der Schwellenwerte erosiver Wirkung treffen. Die Windgeschwindigkeiten und -spitzen sind an den Küstengebieten am höchsten und nehmen in einem Nord-Süd-Gefälle ab. Die Zeitreihen zeigen seit den 1950er Jahren keine statistisch signifikanten Trends. Auch Analysen zum Auftreten von Tagen mit Spitzenwindgeschwindigkeiten (Böen) von mindestens 62 bis 74 km/h liefern keine Hinweise auf eine Zunahme. Sie erlauben auch nur begrenzte Aussagen zur Winderosion, da die betrachteten Windstärken deutlich über den Auslöseschwellen für Winderosion liegen können. Im Jahresdurchschnitt überwiegen in Schleswig-Holstein Winde aus westlichen Richtungen, die bei höherer Luftfeuchtigkeit und mehr Niederschlägen zumeist nicht zu nennenswerten Auswehungen führen. Als erosionsauslösend gelten vor allem die oft deutlich trockeneren Ostwinde. Aus der bisherigen Entwicklung des Windgeschehens in Schleswig-Holstein lässt sich kein generell steigendes Risiko für Winderosion ableiten. Bodentrockenheit begünstigt ebenfalls die Winderosion. Für Schleswig-Holstein zeigte sich in den vergangenen gut 60 Jahren eine Zunahme von Tagen mit einer nutzbaren Feldkapazität (nFK)[94] der Böden unter 30 %. Solch niedrige Werten deuten auf Bodentrockenheit hin. Einen gegenläufigen Effekt auf die Winderosionsanfälligkeit lässt sich aus der klimawandelbedingten Verschiebung der Entwicklungsphasen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen ableiten: Eine früher startende Vegetationsperiode ermöglicht grundsätzlich eine frühere Bodenbedeckung im Jahr und könnte die sensible Phase unzureichender Bodenbedeckung im Frühjahr verkürzen.

Als gegenüber Winderosion besonders exponiert gelten Ackerkulturen, da dann in der Fruchtfolge Phasen mit unzureichender oder fehlender Bodenbedeckung auftreten. Die Ackernutzung Schleswig-Holsteins unterlag in den vergangenen zehn Jahren nur geringen Veränderungen, sodass diesbezüglich von einem nennenswerten Einfluss auf die Winderosion nicht auszugehen war. Die Bodenbedeckung ist vor allem beim Anbau von Sommergetreide, Hackfrüchten (Kartoffeln, Zuckerrüben) und Mais in den winderosionssensiblen Phasen des Jahres nur gering. Der Anteil gerade dieser Kulturen an der Ackerfläche ist in Schleswig-Holstein vergleichsweise hoch. Die potenzielle Winderosionsgefährdung wird in Schleswig-Holstein regelmäßig im Zuge der Regelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) auf der Grundlage von Daten zu Oberbodenart, Windverhältnissen und Windhindernissen aktualisiert. Als von der Bodenart besonders anfällig gelten die sandigen Böden des Geestrückens (Vorgeest, Hohe Geest) sowie ackerbaulich genutzte (entwässerte) Moorböden. Die traditionellen Knicks, die erheblich zur Reduzierung der Windgeschwindigkeiten beitragen, sind inzwischen gesetzlich geschützte Biotope. Als nach dieser Analyse am stärksten gefährdet gelten die westlichen und zentralen Landesteile. Die küstennahe Marsch im Westen und das Östliche Hügelland werden deutlich überwiegend als nicht oder nur sehr gering winderosionsgefährdet eingestuft.

Ein systematisches Monitoring zu Winderosionsereignissen gibt es in Schleswig-Holstein nicht. Es gibt aber Einzeluntersuchungen, die nachweisen, dass sich Bodenverluste und Verluste von organischem Kohlenstoff mit den Folgen von Winderosion erklären lassen. Auch der Blick in die Zukunft ist unsicher. Für den Wind gibt es bisher keine eindeutigen Angaben zur künftigen Entwicklung. Bundesweite Projektionen gehen davon aus, dass ab 2050 mehr Starkwindereignisse und starke Böen über der Nordsee und Nordwestdeutschland wahrscheinlich sind, die aber möglicherweise mit stärkeren Niederschlägen einhergehen und unter diesen Umständen keine Winderosion verursachen. Die ebenfalls winderosionsbestimmende Bodentrockenheit könnte nach gutachterlicher Einschätzung vor allem die Geestböden mit schwachem Grundwasseranschluss betreffen. Geht man davon aus, dass auch weiterhin die stärksten Winde im nördlichen Teil von Schleswig-Holstein (und hier direkt an den Küsten) auftreten, könnte es zu einem räumlichen Zusammentreffen der höheren Windgeschwindigkeiten mit einer stärkeren Zunahme von Trockentagen künftig insbesondere in den äußersten nördlichen Landesteilen kommen. Landnutzungsprojektionen des BBSR aus dem Jahr 2020 gehen von einer insgesamt weiter sinkenden Ackerfläche, aber auch einer räumlichen Verlagerung in Schleswig-Holstein aus. Die Verschneidung der aktuell berechneten Winderosionsgefährdung mit der für 2024 projizierten Ackerfläche in Schleswig-Holstein ergibt einen Rückgang der Ackerfläche in Gebieten mit hoher und sehr hoher Erosionsgefährdung. Gleichzeitig

94 Mit der nutzbaren Feldkapazität (nFK) wird die Wassermenge angegeben, die ein Boden pflanzenverfügbar speichern kann.

könnte aber auch eine Verlagerung von Ackerflächen in stärker erosionsgefährdete Gebiete stattfinden. Ob die vom BBSR projizierten Verlagerungen von Ackerflächen aber tatsächlich stattfinden, ist fraglich, denn das Dauergrünlanderhaltungsgesetz, das seit 2013 für Schleswig-Holstein besteht, beinhaltet ein Umwandlungsverbot für Dauergrünland in Ackerland. Der Fokus der Gefährdungsanalyse und Maßnahmenentwicklung wird auch künftig auf die Geest zu richten sein, wo eine schon heute hohe Winderosionsgefährdung mit einer womöglich steigenden Zahl von Trockentagen zusammenfällt und damit Verhältnisse entstehen, die die Böden gegen stärkere Winde anfälliger macht.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Bodenerosion durch Wind“

Wassermangel im Boden

Die Verdunstung aus dem Boden (Evaporation) sowie die Transpiration der Pflanzen haben einen großen Einfluss auf die Zehrung des Bodenwasservorrats. Steigende Bodentemperaturen führen zu einer Erhöhung der Evapotranspiration, also der realen Verdunstung (Wassermenge, die von einem Pflanzenbestand unter natürlichen Bedingungen an die Atmosphäre abgegeben). Sie hat Wasserverluste aus dem Bodenwasservorrat zur Folge. Eine veränderte Sickerwassermenge wirkt sich auf die Grundwasserneubildung sowie die Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen aus dem Bodenprofil aus. Ausgetrocknete Böden haben eine verringerte Wasserleitfähigkeit. Starke Niederschläge führen dann zu verstärktem Oberflächenabfluss, was wiederum Wasserverluste aus der Landschaft und ein erhöhtes Erosionsrisiko zur Folge hat. Trockene Böden und Vegetation erhöhen außerdem die Gefahr von Vegetationsbränden. Nicht zuletzt beeinträchtigen geringe Bodenwassergehalte die Vegetationsentwicklung, mindern also auch Ernteerträge und schädigen Wälder. Zudem ist der Boden selbst ein Ökosystem, das Tieren und Mikroorganismen Lebensraum bietet. Diese können bei sehr tiefreichender Austrocknung der Böden beeinträchtigt werden.

Für die Wassergehalte und -vorräte ist insbesondere die klimatische Wasserbilanz (KWB), berechnet als Differenz von Niederschlag und potenzieller Verdunstung, eine entscheidende Größe: je geringer die Bilanzwerte, desto höher das klimabedingte Risiko von Trockenstress im Boden. In Schleswig-Holstein nehmen die positiven Jahresbilanzwerte tendenziell von Westen nach Osten hin ab. Am positivsten fallen die Bilanzen im Bereich der Geest aus. Ganzjährig negative Bilanzwerte gab es in der Vergangenheit nur lokal im Bereich von Fehmarn. Im Vergleich der beiden Zeiträume 1961–1990 und 1991–2020 sind die KWB-Werte in ganz Schleswig-Holstein höher geworden. Diese Auswertungen schließen allerdings nicht aus, dass in den betrachteten Zeiträumen auch extreme Einzeljahre auftreten, in denen die klimatische Wasserbilanz zumindest regional in Schleswig-Holstein auch negative Werte angenommen haben. Relevant für die Bodenwassergehalte ist auch die Form des Niederschlags. Vor allem Starkregenereignisse, die zu einem erheblichen Teil an der Bodenoberfläche abfließen, können in der Regel nur wenig zur Bildung von Bodenwasservorräten beitragen. Sie verursachen vielmehr Bodenabtrag (siehe die nachstehende Klimawirkung „Bodenerosion durch Wasser“) und tragen dazu bei, dass die Bodenwasserspeicherkapazität im Bodenprofil reduziert wird.

Besonders sensitiv gegenüber Austrocknung sind Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität. Während die Böden in den zentralen Landesteilen der Geest eine geringe nFK im effektiven Wurzelraum aufweisen, sind die Werte in der Marsch, im östlichen Hügelland und in den Niederungen entsprechend (deutlich) höher. Mit zeitlich hochauflösenden Messungen zur Bodenfeuchte wurde in Schleswig-Holstein erst im Jahr 2017 an ausgewählten Messplätzen begonnen, sodass bisher keine langjährigen und für das Land repräsentativen Datenreihen zur Entwicklung der Bodenwassergehalte und -vorräte vorliegen. Auch für die Waldböden liefern die Messungen der Bodenfeuchte im Rahmen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings (LEVEL II) nur für eine einzelne Messstelle Daten. Die (modellierten) Daten des Bodenfeuchte-Viewers des DWD zeigen für die Böden Schleswig-Holsteins, dass in den vergangenen gut 60 Jahren die Zahl der Tage unter 30 % nFK, die Trockenstress bedeuten, sowohl insgesamt als auch für die Landnutzungen Acker und Wald zugenommen hat, wobei die Werte in Abhängigkeit von der Witterung zwischen den Jahren sehr stark schwanken. Das dem Bodenfeuchte-Viewers zugrundeliegende Modell berücksichtigt allerdings den Grundwassereinfluss nicht. Durch den kapillaren Aufstieg von Wasser kann sich die Situation daher lokal oder auch regional günstiger darstellen als nach dem Modell.

Für Schleswig-Holstein gibt es bisher keine systematischen Untersuchungen zur Projektion der Bodenfeuchte (es gibt nur Modellierungen zu Sickerwasserraten, die gewisse Rückschlüsse auf die Bodenwassergehalte zulassen, aber keine unmittelbaren Aussagen zum Trockenstress im Boden zulassen). Bundesweite Modellierungen mit dem Modell AMBAV (Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung) des DWD[95] zeigen die deutlichste Zunahme von Tagen mit Bodenfeuchten unter 30 % nFK im (Süd-)Osten Schleswig-Holsteins. Im Herbst kann bis zur Mitte des Jahrhunderts (2031–2060) die Anzahl dieser Tage um bis zu 10 Tage, bis zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) um bis zu 30 Tage zunehmen. Ursache hierfür sind steigende Lufttemperaturen im Herbst, die die Bodenwasservorräte stärker aufzehren. Für den Frühling/Frühsommer könnte es diesen Projektionen zufolge neben den östlichen auch in den westlichen Landesteilen bis zum Ende des Jahrhunderts zu einer Zunahme der Tage mit Bodentrockenheit kommen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Wassermangel im Boden“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator BO-I-1: Bodentrockenheit[96]

Bodenerosion durch Wasser

Wie die Bodenerosion durch Wind führt auch die Bodenerosion durch Wasser zu einem schleichenden Verlust wertvollen Oberbodens und zu einer Schädigung von Ökosystemen und Infrastruktur in Bereichen, in denen das erodierte Bodenmaterial wieder abgelagert wird. Es können aber auch große Erosionsereignisse in kurzer Zeit den Boden degradieren. Der am stärksten das Ausmaß der Wassererosion bestimmende Klimaparameter ist der Niederschlag. Treffen starke/intensive Regenfälle auf einen nicht (ausreichend) von Vegetation bedeckten Boden, werden Bodenpartikel aus ihrem Gefüge gelöst und hangabwärts transportiert. Bundesweit kommt es infolge des Klimawandels zu häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen vor allem in den Monaten April bis Oktober. Statistisch signifikante Trends lassen sich für Schleswig-Holstein aus der Starkregenstatistik des DWD (basierend auf hochaufgelösten Radardaten) bisher nicht ersehen, aber die Zeitreihe ab 2001 ist noch kurz und Starkregen gehört zu den Extremereignissen, die für statistische Aussagen auf längerfristige Betrachtungen angewiesen sind. Flächenhafte Datenauswertungen zum Regenerosivitätsfaktor (R-Faktor der zur Abschätzung der Erosion genutzten Bodenabtragsgleichung) zeigen, dass es in Schleswig-Holstein insbesondere in der (nord-)westlichen Landeshälfte Bereiche gibt, in denen die R-Faktorwerte im bundesweiten und vor allem im norddeutschen Vergleich hoch sind. Abschätzungen zur potenziellen Erosionsgefährdung aktualisiert das LfU jährlich gemäß der relevanten DIN, neuerdings auch mit einem räumlich differenzierten R-Faktor. Die Ergebnisse der aktuellen Auswertungen zeigen die höchsten Erosionsgefährdungen im „Östlichen Hügelland“, im Bereich der „Hohen Geest“ und in den südlichen „Marschen“. Systematische und flächendeckende Erhebungen zu tatsächlichen Bodenerosionsereignissen und zum Ausmaß der Bodenerosion durch Wasser gibt es in Schleswig-Holstein nicht. Sie sind meist nur lokal verfügbar.

Über einzelne durch Starkregen ausgelöste Ereignisse bis hin zur Gully-Erosion (Tiefenrinnen-Erosion) und Beschädigung angrenzender Infrastrukturen sind für das Östliche Hügelland dokumentiert. Zur Projektion der künftigen Bodenerosion durch Wasser liegen für Schleswig-Holstein keine spezifischen Ausarbeitungen vor. Die im Rahmen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA 2021) des Bundes durchgeführte bundesweite Einschätzung des potenziellen mittleren Bodenabtrags durch Wassererosion auf Ackerflächen ergab sich für Schleswig-Holstein im bundesweiten Vergleich ein eher geringes Risiko, das vorzugsweise die östlichen Landesteile betrifft. Allerdings hat das LfU spezifisch für Schleswig-Holstein im Jahresvergleich 2009 und 2021 eine Zunahme der sehr hoch und extrem hoch erosionsgefährdeten Flächen um rund 60 % bzw. rund 35.000 ha abgeschätzt, woraus sich möglicherweise ein auch für die Zukunft weiter steigendes Risiko ableiten lässt. Grundsätzlich gilt, dass Bodenerosion durch Wasser komplex verursacht ist. Mit Blick auf die klimatische Beeinflussung ist vor allem die Aufeinanderfolge spezifischer Witterungsverhältnisse (beispielsweise Starkregen nach Trockenheit) relevant, die sich in Modellen und Projektion kaum oder nur mit Unsicherheiten abbilden lässt. Auch hat der durch die Klimaveränderungen bedingte Wandel in der ackerbaulichen Bewirtschaftung (Fruchtartenwahl, Bodenbearbeitung etc.) Konsequenzen für die raum-zeitliche Ausprägung der Bodenbedeckung.

95 Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau: S. 359.

96 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BO-I-1.

Mit Blick auf die Bodenerosion und die nach wie vor bestehenden Unsicherheiten bei der Projektion künftiger Entwicklungen ist präventives Handeln zwingend erforderlich. In der Landwirtschaft geht es dabei insbesondere um die Sicherstellung einer möglichst kontinuierlichen Bodenbedeckung.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Bodenerosion durch Wasser“

7.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes (KWRA) aus dem Jahr 2021[95] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 6: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Veränderung der Sickerwasserbildung	Wichtige Aspekte dieser Klimawirkungen überschneiden sich mit der Klimawirkung „Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit“ (Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Kapitel 14). Es wird daher im Handlungsfeld Boden keine separate Betrachtung dieser Klimawirkung vorgesehen.
Bodenvernässung	Insbesondere infolge der erwarteten Zunahme der Winterniederschläge könnte es in Schleswig-Holstein auch abseits von Niederungsgebieten verstärkt zu Bodenvernässung kommen. Auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden schränkt Bodenvernässung die Bearbeitbarkeit der Böden ein, da dann unter anderem auch eine erhöhte Gefahr für Bodenverdichtung besteht (siehe Klimawirkung „Bodenschadverdichtung“). Vernässte Böden hemmen die Sauerstoffzufuhr der Pflanzen über die Wurzeln und damit das Pflanzenwachstum. Unter Sauerstoffabschluss können schädliche Stoffe mobilisiert werden. Außerdem kann es verstärkt zu klimarelevanten Lachgasemissionen kommen. Vernässung auf Ackerflächen kann zu Ernteeinbußen führen, und auf vernässten Waldböden verringert sich die Standfestigkeit der Bäume, was die Windwurfgefahr erhöht[97]. Spezifische Untersuchungen zur Bodenvernässung liegen bisher für Schleswig-Holstein nicht vor. Der DWD hat die Anzahl von Tagen mit einer nFK > 100 % für die Kultur Winterweizen monatsweise für den Referenzzeitraum 1971 bis 2000 berechnet. Die deutschlandweiten Daten zeigen, dass vor allem von Oktober bis April vermehrt Tage mit hoher Bodenfeuchte auftreten. Die Projektionen der KWRA 2021 (nur Oktober) zeigen für die Bedingungen des RCP8.5 bis zur Mitte des Jahrhunderts für den südöstlichen Landesteil eine Zunahme der Anzahl von Tagen mit wassergesättigten Böden. Eine weitere Bearbeitung dieser Klimawirkung wurde für die aktuelle Klimarisikoanalyse nicht vorgesehen. Die Vernässung in den Niederungsgebieten wird im Rahmen der Klimawirkung „Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten“ im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) thematisiert.
Bodenschadverdichtung	Schädliche Bodenverdichtung entsteht hauptsächlich beim Befahren verdichtungsempfindlicher und nasser Böden im Zuge der land- oder forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Schadverdichtung führt zu einem verminderten Porenvolumen, behindert das Wurzelwachstum, verschlechtert den Wasser- und Luftaus-

97 Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau: S. 154.

Klimawirkung	Erläuterungen
	tausch und schädigt in der Folge auch das Bodenleben. Als verdichtungsanfällig gelten in Schleswig-Holstein besonders die ackerbaulich genutzten Böden der Marschen und des östlichen Hügellandes, die hohen Ton-, Schluff- oder Lehmanteile aufweisen. Deutlich weniger verdichtungsgefährdet sind hingegen die überwiegend sandigen und vielfach als Grünland genutzten Geest-Böden, wobei hoch anstehendes Grundwasser oder Stauwasser auch hier die Sensitivität gegenüber Verdichtung erhöht (Verbindungen zur Klimawirkung „Bodenvernässung“). Ein potenzieller Anstieg des Risikos für Schadverdichtung ist voraussichtlich im Norden Schleswig-Holsteins und an der Westküste besonders hoch, denn hier werden die höchsten Niederschlagszunahmen prognostiziert. In der Folge steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es zu wassergesättigten oder gar übersättigten Böden kommt. Längere Feuchtephasen, vor allem in Kombination mit einem früheren Beginn der Vegetationsperiode, kann das Zeitfenster für die Bodenbearbeitung im Frühjahr deutlich verkürzen. Dadurch erhöht sich auch das Risiko, dass die Bodenbearbeitung unter nicht optimalen Bedingungen stattfindet und es dann zu Schadverdichtungen kommt[98]. Für Schleswig-Holstein werden im Umweltportal Gefährdungskarten zur Bodenverdichtung differenziert für Acker- und Grünlandnutzung und für die Zeitabschnitte Oktober bis April sowie Mai bis September bereitgestellt. Die Klimawirkung konnte im Rahmen dieser Klimarisikoanalyse noch nicht bearbeitet werden, ist aber für Schleswig-Holstein von Relevanz.
Veränderungen der Zusammensetzung der Bodenfauna und der biologischen Aktivität	Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Veränderungen in der Bodenbiologie sind nach wie vor Gegenstand der Forschung. Die Klimawirkung wurde in der KWRA 2021 dementsprechend auch thematisch eher allgemein und wenig fokussiert beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass eine generelle Aussage darüber, wie sich die Bodenbiologie durch den Klimawandel verändern könnte, gegenwärtig aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht möglich ist. An konzeptionellen Ansätzen zur Verbesserung der Datengrundlagen wird auf Bundesebene gearbeitet. Für eine Klimarisikoanalyse fehlen aber nach wie vor solide Grundlagen. In Schleswig-Holstein gibt es bislang zudem nur wenige Beobachtungsdaten zur Bodenbiologie. Aus Einzelbeobachtungen lassen sich keine generalisierten Risikoableitungen treffen, direkte Zusammenhänge zu klimawandelbedingten Veränderungen lassen sich kaum herstellen. Es wurde daher entschieden, vorerst keine weitere Betrachtung dieser Klimawirkung in der Klimarisikoanalyse für Schleswig-Holstein vorzusehen.
Veränderungen des Bodenkohlenstoffvorrats	Die Kohlenstoffgehalte und -vorräte eines Bodens sind von sehr vielen Faktoren beeinflusst, und die Zusammenhänge mit dem Klimawandel sind nicht eindeutig. Es werden teilweise gegenläufige Trends beobachtet. Steigende Jahresmitteltemperaturen führen generell zu einer Erhöhung der mikrobiellen Aktivität im Boden. Zudem verlängert sich möglicherweise die Dauer der Aktivität der Bodenmikroorganismen durch die verlängerte Vegetationsperiode. Vermehrte mikrobielle Aktivität führt zu einem verstärkten Abbau der organischen Bodensubstanz. Der Umfang des damit verbundenen Humusschwunds ist stark abhängig von der Temperatur und dem Feuchtegehalt des Bodens. Zudem können Böden infolge verstärkter Erosion mit dem Abtrag von humosem Oberboden relevante Mengen an Humus verlieren. Gleichzeitig könnte aber den Böden durch wärmebegünstigte Produktivitäts- und damit verbundenen Biomassesteigerungen der Pflanzen auch verstärkt organisches Material zugeführt werden. Möglicherweise kompensieren sich beide Prozesse, aber es kann standortbedingt auch ein Nebeneinander von Humusmehrung und Humuszehrung geben.

98 Internetauftritt des MEKUN: „Auswirkungen des Klimawandels auf die Böden Schleswig-Holsteins“ (letzte Aktualisierung: 24.04.2015).

Klimawirkung	Erläuterungen
	Im Rahmen einer Studienabschlussarbeit wurden für Schleswig-Holstein Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Humusentwicklung durchgeführt. Die Ergebnisse waren aber nicht eindeutig[99]. Für die 37 Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein lässt sich bisher kein klarer Trend erkennen. Auswertungen des Thünen-Instituts von Daten der Bodenzustandserhebung im Wald deuten hingegen auf einen klimawandelbedingten Humusabbau hin. Da der Erhalt und Aufbau von Humus als natürlicher Kohlenstoffspeicher in Böden von terrestrischen Ökosystemen gemäß § 31 des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes (EWKG) zwingend ist, werden Untersuchungen zum Kohlenstoffspeicherpotenzial von Ackerböden in Schleswig-Holstein durchgeführt. Für die in Schleswig-Holstein weit verbreiteten Moorböden wird davon ausgegangen, dass sich vor allem bei den (landwirtschaftlich) genutzten Moorböden die Nutzungseinflüsse gravierender auf die Torfzehrung auswirken als der Klimawandel. Diese Moorböden (vor allem in den Geestlandschaften und im Östlichen Hügelland) sind schon heute infolge von Entwässerungsmaßnahmen und Grundwasserabsenkung hinsichtlich ihres Humusgehaltes deutlich verändert. Zunehmende Sommertrockenheit kann die Mineralisation der Torfe weiter vorantreiben. Allerdings könnte eine Zunahme der Winterniederschläge auch Prozesse der Humusakkumulation begünstigen. Im Rahmen des „MoMoK“-Projekts zum Moorbodenmonitoring des Thünen-Instituts wurden aktuell Messungen an fünf Messstandorten in Schleswig-Holstein unter anderem zur Moorsackung aufgenommen. Es liegen noch keine Ergebnisse vor. Da die Thematik der Kohlenstoffspeicherung in Böden auch im Kontext des Klimaschutzes eine herausragende Rolle spielt, wurde entschieden, die Klimawirkung in der Klimarisikoanalyse zunächst nicht prioritär zu bearbeiten. Biodiversitätsrelevante Aspekte von Klimawirkungen auf Moore (inkl. Beeinträchtigung torfbildender Pflanzen) werden in der Klimawirkung „Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten“ im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) thematisiert.
Veränderungen der Filter- und Pufferfunktionen von Böden	Die KWRA 2021 thematisiert innerhalb dieser Klimawirkung wiederholt die Themen Erosion und Humusgehalt und bewertet die Klimawirkung mit einem nur geringen Risiko und ohne besonders dringenden Handlungsbedarf. Die Autorinnen und Autoren schlussfolgern zu dieser Klimawirkung, dass durch die komplexen Wechselwirkungen keine eindeutige Entwicklungstendenz für die Veränderung der Bodenfunktionen durch den Klimawandel ableitbar wäre. Aus denselben Gründen wurde auch in Schleswig-Holstein von einer weiteren Betrachtung dieser Klimawirkung abgesehen.
Veränderung der Produktivität von Böden	Die Produktionsfunktion kennzeichnet die Eigenschaften des Bodens als Standort für Nahrungs- und Futterpflanzen sowie für nachwachsende Rohstoffe und den Wald. Es ergeben sich starke Überschneidungen mit Klimawirkungen aus den Handlungsfeldern Landwirtschaft („Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“) und Forstwirtschaft („Einbruch des stehenden Holzvorrats, sinkendes Holzaufkommen, Herausforderungen für den Holzmarkt“). Die letztgenannte Klimawirkung wurde zwar für diese Klimarisikoanalyse nicht weiter bearbeitet, bei einer perspektivischen Bearbeitung wäre aber die Produktionsfunktion der Waldböden mit zu betrachten. Da die Bodenfruchtbarkeit auch im Zusammenhang mit der Bodenwasserversorgung steht, besteht zudem eine Schnittstelle mit der Klimawirkung „Wassermangel im Boden“ in diesem Handlungsfeld.

99 Böhm, 2008: Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Eigenschaften und Entwicklung der Böden Schleswig-Holsteins. Eine Abschätzung anhand von Prognosen des regionalen Klimamodells WETTREG. Diplomarbeit an Leibniz Universität Hannover, Institut für physische Geographie und Landschaftsökologie. Hannover, 119 S.

Klimawirkung	Erläuterungen
	Da kein Mehrwert von einer separaten Bearbeitung dieser Klimawirkung gesehen wurde, wurde von einer weiteren Bearbeitung in der Klimarisikoanalyse (auch für deren perspektivische Weiterentwicklung) abgesehen.
Beeinträchtigungen durch Rutschungen und Muren	Gefährdungen durch Rutschungen und Muren sind für das Hoch- und Mittelgebirge relevant. In Schleswig-Holstein werden zwar zumindest in Teilen des Landes einzelne Ereignisse aufgenommen, im Vergleich zu anderen Bundesländern mit höheren Gebirgsanteilen ist diese Klimawirkung aber von nur untergeordneter Bedeutung. Es wurde daher entschieden, für Schleswig-Holstein keine weitere Betrachtung der Klimawirkung in der Klimarisikoanalyse vorzusehen.

7.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Der Boden ist die Grundlage des Lebens und Wirtschaftens auf der Erde. Folgerichtig sind die meisten bewerteten Klimawirkungen in diesem Handlungsfeld als sozial, ökologisch und wirtschaftlich hoch- bis sehr hochbedeutend bewertet worden. Eine hohe bis sehr hohe soziale Bedeutung sahen die Fachleute für die „Bodenerosion durch Wasser“. Die Klimawirkungen „Bodenerosion durch Wind“, „Wassermangel im Boden“, „Bodenvernässung“ und „Bodenschadverdichtung“ wurden als sozial hochbedeutend bewertet.

Die ökologische Bedeutung von Bodenerosion durch Wasser wurde von den Fachleuten als sehr hoch eingeschätzt, weil sie die Oberflächengewässer belastet. Insbesondere von landwirtschaftlich genutzten Flächen können auf diesem Wege übermäßig viele Nähr- und Schadstoffe in die Gewässer eingetragen werden. Die Klimawirkung "Veränderungen des Bodenkohlenstoffvorrats" wurde nur für die Moorböden, nicht aber für alle anderen Böden, als ökologisch hochbedeutend bewertet. Deshalb wurde sie im Workshop nicht weiter berücksichtigt. Die ökologische Bedeutung der Klimawirkungen „Bodenerosion durch Wind“, „Wassermangel im Boden“, „Bodenvernässung“ und „Bodenschadverdichtung“ wurde insgesamt als hoch bewertet.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Klimawirkungen wurde ebenfalls durchweg als hoch bewertet. Nur für die Klimawirkung „Veränderungen des Bodenkohlenstoffvorrats“ wurde sie im Bewertungsworkshop zu „gering“ geändert, nachdem die Moore als Sonderfall aus der Bewertung ausgeschlossen wurden. Jenseits der Moore sind aktuell keine großen Veränderungen des Bodenkohlenstoffvorrats in Schleswig-Holstein zu erwarten.

Der fast durchweg hohen Bedeutung der Klimawirkungen im Handlungsfeld Boden entsprechend wurde von den Bewertenden für alle Klimawirkungen Handlungsbedarf seitens der Landesregierung in den kommenden Jahren gesehen.

7.4 Handlungsziel

Erhalt der Widerstandsfähigkeit und Funktionsfähigkeit der Böden in Zeiten des Klimawandels

Zur Zielerreichung müssen die natürlichen Bodenfunktionen, aber auch die Funktionen für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung erhalten und gestärkt werden. Dabei sind auch sonstige wirtschaftliche Nutzungsinteressen zu berücksichtigen. Viele der hier beschriebenen Maßnahmen sind keineswegs neu und richten sich an verschiedene Akteure sowohl aus der Land- und Forstwirtschaft als auch der Landesplanung sowie an Kommunen als Träger der Bauleitplanung. Dabei ist zu beachten, dass Böden, die in besonderem Maße zum Klimaschutz beitragen (vor allem organische Böden), auch besonders schützenswert sind. So gelten zum Beispiel der Moorschutz und die Wiedervernässung als zentrale Bestandteile für den Klimaschutz bei der Landnutzung. Hier bestehen enge Bezüge zu den Handlungsfeldern Landwirtschaft (Kapitel 8), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) sowie Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14). Die Datengrundlage über das Vorkommen und die Verbreitung solcher Böden ist essentiell, um gezielt standortbezogene Anpassungsmaßnahmen implementieren zu können.

Die Versiegelung von Böden führt zum Verlust von nahezu allen natürlichen Bodenfunktionen. Eine wirksame Verringerung der Flächeninanspruchnahme, sinnvolle Nachnutzungen bereits versiegelter Flächen und unter bestimmten Voraussetzungen auch die Entsiegelung versiegelter Flächen sind daher wichtige politische Zielsetzungen zum Schutz der Böden sowie auch als Grundsätze der Raumordnung verankert (vergleiche Kapitel 11). Die Maßnahmen zur Erreichung dieser Handlungsziele entfalten gleichzeitig Synergien zu anderen Handlungsfeldern, wie zum Beispiel den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) sowie Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

Die Stärkung des Bodenschutzrechts ist ein Handlungsziel auf Bundesebene, welches von der Landesregierung Schleswig-Holstein grundsätzlich unterstützt und im Rahmen einer Novellierung des Bundes-Bodenschutzgesetzes durch die Bundesregierung geprüft wird. Es werden insbesondere die Erweiterung des Bodenschutzrechts um Aspekte des Klimawandels, der Biodiversität, der Stärkung des vorsorgenden Bodenschutzes sowie die Weiterentwicklung der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung geprüft.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

7.5 Maßnahmen zur Anpassung

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen sind geeignet, um die Resilienz von Böden zu steigern und die natürlichen Bodenfunktionen auch unter dem Einfluss des Klimawandels zu erhalten und zu verbessern. Zum Teil haben die Maßnahmen bereits Eingang in fachrechtliche Regelungen oder in die Regelungen zur Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) gefunden. Die Eignung einzelner Maßnahmen zur Zielerreichung muss im Einzelfall vor Ort bewertet werden.

7.5.1 Schutz von organischen Böden und Wiedervernässung von entwässerten Moorböden

Im Vergleich zu mineralischen Böden besteht bei organischen Böden ein deutlich größeres Potential, Kohlenstoffverluste (und damit Treibhausgasemissionen) zu vermeiden, aber auch durch die Erhaltung der Torfsubstanz einer Bodensackung vorzubeugen. Zudem besteht die Möglichkeit, durch Wiedervernässung eine Senke für Kohlenstoff zu schaffen. Der Schutz und die Wiedervernässung organischer Böden spielen somit eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Klimaziele.

Instrumente

- Seit 2020 wird der biologische Klimaschutz und damit auch der Schutz von organischen Böden mit dem Landesprogramm „Biologischer Klimaschutz durch Moorschutz und Neuwaldbildung“[100] gefördert und umgesetzt. Zentrale Maßnahmen des Programms sind die Renaturierung entwässerter Moorböden, die Naturwaldneubildung sowie die Umwandlung von Acker in extensiv genutztes Dauergrünland.

- Für den Schutz der Moore durch Vernässung hat zudem schon 2011 das Moorschutzprogramm für Schleswig-Holstein[101] wichtige Impulse geliefert. Im Rahmen des Moorschutzprogramms wurden die Aktivitäten für den Schutz und die Regeneration der Moore in Schleswig-Holstein gebündelt.

- Auch im Prozess für die Zukunft der Niederungen ist der Schutz von organischen Böden ein wesentlicher Bestandteil für eine zukunftsfähige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung in diesen Regionen. Über die Richtlinie für Maßnahmen in den Niederungen fördert das Land beispielsweise auch die Sicherung und Vernässung kohlenstoffreicher Böden.

100 Landesregierung Schleswig-Holstein, 2020: Biologischer Klimaschutz durch Moorschutz und Neuwaldbildung, Bericht der Landesregierung, Drucksache 19/2326.

101 Landesregierung Schleswig-Holstein, 2011: Moorschutzprogramm für Schleswig-Holstein, Bericht der Landesregierung, Drucksache 17/1490.

- Der Schutz von Dauergrünland vor der Umwandlung in Ackerland im Falle von kohlenstoffreichen Böden und das Verbot der Erstanlage einer Entwässerung ist Bestandteil des Dauergrünlanderhaltungsgesetzes (DGLG) des Landes Schleswig-Holstein von 2013.

- Den Schutz von Dauergrünland greifen auch die Regelungen der GAP zum guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ) auf. GLÖZ 2 und GLÖZ 9 definieren den Schutz von Feuchtgebieten und Mooren sowie von umweltsensiblem Dauergrünland. GLÖZ 2 formuliert außerdem zusätzliche Vorgaben für die Instandhaltung vorhandener Drainagen oder Gräben. Weitere Vorgaben zum Schutz von Böden sind in der GAP-Konditionalitäten-Durchführungsverordnung (GAPKondDVO) des Landes festgeschrieben.

- Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2023) sind für Solar-Freiflächenanlagen auf bisher entwässerten landwirtschaftlich genutzten Moor- und Anmoorböden besondere Fördermöglichkeiten vorgesehen, die an die Wiedervernässung der Flächen gebunden sind und so einen Beitrag zum Erhalt dieser Böden leisten können. Der am 09.09.2024 in aktualisierter Fassung veröffentlichte Beratungserlass des Landes „Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich“ greift das Thema Moor-Photovoltaik auf und gibt weitere Hinweise zu Planung, Errichtung und Ausgestaltung der Anlagen, beispielsweise zur Vermeidung von Bodenverdichtungen oder den mit der Wiedervernässung zu erreichenden Mindestwasserständen.

Unterziele

- Erhalt von organischen Böden

- Erhöhung des Anteils an vernässten Mooren

Synergien

- Die Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 10), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Forstwirtschaft (Kapitel 9).

7.5.2 Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme

Die Inanspruchnahme von Freiraumflächen, insbesondere für Siedlungs- und Verkehrsflächen, stellt aufgrund der damit einhergehenden Bodenversiegelung und/oder -verdichtung häufig einen unwiederbringlichen Verlust von natürlichen Bodenfunktionen und damit auch eine Schwächung der Resilienz des Bodens gegenüber Klimaänderungen dar. So kann beispielsweise Niederschlagswasser aus (Stark-)Regenereignissen oft nicht mehr vollständig von versiegelten beziehungsweise verdichteten Bodenflächen aufgenommen werden. Der dadurch verstärkte Oberflächenabfluss kann dann zu Hochwasser, Überschwemmungen und/oder einer Überbelastung der Abwassersysteme führen. Zusätzlich führt die Versiegelung von Böden mit der Entfernung der Vegetation auch zu einem Verlust der Kühlungsfunktion. Entsprechend dem aus der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie[102, 103] resultierenden Ziel, die Flächenneuinanspruchnahme bis 2030 auf unter 30 Hektar pro Tag zu reduzieren, hat die Landesregierung für Schleswig-Holstein unter Einbeziehung der eigenen Flächengröße einen Zielwert zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme von unter 1,3 Hektar pro Tag als Grundsatz festgesetzt[104]. Dieser Wert wird aktuell noch nicht erreicht (gleitender 4-Jahresschnitt für 2024 beträgt 2,8 Hektar pro Tag) und gerät unter anderem neben dem Kerntreiber Siedlungsentwicklung aufgrund zunehmender Inanspruchnahme von landwirtschaftlich genutzten Flächen für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen verstärkt unter Druck. Hinzu kommen weitere Versiegelungen, die durch die zunehmend dezentrale Energieversorgung (unter anderem durch deren Netzinfrastruktur, Umspannwerke und Batteriespeicher) entstehen können. Hier gilt es, Zielkonflikte zwischen Klima- und Bodenschutz zu lösen. In Schleswig-Holstein sind bislang regelmäßig gute Kompromisse gefunden

102 Bundesregierung, 2016: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. (Stand: 28.04.2017).

103 Bundesregierung, 2020: Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, Weiterentwicklung 2021. (Stand: 15.12.2020).

104 Landesverordnung über den Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein - Fortschreibung 2021 (LEP-VO 2021).

worden. So liegt die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Schleswig-Holstein mit 13,8 % unter dem Bundesdurchschnitt von 14,6 % (Stand: 31.12.2024).

Im städtischen Raum führen unversiegelte Böden, insbesondere dauerhaft begrünte Flächen, zu einer Begünstigung und Verbesserung des Mikroklimas. Die dadurch erzielte Kühlleistung sollte genutzt und gefördert werden, um den prognostizierten zunehmend hohen Temperaturen in städtischen und dicht besiedelten Gebieten (sogenannten Hitzeinseln) im Sommer entgegen zu wirken. Des Weiteren leisten unversiegelte Böden einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Wasserspeicherung und helfen somit, die Auswirkungen von Starkregenereignissen zu reduzieren (Konzept Schwammstadt). Jedoch sind bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Entsiegelung und Begrünung auch mögliche Konflikte zum Ziel des Vorrangs der Innenentwicklung vor der Außenentwicklung im städtischen Raum[19] zu berücksichtigen. Einen Ansatz für eine nachhaltige, klimaangepasste und resiliente Stadtentwicklung stellt hierbei die mehrfache Innenentwicklung“ dar[105], die Möglichkeiten aufzeigt, Flächenpotenziale der Innenentwicklung baulich sinnvoll zu nutzen, zugleich innerstädtische Grün-/Freiflächen zu erhalten, zu vernetzen und zu qualifizieren sowie auch die Verkehrsflächen und deren (Um-)Gestaltung in diese Betrachtung mit einzubeziehen. Die Etablierung von naturbasierten Lösungen in städtischen Bereichen (wie beispielsweise die Nutzung grüner Fassaden oder Gründächer) kann einen Beitrag zur Klimaanpassung leisten und zur Steigerung der städtischen Klimaresilienz führen.

Instrumente

- Flächensparen ist ein zentrales Thema des 2021 in Schleswig-Holstein etablierten Landesprogramms zum Schutz der Böden und zum nachhaltigen Flächenmanagement[106]. Nebst Berücksichtigung auf der Planungsebene (zum Beispiel im Landesentwicklungsplan) und in der Kommunikation wird dieser Teil des Landesprogramms unter anderem mit folgenden zwei Förderrichtlinien unterstützt:

  (1) Die 2023 veröffentlichte und 2024 neugefasste Förderrichtlinie zur Förderung von Vorhaben zur Flächenrevitalisierung und Altlastensanierung im Rahmen des schleswig-holsteinischen EFRE-Programms 2021-2027 unterstützt kommunale Vorhaben zur Flächenentsiegelung und Flächenrevitalisierung im urbanen Raum mit dem Ziel der ökologischen Nachnutzung. Dadurch werden die Wasseraufnahmefähigkeit und die Kühlungsfunktion des Bodens verbessert.

  (2) Mit der 2021 überarbeiteten Altlasten-Förderrichtlinie werden Flächenrecyclingvorhaben zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme mit dem Ziel der Etablierung einer Flächenkreislaufwirtschaft finanziell unterstützt.

- Weitere Förderprogramme, die auch auf die Reduzierung des Flächenverbrauchs abzielen, sind die Städtebauförderung, die Wohnraumförderung, die Dorferneuerung und -entwicklung sowie die Fördermöglichkeiten der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW).

- Darüber hinaus hat die Landesregierung für den Zeitraum von 2021 bis 2026 ein ressortübergreifendes Projekt „Nachhaltiges Flächenmanagement“ eingesetzt, mit dem Ziel, Kommunen und andere Interessengruppen in Schleswig-Holstein an dieses Thema heranzuführen und Hilfestellungen (unter anderem durch Beratung, finanzielle Förderung oder auch Arbeitshilfen) zu geben. Dieses zeitlich begrenzte Projekt sollte den Anstoß dazu geben, das Bewusstsein und den Bedarf zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme sowie die Erforderlichkeit für ein nachhaltiges Flächenmanagement aufzuzeigen. Die Aufgabe „nachhaltiges Flächenmanagement“ ist bereits vor Ablauf des Landesprojektes fest in den Aufgabenbereich der Landesplanung im Innenministerium integriert worden. Auch über 2026 hinaus wird der ressortübergreifende Austausch zu diesem Themenbereich fortgeführt. Zudem sollen Bestandteile des Projekts wie die oben genannten Förderrichtlinien, die Bereitstellung des Flächenmanagementkatasters zur Erfassung von Innenentwicklungspotenzialen und das Netzwerk “Nachhaltiges Flächenmanagement“ fortgeführt werden.

105 BMWSB, 2025: Sechs Fragen an Stefan Rettich - Ein Gespräch über Zukunftsquartiere, Flächenressourcen und innovative Ansätze der Quartiersentwicklung.

106 MIKWS und MEKUN, 2021: Landesprogramm zum Schutz der Böden und zum nachhaltigen Flächenmanagement.

Unterziele

- Reduzierung neuer Flächeninanspruchnahme und -versiegelung
- Sicherung und Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktion

Synergien

- Die Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) auf.

7.5.3 Erhöhung der Bodenbedeckung und Erosionsverminderung

Maßnahmen wie die Kompost- und Gründüngung, der Zwischenfruchtanbau und die Untersaat beziehungsweise Mulchauflage dienen der Minimierung der Zeit ohne Bodenbedeckung. Weiterhin wird die Wassererosion vermindert und durch eine gesteigerte Zufuhr an organischen Materialien der Humushaushalt stabilisiert. Auch Grünstreifen, Feldgehölze und Hecken sowie Agroforstsysteme können die Erosion durch Wasser oder Wind mindern und dienen zusätzlich der Biodiversität.

Instrumente

- Im Landesprogramm zum Schutz der Böden und zum nachhaltigen Flächenmanagement[21] werden im Kapitel Landwirtschaft verschiedene Maßnahmen aufgeführt, die die Sicherstellung der guten fachlichen Praxis in der Landbewirtschaftung zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit adressieren. Hierzu zählen unter anderem auch Maßnahmen zur Erhöhung der Bodenbedeckung und Erosionsvermeidung sowie zur Wissensvermittlung.
- Eine weitere Möglichkeit zur Minderung von Erosion ist die Anlage von Agroforstsystemen sowie die Anlage von Gehölzen an Gewässerrandstreifen. Beide Maßnahmen sind im Klimaschutzprogramm 2030[107], das im Dezember 2024 vom Kabinett verabschiedet wurde, enthalten. Zur Anlage von Agroforstsystemen ist eine neue GAK-Maßnahme „Investitionsförderung zur Einrichtung von Agroforstsystemen“ in Schleswig-Holstein geplant. Es ist zu prüfen, ob eine Förderung von Gehölzen an Gewässerrandstreifen im Rahmen eines Landesprogramms oder auch mit EU- oder Bundesmitteln der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) umgesetzt werden kann.
- Auch in der GAP sind über die GLÖZ-Standards Maßnahmen zur Sicherstellung einer Mindestbodenbedeckung, zum Beispiel durch mehrjährige Kulturen, Winterkulturen, Zwischenfrüchte, Begrünungen und Mulchauflagen, sowie die Begrenzung von Erosion unter anderem durch Pflugverbote in sensiblen Zeiträumen festgeschrieben (GLÖZ 5 und 6).

Unterziele

- Bodenschutz durch Erhöhung der Bodenbedeckung
- Verminderung der Erosion durch Wind und Wasser
- Stabilisierung des Humushaushalts
- Förderung der Biodiversität
- Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit

107 MEKUN, 2024: Klimaschutzprogramm 2030.

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Landwirtschaft (Kapitel 8) und Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) auf.

7.5.4 Schutz vor Bodenverdichtung und Erhöhung der Bodenstabilität

Bodenverdichtung wird vor allem durch leichtere, dem Standort angepasste Maschinen und an der Bodenfeuchte orientierte Bearbeitungsgänge verringert, so dass die natürlichen Bodenfunktionen geschützt werden können.

Eine konservierende, pfluglose Bodenbearbeitung erhöht die Stabilität des Bodens und damit seine Fähigkeit, extremen Witterungsbedingungen und hohen mechanischen Drücken durch Befahrung Stand zu halten. Erosionsprozesse können dadurch verringert und die Eigenstabilität gegenüber Bodenverdichtung erhöht werden. Auf der anderen Seite treten bei konservierender Bodenbearbeitung aber auch negativ zu bewertende Effekte auf, beispielsweise ein steigender Pflanzenschutzmitteleinsatz. Die Vor- und Nachteile einer reduzierten Bodenbearbeitung sind einzelfallabhängig und müssen dementsprechend fallspezifisch abgewogen werden.

Instrumente

- Bodenverdichtung muss gemäß § 17 des BBodSchG so weit wie möglich vermieden werden. Maßnahmen, welche ausschließlich auf die Vermeidung von bewirtschaftungsbedingter Bodenverdichtung ausgerichtet sind, sind bislang nicht Bestandteil der Mindeststandards der GAP. Die Landesregierung setzt verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung um, wie die Erweiterung der bestehenden freiwilligen Gewässerschutzberatung für landwirtschaftliche Betriebe mit Aspekten des Bodenschutzes, die Bereitstellung von Werkzeugen zur Beurteilung des Bodenzustandes im Feld, die Formulierung von Praxisempfehlungen, die Durchführung von Praxistagen sowie die öffentliche Bereitstellung von Karten für die Verdichtungsgefährdung der Böden im Umweltportal als Informations- und Beratungsgrundlage[21].

Unterziel

- Erhöhung der Bodenstabilität
- Verminderung der Erosion durch Wind und Wasser
- Verringerung von Bodenverdichtung

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zum Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) auf.

7.6 Best-Practice-Beispiele

7.6.1 Erforschung der Kohlenstoffspeicherpotenziale der Böden in Schleswig-Holstein

Eine Forschungskooperation des Landesamtes für Umwelt (LfU) Schleswig-Holstein mit der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Kiel beschäftigt sich seit 2021 mit dem Thema Kohlenstoffspeicherpotenziale in Böden in Schleswig-Holstein. Ziel ist die Abschätzung, welche zusätzlichen Potenziale zur Festlegung von Kohlenstoff im Boden vorhanden und nutzbar sind und mit welchen Maßnahmen diese Potenziale gehoben wer-

den können. Neben dem Klimaschutz beinhalten diese Fragen auch Aspekte der Klimawandelanpassung, da gut mit Humus versorgte Böden mit hoher Bodenfruchtbarkeit gleichzeitig eine höhere Resilienz gegenüber klimabedingten Änderungen wie beispielsweise Trockenperioden oder Starkregenereignissen aufweisen. Das Projekt wurde bereits abgeschlossen. Zurzeit wird die wissenschaftliche Veröffentlichung seitens der HAW Kiel vorbereitet. Nach dieser Veröffentlichung soll der Endbericht auch seitens des Landes online bereitgestellt werden.

7.6.2 Verminderung der Winderosionsgefährdung an Autobahnen

Im Fachbericht „Verkehrsgefährdungen durch Sand- und Staubverwehungen in Schleswig-Holstein“ hat das LfU die Risikoschwerpunkte für Verkehrsgefährdungen durch Sand- und Staubverwehungen in Schleswig-Holstein identifiziert und geeignete Gegenmaßnahmen zusammengefasst. Die landwirtschaftlichen Betriebe wurden mit Blick auf die standortangepasste Nutzung einzelbetrieblich sensibilisiert. Ergänzend prüft die Trägerin der Straßenbaulast Maßnahmen zur Verminderung von Sichtbehinderungen und zur Vorbeugung eventueller Gefahren für den Straßenverkehr durch Sichtbehinderungen.

7.6.3 Flächenrevitalisierung in der Gemeinde Kronshagen

Mit der Förderung des Landes über die Altlasten-Förderrichtlinie wird ein seit fast 20 Jahren nicht mehr genutzter Grandplatz in der Gemeinde Kronshagen entsiegelt und der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemacht. Gerade im städtischen Raum ist die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen und die dauerhafte Begrünung der Flächen eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch Abpufferung von Hitzewellen oder Starkregenereignissen.

Durch die Funktion des Bodens an der Schnittstelle zu anderen Handlungsfeldern, insbesondere dem Handlungsfeld Landwirtschaft, wird auf weitere Best-Practice-Beispiele verwiesen, die schwerpunktmäßig beim Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft gebündelt und dort beschrieben sind (Kapitel 8).

8 Landwirtschaft

8.1 Relevanz des Handlungsfelds

Schleswig-Holstein ist ein Agrarland: Rund 62 % der Fläche unterliegen landwirtschaftlicher Nutzung. Die Landwirtschaft ist damit auch ein bedeutender Wirtschaftszweig. Den aktuell verfügbaren Daten der Agrarstrukturerhebung zufolge gab es 2023 in Schleswig-Holstein insgesamt 11.630 landwirtschaftliche Betriebe, die eine Fläche von knapp 980.000 ha bewirtschaftet haben[108]. Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe geht in Schleswig-Holstein wie in ganz Deutschland zurück. Dieser Rückgang betrifft vor allem die Betriebe der Rinder- und Schweinehaltung. Der Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche vollzieht sich hingegen weniger deutlich, was darauf hindeutet, dass sich auch in Schleswig-Holstein ein Konzentrationsprozess vollzieht, der zu größeren Betrieben führt. In der schleswig-holsteinischen Landwirtschaft wurde im Jahr 2022 ein Produktionswert in Höhe von 5.059 Millionen Euro erwirtschaftet, ein Drittel davon allein durch die Erzeugung von Milch, gefolgt von Getreide mit 15 % sowie Futter- und Energiepflanzen mit 10 %. Im Jahr 2023 hatten rund 58 % aller Landwirtschaftsbetriebe ihren betriebswirtschaftlichen Schwerpunkt in der Tierhaltung. Der starke Fokus auf die Tierhaltung äußert sich auch in der Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche. Auf rund zwei Drittel der landwirtschaftlichen Fläche wird Ackerbau betrieben. Silomais und Winterweizen sind dabei die Kulturen mit dem höchsten Flächenanteil. Der räumliche Schwerpunkt der Ackernutzung liegt im Naturraum Östliches Hügelland. Die zweitwichtigste Bodennutzungsart ist Dauergrünland[109]. Der größte Anteil des Dauergrünlandes ist in der Geest zu finden.

Der Sektor „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“ ist prägend für Schleswig-Holstein und wirtschaftlich, ökologisch und gesellschaftlich sowie landeskulturell von großer Bedeutung. Die Landwirtschaft begründet regionale Wertschöpfungsketten, ist wesentlich für die Beschäftigung im ländlichen Raum, prägt mit ihrem überwiegenden Anteil an der Flächennutzung das Landschaftsbild und nimmt entscheidenden Einfluss auf die biologische Vielfalt im Offenland.

Die landwirtschaftliche Produktion steht in unmittelbarer Abhängigkeit von Wetter und Witterung, und der Klimawandel ist ein wesentlicher Faktor, der über die Zukunft der Landwirtschaft entscheidet. Die Landwirtschaftsbetriebe sind in Schleswig-Holstein mit einer Vielzahl unterschiedlicher Klimawandelfolgen konfrontiert, die ihren wirtschaftlichen Erfolg beeinflussen. Trockenheit und Winderosion verursachen vor allem in der Geest Bewirtschaftungsprobleme, führen aber auch im Östlichen Hügelland zu Ernteeinbußen. Die Marsch unterliegt den Einflüssen des steigenden Meeresspiegels, der zu Überflutungen landwirtschaftlicher Flächen führen kann. Auch Extremwetterereignisse wie Stürme können landwirtschaftliche Kulturen stark beeinträchtigen. Nicht zuletzt leiden auch die Nutztiere unter der zunehmenden Hitze.

8.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

8.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen

Der Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode und einzelne Wetterereignisse sind für die Höhe und Qualität der Erträge entscheidend. Ertragsbestimmend sind sowohl die Mitteltemperaturen, die Temperatursummen, die Dauer der Vegetationsperiode, die Niederschlagshöhe und deren jahreszeitliche Verteilung als auch Extremereignisse wie Hitze, Stark- und Dauerregen, Hagel und Frost. Während die Vegetationsperiode seit den 1950er Jahren in Schleswig-Holstein immer länger wird, die CO_2-Gehalte in der Atmosphäre steigen und sich damit für einige Kulturen die Anbaubedingungen verbessern, nehmen gleichzeitig Hitze und (Boden-)Trocken-

108 Statistik Nord, 2024: Strukturwandel schreitet weiter voran; besonders viehhaltende Betriebe betroffen. Statistik informiert Nr. 6/2024. (Stand: 16.01.2024).

109 MLLEV, 2025: Landwirtschaft in Schleswig-Holstein – ein Porträt in Zahlen. Kiel.

heit zu. Vor allem auf den Standorten mit geringer natürlicher Ertragsfähigkeit wie der Geest, wo sich die Böden durch ein geringes Wasser- und Nährstoffrückhaltevermögen auszeichnen, können diese Klima- und Witterungsveränderungen zu Ertragseinschränkungen führen.

Die Ertragsentwicklung ist neben den klimatischen Rahmenbedingungen von weiteren Faktoren abhängig. So haben Züchtungsfortschritte und Weiterentwicklungen in der Agrartechnik (Pflege- und Erntetechniken, Düngung, Pflanzenschutz) in den letzten Jahren und Jahrzehnten zu einer Steigerung der Produktivität in der Landwirtschaft geführt. Gleichzeitig spielen die Entwicklung der Produktpreise sowie die Preise für Betriebsmittel wie Dünger und Pflanzenschutzmittel eine wichtige Rolle, denn sie bestimmen über die Bewirtschaftungsintensität. In den letzten 20 Jahren ist unter anderem beim Winter- und Sommerweizen sowie der Winter- und Sommergerste eine Stagnation der Erträge erkennbar. Beim Silomais wird hingegen nach wie vor eine Ertragssteigerung beobachtet, was sich vermutlich unter anderem auf höhere Wärmesummen zurückführen lässt. Man geht davon aus, dass die Witterungseinflüsse inzwischen eine zunehmend bedeutende Rolle für die Ertragshöhen und -qualitäten spielen. Deutlicher als bei der Entwicklung der absoluten Ertragshöhen bildet sich der Einfluss der Witterung bei den zwischenjährlichen Ertragsschwankungen ab. Während sich die Betriebe auf längerfristige Klimaveränderungen mit der Fruchtarten- und Sortenwahl sowie den betrieblichen Abläufen vorbereiten und sich züchterischen und technische Fortschritte zunutze machen können, sind Reaktionen auf überraschende Witterungskonstellationen nur in eingeschränktem Umfang möglich. Starke interannuelle Ernteunterschiede erschweren die betriebliche Planung und erhöhen die Produktionsrisiken. Zuletzt brachte das Jahr 2018 unter anderem beim Winterweizen und Silomais massive Ertragseinbußen gegenüber dem Durchschnitt der vorausgegangen Jahre. Die hohen Temperaturen und das enorme Niederschlagsdefizit während der Vegetationsperiode haben beide Kulturen stark beeinträchtigt.

Bundesweit wurden mithilfe des Agrar-Ökosystem-Modells MONICA modellbasierte, räumlich differenzierte Simulationen zu Ertragsveränderungen bei den wichtigsten deutschen Ackerkulturen bis zur Mitte des Jahrhunderts erarbeitet. Die (prozessbasierten) Modellierungen mit MONICA analysieren die Ertragsveränderungen zwischen den zwei Zeiträumen 1971–2000 und 2031–2060 für die drei RCP-Szenarien (RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5)[110]. Da Ertragsmodellierungen sehr komplex sind, basieren die Aussagen zu dieser Klimawirkung für Schleswig-Holstein auf dieser bundesweiten Simulation. Im deutschlandweiten Vergleich werden für den Winterweizenanbau für alle drei RCP-Szenarien die höchsten Ertragsrückgänge in Schleswig-Holstein projiziert. Aktuell werden beim Winterweizen im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins vorwiegend hohe Erträge erzielt, sodass sich eine Zunahme ertragsreduzierender Ereignisse (wie Trockenheit und Hitze) besonders stark bemerkbar macht. Beim Silomais, der im Bereich der Geest Ertragsrückgänge zeigt, dürfte die geringe Wasserhaltekapazität der Geestböden ein entscheidender Faktor sein. Zu deutschlandweit vergleichbaren Ertragsrückgängen kommt es beim Silomais unter anderem auch im nordwestlichen Niedersachsen und im nördlichen Nordrhein-Westfalen. Der Winterraps zeigt sich wie in ganz Deutschland auch in Schleswig-Holstein bis zur Mitte des Jahrhunderts annähernd stabil in den Erträgen. Trotz aller Unsicherheiten bei den Ertragsmodellierungen wird deutlich, dass gerade in Schleswig-Holstein ein Augenmerk auf die Ertragsentwicklung zu richten ist, da bei wichtigen Hauptkulturen mit Ertragsrückgängen zu rechnen ist. Anpassungsmaßnahmen sind daher zwingend erforderlich.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator LW-I-2: Ertragsschwankungen – Ackerkulturen[111]
Indikator LW-I-3: Ertragsschwankungen – Baumobst[112]

Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten inklusive des Obstbaus

Der Klimawandel führt insbesondere im tendenziell kühleren Klima im deutschen Norden zu neuen Gunsträumen für landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturen oder macht einen wirtschaftlichen Anbau von wärmebe-

110 Söder et al., 2022: Klimawandelbedingte Ertragsveränderungen und Flächennutzung (KlimErtrag). Thünen Working Paper 198.

111 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-2.

112 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-3.

dürftigen Kulturen überhaupt erst möglich. Für andere im mitteleuropäischen Raum typische Kulturen hingegen können die klimatischen Veränderungen perspektivisch zum Problem werden und die Wirtschaftlichkeit des Anbaus womöglich infrage stellen. Kulturpflanzenwechsel sind für landwirtschaftliche und gärtnerische Betriebe eine Herausforderung, und fehlendes Erfahrungswissen beim Anbau neuer Kulturen kann das Anbaurisiko erhöhen. Die Hemmnisse für betriebliche Umstellungen sind daher vergleichsweise hoch. Vor allem bei Dauerkulturen sind die Investitionen für gesamtbetriebliche Neuerungen hoch.

Für den Anbau wärmebedürftiger Ackerkulturen sind vor allem die Wärmesummen, ausreichend hohe Mitteltemperaturen und eine lange Vegetationsperiode relevant. Mit der sich beobachtbar verlängernden Vegetationsperiode verbessern sich in Schleswig-Holstein grundsätzlich die Bedingungen. Auch im Obstbau ermöglichen höhere Wärmesummen den Anbau für Fruchtarten, die bisher im Norden Deutschland nicht angebaut werden konnten. Gleichzeitig können Spätfröste zum Produktionsrisiko werden, das sie auch zum Totalausfall der Ernte führen können. Ein statistisch signifikanter Trend zu vermehrten Spätfrösten ist in Schleswig-Holstein zwar nicht beobachtbar, aber einzelne Jahre mit ertragsmindernden Frösten treten immer wieder auf.

Zur Ausweitung der Anbaufläche wärmeliebender Ackerkulturen wie (Körner-)mais, Sonnenblume, Sojabohne oder auch Hartweizen (Durum) liefert die Agrarstatistik in Schleswig-Holstein bisher nur ein beschränktes Datenangebot. Die Anbaufläche für den besonders wärmeliebenden Körnermais hat sich seit 2010 erhöht, allerdings spielt sich dieser Flächenzuwachs auf einem sehr geringen Niveau ab und konzentriert sich stark auf die südöstlichen Landesteile. Anbaueignungskarten des Julius-Kühn-Instituts (JKI) für die besonders wärmebedürftige Sojabohne weisen in Schleswig-Holstein „gute“ Bedingungen bisher nur entlang der Elbe aus, „ausreichend“ wären die Verhältnisse auch in anderen Landesteilen. Zur Entwicklung der Anbaufläche wärmeliebender Obstbaumarten und -sorten liefert die Erntestatistik keine Daten. Allerdings ist bekannt, dass auch die Kultivierung wärmeliebender Obstarten wie von Aprikosen inzwischen Einzug in Schleswig-Holstein hält. Projektionen für die Zukunft sind schwierig, da Wahl und Abgrenzung der Anbaugebiete für Kulturpflanzen von einer Vielzahl von Umweltfaktoren, die in komplexer Weise zusammenwirken, bestimmt werden. Die mögliche Ausweitung des Anbaus wärmeliebender Kulturen wird wesentlich von der Entwicklung der Wasserverfügbarkeit abhängen. Zudem wird die Ausdehnung der Anbaugebiete stark von rechtlichen, politischen und marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen bestimmt sein.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten inklusive des Obstbaus“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator LW-I-1: Dauer der Vegetationsperiode[113]

8.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes (KWRA) aus dem Jahr 2021[114] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 7 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 7: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	Erläuterungen
Abiotischer Stress Pflanzen (insbesondere Trockenheit)	Für beide Klimawirkungen gibt es relevante Überschneidungen mit anderen Klimawirkungen sowohl im Handlungsfeld Boden („Wassermangel im Boden“) als auch im Handlungsfeld Landwirtschaft („Ertragseinbußen in der landwirtschaftli-

113 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-1.

114 Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau: S. 359.

Klimawirkung	Erläuterungen
Agrophänologische Phasen und Wachstumsperiode	chen Produktion und bei Sonderkulturen“, „Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten inklusive des Obstbaus“). Von einer separaten Betrachtung der beiden Klimawirkung wurde daher abgesehen. Wichtige thematische Aspekte werden im Kontext der oben genannten Klimawirkungen angesprochen.
Qualität der Ernteprodukte	Bereits die KWRA 2021 stellte fest, dass vereinfachte Rückschlüsse von Klimaveränderungen auf die Entwicklung der Qualität von Ernteprodukten aufgrund der Diversität der Kulturpflanzen und der sehr unterschiedlichen Reaktionen in den jeweiligen Entwicklungsstadien kaum möglich sind. Es fehlt bisher auch an systematisch erhobenen Daten oder Modellen für die Projektion. Es gibt allerdings auch für Schleswig-Holstein Hinweise, dass der Klimawandel Auswirkungen auf die Qualität von Ernteprodukten zeigt. So wurde im Zusammenhang mit der Erntebilanz 2024 berichtet, dass die Fallzahlen zur Beurteilung der Backfähigkeit des Getreides beim Weizen meist noch ausreichten, es aber an Protein fehlte (die nötigen Proteingehalte von 12 % für Backweizen wurden nur selten erreicht)[115]. Beim Weizen führt große Hitze und Trockenheit zu einer verkürzten Kornfüllungsphase, was das Protein-Stärke-Verhältnis beeinflusst. Für den Silomais wurde im Dürrejahr 2018 teilweise ein reduzierte Stärkegehalt in den Kolben und ein damit verringerter Futterwert konstatiert. Stark verstrohte Maispflanzen erschwerten zudem die Verdichtung in den Maissilos. Eine systematische Klimarisikoanalyse zu dieser Klimawirkung ist auf Grundlage der verfügbaren Daten und Modelle nicht möglich. Aspekte werden im Kontext der Klimawirkung „Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“ angesprochen. Als prioritär wird derzeit eine Weiterentwicklung des Klimafolgenmonitorings erachtet, um möglicherweise perspektivisch einen Monitoringindikator zu Ertragsqualitäten berichten zu können.
Veränderung der Verbreitungsmuster von Schaderregern und Pflanzenkrankheiten	Vorkommen und Ausbreitung von Schaderregern sind für Landwirtschaft und Gartenbau höchstrelevant, da Kontrolle und Bekämpfung mit hohem personellen und finanziellen Aufwand verbunden sind und im schlimmsten Fall zu gravierenden Ernteeinbußen in Menge und Qualität führen können. Der Schaderregerbefall ist von sehr vielen Faktoren abhängig. Insbesondere spielen neben der Witterung auch die Bewirtschaftung und die Sortenwahl eine entscheidende Rolle. Auch Sortenneuentwicklungen bei den Fruchtarten und das unerwartete Auftreten neuer, bisher regional oder lokal nicht verbreiteter Schaderreger können die Befallssituation beeinflussen. Es ist schwierig bis unmöglich, einen künftigen Befall zu projizieren, vor allem generalisierende Aussagen sind außerordentlich schwierig. Kurzfristige Befallsprognosen, die im Pflanzenschutz als Beratungsinstrumente in der Landwirtschaft und im Gartenbau eingesetzt werden, sind auf die jeweilige spezifische Witterungssituation und die aktuelle Entwicklungsphase der möglicherweise betroffenen Kulturen ausgerichtet. Aus derzeitiger Sicht erscheint es unmöglich, künftige Witterungskonstellationen so zu projizieren, dass sich daraus Rückschlüsse auf den möglichen Schaderregerbefall ziehen lassen, dies gilt insbesondere für pilzliche Erreger (bei den Insekten könnte es etwas einfacher sein, da hier die Temperatur eine sehr bedeutsame Rolle spielt). Aufgrund der beschriebenen Unsicherheiten und der komplexen Beeinflussung des Schaderregerauftretens wurde entschieden, aktuell von einer Bearbeitung der Klimawirkung abzusehen. Einzelne Aspekte werden im Rahmen der Klimawirkung „Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten inklusive des Obstbaus“ angesprochen, da das Vorkommen bestimmter Schaderreger gerade bei den Sonderkulturen entscheidend für die Aus-

115 Schmidt et al., 2025: Genug Protein im Weizen? Einfluss der Witterungsfaktoren unterschätzt.

Klimawirkung	Erläuterungen
	wahl der Anbaugebiete sein kann. Angestrebt wird, zunächst an einem Indikator für das Klimafolgenmonitoring zu arbeiten und hierfür Daten aus der Schaderregerkontrolle beziehungsweise dem Schaderregermonitoring zu nutzen[116].
Hitzestress für Nutztiere und Leistungseinbußen	Trotz des maritimen Klimas kann Hitzestress für Nutztiere auch in Schleswig-Holstein ein Thema sein. Hitzestress hat nachteilige Auswirkungen auf die Produktion, das Immunsystem und das Verhalten von Nutztieren. Tiere, die in klimatisierten (zwangsbelüfteten) Ställen gehalten werden, sind möglicherweise (solang die Energieversorgung gewährleistet ist) weniger betroffen als Tiere, die in Offenställen leben oder Weidegang haben und bei unzureichender Beschattung Hitze und Strahlung ungeschützt ausgesetzt sind. Systematisch erhobene statistische Daten zu hitzebedingten Produktionseinbußen oder gar Mortalitäten von Nutztieren sind landesweit nicht verfügbar, weshalb es schwierig bis unmöglich ist, diese Effekte im kausalen Zusammenhang zu veränderten Klima- und Witterungsbedingungen abzubilden. Insbesondere durch den Umbau der Tierhaltung gewinnen mögliche Einflüsse durch Hitze an Bedeutung, da moderne Stallanlagen mit Ausläufen versehen sind oder zumindest Kontakt zu dem Außenklima besteht. Werden Stallanlagen zur Erreichung dieser Standards umgebaut, muss das Lüftungs- und Temperaturregime ganz neu gedacht werden, da klimawandelbedingte Veränderungen von Lufttemperatur und -feuchte dann eine bedeutsame Rolle spielen. Aufgrund der unzureichenden Datenlage wurde entschieden, aktuell von einer weiteren Bearbeitung der Klimawirkung abzusehen, diese Klimawirkungen aber im Blick zu behalten.
Stress für Nutztiere durch Viren, Bakterien, Pilze und Parasiten	Klimaveränderungen gelten als Mitverursacher von Tierseuchen wie der Afrikanischen Schweinepest und der Geflügelpest sowie von einer Ausbreitung gefährlicher Schädlinge wie der Asiatischen Hornisse oder von Gnitzen, die die Blauzungenkrankheit übertragen. So konnte das Friedrich-Loeffler-Institut in seiner Risikobewertung zur Verschleppung der Blauzungenkrankheit[117] nachweisen, dass sich im Zuge des Klimawandels die Vektoraktivitätszeiträume aufgrund der höheren Temperatur verlängern und sich das damit verbundene Übertragungsrisiko im Frühjahr und Herbst erhöhen kann. Viele dieser Schädlinge und Schaderreger sind inzwischen omnipräsent und können theoretisch jederzeit Ausbrüche verursachen. Die jeweiligen Konstellationen, die zu den Ausbrüchen führen, lassen sich häufig nicht ergründen. Dies erschwert auch die Projektion des künftigen Risikos oder gar von künftigen Ausbrüchen. Auch im Falle dieser Klimawirkung wurde entschieden, aktuell auf eine vertiefende Betrachtung der Klimawirkung zu verzichten, aber ggf. für das Klimafolgenmonitoring perspektivisch einen Monitoringindikator anzudenken (möglicherweise gestützt auf Daten der Tierseuchenkasse, da es für mehrere Tierkrankheiten Meldepflichten gibt). In der HIT-Datenbank (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere) werden alle Rinder individuell über ihre Ohrmarken erfasst. Es wird tagesgenau erhoben, ob sie verstorben oder geschlachtet worden sind (für Schweine und Hühner gibt es eine solche individuelle Erfassung nicht). Vergleichbar den Berechnungen zur Übersterblichkeit des Menschen bei Hitze ließen sich möglicherweise auch die Daten aus HIT mit meteorologischen Daten überlagern. Dies setzt allerdings umfangreichere methodische Überlegungen voraus.

116 Zudem bietet das Geoportal des JKI im Atlas der potenziellen Befallsgefährdung für 33 wichtige Schadorganismen im Ackerbau digitale Karten und Web-Services an. Die Karten wurden bereits 1999 in analoger Form erstellt, sind aber trotz veränderter Anbaustruktur für Fragen der Klimafolgen für Kulturpflanzen nach wie vor von Interesse.

117 FLI, 2024: Qualitative Risikobewertung zur Verschleppung der Blauzungenkrankheit. Greifswald – Insel Riems.

8.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft sind bereits spürbar und können, unter anderem durch eine abnehmende Ertragssicherheit, in naher Zukunft für landwirtschaftliche Betriebe im Einzelfall auch existenzgefährdend werden. Dementsprechend haben die Fachleute die wirtschaftliche Bedeutung der drei bewerteten Klimawirkungen „Ertragseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion und bei Sonderkulturen“, „Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten inklusive des Obstbaus“ sowie „Hitzestress für Nutztiere und Leistungseinbußen“ als hoch bewertet. Im Blick hatten sie dabei auch die Sicherheit der Lebensmittelversorgung der Bevölkerung. Diese ist zudem der Grund für die Bewertung der sozialen Bedeutung als durchweg hoch. Als ökologisch hochbedeutend sahen die Bewertenden die Veränderung der Anbaueignung für landwirtschaftliche Fruchtarten, weil sie zur Verdrängung alter Sorten führen kann.

Für viele landwirtschaftliche Betriebe erfordert der fortschreitende Klimawandel erhebliche Anpassungen der bisherigen landwirtschaftlichen Praxis. Der häufig sehr hohe Grad der betrieblichen Spezialisierung macht einzelne Betriebe besonders sensitiv und verhindert zudem eine kurzfristige Änderung grundlegender Elemente des Betriebskonzepts. Die Diversifizierung der Landwirtschaft hin zu klimaangepassten Bewirtschaftungsverfahren stellt daher einen längerfristigen Prozess dar. Handlungsbedarf wurde von den Fachleuten folgerichtig bei allen bewerteten Klimawirkungen gesehen. Mögliche Handlungsoptionen sind unter anderem eine Initiierung von Wissenstransfer bezüglich des Anbaus neuer Kulturen oder die Anpassung von Zuchtprogrammen.

8.4 Handlungsziel

Stärkung der landwirtschaftlichen Produktionssysteme gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels

Für die Landwirtschaft müssen die Anpassungen zu ökonomisch resilienten und gemeinwohlorientierten Produktionssystemen führen, die regionale Bedarfe an Nahrungsmitteln bedienen und dabei auch zukunftsfähig im globalen Wettbewerb sind.

Insbesondere ist die Stärkung der heimischen Nahrungsmittelproduktion ein wichtiges Anpassungserfordernis, um eine zu große Importabhängigkeit zu vermeiden. Hierbei steht der Erhalt der natürlichen Ressourcen (Boden, Luft, Wasser und biologische Vielfalt) bei weiterhin vorhersehbaren und stabilen Erträgen im Fokus.

Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Bereiche zu stärken und auf Bundes- und Landesebene weiterzuentwickeln:

- Monitoring und Datengrundlagen: Bereits vorhandene Datengrundlagen zur regionalen Abschätzung der Klimafolgen sind bereitzustellen und weiterzuentwickeln, damit alle Akteure in die Lage versetzt werden, auf die Folgen des Klimawandels zu reagieren und Lösungskonzepte zu entwickeln. Die entsprechenden Fachangebote sollen gebündelt und ausgebaut werden.

- Öffentlichkeitsarbeit, Bildung und Beratung: Die landwirtschaftlichen Akteure, insbesondere Landwirtinnen und Landwirte, sind verstärkt über den Klimawandel, dessen Folgen und aktuelle Erkenntnisse für mögliche Anpassungsmechanismen zu sensibilisieren. Die dafür notwendigen Beratungsangebote sind einzurichten und bereits bestehende Fachangebote weiterzuentwickeln.

- Förderung: Freiwillige Beratungsangebote, Modell- und Demonstrationsvorhaben sowie bestehende und neue Flächen- und Investitionsförderungen sind an den Erfordernissen der Klimaanpassung auszurichten und dementsprechend (weiter) zu entwickeln. Hierzu zählen auch rechtliche Anpassungen zur Berücksichtigung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft.

Die Beiträge der Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden als Unterziele im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ dargestellt.

8.5 Maßnahmen zur Anpassung

Um die Klimaanpassung in der Landwirtschaft voranzubringen, hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Jahr 2019 eine Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel und im Jahr 2020 ein dazugehöriges Maßnahmenprogramm vorgelegt. Zur Weiterentwicklung des Themenfeldes beteiligt sich das MLLEV in der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung in Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur (BLAG ALFFA). Die klimatischen Veränderungen, deren Auswirkungen sowie mögliche Maßnahmen (Abbildung 2) für den Acker- und Pflanzenbau und die Nutztierhaltung sind jedoch regional stark unterschiedlich und machen daher standortspezifische Anpassungsstrategien erforderlich. Um diesen Prozess zu unterstützen wurde ein Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft durch das MLLEV eingerichtet.

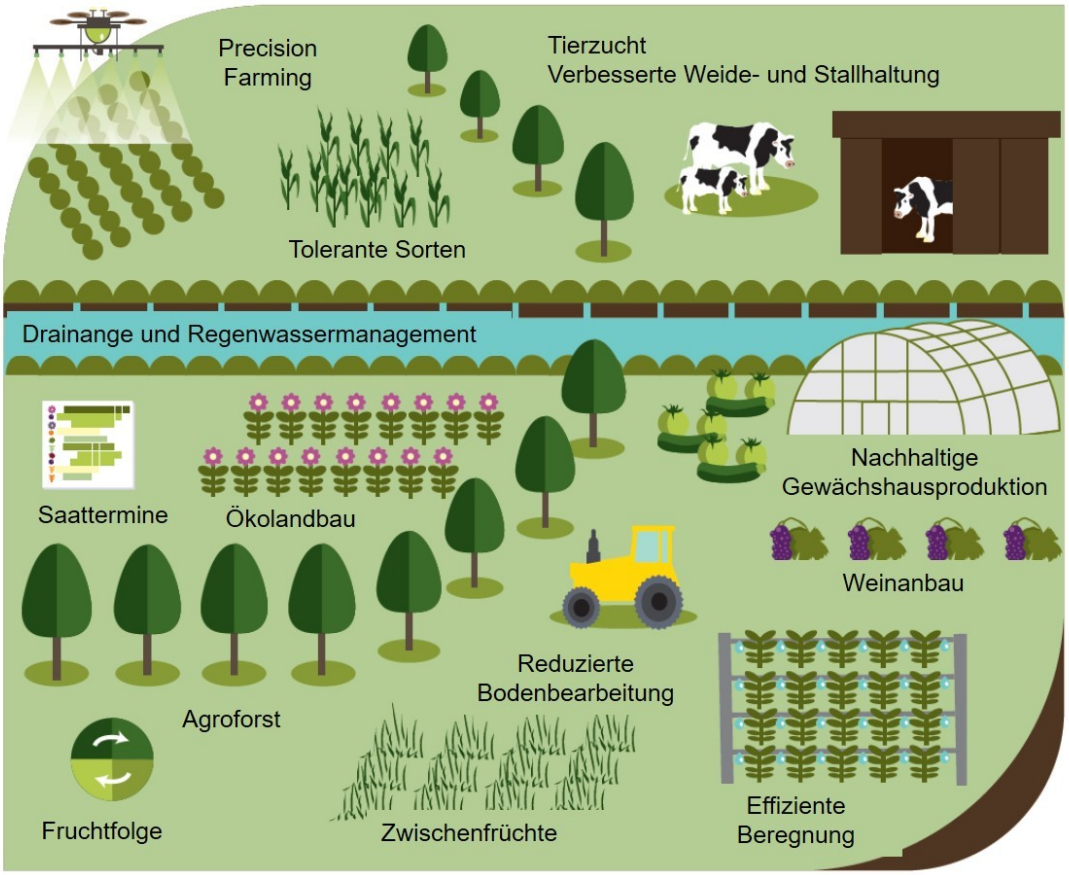

Abbildung 2: Schematische Darstellung möglicher Klimaanpassungsstrategien in der Landwirtschaft (verändert nach EEA, 2019[118]).

Schon jetzt sind als Ergebnis der Arbeitsprozesse auf Bundes- und Landesebene zahlreiche Maßnahmen, welche zur Klimaanpassung beitragen und die nachhaltige Nahrungsmittelproduktion im Pflanzenbau und in der Tierhaltung gewährleisten, identifiziert worden (vergleiche Beispiele in Tabellen 8 und 9). Viele der Maßnahmen zeigen neben dem Beitrag zur Produktionssicherung auch positive Synergieeffekte für den Natur- und Umweltschutz (zum Beispiel im Falle des Grundwasserschutzes und der Biodiversität).

Tabelle 8: Übersicht von möglichen Pflanzenbaumaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (nach MLLEV, BLAG ALFFA, BMEL, Expertinnen- und Expertennetzwerk Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft).

118 EEA, 2019: Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019.

Maßnahme	Unterziele	Synergien
Angepasste Kulturen und Berücksichtigung relevanter Sorteneigenschaften und Diversitäten (Berücksichtigung von Entwicklung des Indikators „Dauer der Vegetationsperiode“[119] bei Gestaltung dieser Maßnahme)	➢ Minimierung negativer Ertragseffekte bei Extremwetterereignissen ➢ Minimierung von Ertragsschwankungen Zur Messung der Unterziele werden die Indikatoren „Ertragsschwankungen – Ackerkulturen“[120] und „Ertragsschwankungen – Baumobst“[121] verwendet. ➢ Adaption an sich ändernde Umweltbedingungen	➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Genetische Diversität und Biodiversität (Kapitel 6)
Zwischenfruchtanbau	➢ Erhöhter Bodenschutz und Wasserinfiltration ➢ Optimiertes Nährstoffmanagement ➢ Verbesserte Bodenstruktur	➢ Grundwasserschutz (Kapitel 14) ➢ Bodenfruchtbarkeit (Kapitel 7)
Diversifizierte Fruchtfolgen sowie Einsatz von Mischkulturen, Gemengeanbau und Populationssorten	➢ Verbesserte Elastizität und Widerstandskraft der Produktionssysteme ➢ Minimierung negativer Ertragseffekte bei Extremwetterereignissen ➢ Minimierung von Ertragsschwankungen Zur Messung des Unterziels werden die Indikatoren „Ertragsschwankungen – Ackerkulturen“[120] und „Ertragsschwankungen – Baumobst“[121] verwendet.	➢ Genetische Diversität und Biodiversität (Kapitel 6) ➢ Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit (Kapitel 7)
Agroforstsysteme	➢ Erosionsminderung ➢ Beschattung ➢ Humusanreicherung	➢ Biodiversität (Kapitel 6) ➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Gewässerschutz (Kapitel 14)
Anpassung und Weiterentwicklung von Anbauverfahren	➢ Bodenschutz und wassersparende Produktion	➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Wasserhaushalt (Kapitel 14)
Reduzierte Bodenbearbeitung	➢ Erhöhter Bodenschutz und Wasserinfiltration ➢ Erhöhte Bodenfeuchtigkeit ➢ Funktionale Bodenstruktur	➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Klimaschutz
Angepasste Saat- und Erntetermine sowie Nacherntemanagement (Berücksichtigung von Entwicklung des Indikators „Dauer der Vegetationsperiode“[119] bei Gestaltung dieser Maßnahme)	➢ Positive Ertragseffekte ➢ Reduzierung der Bodenerosion und Bodenverdichtung	➢ Bodenschutz durch saisonal angepasste Aussaat und Ernte (Kapitel 7)
Precision-Farming (inklusive Digitalisierung und Nutzung bestverfügbarer Techniken)	➢ Angepasstes Nährstoff- und Pflanzenschutzmanagement	➢ Biodiversität (Kapitel 7) ➢ Grundwasserschutz (Kapitel 14)
Verbesserte Beregnungseffizienz	➢ Ertragssicherung	➢ Gewässerschutz (Kapitel 14)
Wasserrückhalt in der Fläche (zum Beispiel Schaffung von	➢ Ertragssicherung	➢ Biodiversität (Kapitel 6)

119 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-1.

120 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-2.

121 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt LW-I-3.

Retentionsräumen, Speicherbecken, Melioration, reduzierte Bodenbearbeitung, standortangepasste Extensivierungsmaßnahmen, Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Mooren)	➢ Einkommensalternativen	➢ Wasserhaushalt (Kapitel 14) ➢ Klimaschutz
Verbessertes Monitoring und Prognosen im Nährstoff- und Pflanzenschutzmanagement, Anpassung Anwendungszeiträume und Wirkstoffe, Zulassung von Wirkstoffen	➢ Ertragssicherung	➢ Biodiversität (Kapitel 6) ➢ Gewässerschutz (Kapitel 14) ➢ Klimaschutz
Klimaanpassung in Bildung und Beratung	➢ Sensibilisierung und Anpassung ➢ Ertragssicherheit	➢ Biodiversität (Kapitel 6) ➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Gewässerschutz und Wasserhaushalt (Kapitel 14) ➢ Klimaschutz
Abschluss von Mehrgefahren- und Indexversicherungen (Berücksichtigung von Entwicklung der Indikatoren „Ertragsschwankungen – Ackerkulturen“[120] und „Ertragsschwankungen – Baumobst“[121] bei dieser Maßnahme)	➢ Absicherung gegen Schäden durch Sturm, Hagel, Starkregen, Frost und Dürre	
Erhaltung genetischer Ressourcen (Tier/Pflanze)	➢ Erhaltung landwirtschaftlich und gartenbaulich geprägter Ökosysteme ➢ Erhaltung und Nutzung des Grünlands ➢ Ertragssicherheit	➢ Biodiversität (Kapitel 6) ➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Ernährungssicherung ➢ Anpassungsfähigkeit der Zucht

Tabelle 9: Übersicht über mögliche Maßnahmen in der Tierhaltung zur Anpassung an den Klimawandel (nach MLLEV, BLAG ALFFA, BMEL, Expertinnen- und Expertennetzwerk Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft).

Maßnahme	**Unterziele**	**Synergien**
Tierzucht – Förderung der Gesundheit und Robustheit landwirtschaftlicher Nutztiere	➢ Anpassung an klimatische Bedingungen (Selektion auf neue Merkmale wie beispielsweise die Hitzetoleranz, Slick-Gen) ➢ Minderung des Methanausstoßes bei Milchrindern	➢ Tierwohl ➢ Ernährungssicherung ➢ Klimaschutz
Veränderter Futterbau (zum Beispiel Anbau von Luzerne und Rotklee)	➢ Trockentoleranz im Futterbau	➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Klimaschutz ➢ Tierwohl
Futterreserven	➢ Stabile unabhängige Futterversorgung ➢ Leistungssicherung	➢ Tierwohl

Rationsgestaltung und Fütterungsmanagement	➢ Emissionsminderung ➢ verbesserte Futterhygiene ➢ verbesserte Futterstabilität (durch Zusatz von Siliermitteln) ➢ Ausgeglichenheit zwischen Futterkapazitäten und Bedarf ➢ Diversität in den Futterkomponenten	➢ Klimaschutz ➢ Tierwohl
Angepasstes Haltungsumfeld/ Stallumgebung	➢ Anpassung an klimatische Bedingungen ➢ Unterstützung der Thermoregulation ➢ Verminderung der Schadgaskonzentration	➢ Klimaschutz ➢ Tierwohl
Emissionsarme Wirtschaftsdüngerlagerung, Güllezusätze, Kühlung und pH-Absenkung	➢ Anpassung an klimatische Bedingungen ➢ Vermeidung von Ammoniakausgasungen	➢ Klimaschutz ➢ Tierwohl
Monitoring von Vektoren und relevanten Krankheitserregern	➢ Etablierung eines Frühwarnsystems ➢ Risiko der Einschleppung und Ausbreitung von Krankheitserregern möglichst verringern	➢ Tierwohl ➢ Tiergesundheit ➢ Seuchenprävention
Weidemanagement (Portionsweide, Mob-Grazing)	➢ Portionsweide → kurze Beweidungszeiten, Narbenerhalt ➢ Mob-Grazing → mehr Boden-Beschattung, weniger Verdunstung	➢ Bodenschutz (Kapitel 7) ➢ Tierwohl

Aufgrund der regionalen Standortgegebenheiten sind die unterschiedlichen Maßnahmen vor dem Hintergrund des Produktionsstandortes in Schleswig-Holstein (Marsch, Geest und östliches Hügelland) zu betrachten. Aufbauend auf diesen Handlungsempfehlungen sind regionalisierte Handlungsleitlinien zu ermitteln, bestehende Förderinstrumente anzupassen und auf entsprechende Förderinstrumente auf Bundes- und Landesebene hinzuwirken.

Hieraus ergeben sich die im Folgenden aufgeführten kurz- und langfristigen Umsetzungsschritte.

8.5.1 Wissenstransfer in die Praxis

Instrumente

- Um den Wissenstransfer zum Thema Klimaanpassung in Schleswig-Holstein zu beschleunigen, wurde im Jahr 2023 ein Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft durch das MLLEV eingerichtet. Getragen wird das Kompetenzzentrum von einem Expertinnen- und Expertennetzwerk aus Forschung, Beratung und Verwaltung, sodass Maßnahmen auf Basis eines breiten partizipativen Prozesses entwickelt werden können. Das Kompetenzzentrum unterstützt die Entwicklung betriebsrelevanter und klimaschonender Produktionsverfahren. Die Etablierung von Modell- und Demonstrationsvorhaben mit der Zielrichtung Klimaanpassung ist dabei ein zentrales Ziel. Das Kompetenzzentrum wird die Expertise im Bereich Klimaanpassung in der Landwirtschaft weiter ausbauen. Eine Förderrichtlinie zur Unterstützung

von Klimaanpassungsprozessen wurde 2025 veröffentlicht und erste Projekte werden bereits gefördert (siehe Best-Practices). Ferner verfolgt das MLLEV mit dem Kompetenzzentrum das Ziel, Daten zusammenzuführen, Klimaanpassungsmaßnahmen sowie Beratungsangebote weiterzuentwickeln und gemeinsam mit den Experten zu priorisieren. Durch das Einrichten von Netzwerkarbeiten wird der Erfahrungsaustausch innerhalb der Praxis gestärkt. Im Jahr 2025 hat das Kompetenzzentrum eine Tagung zum Thema „Klimafit und zukunftssicher – Landwirtschaft als Teil der Lösung“ ausgerichtet. Weitere Best-Practice-Beispiele aus Deutschland und Schleswig-Holstein werden im Text weiter unten beschrieben.

- Darüber hinaus verfügt Schleswig-Holstein über verschiedene bei der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Kiel angesiedelte Versuchsstandorte sowie über das Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp.

Unterziele

- Erkenntnisgewinn zur Umsetzung innovativer Produktionsverfahren
- Wissenstransfer in die Praxis

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) und Bildung (Kapitel 18).

8.5.2 Landwirtschaftliche Beratung stärken

Instrument

- Die Klimaprojektionen zeigen eine deutliche Veränderung für Deutschland mit den damit verbundenen Implikationen für die landwirtschaftliche Produktion. Die landwirtschaftlichen Betriebe müssen für diese Themeninhalte sensibilisiert und vorbereitet werden. In diesem Zusammenhang sind Beratungsinhalte zur Klimaanpassung im Bereich Düngungs- und Pflanzenschutzmanagement mit aufzunehmen. Im Jahr 2025 wurden Beratungsunterlagen zu regionalen Klimawandelfolgen erstellt und durch das Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft veröffentlicht. Zusätzlich wurde die durch ELER-Mittel geförderte einzelbetriebliche Beratung um den Themeninhalt Klimaanpassung erweitert.

Unterziel

- Wissenstransfer in die Praxis

Synergien

- Die Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

8.5.3 Weiterentwicklung von Förderinstrumenten und -strukturen

Instrument

- Angesichts der enormen Herausforderungen im Bereich der Klimaanpassung in der Landwirtschaft sind bundesweite Anstrengungen erforderlich. Das MLLEV wird sich somit nicht nur auf Landesebene, sondern auch auf Bundesebene dafür einsetzen, übergeordnete Klimaanpassungsziele zu formulieren sowie bestehende Förderstrukturen für die Landwirtschaft weiterzuentwickeln, damit negative Auswirkungen durch den Klimawandel kompensiert und der Anpassungsprozess in der Landwirtschaft beschleu-

nigt werden. Hierzu zählen unter anderem die Weiterentwicklung von Förderinstrumenten in der Forschung und Beratung sowie entsprechende Flächen- und Investitionsförderungen in der Landwirtschaft. Neben der Förderung auf Landes- und Bundesebene ist auch die Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik, insbesondere auf Bundesebene, von hoher Relevanz.

Unterziel

- Unterstützung der Landbewirtschaftenden bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Synergien

- Die Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Boden(Kapitel 7), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

8.5.4 Nasse Moorbewirtschaftung zur Erzeugung von Biomasse auf Niedermoorböden

Instrument

- Von der durch den Klimawandel bedingten Zunahme der Starkniederschläge sowie der Verschiebung von relevanten Niederschlagsmengen in die Herbst- und Wintermonate sind in Schleswig-Holstein besonders die Niederungsgebiete (das heißt Böden unterhalb 2,5 m Normalhöhennull) betroffen, was ein angepasstes Wassermanagement in diesen Regionen erforderlich macht. In Schleswig-Holstein sind hiervon etwa ein Fünftel der Landesfläche (335.200 Hektar), insbesondere an der Westküste, betroffen. Rund 80 % der Niederungen werden landwirtschaftlich genutzt (52 % als Grünland und 28 % als Ackerland). Ein Drittel der Niederungsböden sind sackungsgefährdet, wodurch die Entwässerung zunehmend erschwert wird. In der Küstenregion wird die Entwässerung zusätzlich durch den steigenden Meeresspiegel und die Zunahme von Sturmfluten beeinflusst. Hochwasserereignisse können aufgrund von Stauwasser zu landwirtschaftlichen Totalausfällen führen und die Infrastruktur beeinflussen.

- Eine ganzjährig hohe Wasserhaltung im Grünland auf Moor- und Anmoorstandorten reduziert den Torfabbau und die damit verbundenen CO_2-Emissionen aus der Moorbodenbewirtschaftung und trägt zu einer Verminderung der Bodensackung bei. Dies ist gleichzeitig eine wichtige Anpassungsmaßnahme in den besonders vulnerablen Niederungsgebieten.

- Um weiterhin eine Wertschöpfung von diesen Flächen zu erzielen, müssen Bewirtschaftungsoptionen und Einkommensalternativen geschaffen werden. Dafür bedarf es Beratung, Förderung und den Aufbau von Wertschöpfungsketten für Produkte aus nasser Bewirtschaftung (Paludikulturen). Mit der Ressortstrategie für die Zukunft der Niederungen bis 2100, dem Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft und verschiedenen Modellvorhaben (siehe Kapitel 8.6) wird dieser Prozess auf Landesebene unterstützt. Die im April 2026 veröffentlichte Bundesförderrichtlinie „Palu“ ermöglicht mit einem hohen Fördervolumen die Vorbereitung und Umsetzung von Vernässungsvorhaben sowie die Kompensation von Flächeneigentümern und -eigentümerinnen sowie Bewirtschaftenden.

Unterziel

- Erhalt der Landwirtschaft in Niedermoorgebieten

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) auf.

8.6 Best-Practice-Beispiele

Die Erarbeitung von Klimaanpassungslösungen erfolgt bundesweit auf unterschiedlichen Skalenebenen wie zum Beispiel den Ebenen landwirtschaftlicher Betrieb, Gebietskulisse, Klimazone und Sektor. Mögliche Ansatzpunkte sind technische Lösungen, Optimierungen im Produktionssystem sowie Fort- und Weiterbildungen der landwirtschaftlichen Akteure. In Deutschland und Schleswig-Holstein gab es in der jüngeren Vergangenheit diverse Projekte und Erfahrungen, auf deren Erkenntnisse aufgebaut werden kann. Im Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft in Schleswig-Holstein sollen die verfügbaren Fachinformationen ausgewertet und die für Schleswig-Holstein relevanten Maßnahmen identifiziert, weiterentwickelt und kommuniziert werden.

8.6.1 EMRA-Wissensportal

In dem vom BMEL geförderten Verbundprojekt ExtremwetterMonitoring und RisikoAbschätzung wurde unter anderem ein Webportal zur Bewertung des Extremwetterrisikos in der Landwirtschaft eingerichtet.

8.6.2 KLIMAPS

Mit der Online-Datenbank „Klimawandel und Pflanzenschutz“ informiert das Julius-Kühn-Institut die Forschung und Politikberatung, aber auch andere Akteure sowie die Öffentlichkeit zum Klimawandel. Die Datenbank enthält unter anderem Forschungsergebnisse zu den Klimafolgen für Kulturpflanzen.

8.6.3 RessortForschtKlima

„RessortForschtKlima” ist ein Verbund von derzeit 28 Projekten, die von den Ressortforschungsinstituten im Geschäftsbereich des BMEL durchgeführt werden. Der Abschlussbericht kann hier eingesehen werden.

8.6.4 OptAKlim und KARO

Das von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) geförderte Verbundprojekt hat sich die „Optimierung von Anbaustrategien und -verfahren zur Klimaanpassung“ zum Ziel gesetzt. Aufbauend auf OptAKlim werden in dem Projekt KARO klimaresiliente Anbauverfahren regionalspezifisch weiterentwickelt.

8.6.5 KLA-SH

Das Projekt „KLA-SH“ des Kompetenzzentrums klimaeffiziente Landwirtschaft und der CAU Kiel untersuchte die durch den Klimawandel zu erwartenden Herausforderungen auf die Landwirtschaft und erarbeitete Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen.

8.6.6 HumusReich

Das vom BMUV geförderte Projekt „HumusReich“ hat das Ziel, den Humusaufbau in Schleswig-Holstein zu stärken und den Boden gegenüber Starkregen und Dürreperioden zu schützen. Die Ergebnisse sind in einem **Leitfaden** zusammengetragen.

8.6.7 KlimalaB – Rendsburg/Osterrönfeld

Im Rahmen des Vorhabens wurde ein praxisorientiertes Bildungsmodul zum Thema „Anpassungsstrategien an den Klimawandel” im Unterricht der landwirtschaftlichen Fachschulen etabliert.

8.6.8 Klimafeste Landwirtschaft

In Kooperation mit dem Naturpark Schlei e.V., der Klimaschutzregion Flensburg und dem Berufsbildungszentrum Schleswig werden seit 2022 mit dem Klimabildungsprojekt zukünftige Landwirtinnen und Landwirte für die Themen Klima-, Gewässer- und Biodiversitätsschutz sensibilisiert.

8.6.9 Klimafarm

Mit dem Pilotvorhaben Klimafarm soll in der Eider-Treene-Sorge-Niederung unter anderem eine ökonomisch und ökologisch tragfähige moorbodenschonende Bewirtschaftung von Nasswiesen erprobt werden.

8.6.10 KliG Moor

Das Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft fördert ein Modell- und Demonstrationsvorhaben für eine zukunftsfähie Landbewirtschaftung von Niedermoorböden in Schleswig-Holstein, das durch die HAW Kiel umgesetzt wird.

8.6.11 Netzwerkarbeit Moor

Die Netzwerkarbeit für eine klimaschutzorientierte Bewirtschaftung von Niedermoorböden wird vom Kompetenzzentrum gefördert und von der Landwirtschaftskammer durchgeführt. Ziel ist das Vernetzen von Akteuren und Akteurinnen der Moorbewirtschaftung sowie die Durchführung von Feldtagen und Exkursionen.

8.6.12 Modell- und Demonstrationsvorhaben Agroforst

Ziel des vom Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft geförderten Vorhabens ist die Anlage und Etablierung eines Agroforstsystems zur Förderung der Klimaresilienz landwirtschaftlicher Flächen.

8.6.13 Fitte Böden für den Klimawandel

Gefördert vom Kompetenzzentrum klimaeffiziente Landwirtschaft erarbeitet die HAW Kiel gemeinsam mit Praxisbetrieben Handlungsempfehlungen und Beratungsansätze für eine praxisnahe und standortgerechte Umsetzung von Minimalboden- und Direktsaatsystemen.

8.6.14 Europäische Innovationspartnerschaft (EIP)

Seit 2014 bringt die Europäische Innovationspartnerschaft Landwirtschaft, Forschung und Praxis zusammen – für mehr Klima- und Artenschutz, Tierwohl und Ressourceneffizienz. Die Europäische Innovationspartnerschaft Agrar fördert innovative Projekte für eine nachhaltige Landwirtschaft in Schleswig-Holstein. Folgende Projekte haben dabei auch Aspekte zur Klimaanpassung im Fokus:

- Tierwohl, Nährstoff- und Klimaeffizienz beim Angler Rind
- ProcessPig: Datengetriebene Prozessanalyse für ein kontextsensitives Management von Funktionsbereichen zur Emissionsminderung und Förderung von Tierwohl in freibelüfteten Schweineställen mit Auslauf
- Weide - Klimafit für die Zukunft

9 Forstwirtschaft

9.1 Relevanz des Handlungsfelds

Der Wald erfüllt vielfältige wirtschaftliche, soziale und ökologische Funktionen. Er liefert den Rohstoff Holz und ist bundesweit die Basis für über 1 Million Arbeitsplätze in der Forst- und Holzwirtschaft. Das Cluster „Forst und Holz“, zu dem unter anderem die Forstwirtschaft, das holzverarbeitende Gewerbe und die Papierwirtschaft zählen, setzt jährlich über 187 Milliarden Euro um und erzeugte im Jahr 2018 eine Bruttowertschöpfung von mehr als 58 Milliarden Euro[122]. Der Anteil der Forstwirtschaft selbst an dieser Bruttowertschöpfung lag bei rund sechs Prozent. Damit hat die holzbasierte Wertschöpfung einen Anteil von circa zwei Prozent am Bruttoinlandsprodukt der deutschen Volkswirtschaft. Rund zwei Drittel der Bevölkerung nutzen den Wald für Freizeit und Erholung[123]. Außerdem ist der Wald Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten. Die Erhaltung des Waldes und seiner verschiedenen Funktionen ist in Deutschland durch das Bundeswaldgesetz und in Schleswig-Holstein im Landeswaldgesetz gesetzlich verankert.

Die letzte Waldinventur aus dem Jahr 2022 ergab, dass es in Schleswig-Holstein rund 182.500 Hektar Wald gibt, was in etwa 11,5 % der Landesfläche entspricht[124]. Schleswig-Holstein ist damit im Bundesvergleich das Flächenland mit dem geringsten Waldanteil. Gerade deshalb sind die Erhaltung und möglichst auch Mehrung der Wälder sowie die Sicherung ihrer Stabilität und Funktionalität von großer Bedeutung. Gleichzeitig nimmt das Land aber auf der Rangliste der laubwaldreichsten Bundesländer Deutschlands den zweiten Platz ein und sieht sich damit unter den Bedingungen des Klimawandels in einer günstigeren Ausgangssituation als viele andere Flächenländer, in denen vor allem die besonders vulnerable Fichte nach wie vor hohe Anteile an der Bestockung hat. Für den Staatswald sind die Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (SHLF) zuständig. Sie sind mit 31 Förstereien in ganz Schleswig-Holstein präsent und betreuen rund 50.000 Hektar Waldfläche nachhaltig und naturnah nach strengen ökologischen und sozialen Maßstäben. Mit mehr als 50 % ist der Privatwaldanteil in Schleswig-Holstein vergleichsweise hoch und zudem sehr kleinflächig, was ihnvielerorts für die Bewirtschaftung nur wenig attraktiv macht.

Als wichtige Kohlenstoffsenke spielt der Wald neben der Anpassung an veränderte Klimabedingungen auch für den Klimaschutz eine bedeutende Rolle. Ziel des 2020 vom damaligen Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) erarbeiteten und von der Landesregierung verabschiedeten Programms Biologischer Klimaschutz ist es, bis 2030 durch Maßnahmen des biologischen Klimaschutzes eine Minderung der CO_2-Emissionen in Höhe von bis zu 717.000 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente pro Jahr zu erreichen (siehe hierzu auch Kapitel 6). Neben der Wiedervernässung von Mooren und der Umwandlung von Acker in Grünland sollen auch die Neuwaldbildung und der Waldumbau zur Erreichung dieses Ziels beitragen. Das Ziel lässt sich nur mit stabilen und produktiven Wäldern erreichen. Damit Wald und Forstwirtschaft die gewünschte Klimaschutzleistung erbringen können, muss es neben der langfristigen Kohlenstoffspeicherung in den Wäldern selbst auch darum gehen, dass das aus den Wäldern nachhaltig gewonnene Holz für langlebige Produkte genutzt und so eine möglichst langfristige Speicherung des Kohlenstoffs sichergestellt werden kann und/oder CO_2-intensive Produkte (wie Kunststoffe oder Beton) durch Holzprodukte substituiert werden.

122 BMEL: Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charte für Holz 2.0. (Stand: Juni 2021).

123 BMEL, 2019 und BMEL, 2017 zitiert in Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau: S. 262.

124 MLLEV: Vierte Bundeswaldinventur (BWI 2024) – Landesbericht für Schleswig-Holstein. Kiel, S. 28.

9.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

9.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Beeinträchtigung des Waldzustands unter anderem durch Hitze und Trockenheit

Während über mehrere Jahrzehnte der Eintrag von Luftschadstoffen die größte Gefährdung für die Wälder in Deutschland darstellte, gilt inzwischen der Klimawandel als die gravierendste Herausforderung für den Wald und die Forstwirtschaft. Neben witterungsbedingten Extremereignissen wie Stürmen wirken sich vor allem Hitze und anhaltende Trockenheit auf den Waldzustand aus und beeinträchtigen die Erfüllung der landschaftsökologischen Funktionen des Waldes und die Holzproduktion. Für die langlebigen Bäume bedeuten die sich aktuell sehr rasch vollziehenden Klimaveränderungen, dass sich die Standortbedingungen während ihrer Lebenszeit sehr deutlich wandeln und ihre Anpassungskapazitäten überfordern können. Der witterungsbedingte Stress kann im Extremfall auch zum Absterben der Bäume führen, vor allem wenn Schaderregerbefall oder Starkwind auf die bereits geschwächten Bäume treffen.

Hitze hat in Schleswig-Holstein seit den 1950er Jahren statistisch signifikant zugenommen, Sommertage und Heiße Tagen haben sind häufiger geworden. Auch Trockenstress tritt vermehrt auf, obwohl die Jahresniederschlagssumme in Schleswig-Holstein seit Ende des 19. Jahrhunderts zugenommen hat. Allerdings fallen die Niederschläge vermehrt im Winter, und im Sommer kommt es teilweise zu Starkregen, die von den Böden nicht vollständig aufgenommen und von der Vegetation nicht ausreichend genutzt werden können. Seit den 1960er Jahren ist es in den Wäldern Schleswig-Holsteins immer wieder zu Jahren gekommen, in denen Tage mit Wassermangel im Boden sehr häufig waren. Vor allem die extreme Trockenheit im Jahr 2018 hat dazu geführt, dass sich der Trend zur Verbesserung des Waldzustands nach der Jahrtausendwende vor allem bei Fichte, Buche und Eiche wieder umgekehrt hat und in den Jahren nach 2018 ein deutlich schlechterer Waldzustand konstatiert werden musste.

Die klima- und witterungsbedingten Risiken für die Wälder Schleswig-Holsteins und die daraus resultierenden Anforderungen für den Waldumbau sind Gegenstand intensiver Forschungs- und Beratungsarbeiten an der Nordwestdeutschen Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA). Untersuchungen zur klimaangepassten Baumartenwahl in Schleswig-Holstein ergaben, dass in der fernen Zukunft (2071–2100) für einen Großteil der Standorte ein noch höheres (mittleres bis hohes) Trockenstressrisiko für die Hauptbaumarten zu erwarten ist. Basierend auf diesen Standorteinstufungen werden räumlich differenziert Baumartempfehlungen (Waldentwicklungstypen WET) ausgesprochen. Abweichungen der aktuellen Bestockung von den empfohlenen WET lassen sich nicht landesweit bilanzieren, da die verfügbaren Informationen zur aktuellen Bestockung (Baumartenzusammensetzung) nicht ausreichend präzise sind. Der Waldumbau hin zu klimastabileren Wäldern wird in Schleswig-Holstein vorangetrieben. Der gegenüber den Vorjahren etwas günstigere Waldzustand im Vegetationsjahr 2024/25 wird auf die Erfolge dieser Bemühungen zurückgeführt.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beeinträchtigung des Waldzustands unter anderem durch Hitze und Trockenheit“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator FW-I-1: Waldzustand[125]
Indikator FW-I-2: Absterberate[126]

Schadholzaufkommen durch abiotische und biotische Schäden

Für durch ungünstige Wetter- und Witterungsverhältnisse geschwächte Bäume verschlechtert sich zunächst der Gesundheitszustand. Bei anhaltend ungünstigen Bedingungen können die Bäume auch absterben. Zudem können Stürme, die im windreichen Schleswig-Holstein zwischen Ost- und Nordsee immer wieder auftreten, zu

125 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-1.
126 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-2.

starken Beschädigungen an Bäumen oder zum Windwurf führen. In der Folge entsteht Schadholz, das sich gegenüber dem Holz, das durch den regulären Holzeinschlag gewonnen wurde, oft durch schlechtere Qualität auszeichnet und dessen Bringung aus den geschädigten Beständen mit erhöhtem Aufwand verbunden ist. Auch die Wiederbewaldung kann bei hohem Schadholzaufkommen erschwert sein. Große und in kurzer Zeit anfallende Schadholzmengen haben in der Regel nachteilige Auswirkungen auf den Holzmarkt, weil dieser das Holz nicht vollständig aufnehmen und der Verarbeitung zuführen kann. Auch die Holzlagerung ist kostenintensiv.

Das Schadholzaufkommen wird in Schleswig-Holstein landesweit erfasst, wobei vor allem das im Privatwald anfallende Schadholz oft nur unvollständig dokumentiert wird. Der Anteil von Schadholz am gesamten Holzeinschlag schwankte in Schleswig-Holstein in den vergangenen Jahren stark, einen statistisch signifikanten Trend zeigt die Entwicklung seit 2006 nicht. In den Jahren 2013 bis 2018 war das Schadgeschehen stark von Sturmschäden dominiert. Im Dürrejahr 2018 und den Folgejahren gewannen hingegen Insektenschäden an Bedeutung, 2024 war wiederum der deutlich überwiegende Teil des Schadholzes durch Stürme verursacht. Zu Großschadensereignissen wie in anderen Bundesländern kam es aber in Schleswig-Holstein in den letzten 20 Jahren nicht.

Die Fortschritte beim Waldumbau haben wesentlichen Einfluss auf das Schadgeschehen in Schleswig-Holstein; vor allem die Reduktion der Fichte auf ungeeigneten Standorten spielt eine zentrale Rolle. Da die vorratsreichen Fichtenbestockungen sukzessive abgebaut werden und die Fichte im Landeswald künftig nur noch als Mischbaumart akzeptiert wird (Fichtenreinbestände also weiter abnehmen) wird die Ausgangssituation hinsichtlich Schädlingsanfälligkeit zumindest bei der Fichte vermutlich günstiger werden, auch wenn temperaturbedingt mit einem steigenden Befallsdruck durch Borkenkäfer zu rechnen ist. Die Projektion künftiger Schäden an den Laubbaumarten bleibt unsicher, da belastbare Erfahrungen zur Klimaresilienz der einzelner Baumarten noch unzureichend sind und die Einwanderung neuer Schaderreger schwer vorhersehbar ist. Das Schaderregermonitoring gewinnt vor diesem Hintergrund weiter an Bedeutung, insbesondere für Insekten, die von höheren Temperaturen und zunehmender Trockenheit profitieren.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Schadholzaufkommen durch abiotische und biotische Schäden“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator FW-I-3: Schadholz - Umfang nicht planmäßiger Nutzungen[127]

9.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes (KWRA) aus dem Jahr 2021[128] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 10 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 10: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Veränderung der meteorologischen Waldbrandgefahr	
Einbruch des stehenden Holzvorrats, sinkendes Holzaufkommen, Heraus-	Für Schleswig-Holstein ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Holzsortimente in Zukunft ähnlich stark verändern werden wie in anderen Bundesländern, in denen der Holzmarkt nach wie vor stark von der Fichte geprägt ist. Wenn es dort

127 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FW-I-3.

128 Renner et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau: S. 359.

Klimawirkung	Erläuterungen
forderungen für den Holzmarkt	parallel zum laufenden Waldumbau zu Kalamitäten kommt und dadurch sehr viel Fichtenholz auf den Markt kommt, bringt dies erhebliche Anforderungen an die Verarbeitung und Vermarktung mit sich. In Schleswig-Holstein ist hingegen der Anteil der Fichte traditionell nicht so hoch, und es gibt wenig Dynamik in der Entwicklung (so ist von der dritten Bundeswaldinventur 2012 zur vierten Inventur 2022 der Fichtenanteil nur von 17 auf 13 % zurückgegangen). Auch für die Zukunft wird nicht mit einem relevanten Rückgang des Fichtenanteils gerechnet (auch im Jungwuchs gibt es noch verhältnismäßig viel Fichte). Die in Schleswig-Holstein nach wie vor bestehenden großen Fichtenvorräte, die auch abgebaut werden müssen, befinden sich überwiegend in Mischbeständen, in denen es auch künftig Fichtenbeimischungen geben wird. Großflächigere Zwangsnutzungen, die auf dem Holzmarkt zu einem Überangebot von Holz führen und eine Herausforderungen für die Holzvermarktung und -verarbeitung darstellen können, sind in Schleswig-Holstein nicht zu erwarten. Vor diesem Hintergrund wurde von einer detaillierteren Betrachtung dieser Klimawirkung abgesehen.
Gefährdung landschaftsökologischer Wirkungen des Waldes	Aufgrund der großen Bedeutung der landschaftsökologischen Waldfunktionen wie Abflussregulation, Grundwasserneubildung und Grundwasserschutz sowie Bodenschutz und Lebensraumfunktion erscheint diese Klimawirkung trotz der nur geringen Waldfläche für Schleswig-Holstein grundsätzlich von Interesse. Die Leistungsfähigkeit des Waldes ist wesentlich von der Vegetationszusammensetzung abhängig. Für Schleswig-Holstein gibt es bislang keine Waldfunktionskartierung. Deren Durchführung ist aber aktuell in Vorbereitung. Sie soll auch Impulse für die ebenfalls in Erarbeitung befindliche Waldstrategie liefern. In Anbetracht der starken Fragmentierung der Wälder in Schleswig-Holstein (die sich seit rund hundert Jahren vollzieht) sollen vor allem die Defizite bei der Vernetzung thematisiert werden. In erster Linie muss es darum gehen, insbesondere auch die kleinen Waldgebiete (die beispielsweise in glazialen Senken erhalten geblieben sind) zu sichern und die zunehmende Fragmentierung der größeren Waldgebiete (durch Straßenbau und Stromtrassen) einzudämmen. Nur so können die Wälder auch künftig ihre wichtigen Waldfunktionen erfüllen. Es kann postuliert werden, dass gerade die kleinen, stark fragmentierten Waldstücke mit verhältnismäßig langen Rändern gegenüber zusätzlichem klimatischen Stress (Windangriff und Einstrahlung) besonders sensitiv sind. Über die Berechnung eines Fragmentierungsindex könnten Regionen identifiziert werden, in denen der Anteil besonders kleinflächiger Waldgebiete besonders hoch ist (so gibt es beispielsweise in der Region Angeln bei einem sehr geringen Waldanteil von nur 4 % nur sehr kleinflächige Waldstücke). Mit einer Überlagerung der fragmentierten Wälder mit Klimaprojektionen ließen sich möglicherweise Regionen mit besonders hohem Risiko und großem Handlungsbedarf identifizieren. Die Klimawirkung soll bearbeitet werden, wenn die Ergebnisse der Waldfunktionskartierung vorliegen und sich möglicherweise aus der Waldstrategie zusätzliche Analyseerfordernisse ableiten lassen.

9.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die schriftliche Bewertung der Fachleute im Handlungsfeld Forstwirtschaft hat zu einem wenig eindeutigen Ergebnis geführt, jedoch konnten beim Bewertungsworkshop gemeinsame Positionen herausgearbeitet werden. Allgemein ist es so, dass der Wald in Schleswig-Holstein sowohl hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung

(wenig Nadelholz-Monokulturen und hoher Laubholzanteil) als auch der klimatischen Verhältnisse zwischen Nord- und Ostsee sowohl mit Blick auf Stressoren als auch auf die Sensitivität des Waldes im bundesweiten Vergleich gut dasteht. Trotzdem bewerteten die Fachleute die soziale Bedeutung der Klimawirkung „Schadholzaufkommen durch abiotische und biotische Schäden“ als hoch bis sehr hoch. Auch „Beeinträchtigungen des Waldzustands unter anderem durch Hitze und Trockenheit“ und die „Veränderung der meteorologischen Waldbrandgefahr“ wurden als sozial hochbedeutend bewertet. Lokal, vor allem in Städten, kann zudem die Gefährdung landschaftsökologischer Wirkungen des Waldes von sehr hoher sozialer Bedeutung sein, wenn die Kühlleistung der Bäume in Siedlungen abnimmt.

Eine hohe ökologische Bedeutung haben nach Ansicht der Fachleute alle im Handlungsfeld Forstwirtschaft bewerteten Klimawirkungen. Die ökologische Bedeutung der Veränderung der meteorologischen Waldbrandgefahr ist ambivalent, weil die Waldbrandgefahr in Schleswig-Holstein aufgrund der geringen Waldfläche und des hohen Laubholzanteils vergleichsweise gering ist. Im Falle eines Waldbrandes gehen jedoch wertvolle Lebensräume verloren.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Klimawirkungen ist überwiegend als sehr hoch bewertet worden. Nur der Gefährdung landschaftsökologischer Wirkungen des Waldes wurde eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zugeschrieben. Handlungsbedarf seitens der Landesregierung sehen die Fachleute für die kommenden Jahre für jede der vier Klimawirkungen. Insbesondere der Waldumbau mit klimaresilienten Arten steht hier im Vordergrund. Hingewiesen wurde auch auf die großen Synergien zwischen den bewerteten Klimawirkungen bei möglichen Anpassungsmaßnahmen. Ein gesunder, naturnaher Mischwald ist gegen jede der bewerteten Klimawirkungen weniger sensitiv.

9.4 Handlungsziele

Stärkung der Anpassungsfähigkeit und Erhalt der vielfältigen funktionellen Leistungen der Waldökosysteme Schleswig-Holsteins im Klimawandel

Übergeordnetes Ziel ist es, die vielfältigen funktionellen Leistungen von Waldökosystemen im Klimawandel zu erhalten. Es sind resiliente, anpassungsfähige, vielfältige und produktive Wälder zu erhalten, zu entwickeln und nachhaltig zu nutzen. Waldbesitzende und Forstbetriebe sind entsprechend zu beraten und zu unterstützen, um die genannten Ziele erreichen zu können. Die derzeitigen Rahmenbedingungen sind zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Daher müssen die notwendigen Grundlagen erarbeitet werden, um insbesondere die Implementierung eines betrieblichen und waldbaulichen Risikomanagements zu ermöglichen.

Erhöhung des Waldanteils in Schleswig-Holstein auf mindestens 12 % der Landesfläche

Ein Handlungsziel der Landesregierung Schleswig-Holstein ist die Erhöhung des Waldanteils auf mindestens 12 % der Landesfläche. Hierzu ist es erforderlich, mehr als 15.000 Hektar neue Wälder zu begründen. Wälder leisten einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz und bieten vielfältige Ökosystemleistungen. Die Schaffung von mehr Wald vereint Biodiversitäts- und Klimaschutz, löst allerdings auch Zielkonflikte, welche im Vorfeld aufzulösen sind, aus.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

9.5 Maßnahmen zur Anpassung

9.5.1 Strategieerarbeitung, Planung und Steuerung

Instrumente

- Aufbauend auf den nachfolgend genannten, jedoch nicht abschließenden Grundlagen zur Bewältigung der Klimakrise sollte ein betriebliches und waldbauliches Risikomanagement etabliert werden:
    - Vervollständigung und regelmäßige Validierung der forstlichen Standortkartierung als Grundlage der standortgerechten Baumartenwahl,
    - Durchführung einer Waldfunktionenkartierung,
    - Erhebung von Waldstrukturdaten zur Risikoabschätzung und Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen,
    - Verstetigung der Klimafolgenforschung im Wald in der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) sowie
    - die Ermittlung und betriebliche Integration der Auswirkungen des Klimawandels auf Lebensraumtypen, Biotope und Arten in Wäldern.
- Ein weiteres wesentliches Element für die Ableitung von Maßnahmen zur Anpassung der Wälder an die Folgen des Klimawandels ist die Waldstrategie für Schleswig-Holstein.
- In der Waldstrategie sollen die übergeordneten Ziele für den Wald, sowie die Maßnahmen und Handlungserfordernisse zur Zielerreichung beschrieben werden.
- Zentrale Maßnahmen zur Klimaanpassung von Wäldern, die auch in der Waldstrategie berücksichtigt werden, sind:
    - die Stabilisierung bestehender Waldbestände,
    - der Aufbau von stabilen Wäldern klimaangepasster Baumarten mit hoher Klimaschutzleistung,
    - die Neuwaldbildung,
    - die Herstellung angepasster Wildbestände zur Etablierung struktur- und artenreicher Wälder,
    - die Sicherung der Holzversorgung aus heimischen Wäldern,
    - die Steigerung der Holzverwendung als aktiver Beitrag zum Klimaschutz,
    - eine qualifizierte Beratung, Betreuung und Förderung der Waldbesitzenden,
    - die aktive Berücksichtigung des Klimawandels bei der Waldbewirtschaftung,
    - die Stärkung der Ökosystemleistungen von Wäldern über Anreizsysteme sowie
    - die Durchführung von Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Wald im Klimawandel sowie zu den positiven Klimaschutzwirkungen von Forstwirtschaft und Holzverwendung.

- Unterstützt wird die klimaangepasste Ausrichtung der Wälder Schleswig-Holsteins durch die Umsetzung der waldbezogenen Maßnahmen der Landes-Biodiversitätsstrategie sowie der wald(moor)bezogenen Bausteine des Programms biologischer Klimaschutz unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Grundlagen.

Unterziele

- Koordinierte Lenkung von Aktivitäten in Bezug auf Risiken
- Stärkung der Planungsgrundlagen für verbesserte Vorsorge und Koordination
- Schaffen von Grundlagen für Entwicklung von strukturreichen klimaresilienteren Laub- und Mischwäldern sowie Wiederherstellung intakter Waldmoore, Erhalt und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsenken

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

9.5.2 Förderung von Maßnahmen zum Waldumbau

Instrumente

- Die forstliche Förderung über die GAK ist das wesentliche Instrument zur Unterstützung des Privat- und Körperschaftswaldes bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Für den Staatswald steht das Land Schleswig-Holstein in direkter Verantwortung.
- Von Bedeutung sind insbesondere Maßnahmen des Waldumbaus. Der Waldumbau verfolgt das Ziel, bestehende Wälder nicht standortgerechter und nicht klimatoleranter Baumarten, sowie durch Naturkatastrophen geschädigte Wälder in standortgerechte, vielfältige und widerstandsfähige Laub- und Mischwälder zu entwickeln. Dies kann durch Saat, Pflanzung oder Naturverjüngung erfolgen. Grundlage für die Wahl standortgerechter Baumarten ist die forstliche Standortkartierung.
- Die NW-FVA hat auf dieser Grundlage Empfehlungen für eine klimaangepasste Baumartenwahl, welche die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigen, entwickelt. Hierfür wurde eine Potentialabschätzung der Baumarten vorgenommen, die eine Risikoabschätzung für klimatische Veränderungen, unter Berücksichtigung regionaler Klimaprojektionen, beinhaltet. Auf dieser Grundlage wurden für Schleswig-Holstein 30 sogenannte Waldentwicklungstypen, das heißt Waldgesellschaften verschiedener Baumartenzusammensetzungen, abgeleitet. Diese reichen von Eichen- und Buchenmischwäldern bis hin zu Nadellaubmischwäldern, wie Weißtannen-Buchenwäldern und Kiefer-Birkenwäldern.
- Die Mittel aus der GAK und dem Landeshaushalt sind langfristig zu sichern, um die Waldbesitzenden dauerhaft zu befähigen, die immensen Kosten der Anpassung der Wälder an die Folgen des Klimawandels zu bewältigen. Insbesondere der in Schleswig-Holstein stark vertretene Kleinprivatwald benötigt eine verlässliche Unterstützung und Beratung, da sich hier die strukturellen Nachteile erheblich auf die Leistungsfähigkeit der Betriebe auswirken.

Unterziele

- Aufbau von klimaangepassten Laub- und Mischwäldern

Zur Messung des Unterziels werden die Indikatoren „Waldzustand – Kronenverlichtung“[129] und „Absterberate von Waldbäumen“[130] verwendet. Mittlere Kronenverlichtung und Absterberate sollten nicht (weiter) zunehmen.

- Minimierung des Umfangs nicht planmäßiger Nutzungen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Schadholz – Umfang nicht planmäßiger Nutzungen“[131] verwendet. Die Anteile der Schadursachen am Umfang nicht-planmäßiger Nutzungen sollten nicht (weiter) zunehmen.

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) auf.

9.5.3 Förderung der Beratung

Instrumente

- Die Beratung, Betreuung und Förderung des Privat- und Kommunalwaldes durch die Landwirtschaftskammer ist sicherzustellen und auszubauen, damit die Anpassung der Wälder an den Klimawandel gelingen kann. Ebenso sind die Forstbetriebsgemeinschaften als Zusammenschlüsse des Privatwaldes dauerhaft zu unterstützen.

Unterziele

- Entwicklung von gemeinsamen Lösungen zur Anpassung
- Unterstützung der Waldbesitzenden
- Wissenstransfer in die Praxis

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) auf.

9.5.4 Einführung von Waldpflegeverträgen

Instrumente

- Zur Stärkung der Forstbetriebsgemeinschaften wurden im Jahr 2024 erstmals sogenannte Waldpflegeverträge gefördert.

Unterziele

- Unterstützung bei der sachgemäßen und nachhaltigen Bewirtschaftung des Privatwalds

129 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FWI-1.
130 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FWI-2.
131 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt FWI-3.

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) auf.

9.5.5 Programm zur Anlage von Samenplantagen bewährter und klimastabiler Baum- und Straucharten

Instrumente

- Waldumbau kann nur gelingen, wenn ausreichend qualitatives Vermehrungsgut klimaangepasster Baumarten zur Verfügung steht. Die SHLF haben ein Programm zur Anlage von Samenplantagen bewährter und klimastabiler Baum- und Straucharten gestartet. Ziel ist es langfristig, einen Betrag zur Verfügbarkeit qualitativ hochwertigen Vermehrungsgutes zu leisten.

Unterziele

- Sicherung der Verfügbarkeit von Vermehrungsgut

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) auf.

9.6 Best-Practice Beispiele

9.6.1 Ökologisch-genetische Untersuchungen an der Eiche

Heimische Eichenarten könnten durch die klimatischen Entwicklungen begünstigt werden. Mit mehreren Forschungsansätzen wird an der NW-FVA daher das Anpassungsspektrum der heimischen Eichenvorkommen untersucht[132]. Die Untersuchungsergebnisse sollen dann genutzt werden, um Empfehlungen für die Auswahl von geeignetem forstlichem Vermehrungsgut zur Verfügung zu stellen.

Die Landesforsten versuchen über ein Konzept einen höheren Anteil Eiche unter anderem zur Unterstützung der Habitatkontinuität in den Wäldern der SHLF zu etablieren, da diese mit Blick auf den Klimawandel wichtige Baumartengruppe im vielfach buchengeprägten Waldbau wenig Chancen hat.

9.6.2 FraxForFuture

Der Klimawandel kann Bäume schwächen und dadurch anfälliger für neue Schädlinge oder Krankheiten, wie zum Beispiel das Eschentriebsterben, machen. Im Verbundprojekt „FraxForFuture“ wurde zum Europäischen Eschentriebsterben, welches durch einen aus Asien eingeschleppten Schlauchpilz ausgelöst wird, sowie Lösungsansätzen zur Erhaltung der Esche als Wirtschaftsbaumart geforscht. Die Untersuchungen geben Hoffnung auf eine Toleranzentwicklung zukünftiger Eschengenerationen gegenüber dem Pathogen[133].

132 Höltken und Hardtke, 2023: Eichenarten im Klimawandel: Unterschätzte Anpassungspotenziale?, Waldzustandsbericht 2023 für Schleswig-Holstein, S. 30-32.

133 Fuchs et al., 2023: FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart, Waldzustandsbericht 2023 für Schleswig-Holstein, S. 37-39.

9.6.3 Jugendwaldheime in Hartenholm und Süderlügum

Die beiden Jugendwaldheime der SHLF leisten einen relevanten Beitrag in der Verankerung von waldbezogenen Kompetenzen in der Bevölkerung. Durch intensive Auseinandersetzung, praktische Mitarbeit und professionelle Lernbegleitung entwickeln die Jugendlichen einen zukunftsfähigen Bezug zum Wald als Lebensraum und wichtige Ressource.

9.6.4 Wiederherstellung des „Heideweihers“ im Süderlügumer Wald sowie Projekt biologischer Klimaschutz Nienkattbek der SHLF als exemplarische Projekte

Im Rahmen behördlich abgestimmter Waldumwandlungen werden auf entwässerten Mooren und mineralischen Standorten nadelholzdominierte Baumbestände entnommen und hinsichtlich Wasserhaushalt und naturnaher Baumartenausstattung revitalisiert.

9.6.5 Konzept zur Förderung seltener Baumarten in den SHLF

Seltene Baumarten wie Eibe, Flatterulme, Wildbirne und Wildapfel werden im Rahmen der nachhaltigen naturnahen Waldwirtschaft gezielt eingebracht und gefördert. Die Forsteinrichtung führt ein Kataster zu Genressourcen und es gibt einen Austausch mit der NW-FVA zu Generhaltungsbeständen seltener Arten.

10 Menschliche Gesundheit

10.1 Relevanz des Handlungsfelds

Die Gesundheit des Menschen ist ein Schlüsselfaktor für hohe Lebensqualität. Als wichtige Voraussetzung für Aktivitäten in allen Lebensbereichen – von Freizeit und Erholung über Bildung und Arbeit bis hin zu gesellschaftlichem Miteinander und sozialer Teilhabe – prägt sie den Alltag. Ebenso facettenreich wie ihre Bedeutung ist das Spektrum der Faktoren, die Einfluss auf die menschliche Gesundheit nehmen. Merkmale wie Alter, Geschlecht und genetische Ausstattung bestimmen die Gesundheit ebenso wie individuelle Lebensgewohnheiten und -umstände, soziale Netze sowie allgemeine sozioökonomische, kulturelle und politische Rahmenbedingungen. In diesem komplexen Zusammenspiel kommt auch der natürlichen Umwelt eine zentrale Rolle zu. Das Klima und seine Veränderung wirken direkt auf das körperliche und psychische Wohlbefinden. Die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Gesundheit erfolgen zudem indirekt, indem sie die Umwelt zum Beispiel über die Luft- und Wasserqualität, das Vorkommen von potenziell gesundheitsschädlichen Umweltmedien oder die Verfügbarkeit und Nutzung von Erholungsräumen gestalten. Mit dem fortschreitenden Klimawandel sind zunehmende Belastungen für die menschliche Gesundheit, aber auch für das Gesundheitssystem zu erwarten. Die Weltgesundheitsorganisation bezeichnet den Klimawandel als eine fundamentale Gesundheitsbedrohung für die Menschheit. Schätzungen gehen davon aus, dass zwischen 2030 und 2050 jährlich rund 250.000 zusätzliche Todesfälle infolge des Klimawandels auftreten werden. Die zusätzlichen Kosten für den Gesundheitssektor weltweit werden bis 2030 auf etwa 2 bis 4 Milliarden US-Dollar pro Jahr geschätzt[134].

Schleswig-Holstein zählt mit derzeit rund drei Millionen Einwohnerinnen und Einwohnern zwar nicht zu den bevölkerungsreichen deutschen Bundesländern, die Entwicklung der vergangenen rund 70 Jahre ist aber durch einen nahezu kontinuierlichen Bevölkerungsanstieg geprägt. Mit anhaltendem Wachstum ist innerhalb des Landes von einer steigenden potenziellen Betroffenheit auszugehen. Hinzu kommt, dass Schleswig-Holstein aufgrund seiner Küstenlage zwischen Nord- und Ostsee, seiner vielfältigen Natur- und Kulturlandschaften sowie seines breiten Freizeit- und Erholungsangebots zu den beliebtesten Reiseländern Deutschlands gehört. Neben der Wohnbevölkerung halten sich daher insbesondere in den Ferien- und Urlaubszeiten zahlreiche Touristinnen und Touristen im Land auf, deren Gesundheit durch Wetter, Witterung und Klima beeinträchtigt werden kann. Der Klimawandel betrifft verschiedene Bevölkerungsgruppen in unterschiedlicher Weise. Zu den besonders vulnerablen Gruppen gehören unter anderem chronisch Kranke, Menschen mit eingeschränkter Mobilität, Schwangere sowie Kinder und Betagte. Der demografische Wandel hin zu einer immer älteren Bevölkerung erhöht die Risikogruppe zusätzlich.

Der Schutz der Gesundheit von Bevölkerung und Gästen ist ein zentrales öffentliches Anliegen und fester Bestandteil der Vorsorge- und Daseinsaufgaben des Landes. Schleswig-Holstein verfügt über ein leistungsfähiges Gesundheitssystem. Es zeichnet sich durch ein flächendeckendes Netz ambulanter und stationärer Versorgungseinrichtungen, Krankenhäuser sowie spezialisierter medizinischer Angebote aus. Mit den Universitätskliniken in Kiel und Lübeck bestehen zwei bedeutende Institutionen zur medizinischen Forschung und Lehre, die zugleich eine wichtige Rolle in der regionalen und überregionalen Versorgung übernehmen. Ergänzt wird das Gesundheitssystem durch einen gut ausgebauten Rettungsdienst, den Öffentlichen Gesundheitsdienst sowie zahlreiche Einrichtungen der Pflege und Rehabilitation. Die bestehenden Strukturen bilden bereits ein solides Fundament, um die Gesundheit der Bevölkerung Schleswig-Holsteins auch zukünftig sicherzustellen. Um den wachsenden Anforderungen infolge des Klimawandels an die Infrastruktur und das Personal zu begegnen, bildet die weitere Stärkung des Gesundheitssystems einen Kern der Klimaanpassung im Gesundheitsbereich. Zentrale Handlungserfordernisse und Aktivitäten bestehen außerdem darin, aktuelle Gesundheitsgefahren zu reduzieren, potenzielle zukünftige Gesundheitsgefahren frühzeitig zu erkennen, darüber zu informieren und gegenzusteuern sowie die Resilienz der Bevölkerung gegenüber klimabedingten Gesundheitsgefahren zu stärken.

134 Internetauftritt der WHO: „Climate Change“ (letzte Aktualisierung: 12.10.2023).

10.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

10.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Veränderung der Morbidität und Mortalität durch Hitze

Hitze zählt zu den klimatischen Parametern mit besonderer Relevanz für die menschliche Gesundheit. Infolge des Klimawandels steigen nicht nur die Durchschnittstemperaturen der Luft, sondern es kommt auch häufiger zu intensiveren und länger andauernden Hitzeperioden. Der menschliche Körper reagiert auf hohe Temperaturen unter anderem mit Schwitzen und einer verstärkten Hautdurchblutung, um die Wärmeabgabe zu steigern[135]. Diese Regulationsmechanismen belasten den Kreislauf, wirken sich auf unterschiedliche Organe aus und können dadurch bereits bestehende Beschwerden verstärken[136]. Beeinträchtigungen des allgemeinen Wohlbefindens umfassen eine eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit, Leistungsabfall und psychische Belastungen. Eine schnellere Herzfrequenz und gesteigerter Sauerstoffbedarf können insbesondere bei Menschen mit Vorerkrankungen des Herzens Komplikationen wie Ischämie, Infarkt oder Kreislaufkollaps verursachen. Höherer Flüssigkeitsverlust infolge der Schweißproduktion kann zu Dehydrierung und reduzierter Blutviskosität führen. Dadurch steigt unter anderem das Risiko für Thrombosen. Hitze steht auch in Verbindung mit respiratorischen Beeinträchtigungen. Zu den häufigsten hitzebedingten Erkrankungen des Atemsystems gehören das Lungenödem, das akute Atemnotsyndrom sowie hitzebedingte Hyperventilation. In schwerwiegenden Fällen kann die Hitzeeinwirkung zum Tod führen[135].

Bisher ist Hitze nicht Bestandteil der offiziellen Todesursachenstatistik. Systematisch erfasste Zahlen zur hitzebedingten Morbidität und Mortalität liegen daher nicht vor. Allerdings deuten Schätzungen des Robert Koch Instituts auf der Grundlage eines statistischen Modells darauf hin, dass es in den letzten Jahren immer wieder zu hitzebedingten Sterbefälle in Schleswig-Holstein gekommen ist. In außergewöhnlich heißen Jahren und in Sommern mit extremer Hitze wie 1994, 2006 und 2008 traten mehr Sterbefälle auf. Vor allem aufgrund der günstigen klimatischen Ausgangslage liegen die Anzahlen in Schleswig-Holstein bisher aber vergleichsweise niedrig. Zur quantitativen Abschätzung des zukünftigen Risikos wurde für diese Klimawirkung eine Verschneidung von räumlichen Projektionsdaten zur zukünftigen Anzahl Heißer Tage mit Daten der Bevölkerungsvorausberechnung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich bei der gewählten Parameterkombination bis zur Mitte des Jahrhunderts das relativ höchste Risiko für das Auftreten hitzebedingter gesundheitlicher Beeinträchtigungen im Süden Schleswig-Holsteins konzentriert. In den Landkreisen Pinneberg, Segeberg und Stormarn treffen vergleichsweise hohe Bevölkerungszahlen auf die unter den Bedingungen des RCP8.5-Szenarios für Schleswig-Holstein meisten projizierten Heißen Tage. In den genannten drei Landkreisen konzentrieren sich zudem Gemeinden mit einer zukünftig hohen absoluten Zahl von Hochbetagten, die als vulnerable Gruppe besonders anfällig gegenüber hitzebedingten Gesundheitsbeeinträchtigungen sind. Die Analyse stellt aufgrund der limitierten Parameterzahl allerdings nur eine vereinfachte Risikoabschätzung dar. Mit Blick auf die Maßnahmenentwicklung und -umsetzung ist zu berücksichtigen, dass grundsätzlich die gesamte Bevölkerung Schleswig-Holsteins von der Klimawirkung betroffen sein kann.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung der Morbidität und Mortalität durch Hitze“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator GE-I-1: Hitzebedingte Sterbefälle[137]
Indikator GE-I-2: Hitzewarnungen[138]

135 Winklmayer et al., 2023: Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. Gesundheitsberichterstattung des Bundes gemeinsam getragen von RKI und DESTATIS. Journal of Health Monitoring, 8, S. 4.

136 Ebi et al., 2021: Hot weather and Heat Extremes: Health Risks. The Lancet, 398, 10301.

137 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-1.

138 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-2.

UV-bedingte Gesundheitsschäden (insbesondere Hautkrebs)

Der Klimawandel beeinflusst atmosphärische Zirkulationsmuster und dadurch auch Sonnenscheindauer, Bewölkung und den Ozonhaushalt. Vor allem bei wolkenarmen Wetterlagen und bei Niedrigozonereignissen, die im Zuge steigender Temperaturen und stabilerer Hochdrucklagen häufiger auftreten, erreicht mehr potenziell gesundheitsschädliche UV-Strahlung die Erdoberfläche. Messungen der UV-Strahlung an einzelnen Stationen in Schleswig-Holstein lagen insbesondere in sonnenscheinreichen Sommern wie 2018, 2020 und 2022 im Bereich einer sehr hohen gesundheitlichen Gefährdung. Belastbare Aussagen zu langfristigen Trends der UV-Strahlung sind aufgrund begrenzter Messreihen aber bisher nicht möglich. Gleichzeitig führen höhere Temperaturen und sonniges Wetter zu veränderten Verhaltensmustern, da sich Menschen vermehrt und länger im Freien aufhalten. Erhöhte UV-Strahlungsexposition kann Haut und Augen schädigen. Zu den gesundheitlichen Beeinträchtigungen zählen unter anderem Sonnenbrand und eine beschleunigte Alterung der Haut infolge von Zellschäden. Besonders kritisch ist die Zunahme des Risikos für Hautkrebs, der im Falle der malignen Variante in schweren Fällen zum Tod führen kann.

Die gesundheitlichen Auswirkungen spiegeln sich in der Krebsstatistik wider: Die Zahl der Neuerkrankungen am malignen Melanom der Haut ist in Schleswig-Holstein seit Ende der 1990er Jahre statistisch signifikant gestiegen. Im Durchschnitt der 20 Jahre 2003–2022 starben in Schleswig-Holstein jährlich knapp 100 Personen an schwarzem Hautkrebs. Wissenschaftliche Untersuchungen und Modelle deuten darauf hin, dass die Menge der bodennahen besonders gesundheitsschädlichen UV-B-Strahlung trotz einer teilweisen Erholung der schützenden Ozonschicht im Verlauf des 21. Jahrhunderts zunehmen könnte. Damit ist auch für Schleswig-Holstein von einem steigenden Risiko für UV-bedingte Gesundheitsschäden auszugehen. Eine besondere Betroffenheit ergibt sich neben den bevölkerungsreichen Landkreisen im Süden des Landes auch für die Küstenregionen, in denen Menschen vor allem in den warmen und sonnenscheinreichen Monaten viel Zeit in der Sonne verbringen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „UV-bedingte Gesundheitsschäden (insbesondere Hautkrebs)“

Allergische Reaktionen durch Zunahmen von Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft

Die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse beeinflussen die Verbreitung und phänologische Entwicklung von Pflanzen. Der Klimawandel wirkt sich damit unmittelbar auf die Belastung der menschlichen Gesundheit durch pflanzliche Aeroallergene aus. Steigende Temperaturen führen infolge einer verlängerten Vegetationsperiode zu einer längeren Pollensaison und einer veränderten Pollenzusammensetzung. Wärmere Bedingungen begünstigen zudem die Ausbreitung bestimmter invasiver allergener Pflanzenarten wie der Beifuß-Ambrosie. Ihre hochpotenten Pollen können bereits in geringen Konzentrationen starke allergische Reaktionen auslösen. Neben der lokalen Pollenproduktion trägt auch die Fernverfrachtung allergener Pollen aus anderen Regionen Deutschlands zur Belastung in Schleswig-Holstein bei. Die gesundheitlichen Folgen reichen von allergischer Rhinitis über Bindehautentzündungen bis hin zur Verschlechterung bestehender Atemwegserkrankungen und können die Lebensqualität erheblich beeinträchtigen.

In Schleswig-Holstein sind phänologische Veränderungen bei allergenen Pflanzen zu beobachten. Daten zeigen für die Hängebirke und das Wiesen-Knäuelgras einen signifikant früheren Blühbeginn über die vergangenen Jahrzehnte. Historische Pollenflugstatistiken weisen zudem auf eine Zunahme starker Belastungssituationen hin. Zuletzt kam es in einzelnen Jahren nahezu ganzjährig zu Belastungen durch Gräserpollen. Konkrete Projektionsdaten zum zukünftigen Vorkommen von Aeroallergenen oder zur Verlängerung der Pollensaison liegen nicht vor. Projektionen für diese Parameter unterlägen ohnehin großen Unsicherheiten, da sie zahlreichen klimatischen und nicht-klimatischen Einflussfaktoren unterliegen. Grundsätzlich ist aber aufgrund der projizierten Erwärmung bei gleichzeitig ausreichenden Niederschlägen zukünftig von einer weiteren Verlängerung der Vegetations- und Pollensaisons auszugehen. Im Süden des Landes blühen allergene Pflanzen schon heute früher, sodass dort mit einer höheren Betroffenheit als im Norden zu rechnen ist. Auch den Küstenregionen kommt aufgrund möglicher Fernverfrachtung von Pollen und hoher Exposition von Einheimischen und Urlaubsgästen wachsende Bedeutung zu.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Allergische Reaktionen durch Zunahme von Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator BD-I-1: Wildpflanzenphänologie[139]

10.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[140] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 11 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 11: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren, Veränderung der Inzidenz vektorassoziierter Krankheiten	Die Problematik der Verbreitung und Abundanz von Vektoren sowie der Inzidenz vektorassoziierter Krankheiten hat in den vergangenen Jahren bundesweit an Bedeutung gewonnen, ist für Schleswig-Holstein derzeit jedoch noch von geringer Relevanz. Kritische, vom Klimawandel begünstigte Vektoren wie die Asiatische Tigermücke oder FSME-übertragende Zecken sind bislang nicht etabliert. Die Datenlage ist schwach, da kein systematisches Vektormonitoring existiert und verfügbare Informationen überwiegend aus Einzelfunden und Citizen-Science-Projekten stammen. Langfristig ist davon auszugehen, dass sich infolge des Klimawandels und begünstigt durch die intensiven Handels- und Tourismusaktivitäten als Quellen der Einschleppung Vektoren in Schleswig-Holstein etablieren und stärker verbreiten könnten.
Veränderung der Badegewässerqualität	Steigende Wassertemperaturen und ein verändertes Niederschlagsregime können das Wachstum von potenziell gesundheitsschädlichen Cyanobakterien, Vibrionen und weiteren aquatischen Mikroorganismen begünstigen. Vibrionen treten insbesondere in küstennahen Bereichen der Ostsee auf, während in Binnengewässern vor allem Zerkarien nach längeren Warmwetterperioden gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen können. Die Klimawirkung wird grundsätzlich als relevant für Schleswig-Holstein eingeschätzt, unter anderem mit Blick auf die hohe Bedeutung sicherer Badegewässer für die touristische Nutzung. Die Datenlage ist jedoch eingeschränkt, da weder zur Konzentration von Vibrionen noch für Zerkarien oder Algen ein regelmäßiges, standardisiertes und engmaschiges Monitoring besteht. Zudem fehlen belastbare Schwellenwerte für Risikobewertungen. Projektionen deuten darauf hin, dass sich mit fortschreitendem Klimawandel künftig früher im Jahr günstige Bedingungen für das Vorkommen der Mikroorganismen einstellen könnten. Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring: Indikator GE-I-3: Badewarnungen und -verbote[141]
Atembeschwerden (aufgrund von Luftverunreinigungen)	Atembeschwerden stehen in Verbindung mit bodennahem Ozon, dessen Bildung durch erhöhte Sonneneinstrahlung begünstigt wird, sowie mit erhöhten Feinstaubbelastungen bei länger anhaltenden Trockenperioden. Für Schleswig-Hols-

139 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt BD-I-1.

140 Wolf et al., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Climate Change 24/2021. Dessau-Roßlau, S. 261.

141 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-3.

	tein wird insgesamt eine geringe Betroffenheit angenommen, da günstige Windverhältnisse – insbesondere in Küstennähe – zur raschen Verdünnung und Verwehung von Luftschadstoffen beitragen. Infolge des Klimawandels könnten eine zunehmende (Wind-)Erosion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Wald- und Moorbrände die Feinstaubkonzentrationen punktuell erhöhen. In Schleswig-Holstein spielen Waldbrände sowohl bislang als auch voraussichtlich zukünftig eine untergeordnete Rolle.
Verletzungen und Todesfälle infolge von Extremereignissen	Die Klimawirkung wird grundsätzlich als relevant eingeschätzt. Auswirkungen von extremer Hitze auf die Morbidität und Mortalität sind in einer separaten Klimawirkung vertieft untersucht (Kapitel 10.2.1). Zu Verletzungen und Todesfällen infolge anderer klimatischer Extremereignisse gibt es keine systematische Datenerfassung. Solche Ereignisse lassen sich zudem nur mit hoher Unsicherheit projizieren. Dies erschwert belastbare Risikoabschätzungen. Schnittstellen bestehen mit vorgelagerten Klimawirkungen zum Auftreten von Hitze, Hochwasser oder zur Eigenbetroffenheit von Katastrophenschutzkräften in den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft(Kapitel 14) sowie Bevölkerungsschutz (Kapitel 12)
Auswirkungen auf das Gesundheitssystem	Die Klimawirkung wird grundsätzlich als relevant eingeschätzt, da hitzebedingte Gesundheitsbeeinträchtigungen, vektorassoziierte Krankheiten oder auch Verletzungen infolge von Extremwetterereignissen die medizinische Infrastruktur und das Personal zusätzlich belasten können. Die konkreten Auswirkungen lassen sich anhand der verfügbaren Daten derzeit jedoch nicht gezielt quantifizieren. Aspekte dieser Klimawirkung finden Berücksichtigung in den Ausarbeitungen dieses Handlungsfelds. Schnittstellen bestehen mit Klimawirkungen in den Handlungsfeldern Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4) und Bevölkerungsschutz (Kapitel 10).

10.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit bewerteten Klimawirkungen sind von hoher bis sehr hoher sozialer Bedeutung. Eine sehr hohe soziale Bedeutung sahen die bewertenden Fachleute bei den Klimawirkungen „Veränderung der Morbidität und Mortalität durch Hitze“, „UV-bedingte Gesundheitsschäden (insbesondere Hautkrebs)“ sowie „Allergische Reaktionen durch Zunahmen von Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft“. Eine hohe ökologische Bedeutung wurde hingegen nur den Veränderungen der Badewasserqualität zugewiesen. Dazu hat der Bewertungsprozess zudem den Hinweis hervorgebracht, dass mit dem fortschreitenden Klimawandel (mehr Sommertage und Heiße Tage, mehr Sonneneinstrahlung) die Problematik der Sonnencremerückstände in Badegewässern zunehmen könnte.

Die Bewertung der wirtschaftlichen Bedeutung der Klimawirkungen des Handlungsfelds Menschliche Gesundheit war nicht immer eindeutig. Hoch bis sehr hoch könnte die wirtschaftliche Bedeutung einer Veränderung der Badegewässerqualität sein. In Schleswig-Holstein sind Tourismus und Tagestourismus von hoher wirtschaftlicher Bedeutung, auch wenn Badeseen einen eher geringen Anteil daran haben. Von hoher wirtschaftlicher Bedeutung könnte auch die Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren sowie die Veränderung der Inzidenz vektorassoziierter Krankheiten sein. Eindeutig als wirtschaftlich hochbedeutend bewertet wurden die Klimawirkungen „UV-bedingte Gesundheitsschäden (insbesondere Hautkrebs)“ und „Allergische Reaktionen durch Zunahmen von Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft“. Letzteres kann die Leistungsfähigkeit Betroffener deutlich herabsetzen.

Handlungsbedarf sahen die Fachleute bei UV-bedingten Gesundheitsschäden, insbesondere hinsichtlich Bewusstseinsbildung und Aufklärung. Zur Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren ist ebenfalls Handlungsbedarf gegeben. Dieser liegt klar auf politischer Ebene bei der Klärung von Zuständigkeiten

und der Erarbeitung eines bundesweiten Rahmens zu Monitoring und Bekämpfung von Vektoren. Aktuell sind Monitoring und Bekämpfung in diesem Bereich in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich geregelt.

10.4 Handlungsziele

Stärkung der Gesundheitsvorsorge im Kontext des Klimawandels

Klimawandelbedingte Risiken für die menschliche Gesundheit sind gemäß dem Vorsorgeprinzip im Voraus zu vermeiden oder bestmöglich zu verringern. Neben der Stärkung der Befähigung zur Eigenvorsorge von Bürgerinnen und Bürgern sollen nicht nur auf Bundes- und Landesebene, sondern auch auf kommunaler Ebene für alle Bevölkerungsgruppen angemessene Schutzmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Besonders gefährdete und vulnerable Bevölkerungsgruppen, wie ältere Menschen, Kinder, Personen mit chronischen Erkrankungen oder Menschen aus sozial schwächeren Verhältnissen, benötigen gezielte Maßnahmen, die ihre spezifischen Bedürfnisse adressieren und sie vor den Folgen des Klimawandels schützen.

Es sollte ein breites Bewusstsein für Präventionsmaßnahmen und ein klimaangepasstes Gesundheitsverhalten, zum Beispiel während Hitzeperioden, geschaffen werden. Darüber hinaus ist zu betonen, dass es nicht nur um Verhaltensprävention, sondern auch um Verhältnisprävention geht. Beim urbanen Hitzeschutz bedeutet das zum Beispiel die Bereitstellung von beschatteten und begrünten öffentlich zugänglichen Flächen sowie kühlen Schutzräumen (wie zum Beispiel Kirchen und Bibliotheken). Aber auch Infektionsrisiken sollten, zum Beispiel durch die Ausweisung von Risikogebieten und die Sicherstellung von Trinkwasser in ausreichender Menge und Qualität, eingedämmt werden. Um eine effektive und interdisziplinäre Infektionsprävention gewährleisten zu können, kommt dem Erhalt und der Stärkung eines ressortübergreifenden One-Health-Ansatzes[142] in den Bereichen Gesundheit, Umwelt sowie Tiergesundheit und Landwirtschaft eine große Bedeutung zu. In Bezug auf das seelische und soziale Wohlbefinden sind niedrigschwellige psychosoziale Beratungs- und Anlaufstellen wichtig.

Generell ist für die Gesundheitsvorsorge das Zusammenwirken der verschiedenen Handlungsfelder entscheidend. So dienen beispielsweise Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich der Städte- und Regionalplanung wie auch im Bauwesen (Kapitel 4 und 11) häufig unmittelbar (Hitzeschutz) oder mittelbar (Hochwasserschutz) der Gesundheitsvorsorge. Die Folgen des Klimawandels und insbesondere auch die gesundheitlichen Folgen sowie die entsprechenden Anpassungsmaßnahmen müssen daher bei Planungsverfahren in allen Bereichen frühzeitig mitgedacht und einbezogen werden (Ansatz Health in All Policies[143]). Dieser Ansatz spielt auch in der Landesstrategie zur Stärkung der Prävention und Gesundheitsförderung, die aktuell entwickelt wird, eine wichtige Rolle (Kapitel 10.5.9).

Klimaresiliente Weiterentwicklung der Gesundheitsversorgung

Übergreifendes Ziel der Gesundheitsversorgung ist es, der Bevölkerung Schleswig-Holsteins bedarfs- und fachgerechte Leistungen zur Verfügung zu stellen. Anerkannte technische und organisatorische Maßnahmen, welche zu einer optimierten Vorbereitung auf sowie zu einem besseren Umgang mit den Herausforderungen des Klimawandels führen, sind daher verstärkt umzusetzen. Die Umsetzung soll dabei möglichst ressourcenschonend und nachhaltig ausgestaltet werden.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

142 Der One-Health-Ansatz besagt, dass die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt eng zusammenhängen, weshalb sie gleichzeitig zu betrachten und ganzheitlich zu optimieren sind.

143 Der Health in All Policies (HiAP) Ansatz ist eine Strategie, um das Thema Gesundheit in sämtliche Politik- und Entscheidungsbereiche zu integrieren und somit die Gesundheit der Bevölkerung zu verbessern.

10.5 Maßnahmen zur Anpassung

10.5.1 Schaffung und Weitergabe von Wissen, Kommunikation, Monitoring

Neben dem Monitoring und der Forschung zur Identifizierung von klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und zur Entwicklung neuer Ansätze zur Anpassung sollten auch Maßnahmen zur Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung gefördert werden. Hierunter fallen zum Beispiel die Förderung gesunder Lebens- und Ernährungsgewohnheiten, das Verbreiten von Informationen zum Umgang mit steigenden Temperaturen und Extremwetterereignissen sowie die Sensibilisierung von vulnerablen Gruppen hinsichtlich neuer Infektionsgefahren. Auch Schulungen von Fachleuten im Gesundheits- und Sozialwesen zum Umgang mit klimabedingten Gesundheitsproblemen sind unabdingbar.

Instrumente

- Das Ministerium für Justiz und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein (MJG) stellt im Internet Informationen zum Umgang mit Hitze für die Bevölkerung, aber auch für Behörden und weitere Stakeholder zur Verfügung und beantwortet die Frage, wie man sich und Angehörige vor den gesundheitlichen Folgen einer zu großen Wärmebelastung schützen kann. Hierbei ist darauf zu achten, dass für die einzelnen Bevölkerungsgruppen eine jeweils geeignete Form (zum Beispiel einzelne Seiten mit einfacher Sprache, bildliche Darstellungen oder tiefergehende Informationen) gefunden wird. Für pflegende und betreuende Personen, Pflegekräfte sowie Hausärztinnen und Hausärzte stehen Informationsblätter zum Download bereit. Für Behörden und weitere Stakeholder werden Informationen zu weiterführenden Seiten für Stadt- und Bauplanung, Schaffung und Gestaltung von Räumen und Flächen und weiteres zusammengetragen. Auch wird auf die Internetseite des DWD mit aktuellen Hitzewarnungen für Schleswig-Holstein verwiesen (2006 wurde eine Verwaltungsvereinbarung der Landesregierung über die Zusammenarbeit mit dem DWD zur Übermittlung von Hitzewarnungen und Hitzevorinformationen geschlossen). Die Entwicklung der jährlichen Anzahl der Tage mit Hitzewarnungen in Schleswig-Holstein wird im Faktenblatt zum Indikator „Hitzewarnungen“ dargestellt[144].

- Um die im Gesundheitswesen tätigen Menschen möglichst frühzeitig zu den Themen Klimawandel und -anpassung zu sensibilisieren, braucht es eine Aufnahme in die Berufsgesetze, um dieses wichtige Thema gleich zu Beginn der Berufskarriere, nämlich in der Ausbildung, zu platzieren. Konkret heißt dies für die Landesregierung, bei anstehenden Gesetzesänderungen auf Bundesebene entsprechende Stellungnahmen abzugeben und bei landeseigenen Vorhaben entsprechende Regelungen aufzunehmen.

- Für Ärztinnen und Ärzte sowie den Öffentlichen Gesundheitsdienst sind Weiterbildungsangebote notwendig, um diese für hitzebedingte Symptomatiken zu sensibilisieren und bislang bei uns nicht auftretende Infektionskrankheiten erkennen, gezielt behandeln und eindämmen zu können.

- Weitere Empfehlungen sollten unter anderem hinsichtlich persönlicher Mücken- und Zeckenprophylaxe, Badeverzicht bei Massenauftreten von Cyanobakterien (Blaualgen; siehe auch Indikator „Badewarnungen und Verbote“[145]), Vermeidung stehender Wasserflächen und regelmäßiger Nutzung der Trinkwasserinstallation (zur Minimierung des Risikos der Aufkeimung von Krankheitserregern) im heimischen Umfeld, regelmäßigem Lüften während der kühlen Nachtstunden bei Hitzeperioden und der Verwendung von Sonnenschutzcremes platziert werden.

- Kooperationen und der fachliche Austausch zu Themen der Klimaanpassung innerhalb der Landesregierung von Schleswig-Holstein, aber auch mit anderen Bundesländern sowie mit dem Bund und der EU sind auszubauen.

144 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-2.

145 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-3.

- Die regelmäßige Überwachung von Trinkwasser und Badegewässern auf Indikatorkeime ist rechtlich (durch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) auf Bundesebene und die Badegewässerverordnung (BadegewVO) auf Landesebene) vorgegeben – entsprechende Anpassungen an sich ändernde Anforderungen erfolgen auf EU-Ebene und Bundesebene in Abstimmung mit den Ländern und der kommunalen Ebene.

- Voraussetzung für die Einschätzung von regionalen Risiken vektorübertragener Krankheiten, die Ausweisung von Risikogebieten und das Einleiten von Gegenmaßnahmen sind Daten zum Vorkommen und der Verbreitung der Vektoren. So kann zum Beispiel der Aufbau eines Vektoren-Monitorings helfen, die Ansiedelung der Tigermücke in Schleswig-Holstein gezielt zu bekämpfen.

- Zusätzlich sollte eine Gesundheitsüberwachung und -berichterstattung in allen betroffenen Bereichen eingeführt werden. Dabei sollte der Fokus insbesondere auf der Erfassung und Überwachung klimabedingter Gesundheitsindikatoren (wie beispielsweise der Prävalenz umweltbezogener Erkrankungen und hitzebedingten Sterblichkeitsraten) sowie der Darstellung von Entwicklungen im Rahmen der Gesundheitsberichterstattung liegen.

Unterziele

- Förderung von hitzeangepasstem Verhalten

  Der Erfolg des Unterziels wird über den Indikator „ Hitzebedingte Sterbefälle“[146] gemessen, mit dem Ziel, diese zu stabilisieren oder reduzieren.

- verbesserte zielgruppenspezifische Aufklärung und Risikokommunikation

- Ausbau und Weiterentwicklung von gesundheitsbezogenem Klimafolgenmonitoring

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Bildung (Kapitel 18).

10.5.2 Erstellung von Hitzeaktionsplänen

Für den Schutz der menschlichen Gesundheit bei Hitze müssen Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen umgesetzt werden. Hitzeaktionspläne helfen bei der konkreten Ausgestaltung und Planung von Maßnahmen für eine langfristige Minderung der Hitzebelastung.

Instrumente

- Im Jahr 2017 hat eine Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft unter Beteiligung des MJG „Handlungsempfehlungen zur Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der Gesundheit“ erstellt. Diese Handlungsempfehlungen richten sich in erster Linie an die Länder, während die Umsetzung dann im Wesentlichen auf kommunaler Ebene erfolgen soll. Nach der Veröffentlichung der Handlungsempfehlungen wurden die Gesundheitsämter der Kreise und kreisfreien Städte in Schleswig-Holstein über diese informiert.

- 2023 wurde den Gesundheitsämtern eine im Rahmen eines Projektes des Umweltbundesamtes (UBA) entwickelte „Arbeitshilfe zur Entwicklung und Implementierung eines Hitzeaktionsplans für Kommunen“ zur Verfügung gestellt.

- Der Landtag hat im Juli 2024 den Alternativantrag der Fraktionen von CDU und Bündnis 90/die Grünen „Bevölkerung besser vor extremen Wetterbedingungen schützen“ (Drucksache 20/1236 vom

146 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GE-I-1.

12.07.2024) angenommen. Darin sind als geeignete Maßnahmen das konstruktive Einbringen in die Erstellung des nationalen Hitzeaktionsplans, das Publikmachen des „Hitze Service für Kommunen“ und die Unterstützung bestehender sozialer Hilfestrukturen, insbesondere für vulnerable Personengruppen, genannt.

Unterziele

- Information und Vernetzung von öffentlichen Stellen, Stakeholdern und Bevölkerung
- verbesserte Koordination von planerischen, baulichen und kommunikativen Maßnahmen zur Vermeidung von hitze- und UV-bedingten Erkrankungen und Todesfällen

  Der Indikator „ Hitzebedingte Sterbefälle“[146] misst den Erfolg des Unterziels in Bezug auf hitzebedingte Risiken.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

10.5.3 Räumliche Klimaanpassungsmaßnahmen

Mit einer klimaangepassten räumlichen Planung können klimawandelbedingte Risiken für die menschliche Gesundheit gemindert werden.

Instrumente

- Wichtige beispielhafte Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Städte- und Regionalplanung, der Verkehrsplanung sowie auch im Bauwesen sind die Erhaltung oder Neuschaffung von Frischluftschneisen, die Entsiegelung von Flächen und die Einrichtung von Grün- und Blauflächen, um einer Erhitzung der Ballungsräume vorbeugen und den Auswirkungen von Starkregenereignissen und Überschwemmungen begegnen zu können.
- Diese Maßnahmen verbunden mit weiteren Maßnahmen, wie der Einrichtung von Fahrradstraßen und Outdoorparcours, können aufgrund des gesundheitsfördernden Effekts von Bewegung zur Verbesserung der allgemeinen Gesundheit (und damit beispielsweise zur Resilienz gegenüber Hitzeereignissen) beitragen.

Unterziele

- Schutz vor hitzebedingten Gesundheitsrisiken

  Der Erfolg des Unterziels wird über den Indikator „ Hitzebedingte Sterbefälle“[146] gemessen
- Schutz vor starkregen- und überschwemmungsbedingten Gesundheitsrisiken
- Verbesserung der Luftqualität
- Verbesserung der allgemeinen Gesundheit

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5).

10.5.4 Psychosoziale Beratung und Unterstützung

Den klimawandelbedingt wachsenden psychosozialen Belastungen sollte mit entsprechenden Angeboten Rechnung getragen werden.

Instrumente

- Hinsichtlich der psychischen und sozialen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit gibt es in Schleswig-Holstein eine Vielzahl an unterschiedlichen Beratungsstellen. Einen Überblick über sozialpsychiatrische und psychosoziale Hilfen in Kiel bietet beispielsweise der Wegweiser des Amts für Gesundheit der Landeshauptstadt Kiel aus 2022/2023[147].

- Das psychosoziale Beratungsangebot im Land sollte an einer wachsenden Nachfrage aufgrund des Klimawandels ausgerichtet werden, um bei psychischen und/oder sozialen Problemen frühzeitig Bewältigungshilfen sicherstellen zu können.

- Möglichkeiten, die psychosoziale Gesundheit der Bevölkerung zu stärken und aufrecht zu erhalten, ergeben sich zum Beispiel aus psychosozialen Unterstützungsangeboten für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer im Rahmen des Betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM).

Unterziele

- Stärkung der psychischen Resilienz

- Frühzeitige psychosoziale Intervention

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Fischerei (Kapitel 15) und Tourismus (Kapitel 17), in dem Arbeitsausfälle aufgrund psychischer Belastungen reduziert werden können.

10.5.5 Anpassung des übergreifenden Arbeitsschutzes

Im Rahmen des Arbeitsschutzes beraten in der Regel Betriebsärztinnen, Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit zur Gefährdungsbeurteilung vor Ort. Hierbei nehmen Betriebs- und Personalräte eine wichtige Rolle ein, da die Erfahrung zeigt, dass in Unternehmen mit Betriebsrat häufiger Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt sowie Maßnahmen zum Gesundheitsschutz und zur Belastungssenkung ergriffen werden als in Unternehmen ohne Betriebsrat. Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung haben Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen dann den Schutz der Beschäftigten im Betrieb durch ein komplexes „Schutzpaket“, bestehend aus vorrangig technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie nachrangig der Bereitstellung von persönlicher Schutzausrüstung, sicherzustellen.

147 Amt für Gesundheit der Landeshauptstadt Kiel, 2022/2023: Wegweiser Sozialpsychiatrische/ Psychosoziale Hilfen in Kiel.

Instrumente

- Maßnahmen zur Senkung der Temperatur der Arbeitsumgebung: Maßnahmen dieser Art können als technische Arbeitsschutzmaßnahme gegen Belastungen durch Hitze gewertet werden. Das können ganz unterschiedliche Maßnahmen, wie beispielsweise das Pflanzen von Bäumen, die Beseitigung versiegelter Flächen, das Isolieren und Begrünen von Fassaden und Dächern, die helle Gestaltung von Dächern und Wänden, die Verschattung von Fenstern, die Klimatisierung von Arbeitsräumen sowie die Vermeidung von Wärmequellen, sein.

- Organisatorische Schutzmaßnahmen: Maßnahmen wie beispielsweise das Einführen eines Lüftungsmanagements, die Anpassung der Arbeitszeit, der Arbeitsanforderungen, des Arbeitstempos und der Pausen können zur Klimaanpassung am Arbeitsplatz beitragen. Darüber hinaus sollte der Hitzeschutz in das BGM eingebunden werden.

- Persönliche Schutzausrüstung: Für sehr warme Arbeitsplätze sollten kühlende Kleidungsstücke (wie zum Beispiel Westen) in Betracht gezogen werden.

Unterziel

- Schutz von Beschäftigten vor klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz (insbesondere durch Hitze sowie durch UV-Strahlung und Extremwetterereignisse)

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Fischerei (Kapitel 15), Tourismus (Kapitel 17), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4) sowie Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), in dem gesundheitlich bedingte Arbeitsausfälle reduziert werden können.

10.5.6 Gesunderhaltung des Personals in der Gesundheitsversorgung

Die im Gesundheitswesen Beschäftigten werden durch Extremwetterlagen doppelt belastet – zum einen persönlich durch den direkten Einfluss während der Arbeit, zum anderen durch ein erhöhtes Aufkommen von Patientinnen und Patienten.

Instrumente

- Im Rahmen des BGM und betriebseigenen Hitzeaktionsplänen sollte die Etablierung von flexiblen, an die Witterungsbedingungen angepassten Dienstplanmodellen und weiteren Maßnahmen, wie die Bereitstellung von Trinkwasser, in Betracht gezogen und gegebenenfalls entsprechende personelle und finanzielle Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

- Die Entwicklung von Plänen für extreme Wettersituationen, wie beispielsweise betriebseigenen Hitzeaktionsplänen, kann als weitere präventive Maßnahme zum Schutz von Mitarbeitenden sowie Patientinnen und Patienten dienen. Die erstellten Hitzeaktionspläne und die daraufhin in Kraft tretenden Maßnahmen müssen dem medizinischen und pflegenden Personal sowie allen weiteren beteiligten Akteuren bekannt sein. Eine frühzeitige Einbeziehung der Rettungsdienste und Krankenhäuser beziehungsweise derer Träger bei der Erstellung der Hitzeaktionspläne ist hierbei zwingend notwendig. Eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit sollte in diesem Zusammenhang ebenfalls erfolgen.

Unterziele

- Schutz der Gesundheit von Beschäftigten im Gesundheitswesen vor klimawandelbedingten Belastungen (insbesondere Hitze und Extremwetter)

- Sicherstellung der Arbeitsfähigkeit und Versorgungsqualität

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), in dem Patientinnen und Patienten geschützt werden und leistet einen Beitrag zur Fachkräftesicherung durch Steigerung der Attraktivität der Gesundheitsberufe.

10.5.7 Anpassung der Behandlung von Patientinnen und Patienten an klimawandelbedingte Veränderungen

Zum Schutz der vulnerablen Patientinnen und Patienten vor den Auswirkungen des Klimawandels sollten diese von entsprechend geschultem und informiertem Personal überwacht werden.

Instrumente

- Aufgrund der Möglichkeit der veränderten Wirkungsweise von Medikamenten sollten insbesondere Risikopatientinnen und -patienten während einer Hitzewelle aufmerksam begleitet werden, um Unverträglichkeiten und Ausscheidungsstörungen frühzeitig erkennen und Arzneimittel gegebenenfalls in der Dosis reduzieren oder die Einnahme kurz- bis längerfristig unterbrechen zu können. Dies gilt vor allem für Arzneimittel, die erheblich in die Temperaturregulation des Körpers eingreifen und mit erhöhten Risiken assoziiert sind (zum Beispiel Diuretika) sowie solche, die die Arzneimittelsicherheit und die Eigenständigkeit von Patientinnen und Patienten einschränken können (zum Beispiel Antiepileptika, Sedativa und Opioide).

- Operationen, die nicht notfallmäßig durchgeführt werden, können vermehrt in kühlere Jahreszeiten verschoben werden, um das Risiko postoperativer Wundinfektionen zu minimieren.

- Die Verbreitung und Behandlung lokal neu auftretender, auch exotischer Krankheiten (zum Beispiel durch die Einwanderung von Mückenarten) sollte durch Wissenschaft und Forschung betrachtet werden.

- Mittels Aus-, Fort- und Weiterbildungen von Beschäftigten im Gesundheitswesen können die relevanten Inhalte zum adäquaten Handeln während Hitzeperioden vermittelt werden. Gegenstand der Lehrgänge muss insbesondere auch der Umgang mit (hitzebedingten) internistischen Notfällen sein.

- Betriebseigene Hitzeaktionspläne (siehe Kapitel 10.5.2) können neben Mitarbeitenden auch die Patientinnen und Patienten schützen.

Unterziele

- Früherkennung klimabedingter Behandlungsrisiken

- Anpassung von Therapie und Medikation

- Qualifizierung des Personals

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Bildung (Kapitel 18).

10.5.8 Anpassung der Gesundheitsinfrastruktur an die Folgen des Klimawandels

Nicht nur Krankenhäuser, Senioren- und Pflegeeinrichtungen, sondern auch Liegenschaften und Fahrzeuge des Rettungsdienstes sowie weitere Einrichtungen des Gesundheitswesens und des ambulanten Systems müssen baulich und technisch an die geänderten klimatischen Bedingungen angepasst werden. Insbesondere in Krankenhäusern und sonstigen Gesundheitseinrichtungen ist der thermische Komfort der Patienten trotz der steigenden Anzahl Heißer Tage (Maximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C) und Tropischer Nächte (Minimum der Lufttemperatur von ≥ 20 °C) sicherzustellen.

Instrumente

- Angesichts des fortschreitenden Klimawandels und in der Folge längerer sehr heißer Sommer müssen Strategien entwickelt werden, um Patientenzimmer zum Schutz der ohnehin vulnerablen Menschen in Krankenhäusern kühlen zu können. Die Klimatisierung und Kühlung durch Klimaanlagen, energetische Sanierungen von Fassaden und wärmedämmende Fenster, Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Verschattungen zur Vermeidung von Sonneneinstrahlung und Hitze sind hierfür beispielhafte Maßnahmen.

- Über den Hitzeschutz hinaus müssen auch Maßnahmen zum Schutz vor Starkregen und Hochwasser, wie zum Beispiel Entsiegelungs- und Wasserrückhaltemaßnahmen, entwickelt und umgesetzt werden.

- Die klimawandelbedingte Veränderung der UV-Strahlungsbelastung erhöht das Risiko für UV-bedingte Erkrankungen wie Krebserkrankungen an Auge und Haut. Daraus resultiert ein dringendes Handlungserfordernis verhaltens- und verhältnispräventiver Maßnahmen. Neben der flächendeckenden Etablierung verhaltenspräventiver Maßnahmen, wie Programmen zur Kommunikation und Aufklärung, ermöglichen Gebäudebegrünungen und Verschattungselemente eine effektive Reduzierung hoher Strahlenbelastungen.

- In Schleswig-Holstein existiert bereits ein Ideenpapier zu Klimaschutzmaßnahmen, um die Maßnahme „Förderlotse Klimaschutz im Krankenhaus“ zu konkretisieren. Bei dieser Maßnahme sollen Krankenhäuser effektiv und zielgerichtet bei der Erschließung von Fördergeldern verschiedenster Quellen für Klimaschutzmaßnahmen unterstützt werden. Dabei profitiert auch die Klimaanpassung. So helfen beispielsweise wärmedämmende Fenster sowie Dach- und Fassadenbegrünungen nicht nur Energie einzusparen und den CO_2-Ausstoß zu verringern, sondern sorgen auch für eine bessere Temperaturregulierung in den Innenräumen und tragen somit zur Klimaanpassung bei.

- In einem bereits abgeschlossenen Projekt mit PD Deutschland wurde evaluiert, wie die Verzahnung der Finanzierungspflicht des Landes mit geeigneten Förderprogrammen gelingen kann. Im Ergebnis dient nun ein sogenannter Förderlotse als effektive und zielgenaue Unterstützung der Krankenhäuser beim Erschließen von Fördergeldern aus unterschiedlichsten Quellen für Klimaschutzmaßnahmen (wie beispielsweise Bundesförderprogrammen).

- Auf Bundesebene wurde mit Inkrafttreten des Krankenhausversorgungsverbesserungsgesetzes (KHVVG) im Dezember 2024 das Kriterium der Nachhaltigkeit in § 9 Absatz 5 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes (KHG) als Bemessungsgrundlage etabliert. Demnach sind Fördermittel unter Mitberücksichtigung der Nachhaltigkeit so zu bemessen, dass sie künftig die notwendigen Investitionskosten decken. Konsequenterweise wird das Nachhaltigkeitskriterium auch im entsprechenden Landeskrankenhausgesetz etabliert werden.

- Aufbauend auf den bundesseitig vorgegebenen Zielen zielt die Nachhaltigkeit im Bereich des Krankenhausbaus insbesondere auf eine am Lebenszyklus orientierte ökonomische Nachhaltigkeit ab. Zielvorgabe ist es, möglichst flexible Strukturen zu schaffen, die sich künftig den medizinischen, den baulich-

technischen sowie den sozialen und ökologischen Entwicklungen und Herausforderungen anpassen lassen.

- Forschungseinrichtungen und Hochschulen können Krankenhäuser bei der Identifizierung von Best-Practices und der Implementierung innovativer Technologien zur Reduzierung ihres ökologischen Fußabdrucks unterstützen. Das Gesundheitsministerium und die Technische Hochschule Lübeck setzen dies in dem gemeinsamen Projekt „Beyond Expediency“ um. Angestrebt wird die Entwicklung eines innovativen und nachhaltigen Gesundheitsbaus mit einem Planungs- und Qualitätskompass für Schleswig-Holstein.

- Die Grundideen eines Nachhaltigkeitschecks wurden im Masterkurs „Arbeits- und Organisationsformen der Zukunft“ an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Kiel platziert. In Planung sind die Einrichtung einer digitalen Open Innovation Plattform zum aktiven Austausch zu den Themen Klimaschutz und Klimaresilienz. Angestrebt wird zudem, dass der Themenbereich von Anwärterinnen und Anwärtern, die hier eine Praxisphase im Laufe des Studiums an der Fachhochschule für Verwaltung und Dienstleistung (FHVD) absolvieren, in einer Praxisarbeit behandelt werden könnte.

- Zum Thema Gütesiegel „Green Hospital“ wurde an der FHVD eine Abschlussarbeit erstellt, mit welcher ein konkretes Umsetzungskonzept eines Zertifizierungsprogrammes für Schleswig-Holstein erarbeitet wurde. Dieses wird aktuell auf seine Möglichkeiten für einen konkreten Transfer in die Praxis bewertet. Diskutiert wird eine Kombination aus der Vorgabe fester Anforderungen und korrespondierender Förderung. Mit einer solchen Zertifizierung würden die Anforderungen und Prinzipien des nachhaltigen Planens, Bauens und Betreibens von Krankenhäusern besser anerkannt werden.

Unterziele

- Verhinderung von Ausfällen und Störungen der Infrastruktur des Gesundheitswesens

- Schutz von Mitarbeitenden sowie Patientinnen und Patienten vor klimawandelbedingten Belastungen (insbesondere durch Hitze sowie durch UV-Strahlung und Extremwetterereignisse)

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4).

10.5.9 Entwicklung einer Landesstrategie zur Stärkung von Prävention und Gesundheitsförderung

Instrumente

- Die sich aktuell in der Entwicklung befindliche Präventionsstrategie des Landes Schleswig-Holsteins zielt darauf ab, die Strukturen der Prävention und Gesundheitsförderung in den Lebenswelten über alle Lebensphasen hinweg zu stärken und die Gesundheit der Bevölkerung in Schleswig-Holstein nachhaltig zu verbessern.

- Gesundheit soll in Schleswig-Holstein als gemeinsamer Wert und als gemeinsame Verantwortung verstanden werden. Im Sinne des Health in All Policies-Ansatzes (das heißt, Gesundheit in allen Politik- und Lebensbereichen mitzudenken) sollen Land, Kommunen, Sozialversicherungsträger und weitere verantwortungstragende Akteurinnen und Akteure ihre Ressourcen abgestimmt sowie zielgerichtet für die Gesundheit der Bevölkerung einsetzen.

- Um diese Zusammenarbeit verbindlich zu gestalten und inhaltlich zu fokussieren, hat das für Gesundheit zuständige Ministerium einen landesweiten Prozess initiiert. Mit ihm soll ein gemeinsamer Orientierungsrahmen geschaffen werden, der Prioritäten definiert, ressort- und trägerübergreifendes Handeln erleichtert und die vorhandenen Aktivitäten strategisch miteinander verzahnt. Der Prozess bildet damit den Auftakt für eine systematische, abgestimmte und langfristig angelegte Weiterentwicklung der Prävention und Gesundheitsförderung in Schleswig-Holstein.

- Die Landespräventionsstrategie integriert Aspekte der Klimaanpassung, insbesondere in Form von sogenannten „Co-Benefits“[148] für Klima- und Umweltgesundheit. Denn Prävention und Gesundheitsförderung zahlen auf Themen ein, die mit der Steigerung der Resilienz der Bevölkerung und dem Gelingen der Klimaanpassung einhergehen. Dazu gehören zum Beispiel Themen, wie die Förderung von körperlicher Bewegung und aktiver Mobilität, gesunder und nachhaltiger Ernährung sowie psychischer Gesundheit und gesundheitlicher Vorsorge.

Unterziele

- Stärkung von Strukturen der Prävention und Gesundheitsförderung

- Koordinierte Lenkung von Aktivitäten zur Verbesserung der Gesundheit

Synergien

- Diese Maßnahme hat durch den Schutz der menschlichen Gesundheit Synergien zu allen Handlungsfeldern.

10.6 Best-Practice-Beispiele

10.6.1 Servicebüro Gesunde Schule/Kita

Im Rahmen der institutionellen Förderung der Landesvereinigung für Gesundheitsförderung in Schleswig-Holstein e.V. (LVGFSH) durch das MJG bietet das „Servicebüro Gesunde Kita/Schule“ Informationen, Beratung, Unterstützung und Fortbildungen rund um das Thema Gesundheit, insbesondere auch zum Thema Hitzeschutz an.

10.6.2 Koordinierungsstelle Gesundheitliche Chancengleichheit Schleswig-Holstein

Die auch mit institutionellen Mitteln des Gesundheitsministeriums geförderte „Koordinierungsstelle Gesundheitliche Chancengleichheit Schleswig-Holstein“ der LVGFSH setzt sich für die Kooperation und Vernetzung zur Weiterentwicklung von gesundheitsfördernden Aktivitäten und Projekten für sozial Benachteiligte unter anderem im Rahmen von regionalen und landesweiten Netzwerken ein.

10.6.3 Psychosoziales Hilfesystem in der Landesverwaltung

Für die Beschäftigten der Landesverwaltung wurde ein psychosoziales Hilfesystem, bei dem diese in belastenden Lebenssituationen an unterschiedlichen Standorten im Land Hilfe in Form von Beratung in Anspruch nehmen können, etabliert.

148 Co-Benefits sind positive Effekte, die sich bei der Bearbeitung einer Aufgabe in einem Bereich zusätzlich in anderen Bereichen ergeben.

10.6.4 Fachtag Hitzeschutz und Hitzesymposium Ostholstein

Im März 2024 fand die Veranstaltung „Kühler Kopf für heiße Zeiten – Vorbereitung auf Hitzeperioden“ statt. Der Fachtag, ausgerichtet von LVGFSH und Gesundheitsamt Kiel, richtete sich an Pflegekräfte und pflegende Angehörige älterer Menschen. Neben Fachvorträgen wurden präventive Ansätze zur „Hitzeresilienz“ in der stationären Pflege besprochen. Die Wichtigkeit von Hitzeschutzplänen in den Ländern beziehungsweise Kommunen sowie die rechtzeitige Sensibilisierung älterer Menschen zu präventiven Maßnahmen in Hitzeperioden wurde deutlich.

Im April 2024 lud das Ärztenetz Eutin/Malente e.V. zu einem Hitzesymposium ein, um Ideen für Konzepte für mehr Hitzeschutz in den jeweiligen Einrichtungen beziehungsweise Verantwortungsbereichen zu sammeln. Teilnehmende waren ärztliche Personen, Vertretende des Landes, in der Pflege tätige Personen, Rettungskräfte und Vertretende der kommunalen Ebene.

Auf beiden Veranstaltung wurde die Wichtigkeit der Vernetzung der unterschiedlichen Berufsgruppen und ihre Funktion als beratende Stellen (Apotheken, Arztpraxen, „Hitzelotsen“) deutlich.

11 Raumplanung

11.1 Relevanz des Handlungsfelds

Der Raumordnung kommt gemäß § 1 des Raumordnungsgesetzes (ROG) unter anderem eine Koordinierungsfunktion zu. Bei der Raumplanung sind dabei unterschiedliche Anforderungen an den Raum aufeinander abzustimmen und die auf der jeweiligen Planungsebene auftretenden Konflikte auszugleichen (§ 1 Absatz 1 Satz 2 Nummer 2 des ROG). Bei der Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Gesamtraums der Bundesrepublik Deutschland und seiner Teilräume ist die Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung zu beachten, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung mit gleichwertigen Lebensverhältnissen in den Teilräumen führt (§ 1 Absatz 2 des ROG). Dabei muss den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch solchen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden (§ 2 Absatz 2 Nummer 6 des ROG). Dieser Grundsatz bildet einen Rahmen für die Länder auf Raumordnungsebene.

Eine frühzeitige raum- und flächenbezogene Steuerung von Nutzungen durch die Raumordnung kann entscheidend zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beitragen. Sie kann dabei unterstützen, Gefahren und Risiken für den Menschen und weitere Schutzgüter, aber auch hinsichtlich der ökonomischen Folgen des Klimawandels zu verringern. Dabei stellt sich die gesamträumliche Planung als nützliches Instrumentarium dar, weil sie auf Langfristigkeit ausgelegt ist, Aspekte unterschiedlichster Gruppen berücksichtigt und gleichzeitig einen vorsorgenden Charakter hat.

Welches Gewicht Maßnahmen zur Klimawandelfolgenanpassung im Vergleich zu anderen Raumansprüchen haben, ergibt sich in der notwendigen Abwägung der Belange untereinander. Die Abwägung stellt bei der Aufstellung langfristiger Pläne eine klassische Aufgabe der Raumordnung und der kommunalen Bauleitplanung dar.

Die Konkretisierung der Grundsätze der Raumordnung gemäß § 2 des ROG erfolgt für das gesamte Land Schleswig-Holstein über den Landesentwicklungsplan (§ 8 Absatz 1 des Landesplanungsgesetzes (LaplaG)). Die in textlicher und/oder zeichnerischer Form festgelegten Ziele[149], Grundsätze[150] und sonstigen Erfordernisse[151] der Raumordnung machen dabei Vorgaben für eine Vielzahl von nachfolgenden Planungen oder Programmen.

Die Regionalpläne entwickeln sich aus dem Landesentwicklungsplan und enthalten die Ziele, Grundsätze und sonstigen Erfordernisse der Raumordnung für die gesetzlich festgelegten Planungsräume in Schleswig-Holstein (§ 9 Satz 1 in Verbindung mit § 3 des LaplaG). Die Regionalplanung konkretisiert die Vorgaben des Landesentwicklungsplans somit weiter und berücksichtigt dabei auch regionale Besonderheiten. Sie nimmt eine wichtige vermittelnde Stellung zwischen staatlicher und kommunaler Planung ein.

Die Gemeinden sind wiederum verpflichtet, ihre Bauleitplanung an die Ziele der Raumordnung anzupassen (§ 1 Absatz 4 des BauGB). Diese Verpflichtung besteht grundsätzlich immer, wenn eine Gemeinde einen Bauleitplan aufstellt, ändert, ergänzt oder aufhebt. Unter bestimmten materiell-rechtlichen Voraussetzungen kann sich auch eine Anpassungspflicht für bestehende Bauleitpläne ergeben. Mithin werden auf der kommunalen Ebene die Inhalte der Raumordnungspläne über die Bauleitpläne beachtet beziehungsweise berücksichtigt. Über die Bauleitplanung leitet eine Kommune die städtebauliche Entwicklung in ihrem Gemeindegebiet. Dabei kann der lokalen Umweltpolitik ein entsprechendes Gewicht verliehen werden.

149 Ziele der Raumordnung sind „verbindliche Vorgaben in Form von räumlich und sachlich bestimmten oder bestimmbaren, vom Träger der Raumordnung abschließend abgewogenen textlichen oder zeichnerischen Festlegungen in Raumordnungsplänen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums“ (§ 3 Absatz 1 Nummer 2 des ROG).

150 Grundsätze der Raumordnung sind „Aussagen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums als Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen; Grundsätze der Raumordnung können durch Gesetz oder als Festlegungen in einem Raumordnungsplan aufgestellt werden“ (§ 3 Absatz 1 Nummer 3 des ROG).

151 Sonstige Erfordernisse der Raumordnung sind „in Aufstellung befindliche Ziele der Raumordnung, Ergebnisse förmlicher landesplanerischer Verfahren wie der Raumverträglichkeitsprüfung und landesplanerische Stellungnahmen“ (§ 3 Absatz 1 Nummer 4 des ROG).

Nach dem planerischen Grundsatz des § 1 Absatz 5 des BauGB sollen die Bauleitpläne „dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern“ und „die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln“. Daneben sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne auch die Belange des Umweltschutzes, wie zum Beispiel die Auswirkungen auf Flora, Fauna, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt, zu berücksichtigen (vergleiche § 1 Absatz 6 Nummer 7 des BauGB).

Fachplanungen wie beispielsweise die im Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG) verankerte Landschaftsplanung können zusätzliche Anpassungsmaßnahmen anstoßen. Parallel zur räumlichen Planung hat die Landschaftsplanung gemäß § 9 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) die Aufgabe, die Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege darzustellen und zu begründen. Die Schutzgüter Böden und Gesteine, Gewässer, Klima und Luft sowie Arten und Biotope werden dargestellt und miteinander in Beziehung gesetzt. Dabei sind Eigenentwicklungen und andere Veränderungen zu berücksichtigen, um dann Schutz-, Pflege-, Entwicklungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen abzuleiten. Die Landschaftsplanung hat gegenüber den Bürgerinnen und Bürgern keine eigene Rechtsverbindlichkeit, ist jedoch in planerischen Abwägungen mit potenziellen Auswirkungen auf die Natur in der Abwägung zu berücksichtigen. Sie ist zudem eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung der Raumordnungspläne.

11.2 Auswirkungen des Klimawandels

Die mit dem Klimawandel verbundenen Änderungen der Temperatur, der Niederschlagsmenge und -verteilung sowie des Meeresspiegels (siehe Kapitel 2.1.2 für Details) werden die Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung in Schleswig-Holstein auf verschiedenen Ebenen beeinflussen. Neben der Bedrohung des Landes durch den ansteigenden Meeresspiegel sind insbesondere die erwarteten Intensitäts- und Häufigkeitszunahmen von Extremereignissen wie Starkregen, Sturzfluten und Flusshochwasser, aber auch Hitze- und Dürreperioden als relevant einzustufen.

11.3 Handlungsziel

Fortlaufende und integrierte Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels auf allen Ebenen der räumlichen Planung

Vor dem Hintergrund des Klimawandels sind alle Akteurinnen und Akteure der Raumordnung und Bauleitplanung im Land angehalten, durch geeignete Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beizutragen. Auf Grundlage der Raumordnungspläne sind bereits bestehende oder zukünftige Gefährdungen und Nutzungskonflikte aufgrund des Klimawandels zu vermeiden oder bestmöglich abzumildern. Dafür ist eine rechtzeitige Anpassung der Raumordnungspläne und deren Instrumente an die erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen, basierend auf belastbaren Datengrundlagen, erforderlich. Die Kommunen sind ihrerseits aufgerufen, über die Bauleitpläne Darstellungen und Festsetzungen zu treffen, um die Risiken des Klimawandels zu verringern und gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu wahren. Hierzu gehört auch, bereits bestehende Baurechte zu prüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten. Nur durch das Ineinandergreifen der verschiedenen Planungsebenen kann eine erfolgreiche Klimaanpassung im Land erfolgen.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

11.4 Maßnahmen zur Anpassung

11.4.1 Strategische Ebene: Landesentwicklungs- und Regionalplanung

Instrumente

- In die derzeit gültige Fassung des Landesentwicklungsplans Schleswig-Holstein[152] ist ein Kapitel „Klimaschutz und Klimaanpassung“ aufgenommen worden, das sich dem Schutzgut Klima und der Klimaanpassung widmet. In dem Kapitel wird auf Anpassungsstrategien und -maßnahmen in einzelnen Teilkapiteln des Landesentwicklungsplans verwiesen. Raumordnerische Erfordernisse sind insbesondere:

  - klimaangepasstes Bauen sowohl in den Städten als auch in den ländlichen Regionen,

  - die Sicherung innerstädtischer Grün-, Wasser- und Waldflächen,

  - die Sicherung der ausgleichenden Funktion des Freiraums für angrenzende Siedlungsräume durch regionale Grünzüge und Grünzäsuren,

  - die Sicherung und Entwicklung eines Biotopverbundsystems, das die Ansprüche klimasensitiver Arten und Biotope berücksichtigt,

  - die Umsetzung eines (klimaangepassten) Regenwassermanagements,

  - der Ausbau und die Umgestaltung der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur,

  - das Freihalten von Flächen für die Auen- und Gewässerentwicklung,

  - die Freihaltung und Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen zum schadlosen Abfluss von Hochwassern,

  - die (klimaangepasste) Entwicklung der Niederungen,

  - die Erhöhung und Verstärkung von Schutzanlagen sowie das Freihalten von baulichen Anlagen beziehungsweise eine hochwasserangepasste Bauweise im Küstenbereich sowie

  - die landesweite Reduktion der Inanspruchnahme neuer Flächen, wobei bis 2030 die tägliche Flächeninanspruchnahme in Schleswig-Holstein durch Siedlungs- und Verkehrsflächen auf unter 1,3 Hektar pro Tag abgesenkt werden soll.

- Als Bindeglied zwischen den Ebenen kann die Regionalplanung in zahlreichen Bereichen Beiträge zur Klimaanpassung leisten. Beispiele für regionalplanerische Festlegungen, die auch der Klimaanpassung dienen, sind Vorranggebiete für den Binnenhochwasserschutz sowie Vorranggebiete für den Küstenschutz und die Klimafolgenanpassung. Darüber hinaus dienen regionalplanerische Festlegungen zur Freiraumsicherung (wie zum Beispiel regionale Grünzüge und Grünzäsuren) dem Klimaschutz und der Klimaanpassung.

- Sowohl der Landesentwicklungsplan als auch die Regionalpläne werden regelmäßig überarbeitet und fortgeschrieben. Informationen zum jeweils aktuell laufenden Verfahren, den Planungsabsichten und Inhalten einer Fortschreibung sowie den Beteiligungsmöglichkeiten werden auch im Internet veröffentlicht.

152 Landesverordnung über den Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein – Fortschreibung 2021 vom 25.11.2021 (GVOBl. Schl.-H. S. 1409), zuletzt geändert durch Verordnung vom 05.05.2026 (GVOBl. Schl.-H. 2026/43)

- Zusätzlich dienen auch Maßnahmen des natürlichen Klimaschutzes wie die Bewahrung und Ausweitung von Waldflächen und Mooren der Klimaanpassung, zum Beispiel indem sie die Verdunstungskühlung und/oder die Wasserrückhaltung verbessern.

Unterziele

- Reduzierung von Gefährdungen und Nutzungskonflikten aufgrund des Klimawandels

- Minimierung von Hitze-, Starkregen- und Hochwasserrisiken

Synergien

- Die Raumordnung und Regionalplanung weist unmittelbar oder mittelbar Synergien mit sämtlichen Handlungsfeldern auf.

- Sie ist insbesondere stark mit dem Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), dem Handlungsfeld Boden (Kapitel 7) und Flächen beanspruchenden Handlungsfeldern, wie dem Wasserhaushalt und der Wasserwirtschaft (Kapitel 14), der Landwirtschaft (Kapitel 8), der biologischen Vielfalt sowie dem Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), der Forstwirtschaft (Kapitel 9), der Energieinfrastruktur (Kapitel 3) sowie dem Verkehr und der Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) verflochten und kann diese somit positiv beeinflussen.

- Gleichzeitig kann eine unausgewogene Raumordnungs- oder städtebauliche Planung, zum Beispiel eine unzureichende Ausweisung mit regionalen Grünzügen für eine siedlungsnahe landschaftsgebundene Erholung, auch die Lebensqualität und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen (Kapitel 10).

11.4.2 Umsetzung vor Ort: Bauleitplanung

Instrumente

- Die Bauleitpläne sind an die Ziele der Raumordnung anzupassen (§ 1 Absatz 4 des BauGB). Weiterhin können auf der Ebene der Bauleitplanung die raumordnerischen Ziele und Grundsätze über Darstellungen und Festsetzungen in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen (sofern möglich) konkretisiert sowie von Verträgen (städtebaulicher Vertrag oder Durchführungsvertrag) und informellen Konzepten zur Entwässerung, Energieversorgung und Mobilität flankiert werden.

- Die Klimaschutz- und Klimaanpassungsklausel (§ 1a Absatz 5 des BauGB) verdeutlicht die Bedeutung der Bekämpfung des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel für die Bauleitplanung und fordert direkt ihre Berücksichtigung im Abwägungsprozess (§ 1 Absatz 7 des BauGB) ein. Anknüpfend an den Planungsgrundsatz zu Klimaschutz und -anpassung in § 1 Absatz 5 Satz 2 des BauGB und nach dem Vorbild des ROG werden sowohl die Bekämpfung des Klimawandels als auch die Anpassung an den Klimawandel als Belange für die Abwägung nach § 1 Absatz 7 des BauGB benannt. Allerdings werten die Regelungen des § 1 Absatz 5 Satz 2 und § 1a Absatz 5 des BauGB den kommunalen Klimaschutz lediglich auf, verleihen ihm aber keinen Vorrang gegenüber anderen Belangen nach § 1 Absatz 6 und § 1a des BauGB. Jedoch wird mit dem § 1a Absatz 5 des BauGB eine planerische Prüf- und Abwägungspflicht angeordnet, die vor dem Hintergrund der Energiewende, zunehmenden Auswirkungen der Klimakrise und auch der Rechtsprechung zum Klimaschutz an Bedeutung gewinnt. Hiermit wird ebenfalls klargestellt, dass Darstellungen und Festsetzungen auch aus Gründen des Klimaschutzes oder der Klimaanpassung möglich sind.

- Das Baugesetzbuch bietet über den Darstellungs- und Festsetzungskatalog (§ 5 und § 9 des BauGB) vielfältige Möglichkeiten, um über Darstellungen und Festsetzungen das Ziel des Klimaschutzes und der Klimaanpassung zu unterstützen. Gesteuert werden können zum Beispiel die Art und das Maß der Bebauung, die Anteile von Grün- und Freiflächen, die Freihaltung und Sicherung von Retentionsflächen

und Flächen für das Wassermanagement, die Mobilität sowie der Schutz von Wald und landwirtschaftlichen Flächen. Alle klimaschützenden und klimaanpassenden Maßnahmen bedürfen eines bodenrechtlichen Bezugs und einer städtebaulichen Erforderlichkeit, die dabei den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit wahren.

- Mit Hilfe dieser Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten kann die kommunale Bauleitplanung die Weichen für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung stellen und dabei die örtlichen Gegebenheiten und lokalen Bedürfnisse gezielt berücksichtigen.

- Konkret können Kommunen durch ihre Planungshoheit in Bauleitplänen vielfältige Maßnahmen umsetzen:

  - Maßnahmen zum Regenwassermanagement wie beispielsweise die Umsetzung von Retentionsflächen, Versickerungsvorgaben oder versickerungsfähigen Bodenbelägen,

  - Maßnahmen zum Hochwasserschutz wie beispielsweise die Ausweisung von Flächen zur Regelung des Wasserabflusses,

  - Maßnahmen gegen Hitzeinseln wie beispielsweise das Freihalten von Flächen von Bebauung (Frischluftschneisen), die Realisierung von Gebäudebegrünung oder den Erhalt beziehungsweise das Pflanzen von Bäumen,

  - Maßnahmen für Verkehrswege wie beispielsweise die Schaffung flächeneffizienter Mobilitätsinfrastrukturen mit geringer Versiegelung, die Erhöhung des Grünanteils in Verkehrsräumen oder die Verschattung von Fuß- und Radwegenetzen.

- Sollen im Bebauungsplan konkrete Vorgaben zum Klimaschutz und Klimaanpassung festgesetzt werden, wird empfohlen zur Wahrung der Verhältnismäßigkeit und rechtssicheren Abwägung der privaten und öffentliche Belange informelle Konzepte wie Mobilitäts- oder Energiekonzepte oder wasserwirtschaftliche Fachbeiträge zu erstellen und diese Inhalte neben ihrer planungsrechtlichen Sicherung auch vertraglich zu sichern.

- Flankiert werden können solche Festsetzungen von städtebaulichen Verträgen nach § 11 des BauGB (Angebotsbebauungsplan) oder von Durchführungsverträgen nach § 12 des BauGB (vorhabenbezogener Bebauungsplan), die auch Regelungen enthalten können, die aufgrund fehlender Ermächtigungsgrundlage nicht festgesetzt werden können.

Unterziele

- konkrete Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen durch Städte und Gemeinden, unter Berücksichtigung der übergeordneten Zielsetzung des Landes

- Vermeidung klimabedingter Risikolagen von Gebäuden

- Begrenzung und Reduktion sommerlicher Überhitzung insbesondere in Städten und urban geprägten Räumen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Zusätzliche Tropennächte infolge des städtischen Wärmeinseleffekts“[153] verwendet. Die Fläche mit zusätzlichen Tropennächten infolge des städtischen Wärmeinseleffekts soll nicht zunehmen.

- Verbesserung der Aufenthaltsqualität sowohl in Innen- als auch in Außenräumen

153 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt SE-I-1.

Synergien

- Die Bauleitplanung weist, ähnlich wie die Raumordnung und Regionalplanung, Synergien mit sämtlichen und insbesondere Flächen beanspruchenden Handlungsfeldern auf.

11.5 Weitere Anmerkungen zur praktischen Umsetzung

Die Herausforderungen des Klimawandels erfordern ein koordiniertes Vorgehen aller Verwaltungsebenen. Dabei kommt den Kommunen eine Schlüsselrolle zu. Durch ihre Nähe zu den örtlichen Gegebenheiten können sie passgenaue Lösungen entwickeln und umsetzen. Gleichzeitig benötigen sie hierfür die Unterstützung von Bund und Ländern, sei es durch rechtliche Rahmensetzung, fachliche Beratung oder finanzielle Förderung.

Neben den Städten und Gemeinden spielen auch die Landkreise eine wichtige Rolle. Als untere Fachbehörden sind sie für die Umsetzung raumbezogener Fachplanungen zuständig, etwa im Bereich Wasserwirtschaft oder Naturschutz. Sie können zudem als Koordinatoren und Motivatoren fungieren, indem sie Daten bereitstellen, Klimamodellierungen erstellen und die interkommunale Zusammenarbeit fördern. Eine bündelnde Rolle kommt ebenfalls den Kommunalen Landesverbänden zu, in dem sie unter anderem den Erfahrungsaustausch zwischen ihren Mitgliedern und anderen Verbänden fördern und auch beraten beziehungsweise informieren können.

Angesichts der zunehmenden Herausforderungen durch den Klimawandel ist es unerlässlich, die Planungsstrategien anzupassen und weiterzuentwickeln. Die Umsetzung dieser Aufgaben erfordert ein differenziertes Vorgehen, das die spezifischen Bedingungen in Schleswig-Holstein, den Regionen, Städten und Gemeinden berücksichtigt. Dabei sind sowohl die rechtlichen Rahmenbedingungen als auch die unterschiedlichen Planungsebenen im Blick zu behalten.

12 Bevölkerungsschutz

12.1 Relevanz des Handlungsfelds

Der Bevölkerungsschutz umfasst die beiden Teilbereiche Katastrophenschutz und Zivilschutz. Der Zivilschutz ist Aufgabe des Bundes und beinhaltet alle nicht-militärischen Maßnahmen, um die Bevölkerung, Betriebe und öffentlichen Einrichtungen im Verteidigungs- beziehungsweise Kriegsfall zu schützen. Für den Umgang mit Wetterextremen und ihren Folgen spielt er keine primäre Rolle. Hierfür ist – für den Fall, dass die Ereignisse katastrophale Ausmaße annehmen – der Katastrophenschutz zuständig, der in den Aufgabenbereich der Länder, Kreise und kreisfreien Städte fällt. Zu seinen Kernaufgaben gehört es, die Sicherheit von Bürgerinnen und Bürgern im Katastrophenfall zu gewährleisten. Der Katastrophenschutz fasst dabei alle Maßnahmen für den Schutz von Menschen, Sachgütern und der natürlichen Umwelt vor drohenden oder tatsächlichen Katastrophen[154] zusammen.

Für den Katastrophenschutz in Schleswig-Holstein arbeiten die Katastrophenschutzbehörden des Landes und der Kommunen eng mit den öffentlichen und privaten Hilfsorganisationen zusammen, bei Bedarf werden benachbarte Bundesländer und Staaten in die Zusammenarbeit eingebunden[155]. Mit diesem integrierten Hilfeleistungssystem

- werden vorbereitende Maßnahmen zur Bekämpfung zukünftiger Katastrophen geplant und umgesetzt,
- wird im Katastrophenfall effektiv Hilfe für Menschen in Notsituationen geleistet und der Schutz vor materiellen Verlusten bestmöglich gewährleistet und
- nach einer Katastrophe die Beseitigung von Schäden unterstützt.

Den unteren Katastrophenschutzbehörden in den Kreisen und kreisfreien Städten Schleswig-Holsteins sowie auf Helgoland kommen dabei alle Aufgaben zur Vorbereitung und Abwehr vor Ort zu, unter anderem das Krisenmanagement, zum Beispiel mit einem Krisenstab, oder die Ausbildung des von öffentlichen und privaten Trägern übernommenen Katastrophenschutzdienstes. Das schleswig-holsteinische Innenministerium hat als oberste Katastrophenschutzbehörde die Fachaufsicht über die unteren Katastrophenschutzbehörden und führt die Katastrophenschutzbehörden bei Bedarf unter einheitlicher Leitung zum Einsatz zusammen[156].

Eine tragende Säule des Bevölkerungsschutzes sind die öffentlichen und privaten Katastrophenschutzdienste, die in Notlagen mit ihren zumeist ehrenamtlichen Helferinnen und Helfern einen großen Teil der praktischen Arbeit vor Ort übernehmen. Zu den öffentlichen Träger zählen wesentlich die Gemeinden mit ihren Feuerwehren. Private Träger des Katastrophenschutzes sind verschiedene Hilfsorganisationen. In Schleswig-Holstein sind insbesondere das Deutsche Rote Kreuz (DRK), die Johanniter-Unfall-Hilfe (JUH), der Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), der Malteser Hilfsdienst (MHD) sowie die Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft (DLRG) als Trägerorganisationen anerkannt[157]. Die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) wirkt auf Anforderung im Rahmen der Amtshilfe mit.

Die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels können den Katastrophenschutz auf verschiedene Weise treffen. Durch zunehmende und teilweise gleichzeitig auftretende oder sich verstärkende extreme Wetterereignisse können die Anzahl und die Andauer von Einsätzen steigen. Für die Einsatzkräfte kann dies mit höheren

154 Eine Katastrophe ist nach §1 Abs. 1 des Landeskatastrophenschutzgesetzes Schleswig-Holstein (LKatSG) „ein Ereignis, welches das Leben, die Gesundheit oder die lebensnotwendige Versorgung zahlreicher Menschen, bedeutende Sachgüter oder in erheblicher Weise die Umwelt in so außergewöhnlichem Maße gefährdet oder schädigt, dass Hilfe und Schutz wirksam nur gewährt werden können, wenn verschiedene Einheiten und Einrichtungen des Katastrophenschutzdienstes sowie die zuständigen Behörden, Organisationen und die sonstigen eingesetzten Kräfte unter einheitlicher Leitung der Katastrophenschutzbehörde zusammenwirken.“

155 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026a: Bevölkerungsschutz.

156 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026b: Bevölkerungsschutz – Kommunen / Unternehmen – Organisation und Aufbau.

157 Landesportal Schleswig-Holstein, 2026c: Bevölkerungsschutz – Kommunen / Unternehmen – Ehrenamtlich engagiert im Katastrophenschutz.

Belastungen und mit einer gegebenenfalls steigenden Eigenbetroffenheit verbunden sein, beispielsweise durch Wärmebelastungen oder durch Überflutungen nach Starkregen. Zudem steigt mit zunehmenden Wetterextremen auch die Gefahr, dass Liegenschaften und Material von Einsatzorganisationen direkt von deren Folgen betroffen sind und Einsätze dadurch erschwert oder die Einsatzfähigkeit beeinträchtigt werden können.

Diese Entwicklungen treffen den Bevölkerungsschutz in einer Zeit, in der er einerseits infolge von multiplen Krisen und zunehmenden Bedrohungslagen seitens der Öffentlichkeit eine zunehmende Erwartungshaltung erfährt, andererseits wurde der Personal- und Materialbestand seit den 1990er Jahren deutlich reduziert. Aufgrund der demografischen Entwicklung ist die Situation im Ehrenamt angespannt und es besteht ein Nachholbedarf an Investitionen bezüglich Ausstattung und Material. Unter diesen Rahmenbedingungen wird eine strategische Weiterentwicklung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein für notwendig erachtet, die auf eine verstärkte Verzahnung von ehrenamtlich getragenen Katastrophenschutzdiensten und staatlichem Krisenmanagement mit Politik und Bevölkerung zielt. Eine solche Weiterentwicklung kann auch mit Blick auf die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels hilfreich sein. Wesentliche Aspekte sind die Stärkung des Ehrenamts, eine verbesserte Einbindung ungebundener spontaner Helferinnen und Helfer, die Formulierung von Schutzzielen unter Einbeziehung von Politik und Bevölkerung, die Stärkung der Selbsthilfefähigkeit in der Bevölkerung sowie eine stärkere Beachtung des Vorsorgeprinzips bei der Siedlungsentwicklung und mit Blick auf kritische Infrastrukturen[158].

12.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

12.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Beschädigungen und Beeinträchtigungen von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes

Extreme Wetter- und Witterungsereignisse und ihre Folgen können Schäden oder Störungen von Einrichtungen der öffentlichen und privaten Träger des Bevölkerungsschutzes verursachen und dessen Leistungsfähigkeit gegebenenfalls beeinträchtigen. In aller Regel verfügen Feuerwehren, Rettungs- und Katastrophenschutzdienste, THW und private Hilfsorganisationen über eigene Liegenschaften, Gebäude und Fahrzeuge, die von Starkregen, Sturm, Sturmfluten, Hagelschlag, Hitze und Trockenheit sowie deren Folgen, wie Überflutungen, umgestürzte Bäume oder Vegetationsbrände, direkt oder indirekt betroffen sein können. Eine Betroffenheit kann auch durch Schäden oder Störungen der Verkehrsanbindung oder des Wasser-, Strom- oder Telefon- und Datennetzes gegeben sein. Eine solche Betroffenheit ist für vergangene Extremereignisse beispielsweise für das Ostseesturmhochwasser 2023 dokumentiert, als einer von zwei Zufahrtswegen der Feuerwache in Eckernförde wegen Überschwemmung nicht mehr nutzbar war.

Für die zukünftige Entwicklung der Infrastruktur des Bevölkerungsschutzes wird davon ausgegangen, dass diese sich auf die Erhaltung und den gezielten Ausbau der Kapazitäten der Fachdienste fokussiert und auf die bedarfsweise (bauliche) Erweiterung bestehender Standorte konzentriert. Unter dieser Annahme steigt das Risiko für eine Betroffenheit von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes vor allem entsprechend dem sich ändernden Auftreten von Wetterextremen an. Die potenzielle Betroffenheit durch starke Niederschläge steigt in Schleswig-Holstein insgesamt an, insbesondere im Norden und Westen des Landes. Ebenso wird für ganz Schleswig-Holstein eine allgemeine Zunahme von Starkwindereignissen und starken Böen erwartet. Die von höher auflaufenden Sturmfluten ausgehenden Gefahren betreffen offensichtlich im Wesentlichen Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes in küstennahen Bereichen und Niederungen sowie in Bereichen mit einer Hochwassergefahr durch den Rückstau in Flüssen und Kanälen. Mit der steigenden Temperatur werden Heiße Tage und Wärmebelastungen in Schleswig-Holstein insgesamt zunehmen. Hiervon können insbesondere Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes im Südosten des Landes betroffen. Dort kann im Zusammenhang mit der möglichen zunehmenden Trockenheit auch die höchste Gefahr durch Vegetationsbrände für Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes bestehen.

158 MILI, 2018: Katastrophenschutzbedarfsplanung – Risikoorientierte Ermittlung eines rechnerischen Mindestbedarfs für den Katastrophenschutzdienst in Schleswig-Holstein. Bericht zur Auswertung auf Landesebene. Unveröffentlicht.

Neben dem höheren Risiko für Beschädigungen und Betroffenheiten von Infrastrukturen können sich Risiken für die Leistungsfähigkeit des Bevölkerungsschutzes auch aus den Auswirkungen von zunehmend häufigeren und intensiveren Wetterextremen auf die überwiegend ehrenamtlich tätigen Einsatzkräfte ergeben. Durch die oben beschriebene mögliche Zunahme extremer Ereignisse kann es zum einen zu höheren Einsatzbelastungen sowie zum anderen zu einer zunehmenden Eigenbetroffenheit von Einsatzkräften kommen. Beide Entwicklungen können sich auf die Personalsituation im Einsatzfall und in der Folge auf die Leistungsfähigkeit des Bevölkerungsschutzes auswirken.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beschädigungen und Beeinträchtigungen von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator EN-I-1: Unterbrechungen der Stromversorgung[159]
Indikator GB-I-1: Elementarschäden an Gebäuden[160]
Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[161]

12.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

In der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021 (KWRA 2021)[162] wurden verschiedene Formen der Eigenbetroffenheit des Bevölkerungsschutzes beschrieben, die als Auswirkungen des Klimawandels entstehen oder sich verschärfen können. So können extreme Wetterereignisse zu hohen Einsatzbelastungen bis an die Kapazitätsgrenzen führen, Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes können geschädigt oder beeinträchtigt werden. Auch kann es der KWRA 2021 zufolge zu Personalausfällen infolge von privater Eigenbetroffenheit von Bevölkerungsschutzkräften zum Beispiel durch Hitze oder Unwetterschäden kommen, oder es kann infolge von hohen Belastungen oder Überlastungen von Managementstrukturen die Aufgabenerfüllung des Bevölkerungsschutzes beeinträchtigt sein. Im Rahmen eines handlungsfeldspezifischen Fachworkshops wurden die in der nachfolgenden Tabelle 12 aufgeführten, aus den möglichen Formen der Eigenbetroffenheit abgeleiteten Klimawirkungen mit Expertinnen und Experten diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und insbesondere wegen der bisher nur unzureichend verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 12: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	Erläuterungen
Einsatzbelastung der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzdienstes	Extreme großflächige oder in mehreren Regionen gleichzeitig ablaufende Wetterereignisse können zu hohen Einsatzbelastungen der Bevölkerungsschutzkräfte führen. Der akut bestehende Hilfebedarf und der Aufwand für die Bewältigung der entstandenen Schäden können die im Bevölkerungsschutz tätigen Organisationen und deren Einsatzkräfte gegebenenfalls bis an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit bringen. Durch den fortschreitenden Klimawandel können extreme Wetter- und Witterungsereignisse häufiger auftreten und es kann möglicherweise auch vermehrt zu sogenannten konzertierten Ereignissen kommen. In der Folge kann die Einsatzbelastung für die Organisation und die Einsatzkräfte des Bevölkerungsschutzes ansteigen. Im Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beschädigungen und Beeinträchtigungen von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes“ sind weitere Informationen zum Thema Einsatzbelastung enthalten.

159 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt EN-I-1 und EN-I-2.

160 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt GB-I-1.

161 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

162 Kahlenborn et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland - Teilbericht 1: Grundlagen, Climate Change, Band 20.

Personalausfälle infolge Eigenbetroffenheit von Katastrophenschutzkräften durch extreme Wetterereignisse	Die Bewältigung von unwetterbedingten Schadenslagen kann auch durch eine personelle Unterbesetzung infolge von Personalausfällen erschwert sein[163]. Schon im Rahmen einer Befragung von Bevölkerungsschutzeinheiten im Jahr 2011 wurden unter anderem personelle Einschränkungen durch Hitze sowie private Betroffenheiten etwa durch Sturmschäden oder Überschwemmungen als Ursachen dafür angeführt, dass Bevölkerungsschutzeinheiten teilweise in Unterbesetzung agieren müssen[164]. Mit dem fortschreitenden Klimawandel können extreme Wetter- und Witterungsereignisse häufiger auftreten und es kann möglicherweise auch vermehrt zu sogenannten konzertierten Ereignissen kommen, in deren Folge die Eigenbetroffenheit von Katastrophenschutzkräften weiter zunehmen kann. Personalausfälle infolge von Eigenbetroffenheit werden ebenfalls im Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beschädigungen und Beeinträchtigungen von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes“ thematisiert.
Beeinträchtigung von Managementstrukturen im Katastrophenschutz	Bei Extremereignissen und insbesondere bei großflächigen Ereignissen mit multiplen Ereignistypen können Managementstrukturen des Bevölkerungsschutzes gestresst und überlastet werden, da nicht genügend ausgebildete Personalressourcen zur Verfügung stehen. Zudem kann es durch Eigenbetroffenheit zu Personalengpässen kommen, sodass ein Katastrophenmanagement mit den regulären Einsatz- und Führungsstrukturen unter Umständen nicht mehr möglich ist. Dadurch können Überlastungen entstehen, die Stabsarbeit und Hilfeleistung einschränken können. Mit der fortschreitenden Klimaerwärmung können solche Situationen zukünftig häufiger auftreten. Zu der Thematik sind keine spezifischen Informationen für Schleswig-Holstein bekannt, weshalb im Workshop entschieden wurde, die Klimawirkungen nicht weiter zu bearbeiten.
Beeinträchtigung von KRITIS	Der Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS) unter anderem vor den Auswirkungen extremer Wetter- und Witterungsereignisse gehört grundsätzlich zu den Aufgaben des Bevölkerungsschutzes. Mit dem im Januar 2026 im Bundestag verabschiedeten KRITIS-Dachgesetz[165] wurden die Definitionen und Prozesse zu den KRITIS an die Anforderungen der EU-Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen (CER-Richtlinie[166]) angepasst. Mit dem Gesetz werden Betreiber kritischer Anlagen in allen KRITIS-Sektoren verpflichtet, geeignete und verhältnismäßige Maßnahmen zum physischen Schutz kritischer Anlagen zu treffen. Im KRITIS-Dachgesetz ist ein Prozess angelegt für die Erarbeitung von Risikobewertungen in allen Sektoren, für die Erstellung von Resilienzplänen durch die Betreiber und für die Entwicklung branchenspezifischer Resilienzstandards in den verschiedenen Sektoren. Da die verschiedenen notwendigen Schritte im Wesentlichen bei den Betreibern der jeweiligen Infrastrukturen liegen, wurde im Rahmen des Workshop entschieden, die Klimawirkung nicht in der Klimarisikoanalyse zu bearbeiten.

12.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Im Handlungsfeld Bevölkerungsschutz wurden die Klimawirkungen „Beschädigungen und Beeinträchtigungen von Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes“ und „Einsatzbelastung der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzdienstes“ bewertet. Die an der Bewertung beteiligten Fachleute sahen für beide Klimawirkungen eine sehr hohe soziale und wirtschaftliche Bedeutung. Die ökologische Bedeutung beider Klimawirkungen wurde hingegen als gering bewertet. Handlungsbedarf seitens der Landesregierung besteht zu bei-

163 BBK, 2021: Klassifikation meteorologischer Extremereignisse zur Risikovorsorge gegenüber Starkregen für den Bevölkerungsschutz und die Stadtentwicklung (KlamEx). Projekt der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“. S. 28.

164 BBK, 2019: Klimawandel - Herausforderung für den Bevölkerungsschutz. Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 5, S. 48.

165 Das Dachgesetz zur Stärkung der physischen Resilienz kritischer Anlagen (KRITIS-Dachgesetz – KRITISDachG) wurde vom Bundestag am 29.01.2026 verabschiedet, der Bundesrat hat dem Gesetz am 06.03.2026 zugestimmt.

166 EU-Richtlinie 2022/2557 über die Resilienz kritischer Einrichtungen und zur Aufhebung der Richtlinie 2008/114/EG des Rates.

den Klimawirkungen, um den Bevölkerungsschutz und den Katastrophenschutzdienst personell und technisch an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

12.4 Handlungsziele

Erhöhung der Sichtbarkeit und Reichweite von Warnmeldungen

Während die klimawandelbedingten Risiken zunehmen, sind die Warnsysteme teilweise noch verbesserungswürdig, um einen angemessenen Informationsfluss zu gewährleisten.

Stärkung der Strukturen sowie Erhöhung von Bewusstsein und Vorsorgekompetenz der Bevölkerung in Bezug auf klimawandelbedingte Gefahren, insbesondere extreme Wetterereignisse

Bestehende Strukturen im Bevölkerungsschutz stoßen angesichts zunehmender und komplexerer Krisenlagen teilweise an ihre Grenzen. Gleichzeitig ist die Bevölkerung oft unzureichend auf Notfälle vorbereitet und sich ihrer eigenen Rolle in Krisensituation nicht bewusst.

Steigerung der Bekanntheit und Attraktivität des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz

Zunehmende Anforderungen treffen auf begrenzte Ressourcen und hohe Abhängigkeit von ehrenamtlichen Personen.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

12.5 Maßnahmen zur Anpassung

Der Bevölkerungsschutz in Schleswig-Holstein sieht sich derzeit großen Herausforderungen ausgesetzt, nicht nur durch den Klimawandel, sondern auch durch aktuelle, zum Teil extern gesteuerte Themenfelder wie die Reaktivierung des Zivilschutzes und die Diskussion um den Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS). Daher hat die Landesregierung von Schleswig-Holstein im August 2021 ein strategisches Grundsatzpapier zur mittel- und langfristigen Steuerung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein beschlossen[167]. Ziel dieser Strategie ist es, angesichts der Fülle der Herausforderungen und der begrenzten Ressourcen eine belastbare Aufgabenplanung für das Land und seine Kommunen zu entwickeln. Zur Umsetzung dieser Strategie wurde ein 10-Punkte-Plan zur Stärkung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein aufgelegt und in der Folge mehrfach nachgeschärft, zuletzt nach der Ostsee-Sturmflut im Herbst 2023[168]. Er enthält unter anderem die im Folgenden aufgelisteten Maßnahmen (siehe 10-Punkte Plan für Details) und ist mit beträchtlichen Haushaltsmitteln unterlegt.

12.5.1 Verbesserung der Warnung und Information der Bevölkerung

Instrumente

- Einführung eines Cell-Broadcast-Systems
- Wiederaufbau des Sirenenbestandes, Einrichtung eines Förderprogramms
- Erstellung eines Warnmittelkatasters und Erarbeitung eines Ausbaukonzepts, um eine flächendeckende Warnung der Bevölkerung sicherzustellen

167 MILIG, 2021: Mittel- und langfristige Steuerung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein, strategisches Grundsatzpapier. (Stand: 10.08.2021).

168 MILIG, 2022: Stärkung des Bevölkerungsschutzes in Schleswig-Holstein - 10-Punkte-Plan.

- Aufbau und Betrieb eines Portals für die Risiko- und Krisenkommunikation; Informationskampagne „KommKlar SH“

- landesweiter Betrieb App-basierter Ersthelferalarmierungssysteme

Unterziele

- Ausbau und Erhöhung der Reichweite von Warnsystemen

- Stärkung der Informationsangebote

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Schutz der (kritischen) Infrastrukturen aller Handlungsfelder dieser Strategie sowie Schutz bedeutender Sachgüter (beispielsweise vor Hochwasser).

12.5.2 Stärkung des Katastrophenschutzdienstes

Instrumente

- Fortbildungsangebote und integrierende Maßnahmen zur Motivation der (ehrenamtlichen) Personen im Katastrophenschutzdienst

- Modernisierung der Fahrzeuge und Ausrüstung sowie Stärkung der Logistik

Unterziele

- Stärkung der Informationsangebote

- Stärkung der Einsatzbereitschaft und Abwehr von zunehmenden Extremwetterereignissen

- Erhöhung der Resilienz und Zusammenarbeit der Einsatzkräfte

- Erhöhung der logistischen Leistungsfähigkeit

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) durch die Abwehr von Gefahren für das Leben oder die Gesundheit der Menschen, Forstwirtschaft (Kapitel 9) durch die Unterstützung bei Waldbränden und Landwirtschaft (Kapitel 8) durch die Unterstützung bei Tierevakuierungen, Schutz der (kritischen) Infrastrukturen aller Handlungsfelder dieser Strategie sowie Schutz bedeutender Sachgüter (beispielsweise vor Hochwasser).

12.5.3 Verbesserung des Krisenmanagements und der Logistik

Instrumente

- Planung eines neuen „Zentrums für Bevölkerungsschutz und Zivile Verteidigung“ in Kooperation mit dem Landesverband des Technischen Hilfswerks, der Landesfeuerwehrschule und dem Leitstellenverbund Schleswig-Holstein,

- Inbetriebnahme und Ertüchtigung eines Lagers für den Katastrophenschutz

- Förderung von Neuerungen und Innovationen im Rettungsdienst

Unterziele

- Verbesserung des Krisenmanagements
- Erhöhung der Versorgungssicherheit in Krisen
- Verbesserung der Reaktionsfähigkeit des Rettungsdienstes

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) durch die Abwehr von Gefahren für das Leben oder die Gesundheit der Menschen, Forstwirtschaft (Kapitel 9) durch die Unterstützung bei Waldbränden und Landwirtschaft (Kapitel 8) durch die Unterstützung bei Tierevakuierungen, Schutz der (kritischen) Infrastrukturen aller Handlungsfelder dieser Strategie sowie Schutz bedeutender Sachgüter (beispielsweise vor Hochwasser).

12.5.4 Voranbringen der digitalen Unterstützung des Brand- und Katastrophenschutzes

Instrumente

- die Entwicklung von datenbasierten Lösungen für den Katastrophenschutz (Projekt „Digitales Informationssystem für den Katastrophenschutz“ des zentralen IT-Managements des Landes Schleswig-Holstein)
- die Schaffung einer einheitlichen Infrastruktur für die Integrierten Leitstellen
- die Ertüchtigung der Katastrophenschutzausbildung

Unterziele

- Stärkung der Ausfallsicherheit der Kommunikationsinfrastruktur
- Beschleunigung der Entscheidungsprozesse in Krisen
- Verbesserung der Datenbereitstellung für Prävention und Vorsorge
- Standardisierung digitaler Werkzeuge für den Bevölkerungsschutz

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) durch die Abwehr von Gefahren für das Leben oder die Gesundheit der Menschen, Forstwirtschaft (Kapitel 9) durch die Unterstützung bei Waldbränden und Landwirtschaft (Kapitel 8) durch die Unterstützung bei Tierevakuierungen, Schutz der (kritischen) Infrastrukturen aller Handlungsfelder dieser Strategie sowie Schutz bedeutender Sachgüter (beispielsweise vor Hochwasser).

12.5.5 Weitere Maßnahmen

Wichtig für die Zielerreichung ist auch die Umsetzung neuer Bund-Länder-übergreifender Aufgaben wie die Reaktivierung des Zivilschutzes durch die „Konzeption Zivile Verteidigung“ des Bundes und die Verstärkung der Bemühungen hinsichtlich des Schutzes Kritischer Infrastrukturen.

Weitere zentrale Maßnahmen umfassen die Stärkung der gemeinsamen Koordinierung des Bevölkerungsschutzes, den Ausbau der Wasserrettung im Katastrophenschutz, die wissenschaftliche Überprüfung und Aktualisierung des Katastrophenschutzplans, die Erstellung von Krankenhausalarm- und Einsatzplänen sowie die Finanzierung von Informationskampagnen, kommunalen Klimaanpassungskonzepten und Beratungsangeboten.

13 Küstenschutz

13.1 Relevanz des Handlungsfelds

Für Schleswig-Holstein, das Land zwischen den Meeren, hat der Küstenschutz eine gesamtgesellschaftliche Bedeutung. Etwa ein Viertel der Landesfläche, auf der 333.000 Menschen wohnen und Sachwerte in Höhe von 60 Milliarden Euro vorhanden sind, ist durch Meeresüberflutungen gefährdet. Ohne Schutzmaßnahmen wären Nutzungen in diesen Küstenniederungen kaum möglich. Darüber hinaus besteht die nicht durch Bauwerke wie Küstenschutz- oder Hafenanlagen festgelegte Küstenlinie aus lockeren Sedimenten, die während Sturmfluten leicht abgetragen werden können. Der Küstenschutz ist daher eine zentrale staatliche und gesellschaftliche Aufgabe. Der Generalplan Küstenschutz Schleswig-Holstein 2022 enthält die entsprechende Strategie des Landes[169].

Neben Wohnraum sind die Küstenregionen Schleswig-Holsteins bedeutende Räume für Wirtschaft, Infrastruktur und gesellschaftliches Leben. Sie bilden wichtige Standorte für maritime Wirtschaftszweige wie Fischerei und Seefahrt. Die durch Deiche geschützten Küstenniederungen sind wichtige Standorte für die landwirtschaftliche Produktion. Zudem stellen die Küstenregionen mit ihren Stränden, Inseln und Küstenlandschaften einen zentralen Standortfaktor für den Tourismus dar. Aufgrund ihres hohen Freizeit- und Erholungswerts gehören diese Gebiete zu den beliebtesten touristischen Destinationen Deutschlands.

Als Übergangszonen zwischen Land und Meer unterliegen die Küsten einer großen natürlichen Dynamik und beherbergen wertvolle Lebensräume für zahlreiche hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten. Eine herausragende ökologische Rolle kommt dabei dem UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer zu. Auch für den Küstenschutz hat das Wattenmeer eine große Bedeutung. Während Sturmfluten wird hier ein Großteil der in den Sturmwellen enthaltenen Energie vor Erreichen der Küsten unschädlich gemacht. Ohne diese Wirkung würden die Küstenschutzanlagen erheblich stärkerer Belastungen während Sturmfluten ausgesetzt sein[170].

Mit dem fortschreitenden Klimawandel nehmen die hydrologischen Belastungen an der Küste zu. Der Anstieg des Meeresspiegels und das damit verbundene höhere Auflaufen von Sturmfluten, mögliche Veränderungen des Seegangs sowie langfristige Veränderungen der küstenmorphologischen Prozesse erhöhen die Anforderungen an die bestehenden Schutzsysteme und -anlagen. Küstenregionen gelten aufgrund ihrer Exposition gegenüber klimatischen Einflüssen und der komplexen natürlichen Dynamiken als besonders sensibel gegenüber den Folgen von Klimaveränderungen. Für Schleswig-Holstein ergeben sich daraus Herausforderungen für Planung, Unterhaltung und Weiterentwicklung der Küstenschutzanlagen, um die Küstenräume langfristig zu erhalten und ihre vielfältigen Nutzungen und Funktionen weiterhin sicher zu gewährleisten. Wie sich das Land Schleswig-Holstein im Bereich Küstenschutz auf die Folgen des Klimawandels einstellt, ist im Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein 2022 dargestellt.

13.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

13.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Veränderung der Anforderungen und Belastungen für Küstenhochwasserschutzanlagen

Etwa 4.000 km² der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind bei einem Sturmflutwasserstand, der statistisch einmal in 200 Jahren eintritt, potenziell – also unter der Annahme, dass es keine Küstenschutzanlagen gäbe – überflutungsgefährdet. Über 90 % dieser Flächen werden aktuell durch 433 km Landesschutzdeiche geschützt, weitere durch Regionaldeiche, Dämme und sonstige Küstenhochwasserschutzanlagen wie Hochwasserschutz-

169 MELUND, 2022: Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein - Fortschreibung 2022.

170 MELUR, 2015: Strategie für das Wattenmeer 2100.

wände. In Ergänzung dienen 548 km Mitteldeiche an Nordseeküste und Tideelbe dazu, bei einem Bruch vorgelagerter Landesschutzdeiche die überflutete Fläche zu begrenzen.

Der Klimawandel führt zu einem Anstieg des globalen Meeresspiegels und in der Folge auch zu höheren Wasserständen an der deutschen Küste. Langjährige Pegelreihen an Nord- und Ostsee zeigen für Schleswig-Holstein einen Anstieg der Wasserstände[171]. Sturmflutwasserstände ändern sich naturgemäß entsprechend des mittleren Meeresspiegels. Analysen zum langjährigen gleitenden Mittel der jährlichen Höchstwasserstände an ausgewählten Pegeln verdeutlichen diese Entwicklung[172]. Grundlegende Veränderungen der Windverhältnisse und damit zusammenhängend von Häufigkeit und Intensität von Sturmfluten sind bislang nicht nachweisbar.

Mit dem steigenden Meeresspiegel und höher auflaufenden Sturmfluten nehmen die hydraulischen Belastungen auf die Küstenhochwasserschutzanlagen des Landes und damit die Herausforderungen zur Erhaltung ihrer Funktionalität zu. Die Küstenländer Deutschlands haben sich darauf verständigt, für vorsorgliche Planungen im Küstenschutz das Meeresspiegelszenario zu nehmen, dass das größte Anpassungserfordernis mit sich bringt. Aktuell ist dies das SSP5-8.5 Szenario[173]. Für dieses Szenario steigt der Meeresspiegel an den deutschen Küsten bis zum Ende dieses Jahrhunderts im Mittel um etwa 0,8 m an; die wahrscheinliche Bandbreite liegt zwischen 0,6 und 1,0 m[169]. Es wird darauf hingewiesen, dass auch höhere Werte nicht ausgeschlossen werden können, wenn die großen Landeiskappen auf Grönland und in der Westantarktis kollabieren würden. Jedoch sind die Unsicherheiten bezüglich der in den Eiskappen ablaufenden Prozessen sehr groß, weshalb dieses Szenario nicht als Grundlage für konkrete Planungen genutzt wird.

In Verbindung mit höher auflaufenden Sturmfluten und potenziell zunehmendem Sturmseegang steigen damit langfristig die Anforderungen an Bemessung, Stabilität und Unterhaltung der Küstenhochwasserschutzanlagen, um den Schutz von Bevölkerung, Infrastruktur und wirtschaftlichen Nutzungen in den Küstenniederungen weiterhin zu gewährleisten. In Schleswig-Holstein erfolgt eine Anpassung bereits gemäß Generalplan Küstenschutz 2022[169] durch Umsetzung des Konzepts „Klimadeich“, bei dem Deiche mit einem Vorsorgemaß und einer Baureserve verstärkt werden. Der beschrittene Weg ermöglicht es, auf unterschiedliche zukünftige Pfade der Klimaentwicklung zu reagieren und bei Bedarf langfristig einen Meeresspiegelanstieg von etwa 2 m zu kehren. Wenn die geplanten Verstärkungen in dem angestrebten Tempo umgesetzt werden, ist davon auszugehen, dass die Küstenhochwasserschutzanlagen den steigenden Anforderungen auch künftig gerecht werden und derzeit kein erhebliches Klimarisiko besteht. Wird das angestrebte Umsetzungstempo jedoch nicht erreicht, könnte sich mittelfristig ein wachsendes Risiko durch Küstenhochwasser ergeben.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung der Anforderungen und Belastungen für Küstenhochwasserschutzanlagen“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[171]
Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[172]

Veränderung von Küstenrückgang und -erosion

Die 1.110 km langen Küsten Schleswig-Holsteins und das Wattenmeer unterliegen infolge von Seegangs-, Tide- und Triftströmungen beziehungsweise den dadurch verursachten Materialumlagerungen einem ständigen Wandel. Während vor allem an den Steilküsten Erosionsprozesse zu einem Sedimentabtrag und zu einem örtlichen Küstenrückgang führen, lassen der Küstenlängstransport und die Ablagerung von Material an anderer Stelle die Küsten wachsen. Die Komplexität und räumliche Differenzierung dieser morphologischen Prozesse ergeben sich neben den einwirkenden Kräften auch aus der vielfältigen geologischen Ausprägung der Nord- und Ostseeküste.

171 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.

172 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

173 IPCC, 2021: Klimawandel 2021, Naturwissenschaftliche Grundlagen, Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung, Beitrag von Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), Deutsche Übersetzung auf Basis der Druckvorlage, Oktober 2021.

Der Klimawandel nimmt Einfluss auf die erosiven Prozesse an den Küsten Schleswig-Holsteins. Beobachtungen zeigen, dass der Meeresspiegel seit Jahrhunderten ansteigt und sich dieser Anstieg in den vergangenen Jahrzehnten beschleunigt. Der Meeresspiegelanstieg führt dazu, dass Wellen und Sturmfluten höher auflaufen und weiter landeinwärts wirken. Veränderungen von Wassertiefen, Tidenhub, Windverhältnissen, Seegang und Sturmereignissen können zusätzlich die Erosions- und Sedimentationsprozesse entlang der Küsten und im Wattenmeer beeinflussen. Relevant sind dabei auch Auswirkungen auf die natürliche Pufferfunktion der Wattflächen und Salzwiesen im Wattenmeer, die durch ihre wellendämpfende Wirkung eine Funktionalität für den Küstenschutz aufweisen[174].

Kurzfristig besonders erosionswirksam sind Sturmfluten, bei denen hohe Wasserstände und starker Seegang zu erheblichen morphologischen Veränderungen führen können. Zwar zeigen Messreihen bislang keine eindeutigen Trends bei Häufigkeit oder Intensität von Sturmfluten sowie bei Windgeschwindigkeiten, jedoch steigen die gleitenden Mittelwerte der jährlichen Höchstwasserstände an mehreren Pegeln in Schleswig-Holstein entsprechend des mittleren Meeresspiegelanstieges an[172]. Aktuell weisen einige Abschnitte der Nordseeküste sowie etwa ein Viertel der Ostseeküste strukturellen Küstenrückgang auf. Die Sensitivität der Küsten hängt dabei stark von der geologischen Beschaffenheit, der Sedimentverfügbarkeit sowie vom Umfang vorhandener Küstensicherungsmaßnahmen ab.

Mit dem projizierten weiteren Meeresspiegelanstieg bis zur Mitte und vor allem bis zum Ende des Jahrhunderts ist zu erwarten, dass erosive Prozesse insbesondere an sandigen Inselküsten der Nordsee sowie an der Ostsee-Festlandsküste zunehmen. Auch für das Wattenmeer kann ein beschleunigter Meeresspiegelanstieg problematisch werden. Untersuchungen deuten darauf hin, dass Wattflächen durch Sedimentationsprozesse die steigenden Wasserstände bis zu einem gewissen Grad ausgleichen können, bei stark beschleunigtem Meeresspiegelanstieg jedoch Sedimentdefizite entstehen und die Puffer- und Schutzfunktionen des Wattenmeers eingeschränkt werden könnten. Der Generalplan Küstenschutz 2022[169] bildet das strategische Fundament für eine Anpassung an den Klimawandel und für eine optimierte Küstensicherung vor dem Hintergrund der klimatischen Herausforderungen. Dafür setzt der Küstenschutz in Schleswig-Holstein unter anderem auf ein kontinuierliches küstenmorphologisches Monitoring und auf die Umsetzung vorsorgender und auf die örtlichen Bedingungen zugeschnittener Anpassungsmaßnahmen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung von Küstenrückgang und -erosion“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[171]
Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[172]

13.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[175] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 13 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 13: Weitere diskutierte Klimawirkungen (Hinweis: Die Klimawirkungen „Anstieg der Wassertemperatur“ und „Veränderung der Meerwasserqualität“ der KWRA 2021 werden in der Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein im Handlungsfeld „Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz“ behandelt).

Klimawirkung	Erläuterungen

174 MELUR, 2015: Strategie für das Wattenmeer 2100.

175 Fritsch et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 3: Risiken und Anpassung im Cluster Wasser. Climate Change 22/2021. Dessau-Roßlau.

Veränderungen von Strömungen und Gezeitendynamik	Die Gezeitendynamik in der Nordsee und in den angrenzenden Küstengewässern wird neben dem mittleren Meeresspiegel durch großräumige ozeanische Prozesse im Nordatlantik sowie lokal durch wasserbauliche Maßnahmen beeinflusst. Analysen historischer Messreihen zeigen, dass sich Tidenhub und Gezeitendynamik in der Vergangenheit verändert haben. Die konkreten Ursachen sind bislang allerdings nicht eindeutig geklärt. Zum Teil werden die Veränderungen mit dem Anstieg des mittleren Meeresspiegels in Verbindung gebracht. Modellierungen zukünftiger Entwicklungen liefern zudem noch kein einheitliches Bild hinsichtlich möglicher weiterer Veränderungen der Gezeitenamplitude. Auch für zukünftige Änderungen großräumiger Strömungsmuster bestehen noch erhebliche Unsicherheiten. Einflussfaktoren sind unter anderem Veränderungen der atmosphärischen Zirkulation über dem Nordatlantik sowie der Einstrom von atlantischem Wasser in Nord- und Ostsee. Aufgrund der derzeit begrenzten Erkenntnislage und der großen Unsicherheiten bei der Abschätzung zukünftiger Entwicklungen ist eine vertiefende Analyse dieser Klimawirkung aktuell nicht zielführend. Aspekte der Gezeiten- und Strömungsdynamik werden jedoch als Rahmenbedingungen in den Klimarisikoanalysen zu den bearbeiteten Klimawirkungen dieses Handlungsfelds berücksichtigt (Kapitel 13.2.1). Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring: Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[171] Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[172]
Veränderungen im Seegang	Der Seegang ist, neben verschiedenen Wasserstandparametern, eine wesentliche Kenngröße für die Dimensionierung der Küstenhochwasserschutzanlagen. Außerdem beeinflussen Seegang und Wasserstand zusammen den Abtrag und das Anwachsen an Küsten und sind deswegen auch wichtige Bemessungsgrundlagen für die Küstensicherung. Aussagen zur Entwicklung des Seegangs in der Vergangenheit sind nur eingeschränkt möglich, da entsprechende Messdaten in der Nord- und Ostsee bislang nicht flächendeckend und systematisch erhoben wurden. Vorliegende Erkenntnisse basieren überwiegend auf modellgestützten Rekonstruktionen. Diese zeigen für die Nordsee Zusammenhänge zwischen Seegang, Sturmaktivität im Nordatlantik sowie großräumigen Zirkulationsmustern wie der Nordatlantischen Oszillation. In der Ostsee wird der Seegang im Winter zusätzlich durch Ausdehnung und Dauer der Meereisbedeckung beeinflusst. Auch hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Seegangs bestehen erhebliche Unsicherheiten, die vor allem aus den Unsicherheiten der Windprojektionen resultieren. Modellstudien liefern bislang kein einheitliches Bild über die möglichen Veränderungen. Wie auch bei der Gezeitendynamik werden Aspekte der möglichen Entwicklung des Seegangs in den bearbeiteten Klimawirkungen dieses Handlungsfelds berücksichtigt (Kapitel 13.2.1). Für eine gezieltere und detaillierte Ausarbeitung als eigene Klimawirkung werden die derzeit verfügbaren Datengrundlagen als nicht ausreichend beurteilt.
Beschädigung oder Zerstörung von Siedlung und Infrastruktur an der Küste	In den Küstenniederungen Schleswig-Holsteins befinden sich zahlreiche Wohn- und Gewerbegebiete, Verkehrswege sowie technische Infrastrukturen. Extreme Wasserstände infolge von Sturmfluten können bei Versagen oder Überströmen von Küstenhochwasserschutzanlagen zu Überflutungen führen und dadurch Schäden an Gebäuden, Siedlungsstrukturen und Infrastrukturen verursachen. Mit dem fortschreitenden Klimawandel können steigende Meeresspiegel und mögliche Veränderungen von Sturmfluten das Risiko für Schäden langfristig erhöhen. Die Klimawirkung wird daher grundsätzlich als relevant eingeschätzt. Eine weitere Analyse erfolgt allerdings nicht im Rahmen dieses Handlungsfelds. Schäden an Gebäuden und Siedlungsstrukturen sind Gegenstand der Klimawirkung „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser und Küstenhochwasser“ im Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4.2.1). Auswirkungen auf Verkehrswege und Verkehrsinfrastrukturen werden

	im Handlungsfeld Verkehr und Verkehrsinfrastruktur im Zusammenhang mit der Klimawirkung „Hochwasserbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs“ beschrieben (Kapitel 5.2.2).
Überlastung der Entwässerungseinrichtungen in überflutungsgefährdeten Gebieten	In den Küstenniederungen Schleswig-Holsteins sind leistungsfähige Entwässerungssysteme eine zentrale Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung, die Siedlungsentwicklung sowie den Schutz von Infrastrukturen. Die Systeme dienen dazu, Niederschlags- und Binnenwasser aus den tiefliegenden Gebieten in die Vorfluter oder in die Küstengewässer abzuleiten. Im Zuge des Klimawandels können steigende Meeresspiegel, höhere Wasserstände bei Sturmfluten sowie veränderte Niederschlagsmuster die Funktionsfähigkeit dieser Entwässerungssysteme beeinträchtigen oder zu einer Überlastung führen. In der Folge kann es in Niederungsgebieten zu verstärkter Bodenvernässung und damit zu Nutzungseinschränkungen kommen. Die Klimawirkung wird grundsätzlich als relevant eingeschätzt. Eine Bearbeitung erfolgt im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft im Rahmen der Klimawirkung „Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten“ (Kapitel 14.2.1).

13.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die soziale Bedeutung der zwei im Handlungsfeld Küstenschutz bewerteten Klimawirkungen „Veränderung der Anforderungen und Belastungen für Küstenhochwasserschutzanlagen“ und „Veränderung von Küstenrückgang und -erosion“ wurde von den beteiligten Fachleuten der Landesregierung als sehr hoch eingeschätzt. Der Veränderung der Anforderungen und Belastungen für Küstenhochwasserschutzanlagen wurde zudem eine sehr hohe wirtschaftliche Bedeutung zugeschrieben. Als wirtschaftlich hochbedeutend ist die Veränderung von Küstenrückgang und -erosion bewertet worden. Küstenhochwasserschutzanlagen sind von sehr hoher Bedeutung, um Menschen, Gebäude und andere Infrastrukturen vor Küstenhochwasser zu schützen. Ihre Anpassung an neue Anforderungen ist aufwändig und kostspielig. Küstenrückgang und -erosion können ebenfalls wichtige Infrastrukturen gefährden und genutzte Fläche abtragen.

Zu beiden Klimawirkungen sehen die Fachleute keinen zusätzlichen Handlungsbedarf in den kommenden Jahren. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel sind bereits in der Fortschreibung des Generalplans Küstenschutz Schleswig-Holstein aus dem Jahr 2022[169] enthalten und werden umgesetzt.

13.4 Handlungsziele

Anpassung der Küstenregionen durch nachhaltigen Küstenschutz

Die Küstenregionen Schleswig-Holsteins sind langfristig an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Durch Küstenschutzmaßnahmen sollen insbesondere Leib und Leben von Menschen an ihren Wohnstätten sowie außergewöhnlich hohe Sachwerte vor den Gefahren durch Sturmfluten (Überflutung, Uferrückgang und Erosion) geschützt werden. Die Maßnahmen sind dabei möglichst partizipativ, schonend für Natur und Landschaft und unter Berücksichtigung verschiedener Anforderungen an den Küstenraum (zum Beispiel von Landwirtschaft und Tourismus) umzusetzen.

Entwicklung und Pflege klimaresilienter Nutzungen

Küsten sollen so gestaltet werden, dass Siedlungen, Landwirtschaft, Tourismus und andere Nutzungsformen den Folgen des Klimawandels standhalten. Ziel ist eine langfristige Nutzung des Küstenraums, die durch Sturmfluten bedingte Risiken für die Menschen und ihre Besitztümer minimiert.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

13.5 Maßnahmen zur Anpassung

Im Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein[169] ist dargestellt, welche technischen Maßnahmen in Schleswig-Holstein zur Begegnung der klimawandelbedingt zunehmenden Risiken infolge von Sturmfluten (Küstenhochwasser, Küstenrückgang und -erosion) umgesetzt und geplant werden.

Von 2016 bis 2025 wurden 813 Millionen Euro für den Küstenschutz verausgabt. Davon entfielen 569 Millionen Euro auf investive Maßnahmen wie Deichverstärkungen und Sandersatzmaßnahmen, 244 Millionen Euro wurden für die Unterhaltung der Küstenschutzanlagen ausgegeben. Die Finanzierung der Unterhaltung von Küstenschutzanlagen in Verantwortung des Landes erfolgt vollständig durch das Land, während der Hauptteil der Finanzierung von investiven Küstenschutzmaßnahmen gemäß dem Bundesgesetz über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) und den GAK-Sonderrahmenplan „Maßnahmen des Küstenschutzes infolge des Klimawandels“ erfolgt. Weitere Fördermittel für Küstenschutzmaßnahmen werden vom Land in Form von Mitteln aus dem Infrastrukturmodernisierungsprogramm für unser Land Schleswig-Holstein (IMPULS 2040, für investive Maßnahmen) und von der EU in Form von Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) zur Verfügung gestellt. Bei einer Förderung von Küstenschutzmaßnahmen in Verantwortung der Wasser- und Bodenverbände sowie der Gemeinden haben diese in der Regel einen Eigenanteil zu tragen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Maßnahmen des Küstenschutzes zusammengefasst. Für weitere Details wird auf den Generalplan Küstenschutz[169] verwiesen.

13.5.1 Verstärkung der Landesschutzdeiche

Instrumente

- Eine zentrale Maßnahme des Generalplans Küstenschutz ist das Verstärkungsprogramm für Landesschutzdeiche. Mit dem Programm sollen die insgesamt 433 km langen Landesschutzdeiche, welche etwa 90 % der sturmflutgefährdeten Küstenniederungen schützen, sukzessive zu sogenannten Klimadeichen verstärkt werden.

- Nach dem Ausbau werden die Landesschutzdeiche in der Lage sein, einem Meeresspiegelanstieg von etwa einem Meter standzuhalten. Das heißt, auch bei einem Meeresspiegelanstieg von einem Meter ist der gleiche Schutzstandard wie heute gewährleistet.

- Baureserven, womit ein weiterer Meter Meeresspiegelanstieg ausgeglichen werden kann, sind im Klimadeich enthalten.

- Zusätzlich zur Verstärkung der Treibselabfuhr- und Deichverteidigungswege sollen konstruktive Bauwerke in Landesschutzdeichen, wie Sperrwerke, Siele und Schleusen, mit dem gleichen Schutzstandard wie die Landesschutzdeiche verstärkt werden.

- Die Umsetzung des umfassenden Bauprogrammes wird mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen.

- Finanziert wird das Bauprogramm mit Landes-, Bundes- und EU-Mitteln. Die ersten Klimadeiche wurden 2015 vor Büsum und 2016 auf Nordstrand fertiggestellt.

Unterziele

- Sicherung des bestehenden Schutzniveaus bei Meeresspiegelanstieg

- Verstärkung und Ausbau der Landesschutzdeiche zu Klimadeichen

  Der Klimaanpassungsindikator „Generalplan Küstenschutz“[169] zeigt den prozentualen Anteil sicherer Landesschutzdeiche am Gesamtbestand. Als weiterer Klimaanpassungsindikator wird der 12-jährige gleitende Mittelwert der seit 2006 fertiggestellten Deichabschnitte in Kilometer pro Jahr erfasst. Angestrebt wird ein Mittelwert von etwa 4 Kilometer pro Jahr, um somit den erforderlichen Zeitraum für die Verstärkung aller Landesschutzdeiche nach dem Konzept Klimadeich auf rund 100 Jahre zu verkürzen

- Verstärkung von konstruktiven Bauwerken im Deich

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5), Tourismus (Kapitel 17) und Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6).

13.5.2 Sicherung der Inseln und Halligen sowie der Wattgebiete an der Nordseeküste

Instrumente

- Die Sicherung der Inseln und Halligen sowie der Wattgebiete im Sinne eines flächenhaften Küstenschutzes ist nach § 60 des Landeswassergesetzes Aufgabe des Landes. Sicherungsmaßnahmen sind so zu treffen, wie es im Interesse des Wohls der Allgemeinheit und des Küstenschutzes erforderlich ist. Ansprüche Dritter ergeben sich nicht. Bestehende Verpflichtungen anderer bleiben unberührt. Entsprechend wird zum Beispiel der starke natürliche Küstenrückgang an der Nordseeküste der Insel Sylt mittels Verbringung von Sand im Strand- und Vorstrandbereich ausgeglichen.

- Im Jahre 2015 wurde eine Strategie für das Wattenmeer 2100 von der Landesregierung verabschiedet, in der gemeinsame Ziele und Maßnahmen des Natur- und Küstenschutzes zum Erhalt des Wattenmeeres im Klimawandel festgelegt wurden[170]. Die wichtigste Anpassungsmaßnahme ist der Ausgleich des infolge des stärkeren Meeresspiegelanstieges langfristig zu erwartenden Sedimentdefizites im Wattenmeer durch den Import von natürlichen Sedimenten. Gemäß Strategie ist mit einem solchen Erfordernis jedoch erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu rechnen.

- Das gemeinsam vom Küstenschutz und Naturschutz erarbeitete Vorlandmanagementkonzept ist Leitlinie für die jährlichen Küstenschutzarbeiten in den Deichvorländern beziehungsweise Salzwiesen im Wattenmeer. Diese erfüllen wichtige Funktionen im Küstenschutz, sind ökologisch wertvoll und dienen im Sinne des Klimaschutzes als signifikante CO_2-Senke. Bei Fortschreibungen des Vorlandmanagementkonzepts werden neue Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt.

Unterziele

- Schutz und Erhalt der Inseln, Halligen und Wattgebiete

- Reduktion der hydrologischen Belastungen an der Festlandsküste im Wattenmeer

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Landwirt-

schaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) und Tourismus (Kapitel 17).

13.5.3 Freihalten von Steilufern als Sedimentquellen für die Stabilisierung der Ostseeküste

Instrumente

- Gemäß Generalplan Küstenschutz[169] erfüllen Steilufer an der Ostseeküste gemeinsam mit den ihnen vorgelagerten Abrasionsflächen eine wichtige Ökosystemleistung für den Küstenschutz. Sie sind eine natürliche Sedimentquelle für die Stabilisierung der sandigen Küsten bei verstärkt steigendem Meeresspiegel. Das Erfordernis von Sicherungsmaßnahmen in anderen Bereichen mit hoher Vulnerabilität kann je nach individueller Küstenlage dadurch reduziert werden. Im Sinne eines naturbasierten Herangehens sind Steilufer deshalb gemäß dem Generalplan Küstenschutz von Sicherungsbauwerken freizuhalten. Nur wenn Siedlungen, wichtige (touristische) Infrastrukturanlagen oder hohe Sachwerte durch irreversiblen Küstenrückgang und strukturelle Erosion gefährdet sind, können gemäß dem Generalplan Küstenschutz einzelne Steilufer gesichert und hierbei die erforderlichen Befreiungen vom gesetzlichen Biotopschutz erteilt werden. In der Bemessung dieser Sicherungsanlagen sind die Folgen des Klimawandels entsprechend der Lebensdauer der Bauwerke angemessen zu berücksichtigen.

- Damit keine neuen Vulnerabilitäten hinter Steilufern entstehen, ist gemäß § 82 des Landeswassergesetzes (LWG) sowie gemäß Landesentwicklungsplan (Kapitel 13.5.5) ein 150 m breiter Küstenstreifen von baulichen Anlagen und Nutzungen freizuhalten. Ausnahmen sind gesetzlich normiert.

- Die Gesamtstrategie „Entwicklung Ostseeküste 2100“, welche derzeit durch die Landesregierung erarbeitet wird, soll zur nachhaltigen Anpassung der Ostseeküstenregion beitragen und Fragen des Küstenschutzes, des Naturschutzes und des Tourismus beantworten.

Unterziele

- Steilufer als Sedimentquellen erhalten (Sicherung nur bei hohen Vulnerabilitäten)

- Küstenstreifen frei von Bauwerken halten

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) und Tourismus (Kapitel 17).

13.5.4 Verstärkung der Halligwarften

Instrumente

- Gemäß dem 2016 von der Landesregierung beschlossenen Warftverstärkungs- und Warftentwicklungsprogramm sollen die bewohnten Halligwarften sukzessive an einen stärkeren Meeresspiegelanstieg angepasst werden. Ziel des Programms ist die Erhaltung der langfristigen Bewohnbarkeit der Halligen. Dazu werden die Warften unter Berücksichtigung eines Klimazuschlages in Höhe von 0,5 m und mit einer flachen Neigung der Außenböschung in Richtung Nord- bis Südwest verstärkt.

- Die ersten drei Klimawarften auf den Halligen wurden im Jahre 2021 fertiggestellt.
- Die großen Halligen sind gleichzeitig Entwicklungszone des Biosphärenreservats Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Halligen und damit Modellregion nachhaltiger Entwicklung.

Unterziele

- Schutz der Warftbewohnenden vor Sturmfluten
- Erhaltung der Bewohnbarkeit der Halligen als Voraussetzung für deren langfristige Entwicklung

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) und Tourismus (Kapitel 17).

13.5.5 Berücksichtigung von Vorranggebieten für den Küstenschutz in der Raumordnung

Instrumente

- Mit dem Ziel, zunehmende Schäden durch Sturmfluten zu verhindern, sind im Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein[176] Vorranggebiete für den Küstenschutz und die Klimafolgenanpassung im Küstenbereich festgelegt, die in den Regionalplänen dargestellt werden.
- Diese Gebiete sind grundsätzlich von neuen baulichen Anlagen, die nicht dem Küstenschutz dienen, und sonstigen nur schwer revidierbaren Nutzungen, die im Konflikt mit Belangen der Anpassung an den Klimawandel stehen, freizuhalten.
- Im LWG für Schleswig-Holstein sind die Vorranggebiete als Bauverbotszonen ausgewiesen.
- Bauliche Anlagen dürfen grundsätzlich in diesen Gebieten nicht errichtet oder wesentlich geändert werden.
- Die Vorranggebiete umfassen unter anderem die nicht durch Landesschutzdeiche oder durch Schutzanlagen mit einem vergleichbaren Schutzstandard geschützten Hochwasserrisikogebiete.

Unterziel

- Sicherung von Flächen für Belange des Küstenschutzes und der Klimaanpassung

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6).

176 Landesverordnung über den Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein - Fortschreibung 2021 (LEP-VO 2021).

13.5.6 Verstärkung von Regionaldeichen und weiteren Küstenhochwasserschutzanlagen

Instrumente

- Bei Regionaldeichen und sonstigen Küstenhochwasserschutzanlagen, welche einen geringeren Schutzstandard als Landesschutzdeiche haben, soll als Vorgabe für eine Landesförderung von Verstärkungsmaßnahmen zumindest ein Klimazuschlag in Höhe von 0,5 m berücksichtigt werden.

- Regionaldeiche der Kommunen und der Wasser- und Bodenverbände, die vergleichbar zu Landschutzdeichen auch Siedlungsbereiche und bedeutsame Sachwerte schützen, können auf Antrag und im Rahmen einer Einzelfallprüfung vom Land übernommen werden, wenn sich aufgrund von erheblichen Sturmflutschäden oder als Ergebnis einer Sicherheitsüberprüfung ein durchgehender Verstärkungsbedarf, der die finanzielle Leistungsfähigkeit der Unterhaltungspflichtigen nachweislich deutlich übersteigt, ergeben sollte.

- Mitteldeiche dienen dazu, die überflutete Fläche im Falle des Bruches eines vorgelagerten Landesschutzdeiches zu begrenzen. Die Zuständigkeit für den Bau und die Unterhaltung der Mitteldeiche, welche konsequent und ohne Verschlechterungen erhalten werden sollen, liegt bei den Wasser- und Bodenverbänden beziehungsweise den Gemeinden.

Unterziel

- Sicherung des bestehenden Schutzniveaus bei Meeresspiegelanstieg

- Verstärkung von Regionaldeichen und sonstigen Küstenhochwasserschutzanlagen mit Klimazuschlag von 0,5 m

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Landwirtschaft (Kapitel 8), Forstwirtschaft (Kapitel 9), Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) und Tourismus (Kapitel 17).

13.5.7 Monitoring

Instrumente

- Als Grundlage für die Einschätzung der Gefährdung sowie die Entwicklung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen müssen die hydrologischen und morphologischen Klimawandelfolgen, aber auch die Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen überwacht werden. Dabei dienen hydro- und morphologische Messdaten zur Früherkennung von Folgen des Klimawandels. Mit Anpassungsindikatoren soll die Wirkung von Klimaanpassungsmaßnahmen geprüft werden.

- Die Indikatoren „Meeresspiegel“[177] und „Sturmfluten“[178] des fachübergreifenden Klimafolgenmonitorings Schleswig-Holstein zeigen steigende Wasserstände und zunehmende Sturmflutwasserstände an Nord- und Ostsee.

177 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.

178 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

- Vom Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN.SH) wird zusätzlich ein vertiefendes fachliches Monitoring durchgeführt. Der erste Bericht des LKN.SH mit den Folgenindikatoren wird 2027 und danach alle sechs Jahre erscheinen. Der erste Anpassungsindikator „Generalplan Küstenschutz“ des Landes Schleswig-Holstein, welcher den Anteil sicherer Landesschutzdeiche am Gesamtbestand zeigt, wurde 2019 eingeführt[169].

Unterziel

- Information und Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen durch Datenerhebung

Synergien

- Es bestehen Synergien zum Handlungsfeld Forschung (Kapitel 19).

13.5.8 Gefahrenabwehr bei Sturmfluten

Instrumente

- Der Hydrologische Dienst des LKN.SH unterstützt unter anderem die Gefahrenabwehr bei Sturmfluten. Dabei werden Wasserstände überwacht, Meldungen des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) entgegengenommen und die regionalen Auswirkungen eines Ereignisses abgeschätzt.

- Zur Optimierung der Eigenvorsorge bei Sturmfluten werden der Öffentlichkeit auf dem Internetportal „Hochwasser-Sturmflut-Information“ der Wasserwirtschaftsverwaltung Schleswig-Holstein zudem aktuelle Wasserstände und weitere für die Gefährdungseinschätzung hilfreiche Informationen zur Verfügung gestellt.

- Bei Sturmfluten werden die Vorhaltungen und Vorkehrungen des Katastrophenschutzes zur Gefahrenabwehr eingesetzt. Der LKN.SH leistet durch seine Fachberatung in den Krisenstäben der unteren Katastrophenschutzbehörden einen wichtigen Beitrag zur Katastrophenabwehr bei Sturmfluten.

Unterziele

- Schutz und Information der Bevölkerung bei Sturmfluten

- Stärkung der Eigenvorsorge

Synergien

- Es bestehen Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10).

13.6 Best-Practice-Beispiele

13.6.1 Der erste Klimadeich in Schleswig-Holstein vor Büsum

Zwischen 2013 und 2015 wurde vor Büsum im Rahmen der Umsetzung des Generalplans Küstenschutz ein 2,7 km langer Deichabschnitt zum ersten Klimadeich Schleswig-Holsteins ausgebaut. Der vorhandene Landesschutzdeich wurde erhöht und hat nunmehr eine durchschnittliche Kronenhöhe von NHN +8,7 m. Weiterhin wurde die Neigung der Außenböschung abgeflacht und beträgt nunmehr höchstens 1:9, in Teilbereichen auch nur 1:15. Insgesamt wurden etwa 0,5 Mio. m^3 Boden eingebaut. Mit dieser Maßnahme ist der heutige Schutzstan-

dard vor Sturmfluten für etwa 6.750 Menschen in Büsum und Umgebung auch bei einem Meeresspiegelanstieg von etwa einem Meter noch gewährleistet. Wenn der Meeresspiegel langfristig noch stärker steigt, kann der Klimadeich wegen der sehr flachen Außenböschung mit relativ einfachen Mitteln nochmals um etwa einen Meter erhöht werden.

Eine Besonderheit an der Baumaßnahme in Büsum waren die gleichzeitig zur Deichverstärkung ausgeführten Arbeiten zur touristischen Entwicklung wie zum Beispiel eine gepflasterte Veranstaltungsfläche (die Watttribüne) auf der Deichaußenböschung sowie gepflasterte Wege und Fußgängerbrücken zum Ortskern. Mit diesen integrativen Maßnahmen hat der Ferienort Büsum langfristig ein großes Maß an Sicherheit dazu gewonnen. Gleichzeitig wurde die touristische Attraktivität erheblich gesteigert und die Position als Hotspot des Tourismus an der Nordseeküste damit weiter ausgebaut (Abbildung 3).

Abbildung 3: Blick auf die verstärkte Deichaußenböschung des Klimadeiches in Büsum mit touristischer Infrastruktur (Foto: Hofstede / MEKUN 2015).

13.6.2 Die ersten Klimawarften in Schleswig-Holstein

In den Jahren 2019 bis 2021 wurden die Norderwarft auf Nordstrandischmoor, die Hanswarft auf Hooge und die Warft Treuberg auf Langeneß als Pilotprojekte im Rahmen des Warftverstärkungs- und Entwicklungsprogramms der Landesregierung zu Klimawarften verstärkt. Ziel dieses Programmes ist die langfristige Erhaltung der Bewohnbarkeit der Halligen bei einem stärkeren Meeresspiegelanstieg. Entsprechend gleichen die Klimawarften einen Meeresspiegelanstieg von 0,5 Meter aus und weisen Baureserven für spätere Verstärkungen auf. Während die Treubergwarft insgesamt erhöht und abgeflacht wurde, fanden die Verstärkungen auf der Hanswarft und der Norderwarft in Form von Plateaus statt. Die höheren Plateaus liegen sichelförmig „angeschmiegt“ an die seewärtige Flanke der bestehenden Warft (Abbildung 4) und bieten Platz für sturmflutsichere Wohnbebauung und wirtschaftliche Nutzungen. Weiterhin schützen sie quasi als Wellenbrecher die dahinterliegende bestehende Bebauung.

Abbildung 4: Plateauverstärkung der Norderwarft auf der Hallig Nordstrandischmoor. Das neue inzwischen bebaute Plateau rechts im Bild liegt etwa 1,5 m höher als die alte Warftoberfläche mit der bestehenden Bebauung (Foto: T. Sievers 2019).

13.6.3 Fokussierung auf den Schutz von Siedlungen - das Beispiel Behrensdorf

Das Ostseehochwasser in Oktober 2023 hat eindringlich vor Augen geführt, dass Sturmfluten infolge des Klimawandels intensiver werden. Um den Aufwand für den Küstenschutz in einem gesellschaftlich und ökologisch vertretbaren Rahmen zu halten, soll deshalb das Augenmerk von Schutzmaßnahmen verstärkt auf signifikante Vulnerabilitäten wie Siedlungen gelegt werden. Diese werden langfristig und nachhaltig geschützt, was auch zu einer Anpassung der Schutzlinie führen kann.

Eine solche Situation liegt in der Ostsee-Küstenniederung Behrensdorf vor: Der bestehende Regionaldeich schützt nicht nur die Ortschaft, sondern auch ein zwischen der Ortschaft und dem Deich liegendes Naturschutzgebiet. Im Rahmen einer geplanten Übernahme durch das Land (siehe 13.5.6) soll hier anstelle einer Verstärkung in der bestehenden Trasse ein neuer Landesschutzdeich unmittelbar um die Ortschaft herum errichtet werden. Eine entsprechende Vereinbarung mit der Region (Deichverband und Gemeinde) wurde bereits unterschrieben. Ein wesentlicher Vorteil für den Küstenschutz ist das dadurch geschaffene breite Deichvorfeld. Hier wird der Sturmseegang weitestgehend abgebaut, wodurch der neue Deich weniger belastet wird. Die meisten Deichschäden bei der Oktoberflut 2023 wurden durch brechende Sturmwellen auf den Deichen verursacht. Das vorgelagerte Naturschutzgebiet kann in Richtung einer Küstenlagune renaturiert und damit auch klimaresilienter entwickelt werden.

14 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

14.1 Relevanz des Handlungsfelds

Wasser ist die Quelle allen Lebens und eine wertvolle Ressource. Wir nutzen es jeden Tag: als Trinkwasser, im Haushalt, in der Landwirtschaft, für industrielle Prozesse, als Transportweg, für Freizeitaktivitäten und vieles mehr. Von der Verfügbarkeit von Wasser in ausreichender Menge und Qualität sind Gesundheit, Nahrungsmittelproduktion und Wirtschaft abhängig. Gleichzeitig kann ein Zuviel an Wasser zerstörerisch sein. Überschwemmungen und Überflutungen können die Gesundheit von Menschen gefährden, Schäden auf landwirtschaftlich genutzten Flächen verursachen, Transportwege unterbrechen und Infrastrukturen beschädigen. Wasser ist auch im Ökosystem elementar und für alle Lebewesen überlebenswichtig. Es gibt viele und vielfältige wassergebundene Lebensräume, deren Flora und Fauna von einer permanenten Wasserverfügbarkeit und einer guten Wasserqualität abhängig sind. Unsere Bäche, Flüsse, Teiche, Seen und Meere bergen wertvolle Ökosysteme, die es zu schützen und wiederherzustellen gilt.

Schleswig-Holstein ist ein wasserreiches Land. Es liegt zwischen zwei Meeren, hat ein dichtes Fließgewässernetz von rund 30.000 km Gesamtlänge[179] und rund 300 natürliche Seen[180]. Das Land lebt mit und vom Wasser. Seine Lage zwischen Nord- und Ostsee macht es zu einem der beliebtesten Reiseländer Deutschlands. Es hat mehrere wichtige Seehäfen, wie Flensburg, Lübeck und Kiel. Und die Fischerei hat in Schleswig-Holstein eine lange Tradition und ist in der Kultur des Landes verankert. Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Industrie gewinnen Wasser für ihre vielfältigen Aufgaben. Das Trinkwasser wird in Schleswig-Holstein zu 100 % aus Grundwasser gewonnen[181]. Es dient der Versorgung der Bevölkerung und auch der vielen Touristinnen und Touristen. Neben der Wassergewinnungsinfrastruktur gibt es in Schleswig-Holstein eine komplexe Entwässerungsinfrastruktur. Große Teile des Landes sind Niederungen, die unterhalb von 2,5 m Normalhöhennull, teilweise sogar unterhalb des mittleren Meeresspiegels, liegen. Die Besiedelung und Nutzung dieser Niederungen in der heutigen Form setzen eine umfangreiche und zum Teil kontinuierliche Entwässerung voraus.

Der Klimawandel wird die Wasserverfügbarkeit verändern. Mit ihm sind Verschiebungen im Niederschlagsregime verbunden, das heißt die Menge und Verteilung des Niederschlags wird sich wandeln. Schon jetzt zeichnet sich ab, dass es im Winter in Schleswig-Holstein mehr regnet[182]. Auch wird erwartet, dass es häufiger zu Starkregen kommen kann, weil wärmere Luft mehr Wasser speichern kann. Gleichzeitig könnten Trockenperioden häufiger werden. Die steigenden Temperaturen erhöhen die Verdunstung und den Wasserbedarf der Vegetation, wodurch beispielsweise die Grundwasserneubildung sinken könnte. Zudem steigen die Meeresspiegel und Sturmfluten laufen schon heute höher auf[183, 184].

Zu den Vorsorge- und Daseinsaufgaben des Landes gehört es, die Wasserressourcen Schleswig-Holsteins zu schützen, um die Versorgung der Bevölkerung zu sichern und eine nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. Auch ist es Aufgabe des Landes, kritische Infrastrukturen und wertvolle Ökosysteme vor Schäden aufgrund von zu viel oder zu wenig Wasser zu bewahren. Daher ist die Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen an den Klimawandel sowie die Reduzierung zusätzlicher Stressoren für wassergebundene Ökosysteme und damit eine Sicherung der Resilienz dieser Systeme von großer Bedeutung.

179 Internetauftritt des MEKUN: „Flüsse und Bäche“ (letzte Aktualisierung: 22.03.2022).

180 Internetauftritt des MEKUN: „Seen“ (letzte Aktualisierung: 22.03.2022).

181 McNamara et al., 2025: Modellierung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung für Schleswig-Holstein im Beobachtungszeitraum 1961 – 2021 und für Klimaszenarien bis 2100 (Hinweis: Die Ergebnisse der Studie wurden auch hier veröffentlicht).

182 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimaanalyse Schleswig-Holstein, S. 7.

183 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.

184 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

14.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

14.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser

Der Abfluss von Fließgewässern wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Die Niederschlagsart und -menge sowie die unter anderem von der Temperatur abhängige Verdunstung sind nur drei davon. Infolge des Klimawandels und der damit verbundenen Änderung von Temperatur- und Niederschlagsregimen wird der Abfluss in den Fließgewässern variabler. Vor allem im Sommer kann es häufiger zu extremen Niedrigwassersituationen kommen, die die Ökosysteme der Fließgewässer stark belasten. Im schlimmsten Fall können Fließgewässer trockenfallen, sodass den wassergebundenen Biozönosen die Lebensgrundlage fehlt. Geringe Wasserstände fördern aber auch die sommerliche Erwärmung des Wassers, was wärmetoleranten Arten der Gewässerflora und -fauna einen Konkurrenzvorteil verschafft. Zugleich sind viele Organismen der Wasserfauna wechselwarm, das heißt, dass ihre Körpertemperatur direkt von der Wassertemperatur abhängt. In wärmerem Wasser beschleunigt sich ihr Metabolismus und ihr Sauerstoffbedarf steigt. Wärmeres Wasser kann aber weniger Sauerstoff binden, wodurch sich die Atmungsbedingungen der wassergebundenen Fauna verschlechtern. Auch sind bei vielen Wasserlebewesen phänologische Phasen wie Paarung und Eiablage an die Wassertemperatur gebunden. Erwärmen sich die Gewässer im Frühling beispielsweise schneller, verfrühen oder verkürzen sich solche Phasen, was Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem haben kann.

Fließgewässer und ihre Ökosysteme sind gegenüber sommerlichen Niedrigwasserphasen besonders sensitiv, wenn ihr Abfluss stark vom Oberflächen- und Zwischenabfluss abhängt, weil das Grundwasser vergleichsweise tief unter der Geländeoberfläche liegt oder der über das Grundwasser gespeiste Abflussanteil in Trockenphasen schnell versiegt. Hintergrund ist, dass das Grundwasser auf Trockenperioden verzögert reagiert und so ein natürlicher Puffer gegenüber Trockenheit sein kann. Außerdem können Vorbelastungen die Resilienz der Ökosysteme gegenüber den Folgen von Niedrigwasser verringern. Solche Vorbelastungen können beispielsweise eine schlechte Wasserqualität sein, aber auch anthropogene Eingriffe in den Abfluss können dazu gehören, wenn sie den natürlichen Wasserrückhalt im Gewässereinzugsgebiet verringern. Vorbelastungen können aber auch aufgrund von Starkregenereignissen entstehen, die einem Niedrigwasserereignis vorausgehen. Diese sind häufig mit Nähr- oder Schadstoffeinträgen verbunden, können die Gewässermorphologie verändern und das Freiwasser trüben. In trübem Wasser steht den Wasserpflanzen weniger Sonnenlicht zur Photosynthese zur Verfügung.

Ob infolge des Klimawandels sommerliche Niedrigwasserphasen häufiger oder intensiver werden, ist noch unklar. Auswertungen zeigen, dass – über das ganze Jahr betrachtet – die klimatische Wasserbilanz in Schleswig-Holstein in den letzten Jahrzehnten fast landesweit zunahm. Jedoch ist es die winterliche Niederschlagsmenge, die statistisch signifikant zugenommen hat, während sich bei der sommerlichen Niederschlagsmenge noch kein Trend abzeichnet[182]. Auch die Anzahl sommerlicher Niedrigwassertage zeigt im Monitoring noch keinen statistisch signifikanten Trend. Die Klimaprojektionen zeichnen noch kein robustes Bild hinsichtlich der künftigen Niederschlagsentwicklung in Schleswig-Holstein. Im schlechtesten Fall könnte es im Südosten des Landes zu einem Rückgang der klimatischen Wasserbilanz kommen. Viele der dortigen Fließgewässer sind vergleichsweise sensitiv, sodass sich hier ein Hotspot ökologischer Beeinträchtigungen in Fließgewässern aufgrund von Niedrigwasser abzeichnen könnte. Gebiete, in denen die Fließgewässer eher ein mittleres Risiko tragen, sind entlang der Ostseeküste sowie im nordwestlichen Hamburger Ring und in der westlichen Geest zu finden.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator WW-I-4: Niedrigwasser[185]

185 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-4.

Beeinträchtigung des qualitativen und quantitativen Zustands von Seen

Wasserstand und Wasserqualität der Seen in Schleswig-Holstein werden vom Klima beeinflusst und somit durch den Klimawandel verändert. Wandeln sich die Niederschlagsregime, verändert sich der Zufluss zu den Seen, sei es durch veränderte Grundwasserstände oder weil Oberflächen- und Zwischenabfluss zu- oder abnehmen. Die Randbereiche von Seen mit flachen Ufern können bei sinkenden Wasserständen in die Verlandung geraten, sodass wassergebundene Lebensräume verloren gehen. Steigende Temperaturen und zunehmende Hitze erhöhen die Verdunstung, erwärmen das Wasser und können zu Veränderungen und zu Stress bei den aquatischen Arten führen. Folgen steigender Wassertemperaturen können stabilere Sommer- und Winterschichtungen in tiefen Seen sein, die zu Sauerstoffmangel und Phosphorrücklösung aus dem Sediment im Tiefenwasser führen können. Außerdem kann wärmeres Wasser weniger Sauerstoff binden. Die Atembedingungen der im Wasser lebenden Organismen verschlechtern sich, während gleichzeitig der Metabolismus der häufig wechselwarmen Wasserfauna und damit deren Sauerstoffbedarf steigt. Phänologische Prozesse, die bei Wasserlebewesen häufig an die Wassertemperatur gebunden sind, können sich verkürzen oder verschieben. Wärmeres Wasser schafft wärmetoleranten Arten der Wasserflora und -fauna einen Konkurrenzvorteil. Insgesamt kann es so zu deutlichen Veränderungen im Ökosystem eines Sees kommen. Eine zusätzliche Belastung für die Seenökosysteme sind in ihrer Häufigkeit und Intensität möglicherweise zunehmende Starkregenereignisse. Sie können zu einem erhöhtem Nährstoffeintrag von nahegelegenen landwirtschaftlich genutzten Flächen führen, der übermäßiges Algenwachstum befördert und so zur Eutrophierung eines Sees führen kann.

Viele der größeren Seen des Landes liegen im Schleswig-Holsteinischen Hügelland und im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte. Der Süden und Osten des Landes sind im Vergleich zum Norden und Westen deutlich trockener. Wie sich die Niederschlagsmenge in Zukunft wandelt, kann noch nicht robust projiziert werden. Aktuell zeichnet sich aber eine Zunahme der winterlichen Niederschlagsmenge ab, während sich im Sommer noch keine Veränderung zeigt[186]. Robuster sind die Projektionen der Temperatur. Die Ökosysteme der Seen im Südosten des Landes könnten folglich einem hohen Risiko steigender sommerlicher Wassertemperaturen ausgesetzt sein. Ob dies mit sinkenden Niederschlägen oder zunehmenden Starkniederschlägen gepaart mit dazwischen liegenden Trockenphasen verbunden sein wird, und wie sich dies auf die Pegelstände der Seen auswirkt, ist noch ungewiss.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beeinträchtigung des qualitativen und quantitativen Zustands von Seen“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator WW-I-6: Wasserstand von Seen[187]

Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit

Niederschlag und Temperatur sind entscheidende Faktoren der Grundwasserneubildung. Und dem Grundwasser kommt in Schleswig-Holstein eine besondere Bedeutung zu, denn 100 % des Trinkwassers hier im Land werden aus Grundwasser gewonnen[188]. Grundwasser bildet sich, wenn Niederschlag im Boden versickert und nicht aus dem Boden wieder verdunstet oder von Pflanzen aufgenommen wird. Die Evapotranspiration (also die Evaporation aus dem Boden und die Transpiration und damit der Wasserbedarf der Pflanzen) wird vor allem von der Temperatur beeinflusst, aber auch von anderen Faktoren wie dem Wind und der Vegetationsart undmenge. Damit verändert sich mit dem Klimawandel auch ein wesentlicher Einflussfaktor für die Grundwasserneubildung. Hinzu kommt, dass der Klimawandel über den Meeresspiegelanstieg bei küstennahen Grundwasserkörpern auch Folgen für die Qualität des Grundwassers haben kann, wenn Meerwasser in Grundwasserkörper eintritt und diese versalzt. Dies kann dazu führen, dass einzelne Grundwasserkörper nicht mehr zur Trinkwassergewinnung genutzt werden können. Es kann aber auch die Aufbereitung des Wassers als Trinkwasser erschweren und damit verteuern. Gleiches gilt für Nähr- und Schadstoffe, die ins Grundwasser gelangen, beispielsweise Stickstoffverbindungen aus der Landwirtschaft.

186 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimaanalyse Schleswig-Holstein, S. 7.

187 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-6.

188 McNamara et al., 2025: Modellierung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung für Schleswig-Holstein im Beobachtungszeitraum 1961 – 2021 und für Klimaszenarien bis 2100.

In allen Kreisen Schleswig-Holsteins wird Trinkwasser aus dem Grundwasser gewonnen, besonders viel in Stormarn und Rendsburg-Eckernförde. Seit Mitte der 1990er Jahre steigt die Grundwasserentnahme durch öffentliche Wasserversorgungsunternehmen in Schleswig-Holstein leicht an, obwohl die Abgabe von Wasser an Haushalte und Kleingewerbe sank. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass andere Abnehmer (gewerbliche Unternehmen oder sonstige Abnehmer, mit denen die für die öffentliche Wasserversorgung tätigen Unternehmen das abgegebene Wasser unmittelbar abrechnen) zunehmend Wasser verbrauchen. Der Wasserbedarf verschiedener Abnehmer kann mit zunehmendem Klimawandel steigen. So ist anzunehmen, dass der Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft mit den steigenden Temperaturen und möglicherweise zunehmenden Trockenphasen im Sommerhalbjahr steigt, vor allem im Süden Schleswig-Holsteins. Hier könnte zudem der Trinkwasserbedarf der Bevölkerung vergleichsweise stark zunehmen, da die Klimaprojektionen einen möglichen deutlichen Anstieg der Anzahl Heißer Tage zeigen[189]. Im Forschungsprojekt „Multisektorale Wasserbedarfsprognosen für Deutschland und ihre Bedeutung für zukünftige potenzielle Wasserengpassregionen“ (WatDEMAND) wird von einem Mehrbedarf an Wasser in Haushalten von 50 % an Sommertagen und einem Mehrbedarf von 100 % an Heißen Tagen ausgegangen[190].

McNamara et al. 2025 haben mit dem Modell mGROWA die Grundwasserneubildung in Schleswig-Holstein modelliert. Im Ergebnis sind keine verlässlichen Veränderungen für die Zukunft durch die Auswirkungen des Klimawandels vorherzusagen[188]. Dem gegenüber steht der Indikator WW-I-1 „Grundwasserstand“ des Klimafolgenmonitorings Schleswig-Holstein, der eine statistisch signifikante Zunahme der Monate mit Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstands zeigt[191]. Dies bedeutet, dass an zunehmend mehr Messstellen immer häufiger der langjährige mittlere Grundwasserstand der jeweiligen Messstelle unterschritten wird. Gleichzeitig haben die Überschreitungen des mittleren höchsten Grundwasserstands von 1961 bis 2024 statistisch signifikant abgenommen. Auch die zukünftige Entwicklung der Grundwasserneubildung haben McNamara et al. 2025 modelliert, wobei die Ergebnisse nach Aussage der Autoren jedoch nicht robust sind[188]. Für das hier relevante Worst-case-Szenario (15. Perzentil) wurde eine leichte Abnahme der landesweiten jährlichen mittleren Netto-Grundwasserneubildung um 14 mm bis zum Zeitraum 2041-2070 und um 16 mm bis zum Ende des Jahrhunderts projiziert. Dabei nimmt der projizierte Rückgang der Grundwasserneubildung von Osten nach Westen zu, sodass unter anderem die Kreise Stormarn und Rendsburg-Eckernförde, in denen aktuell besonders viel Grundwasser durch Unternehmen der öffentlichen Wasserversorgung gefördert wird, dem Risiko eines mittleren Rückgangs der Netto-Grundwasserneubildung entgegensehen könnten, dieser Rückgang in Nordfriesland, Dithmarschen und Pinneberg aber höher wäre.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator WW-I-1: Grundwasserstand[191]
Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[192]
Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[193]

Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten

Ein Anteil von 20 % der Landesfläche Schleswig-Holsteins liegt unterhalb von 2,5 m Normalhöhennull (NHN) und zählt damit zu den Niederungen[194]. Von diesen Niederungen liegen rund 30 % sogar unterhalb des mittleren Meeresspiegels. Als Folge des Programms Nord, das ab den 1950er Jahren umgesetzt wurde, werden diese Flächen heute vielfältig genutzt. Voraussetzung dafür ist eine intensive und zum Teil kontinuierliche Entwässerung der Niederungen, die früher im Winter regelmäßig überschwemmt wurden.

189 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimaanalyse Schleswig-Holstein, S. 18.

190 Zaun et al., 2025: Multisektorale Wasserbedarfsprognosen für Deutschland und ihre Bedeutung für zukünftige potenzielle Wasserengpassregionen (WatDEMAND). Zukunft der Wasserverfügbarkeit und -bedarfe in Deutschland: Folie 6.

191 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-1

192 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.

193 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

194 MEKUN, 2024: Zukunft Niederungen. Strategie für die Zukunft der Niederungen bis 2100.

Die Niederungsgebiete stehen aktuell und künftig vielfältigen Herausforderungen gegenüber. Die durch den Klimawandel steigenden Meeresspiegel und höher auflaufenden Sturmfluten an Nord- und Ostsee, möglicherweise an Intensität und Häufigkeit zunehmende Starkregenereignisse sowie Geländehöhenverluste entwässerter organischer Böden und eine zunehmende Flächenversiegelung in den Einzugsgebieten der Fließgewässer, erschweren die Entwässerung der Niederungen und befördern Hochwasserereignisse an den Fließgewässern in diesen Gebieten. Zugleich nimmt schon jetzt die Niederschlagsmenge in den Wintermonaten zu[195]. Außerdem stammen viele der wasserwirtschaftlichen Anlagen des komplexen Entwässerungssystems aus den 1950er bis 1970er Jahren und haben einen erheblichen Modernisierungsbedarf[194].

Die Klimaprojektionen zur Jahresniederschlagsmenge sind nicht landesweit robust. Im schlechtesten Fall könnte unter Annahme des RCP8.5 die Jahresniederschlagsmenge bis zur Mitte des Jahrhunderts aber landesweit zunehmen (siehe Klimaanalyse, Abbildung 27). In den Niederungen an der Nordseeküste könnte diese Zunahme sogar vergleichsweise stark sein. Gleiches gilt für die Anzahl der Tage mit starkem Niederschlag, die hier als Proxyindikator für Tage mit Starkregen verwendet wird. Die Entwässerung der Niederungen wird folglich zunehmend schwierig und könnte die bestehende Infrastruktur überlasten. Vor diesem Hintergrund hat das Land Schleswig-Holstein im Jahr 2024 eine Ressortstrategie für die Zukunft der Niederungen bis 2100 veröffentlicht und einen zugehörigen Handlungsplan beschlossen, um die Ziele und Maßnahmen des Landes für die zukünftige Entwicklung der Niederungen zu definieren und damit die von den Herausforderungen betroffenen Akteure zu unterstützen[194].

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[192]
Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[193]

14.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[196] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 14 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 14: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	Erläuterungen
Überschwemmungen durch Flusshochwasser (außerhalb der Niederungsgebiete)	Hochwassersituationen an Fließgewässern treten deutlich häufiger im Winter als im Sommer auf. Im Winter sind die Böden häufiger mit Wasser gesättigt, teilweise auch gefroren, sodass Niederschlagswasser nicht versickern kann. Es fließt dann oberflächlich ab und ist direkt abflusswirksam in den Fließgewässern. Die Verdunstung ist durch die niedrigen Temperaturen im Winter geringer und die Vegetation braucht weniger Wasser. Inwiefern der Klimawandel die Intensität und Häufigkeit von Hochwasserereignissen verändert, ist eine komplexe Frage, die noch nicht vollständig beantwortet ist[197]. Jedoch können zunehmende Niederschläge, die in Schleswig-Holstein im Winterhalbjahr bereits statistisch signifikant auftreten (siehe Klimaanalyse,

195 Bosch & Partner GmbH im Auftrag des MEKUN, 2026: Klimaanalyse Schleswig-Holstein, S. 7.

196 Wolf et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Climate Change 24/2021. Dessau-Roßlau, S. 261.

197 Bronstert et al., 2023: Hochwasser und Sturzfluten an Flüssen in Deutschland. In: Brasseur et al. (Hg.), Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. 2. Auflage.

	Abbildung 12), die winterliche Hochwassersituation durchaus verschärfen. Auch an Intensität und Häufigkeit zunehmende Starkregenereignisse könnten das Risiko von Hochwasser erhöhen. Im Worst-case könnte die Anzahl der Tage mit starkem Niederschlag landesweit schon bis zur Mitte des Jahrhunderts steigen (siehe Klimaanalyse, Abbildung 28). Noch zeigt sich hier kein Trend (siehe Klimaanalyse, Abbildung 14). Auch die Anzahl an Hochwassertagen in Schleswig-Holstein zeigt aktuell noch keinen statistisch signifikanten Trend[198]. Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring: Indikator WW-I-3: Hochwasser[198]
Grundwasserversalzung in den Küstengebieten	Grundwasserversalzung kann sowohl natürlich als auch anthropogen bedingt sein. Natürlicherweise können die Konzentrationen im Küstenbereich, in den Marschen und Niederungen, im Ablaugungsbereich von Salzstrukturen im Untergrund und in tiefen Grundwasserleitern erhöht sein. Salzwasserintrusionen in küstennahen Grundwasserleitern sind insbesondere an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste ein weit verbreitetes Problem für die Trinkwasserversorgung (siehe Klimawirkung Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit, Kapitel 14.2.1). Der erwartete Anstieg des Meeresspiegels verstärkt die Salzwasserintrusion in das Grundwasser an den Küsten und kann im Untergrund einen Anstieg der Süß-/Salzwassergrenze bewirken. Dieser Prozess kann durch Drainagemaßnahmen in den Niederungen begünstigt werden. schlechtesten Fall Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring: Indikator KUE-I-1: Meeresspiegel[199] Indikator KUE-I-2: Sturmfluten[200]

14.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Sehr hoch in ihrer sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Bedeutung wurden im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft die Klimawirkungen Überschwemmungen durch Flusshochwasser und die Überlastung von Entwässerungseinrichtungen in Niederungsgebieten bewertet. Auch der Veränderung der Grundwasserneubildung und der Grundwasserverfügbarkeit wurde von den Fachleuten eine sehr hohe soziale, ökologische und wirtschaftliche Bedeutung zugemessen. Hintergrund ist die Relevanz des Grundwassers für die Trinkwassergewinnung und -versorgung. Eine mögliche Verknappung könnte zu Nutzungskonflikten führen, insbesondere da der Wasserverbrauch mit den zunehmenden Temperaturen steigt und auch der Tourismus einen hohen, möglicherweise steigenden Wasserbedarf hat. Auch mit Blick auf die hohe flächenhafte Relevanz grundwasserabhängiger Ökosysteme in Schleswig-Holstein ist die Bedeutung der Klimawirkung als sehr hoch eingeschätzt worden. Von sehr hoher ökologischer Bedeutung sind nach Einschätzung der Fachleute zudem ökologische Beeinträchtigungen der Fließgewässerökosysteme durch Niedrigwasser sowie Beeinträchtigungen des qualitativen und quantitativen Zustands von Seen im Zuge des Klimawandels. Beiden Klimawirkungen wurde zugleich eine hohe soziale und wirtschaftliche Bedeutung zugeschrieben. Die Grundwasserversalzung in den Küstengebieten wurde sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich als hochbedeutend bewertet.

In den kommenden fünf Jahren sehen die Fachleute der Landesregierung zusätzlichen Handlungsbedarf bei allen betrachteten Klimawirkungen im Handlungsfeld, mit Ausnahme der Grundwasserversalzung in den Küstengebieten. Bei der Beurteilung wurde beispielsweise darauf hingewiesen, dass mit Blick auf die Fließgewässer Handlungsbedarf in Bezug auf die Vorgaben aus der WRRL existiert und dass das Land aktuell an einer Quanti-

198 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-3.

199 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-1.

200 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt KUE-I-2.

fizierung der aktuellen und künftigen Wasserbedarfe arbeitet, um Handlungsvorschläge für den Grundwasserschutz abzuleiten.

14.4 Handlungsziele

Stärkung und Wiederherstellung natürlicher Wasserkreisläufe zum Schutz der natürlichen Wasserressourcen und wassergebundenen Ökosysteme

Die Wasserressourcen mit ihren vielfältigen Funktionen haben einen hohen Schutzbedarf. Sie sind aufgrund möglicher Mengen- und Qualitätsdefizite schonend zu bewirtschaften. Die Grundwasserneubildung ist zu unterstützen und die Entnahmen sind zu kontrollieren und in nachhaltigen Grenzen zu halten. Der Landschaftswasserhaushalt ist, insbesondere in Form eines stärkeren natürlichen Wasserrückhalts, zu verbessern, um neben dem Dämpfen von Hochwasserspitzen und der Verringerung der Belastung der Entwässerungssysteme, auch wassergeprägte Lebensräume wiederherzustellen und die Grundwasserneubildung zu begünstigen. Vorrang für die Nutzung von Grundwasser hat die öffentliche Trinkwasserversorgung. Für weitere Bedarfe, wie zum Beispiel Beregnung, Kühlung oder Herstellungsprozesse, sind andere Quellen (wie gesammeltes Niederschlagswasser, gereinigtes Abwasser und entsalztes Meerwasser) verstärkt in Betracht zu ziehen und innerhalb vorgegebener Grenzen zu erschließen. So kann auch eine Reduktion der Grundwasserbedarfe der Industrie erreicht und zugleich die erforderliche Wasserversorgung für Ansiedlungen, Transformationsprojekte und Betriebserweiterungen sichergestellt werden.

Klimaresiliente und anpassungsfähige Gestaltung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur

Die Unterhaltung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur und das Wassermanagement sind an die zukünftigen Herausforderungen anzupassen. Dabei kommt dem Wasserrückhalt eine zunehmende Bedeutung zu. Um ein flexibles Wassermanagement zu ermöglichen und auf Extremsituationen kurzfristig und effektiv reagieren zu können, werden dafür auch weiterhin technische Lösungen und leistungsfähige zentrale Vorflutsysteme notwendig sein.

Vermeidung oder Begrenzung von Schäden durch Binnenhochwasser und Starkregen

Die für die Zielerreichung notwendigen Maßnahmen umfassen nicht nur Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes, sondern auch die Flächenvorsorge, die Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts und die Hochwasservorsorge. Neben der Entwicklung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen durch Bund, Land und Gemeinden im Rahmen einer funktionalen Daseinsvorsorge sind alle Personen, die durch Hochwasser betroffen sein können, gemäß § 5 des WHG verpflichtet, im Rahmen des Möglichen und Zumutbaren geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminderung zu treffen.

Kapazitätsaufbau und Wissenstransfer sowie Schaffung von Unterstützungs- und Informationsangeboten zum Umgang mit Wasser

Wasser ist ein zentrales und hierzulande allgegenwärtiges Element und der Umgang mit Wasser wird im Zuge der Folgen des Klimawandels eine immer größer werdende Bedeutung einnehmen. Wasserthemen sollten daher im Bildungsbereich einen wesentlich größeren Stellenwert einnehmen und die praktische sowie wissenschaftliche Ausbildung in den entsprechenden Tätigkeitsfeldern gestärkt werden. Alle betroffenen Akteure sollten Zugang zu angemessenen Informations- und Beratungsangeboten haben.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel als Unterziele dargestellt.

14.5 Maßnahmen zum Umgang mit Wasserressourcen

Die Maßnahmen sind grundsätzlich darauf ausgerichtet, den Umgang mit Wasser im Land nachhaltig zu gestalten, sodass die vielfältigen Funktionen der ober- und unterirdischen Wasserressourcen erhalten oder wiederhergestellt werden. Mögliche Maßnahmen lassen sich dabei zwei zentralen Bereichen, die miteinander in enger Wechselwirkung stehen, zuordnen: dem Wassermengenmanagement und dem Landschaftswasserhaushalt.

Das Wassermengenmanagement ist am vorhandenen ober- und unterirdischen Wasserdargebot auszurichten. Dieses, sowie die Bedarfe und tatsächlichen Entnahmen von Wassermengen der verschiedenen Sektoren (Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft, Haushalte), sind dafür auf landesweiter und regionaler Ebene zu ermitteln und zu bilanzieren. In Regionen mit knappen Wasserdargeboten ist insbesondere zu prüfen, ob Schwellenwerte für maximale Entnahmemengen für Oberflächengewässer und Grundwasserleiter festgelegt werden müssen. Des Weiteren können regional Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserdargebots sinnvoll sein, insbesondere indem die Versickerung und Grundwasserneubildung verbessert werden. Hierzu können auch Einschränkungen bei einer Flächenversiegelung und eine Entsiegelung von Flächen vorgesehen werden. Das Niederschlagswasser sollte möglichst lange in der Fläche gehalten werden, um die Versickerungsmenge zu erhöhen. Niederschlagswasser von gering verunreinigten Flächen sollte versickert und nicht abgeleitet werden. Darüber hinaus sind auch alternative Quellen für Brauchwasser weiterzuentwickeln. Mehrfachnutzungen von Kühlwasser sollten angestrebt werden.

Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts dienen, wie oben beschrieben auch der Erhöhung des Wasserdargebots. Dabei ist die Verzögerung von Abflüssen einschließlich der Reduzierung der maximalen Abflusshöhen („Abflussspitzen“) die zentrale Zielstellung. Naturnahe Abflussverhältnisse können insbesondere durch die Schaffung von zusätzlichem Retentionsraum und die Renaturierung von Fließgewässern wiederhergestellt werden. Hierzu zählt beispielsweise die Wiederanbindung von Auen und die Wiederherstellung eines naturnahen Flussbetts und Gewässerverlaufs. Diese Maßnahmen weisen hohe Synergien mit dem Biodiversitäts- und Gewässerschutz auf, da überflutungsgeprägte Lebensräume wiederhergestellt und der ökologische sowie morphologische Zustand der Gewässer verbessert wird (siehe Kapitel 6). Eine Verringerung oder Aufgabe der Entwässerung von Moorgebieten beziehungsweise der dortigen organischen Böden reduziert die Zersetzung des Torfes und damit die im entwässerten Zustand sehr hohen CO_2-Emissionen und Geländehöhenverluste, sowie die Wasserlast in den Hauptvorflutern. Es entstehen somit starke Synergien mit dem Klima- und Hochwasserschutz (siehe Kapitel 14.6 und 14.7). Des Weiteren wird die Wasserverfügbarkeit und Grundwasserneubildung in den umliegenden Bereichen gestärkt und durch den Effekt der Umgebungskühlung haben nasse Moore eine regulierende Wirkung auf das Kleinklima. Durch ein vorausschauendes Wassermanagement mit automatisierten und miteinander kommunizierenden wasserwirtschaftlichen Anlagen (wie Stauen, Sielen und Schöpfwerken) können Wasserstände in Abhängigkeit der aktuellen und kurzfristig prognostizierten Witterung so eingestellt werden, dass das Wasser so lange wie möglich im Binnenland zurückgehalten, im Bedarfsfall (zum Beispiel bei extremen Niederschlägen) jedoch auch zügig abgeleitet werden kann. Die hierfür notwendigen wasserwirtschaftlichen Anlagen und deren Sanierungsbedarf sind zu identifizieren und zu modernisieren.

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen(bereiche) und die für die Umsetzung vorhandenen, geplanten oder notwendigen Instrumente aufgeführt.

14.5.1 Maximale Entnahmemengen festlegen

Instrumente

- Wasserrechtliche Zulassungen für Wasserentnahmen aus Grund- und Oberflächenwasserkörpern werden auf Kreisebene durch die unteren Wasserbehörden erteilt. Im Zusammenhang mit häufiger auftretender Wasserknappheit bei gleichzeitig ansteigenden Wasserbedarfen werden gegebenenfalls neue Leitlinien für die Genehmigungspraxis benötigt, um die bisher schon praktizierte Vorgehensweise, Mengenbeschränkungen in den Erlaubnissen vorzusehen, stärker in den Fokus zu rücken und das wasserwirtschaftliche Ermessen gemäß § 12 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) entsprechend auszuüben.

Wenn die jährlichen Wasserbedarfe das nutzbare Grundwasserdargebot überschreiten, kann die wasserrechtliche Zulassung nicht erteilt werden.

- Kurzfristig können regionsspezifische Leitlinien im Rahmen von Pilotprojekten erarbeitet werden. Hierbei werden auch die Anforderungen an die benötigte Datengrundlage definiert.

- Mittel- bis langfristig sind Handlungsoptionen in der Wasserbedarfs- und Wasserdargebotsanalyse des Landes Schleswig-Holstein zu definieren und fachlich zu untersetzen.

Unterziele

- Schutz der oberirdischen Wasserressourcen

  Zur Messung des Unterziels werden die Indikatoren „Niedrigwasser“[201] und „Wasserstand von Seen“[202] verwendet. Die Anzahl der Niedrigwassertage an Flüssen soll nicht (weiter) zunehmen und die Wasserstände in Seen nicht abnehmen.

- Schutz der unterirdischen Wasserressourcen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Grundwasserstand“[203] herangezogen. Die Unterschreitungen des mittleren niedrigsten Grundwasserstands sollen nicht mehr weiter zunehmen.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10).

14.5.2 Mindestwasserstände in Gewässern festlegen

Instrumente

- In der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, Richtlinie 2000/60/EG) ist das Ziel der Erreichung eines guten ökologischen Zustands der Oberflächengewässer festgelegt. Dafür sind in den nach WRRL berichtspflichtigen Gewässern ganzjährig gewässerspezifische Mindestwasserstände beziehungsweise -abflüsse sicherzustellen, um ausreichende Besiedlungs- und Durchwanderungsmöglichkeiten für die in den Gewässern vorkommenden Organismen zu gewährleisten. Dies ist insbesondere für die Gewässer von großer Bedeutung, die aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels einem erhöhten Risiko für das Auftreten kritischer Niedrigwasserphasen unterliegen. Fachliche Grundlagen werden hierfür auf Bundes- sowie auf Landesebene erarbeitet.

- Das Land hat einen Planungsstandard für die Umsetzung hydromorphologischer Maßnahmen an Fließgewässern in Schleswig-Holstein erarbeitet. Ziel ist es, im Planungsprozess von Beginn an die aktuelle Monitoring-Datengrundlage des LfU so zu nutzen, dass die Maßnahme möglichst kosteneffizient auf die realistischen Entwicklungsziele ausgerichtet wird.

- Um bei den hydromorphologischen Maßnahmen die erforderliche Klimaanpassung berücksichtigen zu können, ist unter anderem die Mindestwasserführung als Eingangsgröße für zukunftsweisende Planungen erforderlich. Dabei wird die Mindestwasserführung über den Gebietswasserhaushalt abgeleitet. Die dafür notwendigen messtechnischen und hydrologischen Grundlagen zur Ableitung des Wasserhaushaltes sollen im Rahmen der Wasserbedarfs- und Wasserdargebotsanalyse hergeleitet und Handlungs-

201 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-4.

202 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-6.

203 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-1.

optionen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Oberflächengewässer dargestellt werden. Für die Einhaltung der auf diesen fachlichen Grundlagen definierten Mindestwasserstände ist durch die unteren Wasserbehörden bei der Prüfung von Anträgen zur Wasserentnahme Sorge zu tragen, gegebenenfalls durch den Erlass entsprechender Nebenbestimmungen. Dies wird auch durch § 33 des WHG gefordert.

Unterziele

- Schutz der oberirdischen Wasserressourcen (Messung des Unterziels durch Indikatoren „Niedrigwasser“[201] und „Wasserstand von Seen“[202], siehe oben)

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6).

14.5.3 Erhöhung der Versickerung

Instrumente

- In diesem Bereich sind zahlreiche Maßnahmen relevant, die das Ziel haben, möglichst wenig Niederschlagswasser oberflächlich abzuleiten. Die Maßnahmen sollen somit bewirken, dass mehr Wasser zurückgehalten wird, versickert und somit die Grundwasserneubildung erhöht wird. Im Rahmen der Wasserbedarfs- und Wasserdargebotsanalyse werden Handlungsoptionen zur Erhöhung der Versickerung geprüft.

- Durch die Förderung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in den Schleswig-Holsteinischen Niederungsgebieten soll der Wasserrückhalt im Einzugsgebiet verbessert werden, was sich positiv auf die Versickerungsraten auswirkt.

- Mit der Definition von wasserrechtlichen Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser[204] wurden vom Land Regelungen für die Siedlungsbereiche eingeführt, die bei der Bauleitplanung zu berücksichtigen sind und die dafür Sorge tragen sollen, dass der natürliche Wasserhaushalt durch neue Baugebiete möglichst wenig verändert wird.

- Für die Finanzierung umfangreicher Maßnahmen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung im ländlichen Raum existiert eine Förderrichtlinie für Kommunen im Rahmen des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz (ANK) des Bundes.

- Im Rahmen der Novellierung des Landeswassergesetzes (LWG) wurde in § 44 unter bestimmten Rahmenbedingungen ein Vorrang der Versickerung von Niederschlagswasser bei der Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung von Anlagen der Niederschlagswasserbeseitigung aufgenommen.

Unterziele

- natürliche Verringerung/Verzögerung der Abflussmengen

  Zur Messung des Unterziels wird der Indikator „Hochwasser“[205] verwendet. Die Anzahl der Hochwassertage soll nicht zunehmen.

- Schutz der unterirdischen Wasserressourcen (Messung des Unterziels durch Indikator „Grundwasserstand“[203], siehe oben)

204 LfU, 2023: Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein, Teil 1: Mengenbewirtschaftung A-RW 1. (Stand: 09.02.2023).

205 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt WW-I-3.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zur Trink- und Brauchwasserversorgung in den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Landwirtschaft (Kapitel 8), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Fischerei (Kapitel 15), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Tourismus (Kapitel 17) sowie zu den Abschnitten 14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz und 14.7 Maßnahmen gegen Starkregen dieses Handlungsfelds.

14.5.4 Wiederherstellung eines natürlichen Wasserhaushalts durch Überflutungsflächen, Rückbau von Entwässerungsinfrastruktur, Moorvernässung und naturnahe Fließgewässer

Instrumente

- Im Rahmen der Förderung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in den Schleswig-Holsteinischen Niederungsgebieten sollen einzugsgebietsbezogene Konzepte erarbeitet und daraus abgeleitete naturbasierte Maßnahmen umgesetzt werden, die zu einem verzögerten Abfluss und damit einem stärkeren Rückhalt von Wasser in der Landschaft führen. Hierzu zählen unter anderem die Schaffung von Überflutungsflächen durch Deichrückverlegung oder -öffnung einschließlich der Wiederherstellung naturnaher Abflussverhältnisse sowie die Aufgabe oder Reduzierung der Entwässerung von Moorgebieten. Diese Maßnahmen sind insbesondere auch in den höher liegenden Bereichen der Einzugsgebiete wichtig, um den spezifischen Herausforderungen in den Niederungen, die durch die Folgen des Klimawandels verstärkt werden, zu begegnen.

- Maßnahmen im Rahmen der WRRL, insbesondere aus dem Auenprogramm, verbessern ebenfalls den Wasserrückhalt durch die Renaturierung von Fließgewässern und die Wiederanbindung von Auenlandschaften einschließlich der Wiederherstellung/Neuschaffung von Auwäldern.

- Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Wald, sodass Wasserhaushalt und Grundwasserneubildung gestärkt werden.

- Großflächige Aufforstung von Einzugsgebieten stark eutrophierter Gewässer (Beispiel Bordesholmer See), um weitere Stoffeinträge zu verhindern.

Unterziele

- Schutz der oberirdischen Wasserressourcen (Messung des Unterziels durch Indikatoren „Niedrigwasser“[201] und „Wasserstand von Seen“[202], siehe oben)

- Schutz der unterirdischen Wasserressourcen (Messung des Unterziels durch Indikator „Grundwasserstand“[203], siehe oben)

- natürliche Verringerung/Verzögerung der Abflussmengen (Messung des Unterziels durch Indikator „Hochwasser“[205], siehe oben)

- Wiederherstellung wassergebundener Lebensräume

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zur Trink- und Brauchwasserversorgung in den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Landwirtschaft (Kapitel 8), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Fischerei (Kapitel 15), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Tourismus (Kapitel 17) sowie zum Hand-

lungsfeld Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) sowie zu den Abschnitten 14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz und 14.7 Maßnahmen gegen Starkregen dieses Handlungsfelds.

14.5.5 Speicherung von Wasser (Speicherbecken, Polder und Ähnliches)

Instrumente

- Der Bau von Wasserspeichern wie Regenrückhalte- oder Speicherbecken, der zum Beispiel im Zuge der Erfüllung der wasserrechtlichen Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser[23] erforderlich wird, muss von den unteren Wasserbehörden genehmigt werden. Hierfür werden Leitlinien benötigt, die im Rahmen der Analyse der Wasserbedarfe und -dargebote erarbeitet werden können. Entsprechende Baumaßnahmen können im Sinne der Ziele dieses Handlungsfelds sinnvoll sein, wenn periodisch auftretendes überschüssiges Niederschlagswasser (zum Beispiel im Winter oder nach Stark-/Dauerregenereignissen) zwischengespeichert und dem lokalen Wasserkreislauf zeitverzögert wieder zugeführt (Versickerung) wird anstatt aus dem Gebiet abgeleitet zu werden. Dabei ist auch die Nutzung von gespeichertem Niederschlagswasser (zum Beispiel in Gebäuden oder der Landwirtschaft) als Brauchwasser mitzudenken.

Unterziele

- Erhöhung der Wasserverfügbarkeit
- Verzögerung und Reduzierung des Abflusses (Messung des Unterziels durch Indikator „Hochwasser“[205], siehe oben)

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zur Trink- und Brauchwasserversorgung in den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Landwirtschaft (Kapitel 8), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Fischerei (Kapitel 15), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Tourismus (Kapitel 17) sowie zu den Abschnitten 14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz und 14.7 Maßnahmen gegen Starkregen dieses Handlungsfelds.

14.5.6 Erschließung alternativer Brauchwasserquellen (Wiederverwendung von Kühlwasser und aufbereitetem Abwasser)

Instrumente

- Um die Eignung unterschiedlicher Quellen für Brauchwasser regionen- und nutzungsspezifisch zu untersuchen, ist die Förderung von Pilotvorhaben notwendig. Durch eine Innovationsförderung für Unternehmen könnten Anreize zur Wiederverwendung von Wasser und zur Schließung von Wasserkreisläufen geschaffen werden. Hierfür sind die bestehenden Fördermöglichkeiten im Rahmen der Wirtschaftsförderung auf Bundes- und Landesebene zu prüfen und sich eventuell abzeichnende rechtliche Hindernisse bei der Verwendung von aufbereitetem Abwasser zu lösen.

Unterziele

- Erhöhung der Wasserverfügbarkeit

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zur Trinkwasserversorgung im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (Kapitel 10)

14.5.7 Modernisierung wasserwirtschaftlicher Anlagen und vorausschauendes Wassermanagement

Instrumente

- Maßnahmen zur energetischen Modernisierung und Digitalisierung wasserwirtschaftlicher Anlagen sollen umgesetzt werden, wenn dadurch ein ressourcenschonenderes Wassermanagement ermöglicht wird. Grundlage hierfür ist jedoch die Identifikation der unverzichtbaren wasserwirtschaftlichen Anlagen im Land sowie deren Anpassungsbedarfe. Die Erarbeitung dieser Grundlage erfolgt aktuell in Abstimmung zwischen dem Land und den für die Unterhaltung der Anlagen zuständigen Wasser- und Bodenverbänden. In den Einzugsgebieten dieser Anlagen kann gegebenenfalls eine kleinräumige und witterungsabhängige Steuerung der Wasserstände durch ein Netz von kommunizierenden Pegeln und Stauanlagen oder andere geeignete Maßnahmen sinnvoll sein.

Unterziele

- Verzögerung und Reduzierung des Abflusses (Messung des Unterziels durch Indikator „Hochwasser“[205], siehe oben)

- Verbesserung des Umgangs mit Extremwetterlagen

- Verringerung des Energieverbrauchs

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zur Trink- und Brauchwasserversorgung in den Handlungsfeldern Energieinfrastruktur (Kapitel 3), Landwirtschaft (Kapitel 8), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Fischerei (Kapitel 15), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Tourismus (Kapitel 17) sowie zum Abschnitt 14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz

14.5.8 Unterstützung der Wasser- und Boden- sowie Sielverbände (WBV) bei der Weiterentwicklung der Verbandsstrukturen

Instrumente

- Die Wasserwirtschaft wird in Schleswig-Holstein maßgeblich durch die regionalen Wasser- und Boden- sowie Sielverbände (WBV) als Selbstverwaltungskörperschaften praktiziert.

- Das Land und die Verbände prüfen gemeinsam, wie der Weiterentwicklungsprozess bei den WBV gestaltet werden kann.

- Durch diesen Prozess sind sowohl die fachlichen Grundlagen für die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen und die entsprechenden Lösungsansätze als auch die Kapazitäten für die entsprechende Umsetzung bei den Verbänden zu stärken.

- Aufgrund der teilweise sehr kleinräumigen Strukturen ist es wichtig, dass sich die Verbände gegenseitig unterstützen und Synergien in der Zusammenarbeit generieren.

Unterziele

- Verbesserte Grundlagen und Handlungsfähigkeiten bei Verbänden, Behörden und Planungsbüros

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu allen Bereichen auf.

14.6 Maßnahmen im Binnenhochwasserschutz

Die aktuellen Hochwasserrisikomanagementpläne umfassen alle Maßnahmen zu den Aspekten Vermeidung, Schutz, Vorsorge und Regeneration, die den einzelnen Hochwasserrisikogebieten in den Flussgebietseinheiten Schleswig-Holsteins zugeordnet sind.

Mit einem Generalplan zum Binnenhochwasserschutz und Hochwasserrückhalt[206] hat die Landesregierung von Schleswig-Holstein im Jahr 2007 eine Grundlage für den Binnenhochwasserschutz, insbesondere zur Ermittlung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten, im Land geschaffen.

Die folgenden Maßnahmen sollen in Abstimmung mit den zuständigen Wasser- und Bodenverbänden und den Kommunen in den zukünftigen Fortschreibungen der veröffentlichten Hochwasserrisikomanagementpläne überprüft und, falls nötig, an zukünftige Klimaänderungen angepasst werden.

14.6.1 Sicherstellung einer weitergehenden Hochwasservorsorge

Instrumente

- Mit der Bauvorsorge soll Hochwasserrisiken ausgewichen oder widerstanden werden. Beispiele für Einzelmaßnahmen sind die Erhöhung, Abschirmung, Abdichtung oder Verstärkung der Bebauung. Auch sollen Gebäude und Umwelt vor Kontaminationen geschützt werden.

- Im Rahmen der Verhaltensvorsorge soll die Bevölkerung über außergewöhnliche Ereignisse informiert, für sie sensibilisiert und bei Eintreten eines Hochwasserereignisses rechtzeitig gewarnt werden, so dass ein planvolles Handeln vor und während eines Hochwasserereignisses erreicht wird. Zur Umsetzung unterhält das MEKUN unter anderem Internetseiten mit aktuellen Hochwasser- und Sturmflut-Informationen sowie Informationen zum Hochwasserschutz. Für die Hochwasserabwehr sind grundsätzlich die Kommunen beziehungsweise Landräte der Kreise und kreisfreien Städte zuständig.

- Die Risikovorsorge beinhaltet bei den zuständigen Stellen nicht nur die Aufstellung von Alarm-, Einsatz- und Evakuierungsplänen, sondern auch Einsatzübungen, Fortbildungen und die Bereitstellung von technischen Hilfsmitteln. Für Hochwasserschäden an privaten Gebäuden und Grundstücken haften weder Bund, Land noch Gemeinden. Die Eigentümerinnen und Eigentümer sollten daher Eigenvorsorge treffen (siehe auch Kapitel 14.7). Neben technischen Schutzmaßnamen bietet sich oft die Möglichkeit des Abschlusses einer erweiterten Elementarschadenversicherung, welche unter anderem Überschwemmungsschäden abdeckt, an (in einigen hochwassergefährdeten Gebieten ist der Abschluss einer solchen Versicherung jedoch nicht oder nur zu einem sehr hohen Preis möglich).

Unterziele

- Erhöhung der Hochwasserresilienz von Bauwerken und Infrastruktur

206 MLUR, 2007: Generalplan Binnenhochwasserschutz und Hochwasserrückhalt.

- Information, Sensibilisierung und Warnung der Öffentlichkeit

- Schaffen der Voraussetzungen für ein planvolles Handeln im Falle eines Hochwasserereignisses

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Schutz der Infrastrukturen aller Handlungsfelder.

14.6.2 Management von Hochwasserrisiken

Instrumente

- Im Rahmen der Flächenentwicklung soll mittels Bauleitplanung sichergestellt werden, dass die Bauweise und Nutzung auch unter sich ändernden Klimabedingungen hochwasserangepasst bleibt (siehe auch Kapitel 11). Als grundsätzliche Maßnahme zur Minderung oder Verhinderung von Überschwemmungen auf Siedlungs-, Gewerbe- und Industrieflächen kommt das Freihalten der Flächen von Bebauungen zur Verhinderung des langfristigen Anwachsens des Schadenspotenzials und zur Sicherung des für ein Gewässer notwendigen Hochwasserabflussraumes in Betracht. Dabei ist die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten die maßgebliche wasserrechtliche Maßnahme, um hochwasserbedingte Schäden durch die Steuerung der Nutzung zu begrenzen. Natürliche Überschwemmungsgebiete sollten, wo dies noch nicht geschehen, aber erforderlich und angemessen ist, abgegrenzt und rechtlich festgesetzt werden. Für zukünftig nur noch beschränkt nutzbare Räume sollte eine Anpassung der Nutzung geprüft werden, um rechtzeitig wirtschaftliche Nachteile abfedern zu können. Mit der Festlegung von Vorranggebieten für den vorbeugenden Binnenhochwasserschutz in den Regionalplänen werden fachrechtlich erforderliche Freiräume in ihrer Funktion als Überschwemmungsgebiete gesichert.

- Durch Erhöhung von natürlichem Wasserrückhalt und Retention im Einzugsgebiet können Hochwasserspitzen gedämpft und die Abflüsse reduziert werden. Neben technischen Anlagen, wie zum Beispiel Hochwasserrückhaltebecken und Hochwasserpoldern, welche bei überregionaler Wirkung über den 2015 aufgelegten Sonderrahmenplan „Präventiver Hochwasserschutz“ in der GAK durch den Bund gefördert werden, soll vermehrt auch natürlicher Wasserrückhalt erzielt werden. Möglichkeiten dafür ergeben sich unter anderem durch die Renaturierung von Auenlandschaften. Mit dem 2016 beschlossenen Auenprogramm für Schleswig-Holstein (siehe Kapitel 3.2.5.5) wurden die Aktivitäten zum Auenschutz in Schleswig-Holstein gebündelt. Weitere wichtige Maßnahmen sind abflussmindernde Bewirtschaftungsformen in Landwirtschaft (Kapitel 3.4) und Forstwirtschaft (Kapitel 3.7), aber auch die Beschränkung der Bodenversiegelung sowie die Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion (Kapitel 3.1).

Unterziele

- Erhalt, Sicherung und Wiederherstellung der natürlichen Retentionsräume und versickerungsfähigen Böden

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Boden (Kapitel 7), Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), zum Abschnitt 14.5 Maßnahmen zum Umgang mit Wasserressourcen und Schutz der Infrastrukturen aller Handlungsfelder.

14.6.3 Anpassung des technischen Hochwasserschutzes und Hochwasserrückhalts

Instrumente

- Bauwerke des technischen Hochwasserschutzes wie Dämme, Deiche, Polder und Hochwasserrückhaltebecken, aber auch Schöpfwerke und Siele sind zu unterhalten und, wo immer erforderlich, an die durch den Klimawandel veränderten hydrologischen Belastungen anzupassen. Dafür muss jeweils die Bemessung einer Hochwasserabwehrinfrastruktureinrichtung kontinuierlich geprüft (und gegebenenfalls neu festgelegt) werden.

- In Einzelfällen können auch Deichrückverlegungen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effektivität zur Verbesserung des Hochwasserschutzes geprüft werden.

Unterziele

- Schutz vor Schäden bei Überflutungen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), zum Abschnitt 14.5 Maßnahmen zum Umgang mit Wasserressourcen und Schutz der Infrastrukturen aller Handlungsfelder.

14.7 Maßnahmen gegen Starkregen

14.7.1 Planung und Steuerung

Instrumente

- Viele Maßnahmen zur Starkregenvorsorge bedürfen einer innerkommunalen Zusammenarbeit unterschiedlicher Bereiche, da oft mehrere kommunale Themenfelder (wie zum Beispiel die Entwässerung, die Stadtplanung, die Straßenplanung, der Naturschutz, die Barrierefreiheit und das Abfallmanagement) betroffen sind. Zudem sollte möglichst eine Betrachtung des Einzugsgebiets erfolgen.

- In Ergänzung zur Erarbeitung dieser Klimaanpassungsstrategie hat das MEKUN einen Leitfaden Starkregenrisikomanagement erarbeitet. Weitere Maßnahmen zur Vorsorge vor Starkregen sollen in die Fortschreibung des Generalplanes Binnenhochwasser integriert werden. Das Ziel ist es, die Kommunen zu unterstützen, sich besser auf die Gefahren durch Starkregen vorzubereiten.

Unterziel

- Stärkung der Planungsgrundlagen für verbesserte Vorsorge und Koordination

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Schutz der Infrastrukturen aller Handlungsfelder.

14.7.2 Schaffung und Weitergabe von Wissen, Kommunikation

Instrumente

- Eine wichtige Grundlage für das Starkregenrisikomanagement sind Starkregenkarten. Basierend auf Simulationsberechnungen zeigen diese Karten maximale Wassertiefen, Fließwege und maximale Fließgeschwindigkeiten für mögliche Überflutungsszenarien durch Starkregen und ermöglichen es, bei Starkregen gefährdete Bereiche zu identifizieren. Für die Erstellung von Starkregenhinweiskarten gab es Ende des Jahres 2021 bundesweit erste Bestrebungen, diese einheitlich zu berechnen. Das Land Schleswig-Holstein hat sich diesem Ziel der Harmonisierung angeschlossen. Die Karten wurden vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie für zehn Bundesländer mit gleichen Berechnungsgrundlagen erstellt und im September 2024 für Schleswig-Holstein veröffentlicht. Die Hinweiskarten Starkregengefahren Schleswig-Holstein sind hier verfügbar.

- Sind für eine Kommune in der landesweiten Hinweiskarte Starkregen Hinweise auf potenzielle Überflutungsflächen und bei Starkregenereignissen gefährdete Gebiete zu erkennen, ist für die Kommune Handlungsbedarf in Form einer intensiveren Betrachtung angeraten und zu prüfen, ob ein kommunales Starkregenvorsorgekonzept beziehungsweise ein integriertes Hochwasserschutzkonzept entwickelt werden soll. Zusätzliche lokale Starkregengefahren- und -risikokarten mit detaillierten Informationen zur Betroffenheit können dabei eine weitere Grundlage liefern. Als Arbeitshilfe für die Kommunen wurde vom Land ein Leitfaden Starkregenrisikomanagement erarbeitet, welcher ebenfalls im September 2024 veröffentlicht wurde. Eine Fördermöglichkeit zur Erstellung von Starkregenvorsorgekonzepten besteht aktuell in Schleswig-Holstein nicht.

- Mögliche Maßnahmen zur Starkregenvorsorge können dabei auf verschiedenen Ebenen angesiedelt sein: Singuläre Baumaßnahmen schützen einzelne Objekte und Infrastrukturmaßnahmen, über Flächennutzungs- und Bauplanung können unter anderem Neubebauungen gesteuert werden. Andere Maßnahmen setzen außerhalb der Siedlungsgebiete an, um Einträge von Wasser und Material (Bodenerosion) zu begrenzen. Zudem stehen eine Vielzahl von Maßnahmen zur dezentralen Siedlungsentwässerung zur Verfügung. Unter verhaltensbezogenen Maßnahmen lassen sich Aktivitäten zur Öffentlichkeitsarbeit, Warnung, Alarm- und Einsatzplanung sowie die Risikovorsorge durch Versicherungen zusammenfassen.

- Zur Unterstützung der Kommunen sowie der Wasser- und Bodenverbände bei der Risikoanalyse und Erarbeitung von Anpassungs- beziehungsweise Vorsorgekonzepten zu Binnenhochwasser und Starkregen hat im September 2025 die „Beratungsstelle Wassergefahren“ am Landesamt für Umwelt ihren Betrieb aufgenommen. Diese bietet neben vielfältigen Informationen eine Handlungsanleitung zur ersten Risikoeinschätzung und soll perspektivisch für die Vernetzung der Akteure im Themenfeld Klimaanpassung mit Schwerpunkt auf der Vermeidung von Gefahren durch Wasser sorgen sowie regionale verwaltungsgrenzenübergreifende Initiativen unterstützen (www.schleswig-holstein.de/wassergefahren).

- Mit dem Slogan „Schleswig-Holstein macht sich „wasserstark“ macht die Landesregierung seit April 2023 auf Wassergefahren und Vorsorgemöglichkeiten aufmerksam. Im Rahmen der Kampagne wird auf die Wassergefahren durch Sturmflut (Kapitel 13), Binnenhochwasser (Kapitel 14.6) und Starkregen aufmerksam gemacht. Ziel ist es, alle Schleswig-Holsteinerinnen und Schleswig-Holsteiner präzise über Wassergefahren zu informieren und die Gefahrenpotentiale dieser Extremereignisse aufzuzeigen. Darüber hinaus transportiert die Kampagne konkrete Handlungsempfehlungen für den Ernstfall und zielgerichtete Vorsorgemaßnahmen zum frühzeitigen Schutz vor Wassergefahren. Zentraler Informationspunkt der Kampagne ist die Webseite www.wasserstark.sh.

Unterziele

- Sensibilisierung und Schaffen von Wissensgrundlagen für informierte Entscheidungen

- Stärkung der Eigenvorsorge

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12) und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), sowie Küstenschutz (Kapitel 13) und Schutz der Infrastrukturen aller Handlungsfelder.

14.8 Best-Practice-Beispiele

14.8.1 Strategieprozess „Zukunft Niederungen bis 2100“

Die intensive Öffentlichkeitsarbeit in diesem Prozess hat bereits zur Sensibilisierung für die Herausforderungen und Anpassungsbedarfe in den Niederungen beigetragen. Verfolgt wird ein einzugsgebietsbezogener Ansatz, bei dem zunächst Konzepte für die Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts erarbeitet und anschließend priorisierte Maßnahmen umgesetzt werden. Dieser Prozess wird durch die Akteure vor Ort initiiert oder eng begleitet und beinhaltet oftmals auch eine Neuordnung und Zonierung verschiedener Nutzungsformen und -intensitäten. Im Jahr 2023 wurde die „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in den Schleswig-Holsteinischen Niederungsgebieten“, über die bereits erste Projekte gefördert werden, veröffentlicht.

14.8.2 Wasserkonzept Westholstein

In den nächsten Jahren wird ein Wasserkonzept zur Analyse der aktuellen Wasserbedarfe und -dargebote und zur Identifikation alternativer Wasserressourcen für industrielle Zwecke im Raum Westholstein erarbeitet. In dieser Region werden stark ansteigende Wasserbedarfe durch die Ansiedlung größer Industrieunternehmen, insbesondere im Bereich der Wasserstoffproduktion, erwartet. Zusätzlich nehmen die prognostizierten Wasserbedarfe von Landwirtschaft, Aquakultur und Haushalten zu. Parallel dazu sollen Pilotprojekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten gefördert werden. Ein erstes Pilotprojekt zur Erarbeitung eines Konzeptes für ein nachhaltiges Wassermengenmanagement in den von intensiver Landwirtschaft geprägten Einzugsgebieten der Sielverbände Friedrichskoog und Warwerort wird bereits gefördert und vom Deich- und Hauptsielverband (DHSV) Dithmarschen koordiniert.

14.8.3 „Hinter dem Klimadeich geht’s weiter“ - Entwicklung eines nachhaltigen wasserwirtschaftlichen Einzugsgebietsmanagements im Bearbeitungsgebiet Bongsieler Kanal (BG3)

Das Projekt wird über die oben genannte Richtlinie für die Niederungen seit 2023 gefördert und vom DHSV Südwesthörn-Bongsiel koordiniert. Dabei erfolgt eine enge Abstimmung mit den Mitgliedern des Gewässer- und Landschaftsverbands Bongsieler Kanal. Im 72.000 Hektar großen Einzugsgebiet sollen Maßnahmen zur Verbesserung oder Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts identifiziert und umgesetzt werden. Erste Maßnahmen befinden sich bereits in der Umsetzung. Dieses Projekt verdeutlicht sehr anschaulich die vielfältigen Synergien von naturbasierten Lösungen, da Maßnahmen umgesetzt werden, die dem Klima-, Gewässer- und Biodiversitätsschutz dienen sowie die Grundwasserneubildung stärken und gleichzeitig das übergeordnete Projektziel – die Aufrechterhaltung der freien Entwässerung in die Nordsee – und damit den Hochwasserschutz verfolgen.

14.8.4 Allianz für den Gewässerschutz

In der Allianz für den Gewässerschutz setzen sich das Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN), das Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz (MLLEV), der Bauernverband Schleswig-Holstein (BVSH), der Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holsteins (LWBV) sowie die Landesgruppe Norddeutschland des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) gemeinsam für den Gewässerschutz ein. Die beiden Natur- und Umweltschutzverbände in Schleswig-Holstein, der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Schleswig-Holstein e.V. sowie der Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Schleswig-Holstein e.V. ergänzen seit 2024 dieses Gremium. Die Allianz für den Gewässerschutz lädt regelmäßig zu Veranstaltungen ein. Dadurch kommt die Allianz mit der Praxis in Kontakt und kann die erarbeiteten Erkenntnisse weitergeben. Mit ihren Aktivitäten trägt die Allianz zum Schutz von Oberflächen- und Grundwasser vor Nähr- und Schadstoffeinträgen und damit zur Versorgungssicherheit mit unbelastetem Trinkwasser bei.

14.8.5 Auenprogramm Schleswig-Holstein

Das Auenprogramm wurde gemeinsam von Akteuren aus den Bereichen Wasserwirtschaft und Naturschutz aufgestellt und hat zum Ziel, die Gewässer mit ihren Auen zu entwickeln. Das Auenprogramm bündelt die Aktivitäten zum Gewässerschutz und zum Schutz der Auen und fokussiert auf einen umfassenden Auenschutz. Durch eine enge Kooperation und koordiniertes Vorgehen sollen gleichermaßen die Ziele des Gewässerschutzes (WRRL) und des Naturschutzes (Europäisches Schutzgebietssystem Natura 2000) erreicht werden.

Das in 2023/24 abgeschlossene Leuchtturmprojekt „Renaturierung der Schwartau“ schaffte in Kooperation des Flächeneigentümers, die schleswig-holsteinischen Landesforsten, mit dem Land Schleswig-Holstein und der Wasserwirtschaft beziehungsweise dem Wasser- und Bodenverband eine zukunftsfähige, naturnahe Wiederherstellung der Schwartau als Grundlage für eine künftige natürliche Dynamik zugunsten von Klimaschutz und Biodiversität.

14.8.6 Forschungsvorhaben „ÜSG-SH“

Im Forschungsvorhaben „Methodische Grundlagen für die Ermittlung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten in Schleswig-Holstein“ (ÜSG-SH) zwischen dem MEKUN und der Technischen Universität Hamburg (TUHH) werden die methodischen Grundlagen für die Ermittlung und Festsetzung der Überschwemmungsgebiete in Schleswig-Holstein geschaffen. Darüber hinaus werden die methodischen Grundlagen für die Erstellung der Hochwassergefahren- und -risikokarten zur Umsetzung der HWRL in Schleswig-Holstein fortgeschrieben. Die wissenschaftlichen Schwerpunkte des Forschungsvorhabens liegen unter anderem auf der Entwicklung von auf Schleswig-Holstein angepassten Methoden zur Modellierung der Niederschlags- und Abflussverhältnisse sowie der Bewertung der Risiken von hydro-meteorologischen Ereignissen.

14.8.7 Veröffentlichung von kommunalen Gefahrenkarten

Einige Kommunen haben bereits kommunale Gefahrenkarten veröffentlicht und informieren ihre Bürgerinnen und Bürger über Starkregengefahren und geeignete Anpassungsmaßnahmen. Dazu zählen beispielsweise Kiel, Lübeck und Neumünster.

14.8.8 AKTIV bei Starkregen

Nach mehreren Starkregenereignissen initiierte die Gemeinde Oststeinbek in den letzten Jahren zusammen mit dem Büro OCF Consulting aus Hamburg ein dreijähriges Projekt „AKTIV bei Starkregen“. Ziele des geförderten[207] Projektes sind praktikable Handlungsansätze und Maßnahmen für den Umgang mit Starkregenrisiken für kleine und mittlere Kommunen, die pragmatisch und mit handhabbarem Aufwand umsetzbar sind. Bei diesen Maßnahmen handelt es sich insbesondere um solche, mit denen Einwohnerinnen und Einwohner sowie Immobilieneigentümerinnen und Immobilieneigentümer zur privaten Risikovorsorge informiert und motiviert werden. Hierfür wurden regelmäßige Veranstaltungen organisiert, Informationsmaterialien veröffentlicht und ein kommunales Förderprogramm zur Starkregenvorsorge initiiert. Aber auch die verwaltungsinterne Zusammenarbeit zwischen den Fachämtern wurde weiterentwickelt, um im Umgang mit Starkregenrisiken besser agieren zu können. So können Schäden im Starkregenfall verringert und Handlungsabläufe optimiert werden.

207 Die Förderung erfolgt durch das Förderprogramm „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Förderschwerpunkt 3 „Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen“

15 Fischerei

15.1 Relevanz des Handlungsfelds

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist die Fischerei in Deutschland ein vergleichsweise kleiner Sektor. Der Großteil der Nachfrage wird über den Import von Fischprodukten gedeckt. Der Selbstversorgungsgrad, das heißt der Anteil heimischer Fischereierzeugnisse am Gesamtverbrauch, lag im Jahr 2024 bei rund 20 %. Innerhalb der deutschen Fischerei kommt der Seefischerei, zu der die Hochsee- und die Küstenfischerei zählen, die größte Bedeutung zu. Die Anlandungen der deutschen Flotte machten 2024 rund 83 % der heimischen Produktion aus. Weitere 16 % entfielen auf die deutsche Aquakultur. Die Fänge aus der erwerbsmäßigen Binnenfischerei trugen mit rund 1 % zur Produktion heimischer Fische und Fischereierzeugnisse bei[208].

Auch wenn der Fischerei im bundesweiten gesamtwirtschaftlichen Kontext nur eine untergeordnete Rolle zukommt, ist sie regional vor allem in den Küstengebieten von Bedeutung. In Schleswig-Holstein hat die Fischerei lange Tradition und gehört zu den kulturell prägenden Wirtschaftszweigen. Sie trägt maßgeblich zur lokalen Wirtschaft, zur regionalen Versorgung mit Fischprodukten und zur Identität der Küsten- und Binnenregionen bei. Traditionelle Fischereitypen wie die Krabbenkutter an der Nordsee und die kleineren Fischereiboote an der Ostseeküste sind charakteristisch für die maritime Kultur Schleswig-Holsteins und wirken auch als touristische Anziehungspunkte. Zugleich ist das Land mit seinen Seen, Flüssen und Bächen ein bedeutendes Gebiet für die Binnen- und Angelfischerei. Die Aquakultur – vom klassischen Karpfenteich bis zu modernen Kreislaufanlagen und marinen Aquakulturanlagen in den Küstengewässern – ist der ertragsreichste Zweig der fischereilichen Produktion in Schleswig-Holstein. Dabei kommt der Muschelkultur in der Nordsee die größte wirtschaftliche Bedeutung zu.

Aktuell steht die Fischerei bundesweit vor Herausforderungen: Ungünstige Bestandszustände bestimmter fischereilich relevanter Arten, Veränderungen von Fangrechten und -gebieten, z.B. durch den Ausbau der Offshore-Windkraft in der AWZ sowie Naturschutzbelange, erfordern eine kontinuierliche Anpassung der fischereilichen Aktivitäten. Infolge des Klimawandels kommen klimatische Veränderungen hinzu. Diese wirken sich direkt auf die Lebensbedingungen für Fische und andere aquatische Organismen aus, beeinflussen die räumliche Verbreitung von Arten und Artzusammensetzungen, die Bestandsgrößen und die Nahrungsnetze und damit auch die Produktivität und die Effizienz der Fischerei. Insbesondere der Fang wildlebender Fische und Meeresfrüchte ist wie die Land- und Forstwirtschaft unmittelbar von der Verfügbarkeit und Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen abhängig. Darüber hinaus führen auch vermehrte Kormoran- und Fischotterbestände zu reduzierten Fischbeständen und zu stark reduzierten Wirtschaftlichkeit von Teichwirtschaften. Teichwirtschaften und Aquakulturen bestimmen die Artenzusammensetzung zwar selbst, sind aber auf eine ausreichende Verfügbarkeit von Frischwasser und somit auch auf natürliche Ressourcen angewiesen[209]. Die in Schleswig-Holstein besonders relevante marine Aquakultur steht zudem in enger Wechselwirkung mit den Veränderungen von Meeresspiegel und Sturmflutgeschehen. Von der europäischen bis zur lokalen Ebene ist die Nachhaltigkeit ein Grundsatz der Fischereipolitik, der nicht nur auf die Erhaltung von Fischbeständen, sondern auch auf die Sicherung des fischereilichen Handwerks abzielt. Für Schleswig-Holstein bedeutet dies die Herausforderung, die Balance zwischen ökologischer Tragfähigkeit, wirtschaftlicher Nutzung und der Erhaltung des kulturhistorischen Werts der Fischerei vor dem Hintergrund klimatischer Herausforderungen zu wahren.

208 Internetauftritt des Thünen-Institut, 2026: „Deutsche Aquakultur im Überblick. Hintergrund: Fischkonsum in Deutschland“ (letzte Aktualisierung: 05.01.2026).

209 UBA, 2023: Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

15.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

15.2.1 Bearbeitete Klimawirkungen

Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee

Die Nord- und Ostsee bilden komplexe und vielfältige marine Ökosysteme, die eine wichtige Rolle für die biologische Vielfalt und die wirtschaftliche Nutzung durch die Fischerei in Schleswig-Holstein spielen. Küstennahe Flachwasserbereiche, offene Meereszonen und Brackwasserregionen bieten Lebensraum für zahlreiche spezialisierte Fischarten sowie für kalkbildende Organismen wie Muscheln und Schnecken. Die Produktivität und Stabilität dieser Ökosysteme hängen stark von klimatischen Faktoren ab, etwa von der Wassertemperatur, dem Salzgehalt, dem Sauerstoffangebot und der Strömungsdynamik. Diese Parameter beeinflussen das Wachstum, die Fortpflanzung und das Überleben mariner Arten und bestimmen gleichzeitig, welche Arten in den verschiedenen Lebensräumen vorkommen und wie sie miteinander interagieren. Veränderungen des Temperatur- und Niederschlagsregimes oder des Meeresspiegels können daher weitreichende Folgen für die Zusammensetzung der Arten und die ökologische Balance der Meeresfauna haben und wirken sich dadurch mittelbar auch auf die regionale Fischerei aus.

Die mittleren Meeresoberflächentemperaturen sind sowohl in der Nordsee als auch in der Ostsee im Laufe der letzten Jahrzehnte gestiegen. Die Wärme dringt zunehmend auch in tiefere Schichten vor. Wärmeliebende Arten – wie beispielsweise die Sprotte, die invasive Schwarzmundgrundel und typische Sommergäste in der Ostsee, wie die dicklippige Meeräsche oder die Streifenbarbe – profitieren von diesen höheren Temperaturen. Ihre Bestände wachsen und die Gebiete mit Vorkommen der profitierenden Arten nehmen in ihrer Ausdehnung zu. Eine umgekehrte Entwicklung ist bei temperaturempfindlichen Arten wie dem ehemals fischereilich relevanten Dorsch, dem Hering oder dem Atlantischen Lachs zu beobachten. Da die sich neu einstellenden Temperaturbedingungen in Nord- und Ostsee den spezifischen Temperaturansprüchen dieser Arten nicht mehr gerecht werden, geraten die Tiere unter Druck. Sie ziehen sich – falls möglich – in kühlere oder tiefere Zonen zurück. Gleichzeitig zu den Temperaturverhältnissen verändern sich die chemischen Wasserparameter wie Sauerstoffgehalt, Salinität und pH-Wert. Je nach Breite des Toleranzspektrums von Arten gegenüber diesen Parametern wird eine Ausbreitung begünstigt oder geeignete artspezifische Lebensräume gehen verloren. In der Ostsee schränkt die geografische Begrenzung der Lebensräume die Ausweichmöglichkeiten für sensible Arten ein. Ist ein Ausweichen in geeignetere Lebensräume nicht möglich, werden die betroffenen Arten beispielsweise in ihrer Reproduktion eingeschränkt und die Bestandsgrößen nehmen ab. Während auf der einen Seite bestimmte traditionelle Zielarten der Fischerei in Schleswig-Holstein aufgrund sinkender Bestände an Bedeutung für die Fischerei verlieren, können Fänge wertvoller Speisefischarten, die sich unter anderem infolge der Temperaturentwicklung in Nord- und Ostsee etablieren oder weiter ausbreiten, neue wirtschaftliche Chancen für die Fischerei bieten.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“

Beeinträchtigung von und Schäden an Aquakulturen

Die Aquakultur ist in Schleswig-Holstein ein bedeutender Wirtschaftszweig und umfasst die Binnenaquakultur als auch die marine Aquakultur. Binnenaquakulturen konzentrieren sich vor allem auf die Zucht von Karpfen und Forellen in Teichen und Durchflussanlagen, während die marine Aquakultur insbesondere auf die Zucht von Muscheln in den Küstengewässern ausgerichtet ist. Die größte ökonomische Bedeutung kommt der Muschelwirtschaft an der Nordseeküste zu. Sie macht den größten Teil der Aquakulturproduktion und Erlöse in Schleswig-Holstein aus. Klimatische Veränderungen wirken sich auf die Aquakultur sowohl direkt über physiologische Belastungen der Tiere als auch indirekt über Veränderungen der Wasserqualität aus. Steigende Luft- und Wassertemperaturen beeinflussen Wachstum, Stoffwechsel und Reproduktionsfähigkeit der Kulturarten. Während die Wassertemperaturen bei wärmetoleranten Arten wie Miesmuscheln und Austern den artspezifischen Komfortbereich in der Regel noch nicht überschreiten, tritt bei temperatursensiblen Arten wie Forellen bereits bei modera-

ten Anstiegen Stress auf. Hohe Temperaturen können darüber hinaus zu einem verminderten Sauerstoffgehalt in den Gewässern führen und die Eutrophierung beschleunigen. Diese Prozesse wirken sich negativ auf die Gewässerqualität aus und können die Gesundheit der aquatischen Organismen beeinträchtigen. In wärmerem Wasser können sich zudem Krankheiten und Parasiten besser verbreiten. Änderungen im Niederschlagsregime wirken sich auf die Wasserstände, den Sauerstoffgehalt und die Nährstoffzufuhr aus: Trockenperioden können Wasserstände und Sauerstoffgehalte senken, während Starkregenereignisse Sedimente, Schadstoffe und Nährstoffe eintragen und zu Eutrophierung, Trübung oder Überflutungen führen. In der marinen Aquakultur ist zudem die Ozeanversauerung ein Problem, da sie die Schalenbildung kalkbildender Arten beeinträchtigen und die Sterblichkeit erhöhen kann. Ein steigender Meeresspiegel und mögliche Veränderungen im Sturmflutgeschehen gefährden die Infrastruktur und können zu einem Verlust von Jungmuscheln führen.

Projektionen zeigen, dass sich die für die Aquakultur relevanten Klimasignale im Verlauf des 21. Jahrhunderts nachteilig entwickeln könnten. Gemäß den Daten ist zu erwarten, dass die Wassertemperaturen in Meeren und Binnengewässern steigen sowie Hitze- und Trockenperioden häufiger auftreten. Zudem könnte die Ozeanversauerung weiter zunehmen. Für die Muschelkulturen bedeutet dies vor allem ein erhöhtes Risiko für Krankheiten, physiologischen Stress und Einschränkungen bei der Schalenbildung. Trockenperioden und Niederschlagsvariabilität erhöhen die Anforderungen an das Wassermanagement in Binnenanlagen, und Starkwind- sowie Sturmflutereignisse stellen weiterhin ein Risiko für die marine Infrastruktur dar. Schleswig-Holstein ist jedoch gut aufgestellt, um den Herausforderungen wirksam zu begegnen: Die etablierten Forschungseinrichtungen des Landes entwickeln wissenschaftlich fundierte Anpassungsstrategien und begleiten die Umsetzung von innovativen Projekten zur Anpassung an die neuen klimatischen Bedingungen. Maßnahmen wie spezielle Saatmuschelgewinnungsanlagen, technologische Innovationen und gezielte Bewirtschaftungsstrategien tragen dazu bei, die Resilienz der Branche zu erhöhen.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beeinträchtigung von und Schäden an Aquakulturen“

15.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[210] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 15 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 15: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Entkopplung von Nahrungsbeziehungen in der Ostsee	Der Klimawandel beeinflusst die Phänologie und damit die zeitliche Abstimmung von Lebenszyklen mariner Organismen. Insbesondere die steigenden Wassertemperaturen können dazu führen, dass fischereilich relevante Arten wie Hering und Dorsch ihre Laichzeiten verändern. Erfolgt das Ablaichen verfrüht, kann es zu einer sogenannten trophischen Entkopplung kommen: Die Larven treffen nicht mehr auf ein ausreichend hohes Nahrungsangebot, dessen Vorkommen vor allem lichtgesteuert ist. Gleichzeitig können wärmeliebende oder eingeschleppte Arten wie beispielsweise Rippenquallen von erhöhten Temperaturen profitieren und in Konkurrenz zu Fischlarven um Nahrung treten. Untersuchungen unter anderem in der Kieler Förde weisen auf klimawandelbedingte Beeinträchtigungen des Laicherfolgs von Hering und Dorsch hin. Grundsätzlich ist die Klimawirkung für Schleswig-Holstein relevant, da die Ostsee zu den sich besonders stark erwärmenden Meeresgebieten zählt und Verän-

210 Fritsch et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 3: Risiken und Anpassung im Cluster Wasser. Climate Change 22/2021. Dessau-Roßlau.

	derungen in marinen Nahrungsnetzen direkte Auswirkungen auf Fischbestände und damit auf die Küstenfischerei haben können. Allerdings beschränken sich die verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse überwiegend auf einzelne Studien und zeitlich begrenzte Untersuchungen. Kontinuierliche Monitoringdaten zum Laicherfolg oder zum Larvenvorkommen in den schleswig-holsteinischen Ostseegewässern liegen ebenso wenig vor wie belastbare Projektionen zur zukünftigen Entwicklung. Die Datengrundlage wird daher als unzureichend für eine eigenständige, belastbare Risikoabschätzung bewertet. Zudem ist der Prozess der trophischen Entkopplung angesichts seiner großräumigen Ausprägung in der Ostsee nur begrenzt und nicht kurzfristig steuerbar. Einzelne thematische Aspekte dieser Klimawirkung insbesondere zu Nahrungsentkopplungen beim Hering werden im Rahmen der Klimawirkung „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“ berücksichtigt.
Verschlechterung der Habitateigenschaften für den Dorsch in der Ostsee	Der Klimawandel führt zu einer fortschreitenden Erwärmung der Ostsee und damit zu veränderten Lebensraumbedingungen für den temperatursensiblen Dorsch, eine ehemals fischereilich relevante Art in Schleswig-Holstein. Ab Wassertemperaturen von etwa 16 °C gerät die Art in Temperaturstress. Mit steigenden Temperaturen verschieben sich geeignete Habitatbereiche zunehmend in tiefere und kühlere Meereszonen. Flachwasserbereiche, die bislang eine wichtige Funktion als Nahrungs- und Aufwuchsgebiete erfüllten, können bei anhaltender Erwärmung nur noch eingeschränkt genutzt werden. Zusätzlich trägt die Erwärmung des Meerwassers zu einer Abnahme des Sauerstoffgehalts bei. In den vergangenen Jahrzehnten wurde eine Ausdehnung sauerstoffarmer bis anoxischer Zonen in der Ostsee beobachtet. Diese Entwicklung kann sich künftig fortsetzen. Der Sauerstoffmangel betrifft häufig auch die Laich- und Aufwuchsgebiete des Dorsches. Befinden sich Eier oder Larven in zu sauerstoffarmem Wasser, kann dies den Reproduktionserfolg erheblich beeinträchtigen. Daten zum Rekrutierungserfolg werden unter anderem im Rahmen internationaler Bestandsaufnahmen erhoben. Die Klimawirkung ist für Schleswig-Holstein von Relevanz, da der Dorsch über lange Zeit eine zentrale Rolle für die Ostseefischerei spielte und Veränderungen seiner Bestände ökologische wie auch fischereiwirtschaftliche Auswirkungen haben. Die Verschlechterung der Habitateigenschaften steht zudem im Zusammenhang mit umfassenderen Veränderungen der Artenzusammensetzung infolge steigender Wassertemperaturen. Aufgrund der inhaltlichen Überschneidungen wird die Klimawirkung nicht eigenständig bearbeitet, sondern ihre relevanten Aspekte in die Klimawirkung „Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee“ integriert.
Veränderung der Verbreitung von Fischarten in Fließgewässern	Steigende Luft- und Wassertemperaturen sowie zunehmende Niedrigwasserphasen infolge des Klimawandels beeinflussen die Lebensbedingungen von Fischen in Fließgewässern. Mit der Erwärmung sinkt die Sauerstofflöslichkeit im Wasser, während gleichzeitig der Sauerstoffbedarf der Fische steigt. Dies kann insbesondere für kälte- und sauerstoffliebende Arten zu physiologischer Belastung, vermindertem Wachstum und reduzierten Überlebensraten führen. Wärmeliebende Arten wie Karpfen oder Wels können dagegen von höheren Temperaturen profitieren. Veränderungen im Abflussregime – etwa häufigere und längere Niedrigwasserperioden sowie Starkregenereignisse – wirken sich zusätzlich auf die Gewässermorphologie und den Sedimenthaushalt aus. Laichplätze können beeinträchtigt oder unzugänglich werden, insbesondere wenn Wanderbewegungen durch Querbauwerke oder eine geringe Vernetzung der Gewässer eingeschränkt sind. Für Schleswig-Holstein ist die Klimawirkung von Relevanz. Während ein Großteil des Fangs in Norddeutschland traditionell aus vergleichsweise wärmetoleranten Cypriniden besteht, sind insbesondere die hochpreisigeren und auch in der Frei-

	zeitfischerei sehr gefragten wandernden Arten wie Meerforelle und Lachs auf kühle, sauerstoffreiche Fließgewässer angewiesen. Veränderungen der Temperatur- und Abflussverhältnisse können sich vor allem in Laich- und Aufwuchsgebieten negativ auswirken. Daten zum Vorkommen und zur Bestandsentwicklung von Fischarten in den Fließgewässern liegen im Rahmen der Berichterstattung zur Wasserrahmenrichtlinie vor. Die Binnenfischerei trägt in Schleswig-Holstein nur in geringem Umfang zur heimischen Produktion von Fischereierzeugnissen bei, sodass die direkten fischereiwirtschaftlichen Auswirkungen begrenzt sind. Allerdings kommt hier der Freizeitfischerei und insbesondere der Angelfischerei eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu, insbesondere in den ländlichen Räumen.
Auftreten von Fischkrankheiten	Der Klimawandel kann die Ausbreitung, Intensität und saisonale Dynamik von Fischkrankheiten beeinflussen. Steigende Wassertemperaturen wirken sich unmittelbar auf das Immunsystem von Fischen aus und können Stressreaktionen verstärken, wodurch die Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern zunimmt. Gleichzeitig können höhere Temperaturen die Vermehrung bestimmter Parasiten, Bakterien und Viren begünstigen sowie deren Entwicklungszyklen beschleunigen. Auch veränderte chemische Gewässerparameter wie beispielsweise der Sauerstoff- oder Salzgehalt sowie eine Verschlechterung der Wasserqualität können das Krankheitsgeschehen beeinflussen. Für einzelne Erkrankungen ist ein Zusammenhang mit erhöhten Wassertemperaturen wissenschaftlich belegt. So tritt die Proliferative Kidney Disease (PKD) bei Salmoniden vermehrt in warmen Sommern auf und kann sowohl Wild- als auch Zuchtbestände betreffen. Darüber hinaus werden in Einzelfällen temperaturassoziierte Zusammenhänge mit Parasitenbefall oder erhöhter Mortalität – etwa bei Jungfischen – diskutiert. Die zugrunde liegenden Wirkungsgefüge sind jedoch komplex und umfassen neben klimatischen Faktoren auch Aspekte wie Nährstoffbelastung, Bestandsdichte oder weitere Umweltstressoren. Für Schleswig-Holstein ist die Klimawirkung grundsätzlich relevant, da sowohl aquakulturelle Betriebe als auch Wildbestände in Binnen- und Küstengewässern betroffen sein können. Allerdings ist das Wissen über die spezifischen klimabedingten Einflussfaktoren und ihre quantitative Bedeutung bislang begrenzt. Systematische und langfristige Datengrundlagen, die eine belastbare Zuordnung von Krankheitsgeschehen zu klimatischen Veränderungen erlauben, liegen derzeit nicht in ausreichendem Umfang vor.

15.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Folgen des Klimawandels für die Fischerei sind schon heute sichtbar, beispielsweise in Form von Artverschiebungen. Diese können zu Einschränkungen für die Fischerei führen, aber auch Chancen sind möglich, wo einwandernde Arten vermarktungsfähig sind. Die Bewertung der Klimawirkungen durch die Fachleute im Handlungsfeld Fischerei fiel sehr unterschiedlich aus, je nachdem, ob sie den Fischereisektor an sich oder die gesamte Bevölkerung und die Gesamtwirtschaft in den Blick genommen haben. Auf ganz Schleswig-Holstein bezogen und im Vergleich zu anderen Sektoren hat die Fischerei demnach heute keinen hohen Anteil an Beschäftigung und Wertschöpfung mehr, aber es sind viele Traditionen, Teile der Identität des Landes und lokale Wertschöpfungsketten damit verbunden. Mit Blick auf den Fischereisektor selbst wurde daher der Veränderung von Beständen mariner Arten und der Artenzusammensetzung in Nord- und Ostsee eine hohe bis sehr hohe soziale Bedeutung zugeschrieben, während sie gesamtgesellschaftlich eher gering ist. Insbesondere an der Ostsee kann ein Wegfall der Fischerei, einen Einbruch lokaler Wertschöpfungsketten sowie den Verlust einer Berufsgruppe, von Traditionen, Werten und Identität in Küstenfischereigemeinden bedeuten. Auch die Veränderung der Verbreitung von Fischarten in Fließgewässern kann von hoher sozialer und ökonomischer Bedeutung sein,

da sie die Naherholung von Angelnden und die lokale Wertschöpfung, die durch den Angeltourismus gefördert wird, einschränken kann.

Die ökologische Bedeutung aller im Handlungsfeld Fischerei bewerteten Klimawirkungen wurde von den Fachleuten als eindeutig sehr hoch bewertet. In beiden Meeren gehen mit einer Veränderung der Bestände durch das Abwandern oder Aussterben von Arten Störungen im Ökosystem einher, zum Beispiel durch die Unterbrechung von Nahrungsketten. Die Veränderungen der Verbreitung von Fischarten in Fließgewässern hat vergleichbare Folgen für das Ökosystem. Bei negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die marine Muschelkultur droht die Beeinträchtigung eines regional wichtigen Wirtschaftszweigs. Der Verlust von Teichwirtschaften im Binnenland geht mit dem Verlust einzigartiger Biotope und ihrer Biodiversität einher. Zudem sind auch Teichwirtschaften wichtige Ökosystemdienstleister, beispielsweise im Hinblick auf den Wasserrückhalt in der Fläche, Hochwasserschutz und Niedrigwassermanagement.

15.4 Handlungsziel

Erhaltung oder Wiederherstellung ertragreicher und nachhaltiger Nutzungsmöglichkeiten gesunder Fischbestände in Zeiten des Klimawandels

Durch den Erhalt oder die Wiederherstellung gesunder Fischbestände soll unter anderem ein Beitrag zur Versorgung der Bevölkerung mit regionalen und nachhaltigen Nahrungsmitteln sowie zur Erhaltung beziehungsweise Schaffung von Arbeitsplätzen, gerade in strukturschwachen Bereichen, geleistet werden. Auf die Krabbenfischerei und die Miesmuschelkulturwirtschaft in der Nordsee ist in Schleswig-Holstein aufgrund der im Vergleich zu anderen Fischereien hohen wirtschaftlichen Bedeutung unter Einhaltung der naturschutzfachlichen und -rechtlichen Rahmenbedingungen ein besonderes Augenmerk zu legen. Weiterhin sollten grundsätzlich Fischereien mit geringen ökologischen Auswirkungen, die regionale Direktvermarktung und die Diversifizierung der Fischerei im Fokus stehen. In der Aquakultur sollte auf temperaturtolerante heimische Arten gesetzt werden. Ebenfalls sollten attraktive Bedingungen für die Freizeitfischerei erhalten und verbessert werden, um deren hoher touristischer und sozialer Bedeutung Rechnung zu tragen.

Die Beiträge der einzelnen Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

15.5 Maßnahmen zur Anpassung

15.5.1 Verringerung der Eutrophierung

Instrumente

- In den meisten Binnen- und Küstengewässern bestehen Eutrophierungsproblematiken. Daher müssen verstärkt Maßnahmen zur Verringerung der Eutrophierung für die Erreichung der bereits bestehenden Ziele der Wasserrahmenrichtlinie umgesetzt werden. Dazu sind primär die Nährstoffeinträge aus dem Binnenland zu reduzieren. Die flächendeckende Einhaltung der Düngeverordnung und die landesweite Gewässerschutzberatung führen zu einer Reduzierung der diffusen Einträge aus der Landwirtschaft (Kapitel 7.5.4). Hinzu kommen mehrere Einzelmaßnahmen wie beispielsweise das Anlegen von breiten Gewässerrandstreifen, Maßnahmen des biologischen Klimaschutzes sowie die Einrichtung von Pufferzonen für den besseren Wasserrückhalt in der Fläche (Kapitel 14). Durch die letztgenannte Maßnahme wird zudem die Wasserkreislaufwirtschaft als Klimaschutzmaßnahme befördert. Diese Maßnahmen kommen grundsätzlich auch dem Fischschutz und der Fischerei zugute.

- Als natürliche Wasserfilter können Muschelbestände dazu beitragen, die Eutrophierung abzumildern. Aus diesem Grund sollen Muschelbänke unter Berücksichtigung anderer Nutzungs- und Schutzinteressen vermehrt ermöglicht werden.

Unterziele

- Erhalt und gegebenenfalls Wiederherstellung von geeigneten Lebensräumen

- Sicherstellung der zukünftigen Nutzung fischereilicher Ressourcen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6) und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.2 Renaturierungen von Gewässern

Instrumente

- Die Wiederherstellung naturnaher Gewässer sollte eine zentrale Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel sein, um die Resilienz der Fischbestände zu stärken. Zu den konkret in Frage kommenden Maßnahmen gehören:

    - die (Wieder-)herstellung der Durchgängigkeit, um den Fischen erforderliche Wanderungen für den Erhalt der Population und auch in Trocken- und Hitzeperioden ein Ausweichen in geeignete Gewässerabschnitte und Nebengewässer zu ermöglichen,

    - die Anbindung von Auen an Fließgewässer, um wieder ein natürliches Abflussverhalten, Wasserrückhalt in der Fläche und weitere Synergien (wie Verbesserung von Biodiversität, Biotopverbund, Hochwasserschutz, Nährstoffrückhalt und Klimaschutz durch Kohlenstoffspeicher) zu erreichen,

    - die Beschattung der Gewässer (zum Beispiel mittels gehölzbestandener Uferrandstreifen), welche die Erwärmung reduziert,

    - die Förderung örtlicher Auskolkungen/tiefer Gumpen als Rückzugsräume bei Trockenheit, idealerweise in der Nähe von Kaltwassereintritten,

    - der Schutz und die Wiederherstellung von Laicharealen und Aufwuchsgebieten sowie

    - die konsequente Verfolgung der Verursacher von Gewässerverunreinigungen und Fischsterben (Monitoring und Strafverfolgung).

- Dies erfordert insbesondere eine konsequente und verstärkte Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Seitens der Fischereiverwaltung kann hier durch konsequente Durchsetzung der §§ 32 und 34 des Fischereigesetzes für das Land Schleswig-Holstein (LFischG) unterstützt werden.

Unterziel

- Erhalt und gegebenenfalls Wiederherstellung von geeigneten Lebensräumen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6), Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14) und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.3 Anpassung der fischereilichen Hege

Instrumente

- Nach der Renaturierung von Gewässern (siehe oben) sollten für gefährdete und/oder fischereilich genutzte Arten Besatzmaßnahmen zur Kompensation und Bestandsrestaurierung in Binnengewässern umgesetzt werden. Sollten temperaturempfindliche Arten nicht haltbar sein, kann die verstärkte Förderung temperaturunempfindlicherer heimischer Arten eine Alternative darstellen. Für diese müssten neue Märkte gefördert und erschlossen werden.

- Bei Massenaufkommen von wärmeliebenden, invasiven oder anspruchslosen Arten sollte, falls zum Schutz der Gewässer erforderlich, ein gezieltes Befischen („Hegefischen“) erfolgen.

Unterziel

- Erhalt und gegebenenfalls Wiederherstellung standortangepasster Fischbestände

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.4 Weiterentwicklung des Fischereimanagements

Instrumente

- Mit einem adaptiven Management der Fischerei soll dem Wandel der vorhandenen fischereilichen Ressourcen (zum Beispiel verbunden mit Änderungen in den Verbreitungsgebieten und dem Auftreten neuer fischereilich nutzbarer Ressourcen) unter Berücksichtigung ökologischer Grenzen und naturschutzrechtlicher Rahmenbedingungen begegnet werden. Bei quotierten Arten erfordert dies zum Beispiel die Möglichkeit zur Anpassung und/oder Übertragung der Quoten[211].

- Der Wechsel auf dynamische Bewirtschaftungsstrategien (temporäre Nutzung alternativer Arten) in Abhängigkeit der jeweils vorkommenden Fischressourcen stellt eine weitere Möglichkeit dar, um den Klimawandelfolgen zu begegnen. In Schutzgebieten erfordert dies stets eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den Schutzzielen.

- Zur Erhöhung der Resilienz der Fischbestände sollten Schutzgebiete mit definierten Schutzzielen, die alle Nutzungsgruppen mit ökologischem Einfluss berücksichtigen, errichtet werden.

211 Die Fischfangquoten werden jedes Jahr von den EU-Fischereiministern und Fischereiministerinnen im Rat „Landwirtschaft und Fischerei“ festgelegt. Die nationalen Fangquoten werden anschließend nach Schlüsseln, die auf historischer Fischerei basieren („relative Stabilität“), unter den EU-Ländern aufgeteilt. Eine Empfehlung zu den Fangquoten an die Europäische Kommission geht durch den Internationalen Rat der Meeresforschung (ICES) ein. Die Empfehlungen des ICES wiederum basieren auf wissenschaftlichen Daten und Fachexpertise, die auch durch deutsche Institute beigesteuert werden (z. B. Thünen Institut). Auf die Fischer verteilt werden die landeseigenen Quoten auf der Bundesebene durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Die Landesregierung kann sich auf Bundesebene für die Fischerei einsetzen um eine Anpassung / Übertragung von Fischereiquoten zu forcieren.

Unterziel

- Sicherstellung der zukünftigen Nutzung fischereilicher Ressourcen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Biologische Vielfalt, Natur- und Meeresschutz (Kapitel 6).

15.5.5 Vorschläge für Multi-Use-Ansätze auf Windparkflächen

Instrumente

- Praxistaugliche Multi-Use-Ansätze in Windparks unter Berücksichtigung bundesrechtlicher Rahmenbedingungen einschließlich Naturschutzrecht sowie Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Windparks könnten durch Förderung innovativer Ansätze den Strukturwandel in der Fischerei unterstützen. Ein Ansatz könnte die Nutzung durch extraktive Aquakulturen sein.

Unterziel

- Unterstützung des Strukturwandels in der Fischerei durch innovative Nutzung mariner Ressourcen in Windparks in der AWZ.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.6 Diversifizierung und Erschließung neuere Einkommensquellen

Instrumente

- Die Fischerei könnte zukünftig vermehrt Tätigkeiten außerhalb der eigentlichen Fischerei wie zum Beispiel im Bereich Tourismus oder der Meeresbeobachtung und Forschung (Nutzbarmachung von Wissen, Expertise und Gerät) übernehmen, um neue wirtschaftliche Standbeine für die Betriebe zu erschließen.

- Im Rahmen eines adaptiven Managements (siehe oben) sollen zudem zukünftig, falls unter Beachtung der ökologischen und naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen möglich, auch neue Fischarten und Schalentiere kommerziell genutzt werden.

Unterziel

- Erhaltung und Diversifizierung des Fischereiberufes

- Gewinnung junger Menschen für die Tätigkeit

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bildung (Kapitel 18), Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Forschung (Kapitel 19) sowie Tourismus (Kapitel 17).

15.5.7 Optimierung und Anpassung der Aquakulturanlagen an die Klimawandelfolgen

Instrumente

- Der Wasserrückhalt und das Wassermanagement in Aquakulturen sollten optimiert werden, zum Beispiel durch Sömmerung[212], mehrjährigen Umtrieb[213] und/oder Beschattungsmaßnahmen (natürlich durch Bepflanzung und/oder baulich, zum Beispiel durch Floating-Photovoltaik-Anlagen). Die Mehrfachnutzung von Wasserressourcen in Form von Teilkreislaufanlagen und Kaskadensystemen ist anzustreben. In Kreislaufanlagen erfolgt eine weitgehend klimaunabhängige Produktion, welche in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen könnte.

- Eine digitalisierte Prozessüberwachung und -steuerung in der Aquakultur mittels Überwachungs- und Steuerungsinstrumenten und unter Einbeziehung klimatischer Daten kann zur Optimierung beitragen.

- Notfallpläne (unter anderem bezüglich Temperatur und Sauerstoff) sollten aufgestellt und möglichst automatisiert umgesetzt werden. Technische Innovationen in der Aquakultur können mit dem Europäischen Meeres-, Fischerei- und Aquakulturfonds (EMFAF) und den entsprechenden Nachfolgefonds gefördert werden.

Unterziel

- Minimierung von negativen Umwelteinflüssen auf die Aquakultur, Ressourcenschutz

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.8 Anpassung der genutzten Arten

- Regional angepasste und klimaadaptierte sowie leistungsfähige Laichfischbestände in der Aquakultur sollten erhalten und gegebenenfalls neu aufgebaut werden. Durch die Nutzung klimaresilienter Stämme und weniger sensitiver, alternativer, heimischer Arten können die Auswirkungen des Klimawandels auf die Aquakultur verringert werden.

Unterziel

- Erhalt oder Aufbau und Nutzung von klimaresilienten Arten und Laichfischbeständen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe (Kapitel 16).

15.5.9 Berücksichtigung der Gemeinwohlleistung der Aquakultur

Instrumente

212 Sömmerung: Sommerliches Trockenliegen eines Teiches im Regelfall für eine Saison.

213 Mehrjähriger Umtrieb: Abkehr von der klassischen Bewirtschaftung – Ablassen des Wassers im Herbst und Neubespannung ab dem zeitigen Frühjahr – und stattdessen mehrjähriges Aufstauen zum Wasser sparen.

- Die Möglichkeiten der Teichwirtschaftsbetriebe zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft und zum Abpuffern von Starkregenereignissen sollten verstärkt genutzt werden. Eine Honorierung der Gemeinwohlleistungen als stabilisierendes Element im Landschaftswasserhaushalt und zur Erhaltung der Biodiversität wird angestrebt. Im Rahmen der Landes-Biodiversitätsstrategie ist ein entsprechendes Förderprogramm in Vorbereitung.

Unterziel

- Nutzung der Aquakultur-Betriebe (Teichwirtschaften) zur Erbringung von Gemeinwohlleistungen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum HandlungsfeldIndustrie und Gewerbe (Kapitel 16) und Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

15.5.10 Weitere Anmerkungen

Eine enge Verzahnung der Initiativen der Wasserwirtschaft (wie unter anderem der Allianz für den Gewässerschutz, der Entwicklung der Niederungen und der Nationalen Wasserstrategie) mit den Initiativen der Fischereiverbände und der Fischereiverwaltung schafft Synergien. Denkbar wäre auch die Entwicklung gemeinsamer Maßnahmen, welche die Interessen der Fischerei gegebenenfalls mit einer Kofinanzierung aus Mitteln der Kompensationsleistungen gemäß §§ 32 und 34 LFischG, mit Zielen der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes verknüpfen.

Ferner ist eine frühzeitige Einbindung der betroffenen Akteure in Maßnahmenprozesse (Planung, Umsetzung) anzustreben, um die Akzeptanz der Maßnahmen zu fördern und deren praktische Umsetzbarkeit zu gewährleisten. Dies betrifft in gewissen Bereichen auch die Aufklärung und Beteiligung der allgemeinen Öffentlichkeit. Zudem sollten Best-Practice-Beispiele zu funktionierenden Maßnahmenumsetzungen, beispielsweise in Fachblättern oder auf den entsprechenden Landesportalen, öffentlich zugänglich gemacht werden.

Außerdem bestehen noch viele Wissenslücken im Bereich „fischereiliche Anpassungen an den Klimawandel“. Das nötige Wissen sowie der Wissenstransfer in die Wirtschaft sind jedoch von großer Bedeutung, um für die anstehenden Entscheidungsprozesse eine solide Grundlage zu liefern. Durch entsprechende Forschungsvorhaben, runde Tische und/ oder Stakeholder-Gremien kann der Wissenstransfer in die Wirtschaft gelingen.

16 Industrie und Gewerbe

16.1 Relevanz des Handlungsfelds

Die Wirtschaft in Schleswig-Holstein ist, ähnlich wie in Deutschland insgesamt, sehr stark vom privaten und öffentlichen Dienstleistungssektor geprägt. Dessen ungeachtet ist ein starker industrieller Sektor wichtig für Schleswig-Holstein, da Industriebetriebe hochwertige Arbeitsplätze bieten, für Wertschöpfung in der eigenen und, über die Ausgaben von Unternehmen und Beschäftigten für Waren und Dienstleistungen, auch in weiteren Branchen sorgen. Zudem geben sie durch Innovationen wirtschaftliche Impulse für das Land.

In Schleswig-Holstein bot der Wirtschaftszweig des verarbeitenden Gewerbes, der in dieser Klimarisikoanalyse das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe repräsentiert, im Jahr 2024 Arbeitsplätze für rund 171.000 Erwerbstätige (11,5 %)[214] und erwirtschaftete einen Umsatz von rund 46,4 Milliarden Euro und eine Bruttowertschöpfung von 16,3 Milliarden Euro (14,2 %)[215]. Die wichtigsten Branchen des verarbeitenden Gewerbes bezogen auf den Umsatz waren mit einem Umsatz von jeweils über 3 Mrd. Euro die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (über 9 Milliarden Euro) der Maschinenbau (rund 6 Milliarden Euro) und der Fahrzeugbau (rund 4 Milliarden Euro) sowie die Herstellung von chemischen Erzeugnissen, die Herstellung von sonstigen Waren und die Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen mit jeweils zwischen 3 und 4 Milliarden Euro. Diese Branchen bieten auch die meisten Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe, außerdem sind noch viele Erwerbstätige in der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, der Herstellung von Metallerzeugnissen sowie der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen beschäftigt[216].

Es ist davon auszugehen, dass alle Wirtschaftszweige durch Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein können, die jedoch branchenspezifisch unterschiedlich ausfallen. Grundsätzlich sind die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes auf eine funktionierende Infrastruktur in den Bereichen Verkehr, Energie, Informations- und Kommunikationstechnologie und Wasser angewiesen. Durch die Klimaerwärmung können extreme Wetter- und Witterungsereignisse wie Stürme, Sturmfluten, Starkregen, Hitze und Trockenheit zukünftig häufiger und intensiver auftreten und vermehrt Schäden und Störungen der verschiedenen Infrastruktursparten verursachen. Das Land Schleswig-Holstein kann durch geeignete Vorsorge- und Schutzmaßnahmen in seinem Verantwortungsbereich dafür Sorge tragen, die diesbezüglichen Auswirkungen auch für Unternehmen möglichst gering zu halten. Es liegt aber auch in der Eigenverantwortung der Unternehmen selbst, die Klimarisiken für ihre Produktionsstandorte und Lieferketten zu analysieren, mögliche Chancen zu ergreifen und gleichzeitig mit Innovationen von Produkten und Prozessen Wettbewerbsvorteile zu erringen.

16.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

16.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Beeinträchtigung des Außenhandels mit vulnerablen Ländern

Für die Wirtschaft Schleswig-Holsteins spielt der Außenhandel eine bedeutende Rolle. Im Jahr 2024 belief sich das Außenhandelsvolumen auf rund 59,1 Milliarden Euro[217] und machte damit annähernd die Hälfte der schleswig-holsteinischen Wirtschaftsleistung aus[218]. Die Landesregierung sieht die wirtschaftlichen Aktivitäten schles-

214 Destatis – Statisches Bundesamt, 2026a: Erwerbstätige, Arbeitnehmer, Selbständige und mithelfende Familienangehörige (im Inland): Bundesländer, Jahre, Wirtschaftszweige, Genesis Online Statistik Code 13311-0002.

215 Destatis – Statisches Bundesamt, 2026b: VGR der Länder (Entstehungsrechnung) - Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen (nominal): Bundesländer, Jahre, Wirtschaftszweige, Genesis Online Statistik Code 82111-0011.

216 Statistik Nord, 2025a: Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden in Schleswig-Holstein 2024. Statistische Berichte, Kennziffer: E I 1 - j 24 SH.

217 Destatis – Statistisches Bundesamt, 2025a: Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Bundesländer, Jahre, Warensystematik. Genesis Online, Statistik Code 51000-0034.

218 Statistik Nord, 2025b: Bruttoinlandsprodukt in Schleswig-Holstein 2024 – Wirtschaftsleistung steigt real um 1,2 Prozent.

wig-holsteinischer Unternehmen im Ausland als wichtig an und unterstützt diese mit ihrer Außenwirtschaftspolitik, beispielsweise bei der Erschließung ausländischer Märkte und beim Ausbau ihrer Exporttätigkeit. Die im Land ansässigen Unternehmen betreiben Handel mit einer Vielzahl von Ländern und sind über die Aus- und Einfuhr von Rohstoffen und Produkten intensiv in den globalen Warenaustausch eingebunden. Die Außenhandelsbeziehungen Schleswig-Holsteins umspannen alle Kontinente. Gleiches gilt allerdings auch für die Folgen der globalen Erwärmung, die nicht an Ländergrenzen halt machen, sondern alle Staaten der Erde betreffen. Das bedeutet, dass grundsätzlich alle Herkunfts- oder Bestimmungsländer von Importen und Exporten der schleswig-holsteinischen Unternehmen von den Folgen der Klimaerwärmung betroffen sein können.

Um das globale Auftreten unterschiedlicher Typen von Extremwetterereignissen – wie zum Beispiel Stürme und Tropenstürme, Starkregen, Hitze und Trockenheit – und die jeweilige Betroffenheit der Staaten in der Analyse der Klimawirkung zusammenfassend zu verarbeiten, wurden der Climate Risk Index (CRI)[219] von Germanwatch für bereits aufgetretene Schäden und Verluste sowie der Country Index der Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN)[220] verwendet. Für die vergangenen rund 30 Jahre zeigt sich, dass einige der 30 wichtigsten Außenhandelspartner außerhalb und innerhalb Europas im weltweiten Vergleich zu den Staaten zählen, die bemessen am CRI im Zeitraum 1995–2024 besonders stark von den Auswirkungen von Extremereignissen betroffen waren. Das bedeutet: Die Werte der jeweiligen Exporte und Importe aus oder nach Schleswig-Holstein waren einer erhöhten Klimagefahr ausgesetzt. Eine zukünftig möglicherweise hohe oder erhöhte Betroffenheit durch Klimarisiken weist der ND-GAIN, gemessen an der Dimension „Exposure“, für 10 der 30 wichtigsten Handelspartner Schleswig-Holsteins aus. Das Außenhandelsvolumen mit diesen Ländern belief sich im Mittel der Jahre 2002–2024 auf insgesamt über 15 Milliarden Euro, mehr als ein Drittel des mittleren Außenhandelsvolumens in diesem Zeitraum. Zieht man allerdings zusätzlich die Anpassungsfähigkeit der Staaten ins Kalkül, zählt von den 30 wichtigsten Außenhandelspartnern nur ein Land zur Gruppe mit einem relativ höheren Risiko. Der weitaus größte Teil des Außenhandels findet mit Ländern statt, die unter anderem aufgrund ihrer sozialen, institutionellen und wirtschaftlichen Ressourcen gute Rahmenbedingungen bieten und in denen die wirtschaftliche Situation Investitionen in Anpassungsmaßnahmen erlaubt.

In einem weiteren Teil der Analyse wurden Klimarisiken für einzelne Warengruppen untersucht und dabei deren Marktkonzentration mittels des Herfindahl-Hirschmann-Index einbezogen. Für die Warengruppen Kohle, Textilien, Leder und Lederwaren sowie Möbel treffen dabei ein relativ höheres Klimarisiko (ND-GAIN Exposure) und eine erhöhte Marktkonzentration zusammen. Gleichzeitig liegen die Lieferländer für diese Warengruppen im Mittel nicht im Bereich der relativ hohen Anpassungsfähigkeit, sodass ein relativ höheres Klimarisiko für die Einfuhren dieser Warengruppe bestehen kann.

Zu berücksichtigen ist für beide Auswertungen, dass sich die verwendeten Indizes jeweils auf den gesamten Staat beziehen. Innerhalb der Staaten ist das Risiko für eine Betroffenheit des Außenhandels durch Klimarisiken aber nicht in allen Landesteilen gleich ausgeprägt. Insbesondere bei Staaten mit einer großen Flächenausdehnungen können regional deutliche Unterschiede bestehen, die sich in den Indizes nicht widerspiegeln. Ein ermittelter hoher Index-Wert geht daher nicht zwangsläufig mit einer tatsächlichen Betroffenheit von Ein- und Ausfuhren einher. Insgesamt erscheinen die Außenhandelsbeziehungen keinen übermäßigen Klimarisiken ausgesetzt zu sein.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Beeinträchtigung des Außenhandels mit vulnerablen Ländern“

16.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021 (KWRA 2021)[221] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen eines handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 16 aufgeführten weiteren Klimawirkungen

219 Germanwatch e.V., 2025a: Climate Risk Index 2026. Who suffers must from extreme weather events?

220 ND-GAIN – Notre Dame Global Adaptation Initiative, 2025: ND-GAIN Country Index.

221 Wolf et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit, Climate Change 24/2021, Dessau-Roßlau.

diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 16: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	Erläuterungen
Wettbewerbsvorteil in innovativen Umwelttechnologien	Durch den fortschreitenden Klimawandel ergeben sich laut KWRA 2021[221] Chancen für Unternehmen im Feld der innovativen Umwelttechnologien, zu denen auch Technologien und Produkte mit Bezug zur Klimaanpassung wie Bewässerung zählen. Die KWRA 2021 geht von einem grundsätzlich starken Wachstumspotenzial für innovative Umwelttechnologien aus. Dieser Einschätzung stehen Unsicherheiten in der zukünftigen Marktentwicklung und internationaler Wettbewerbsdruck gegenüber. Allerdings führt die Bezugnahme auf Umwelttechnologien im Zusammenhang mit der Klimaanpassung zu deutlichen Unschärfen. Einerseits umfasst der Begriff Umwelttechnologie bislang vor allem Technologien, die nicht dem Themenfeld Klimaanpassung zuzurechnen sind. Hierzu zählen insbesondere Technologien und Produkte aus den Bereichen Klimaschutz, beispielsweise für die Umwandlung und Speicherung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien, Energieeffizienz oder nachhaltige Mobilität. Andererseits sind auch Technologien und Produkte relevant, die nicht zu den Umwelttechnologien zählen, beispielsweise Produkte und Materialien für den Sonnenschutz an Gebäuden. Da eine Definition des Begriffs Anpassungstechnologie beziehungsweise allgemein von Anpassungswirtschaft bislang fehlt und aus diesem Grund auch keine konkreten Informationen zur aktuellen oder zukünftigen Entwicklung vorliegen, wurde die Klimawirkung als nicht relevant für eine weitergehende Analyse eingestuft und nicht weiter betrachtet.
Beeinträchtigung des internationalen Warentransports durch extreme Wetterereignisse	In der KWRA 2021[221] werden insbesondere zunehmende Risiken durch extreme Wetter- und Witterungsereignisse für den internationalen maritimen Schiffsverkehr hervorgehoben, der rund 80 % des weltweiten Handelsvolumens transportiert. Dieses Risiko kann für den Außenhandel Schleswig-Holsteins und dessen zukünftige Entwicklung eine relevante Rolle spielen. Des Weiteren werden in der KRWA 2021 dem internationalen Warenverkehr auf Straße, Schiene und Binnenwasserstraße möglicherweise zunehmende Klimarisiken attestiert, die den Außenhandel Schleswig-Holsteins grundsätzlich ebenfalls betreffen können. Im Rahmen des Workshops wurde die Relevanz der Klimawirkung grundsätzlich bestätigt. Da allerdings keine Informationen zur Beschreibung der aktuellen oder zukünftigen Auswirkungen dieser Klimarisiken auf die Logistik von Unternehmen verfügbar sind und zudem die Handlungsmöglichkeiten Schleswig-Holsteins sehr begrenzt sind – möglicherweise betroffene Verkehrsinfrastrukturen im Ausland liegen nicht in der Zuständigkeit des Landes, die Absicherung der Logistik ist prinzipiell Teil der unternehmerischen Eigenverantwortung – wurde entschieden, die Klimawirkung nicht auszuarbeiten.
Beeinträchtigung des Warentransports auf Binnenwasserstraßen	Beeinträchtigungen des Warentransports auf Binnenwasserstraßen können der KWRA 2021[221] zufolge vor allem durch extreme Niedrigwasserstände entstehen. Mögliche Beeinträchtigungen können dann etwa verringerte Transportmengen, Lieferverzögerungen oder die Notwendigkeit zur Umladung der Güter auf andere Verkehrsträger sein. Die möglichen Auswirkungen einer mehrjährigen Dürrephase unter anderem auf die Volkswirtschaft wurden ausführlich in der Risikoanalyse Dürre untersucht[222] .Projektionen des mittleren Beladungsgrads von Binnengüterschiffen für Ober-, Mittel- und Niederrhein lassen dort für alle Schiffstypen sowohl bis Mitte als auch bis Ende des Jahrhunderts eine Abnahme des mittle-

222 Deutscher Bundestag, 2019: Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018, Drucksache 19/9521, S. 37 ff.

Klimawirkung	Erläuterungen
	ren Beladungsgrads erwarten. Die Ergebnisse sind angesichts des erwarteten Abflussgeschehens auf die Bundeswasserstraße Elbe übertragbar. Ausgehend von Projektionen der Niedrigwasserabflüssen steht hier zu erwarten, dass sich die Abladeverhältnisse bis Mitte des Jahrhunderts moderat verändern. Für den Zeitraum bis 2100 werden dann vermehrt längere Niedrigwasserphasen projiziert, die geringere Beladungsgrade und höheren Kosten zur Folge haben könnten. Einschränkungen im Warentransport sind gemäß KWRA 2021 besonders für frei fließende Abschnitte von Wasserstraßen zu erwarten. Die Bundeswasserstraßen in Schleswig-Holstein – Nord-Ostsee-Kanal, Elbe, Elbe-Lübeck-Kanal und Untertrave, Gieselau-Kanal und Eider, Stör, Pinnau, Krückau und das Schlei-Fahrwasser sind im Wesentlichen staugestützt, also nicht frei fließend. Die höchste Tonnage wird auf Elbe und Nord-Ostsee-Kanal befördert, außerdem findet auf Elbe-Lübeck-Kanal und Untertrave sowie auf der Stör noch relevanter Gütertransport statt. Im Rahmen des Workshops wurde für Elbe und Elbe-Lübeck-Kanal ein mögliches Auftreten von Problemen für die Güterschifffahrt infolge von Hoch- oder Niedrigwasser beschrieben. Aufgrund der vergleichsweise geringen Relevanz sowie der Zuständigkeit des Bundes für den Schiffsverkehr auf Bundeswasserstraßen wurde aber sowohl für das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe als auch für das Handlungsfeld Verkehrsinfrastruktur und Mobilität entschieden, die Klimawirkung nicht auszuarbeiten. Weitere Informationen zum Auftreten von Niedrigwasserereignissen in Schleswig-Holstein sind in der Klimawirkung „Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser“ im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft nachzulesen.
Beeinträchtigung des landgestützten Warenverkehrs (Inland)	Gemäß der KWRA 2021[221] ist für die Zukunft durch eine Zunahme an Starkniederschlägen und Heißen Tagen grundsätzlich mit dem Risiko von Beeinträchtigungen des Verkehrs auf Straßen und Schienen zu rechnen, in deren Folge es zu in der Regel kurzen Unterbrechungen von Lieferprozessen und Logistik kommen kann. Zwar wird erwartet, dass die damit verbundenen wirtschaftlichen Auswirkungen für den landgestützten Warentransport generell gering bleiben werden. Allerdings ist festzuhalten, dass für Unternehmen, die bei geringer Lagerhaltung von Rohstoffen, Vorprodukten und Erzeugnissen auf eine dicht getaktete Logistik angewiesen sind, grundsätzlich jede Beeinträchtigung des Warenverkehrs eine relevante Störung bedeutet. In der Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein werden Schäden oder Störungen der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsflusses durch Wetter und Witterung im Handlungsfeld Verkehr behandelt. Da darüber hinausgehende spezifische Informationen, Studien oder Daten zu Folgewirkungen solcher Störungen für Unternehmen in Schleswig-Holstein nicht bekannt sind und für den mengenmäßig bedeutendsten Verkehrsträger Straße in der Regel Möglichkeiten zur Umfahrung von Störungen bestehen, um Schwierigkeiten für die Logistik zu vermeiden oder zu verringern, wurde die Klimawirkung als nicht relevant für eine weitergehende Analyse eingestuft und nicht weiter betrachtet.
Energieverbrauch und Beeinträchtigung bei der Energieversorgung	Klimabedingte Auswirkungen auf den Energiebedarf von Unternehmen werden in der KWRA 2021[221] vor allem mit Blick auf den Bedarf für Kühlenergie zur Prozesskühlung und zur Raumkühlung angesprochen. Des Weiteren wird dort die Versorgung mit Kühlwasser aus Oberflächengewässern bei niedrigen Wasserständen thematisiert. Hinsichtlich der Auswirkungen für die Energieversorgung werden vor allem Beeinträchtigungen von oberirdischen Versorgungsinfrastrukturen infolge von Extremwetter und deren Folgen mit Fokus auf die Stromversorgung angesprochen.

Klimawirkung	Erläuterungen
	Im Rahmen des Workshops wurde die Einschätzung aus der KWRA 2021 geteilt, in der das Klimarisiko der Klimawirkung als gering bewertet wurde. Da Unterbrechungen oder Störungen der Stromversorgung in der Klimarisikoanalyse Schleswig-Holstein im Handlungsfeld Energieinfrastruktur behandelt werden und Informationen für eine detailliertere Betrachtung der konkreten Auswirkungen auf Unternehmen, zum Beispiel in Form von Produktionsausfällen, nicht bekannt sind, wurde die Klimawirkung hier als nicht relevant für eine weitergehende Analyse eingestuft und nicht weiter betrachtet.
Einschränkungen für Industrie und Gewerbe bei der Wasserversorgung	Einen flächendeckenden Wasserstress gibt es in Deutschland bisher nicht. Die Erfahrungen der Jahre 2018, 2019, 2020 und 2022 haben aber sehr deutlich gemacht, dass die Situation regional stark unterschiedlich ist und es, je nach dem Wasserdargebot vor Ort, lokal oder regional zu Engpässen kam[223]. Für Schleswig-Holstein ist die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Wasserverfügbarkeit in der Klimarisikoanalyse in der Klimawirkung „Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit“ beschrieben. Für Unternehmen, die in größerem Umfang auf Wasser als Rohstoff oder für Produktionszwecke, beispielsweise zur Kühlung, angewiesen sind, können sich aus einer abnehmenden Wasserverfügbarkeit, wie sie beispielsweise in den Jahren 2018 bis 2022 aufgetreten ist, möglicherweise Engpässe ergeben. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn in länger andauernden Trockenperioden die Wasserverfügbarkeit gering ist und für andere Nutzungen ein erhöhter Wasserbedarf besteht oder es in einigen Unternehmen oder Branchen sogar zu hitzebedingten Nachfragespitzen kommt. In der KWRA 2021[221] wurde der Klimawirkung für die Gegenwart ein mittleres, bis Mitte und Ende des Jahrhunderts ein geringes bis mittlere Klimarisiko beigemessen und ein dringendes Handlungserfordernis attestiert. In dieser Bewertung spiegelt sich die Einschätzung wider, dass der Wasserbedarf von Industrie und Gewerbe in Deutschland infolge fortschreitender technischer Lösungen und einem geringeren Kühlwasserbedarf thermischer Kraftwerke zwar grundsätzlich abnimmt, allerdings auch das Wasseraufkommen durch zunehmende Trockenheit geringer ist. Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung für Schleswig-Holstein ebenfalls als relevant eingestuft. Da jedoch im Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft in den Klimawirkungen „Veränderung von Grundwasserneubildung und Grundwasserverfügbarkeit“ und „Ökologische Beeinträchtigungen durch Niedrigwasser“ sowie im Handlungsfeld Energieinfrastruktur in der Klimawirkung „Veränderung der Kühlwasserverfügbarkeit für die Wasserelektrolyse“ wesentliche Teilaspekte des Themas bereits behandelt sind, wurde für das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe auf die Ausarbeitung einer eigenen Klimawirkung verzichtet. Im Kontext der Fortschreibung der Klimarisikoanalyse ist zu prüfen, ob die Ausarbeitung einer eigenen Klimawirkung wesentliche zusätzliche Erkenntnisse erwarten lässt.
Freisetzung gefährlicher Stoffe	Die KWRA 2021[221] beschreibt in dieser Klimawirkung (extreme) Wetter- und Witterungsbedingungen als eine möglicherweise relevante Ursache für die Freisetzung gefährlicher Stoffe. Als mögliche Faktoren benennt sie unter anderem Hochwasser und Überflutungen, Blitzeinschläge, Starkniederschläge, niedrige Temperaturen und Stürme, die zu Störfällen und Unfällen führen können, bei denen ein hohes Risiko zur Freisetzung gefährlicher Stoffe, aber auch von Bränden oder Explosionen besteht. Insgesamt wurde das Klimarisiko für diese Klimawirkung sowohl für die nahe als auch die ferne Zukunft als mittel eingestuft, ohne dass aber ein dringendes Handlungserfordernis festgestellt wurde. Spezifische Aussagen zur Betroffenheit einzelner Bundesländer enthält die KWRA 2021 nicht.

223 UBA, 2023: Trockenheit in Deutschland – Fragen und Antworten.

Klimawirkung	Erläuterungen
	Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung als nicht relevant eingestuft und in der Klimarisikoanalyse für Schleswig-Holstein nicht weiter betrachtet.
Leistungseinbußen von Beschäftigten	Diese Klimawirkung der KWRA 2021[221] führt aus, dass eine steigende durchschnittliche Lufttemperatur sowie häufiger auftretenden Hitzewellen sowohl für Tätigkeiten in Innenräumen als auch im Freien Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit der Beschäftigten beziehungsweise eine geringere Arbeitsproduktivität nach sich ziehen können. Es wird erwartet, dass infolgedessen wirtschaftliche Verluste entstehen. Als weitere Faktoren, die die Leistungsfähigkeit möglicherweise einschränken, können im Freien die Folgen von Extremereignissen wie Sturm, Starkregen oder Hagel sowie die Folgen steigender UV- und Ozon- sowie Pollenbelastungen hinzukommen. In der KWRA 2021 wurde der Klimawirkung bis zur Mitte des Jahrhunderts ein geringes bis mittleres und bis zum Ende des Jahrhunderts ein mittleres bis hohes Klimarisikos beigemessen und ein dringendes Handlungserfordernis festgestellt. Spezifische Aussagen zur Betroffenheit einzelner Bundesländer enthält die KWRA 2021 nicht Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung für Schleswig-Holstein ebenfalls als relevant eingestuft. Aufgrund einer eingeschränkten Datenverfügbarkeit war eine weitergehende Bearbeitung allerdings nicht möglich. Die Klimawirkung ist zur Bearbeitung im Rahmen der Fortschreibung der Klimarisikoanalyse vorgesehen. Dabei soll insbesondere ein enger Bezug zu hitzebezogenen Ergebnissen der Klimaanalyse sowie zu den Klimawirkungen „Veränderung der Morbidität und Mortalität durch Hitze“ (Handlungsfeld Menschliche Gesundheit, Kapitel 10) sowie „Zusätzliche Wärmebelastungen durch den städtischen Wärmeinseleffekt“ (Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude, Kapitel 4) hergestellt werden.
Beeinträchtigung von Produktionsprozessen	In der KWRA 2021[221] werden für diese Klimawirkung Informationen und Erkenntnisse zu weiteren Klimawirkungen aus verschiedenen Handlungsfeldern zusammengeführt, die sich einzeln oder summarisch sekundär auch auf Produktionsprozesse auswirken können. Als zusätzlichen Aspekt benennt die KWRA 2021 zu dieser Klimawirkung die Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit von Maschinen, ohne allerdings die Wirkungsweise näher zu beschreiben. Es ist davon auszugehen, dass diese Auswirkung für einzelne Unternehmen beziehungsweise Produktionsbereiche oder gar einzelne Produktionsanlagen sehr spezifisch ausfällt. Zudem wird in der KWRA 2021 angeführt, dass die erwartete digitale Transformation der Industrie und die zunehmende Automatisierung zu grundlegenden Veränderungen von Produktionsprozessen führen, deren Klimavulnerabilität derzeit nicht eingeschätzt werden kann. In der KWRA 2021 wurde das Klimarisiko der Klimawirkung als gering eingeschätzt, spezifische Aussagen zur Betroffenheit einzelner Bundesländer enthält die KWRA 2021 nicht. Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung als nicht relevant eingestuft und in der Klimarisikoanalyse nicht weiter betrachtet.
Veränderung des Aufwands für die betriebliche Planung	Gemäß KWRA 2021[221] wirken sich viele der oben bereits angeführten Klimawirkungen neben zahlreichen nicht klimabedingten Faktoren auch auf die betriebliche Planung von Unternehmen aus. Der Planungsaufwand kann sich beispielsweise verändern, wenn Logistikprozesse aufgrund eingeschränkter Lieferketten aufwändiger werden oder vermehrt kurzfristige Alternativlösungen infolge von klimabedingten Beeinträchtigungen entwickelt werden müssen. Insgesamt wird mit einem zunehmenden Aufwand für die betriebliche Planung infolge des Klimawandels gerechnet. Dabei sind die Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Aufwands für die betriebliche Planung aufgrund der komplexen Wirkmechanismen und Rückkopplungseffekte mit großen Unsicherheiten verbunden. In der KWRA 2021 wurde das Klimarisiko der Klimawirkung als gering eingeschätzt,

Klimawirkung	Erläuterungen
	spezifische Aussagen zur Betroffenheit einzelner Bundesländer enthält die KWRA 2021 nicht. Im Rahmen des Workshops wurde die Klimawirkung als nicht relevant eingestuft und in der Klimarisikoanalyse für Schleswig-Holstein nicht weiter betrachtet.

16.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Die wirtschaftliche Bedeutung der Klimawirkungen „Einschränkungen für Industrie und Gewerbe bei der Wasserversorgung“ sowie „Leistungseinbußen von Beschäftigten“ ist schwer abzuschätzen und somit unterschiedlich ausgefallen. Von hoher wirtschaftlicher Bedeutung könnten Leistungseinbußen von Beschäftigten aufgrund der steigenden Temperaturen sein, jedoch ist Schleswig-Holstein durch seine Lage zwischen den Meeren mit Blick auf diese Klimawirkung im bundesweiten Vergleich klimatisch begünstigt. Nur im Süden des Bundeslands könnte das Thema von Bedeutung werden. Auch die Einschätzungen der Fachleute hinsichtlich der Wasserversorgung gehen stark auseinander. Hintergrund sind unterschiedliche Annahmen zum künftigen Wasserbedarf durch Industrie und Gewerbe. Projektionen gehen von einem Rückgang des Wasserbedarfs aus. Jedoch könnten einzelne Industrieansiedlungen im Bereich der Großindustrie oder von Datenzentren, die viel Kühlwasser brauchen, lokal zu einem deutlich steigenden Wasserbedarf führen. Diese Unsicherheit vor allem beim künftigen Wasserbedarf führte im Zuge des Bewertungsprozesses zu dem Votum, dass bezüglich der Einschränkungen für Industrie und Gewerbe bei der Wasserversorgung Handlungsbedarf (genaue Erfassung des Wasserbedarfs und der Kreislaufführung in der Produktion) gegeben ist. Insgesamt sind jedoch, passend zu den uneinheitlichen Bewertungen der Bedeutung, auch die Einschätzungen des Handlungsbedarfs überwiegend nicht eindeutig.

16.4 Handlungsziel

Industrie und Gewerbe befähigen, geordnet, vorausschauend und flexibel auf klimatische Veränderungen zu reagieren

Gezielte Klimaanpassungsmaßnahmen sollen langfristig die grundlegenden Rahmenbedingungen für wirtschaftlichen Erfolg erhalten. Dazu zählen insbesondere:

- eine leistungsfähige, verlässliche und bezahlbare Infrastruktur,
- der Zugang zu wichtigen Produktionsfaktoren wie Kapital, Roh- und Betriebsstoffe, Fachkräfte und Wissen sowie
- eine hohe Anpassungs- und Kooperationsbereitschaft aller relevanten Stakeholder.

Die Beiträge der Maßnahmen des Landes zur Erreichung des Handlungsziel werden im Kapitel 16.5.3 als Unterziele dargestellt.

16.5 Maßnahmen zur Anpassung

Im Bewusstsein, dass Klimaschutz und Klimaanpassung zwei Seiten derselben Medaille sind, werden im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Maßnahmen ergriffen, die eine nachhaltige und geordnete Klimaanpassung von Industrie und Gewerbe sicherstellen und Rücksicht auf die Klimaanpassungsstrategien des Bundes und der EU nehmen. Im Idealfall bringt die wirtschaftliche Anpassung eine Vielzahl legitimer Interessen zu einem angemessenen Ausgleich und dient zugleich dem Klimaschutz.

Davon ausgehend ist im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe zwischen eigenverantwortlichen Maßnahmen von Unternehmen, Kammern und/oder Verbänden sowie ergänzenden strategischen Maßnahmen des Landes zu differenzieren. Dieser Ansatz trägt staatlichen Handlungsspielräumen, die durch die Haushalts- und Rechtslage begrenzt sind, Rechnung. Gleichzeitig entstehen Freiräume, die aufgrund der vielfältigen Unternehmensstrukturen im Land flexible und individuell passende Lösungen ermöglichen.

16.5.1 Maßnahmenempfehlungen für Unternehmen

Im Falle von Unternehmen ergeben sich unter anderem folgende Möglichkeiten der Anpassung:

- die generelle Ausrichtung der Produktionsweisen und Technologien an den Folgen des Klimawandels (zum Beispiel durch die Anpassung industrieller Systeme inklusive der Produktionsstätten an steigende Durchschnitts- und Höchsttemperaturen, Wassermangel sowie häufigere und intensivere Extremwetterereignisse),

- die Sicherstellung angemessener Arbeitsbedingungen und die Gewährleistung eines hohen Arbeitsschutzniveaus, um Fachkräfte anwerben und halten zu können (zum Beispiel durch die Umsetzung neuer Anforderungen an den Hitzeschutz im Freien und in Gebäuden, durch den Schutz vor stärkerer Sonneneinstrahlung (UV-Schutz) und durch den Schutz vor Extremwetter bei exponierter Tätigkeit),

- der Fokus auf resiliente Geschäftsbeziehungen, die mehr Sicherheit vor Produktionsausfällen gewährleisten (weniger „Just-In-Time“),

- wenn möglich, die Absicherung von klimawandelbedingten Risiken durch die Versicherung von Extremwetterschäden und Betriebsunterbrechungen und

- die Durchführung betrieblicher Vulnerabilitäts- sowie geschäftlicher Umfeld-/Umweltanalysen, die Überprüfung von Standort und Infrastruktur sowie die Einführung eines modernen Risikomanagements, das den Klimaanpassungsbedarf fortlaufend berücksichtigt.

16.5.2 Maßnahmenempfehlungen für Kammern und Verbände

Für Kammern und Verbände werden insbesondere folgende Maßnahmen als sinnvoll eingestuft:

- die Durchführung branchenbezogener Vulnerabilitätsanalysen,

- der Wissenstransfer durch Bündelung und Bereitstellung industriell relevanten Klimaanpassungswissens (zum Beispiel durch branchenbezogene Veröffentlichung von Best-Practice-Beispielen der Klimaanpassung oder durch die Verbreitung von Informationen über branchentypische Vulnerabilitäten),

- die Durchführung von Klimaanpassungsberatungen für kleine und mittlere Unternehmen sowie

- die Unterstützung brancheninterner Frühwarnsysteme mit einem Monitoring der Lieferketten und Absatzwege.

16.5.3 Maßnahmen des Landes

16.5.3.1 Berücksichtigung von Klimaanpassung in Landesförderprogrammen

Instrumente

- Die Landesregierung von Schleswig-Holstein berücksichtigt die Klimaanpassung in ihrem Landesprogramm Wirtschaft (LPW). Das LPW 2021-2027 bündelt Fördermittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW) und des Landes. Mit dem LPW setzt die Landesregierung auf Investitionen in Innovation, Digitalisierung und Dekarbonisierung, um die wirtschaftliche Entwicklung Schleswig-Holsteins weiter voranzubringen. Schwerpunkte der Förderung sind dabei die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Innovation und Technologietransfer zwischen Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, aber auch Kommunen sowie Maßnahmen zur Unterstützung von Energiewende und Klimaschutz. Geeignete Maßnahmen zur Klimaanpassung werden berücksichtigt. Solche sind auch Bestandteil der Antragstellung bei EFRE-Vorhaben: bei der Berücksichtigung des bereichsübergreifenden Grundsatzes der „nachhaltigen Entwicklung“ und der Durchführung einer Klimaverträglichkeitsprüfung bei Infrastrukturvorhaben.

Unterziel

- Wirtschaftliche Entwicklung mit Berücksichtigung der Klimaanpassung

Synergie

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Forschung (Kapitel 19).

16.5.3.2 Förderung des Wissenstransfers und Stärkung des Risikobewusstseins

Instrumente

- Die Durchführung von Informationskampagnen sowie die Erarbeitung von Leitfäden stellen für die Landesregierung Möglichkeiten zur Förderung des Wissenstransfers, zur Stärkung des Risikobewusstseins und/oder zur strategischen Koordination von industriell relevanten Maßnahmen im Verbund mit Kommunen, Kammern, Fachverbänden, Wetterdiensten und der Wissenschaft dar.

- Auch ein Austausch über industrielle Klimaanpassungsmaßnahmen mit benachbarten Ländern sowie Anrainerstaaten von Nord- und Ostsee, zum Beispiel durch Best-Practice-Beispiele, kommt in Betracht.

- Die EU unterstützt die transnationale Zusammenarbeit mit Förderprogrammen.

Unterziele

- Vernetzung und Entwicklung von gemeinsamen Lösungen zur Anpassung

- Förderung informierter Entscheidungen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Bildung (Kapitel 18) und Forschung (Kapitel 19).

17 Tourismus

17.1 Relevanz des Handlungsfelds

Schleswig-Holstein zählt zu den beliebtesten Urlaubsländern Deutschlands. Die große und kontinuierlich steigende Zahl an Gästen macht den Tourismus zu einem bedeutsamen Wirtschaftszweig: Der Umsatz der Branche lag im Jahr 2024 bei rund 10,8 Milliarden Euro[224]. Dies entspricht dem Aufkommen großer Industriezweige. Die positive Entwicklung im Tourismussektor des Landes ist unter anderem auf die facettenreiche Ausrichtung des Angebots auf unterschiedliche Zielgruppen und Reiseanlässe zurückzuführen. Neben dem klassischen Bade- und Erholungstourismus an den Küsten umfasst das touristische Angebot auch das Naturerleben im Binnenland, die Gesundheitsförderung in den Kur- und Erholungsorten ebenso wie die zahlreichen Kulturschätze in den historischen Kulturlandschaften und Städten. Das Angebot lockt Gäste nicht nur für einen längeren Urlaub, sondern bietet auch vielfältige Möglichkeiten für Kurzurlaube und Tagesreisen.

Infolge des Klimawandels verändern sich die klimatischen Rahmenbedingungen für Reisen nach und Aufenthalte in Schleswig-Holstein. Viele touristische Aktivitäten finden im Freien statt und sind direkt von Wetter und Witterung, aber auch von den langfristigen klimatischen Bedingungen abhängig. Extremereignisse wie Hitzeperioden, Sturmfluten oder Starkregen können zudem die Funktionstüchtigkeit und die Nutzung touristischer Infrastrukturen beeinflussen. Der Klimawandel wirkt sich damit unmittelbar auf Reiseentscheidungen und die Nachfrage, auf Betriebsabläufe sowie die regionale Wertschöpfung aus. Um der Komplexität der touristischen Aufgaben gerecht zu werden und das touristische Angebot auch vor dem Hintergrund des Klimawandels optimal aufzustellen, bildet eine eng aufeinander abgestimmte Zusammenarbeit von Politik, Verwaltung und Tourismuswirtschaft einen zentralen Baustein der Tourismusentwicklung in Schleswig-Holstein[225]. Nahtstellen zwischen den Ministerien gewährleisten eine ressortübergreifende Koordination des Tourismussektors auf politischer Ebene. In einer strategischen Steuerungs-, Marketing- und Managementfunktion ist die Tourismus-Agentur Schleswig-Holstein auf Landesebene mit den regionalen Destination Management Organisationen sowie den lokalen Tourismusorganisationen verzahnt. Die Wertschöpfung vor Ort wird vor allem durch die kleinen und mittleren Unternehmen getragen, die das touristische Angebot in den Destinationen mitgestalten. Zu diesen lokalen Akteurinnen und Akteuren gehören insbesondere die Beherbergungsbetriebe, die Gastronomien sowie die Freizeit- und Erlebnisanbieterinnen und -anbieter.

Im Fokus der touristischen Entwicklung in Schleswig-Holstein stehen die nachhaltige Qualitätssicherung bei bestehenden Strukturen sowie die bedarfsgerechte Weiterentwicklung des Angebots, um den zukünftigen Anforderungen an den Tourismus – auch vor dem Hintergrund des Klimawandels – zu begegnen. Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Verstetigung der Nachfrage über das Jahr hinweg im Rahmen der Stärkung des Ganzjahrestourismus. Die hohe touristische Nachfrage hat in den letzten Jahren vor allem in der Hauptsaison bereits einzelne Regionen und Orte an den Küsten und auf den Inseln an die Grenzen des Wachstums gebracht[225]. Aus den klimatischen Veränderungen können in Schleswig-Holstein allerdings auch wirtschaftliche und touristische Chancen erwachsen, die eine Verlängerung der Saison aufgrund der sich verändernden klimatischen Bedingungen und neue Angebote für den Ganzjahrestourismus begünstigen. Dies könnte dazu beitragen, die saisonalen Belastungsspitzen an den Küsten abzufedern. Die systematische Auseinandersetzung mit bestehenden und zukünftigen Herausforderungen bildet eine wesentliche Voraussetzung, um die Wettbewerbsfähigkeit des Tourismus in Schleswig-Holstein zu erhalten und zugleich neue Chancen für die nachhaltige Weiterentwicklung des Sektors aktiv zu nutzen.

224 Landesportal Schleswig-Holstein 2026: Zahlen zum Tourismus (letzte Aktualisierung: 25.03.2026)

225 MWVATT, 2022: Tourismusstrategie Schleswig-Holstein 2030.

17.2 Klimawirkungen im Handlungsfeld

17.2.1 Bearbeitete Klimawirkung

Veränderung der klimatischen Attraktivität von Tourismusdestinationen

Aufgrund der ausgedehnten Küstenlinien an Nord- und Ostsee, der vorgelagerten Inseln und Halligen sowie der landschaftlichen Vielfalt im Binnenland sind naturbezogene Tourismusformen von besonderer Bedeutung in Schleswig-Holstein. Das „Naturerlebnis“ gilt schon heute als ein wichtiger Anziehungspunkt für Urlaubsgäste, ist aber auch ein Kernthema mit Blick auf die künftige touristische Profilierung des Landes. Ein Großteil des naturbezogenen touristischen Angebots basiert auf Aktivitäten im Freien, darunter Baden, Wassersport, Wandern und Radfahren, und ist in hohem Maße von Wetter und Witterung abhängig. Die klimatische Attraktivität ist damit ein entscheidender Standortfaktor für den Tourismus in Schleswig-Holstein.

Die gesamte Bandbreite der Auswirkungen des Klimawandels auf die klimatische Attraktivität von Tourismusdestinationen und den sich aus diesen Veränderungen ergebenden Chancen und Risiken für Anbieterinnen und Anbieter lässt sich nicht umfänglich erfassen, da belastbare und flächendeckende Datengrundlagen fehlen. Umfang und Art der Auswirkungen hängen zudem stark von der individuellen Angebotsgestaltung sowie der Anpassungsfähigkeit der Akteurinnen und Akteure vor Ort ab. Als Maß für die klimatische Attraktivität und damit für das Monitoring der Klimawirkung werden behelfsweise zum einen die Entwicklung der Anzahl von Badetagen und zum anderen die Anzahl der Tage mit „Tourismusklima“ herangezogen. Diese Kenngrößen beleuchten ausgewählte klimatische Aspekte speziell aus Sicht des Tourismus. Als Badetag gilt ein Tag, an dem das Tagesmittel der Wassertemperatur über 15 °C liegt. Die jährliche Anzahl der Badetage ergibt sich aus der Zeitspanne vom ersten und letzten Tag, an dem diese Bedingung erfüllt ist. An den ausgewählten Messstationen in Nord- und Ostsee ist die Zahl der Badetage signifikant steigend: So gab es an der Nordsee im Schnitt der Jahre 2013 –2024 19 Badetage mehr als im Schnitt der Jahre 1992–2001 (123 anstatt 104 Badetage). An der Ostsee waren es im Vergleich derselben Zeiträume 27 Badetage mehr (120 anstatt 93 Badetage). Nicht nur die Wasser-, sondern auch die Lufttemperaturen sind im Laufe der letzten Jahrzehnte gestiegen. Grundsätzlich profitiert Schleswig-Holstein aufgrund seiner nördlichen Lage und des maritimen Einflusses von einer günstigen klimatischen Ausgangssituation mit vergleichsweise moderaten Temperaturen. Extreme Hitzeereignisse, die das thermische Wohlbefinden des Menschen und damit auch die Motivation für touristische Aktivitäten beeinträchtigen können, treten bislang nur selten auf. Als besonders angenehm für die Ausübung der genannten Aktivitäten gilt unter anderem, gemäß den Untersuchungen des Deutschen Wetterdienstes, die Kombination aus Tageshöchsttemperaturen zwischen 15 und 30 °C mit möglichst geringem Niederschlag von weniger als 0,5 mm. Tage mit diesen Bedingungen werden deshalb als Tage mit „Tourismusklima“ bezeichnet. Im 30-jährigen Zeitraum 1971–2000 gab es in Schleswig-Holstein durchschnittlich 87,3 solcher Tage pro Jahr. Bedingt durch die räumliche Differenzierung der Lufttemperatur und des Niederschlags traten im genannten Zeitraum im Süden und Südosten des Landes mit der nördlichen Lübecker Bucht und Fehmarn mehr Tage mit Tourismusklima als in den nördlicheren Landesteilen auf.

Der Klimawandel kann zukünftig mit Herausforderungen für den Tourismus verbunden sein. So können häufigere und länger andauernde Hitzeperioden das Wohlbefinden der Gäste beeinträchtigen oder intensive Starkregenereignisse und Sturmfluten örtlich häufiger zu Einschränkungen oder Schäden an touristischen Infrastrukturen führen. Insgesamt ist aber auf Grundlage von Klimaprojektionen davon auszugehen, dass sich die klimatische Attraktivität in Schleswig-Holstein überwiegend günstig entwickeln wird: Landesweit wird infolge der steigenden Lufttemperaturen sowie stabileren Wetterlagen eine weitere Zunahme der Tage mit Tourismusklima erwartet. Dies verbessert die klimatischen Bedingungen für Aktivitäten im Freien, insbesondere in den Übergangsjahreszeiten. Diese Erkenntnisse sind unter anderem für die Küstenregionen relevant, die aufgrund ihrer naturräumlichen Attraktivität und der bereits heute hohen touristischen Intensität als besonders sensitiv gelten. Um künftige Belastungsspitzen zu stemmen und Überlastungen zu vermeiden, ist eine vorausschauende Planung des Angebots für die Anbieterinnen und Anbieter entscheidend. Die klimatischen Entwicklungen sind aber auch für die bisher weniger frequentierten Destinationen im Binnenland interessant, da sich gerade dort neue Entwicklungschancen, unter anderem mit Blick auf den Ganzjahrestourismus, ergeben.

→ Für weitere Details siehe Kapitel der Klimarisikoanalyse zur Klimawirkung „Veränderung der klimatischen Attraktivität von Tourismusdestinationen“

Verbindungen zum Klimafolgenmonitoring:
Indikator TO-I-1: Anzahl der Badetage[226]

17.2.2 Weitere diskutierte Klimawirkungen

Ausgehend von den in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes aus dem Jahr 2021[227] beschriebenen Klimawirkungen wurden im Rahmen von handlungsfeldspezifischen Fachworkshops gemeinsam mit Expertinnen und Experten die in der nachfolgenden Tabelle 17 aufgeführten weiteren Klimawirkungen diskutiert. Auf der Grundlage einer Einschätzung zur aktuellen Relevanz für Schleswig-Holstein und den bisher verfügbaren Datengrundlagen wurden diese Klimawirkungen nicht für eine weitere Bearbeitung im Rahmen der Klimarisikoanalyse ausgewählt.

Tabelle 17: Weitere diskutierte Klimawirkungen

Klimawirkung	**Erläuterungen**
Einschränkungen des Gesundheitstourismus durch Hitze	Der Gesundheitstourismus umfasst insbesondere Kur- und Erholungsaufenthalte, die auf gesundheitsfördernde natürliche Standortfaktoren wie Klima, Luftqualität und Wasserqualität angewiesen sind. Schleswig-Holstein verfügt über eine Vielzahl an Kur- und Erholungsorten, insbesondere in den Küstenregionen an Nord- und Ostsee, deren Attraktivität maßgeblich auf dem maritimen Klima und den bioklimatischen Reizfaktoren basiert. Die Prädikatisierung dieser Orte sowie ihre touristische Attraktivität bei Gästen sind eng an das Vorliegen geeigneter klimatischer Bedingungen geknüpft. Steigende Temperaturen und häufiger auftretende Hitzeereignisse können zur Überschreitung bioklimatischer Belastungsschwellen führen, das thermische Wohlbefinden von Gästen beeinträchtigen und damit die Eignung einzelner Standorte für gesundheitsbezogene Aufenthalte einschränken. Die Klimawirkung ist für Schleswig-Holstein grundsätzlich relevant. Der Gesundheitstourismus bildet einen zentralen Bestandteil des touristischen Portfolios des Landes. Extreme Hitzeereignisse, die das Bioklima in relevantem Maß beeinträchtigen, treten bislang allerdings nur selten auf. Bis zur Mitte des Jahrhunderts ist zudem nur eine moderate Zunahme von Hitzeereignissen zu erwarten. Die für den Gesundheitstourismus besonders relevanten Küstenregionen sind aufgrund des maritimen Klimas und der Windverhältnisse deutlich weniger von Hitze belastet. Systematisch erfasste, flächendeckende Datengrundlagen zur aktuellen sowie zukünftigen Betroffenheit einzelner Kur- und Erholungsorte liegen nicht vor. Mögliche Auswirkungen der klimatischen Veränderungen auf das gesundheitstouristische Angebot hängen stark von den lokalen Standortbedingungen sowie von der Angebotsgestaltung und Anpassungsfähigkeit der Einrichtungen vor Ort ab. Konkrete Risikoabschätzungen zu dieser Klimawirkung sind aus diesen Gründen derzeit nicht möglich. Relevante Schnittstellen bestehen mit der in diesem Handlungsfeld bearbeiteten Klimawirkung „Veränderung der klimatischen Attraktivität von Tourismusdestinationen“ sowie mit den hitzebezogenen Klimawirkungen in den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Stadt- und Siedlungsentwicklung„Gebäude (Kapitel 4).
Einschränkungen des Wintertourismus durch fehlende Schneesicher-	Der schneeabhängige Wintertourismus ist in vielen Regionen Deutschlands und Europas ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Insbesondere in Mittel- und Hochgebirgslagen stellt die Schneesicherheit eine zentrale Voraussetzung für wintertou-

226 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt TO-I-1.

227 Wolf et al. im Auftrag des UBA, 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit, Climate Change 24/2021, Dessau-Roßlau.

heit	ristische Angebote wie Skisport, Langlauf oder weitere schneegebundene Freizeitaktivitäten dar. Der Klimawandel führt in diesen Regionen bereits heute zu einer Abnahme der Schneesicherheit, einer Verkürzung der Wintersaison sowie zu steigenden Betriebskosten, beispielsweise durch künstliche Beschneiung. In Schleswig-Holstein spielt der schneeabhängige Wintertourismus aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten hingegen keine Rolle.
Schäden an touristischen Infrastrukturen und Betriebsunterbrechungen	Die Attraktivität Schleswig-Holsteins als Reiseland ist in hohem Maße an eine funktionsfähige und gut ausgebaute touristische Infrastruktur gebunden. Dazu zählen neben Beherbergungs- und Freizeiteinrichtungen insbesondere öffentliche touristische Infrastrukturen wie Strände, Promenaden, Seebrücken, Häfen sowie Rad- und Wanderwege. Gerade in den Küstenregionen, die eine zentrale Rolle für den Tourismus des Landes spielen, sind diese Infrastrukturen eng mit den natürlichen Gegebenheiten des Küstenraums verknüpft und gegenüber klimatischen Veränderungen besonders exponiert. Für Schleswig-Holstein ist diese Klimawirkung von hoher Relevanz. Die Küstenregionen sind unter anderem durch den Meeresspiegelanstieg, Sturmfluten, Starkwindereignisse sowie Starkregenereignisse gefährdet. Sturmfluten können sowohl zu kurzfristigen Betriebsunterbrechungen als auch zu erheblichen Schäden an touristischen Infrastrukturen infolge von Überflutungen und Erosionsprozessen führen, bis hin zum Verlust ganzer Strandabschnitte. Erosionsbedingte Beeinträchtigungen werden aus tourismusfachlicher Sicht beispielsweise durch Strandsperrungen oder den Wegfall küstennaher Nutzungen sichtbar. Auch Hoch- und Niedrigwasserstände können lokal Einschränkungen verursachen, etwa für den touristischen Schifffahrtsbetrieb. Neben den Küstenregionen können auch touristische Infrastrukturen im Binnenland betroffen sein. Schäden am ausgedehnten Rad- und Wanderwegenetz, an Waldwegen oder an gewässernahen Infrastrukturen können infolge von Starkregen, Überschwemmungen, Trockenperioden oder Hitzewellen auftreten. Das Risiko für Tourismusdestinationen ergibt sich dabei weniger aus graduellen Veränderungen als vielmehr aus der Zunahme von Extremereignissen, die zu akuten Schäden und temporären Nutzungsausfällen führen. Während für einzelne Regionen und Infrastrukturelemente – insbesondere im Küstenraum – Daten verfügbar sind, fehlt bislang ein landesweit einheitliches, systematisches Monitoring von klimabedingten Schäden an touristischer Infrastruktur. Entsprechende Informationen liegen nicht flächendeckend und nicht für alle touristisch genutzten Infrastrukturen vor. Eine übergreifende Risikoabschätzung wird zudem dadurch erschwert, dass Art und Ausmaß möglicher Schäden stark von lokalen Gegebenheiten wie Lage, Exposition, Bauweise, Nutzungsintensität sowie bestehenden Schutz- und Anpassungsmaßnahmen abhängen. Schnittstellen bestehen mit der Klimawirkung „Veränderung von Küstenrückgang und -erosion“ im Handlungsfeld „Küstenschutz“, „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser und Küstenhochwasser“ im Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung,Gebäude (Kapitel 4) sowie „Windbedingte Einschränkungen des Straßen- und Schienenverkehrs“ im Handlungsfeld Verkehr undVerkehrsinfrastruktur (Kapitel 5)
Verlagerung der Nachfrage	Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Klimawandel unter den zahlreichen Faktoren, die Reiseentscheidungen und die touristische Nachfrage beeinflussen, aktuell und auch zukünftig nur eine nachgeordnete Rolle spielt. Andere Einflussgrößen wie wirtschaftliche Rahmenbedingungen, Infrastrukturqualität, Freizeitangebote oder Marketingaktivitäten dominieren die Reiseentscheidungen der Gäste. Aspekte der Klimawirkung – insbesondere mit Blick auf die weitere Stärkung des Ganzjahrestourismus in Schleswig-Holstein zur Steuerung der Nachfrage – sind Bestandteil der Ausführungen zur bearbeiteten Klimawirkung „Veränderung der klimatischen Attraktivität von Tourismusdestinationen“.

17.3 Bedeutung der Klimawirkungen und Handlungsbedarf

Im Handlungsfeld Tourismus wurde die Klimawirkung „Schäden an touristischen Infrastrukturen und Betriebsunterbrechungen“ als hochbedeutend bewertet. Diese Einschätzung gilt sowohl für die soziale und die ökologische als auch die wirtschaftliche Bedeutung unter der Annahme, dass Sandstrände, Promenaden und Seebrücken als touristische Infrastrukturen gelten. Diese sind insbesondere durch Sturmfluten bedroht. Dies im Blick behaltend sahen die an der Bewertung beteiligten Fachleute Handlungsbedarf seitens der Landesregierung.

17.4 Handlungsziel

Eine möglichst selbständige und zukunftsfähige Aufstellung der touristischen Akteurinnen und Akteure im Umgang mit den Folgen des Klimawandels

Die touristischen Akteurinnen und Akteure sollen in die Lage versetzt werden, die negativen Folgen des Klimawandels mit Anpassungsmaßnahmen abzumildern und gleichzeitig neue Chancen zu nutzen. Dafür gibt das Land die rechtlichen und strategischen Rahmenbedingungen vor und unterstützt die touristischen Akteurinnen und Akteure im Rahmen der finanziellen und personellen Möglichkeiten. Letztlich muss jedoch jede Destination ihre eigenen, individuellen Maßnahmen entwickeln. Touristische Akteurinnen und Akteure sowie die Landesregierung werden sich dafür einsetzen, dass bei EU- und Bundes-Förderprogrammen auch die Anpassung touristischer Infrastrukturen an die Folgen des Klimawandels berücksichtigt wird.

Die Beiträge der Maßnahmen zur Erreichung des Handlungsziels werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

17.5 Maßnahmen zur Anpassung

17.5.1 Strategieerarbeitung, Planung und Steuerung

Instrumente

- Mit der Gesamtstrategie „Entwicklung Ostseeküste 2100“ wird die Landesregierung evaluieren, wie die Zukunft der Ostseeküste unter Einbezug des Tourismus, des Küstenschutzes und des Naturschutzes gestaltet werden kann. Dabei sollen insbesondere Synergien und konkrete Werkzeuge für die Klimaanpassung beleuchtet werden.

- Die Strategie „Nachhaltiger Tourismus in der Destination Weltnaturerbe Wattenmeer“ ("Sustainable Tourism in the Wadden Sea World Heritage Destination") soll einen langfristigen, grenzübergreifenden Rahmen für die Entwicklung eines nachhaltigen Tourismus in der Destination Weltnaturerbe Wattenmeer bieten.

- Der Aktionsplan Ostseeschutz 2030 (APOS 2030) umfasst verschiedene Maßnahmen zum Schutz des Meeres. Unter Einbindung aller Akteurinnen und Akteure sollen hier unter anderem ausgewählte Schutzmaßnahmen gemeinsam entwickelt werden.

- Mit dem in Erstellung befindlichen „Gutachten Ökologische Transformation und Klimafolgenanpassung“, das einen direkten Bezug zum Handlungsfeld 5 der Tourismusstrategie Schleswig-Holstein 2030 hat, soll unter anderem den touristischen Leistungsträgerinnen und Leistungsträgern ein Instrument an die Hand gegeben werden, um sich auch im Hinblick auf den Klimawandel zukunftsfähig aufzustellen.

- Ergänzend zu diesen Landesstrategien sollten die Destinationen auch selbst die Risiken und Chancen des Klimawandels analysieren und basierend darauf nachhaltige, regionale Konzepte, welche den Umgang mit den Folgen des Klimawandels berücksichtigen, erarbeiten. Diese Konzepte sollten vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels zügig umgesetzt und, falls erforderlich, fortgeschrieben werden.

Unterziele

- Koordinierte strategische Steuerung von Aktivitäten in Bezug auf Risiken
- Übergreifende Berücksichtigung von Synergien sowie Minimierung beziehungsweise Vermeidung von Fehlanpassung

Synergien

- Diese Maßnahme weist Synergien zu allen Handlungsfeldern mit Schnittpunkten zum Tourismus auf, insbesondere die Handlungsfelder Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10), Küstenschutz (Kapitel 13) und Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14).

17.5.2 Ausbau der Zusammenarbeit, der Vernetzung und des Wissenstransfers

Instrumente

- Eine Adaption des niedersächsischen Tourismus-Projektes „Klimawandel anpacken – Anpassungsstrategien für den Tourismus in Niedersachsen“ zur Sensibilisierung, Information, Beratung und Förderung der Tourismusakteurinnen und -akteure wird geprüft. Ein solches Projekt würde der Tourismusbranche in Schleswig-Holstein zielgerichtete Werkzeuge und regional maßgeschneiderte Strategien zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels mitgeben.
- Workshops wie „Aufsatteln zur fahrradfreundlichen Reiseregion“ bringen Vertreterinnen und Vertreter von Gemeinden, Tourismusorganisationen und Unternehmen an einen Tisch, um den Bedarf und die Möglichkeiten für einen klimabewussten Tourismus zu erörtern. Ein hilfreiches Instrument hierfür sind Gästebefragungen, wie sie vom Klimabündnis Kieler Bucht bereitgestellt wurden[228].
- Der „Klimalotse“, ein Leitfaden des UBA zur Anpassung an die Klimawandelfolgen, bietet die Grundlage für einen Handlungsleitfaden für Destinationsmanagerinnen und -manager zur Initiierung, Durchführung und Organisation von Anpassungsprozessen.
- Neben der Unterstützung einer engen Vernetzung und Zusammenarbeit der touristischen Akteurinnen und Akteure beispielsweise mithilfe der Wissensplattform für den Tourismus in Schleswig-Holstein (Touhuus), welche ihrerseits die Gäste und Einheimischen für einen behutsamen Umgang mit den natürlichen Ressourcen sensibilisieren sollen, verbessert auch die Verknüpfung der touristischen Strategien mit anderen relevanten Strategien, Maßnahmenplänen und Projekten, wie zum Beispiel der Biodiversitätsstrategie für Schleswig-Holstein[229], die Erfolgsaussichten von Klimaanpassungsmaßnahmen.

Unterziele

- Entwicklung von gemeinsamen Lösungen zur Anpassung des Tourismus

228 MELUND, 2017: Anpassung an den Klimawandel, Fahrplan für Schleswig-Holstein.

229 MELUND, 2021: Kurs Natur 2030 - Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Schleswig-Holstein.

- Schaffen einer Grundlage für informierte Entscheidungen

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Stadt- und Siedlungsentwicklung, Gebäude (Kapitel 4), Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5) sowie Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (Kapitel 14), Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Küstenschutz (Kapitel 13).

17.5.3 Erhalt oder Verbesserung der Angebotsqualität durch touristische Dienstleisterinnen und Dienstleister

Instrumente

- Touristische Leistungsträgerinnen und Leistungsträger sollten sich mit dem Thema auseinandersetzen, um den Gästen, denen der Klimawandel immer bewusster wird, attraktive Angebote machen zu können. Wetterunabhängige Angebote in den Bereichen Natur-, Kultur-, Gesundheits- und Wellnesstourismus sollten ausgebaut werden.

- Für das Thema Nachhaltigkeit von Leistungsträgerinnen und Leistungsträgern wird das Land den Selbstcheck des „Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW“ adaptieren.

- Gleichzeitig sollte die Tourismussaison mit neuen Angeboten, auch im Bereich Sport und Freizeit, verlängert und die Nebensaison generell gestärkt werden[230]. Klimawandelbedingt nicht mehr mögliche touristische Wassersportangebote (zum Beispiel aufgrund von Veränderungen des Wellengangs[231]) sollten nach Möglichkeit verlagert und entsprechende Alternativen gefunden werden.

- Eine Anpassung der Angebote des Angeltourismus an klimawandelbedingte Herausforderungen (wie zum Beispiel die Verlagerung von Fischschwärmen gen Norden, siehe auch Kapitel 10) kann erforderlich werden.

Unterziel

- Sicherung hochwertiger touristischer Angebote

- Berücksichtigung der Entwicklung des Indikators „Badetage an Nord- und Ostsee“[232] bei Gestaltung der Maßnahmen zur Erreichung des Unterziels

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Küstenschutz (Kapitel 13) und Fischerei (Kapitel 15).

230 MWVATT, 2022: Tourismusstrategie Schleswig-Holstein 2030.

231 UBA und BMU, 2020: Handlungsleitfaden Anpassung an den Klimawandel: Die Zukunft im Tourismus gestalten.

232 Klimafolgenmonitoring Schleswig-Holstein – Faktenblatt TO-I-1.

17.5.4 Anpassung der touristischen Infrastruktur

Instrumente

- Bei der Errichtung von Neubauten beziehungsweise bei Ersatzbauten touristischer Infrastruktur an der Nord- und Ostsee, wie beispielsweise Seebrücken und Promenaden, muss der Meeresspiegelanstieg (und insbesondere der höhere Wellenschlag bei Sturmflutereignissen) berücksichtigt werden (die baufachliche Prüfung sieht dies bei Förderprojekten bereits vor).

- Weitere Extremwetterfolgen, wie Überflutungen durch Starkregen sind beim Bau von touristischer Infrastruktur ebenfalls zu berücksichtigen. So sollten Senkenlagen gegebenenfalls vermieden und Mindestabstände zu Bewaldung eingehalten werden.

- Als wichtig wird zudem erachtet, dass die Verteuerung von Betrieb und Instandhaltung touristischer Infrastruktur aufgrund von Extremwetterlagen und Meerversauerung (verkürzte Lebensdauer von im Meer befindlichen Bauwerken) bei der Planung berücksichtigt wird.

- Für stark gefährdete touristische Infrastrukturen (beispielsweise falls Steilküstenabbrüche und/oder Überschwemmungssituationen in Küstenlage eine dauerhafte Verlagerung von Campingplätzen oder Wanderwegen ins Hinterland erfordern) sollen nach Möglichkeit Ausweichflächen durch Gemeinden vorgehalten werden.

- Touristische Betriebe werden sich zudem auch mit dem Thema der klimatischen Veränderungen und insbesondere mit Klimatisierung und Verschattung in Hitzeperioden befassen müssen (siehe Kapitel 4).

Unterziel

- Schutz und Erhalt der touristischen Infrastruktur

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit (Kapitel 10) und Industrie und Gewerbe (Kapitel 16) durch die Förderung des lokalen und regionalen Baugewerbes.

17.5.5 Anpassung der touristischen Mobilität

Instrumente

- Die Entwicklung ganzheitlicher und klimafreundlicher touristischer Mobilitätskonzepte für den motorisierten und nicht-motorisierten Individualverkehr unterstützt die regionale und überregionale Verbesserung der klimaverträglichen Mobilität und fördert das nicht-motorisierte Reisen[233].

- Appell an die Binnenschifffahrt, sich zukunftsfähig aufzustellen und sich an dürrebedingt drohende Niedrigwasserstände an Seen und Flüssen (zum Beispiel durch Einsatz von Schiffen mit weniger Tiefgang) anzupassen.

Effekte

- Zukunftsfähige Ausrichtung der touristischen Mobilität

233 Tourismusverband Schleswig-Holstein, 2021: Leitfaden – Nachhaltige Mobilität in schleswig-holsteinischen Urlaubsregionen, gefördert durch Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH.

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zum Handlungsfeld Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (Kapitel 5).

17.5.6 Förderung der Krisenreaktionskompetenz

Instrumente

- Um den steigenden Anforderungen durch häufigere und intensivere Extremwetterereignisse zu begegnen und im Eintrittsfall eine organisierte Reaktion sicherzustellen, sollten durch die Kommunen gemeinsam mit den touristischen Akteurinnen und Akteuren entsprechende Krisen- und Notfallpläne für die jeweilige Destination erstellt werden. Für potentiell auftretende Trockenperioden wird die Etablierung einer zukunftsfähigen Trinkwasserversorgung von Gästen und Einheimischen empfohlen. Hier könnte zum Beispiel eine Anpassung der Bewässerungsstrategien durch bevorzugte Nutzung von Regenwasser für Golfplätze, Parkanlagen usw. sowie durch die Füllung von Regenwasser-Reservoirs in niederschlagsreichen Zeiten zielführend sein. Zudem kann in Ergänzung zu technischen und organisatorischen Vorsorgemaßnahmen die rechtzeitige Anpassung des Versicherungsschutzes an zukünftige Extremwetterereignisse helfen, den finanziellen Schaden zu begrenzen, sofern solche Ereignisse versicherbar sind.

Effekte

- Sicherstellung eines planvollen Handelns im Falle eines Extremwetterereignisses, Schutz der touristischen Infrastruktur, Schadensbegrenzung

Synergien

- Diese Maßnahme hat Synergien zu den Handlungsfeldern Bevölkerungsschutz (Kapitel 12)- und Menschliche Gesundheit (Kapitel 10).

17.6 Best-Practice-Beispiele

17.6.1 Neugestaltung der oberen Beckergrube in Lübeck

Die Beckergrube in Lübeck wird von Herbst 2024 bis Herbst 2026 umgebaut und mit neuen Bäumen, mehr Grünflächen und einem speziellen Regenwassermanagement klimaresilienter und lebenswerter gemacht (siehe Internetauftritt der Hansestadt Lübeck). Hiermit reagiert die Hansestadt Lübeck auf die extremen Prognosen zur Hitzeentwicklung in der touristisch bedeutsamen Altstadt (Stichwort „Hitzevorsorge“). Ziel ist es, unter anderem die Aufenthaltsqualität in der Altstadt für Einheimische, aber auch für Gäste, zu erhöhen. Generell verfolgt die Hansestadt Lübeck bei ihren städtebaulichen Maßnahmen nicht nur das Thema Verschattung, auch soll die Hansestadt in dicht bebauten Bestandsquartieren sowie bei Neu- und Umbaumaßnahmen luftdurchlässiger werden, um die Versorgung mit Frisch- und Kaltluft zu verbessern.

17.6.2 Touristische Klimaanpassung in Kiel

Die touristischen Anpassungsmaßnahmen der Landeshauptstadt Kiel reichen von technischen Lösungen (wie zum Beispiel angepassten Steganlagen, Beschattungen von Wander- und Radwegen sowie Promenaden durch Begrünung und witterungsunabhängigen Angeboten) über Krisenprävention und -management bis hin zu Besucherinnen- und Besucherlenkung sowie nachhaltiger Mobilität – mit dem Ziel, Risiken zu minimieren und neue

Potenziale zu nutzen. Als zentrale Herausforderungen werden Hitze, Trockenheit, Starkwind und Sturmflut gesehen und mitgedacht (für Details siehe Rahmenkonzept Klimaanpassung der Landeshauptstadt Kiel).

17.6.3 SMILE24

Im Rahmen des von Bund und Land in den Jahren 2023 bis Ende 2025 gemeinsam finanzierten Mobilitätswende-Experiments SMILE24, realisiert durch den NAH.SH sowie die Kreise Rendsburg-Eckernförde und Schleswig-Flensburg, haben neue Mobilitätsangebote und eine verbesserte ÖPNV-Qualität im ländlichen Raum entlang der Schlei alle Menschen nachhaltig mobil gemacht. Die in der Pilotphase gewonnenen Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Entscheidung der Kreise Rendsburg-Eckernförde und Schleswig-Flensburg mit Unterstützung des Landes SMILE24 in 2026, wenn auch in angepasster Form, fortzuführen. So fahren zwischen den regionalen Zentren stündlich Express-Buslinien und ein auf der Strecke Eckernförde – Damp eingesetzter Fahrradbus ermöglicht die Fahrradmitnahme.

17.6.4 Touristische Mobilitätsanalyse Lübecker Bucht

Mit der vom Tourismusverband Schleswig-Holstein e.V. in Auftrag gegebenen und vom Land finanzierten Analyse ist die Mobilität von Übernachtungs- und Tagesgästen in der Lübecker Bucht untersucht worden. Damit wurde eine Grundlage zur Planung und Etablierung von nachhaltigen Mobilitätsangeboten für die Gäste geschaffen. Hier gilt es, auf den Ergebnissen aufzubauen und konkrete Umsetzungsschritte durch die Landesregierung in Zusammenarbeit mit Kommunen sowie Tourismusakteurinnen und -akteuren zu entwickeln.

18 Bildung

18.1 Relevanz des Handlungsfeldes

Bildung bedeutet nicht nur Wissenstransfer, sondern hat ebenfalls die Persönlichkeitsentwicklung, die Meinungsentfaltung und das Erlangen der Fähigkeit hin zu einem eigenständigen und selbstreflektierten Handeln eines jeden einzelnen Menschen zum Ziel. Aufgrund des großen Facettenreichtums an institutionalisierten Bildungseinrichtungen, wie Kindergärten, Schulen, Berufsschulen, Universitäten, aber auch außerschulischen Lernorten, dem sogenannten non-formalen Bildungsbereich, kann eine große Breite an Personen vom Kindergarten- bis zum Erwachsenenalter erreicht werden, um Wissen zu transportieren, Kompetenzen zu vermitteln und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Im Rahmen des didaktischen Konzeptes Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) mit Bezug zum UN-Nachhaltigkeitsziel 4 „Hochwertige Bildung“ (beziehungsweise dem Unterziel 4.7) werden Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung und einer nachhaltigen Lebensweise vermittelt, um den gesellschaftlich relevanten Themen und Herausforderungen von Heute und Morgen begegnen zu können.

Einer der größten gesellschaftlichen Herausforderung der jetzigen und zukünftigen Generationen stellt der anthropogene Klimawandel dar. In der Studie „Naturbewusstsein 2023“[234] vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) bekennen sich mehr als die Hälfte aller befragten Erwachsenen und Jugendlichen in Deutschland zu ihrer Angst, dass die Klimakrise und die Naturzerstörung ihren Lebensstil beeinträchtigen werden. Gleichzeitig sind 74 % der Erwachsenen und 66 % der Jugendlichen bereit, einen umfassenden Wandel der Lebens- und Wirtschaftsweise mitzutragen, um die weltweite Natur-, Umwelt- und Klimakrise aufzuhalten.

Durch die Unterzeichnung der Agenda 2030 hat sich Deutschland im Jahr 2015 zur Förderung des Lehr- und Lernkonzeptes BNE und Klimabildung als Bestandteil von BNE verpflichtet. Gleiches gilt für Schleswig-Holstein, welches 2021 die durch die Landesregierung verabschiedete Landesstrategie „Bildung für nachhaltige Entwicklung“[235] mit dem Ziel auf den Weg gebracht hat, BNE auf Landesebene in der Tiefe und Breite der gesamten Bildungslandschaft zu verankern. Im Folgenden soll kurz auf unterschiedliche Bereiche der Bildung eingegangen werden.

18.1.1 Frühkindlicher Bereich

Kinder erforschen in ihren ersten Lebensjahren ihr Umfeld und lernen dabei Verhaltensweisen, Werte und Regeln kennen. Sie sehen, welche Auswirkungen ihr Handeln auf das Umfeld hat. BNE knüpft daran an - die Kernelemente der BNE ergänzen sich sehr gut mit den Schlüsselkompetenzen der modernen Kindheitspädagogik: Kooperation, Partizipation und Selbstorganisation. Dementsprechend sollen auch Themen der BNE und insbesondere der Klimabildung, wie zum Beispiel die Ursachen und Folgen des Klimawandels sowie der Umgang mit dem Klimawandel, schon früh bei der altersgerechten Vermittlung von Bildungsinhalten einbezogen werden. Auf diese Weise kann dazu beigetragen werden ein Verständnis von Klima- und Umweltschutzfragen herbeizuführen. Im neuen Kindertagesförderungsgesetz (KiTaG) wurde BNE in § 19 Absatz 4 aufgenommen.

18.1.2 Schulischer Bereich

Nachhaltige Bildung vermittelt neben Faktenwissen vor allem Werte und Kompetenzen und befähigt so dazu, vorausschauend zu denken, autonom zu handeln, an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen teilzuhaben

234 BMUV und BfN, 2023: Naturbewusstsein 2021, Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt.

235 MELUND, 2021: Landesstrategie Bildung für nachhaltige Entwicklung.

und sich interdisziplinäres Wissen anzueignen. In Schleswig-Holstein werden Schülerinnen und Schüler durch die Ausrichtung des Unterrichts an zukunftsrelevanten Themen, aber auch durch die gezielte Förderung systemischen und fachübergreifenden Denkens befähigt und motiviert, sich nach eigenen Überzeugungen und Prioritäten für private, berufliche und gesellschaftliche Belange im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu engagieren. So werden, der Landesstrategie zur BNE[235] folgend, Schulleben und Schulalltag zunehmend am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet. Schule kann damit als exemplarischer Handlungsraum für Innovation und Zukunftsorientierung funktionieren und den unterschiedlichen Bedarfen und Bedürfnissen von Schülerinnen und Schülern besser gerecht werden. Gleichzeitig trägt diese Ausrichtung zu Stärkung demokratischer Werte sowie zur Förderung demokratischer Teilhabe bei.

18.1.3 Außerschulischer Bereich non-formaler Bildung

Auch im außerschulischen Bereich oder in Zusammenarbeit zwischen formalem Bildungssystem und außerschulischen Lernorten können transformative Lernprozesse angestoßen werden. Wichtig ist dabei nicht nur die Vermittlung von Wissen über gesellschaftliche Veränderungsprozesse, sondern auch das Schaffen von neuen Erfahrungen, das Betrachten von sich selbst als Teil gesellschaftlicher Veränderungen und das Spüren der Wirksamkeit dieser Veränderungen. Non-formales und informelles Lernen eröffnet die Möglichkeit, durch gezielte Bildungsangebote den Auswirkungen des Klimawandels sowie möglichen Anpassungsstrategien außerhalb curricularer Lehrpläne zu begegnen.

Mit dem ihm zugeordneten Bildungszentrum für Natur, Umwelt und ländliche Räume (BNUR) hat das MEKUN einen wichtigen Partner im Handlungsfeld der nachhaltigen (Klima-)Bildung, denn im BNUR ist auch die Schleswig-Holsteinische Agentur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE-Agentur SH) angesiedelt. Diese bildet eine Schnittstelle zu allen Bildungsbereichen (formal und non-formal). Zur Umsetzung der Landesstrategie zu BNE arbeitet die BNE-Agentur mit unterschiedlichen Akteurinnen und Akteuren zusammen:

- Dem Kuratorium des BNUR gehören 27 Organisationen, Vereine und Verbände an. Diese repräsentieren neben kommunalen Akteurinnen und Akteuren, Verwaltung und Naturschutz auch Landwirtschaft und Wohlfahrtsverbände.

- Durch eine interministerielle Arbeitsgruppe BNE steht die BNE-Agentur mit derzeit vier Ministerien in Kontakt.

- Über das Kuratorium und die interministerielle Arbeitsgruppe hinaus hat das Bildungszentrum vielfältige Kooperationspartnerinnen und -partner, die thematisch einen wertvollen Beitrag leisten können.

In den regelmäßig stattfindenden Veranstaltungen des BNUR werden die Themen Klimawandel und Klimaanpassung in unterschiedlichen Handlungsfeldern, wie zum Beispiel menschliche Gesundheit, Wissenschaft und Forschung, aufgegriffen. Die Bildungs-, Informations- und Austauschformate werden mit den entsprechend themenrelevanten Kooperationspartnerinnen und -partnern durchgeführt.

Wichtige Bildungspartner im Bereich des non-formalen und informellen Lernens sind die mittlerweile über 70 nun (norddeutsch und nachhaltig)-zertifizierten Lernorte im Land Schleswig-Holstein. Die nun-Zertifizierten vermitteln im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung vielfältige Zukunftsthemen – darunter auch Klimabildung. Die Bildungsangebote sind fachlich fundiert und zeichnen sich durch eine breite Methodenvielfalt sowie zielgruppenspezifische Angebote aus. Gleichzeitig eröffnen sie Lernräume, in denen Lernende nachhaltiges Handeln partizipativ entdecken und bezogen auf ihr alltägliches Handeln weiterentwickeln können.

Auch weitere Akteure des non-formalen und informellen Lernens stellen Materialien, die im Bereich Klimabildung als unterstützendes Mittel eingesetzt werden können, zur Verfügung. So engagieren sich beispielsweise die Referate Verbraucherbildung, Lebensmittel & Ernährung sowie Energiewende & Nachhaltigkeit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein mit unterschiedlichen Schwerpunkten im Bildungsbereich. Es werden Unter-

richtsmaterialien, Workshops und Selbstlernangebote zur Verfügung gestellt, die für unterschiedliche Lehrformate genutzt werden können[236].

18.2 Auswirkungen des Klimawandels

Heiße Tage mit einer Tagesmaximaltemperatur von mehr als 30 °C sowie tropische Nächte mit einer Tagesminimaltemperatur von 20 °C oder mehr werden in Schleswig-Holstein mit fortschreitendem Klimawandel häufiger auftreten. Dies hat neben Auswirkungen auf die Gesundheit (Kapitel 10) und die Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz (Kapitel 16) auch direkte Folgen für den Bildungsbereich.

Anhaltend hohe Temperaturen am Tag und in der Nacht können die Konzentrationsfähigkeit und Leistungsbereitschaft von Lernenden deutlich beeinträchtigen. Dies wirkt sich negativ auf Lernprozesse, die Unterrichtsqualität und den Bildungserfolg aus.

Insbesondere Kinder sind stärker von hitzebedingtem Stress betroffen, da sie ihre Körpertemperatur weniger effektiv regulieren können als Erwachsene. Zudem ist ihr Risikobewusstsein häufig noch nicht ausreichend ausgeprägt, um eigenständig geeignete Schutzmaßnahmen wie eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr oder das Aufsuchen von Schatten umzusetzen[237].

18.3 Handlungsziele

Stärkung der Klimakompetenz

Kinder, Jugendliche und Erwachsene sollen dazu befähigt werden, ihre eigene Rolle hinsichtlich klimabedingter Risiken zu reflektieren, verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen sowie eigene Handlungsspielräume und deren Grenzen für eine gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Transformation zu erkennen. Dabei soll auch die Bedeutung des Gemeinwesens vermittelt werden, indem Kommunen, nun-zertifizierte Lernorte sowie Vereine und Verbände in die Bildungsaktivitäten mit einbezogen werden.

Nutzung von Bildungseinrichtungen als Lernorte der Klimabildung

In Schulen, Hochschulen, Kitas und non-formalen Bildungseinrichtungen werden Klimathemen systematisch in unterrichtliche und außerunterrichtliche Angebote integriert.

Soziale Dimension und Chancengleichheit berücksichtigen

Der sozioökonomische Status beeinflusst die individuelle Betroffenheit von den Auswirkungen des Klimawandels. So sind die Möglichkeiten Hitze, Dürre und Überschwemmungen auszuweichen ungleich verteilt. Diesen Umstand vermitteln an BNE ausgerichtete Bildungsangebote. Sie sind bildungsbereichsübergreifend sowie an den spezifischen Bedürfnissen und Interessen der Lernenden ausgerichtet. Dies bietet formalen wie auch non-formalen Bildungseinrichtungen die Chance, diversitätssensibel, inklusiv, partizipativ, multiperspektivisch, interaktiv und zukunftsbezogen zu agieren.

Vermittlung von globaler Verantwortung und nachhaltigem Handeln

Lernende sollen verstehen, dass der Klimawandel ein globales Phänomen ist, das weltweit durch Treibhausgasemissionen verursacht wird, und auch lokal spürbar ist. Bildung fördert das Bewusstsein für die Ursachen der Emissionen, die eigene Wirksamkeit und die Verantwortung beim Klimaschutz und bei der Klimaanpassung sowie deren Grenzen. Nachhaltige Bildung vermittelt neben Faktenwissen zum Klimaschutz und zur Klimaanpas-

236 Website der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein zum Thema Verbraucherbildung.

237 BMUV, 2023: Ratgeber für Kitas, Grundschulen und Eltern gegen Hitze, UV-Strahlung, Luftschadstoffe, Allergene, Mücken und Schildzecken.

sung vor allem Werte und Kompetenzen und befähigt so dazu, vorausschauend zu denken, autonom zu handeln, an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen teilzuhaben und sich interdisziplinäres Wissen anzueignen.

Die Beiträge der einzelnen Maßnahmen zur Erreichung der Handlungsziele werden im folgenden Kapitel „Maßnahmen zur Anpassung“ als Unterziele dargestellt.

18.4 Maßnahmen zur Anpassung

18.4.1 Integration des Themas Klimaanpassung im frühkindlichen Bereich

Instrumente

- Klimathemen werden in der frühkindlichen Bildung und Betreuung im Rahmen des Bildungskonzeptes BNE altersgerecht thematisiert. In der aktuellen Fassung der Leitlinien für Bildung und Erziehung in Kindertageseinrichtungen und der Kindertagespflege ist dem Thema Nachhaltigkeit ein eigenes Kapitel gewidmet. Zugehörig dazu wurden Handreichungen zur biologischen Vielfalt und zu BNE konzipiert, die unter anderem Themen der Klimabildung im frühkindlichen Bildungsbereich aufgreifen.

- In den bestehenden Fortbildungsangeboten zu BNE und Biodiversität für Kitapersonal ist das Thema Klima ebenfalls enthalten.

Unterziele

- Fachkräfte zu klimabedingten Risiken informieren und sensibilisieren

- Integration vom Thema Klima in Fortbildungsangebote

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.4.2 Integration des Themas Klimaanpassung im schulischen Bereich

Instrumente

- Entwicklung von Schulmaterial zum Thema Wassergefahren im Rahmen der Informationskampagne wasserstark.sh (Kapitel 14.7.2) mit vorheriger Einbindung pädagogischer und didaktischer Expertise und unter Berücksichtigung bereits vorhandener Materialien.

Unterziele

- Implementierung der in den neuen Fachanforderungen Biologie, Chemie und Physik verankerten Klimabildung in Leitfäden und schulinternen Curricula

- Sensibilisierung der Schülerinnen und Schüler für regionale Klimafolgen

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.4.3 Integration des Themas Klimaanpassung in Berufsschulen

Instrumente

- Integration der Lehr- und Lernform „Lernen durch Engagement“ (Verbindung von gesellschaftlichem Engagement mit fachlichem Lernen) im Unterricht
- Planung gemeinnütziger Projekte zur Identifikation von Klimaanpassungspotenzialen in Schule, Stadtteil oder Gemeinde
- Ausbau von Klimaanpassung als praxisorientiertes Lernfeld sowie Stärkung der Kooperationen zwischen Berufsschulen, Kommunen und externen Fachakteurinnen und -akteuren (zum Beispiel durch Gestaltung von Projekttagen mit externen Fachexpertinnen und -experten)
- Entwicklung von Fortbildungsangeboten für Lehrkräfte zu Klimawandel und Klimaanpassung im Kontext der beruflichen Bildung über die Landesfachberater des Schleswig-Holsteinischen Instituts für Berufliche Bildung (SHIBB)
- Integration der Themen Klimaanpassung und Klimaschutz in die landwirtschaftliche Berufsschulausbildung (beispielsweise durch vom Kompetenzzentrum für klimaeffiziente Landwirtschaft gefördertes Bildungsprojekt zur Integration von Klimaanpassung und Klimaschutz in die landwirtschaftliche Berufsschulausbildung)

Unterziele

- Praxisnahe Sensibilisierung der Berufsschülerinnen und -schüler für Klimafolgen und Klimaanpassung
- Kooperationen für Klimaprojekte stärken
- Qualifikation von Lehrkräften zu Klima- und Klimaanpassungsthemen

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.4.4 Integration des Themas Klimaanpassung in Hochschullehre

Instrumente

- Unter Beachtung der Hochschulautonomie, Durchführung von Fortbildungsreihen für Hochschullehrende mit dem Ziel der Konzipierung von Lehrveranstaltungen mit Berücksichtigung der Klimaanpassung (wie zum Beispiel die BNE-Fortbildungsreihe „Zukunftsgerechte Hochschullehre“)

Unterziele

- Sensibilisierung der Hochschullehrenden und Studierenden für Klimawandel und Klimaanpassung
- Entwicklung von Lehrveranstaltungen mit Klimaanpassungsbezug
- Befähigung der Studierenden zur Umsetzung fachspezifischer Maßnahmen in ihren künftigen Handlungsfeldern (zum Beispiel hitzeangepasster Sportunterricht)

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.4.5 Integration des Themas Klimaanpassung in der non-formalen Bildung

Instrument

- Sicherung und Verbesserung der Qualität der Bildungsangebote non-formaler Lernorte unter anderem für Themen der Klimabildung mittels nun (norddeutsch und nachhaltig)-Zertifizierung

- Prüfung einer Entwicklung von weiteren Lernwerkstätten zur Sensibilisierung für Klimawandel und regionale Klimafolgen durch geeignete außerschulische (nun-zertifizierte) Lernorte

Unterziel

- Sicherung der Qualität der BNE-Bildungsangebote non-formaler, nun-zertifizierter Lernorte, die Fragestellungen des Klimawandels und dessen Folgen mitberücksichtigen können

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.4.6 Bereichsübergreifende Sensibilisierung durch Bildungsangebote zur Klimaanpassung

Instrumente

- Sensibilisierung zum Schutz vor Hitze und Sonneneinstrahlung in Bildungseinrichtungen durch Bildungsinitiativen

- Stärkung der Klimabildung im formalen und non-formalen Bildungssystem über die BNE-Agentur Schleswig-Holstein

- Setzen von Schwerpunktthemen im BNUR-Veranstaltungskalender und Zusammenbringen von Akteurinnen und -akteuren aller Bildungsbereiche

- Umsetzung der Bildungsinitiative „Biodiversität“[238] zur Verknüpfung von Klimawandel, Biodiversität und Artenschutz in allen Bildungsbereichen

- Nutzung regionaler BNE-Netzwerktreffen zur Impulssetzung und Initiierung von Bildungsmaßnahmen zur Klimaanpassung

Unterziele

- Sensibilisierung für Klimafolgen und Klimaanpassung in Bildungseinrichtungen

- Stärkung der Klimabildung in allen Bildungsbereichen

238 MELUND, 2021: Kurs Natur 2030 - Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Schleswig-Holstein.

- Förderung von Bildungsinitiativen zu Klimathemen

Synergien

- Diese Maßnahme kann in alle Handlungsfelder wirken.

18.5 Best-Practice-Beispiele

18.5.1 KITA21 - Die Klimaretter

Seit Sommer 2019 ist die Bildungsinitiative "KITA21 - Die Klimaretter" der S.O.F. (Save Our Future) Umweltstiftung für Kindertageseinrichtungen in ganz Schleswig-Holstein zugänglich und wird unter anderem durch das Ministerium für Soziales, Gesundheit, Jugend, Familie und Senioren des Landes Schleswig-Holstein (MSJFSIG) gefördert. Das Projekt wurde bereits 2012 in Südholstein initiiert und seither kontinuierlich ausgeweitet. Relevant für das Projekt sind neben umfangreichen Fortbildungsangeboten auch die Handreichungen der Landesregierung zu BNE und Biologischer Vielfalt in Kindertageseinrichtungen mit zahlreichen Bezügen zum Thema Klimawandel[239, 240].

18.5.2 Lernwerkstatt „Klimawandel im Wattenmeer

Die mobile Lernwerkstatt „Klimawandel im Wattenmeer“ stellt ein praxisnahes Beispiel für die Vermittlung von Wissen zu regionalen Klimafolgen im schulischen Bereich dar. Sie wurde mit fachlicher Unterstützung des LKN.SH, des zuständigen Landesministeriums sowie der Europa-Universität Flensburg (EUF) entwickelt.

Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler für die spezifischen Auswirkungen des Klimawandels im Wattenmeer zu sensibilisieren und ihnen handlungsorientiertes Wissen zu vermitteln. Die Unterrichtseinheit bereitet regionale Klimafolgen lebensnah und interaktiv für den Unterricht auf.

18.5.3 Initiative „Zukunftsschule.SH“

Die Initiative „Zukunftsschule.SH“ ermöglicht es Schulen, sich für ihr Engagement im Bereich nachhaltiges Handeln auszeichnen zu lassen. Sie wird unter anderem vom schleswig-holsteinischen Bildungsministerium getragen.

Im Rahmen der Initiative setzen Schulen vielfältige, partizipativ gestaltete Projekte zur Klimaanpassung um, wie beispielsweise die Anlage von Schulgärten und Schulwäldern, die klimagerechte Umgestaltung von Schulhöfen oder Projekte zur Sensibilisierung für die Ressource Wasser.

Ein wichtiges Merkmal ist die aktive Einbindung der Schülerinnen und Schüler sowie die Öffnung der Schule in den Natur- und Sozialraum, unter anderem durch Kooperationen mit außerschulischen Bildungsakteurinnen und -akteuren.

18.5.4 Jugendinitiativen und Klimabildung der Jungen Nordkirche

Unter dem Motto „Klar zur Wende“ organisiert die Junge Nordkirche vielfältige Bildungs- und Beteiligungsformate für junge Menschen in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung.

239 MSJFSIG und MEKUN, 2022: Erfolgreich starten – Biologische Vielfalt und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Kindertageseinrichtungen.

240 MSJFSIG, 2023: Erfolgreich starten – Handreichung zu Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Kindertageseinrichtungen.

Zentrale Elemente sind unter anderem die regelmäßig stattfindende Jugendklimakonferenz sowie Bildungsformate wie die „KlimaSail“, bei der Jugendliche auf Segelreisen praxisnah zu verschiedenen BNE-Themen arbeiten. Begleitet werden sie von geschulten „KlimaTeamerinnen“ und „KlimaTeamern“, die Bildungsinhalte zum Lebensraum Ostsee auch unter dem Blickwinkel des Klimawandels vermitteln.

19 Klimaanpassungsforschung in Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein beheimatet vielfältige Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. Sowohl an den Universitäten und den Hochschulen für angewandte Wissenschaften als auch im außeruniversitären Umfeld untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachrichtungen komplexe Fragestellungen unserer Zeit. Die Erforschung des Klimawandels – von der Ursache über Anpassungsmöglichkeiten bis hin zu möglichen Lösungen – bildet hierbei einen Schwerpunkt. Im Folgenden wird eine kleine Auswahl der relevanten Bereiche dargestellt.

19.1 Meere und Küsten

Die Meeres- und Küstenforschung spielt für Schleswig-Holstein als Land zwischen den Meeren eine besonders wichtige Rolle. Auswirkungen des Klimawandels wie der Anstieg des Meeresspiegels betreffen uns ganz unmittelbar. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in einer Vielzahl an Projekten daran, die genauen Prozesse zu verstehen und Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln:

Die Forschung zu Ozean und Klima ist ein Kernthema der wissenschaftlichen Expertise und der Arbeiten des **GEOMAR** Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel. Zu den Zielen der GEOMAR-Arbeiten gehört es, Entscheidungsträger und Gesellschaft über Ansätze zur Anpassung an den Klima- und Ozeanwandel sowie Potenziale, Nutzen und Risiken unterschiedlicher ozeanbezogener nachhaltiger Entwicklungsoptionen zu informieren.

- Das GEOMAR betreibt mit Boknis Eck in der Eckernförder Bucht eine der ältesten, kontinuierlichen meereschemischen und meeresbiologischen Zeitreihen. Die bis 1957 zurückreichenden Daten spielen eine wichtige Rolle in den Forschungsarbeiten, die sich mit Klimawandel und -anpassung im Gebiet der Ostsee auseinandersetzen. Die Messungen belegen etwa, dass die durchschnittliche Wassertemperatur seit Beginn der Zeitreihe um 1,2 Grad Celsius gestiegen ist.

- In dem Forschungsprojekt SeaStore untersucht das GEOMAR wichtige Fragestellungen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in Schleswig-Holstein: Ziel von SeaStore ist die Erstellung eines Leitfadens für den Schutz und die Wiederansiedlung von Seegraswiesen in der südlichen Ostsee. Dieser soll Behörden und anderen Akteuren helfen, Projekte zur Wiederansiedlung von Seegraswiesen zu bewerten, um besser planen zu können und diese erfolgreich umzusetzen. Seegraswiesen sind für den Klima- und Naturschutz von großer Bedeutung, da diese große Mengen CO_2 speichern und zur Biodiversität beitragen können.

Die Auswirkungen des Klimawandels und Anpassungsoptionen für Schleswig-Holsteins Küsten und benachbarte Bundesländer werden ferner am **Helmholtz-Zentrum Hereon** mit Hauptsitz in Geesthacht untersucht:

- Beispielsweise entwickelt das Climate Service Center Germany (GERICS) regionale Klimamodellsimulationen, die ganz Europa einschließlich Schleswig-Holstein abdecken. Die Analysen der Klimaänderungen werden im Rahmen verschiedener Forschungsaktivitäten für die Region fragestellungspezifisch durchgeführt, zum Beispiel für die Boden-Klima-Räume im Projekt ADAPTER. In diesem Projekt wurden Klimadatenprodukte für die Anpassung der Landwirtschaft entwickelt.

- Am Institut für Küstensysteme – Analyse und Modellierung arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Erstellung und Bereitstellung von aktuellen hochauflösenden regionalen Klimaprojektionen und Anpassungsoptionen für den Küstenraum. Neben der Atmosphäre werden auch Hydrologie, Meeresspiegel, Wellen sowie das Schelf- und Küstenmeer betrachtet. Die Modellsimulationen werden unter anderem für die Verwendung im Rahmen der deutschen Anpassungsstrategie erstellt und den Behörden und der Öffentlichkeit verfügbar gemacht.

- Das Norddeutsche Küsten- und Klimabüro am Hereon bereitet Klimainformationen aus der Forschung speziell für Schleswig-Holstein auf, um sie für die regionale Klimaanpassung nutzbar zu machen. In der langjährigen Praxis werden fortlaufend neue Informationsangebote entwickelt und optimiert. Hierzu zählen auch Webtools wie der Norddeutsche Klimamonitor, der Norddeutsche Klimaatlas, der Meeresspiegelmonitor und der Sturmflutmonitor.

Auch auf den schleswig-holsteinischen Inseln wird zum Klimawandel geforscht: Das **Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar und Meeresforschung** (AWI) untersucht seit den neunziger Jahren die Auswirkungen des Klimawandels auf Meeresökosysteme. Forschungsstationen befinden sich auf Helgoland und Sylt. Langzeiterhebungen in der Deutschen Bucht und im Wattenmeer (Helgoland Reede und Sylt Reede) sind dabei eine wichtige Grundlage. Untersucht werden unter anderem die Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, der Verlust von Lebensräumen und die Bedeutung von Meeresschutzgebieten sowie die Möglichkeiten neuer ökologischer und multi-use Konzepte in der Offshore-Energie. Um die kombinierten Auswirkungen von Extremereignissen wie Hitzewellen, plötzlichen Kälteeinbrüchen, Überschwemmungen und Sturmfluten auf ökologische und menschliche Systeme zu verstehen, muss ein transdisziplinärer Ansatz verfolgt werden. Nur so kann ein systemisches Verständnis aufgebaut und vermittelt werden. In der Zukunft werden auch Studien über verändertes Verhalten und unterschiedliche Anpassungen von Arten und Artengruppen im Zusammenhang mit dem Lebensraumverlust wesentlicher Bestandteil der Forschung des AWI sein.

Zudem widmet sich die **CAU** in der Wissenschaft seit vielen Jahren den Herausforderungen des Klimawandels. Darüber hinaus wird die Thematik in der Lehre behandelt und prägt die Maßnahmen der CAU für einen klimaneutralen, ressourcenschonenden Betrieb. Die Klimaanpassung wird in diversen Forschungsprojekten aufgegriffen, unter anderem:

- „ECAS-BALTIC: Ecosystem-supporting Coastal Adaptation Strategies for the German Baltic Sea Coast“: Sturmfluten zeigen, dass effektive Anpassungsszenarien an den steigenden Meeresspiegel immer drängender werden. In dem Forschungsprojekt haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der CAU-Arbeitsgruppe „Küstenrisiken und Meeresspiegelanstieg“ die Überflutungsflächen entlang der Ostsee-Küstengebiete sowie die möglichen Anpassungsoptionen aktueller Deichlinien modelliert.

- „Sandküste St. Peter-Ording“: Das Projekt hat das Ziel, die Küstenlebensräume der Nordsee zu schützen und an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Arbeitsgruppe „Küstengeologie und Sedimentologie“ am Institut für Geowissenschaften der CAU untersuchen die Gegebenheiten sowie Veränderungen und entwickeln naturangepasste Küstenschutzmaßnahmen. Die Besonderheit des Projektes liegt vor allem in der Zusammenarbeit von Wissenschaft, Kommune, Behörden und Nichtregierungsorganisationen (NGOs).

In der Lehre der CAU beschäftigen sich zum Beispiel der Bachelor-Studiengang Geowissenschaften und der Master-Studiengang Marine Geosciences mit der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Hier werden Grundlagen der formenden Prozesse an den Küsten (Wellen, Strömungen, Wasserstand) gelehrt und mögliche zukünftige Entwicklungen von Stränden, Buchten, Wattenmeer und Flussmündungen aufgezeigt. Die geowissenschaftlichen Studiengänge sind zudem nah am Küsteningenieurwesen; sie zeigen Küstenschutzstrategien auf und diskutieren Lösungsoptionen. Da effektive Klimaanpassung nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit gelingen kann, befassen sich an der CAU unter anderem auch sozialwissenschaftliche Gruppen mit diesem Themenfeld. So werden beispielsweise Fragestellungen bezüglich einer gerechten Anpassung und Transformation, deren Finanzierung sowie weiteren wirtschaftlichen Aspekten beleuchtet.

Im Bauingenieurwesen sind die Auswirkungen des Klimawandels insbesondere im Wasserbau und im Küsteningenieurwesen zu spüren. Der Meeresspiegelanstieg erfordert innovative Lösungen, um die Küstenbereiche weltweit vor den Belastungen aus hohen Wasserständen und angreifenden Wellen zu schützen. Auch die Häufung von Starkregenereignissen und die damit verbundenen Hochwasserereignisse erfordern ein nachhaltiges Regenwassermanagement in Siedlungsräumen. Bauingenieurinnen und Bauingenieure der Zukunft arbeiten in einem hoch komplexen und dynamischen Umfeld und entwickeln „Schwammstädte“ und innovative Konzepte des Hochwasserschutzes, bei denen sie immer das nachhaltige Prinzip „Building with Nature“ beachten. Die

Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Kiel trägt den Herausforderungen mit dem Bachelor-Studiengang „Bauingenieurwesen – Schwerpunkt Wasserbau und Küstenschutz“ Rechnung.

Um in Deutschland die Koordinierung und strategische Weiterentwicklung der Meeresforschung zu stärken, wurde 2019 die **Deutsche Allianz Meeresforschung** (DAM) von der deutschen Meeresforschung gemeinsam mit dem Bund und den norddeutschen Bundesländern Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein gegründet. In Forschungsmissionen werden aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen aufgegriffen und Handlungsoptionen für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft erarbeitet. Hierbei kooperieren zahlreiche schleswig-holsteinische Einrichtungen eng miteinander, unter anderem das GEOMAR, das Hereon, die CAU, die HAW Kiel sowie das Kiel Institut für Weltwirtschaft (IfW Kiel).

Die dritte Forschungsmission der DAM „Wege zu einem verbesserten Risikomanagement im Bereich mariner Extremereignisse und Naturgefahren“ (mareXtreme) ist Anfang 2024 gestartet. Ziel ist es, die Vorhersagefähigkeit von marinen Extremereignissen und Naturgefahren zu verbessern und so die klimaresiliente Entwicklung von Küstengemeinden zu unterstützen.

Damit eine realistische Bewertung der Umsetzungsmöglichkeiten von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erfolgen kann, muss nicht zuletzt auch eine wirtschaftliche Betrachtung erfolgen. Hierfür kann auf die Expertise des **IfW Kiel** zurückgegriffen werden. Das Institut hat sich bereits an mehreren Übersichtsstudien zu den Kosten des Klimawandels in Deutschland beteiligt. Zudem spielt auch hier die Seegrasansiedlung eine Rolle: Das IfW Kiel beteiligt sich am Projekt SeaStore und untersucht unter anderem die Kosten der Ansiedlung. Ferner beschäftigen sich Arbeiten sowohl am IfW als auch an der CAU im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojektes „GoCoase“ mit den Präferenzen der Bevölkerung für unterschiedliche Küstenschutzmaßnahmen. Dazu zählen etwa die Erhöhung von Deichen oder verstärktes Sandvorspülen. Die Ergebnisse einer entsprechenden deutschlandweiten Umfrage bieten Einblicke in die Präferenzen der Bevölkerung für Anpassungsmaßnahmen an den deutschen Küsten.

19.2 Energie

Wenn es darum geht, den Klimawandel zu bremsen und die Folgen zu begrenzen, leisten die Methoden und Modelle der Energieforschung ebenfalls einen wichtigen Beitrag, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Hier setzt die **Hochschule Flensburg** Schwerpunkte. Im Fokus der Forschungstätigkeiten stehen unter anderem nachhaltige Energiesysteme und die Systemintegration erneuerbarer Energien. Ein Forschungsbereich an der Hochschule Flensburg ist etwa die Entwicklung adaptiver Betriebsstrategien für die Gewinnung von erneuerbaren Energien unter veränderten Wetter- und Klimabedingungen. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf Windenergieanlagen. Zudem wird gemeinsam mit der **Europa Universität Flensburg (EUF)** das Zentrum für nachhaltige Energiesysteme (ZNES) betrieben. Es versteht sich als interdisziplinäres Forschungs- und Entwicklungszentrum für die Weiterentwicklung der Energieversorgung.

Das 2018 gegründete „Institut für die Transformation des Energiesystems“ der **Fachhochschule Westküste** bearbeitet ebenfalls Fragestellungen im Bereich der Energiewirtschaft. Behandelt werden hier beispielsweise die Themengebiete Netzintegration (Integration von dezentralen erneuerbaren Energieanlagen in elektrische Versorgungsnetze), Sektorenkopplung (Bereitstellung von „grünem“ Wasserstoff für die Industrie und als Energiespeicher) und Gebäudetechnik (energieeffiziente Gebäude und Quartiere). Zudem wird ein Augenmerk auf die Kreislaufwirtschaft (Anpassung an ressourcenschonende Produktionsweisen und Technologien im Hinblick auf die Anforderungen von Klimaschutz und Klimaanpassung) gelegt.

Des Weiteren arbeitet das 2020 gegründete **DLR-Institut für Maritime Technologien und Antriebssysteme** in Geesthacht und Kiel an innovativen Lösungen zum Einsatz erneuerbarer Energien im maritimen Bereich. Dieser Sektor ist für etwa 3 % der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Vorgesehen ist, die gesamte Energiewandlungskette für innovative Lösungen zu berücksichtigen und in Kooperation mit der Industrie in die Praxis zu überführen.

Einen Überblick über die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Studiengänge zur Energiewende in ganz Schleswig-Holstein liefert die Datenbank der Gesellschaft für Energie- und Klimaschutz Schleswig-Holstein (EKSH).

19.3 Weitere Bereiche und Fazit

Da der Klimawandel unser gesamtes alltägliches Leben beeinflusst, sind auch die Forschungsaktivitäten breit gestreut.

An der **EUF** wurde das „Center for Research on Sustainability and Transformation“ (CREST) gegründet, um Forschungsaktivitäten zu Transformation und Nachhaltigkeit aus der Perspektive verschiedener Disziplinen (Natur- und Technik-, Sozial- und Geisteswissenschaften) zu bündeln. Zudem wird ein Forschungsschwerpunkt zu Agroforst in Schleswig-Holstein aufgebaut. Schließlich arbeitet die EUF mit der Stadt Flensburg zusammen, um das strategische Ziel der Netto-Null-Neuversiegelung und somit einen besseren Schutz gegen Hitze und Starkregenereignisse zu erreichen.

Der Klimawandel und die notwendige Anpassung hieran findet auch an der **Technischen Hochschule Lübeck** auf vielfältige Weise Berücksichtigung. Unter anderem werden Starkregenprognosen zum Resilienzaufbau in urbanen Gebieten erarbeitet und Modelle für den Grundwasserhaushalt entwickelt. Ferner befassen sich Forschende mit der Entschlammung der Reinfelder Teiche im Kreis Stormarn und einer vierten Reinigungsstufe für Kläranlagen. Beide Projekte liefern mit einem sich ändernden Wasserhaushalt wichtige Modelllösungen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Mithilfe eines entwickelten Digitalen Zwillings für Wasserversorgungssysteme und den dazu gehörenden Entscheidungshilfesystemen wird eine agile Netzsteuerung für die Trinkwasserversorgung aufgebaut. Damit kann die Resilienz dieser kritischen Infrastruktur verbessert werden.

In einem Projekt an der **Universität zu Lübeck** geht es um die sichere Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmern und Infrastruktur sowie um Verkehrsoptimierung. Das Projekt zielt darauf ab, eine nahtlose Vernetzung aller Verkehrsteilnehmenden sowohl untereinander als auch mit der städtischen Infrastruktur zu erreichen. Hierdurch kann der Ausstoß klimaschädlicher Stoffe minimiert und eine optimierte Verkehrsführung während Extremwetterlagen erreicht werden. Zudem beschäftigen sich Forschende am Institut für Medizingeschichte und Wissenschaftsforschung mit gesellschaftlichen und ethischen Forschungsfragen im Kontext des Klimawandels. In der Arbeitsgemeinschaft „Intergenerationelle Gesundheitsethik“ wird etwa die Verantwortung für kommende Generationen behandelt.

Die **Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte Medizintechnik IMTE** leistet unter anderem im Themengebiet der Aquakultur einen Beitrag zur Bewältigung der klimabedingten Herausforderungen der Zukunft. Es werden Haltungssysteme erforscht und entwickelt, die den Auswirkungen des Klimawandels standhalten können. Dazu gehören beispielsweise Systeme mit verbesserten Temperatur- und Sauerstoffregulierungsmöglichkeiten. Auch die Anpassung von Fütterungsstrategien in der Aquakultur wird erforscht, um das Wohlergehen und Wachstum aquakulturrelevanter Arten unter sich verändernden Umweltbedingungen zu gewährleisten.

Die in diesem Kapitel beispielhaft dargestellten wissenschaftlichen Aktivitäten zur Reaktion auf den Klimawandel verdeutlichen einerseits die herausragende und vielfältige fachliche Expertise der Einrichtungen und Institutionen in Schleswig-Holstein. Andererseits wird aber auch aufgezeigt, dass kaum ein Bereich des alltäglichen Lebens nicht vom Klimawandel betroffen ist.

Die Gewinnung, Umsetzung und Verwertung fundierter wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellt eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe dar, deren Bewältigung auch in Zukunft verlässliche Rahmenbedingungen für die wissenschaftlichen Einrichtungen und Institutionen voraussetzt. Die schleswig-holsteinische Landesregierung ist sich der hohen Relevanz der öffentlichen Unterstützung von Wissenschaft und Forschung insbesondere für den Bereich der Klimaanpassung bewusst. Die Landesregierung

wird sich auch in Zukunft dafür einsetzen, die von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern benötigten Voraussetzungen zu schaffen, damit das Wissen über die komplexen Prozesse des Klimawandels erweitert und daraus wirksame Anpassungsmaßnahmen abgeleitet werden können.

20 Grundsätze zur Umsetzung der Strategie

Mit dieser Strategie schafft die Landesregierung die strategische Grundlage für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Schleswig-Holstein. Die Klimaanpassungsaktivitäten und -maßnahmen der 18 Handlungsfelder weisen den Weg hin zu einer klimaangepassten Gesellschaft und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Ziele des Übereinkommens von Paris (2015) sowie der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (2015).

Für die Umsetzung der Maßnahmen gelten folgende Grundsätze:

- Stärkung klimaresilienter Infrastruktur und Sicherung der Versorgung: Der Fokus liegt insbesondere auf den Bereichen der kritischen und öffentlichen Infrastruktur, die für den Schutz der Gesundheit relevant sind und zentrale gesellschaftliche, ökologische und/oder ökonomische Funktionen erfüllen.

- Unterstützung der Kommunen und Stärkung der Eigenvorsorge: Der Großteil der Maßnahmen zur Klimawirkung wird vor Ort geplant und umgesetzt. Eine zentrale Rolle spielen dabei die Kommunen, aber auch Individuen, Unternehmen, Verbände sowie weitere Akteurinnen und Akteure der Zivilgesellschaft. Das Land schafft im Rahmen seiner Möglichkeiten die strategischen, rechtlichen, finanziellen und fachlichen Rahmenbedingungen für die Klimaanpassung in Schleswig-Holstein. Dies umfasst auch die Bereitstellung von Informations-, Vernetzungs- und Beratungsangeboten.

- Berücksichtigung sozialer Aspekte und Schutz besonders vulnerabler Gruppen: Klimaanpassungsmaßnahmen sollen sich am unterschiedlichen Ausmaß der Betroffenheit orientieren. Ziel ist es, klimawandelbedingte soziale Ungleichheiten nicht zu verstärken, sondern diesen aktiv entgegenzuwirken. Besondere Aufmerksamkeit gilt vulnerablen Gruppen und den jungen Menschen, welche die Folgen des Klimawandels nicht nur über einen besonders langen Zeitraum, sondern voraussichtlich auch in verschärfter Form erleben werden.

- Förderung von Dialog und Beteiligung: Der Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft soll fortgeführt und gestärkt werden. Die regelmäßige Durchführung von Dialog- und Beteiligungsformaten fördert die Netzwerkbildung und ermöglicht die Einbeziehung aktuellen, fachspezifischen Wissens und unterschiedlicher Perspektiven. Die Unterstützung internationaler Forschungsprojekte stärkt den Wissenstransfer und unterstützt die Überführung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis.

- Berücksichtigung des Ziels der Klimaanpassung gemäß § 8 Abs. 1 Satz 1 KAnG: Das Ziel der Klimaanpassung ist von den Trägern öffentlicher Aufgaben bei Planungen und Entscheidungen fachübergreifend und integriert zu berücksichtigen.

- Berücksichtigung des Grundsatzes der Freiwilligkeit bei Maßnahmen, die eine Flächeninanspruchnahme erfordern: Bei Maßnahmen, die in eigener Zuständigkeit des Landes liegen, wird das Land den Erwerb der Eigentums- oder Nutzungsrechte von Flächen im Rahmen freiwilliger Verständigungen erhalten. Zu berücksichtigen ist, dass es in Deutschland rechtliche Möglichkeiten der Enteignung gibt, etwa im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für den Bau von planfestgestellten Infrastrukturen (z.B. Straßen, Schienen, Netze oder Deiche), sowie im Rahmen des kommunalen Vorkaufsrechts (z.B. bei der Stadtentwicklung), die unabhängig gelten.

- Integrierte, vorausschauende und wissensbasierte Gestaltung der Anpassungspolitik: Die vorsorgenden Anpassungsmaßnahmen sind an den Erkenntnissen des Klimafolgenmonitorings, den prioritären Klimarisiken und Handlungszielen auszurichten und gegebenenfalls auszubauen.

Die Verfügbarkeit von finanziellen und personellen Ressourcen ist eine zentrale Grundlage und erforderliche Voraussetzung für die Maßnahmenentwicklung und -umsetzung. Die Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen dieser Strategie steht entsprechend unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen. Die Landesregierung von Schleswig-Holstein wird sich daher auch auf Bundesebene verstärkt für die Belange

der Klimaanpassung und die Etablierung entsprechender Förderprogramme einsetzen. Zur Finanzierung der Klimaanpassung als gesamtgesellschaftliche Aufgabe, welche nur gemeinsam zu bewältigen ist, wird die Schaffung einer entsprechenden Gemeinschaftsaufgabe vom Bund geprüft.

Klimaanpassung ist eine Daueraufgabe. Neben der kontinuierlichen Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, welche in Handlungsfeldern wie dem Küstenschutz Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird, müssen die Anpassungsprozesse auch konzeptionell weiterentwickelt und neue Erkenntnisse, Rahmenbedingungen und Entwicklungen berücksichtigt werden. Um eine laufende Nachsteuerung bei neuen Erkenntnissen oder Zielabweichungen zu ermöglichen, wird die Strategie gemäß §32 EWKG mindestens alle fünf Jahre fortgeschrieben.

21 Abkürzungsverzeichnis

ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz
APOS 2030	Aktionsplan Ostseeschutz 2030
AWI	Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar und Meeresforschung
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BadegewVO	Badegewässerverordnung
BauGB	Baugesetzbuch
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGM	Betriebliches Gesundheitsmanagement
BLAG ALFFA	Bund-Länder-Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung in Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BNE-Agentur SH	Schleswig-Holsteinische Agentur Bildung für nachhaltige Entwicklung
BNUR	Bildungszentrum für Natur, Umwelt und ländliche Räume
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

BVSH	Bauernverband Schleswig-Holstein
CAU	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
CO_2	Kohlendioxid
DAM	Deutsche Allianz Meeresforschung
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DEHOGA	Deutscher Hotel und Gaststättenverband e.V.
DGLG	Dauergrünlanderhaltungsgesetz
DHSV	Deich- und Hauptsielverband
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DPtV	Deutsche Psychotherapeuten Vereinigung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEA	European Environment Agency
EEG 2023	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EKSH	Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EMFAF	Europäischer Meeres-, Fischerei- und Aquakulturfonds
EU	Europäische Union
EUF	Europa-Universität Flensburg
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz
FBA	Fernstraßen-Bundesamt
FLI	Friedrich-Loeffler-Institut
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAPKondDVO	GAP-Konditionalitäten-Durchführungsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz

GERICS	Climate Service Center Germany
GIS	Geographisches Informationssystem
GLÖZ-Standards	Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen
GRW	Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur"
HAW Kiel	Hochschule für Angewandte Wissenschaften Kiel
HWRL	Hochwasserrichtlinie (Richtlinie 2007/60/EG)
IB.SH	Investitionsbank Schleswig-Holstein
IfB	Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow
IfW Kiel	Kiel Institut für Weltwirtschaft
IMPULS 2040	Infrastrukturmodernisierungsprogramm für unser Land Schleswig-Holstein 2040
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAnG	Klimaanpassungsgesetz
KiTaG	Kindertagesförderungsgesetz
KLUG	Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e.V.
km	Kilometer
KOSTRA-DWD	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung des Deutschen Wetterdienstes
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
KVBG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
LaplaG	Landesplanungsgesetz
LAWA	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBO	Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein
LBV.SH	Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
LFischG	Fischereigesetz für das Land Schleswig-Holstein
LfU	Landesamt für Umwelt
LKN.SH	Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein

LLnL	Landesamt für Landwirtschaft und nachhaltige Landentwicklung
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
LPW	Landesprogramm Wirtschaft
LNatSchG	Landesnaturschutzgesetz
LVGFSH	Landesvereinigung für Gesundheitsförderung in Schleswig-Holstein e.V.
LWBV	Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holsteins
LWG	Landeswassergesetz
l/m²	Liter pro Quadratmeter
m	Meter
MBWFK	Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein
MEKUN	Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
MIKWS	Ministerium für Inneres, Kommunales, Wohnen und Sport des Landes Schleswig-Holstein
MILI	Ministerium für Inneres, ländliche Räume und Integration des Landes Schleswig-Holstein
MILIG	Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein
MJG	Ministerium für Justiz und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein
MLLEV	Ministerium für Landwirtschaft, ländliche Räume, Europa und Verbraucherschutz des Landes Schleswig-Holstein
MLUR	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
mm	Millimeter
MSJFSIG	Ministerium für Soziales, Gesundheit, Jugend, Familie und Senioren des Landes Schleswig-Holstein

MWVATT	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein
m/s	Meter pro Sekunde
NAH.SH	Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein
NHN	Normalhöhennull
NIT	Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa
NordKIS	Norddeutsches Klimainformationssystem
NW-FVA	Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RCP	Representative Concentration Pathway
RKI	Robert Koch-Institut
ROG	Raumordnungsgesetz
SDG	Sustainable Development Goal
SHIBB	Schleswig-Holsteinisches Institut für Berufliche Bildung
SHLF	Schleswig-Holsteinische Landesforsten
SHWoFG	Schleswig-Holsteinisches Wohnraumförderungsgesetz
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SSP	Shared Socioeconomic Pathway
TUHH	Technische Universität Hamburg
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt
WBV	Wasser- und Boden- sowie Sielverbände
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WMO	Weltorganisation für Meteorologie
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG)
ZNES	Zentrum für nachhaltige Energiesysteme