



Bericht

der Landesregierung

Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2017

Drucksache 17/2384 und Drucksache 18/750

— seit Verkündung im Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein
am 30.3.2017: Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein

**Federführend ist das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume**

Inhaltsverzeichnis

I. Einführung.....	8
A. Auftrag und Gliederung des Energiewende- und Klimaschutzberichts	8
B. Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik.....	9
1. Zielszenario für die Treibhausgasemissionen bis 2030.....	10
2. Zielszenario für den Stromsektor bis 2030	12
3. Zielszenario für den Wärmesektor bis 2030	17
II. Bericht über die im Energiewendebeirat im März 2017 behandelten Themen und Handlungsfelder	18
A. Sektorkopplung und Flexibilitäten	19
1. Projekt Norddeutsche Energiewende 4.0	22
2. Flexible Kraftwerke.....	23
3. Lastmanagement.....	25
4. Stromspeicher	27
5. Power to Gas.....	28
6. Power-to-Heat	29
B. Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor	30
C. Energiewende im Wärmesektor – dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung	32
D. Ausbau der Elektromobilität und Potenziale des öffentlichen Verkehrs für die Nutzung von Erneuerbaren Energien.....	35

III. Indikatoren und Daten zur Energiewende und zum Klimaschutz (Monitoringbericht)	38
A. Energiebezogene Indikatoren	38
1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren und Teilmärkten.....	38
2. Strom: Installierte Leistungen von Erzeugungsanlagen, Stromerzeugung und Stromverbrauch	40
3. Wärme: Anteile der Sektoren und Energieträger	47
4. Strom und Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung	51
5. Versorgungsbeitrag der Erneuerbaren Energien 2015.....	55
6. Treibhausgasminderung durch Erneuerbare Energien 2015.....	57
7. EEG-Durchschnittsvergütungen 2015	58
8. EEG-Anlagen: Installierte Leistungen und Erlöse in den Kreisen.....	61
9. Abregelung von Strom aus Erneuerbaren Energien	63
B. Klimaschutzbezogene Indikatoren (Treibhausgasemissionen)	64
1. Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Schleswig-Holstein nach Sektoren.....	64
2. Entwicklung der Methanemissionen und Anteile der Sektoren.....	66
3. Entwicklung und Anteile der Sektoren an den Distickstoffoxidemissionen	69
4. Entwicklung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990.....	70
5. Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den Sektoren	75
6. Vergleich der Pro-Kopf-Emissionen Schleswig-Holstein - Deutschland	76
Anhang	77
1. Berichtsauftrag gemäß Energiewende- und Klimaschutzgesetz vom 30.3.2017 (Verkündung im Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein).....	77
2. Wichtige Begriffe der Energie- und THG-Bilanzierung	78
3. Hintergrundinformationen zu den Indikatoren	81
4. Übersicht über zentrale Energie- und Klimaschutzindikatoren	83

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Entwicklung der Emissionen der drei THG 1990 - 2015 und Trendlinie zum Ziel 2030 sowie THG-Minderung durch Erneuerbare Energien	11
Abb. 2:	Zielszenario für die Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis 2030	13
Abb. 2.b:	Zielszenario für die Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis 2025 in gemeinsamer Bilanzierung von Hamburg und Schleswig-Holstein	13
Abb. 3:	Anteil Strom aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 2006 - 2015 und Zielszenario bis 2030	15
Abb. 4:	Bruttostromerzeugung 2006, 2015 und 2025 und Bruttostromverbrauch 2015	16
Abb. 5:	Anteil der Wärme aus Erneuerbaren Energien 2006 - 2015 am Endenergieverbrauch Wärme und Zielszenario bis 2030	17
Abb. 6:	Veränderung Endenergieverbrauch 1990 - 2015 in SH und D	38
Abb. 7:	Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren 2006 - 2015	40
Abb. 8:	Anteile der Energieträger an der installierten Leistung der Stromerzeugungsanlagen 2015	41
Abb. 9:	Bruttostromerzeugung 1990 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015	42
Abb. 10:	Installierte Leistung, Anlagenzahl, Stromerzeugung und Volllaststunden aus Wind Onshore 1990 – 2015 (ohne Kleinanlagen bis 50 kW)	44
Abb. 11:	Anteile der Sektoren am Bruttostromverbrauch 2015	46
Abb. 12:	Wärmeversorgung 1990 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015	47
Abb. 13:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raum- und Prozesswärme durch ausgewählte Verbrauchssektoren 2008 - 2015	48
Abb. 14:	Fernwärmeerzeugung 2003 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015	50
Abb. 15:	Anteil KWK-Strom am Bruttostromverbrauch in SH und D 2003 - 2015	52
Abb. 16:	Stromerzeugung aus KWK nach Energieträgern 2003 - 2015	53
Abb. 17:	Wärmeerzeugung aus KWK nach Energieträgern 2003 - 2015	54
Abb. 18:	Anteile der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme, Kraftstoffe 2015	56
Abb. 19:	Anteile der einzelnen Energieträger am gesamten endenergetischen Versorgungsbeitrag der Erneuerbaren Energien 2015	57
Abb. 20:	EEG Durchschnittsvergütungen 2015 im Vergleich SH und D	59
Abb. 21:	Installierte Leistungen nach Energieträgern und Kreisen 2015	61

Abb. 22:	Erlöse für EEG-Anlagen nach Energieträgern und Kreisen 2015	62
Abb. 23:	Gesamte CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz) nach Sektoren 1990 - 2015	64
Abb. 24:	CO ₂ -Emissionsfaktoren der Strom und Wärmeerzeugung 1990 - 2015	65
Abb. 25:	CH ₄ -Emissionen nach Sektoren 2015	67
Abb. 26:	Änderungsraten der CH ₄ -Emissionen nach Sektoren 1990 - 2015	68
Abb. 27:	N ₂ O-Emissionen nach Sektoren 2015	69
Abb. 28:	Änderungsraten der N ₂ O-Emissionen nach Sektoren 1990 - 2015	70
Abb. 29:	Änderung der Emissionen der einzelnen THG in SH und in D 2015 gegenüber 1990	71
Abb. 30:	Entwicklung der Summe der THG-Emissionen 2015 gegenüber 1990	72
Abb. 31:	Anteile CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O an der Summe der drei Treibhausgase 2015	74
Abb. 32:	Entwicklung der gesamten THG-Emissionen nach Sektoren in Schleswig-Holstein 1990-2015	75
Abb. 33:	THG-Emissionen pro Einwohner 1990 - 2015 in SH und D	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik in Schleswig-Holstein	10
Tabelle 2:	Übersicht über die auf Wärme bezogenen Abbildungen	54
Tabelle 3:	Übersicht über den Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Energieversorgung und THG-Minderung im Jahr 2015	58
Tabelle 4:	Vergleich der CO ₂ -Emissionen 2015 in Schleswig-Holstein in der Quellen- und der Verursacherbilanzierung	80
Tabelle 5:	Übersicht über verfügbare Hintergrundinformationen zu Daten und Indikatoren im Energiewendeportal	81
Tabelle 6:	Übersicht über zentrale Energiewende- Indikatoren	83
Tabelle 7:	Übersicht über zentrale Klimaschutzindikatoren	84
Tabelle 8:	Übersicht über Emissionen zur Landnutzung / Landnutzungsänderungen	84

Abkürzungsverzeichnis

ABI	Amtsblatt
AfPE	Amt für Planfeststellung Energie
AG	Arbeitsgemeinschaft
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BDEW	Bundesverband der Elektrizitäts- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BNUR	Bildungszentrum für Natur, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
BR-Drs.	Bundesrats-Drucksache
BSV	Bruttostromverbrauch
BT-Drs.	Bundestags-Drucksache
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid (eine Tonne CO ₂ = 3,67 Tonnen C)
D	Deutschland
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärmegesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EKI	Energie- und Klimaschutzinitiative Schleswig-Holstein
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EKSH	Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EWKB	Energiewende- und Klimaschutzbericht
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz
EU	Europäische Union
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GJ	Gigajoule (10 ⁹ Joule)
GMSH	Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR
GVOBl	Gesetz- und Verordnungsblatt

GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
HFC/HFKW	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
HGÜ	Hochspannungsgleichstromübertragung
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KKW	Kernkraftwerk
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kV	Kilovolt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
l	Liter
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
LNG	Liquefied Natural Gas (Flüssigerdgas)
LT-Drs.	Landtags-Drucksache
LULUCF	Landnutzung und Landnutzungsänderungen (Land Use, Land Use Change and Forestry)
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
MIB	Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten
MW	Megawatt
MWAVT	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie
N ₂ O	Distickstoffoxid
NEP	Netzentwicklungsplan
OWP	Offshore-Windpark
PEV	Primärenergieverbrauch
PFC/FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe
PJ	Petajoule (10 ¹⁵ Joule)
ppm	parts per million
PtG	Power-to-Gas
PtH	Power-to-Heat
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SH	Schleswig-Holstein
THG	Treibhausgase
TWh	Terawattstunden (= 1.000 GWh = 1 Mrd. kWh)
UBA	Umweltbundesamt
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

I. Einführung

A. Auftrag und Gliederung des Energiewende- und Klimaschutzberichts

Der Landtag hat am 31.3.2012 den Antrag „Berichterstattung über den Stand der Energiewende in Schleswig-Holstein“ (LT-Drs. [17/2384](#) vom 9.3.2012) beschlossen. Darin wird die Landesregierung gebeten, dem Landtag bis zum 30. Juni eines jeden Jahres die Ergebnisse des Monitorings zu ausgewählten Energie-Indikatoren zu berichten.

Ergänzend hat der Landtag am 24.4.2013 den Antrag „Energiewende- und Klimaschutz in Schleswig-Holstein“ beschlossen (LT-Drs. [18/750](#) vom 17.4.2013), mit dem die Landesregierung gebeten wird, zeitgleich mit dem jährlich im Juni vorzulegenden Monitoringbericht auch über Ziele und Maßnahmen der Klimaschutz- und Energie-wendepolitik für Schleswig-Holstein zu berichten.

Die mit diesen Landtagsbeschlüssen bereits etablierten Berichtspflichten hat der Landtag mit dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz (verkündet im [Gesetz- und Verordnungsblatt](#) für Schleswig-Holstein am 30.3.2017) auch gesetzlich festgeschrieben. Für den Wortlaut des Berichtsauftrags siehe Anhang 1.

Die Landesregierung hat bislang vier Berichte „Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein - Ziele, Maßnahmen und Monitoring“ vorgelegt (LT-Drs. [18/889](#) vom 5.6.2013, LT-Drs. [18/1985](#) vom 6.6.2014, LT-Drs. [18/3074](#) vom 4.6.2015 und LT-Drs. [18/4389](#) vom 6.7.2016).

Dieser Bericht enthält zusammenfassend die mit vorherigen Berichten sowie dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz formulierten Ziele (Teil I) sowie gemäß § 5 Absatz 1 Energiewende- und Klimaschutzgesetz einen Bericht über Maßnahmen aus den Handlungsfeldern, die im Beirat für Energiewende und Klimaschutz in diesem Jahr behandelt wurden (Teil II). In Teil III werden aktuelle Monitoringdaten bereitgestellt. Für eine ausführliche Darstellung der umgesetzten und auf den Weg gebrachten Maßnahmen sowie eine Erläuterung der quantitativen Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik siehe Energiewende- und Klimaschutzbericht 2016 (LT-Drs. [18/4389](#)).

B. Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik

Ihre Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik hat die Landesregierung zuletzt im Energiewende- und Klimaschutzbericht 2016 ausführlich dargestellt und begründet. Im Energiewende- und Klimaschutzgesetz sind die Klimaschutzziele bis 2050 und die Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2025 auch verbindlich festgeschrieben. Hier folgt eine zusammenfassende Übersicht:

Wie bisher unterstützt die Landesregierung die mittel- und langfristigen klima- und energiepolitischen Ziele, wie sie die Europäische Union und die Bundesregierung in den Jahren 2007 bis 2010 in integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepten beschlossen haben. Die auf europäischer Ebene beschlossenen Energie- und Klimaschutzziele für das Jahr 2030 sind aus Klimaschutzsicht zu wenig ambitioniert; die Landesregierung befürwortet daher – wie bereits im Energiewende- und Klimaschutzbericht 2015 dargelegt – ehrgeizigere Ziele.

In Kontinuität zu den Zielformulierungen in früheren Berichten und Programmen¹ verfolgt die Landesregierung eigenständige – und über die Ziele auf EU- und Bundesebene hinausgehende – Ziele für die Minderung der Treibhausgasemissionen und für den Ausbau der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien. In den Bereichen Energieeffizienz und Energieeinsparung bleibt die Grundlinie der Landesregierung, die europäischen und nationalen Ziele als Mindestziele auch für Schleswig-Holstein anzustreben.

Zur Erreichung der Klimaschutzziele ist es Aufgabe der Landesregierung, dafür die landespolitischen Voraussetzungen zu schaffen und sich auf Bundesebene für die erforderlichen Rahmensetzungen einzusetzen. Sie kann allerdings die Zielerreichung nicht aus eigener Kraft gewährleisten, da sie auf entsprechende bundespolitische Rahmensetzungen angewiesen ist. Zudem wird auch zukünftig im Rahmen des Monitoring eine Überprüfung der Zielerreichung und ggf. eine Fortschreibung der Ziele erforderlich sein.

Die energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt:

¹ Integriertes Energie- und Klimakonzept, LT-Drucksache [17/1851](#) vom 19.9.2011, Energiewende- und Klimaschutzbericht, LT-Drucksache [18/889](#) vom 5.6.2013, Energiewende- und Klimaschutzbericht, LT-Drucksache [18/1985](#) vom 6.6.2014, Energiewende- und Klimaschutzbericht, LT-Drucksache [18/3074](#) vom 4.6.2015, Energiewende- und Klimaschutzbericht, LT-Drucksache [18/4389](#) vom 6.7.2016.

Tabelle 1: Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik in Schleswig-Holstein

	Ist-Wert	Zielszenario			
	2015	2020	2025	2030	2050
Minderung der Treibhausgasemissionen jeweils ggü. 1990	24,9%	40%	k.A.	55%	80-95% ^{c)}
Ausbau der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in TWh (umgerechnet als Anteil am Bruttostromverbrauch)	17,9 TWh (114,5%)	28 TWh ^{a)} (ca. 180% ^{b)})	37 TWh (ca. 240%^{b)})	44 TWh (ca. 300%^{b)})	k.A.
Anteil der Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch Wärme	14,1%	(18%) ^{a)}	22%	25%	k.A.
a) Kein explizit formuliertes Ausbauziel, ergibt sich als Zwischenziel bei Interpolation zwischen aktuell erreichtem Stand und Ziel 2025 b) Aus den jeweiligen Ausbauzielen resultierender Anteil am Bruttostromverbrauch unter der Annahme, dass der Bruttostromverbrauch bis 2030 auf rund 15 TWh leicht sinkt. ² c) Dabei wird der obere Rand angestrebt					
Die gelb markierten Ziele sind auch in § 3 des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes aufgeführt. Nach § 3 Absatz 5 EWKG soll die Landesregierung die Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien für den Zeitraum ab 2025 in den Energiewende- und Klimaschutzberichten fortschreiben.					
Die hellrot markierten Ausbauziele für Erneuerbaren Energien für das Zieljahr 2030 hat die Landesregierung mit dem Energiewende- und Klimaschutzbericht 2016 im Sinne des vorstehenden Auftrags konkretisiert. Im Hinblick auf die lange Zeitspanne haben diese Ziele den Charakter eines Zielszenarios, das bei Vorliegen neuer Daten, Rahmensetzungen und Prognosen ggf. fortzuschreiben ist.					

1. Zielszenario für die Treibhausgasemissionen bis 2030

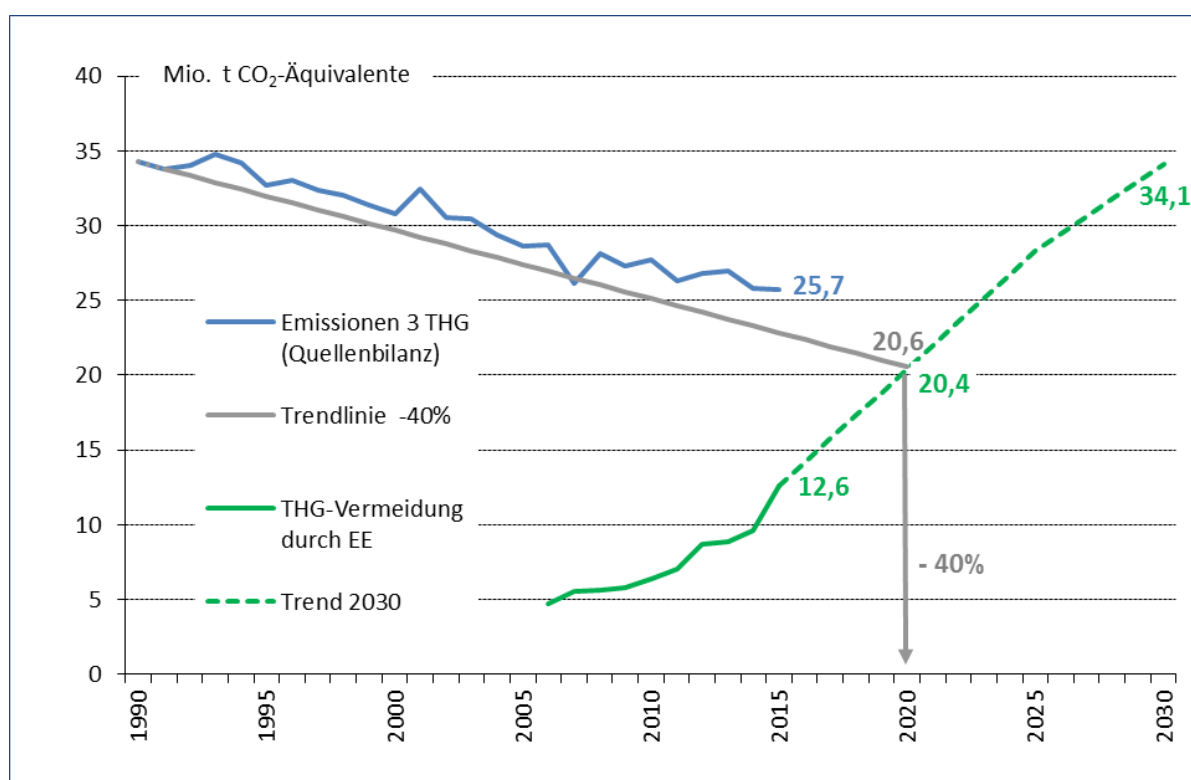
Die Landesregierung verfolgt – wie die Bundesregierung – das Ziel der Minderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40% bis 2020 gegenüber 1990. Abb. 1 zeigt, dass die Entwicklung der Emissionen der drei Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid in Schleswig-Holstein oberhalb der Trendlinie zur Errei-

² Der Bruttostromverbrauch in Schleswig-Holstein lag in den letzten Jahren in der Größenordnung von 16 TWh. Ca. 1 TWh Reduzierung ist zu erwarten durch die Außerbetriebnahme des KKW Brokdorf bis Ende 2021 sowie einiger Kohlekraftwerke in Schleswig-Holstein. Auch die angestrebte und zu erwartende Effizienzsteigerung bei klassischen Stromverbrauchern wirkt senkend auf den Bruttostromverbrauch. Es gibt aber auch Einflussfaktoren, die in Richtung Anstieg des Bruttostromverbrauchs wirken (neue Verbraucher im Rahmen der Sektorkopplung, Digitalisierung der Industrie, Bevölkerungswachstum durch Zuwanderung). Im mittleren Szenario erwartet die Landesregierung einen Bruttostromverbrauch von 15 TWh, d.h. zusätzliche Stromverbräuche und die erwartete Senkung bei klassischen Verbrauchern gleichen sich etwa aus.

chung einer Minderung um 40% bis 2020 liegt. Der Pfad zur Zielerreichung ist in der Abbildung in grau dargestellt, die tatsächlichen THG-Emissionen in blau.

Während die Minderung der CO₂-Emissionen auf einem guten Pfad zur Zielerreichung liegt, hat Schleswig-Holstein im Vergleich zum Bundesdurchschnitt deutlich geringere Minderungen der Methan- und Distickstoffoxid-Emissionen zu verzeichnen, was maßgeblich am Anstieg von Tierhaltung und landwirtschaftlicher Flächennutzung und damit verbunden auch deutlich gestiegenem Düngemiteleinsatz liegt. Für weitere Analysen siehe Kapitel III.B.

Abb. 1: Entwicklung der Emissionen der drei THG 1990 - 2015 und Trendlinie zum Ziel 2030 sowie THG-Minderung durch Erneuerbare Energien



Quelle: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; Die THG-Minderung durch EE wurde durch das Statistikamt Nord auf Basis der Ist-Werte der EE-Versorgungsbeiträge bis 2015 und der EE-Ausbauszenarien bis 2030 in Abb. 2 und Abb. 5 berechnet

Abb. 1 zeigt weiterhin, dass die Erneuerbaren Energien 2015 mit 12,6 Mio. t bereits 49% der schleswig-holsteinischen Treibhausgasemissionen vermieden bzw. kompensiert haben. Bei Realisierung der angestrebten THG-Minderung und der Ausbauszenarien der Erneuerbaren Energien wird deren Beitrag zur Treibhausgasvermeidung im Jahr 2020 bei rund 20 Mio. t liegen und damit den bei Einhaltung des Minderungspfades verbleibenden Treibhausgasemissionen entsprechen. Bis 2030 soll der Treibhausgasvermeidungsbeitrag der Erneuerbaren Energien auf rund 34 Mio. t CO₂-Äquivalente ansteigen und dann einen Beitrag zur bundesweiten Treib-

hausgasminderung leisten, der weitaus größer ist als die schleswig-holsteinischen Treibhausgasemissionen.

Erneuerbare Energien, die in Schleswig-Holstein fossile Brennstoffe ersetzen (wie es ganz überwiegend bei Wärme und Kraftstoffen aus Erneuerbaren Energien der Fall ist), sind eine Ursache für den Trend zu sinkenden Treibhausgasemissionen. Soweit Erneuerbare Energien über die Landesgrenzen Schleswig-Holsteins exportiert werden (wie es zu einem großen Teil bei der Stromerzeugung der Fall ist), findet die ihnen zurechenbare THG-Minderung ihren Niederschlag nicht in der schleswig-holsteinischen, sondern in der nationalen oder europäischen Bilanz der Treibhausgasemissionen.

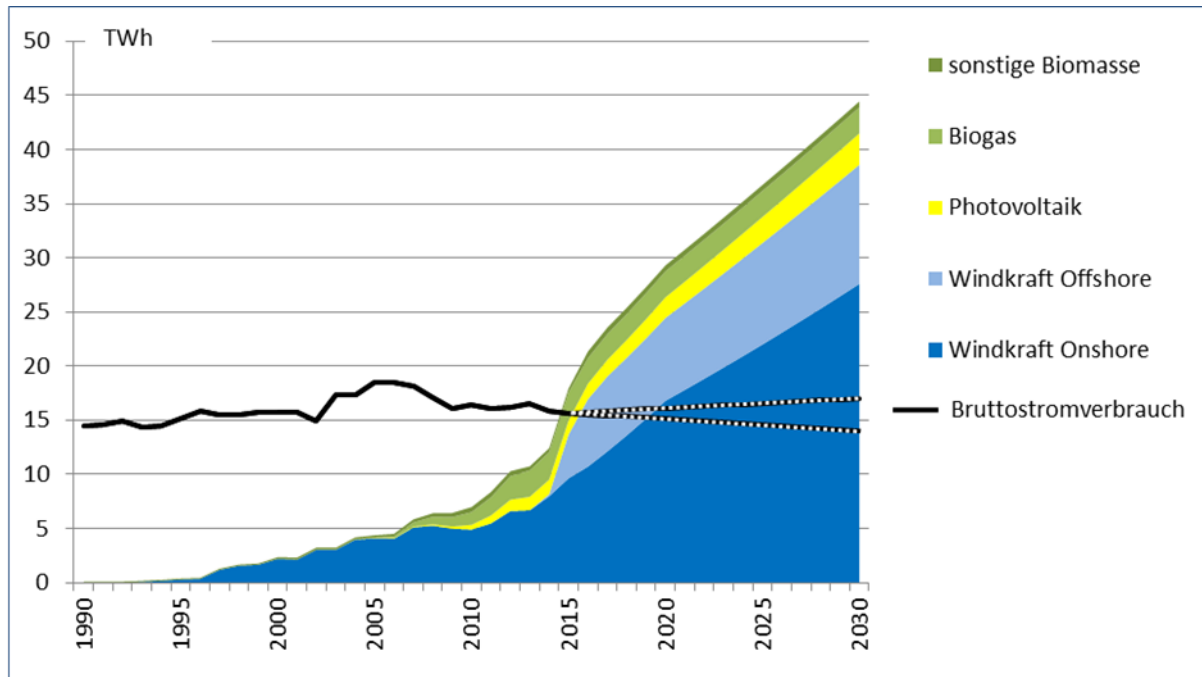
2. Zielszenario für den Stromsektor bis 2030

Im Energiewende- und Klimaschutzbericht 2016 sowie in der Begründung zum Energiewende- und Klimaschutzgesetz hat die Landesregierung ihre Ziele der Klimaschutzpolitik ausführlich hergeleitet und begründet.

Demnach verfolgt sie das Ziel, die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien auf mindestens 37 TWh bis zum Jahr 2025 auszubauen und dafür die notwendigen Rahmenbedingungen im Land zu schaffen. Im fortgeschriebenen Zielszenario strebt die Landesregierung bis 2030 eine Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien von mindestens 44 TWh an.

Abb. 2 zeigt die bisherige und die zukünftige Entwicklung der einzelnen Erneuerbaren Energien im Zielszenario der Landesregierung.

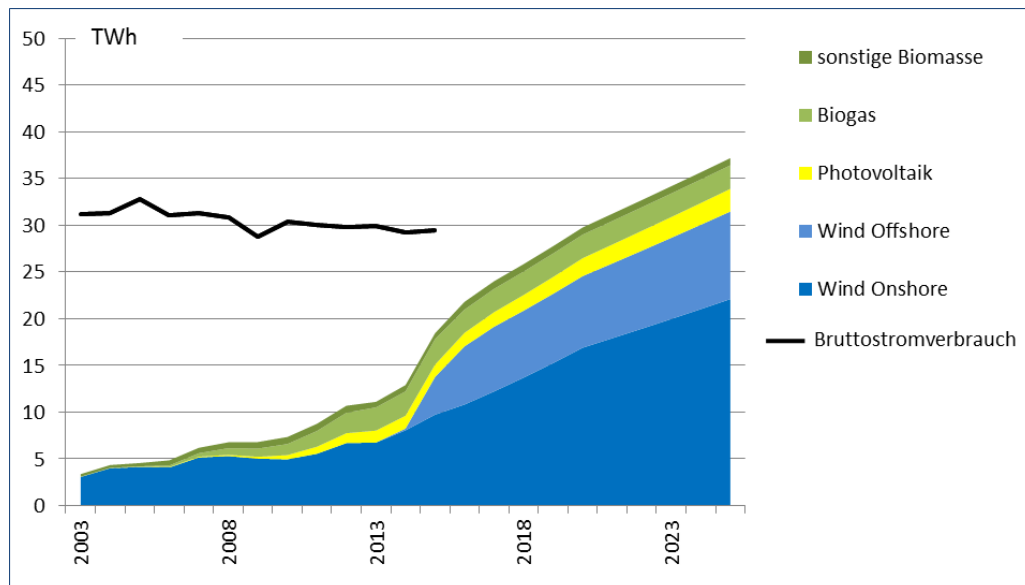
Abb. 2: Zielszenario für die Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis 2030



Quellen: Bis 2015 Ist-Zahlen aus der Energiebilanzierung des Statistikamts Nord;
ab 2016 Ausbauerwartung und Zielszenario der Landesregierung

Interessant ist auch eine Betrachtung von Schleswig-Holstein und Hamburg gemeinsam, da sich eher ländlich geprägte Gebiete mit einer Metropolregion in Bezug auf ihre Charakteristika bei Stromerzeugung und -verbrauch gut ergänzen und ein realistischeres Bild der Anforderungen der Energiewende zeichnen. Abbildung 2b zeigt das Ergebnis für den Zeitraum bis zum Jahr 2025, das als Grundlage für die derzeitigen Windenergieplanungen dient.

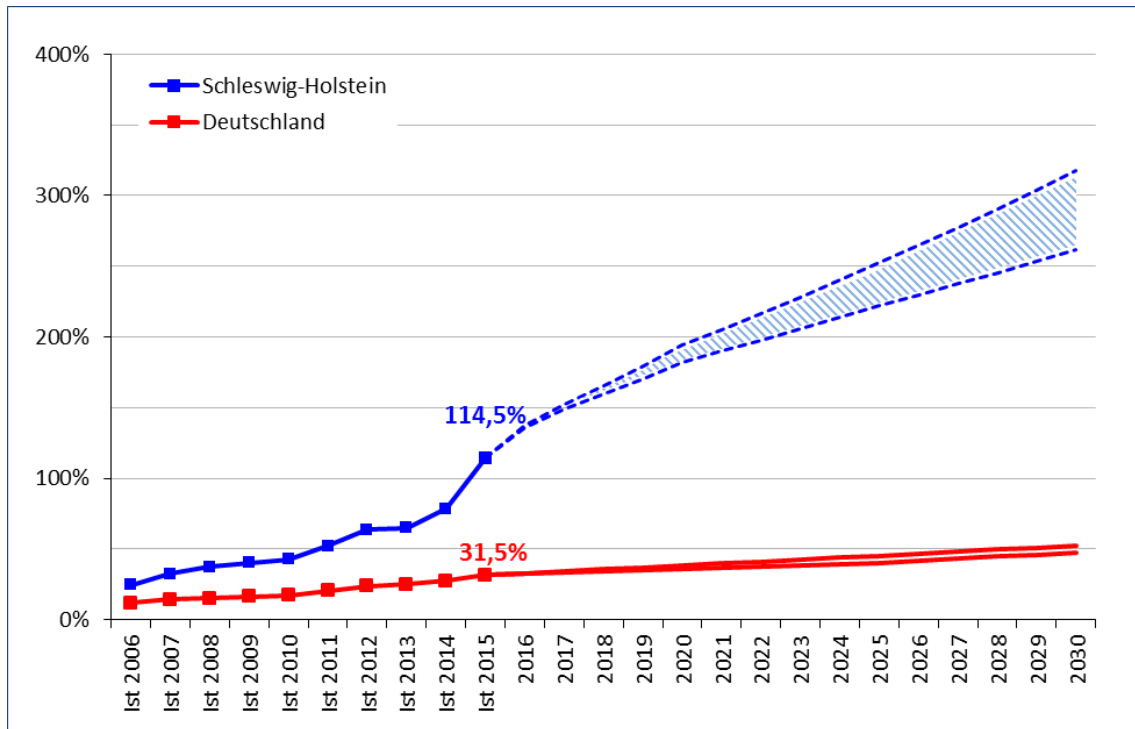
Abb. 2.b: Zielszenario für die Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis 2025 in gemeinsamer Bilanzierung von Hamburg und Schleswig-Holstein



Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien ist für die Gesamtregion nur geringfügig höher als im Zielszenario für Schleswig-Holstein, weil Hamburg nur beschränkte Ausbaupotenziale hat. Der gemeinsame Bruttostromverbrauch liegt derzeit bei knapp 30 TWh, davon entfällt auf beide Länder jeweils etwa die Hälfte. In der Gesamtregion Hamburg-Schleswig-Holstein wurde 2015 ein Anteil von Strom aus Erneuerbaren Energien von 63% erreicht. 2025 wird mit dem dargestellten Ausbauzielszenario in der Gesamtregion Hamburg-Schleswig-Holstein ein rechnerischer Beitrag der Erneuerbaren Energien zum klassischen Bruttostromverbrauch von rund 125% erreicht.

Sinkt der schleswig-holsteinische Bruttostromverbrauch auf 15 TWh (siehe Fußnote 2) und entwickeln sich die Vollaststunden von Neuanlagen wie von der Bundesnetzagentur angenommen, wird mit dem in Abb. 2 dargelegten Zielszenario bis 2030 ein Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Schleswig-Holstein von rund 300% erreicht (siehe Abb. 3).

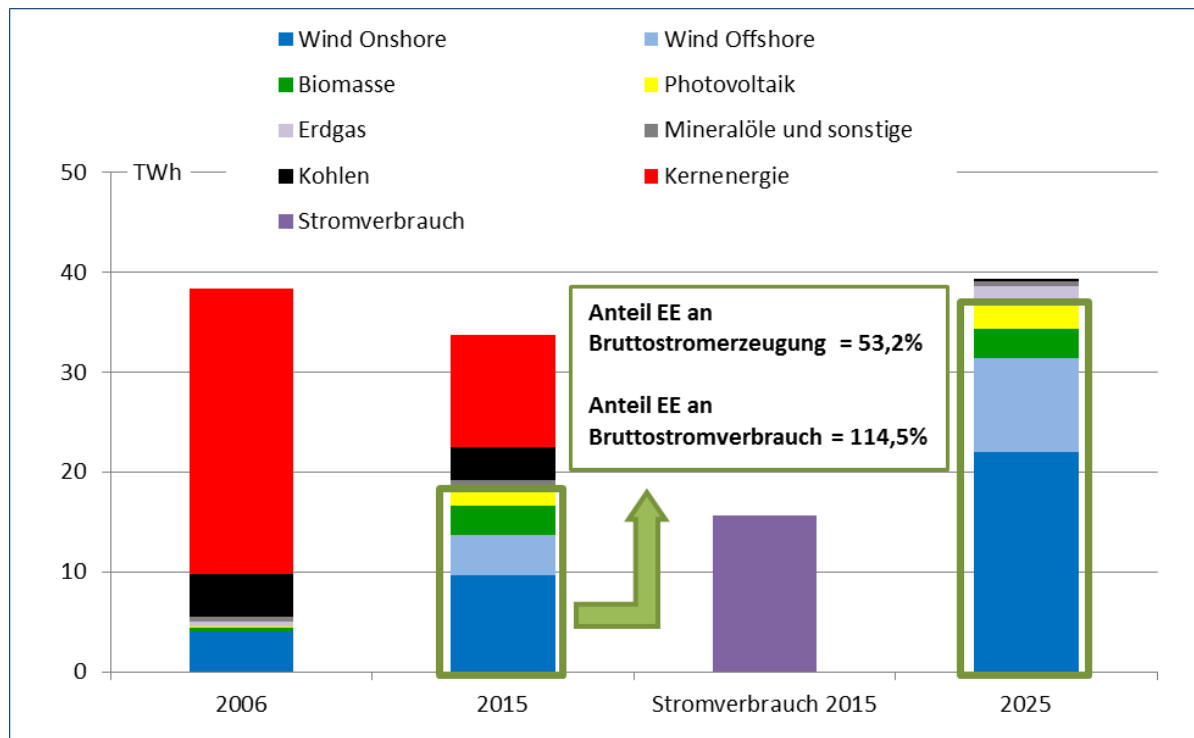
Abb. 3: Anteil Strom aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 2006 - 2015 und Zielszenario bis 2030



Quellen: Ist-Werte für Deutschland aus „Erneuerbare Energien im Jahr 2015“ des BMWi (Ausgabe Dezember 2016), Zielszenario 2030 gemäß Koalitionsvertrag auf Bundesebene und EEG.
Für Schleswig-Holstein: Bis 2015 Ist-Zahlen aus der Energiebilanzierung des Statistikamts Nord; ab 2016 Ausbaurwartung und Zielszenario des MELUR.

Obwohl die Kernkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel keinen Strom mehr produzierten, stammte 2015 noch gut 33% der schleswig-holsteinischen Stromerzeugung aus Kernenergie (KKW Brokdorf). Laut Atomgesetz wird das KKW Brokdorf und damit das letzte schleswig-holsteinische Kernkraftwerk spätestens zum Ende des Jahres 2021 außer Betrieb gehen. Abb. 4 zeigt das Szenario für die Stromerzeugung 2030, bei dem bei den Erneuerbaren Energien das Zielszenario der Landesregierung, bei den fossilen Energien die Planungen der Kraftwerksbetreiber und bei der Atomenergie das gesetzliche Außerbetriebnahmedatum zugrunde liegt:³

³ Grundlage ist im Bereich der fossilen Kraftwerke die Kraftwerksliste aus dem genehmigten Szenariorahmen für den Netzentwicklungsplan 2013 der Bundesnetzagentur und im Bereich der Erneuerbaren Energien das auf der Prognose der Netzbetreiber sowie einer wissenschaftlichen Potenzialanalyse basierende Zielszenario der Landesregierung.

Abb. 4: Bruttostromerzeugung 2006, 2015 und 2025 und Bruttostromverbrauch 2015

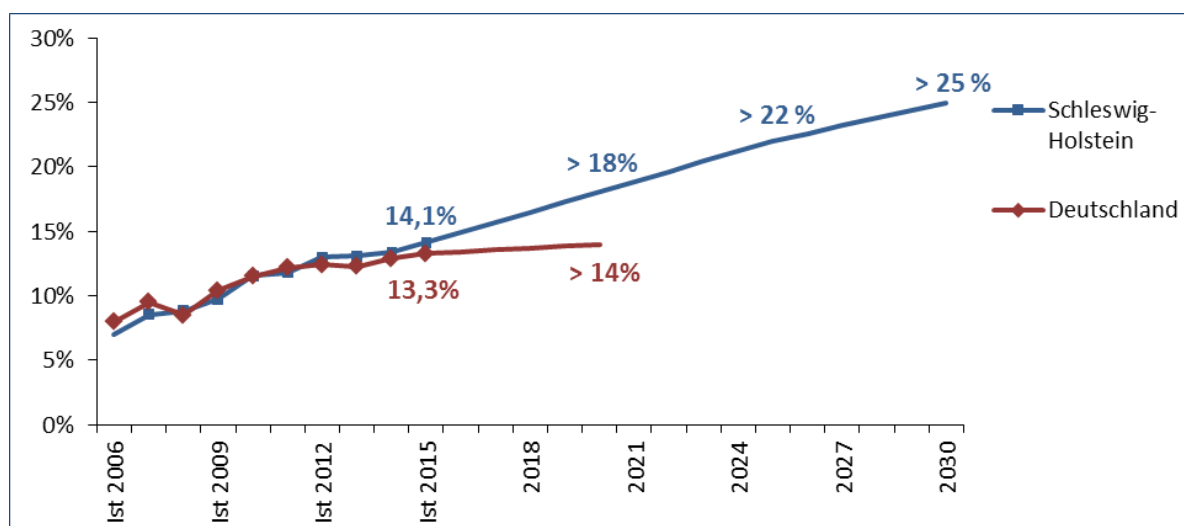
Quelle: Statistikamt Nord Energiestatistiken für Stromerzeugung 2006/2015; vorläufige Energiebilanz 2015 für Stromverbrauch; Szenario 2030 für fossile Kraftwerke auf Basis des Szenariorahmens B der Bundesnetzagentur (siehe Fußnote 3 für weitere Erläuterungen) und für EE-Stromerzeugung auf Basis des Ziele gemäß Tabelle 1.

Abb. 2 und Abb. 4 zeigen den weiterhin deutlich steigenden Stromversorgungsbeitrag von Wind Onshore und Offshore. Die bis 2025 erwartete Stromerzeugung aus Windenergie wird den Ausstieg aus der Kernenergie überkompensieren, daher ist ein leichter Anstieg der Nettostromexporte aus Schleswig-Holstein zu erwarten. Kohleverstromung wird in Schleswig-Holstein 2025 keine wesentliche Rolle mehr spielen. Trotz der starken Reduzierung der Nutzung von Kohle und dem Ausstieg aus der Kernenergie wird im Szenario 2025 vor allem aufgrund des erwarteten Ausbaus der Windenergie eine etwa gleich hohe Stromerzeugung erwartet wie Mitte der 2000er Jahre, als noch drei Kernkraftwerke in Schleswig-Holstein in Betrieb waren.

3. Zielszenario für den Wärmesektor bis 2030

Ziel der Landesregierung ist es, einen Anteil der Wärme aus Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch Wärme von mindestens 22% bis 2025 und von mindestens 25% bis 2030 zu erreichen. Grundlage der Zielformulierung ist ein von der Landesregierung entwickeltes Szenario⁴ für das wirtschaftlich realisierbare Potenzial des Beitrags der Erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch im Wärmesektor (für Raumwärme, Prozesswärme und Warmwasser).⁵ Abb. 5 zeigt, dass die Ausbauziele den bisherigen Ausbaupfad fortschreiben. Die Bundesregierung hat bisher keine Ziele für 2025 und 2030 formuliert. Bis 2020 soll der Anteil der Erneuerbaren Energien am EEV Wärme deutschlandweit auf 14% steigen.

Abb. 5: Anteil der Wärme aus Erneuerbaren Energien 2006 - 2015 am Endenergieverbrauch Wärme und Zielszenario bis 2030



Quellen: Ist-Werte für Deutschland aus „Erneuerbare Energien im Jahr 2015“ des BMWi (Ausgabe Dezember 2016; für Schleswig-Holstein: Bis 2015 Ist-Zahlen aus der Energiebilanzierung des Statistiksamts Nord; ab 2016 Ausbauserwartung und Zielszenario des MELUR

⁴ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Waerme/waerme_node.html

⁵ Derzeit wird ein Großteil der EE-Wärme aus Biomasse erzeugt. Ein weiterer deutlicher Ausbau der Anzahl der Biomasseanlagen wird nicht erwartet, da die begrenzten Potentiale in Schleswig-Holstein bereits weitgehend genutzt werden und mit der EEG-Novelle 2014 die Vergütungssätze für die Stromerzeugung deutlich reduziert wurden. Da ein nicht unerheblicher Teil der bereits bestehenden Biogasanlagen derzeit die bei der Stromerzeugung entstehende Wärme noch nicht vollständig nutzt, besteht dort noch Potential. Vor diesem Hintergrund wird Biomasse bis zum Jahr 2025 weiterhin den größten Beitrag zur Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien leisten. Erste Pilotprojekte in den Bereichen Solarthermie, Geothermie und saisonalen Speichern können bis zu diesem Zeitpunkt zusätzlich auf den Weg gebracht werden.

Gemäß MELUR-Studie „Energiepotenzial aus Biomasse für das Jahr 2020“ haben Reststoffe (wie Gülle, Knickholz sowie Bio- und Grünabfälle) in Schleswig-Holstein einen Anteil von rund 50% am biogenen Primärenergiepotential. Diese Reststoff-Potentiale werden noch nicht ausreichend energetisch genutzt. Gemäß der Studie besteht ein Potential von Biomassewärme in Höhe von 8,6 TWh, von dem bis 2025 eine Nutzung von etwa 5,6 TWh erwartet werden kann.

II. Bericht über die im Energiewendebeirat im März 2017 behandelten Themen und Handlungsfelder

Die Fraktionen im schleswig-holsteinischen Landtag haben sich darauf verständigt, einen Beirat für Energiewende und Klimaschutz (Energiewendebeirat) zu etablieren. Die konstituierende Sitzung fand am 7. März 2014 statt. Gemäß § 6 des [Energiewende- und Klimaschutzgesetzes vom 30.3.2017](#) soll der Beirat auch zukünftig fortgeführt werden. Er ist unabhängig, soll die Energiewende- und Klimaschutzpolitik in Schleswig-Holstein beratend begleiten, die mit Energiewende und Klimaschutz verbundenen Themen aufgreifen und gesellschaftlichen Akteuren eine Plattform zur Diskussion bieten.

Der Energiewendebeirat soll mindestens einmal jährlich zu einer Sitzung zusammenkommen. Die Sitzungen haben jeweils ein Schwerpunktthema. Bisher fanden vier Sitzungen statt:

Sitzung	Datum	Schwerpunktthema
4.	13.3.2017	Sektorkopplung – Bedeutung für die Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele und erforderliche Rahmensetzungen
3.	21.3.2016	Steigerung der regionalen Wertschöpfung in Verbindung mit dem Ausbau von Flexibilitäten
2.	13.3.2015	Wärmewende
1.	7.3.2014	Netzausbaustrategie Schleswig-Holstein

In den Beirat wurden mit aktuellem Stand 49 Fachleute insbesondere aus Parlament, Wirtschaft, Umwelt, Wissenschaft, Kirche und kommunaler Familie berufen. Die Mitgliederliste ist im Internet dokumentiert.⁶ Die Mitglieder sind für die Legislaturperiode berufen. Je nach Themenschwerpunkt werden zusätzlich fachkundige Akteure zu einzelnen Sitzungen eingeladen.

Gemäß Auftrag in § 5 Abs. 1 Energiewende- und Klimaschutzgesetz wird im Folgenden über die im Energiewendebeirat im März 2017 behandelten Schwerpunktthemen und Handlungsfelder berichtet.

⁶ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Projekt/_documents/energiewendebeirat.html

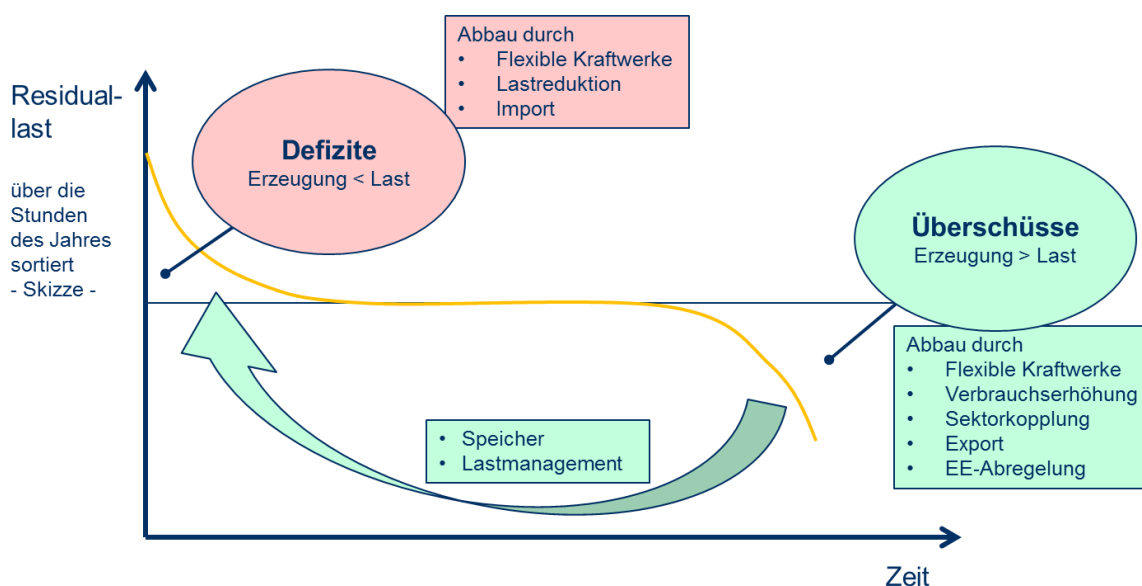
A. Sektorkopplung und Flexibilitäten

Die fluktuierende Stromerzeugung aus Wind und Sonne prägt zunehmend das energiewirtschaftliche System. Damit ergeben sich zentrale Herausforderungen, die zu bewältigen sind:

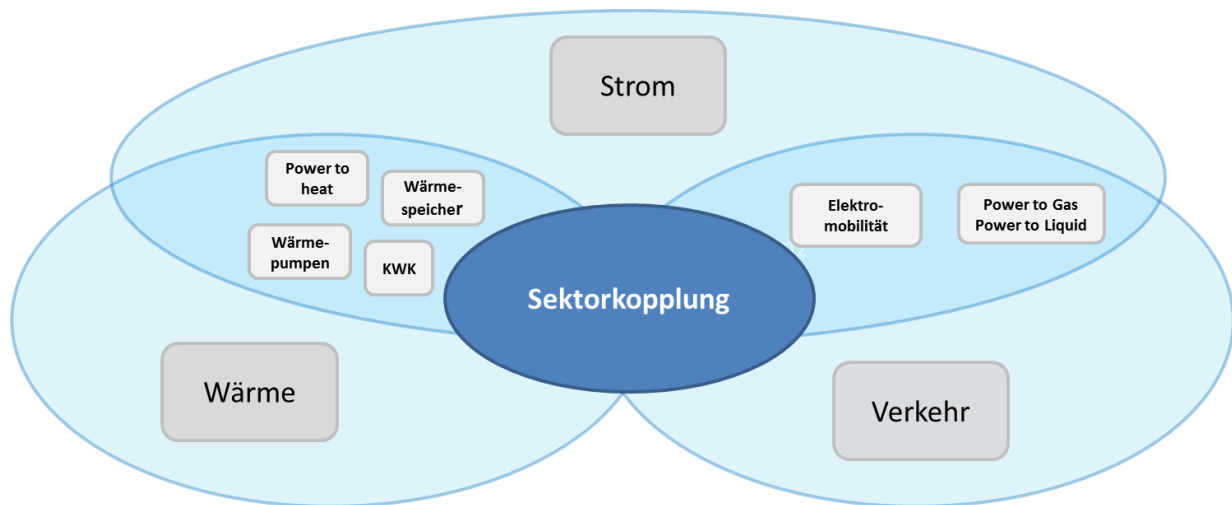
- Reagiert das System rasch genug auf die Fluktuation?
- Wohin mit den Erzeugungsspitzen, wenn die Stromerzeugung aus Windenergie und Photovoltaik höher ist als die Last?
- Wie kann bei geringer Stromerzeugung aus Windenergie und Photovoltaik Versorgungssicherheit gewährleistet werden?

Die Antwort auf diese Herausforderungen liefern Sektorkopplung und Flexibilitäten. Flexibilitäten sind alle Optionen, die dazu beitragen, dass Verbrauch und Erzeugung im Stromsektor flexibel auf ein großes („Überschuss“) oder geringes („Knappheit“) Angebot an Wind- und Sonnenstrom reagieren (siehe Schaubild 1). Sektorkopplung ist die Verzahnung der bisher voneinander weitgehend getrennten energiewirtschaftlichen Sektoren Elektrizität, Wärmeversorgung und Verkehr (siehe Schaubild 2).

Schaubild 1: Flexibilitäten



Zur optimalen Integration der Erneuerbaren Energien wird das Stromversorgungssystem nicht isoliert betrachtet, sondern werden die sektorübergreifenden Flexibilitäten an der Schnittstelle zum Wärme- und Verkehrssektor mit berücksichtigt. Besonders im Wärme- und Verkehrsbereich ist der Anteil an fossilen Energieträgern im Gegensatz zum Stromsektor noch hoch. Ein schrittweise steigender Einsatz der direkten Nutzung von Strom und Power-to-X-Anlagen mit Strom aus erneuerbaren Energien in den Sektoren Wärme und Verkehr ist daher zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele im Jahr 2050 unerlässlich.

Schaubild 2: Kopplung der Sektoren Strom – Wärme – Verkehr

Das Ziel der Sektorkopplung besteht darin, den effizienten und emissionsarmen Einsatz von Energie in allen Sektoren zu ermöglichen.⁷ Neben der Bereitstellung von Flexibilität ist Sektorkopplung daher auch wesentlicher Baustein der Effizienz- und Klimaschutzstrategie.

Das Thema „Sektorkopplung – Bedeutung für die Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele und erforderliche Rahmensetzungen“ war auch Schwerpunkt des Beirats für Energiewende und Klimaschutz im März 2017. Professor Michael Sterner⁸ hielt einen Impulsvortrag zum Thema „Keine Sektorkopplung ohne Energiespeicher - Lösungsräume für eine sektorenübergreifende Dekarbonisierung“. Seine Leitthese ist, dass für die Energiewende „Netze *und* Speicher“ benötigt werden, da Netze für den räumlichen und Speicher für den zeitlichen Ausgleich benötigt werden.

Die Treibhausreduktion im Verkehr sei allein mit Elektromobilität nicht möglich, es würden vielmehr strombasierte Kraftstoffe für den Flug- und Schiffsverkehr sowie für den Langstreckenstraßenverkehr und Arbeitsmaschinen benötigt. PtG sei nur deshalb noch nicht wirtschaftlich, weil der Markt zu klein und die Kosten daher zu hoch sind. Es seien Starthilfen nötig, um das Potenzial von Kostensenkungen und Effizienzsteigerung (Wirkungsgrad) bergen zu können.

Power-to-X sei eine Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz und von industriepolitischer Bedeutung, da sie z.B. räumlich und zeitlich als Speichertechnologie in

⁷ Die Bioenergie nimmt derzeit eine Sonderrolle im Rahmen der Sektorkopplung ein, da sie flexibel und sowohl im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor eingesetzt werden kann. Das Biogas kann besonders effizient in KWK-Anlagen zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.

⁸ Professor für Energiespeicher an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg (OTH Regensburg) und Leiter der Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher (FENES)

Deutschland einen Ausgleich schaffen könne. Um diese Wirkung entfalten zu können, seien z.B. die Gesetzgebung in Richtung Strom-Wärme-Gas auszurichten, CO₂ adäquat zu bepreisen sowie Barrieren zwischen den Sektoren durch eine umfassende Reform der Abgaben und Umlagen abzubauen.

Einen zweiten Impulsbeitrag hielt Dr. Patrick Graichen⁹ zum Thema „Sektorkopplung - Bedeutung für die Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele und erforderliche Rahmensetzungen“. Ausgangsthese von Dr. Graichen war, dass auf dem Pfad zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele bis 2030 Strom, Wärme und Verkehr ihre Emissionen gegenüber 2015 um 40 bis 50% mindern müssen. Dies impliziert:

- Im Stromsektor müsse das Ziel zum Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor auf 60% bis 2030 erhöht und der Kohleverbrauch halbiert werden.
- Der Wärmeverbrauch müsse bis 2030 um 25% reduziert, der Ölausstieg fast vollständig umgesetzt und der Anteil Erneuerbarer Energien und Wärmepumpen deutlich gesteigert werden.
- Der Energieverbrauch im Verkehr müsse durch Vermeidung und Verlagerung um ein Drittel reduziert, die Verbräuche bei Diesel/Benzin gesenkt und Elektroautos zum Standard bei PKW gemacht werden.

Als Hauptthemmnis nannte Dr. Graichen, dass gegen sinkende Kohle-, Öl- und Gaspreise und ohne verursachergerechte CO₂-Preise wirksamer, zielorientierter Klimaschutz nicht möglich sei. Zentrale Baustellen für Klimaschutz und Energiewende 2030 seien daher die Einführung eines CO₂-Mindestpreises im Emissionshandel, eine langfristige Kohleausstiegsstrategie, ehrgeizige Ausbauziele für Erneuerbare Energien und eine grundlegende Reform der Abgaben und Umlagen. Aus Effizienzgründen warnte er vor zu großen Hoffnungen bezüglich PtG. Diese Technologie könne aufgrund der hohen Umwandlungsverluste und Kosten nur für anderweitig schwer zu versorgende Nischenbereiche eine Lösung sein.

Im Folgenden werden aktuelle Flexibilitäten und Maßnahmen der Sektorkopplung in Schleswig-Holstein vorgestellt (beide Funktionsbereiche lassen sich nicht strikt voneinander trennen). Auch wenn es bereits etliche Projekte gibt, so sind die Potenziale bei weitem noch nicht ausgeschöpft und bleibt die Entwicklung von Flexibilitäten und Sektorkopplung auch in Schleswig-Holstein eine Herausforderung.

⁹ Direktor AGORA Energiewende

1. Projekt Norddeutsche Energiewende 4.0

Die Energiewende im Stromsektor ist in Schleswig-Holstein weiter fortgeschritten als in den meisten anderen Regionen Europas. Hier ist man daher auch früher mit technischen Herausforderungen konfrontiert. Der von MELUR und MWAVT unterstützte Wettbewerbsantrag „Norddeutsche Energiewende NEW 4.0“ von Hamburg und Schleswig-Holstein für eine Förderung aus dem BMWi-Programm „Schaufenster intelligente Energien/Wind“ ist von strategischer Bedeutung für das Land, weil hier an Lösungen für die Energiewendezukunft gearbeitet werden soll. Am 6.12.2016 gab das BMWi den offiziellen Startschuss für dieses und vier weitere Projekte. Mehr unter www.new4-0.de.

Das Schaufenster Norddeutsche Energiewende "NEW 4.0" besteht aus Unternehmen in der Region Hamburg als großem Energieverbrauchszenrum und Unternehmen bzw. Projekten in der Region Westküste in Schleswig-Holstein als bedeutendem Windenergie-Erzeugungszentrum. Das Schaufenster will aufzeigen, dass in dem Verbund dieser Regionen bereits 2025 die Stromversorgung sicher und zuverlässig mit 70 Prozent auf Basis regenerativer Energien erfolgen kann. Hierfür sollen Erzeugung und Verbrauch mittels modernster Technologien und weiterentwickelter Marktregeln optimal aufeinander abgestimmt werden.

In der AG 1 des Energiewendebeirats am 13. März 2017 wurde eine kurze Übersicht der Arbeitsprogramme und Ziele von NEW 4.0 vorgestellt. Kernpunkte sind

1. der schnelle lokale Stromhandel unterhalb von 15 Minuten,
2. der Aufbau einer regionalen Stromnetzampel,
3. der Ausgleich des Regelzonensaldos (smart balancing),
4. der Bezug von Regelernergie aus Erneuerbaren Energien,
5. die Bereitstellung von Momentanreserve aus Erneuerbaren Energien und
6. die Bereitstellung von Blindleistung aus Erneuerbaren Energien.

Insgesamt soll über NEW 4.0 eine Flexibilität im Umfang von 300 MW erreicht werden. Dazu gehört die Aufstellung einer virtuellen Kraftwerksleistung von über 1.600 MW. Wesentliche Herausforderung ist dabei das dynamische Zusammenspiel zwischen Stromerzeugung und -verbrauch. Insbesondere die großen Industrieverbraucher können dazu z.B. Lastgradienten von 10 MW pro Sekunde bereitstellen. Neben den thermischen Lasten sind aber auch Batteriespeicherprojekte und Power-to-Gas Projekte sehr flexible Instrumente, um einen Ausgleich zwischen den dynamischen Verhaltenskurven von Last und Erzeugung zu erzielen.

Im Energiewendebeirat wurde betont, dass sich das Lastmanagement nicht auf industrielle Großverbraucher beschränken darf – auch wenn es angesichts der Chancen und des Aufwands naheliegend sei, dass die ersten Schritte von großen Akteu-

ren getan werden. Vielmehr müssen auch kleinere Verbraucher eingebunden werden. Dazu gelte es vor allem Transparenz über die Ergebnisse im Rahmen von NEW 4.0 zu schaffen.

Neben der Sammlung von technischen Erfahrungen sei auch die gesellschaftliche Akzeptanz zu beachten. Dies ist in NEW 4.0 ein eigenes Aufgabenfeld, in dem die Fortschritte nicht allein gegenüber dem Fördermittelgeber sondern auch den Bürgerinnen und Bürgern in der Region vermittelt werden sollen.

Im Zuge von NEW 4.0 soll auch der künftige energierechtliche Rahmen hin zu einer Sektor übergreifenden Kopplung der Energiemärkte entwickelt und erprobt werden. Im Energiewendebeirat wurde hervorgehoben, dass eine Anpassung des Rechtsrahmens – insbesondere der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor (siehe Kapitel II.B) - die technischen Innovationen und die Marktintegration der Erneuerbaren Energien beschleunigt. Deshalb wurden eine schnellstmögliche Etablierung der experimentellen Erprobung des Energierechts und die weitere Öffnung über gesetzliche Reformen gefordert.

Im Folgenden werden laufende und in Vorbereitung befindliche Vorhaben zum Ausbau von Sektorkopplung und Flexibilitäten in Schleswig-Holstein dargestellt, von denen etliche unter dem Dach von NEW 4.0 laufen.

2. Flexible Kraftwerke

Um komplementär zu fluktuierenden Erneuerbaren Energien zu wirken, müssen Kraftwerke wesentlich rascher als in der Vergangenheit ihre Leistung anpassen können.

Ein Beispiel ist das geplante „**Küstenkraftwerk K.I.E.L.**“, das die Stadtwerke Kiel durch seine modulare Bauweise mit 20 Gasmotoren in die Lage versetzt, auf künftige Entwicklungen der Energiemärkte angepasst zu reagieren. Bei niedrigen Strompreisen laufen nur einzelne Motoren, ohne dass diese in einem ineffizienten Betriebspunkt in Teillast betrieben werden müssen. Die Gasmotoren erlauben, schnell auf die Anforderungen des Strommarktes zu reagieren und sich auch auf dem Regelleistungsmarkt zu engagieren. In Kombination mit der Power to Heat Anlage wird elektrische Energie praktisch ohne Umwandlungsverluste durch die Vermeidung der Gasverbrennung gespeichert.

Solche **flexiblen KWK-Anlagen in Kombination mit einer PtH-Anlage und einem Wärmespeicher** sind ein wesentlicher Baustein der Energiewende und werden bereits heute von mehreren Unternehmen in Schleswig-Holstein betrieben. Die Kraft-Wärme-Kopplung trägt zu einem hohem Wirkungsgrad und besserer Primärenergieausnutzung bei. Mit dem Einsatz von Gas wird auf einen vergleichsweise CO₂-

armen, gut speicherfähigen und damit auch versorgungssicheren Energieträger gesetzt. Im Rahmen der KWKG-Novelle¹⁰ hat sich Schleswig-Holstein besonders für eine Fokussierung auf CO₂-arme Brennstoffe und den Ausbau von Wärmespeichern eingesetzt. Denn durch den Einsatz von Wärmespeichern kann noch besser auf die zeitlich häufig unterschiedlichen Bedarfe und Produktionen im Strom- und Wärmesektor reagiert und so der Vorteil der Sektorkopplung genutzt werden. Die Novelle des KWKG wurde im Februar 2016 beschlossen und ist nach Notifizierung durch die EU-Kommission in Kraft treten.

Flexible Kraftwerke sind vor allem auch dann gefordert, wenn aus Wind und Sonne kein oder kaum Strom erzeugt wird. Um trotzdem sichere Leistung (z.B. am Regelleistungsmarkt) anbieten zu können, werden auf Basis Erneuerbarer Energien sogenannte „**virtuelle Kraftwerke**“ entwickelt:

- **Erneuerbares „Virtuelles“ Kraftwerk der ARGE Netz**

Die ARGE Netz GmbH & Co KG betreibt ein Erneuerbare Energien Kraftwerk (EEKW) und investiert kontinuierlich in dessen Weiterentwicklung. Das EEKW besteht aus Wind-, Photovoltaik- und Biomasse- sowie Speicher-Anlagen, deren Anlagen- und Produktionsdaten in Echtzeit vernetzt sind und so den Betrieb wie ein herkömmliches Großkraftwerk erlauben. Mit dem EEKW können Erneuerbare Energien die gleiche Systemverantwortung übernehmen wie konventionelle Kraftwerke. Aktuell hat das EEKW eine Leistung von 1.200 Megawatt. Es soll künftig zentral über eine Leitwarte in Breklum gesteuert werden. Ziel ist es, im EEKW fluktuierende Leistung mit allen Flexibilitäten zu verknüpfen. Dies können beispielsweise Speicher, flexible konventionelle Anlagen, aber auch Industrieunternehmen und Haushalte sein.

- **Kombikraftwerk Nordgröön Energie**

Auch die Firma Nordgröön Energie GmbH & Co KG hat einen Verbund aus dezentralen Erzeugern an mehreren Standorten (Photovoltaik-, Windenergie- und Biogasanlagen, kleine Wasser- oder Blockheizkraftwerke) zusammengeschaltet und speist den erzeugten Strom ins Netz. Nordgröön Energie ist als Direktvermarkter aber auch auf dem Regelleistungsmarkt tätig.

- **HanseWerk Natur**

HanseWerk Natur GmbH beabsichtigt im Rahmen von NEW 4.0 Stromverbrauch und -erzeugung bei der Wärmeversorgung durch sogenannte Power-to-Heat-Anlagen zu flexibilisieren. Hierbei sollen in einem ersten Schritt rund 15 Blockheizkraftwerke, die bislang hocheffizient Wärme und Strom erzeugen, zukünftig zusätz-

¹⁰ Für die Befassung im Bundesrat siehe <http://www.bundesrat.de/bv.html?id=0441-15>

lich mit einer Power to Heat-Anlage ausgestattet werden. Zu Zeiten von überschüssigem Wind- und Sonnenstrom können dann die BHKW runtergefahren werden und die notwendige Wärme aus dem ansonsten nicht verwendungsfähigen Strom aus Wind und Sonne bereitgestellt werden. Die geplanten 15 Anlagen haben ca. 6,5 Megawatt elektrische Leistung sowie rund 4 Megawatt thermische Leistung. Zusätzlich werden den Anlagen ca. 1 MW Batterieleistung beigestellt.

Flexible Kraftwerke sind auch für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen bedeutsam, so z.B. für die Beschaffung von Blindleistung für den Betrieb der Übertragungsnetze: Wenn das Netz zu 100% mit Windstrom betrieben werden soll, müssen auch die notwendigen Blindleistungsanteile bereitgestellt werden. Kernpunkt dabei ist die regeltechnische Steuerung und Bündelung der Vielzahl an Anlagen und die Vergütung dieser Systemdienstleistung. Dazu werden auch Anpassungen der regulatorischen Rahmenbedingungen erforderlich, die es zunächst auf ihre Wirkung zu erproben gilt. Dies geschieht im Rahmen von NEW 4.0 in einem Projekt zur **Prognose und Steuerung von WKA und dynamische Bereitstellung von Blindleistung durch Windkraftanlagen**.

3. Lastmanagement

Lastmanagement bezeichnet die aktive Steuerung des Stromverbrauchs („Demand Side Management“) und äußert sich insbesondere in Lastverschiebung und Lastreduktion. Nennenswerte Beiträge werden dabei vor allem von der stromintensiven Industrie erwartet. Um die Potenziale bei den Haushalten zu heben, sind insbesondere variable Tarife eine wichtige Voraussetzung. Hilfreich wäre auch die organisatorische Steuerung z.B. über regionale Marktplätze. Und für Schleswig-Holstein als Ganzes ist angesichts der Lage vor den Engpässen im deutschen Übertragungsnetz vor allem die Zuschaltung von Lasten bedeutsam. – Auf all diese Aspekte wird im Folgenden eingegangen.

• Industrielle Lasten

Um die Potenziale der Stromflexibilisierung zu identifizieren, beteiligen sich große industrielle Stromverbraucher, wie ArcelorMittal, Aurubis und Trimet an NEW 4.0. Ziel ist eine an dem flexiblen Stromangebot orientierte Stromnachfrage durch eine Anpassung des betrieblichen Energiemanagements. Dabei werden alle potenziellen Bereiche für Anwendungen der elektrischen Energie als Ersatz für ansonsten notwendige fossile Energieträger geprüft und beispielhaft auf den flexiblen Stromeinsatz umgestellt. Neben der Optimierung der Produktionsprozesse sind hier auch andere Technologien (z.B. PtH, PtG) eingebunden.

- **Variable Tarife für Haushalte**

Die Stadtwerke Norderstedt wollen ihr Angebot für Bedarfsleistungen in Haushalten auf künftige Stromangebote aus Erneuerbaren Energien ausrichten, um auf das fluktuierende Angebot Erneuerbarer Energien im Systemverbund regional zu reagieren. Für die Aktivierung der Bedarfsleistungen in den Haushalten soll im Rahmen des Projektes NEW 4.0 ein flexibles Tarifmodell entwickelt werden.

- **Regionaler Marktplatz (Smart Market)**

Die Schleswig-Holstein Netz AG entwickelt im Rahmen von NEW 4.0 in ihrer Rolle als Stromnetzbetreiber zusammen mit Partnern einen digitalen lokalen Marktplatz, auf dessen Basis mehr Strom aus Erneuerbaren Energien vor Ort genutzt werden kann. Mittels dieser Plattform sollen die Informationen über Stromerzeugung und mögliche Überkapazitäten Stromverbrauchern so zur Verfügung gestellt werden, so dass beispielsweise Unternehmen einen flexiblen Verbrauch anmelden und entsprechend Grünstrom abrufen können. Auf der Plattform sollen alle Komponenten beziehungsweise Akteure bei Stromerzeugung, Transport, Verteilung, Speicherung und Verbrauch intelligent miteinander vernetzt werden, um optimal aufeinander reagieren zu können.

- **Zuschaltbare Lasten**

Mit Blick auf die steigenden Abregelungen von Erneuerbaren Energien und Redispatchkosten hat die Landesregierung den Vorschlag der Zuschaltbaren Lasten in die politische Diskussion eingebracht. Durch die Einführung Zuschaltbarer Lasten durch eine entsprechende bundesgesetzliche Regelung sollen bei bestehenden Netzengpässen zusätzliche Verbraucher vor dem Netzengpass die Möglichkeit haben, im Zuge von Ausschreibungen auf die Kapazitäten zu bieten. Da es sich in diesen Fällen um zusätzliche Verbraucher handeln wird, kommen insbesondere auch sektübergreifende Power-to-Heat-, Power-to-Gas- oder andere Power-to-X-Anlagen in Betracht.

Auf Initiative von Schleswig-Holstein hatte der Bundesrat die Bundesregierung gebeten, kurzfristig Handlungsoptionen für die Nutzung zuschaltbarer Lasten zur Engpassbewirtschaftung zu prüfen und noch in dieser Legislaturperiode konkrete Umsetzungsvorschläge vorzulegen. Zusätzlich hat Schleswig-Holstein eine Studie an die Stiftung Umweltenergierecht und das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung in Auftrag gegeben, die aufzeigt, wie der bestehende Rechtsrahmen zeitnah geändert werden kann, um das „Wegwerfen“ von Strom aus Erneuerbaren

Energien durch nutzbringende Verwendungen zu reduzieren. Die Studie wurde Anfang März 2016 veröffentlicht und dem Bundeswirtschaftsministerium vorgestellt.¹¹

Der Deutsche Bundestag hat am 8. Juli 2016 das Gesetz zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus Erneuerbaren Energien und zu weiteren Änderungen des Rechts der Erneuerbaren Energien (EEG 2017) verabschiedet. Es trat zum 1. Januar 2017 in Kraft. Im Gesetzgebungsverfahren wurde auch das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) angepasst, um einen rechtlichen Rahmen für die Zuschaltung von Lasten zu schaffen. Der neue Rechtsrahmen ermöglicht es, dass Übertragungsnetzbetreiber für ihr Netzengpassmanagement mit Betreibern von KWK-Anlagen im Netzausbaubereich bis zu einer installierten elektrischen Leistung zur Wärmeerzeugung von 2 Gigawatt bilaterale Verträge über die Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung und die Lieferung von elektrischer Energie zum Zweck der Aufrechterhaltung der Wärmeversorgung schließen (vgl. § 13 Abs. 6 a EnWG neu). Erforderliche Investitionskosten für die elektrische Wärmeerzeugung werden ggf. einmalig vom Übertragungsnetzbetreiber erstattet.

Das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein hat im Okt. 2016 und im Febr. 2017 in Workshops mit dem zuständigen Übertragungsnetzbetreiber und den Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagenbetreibern im Lande erörtert, wie der neue rechtliche Rahmen in der Praxis umgesetzt werden müsste, um die zuschaltbaren Lasten tatsächlich nutzen zu können. Vom Übertragungsnetzbetreiber werden in Kürze Musterverträge erwartet.

Die Landesregierung fordert die KWK-Anlagenbetreiber in Schleswig-Holstein auf, das Förderinstrument „Nutzen statt Abregeln“ zu prüfen. Sollte die vorgesehene Summe von 2 Gigawatt elektrischer Leistung nicht erreicht werden, ist die Bundesregierung gefordert, weitere Technologien als zuschaltbare Lasten zuzulassen.

4. Stromspeicher

Das Thema Speicher entwickelt sich in Schleswig-Holstein sehr dynamisch, wozu auch die von der Landesregierung etablierte Fördermöglichkeit mit EFRE- und Landesmitteln beiträgt. Vorhaben, die die Einspeisung von Erneuerbaren Energien in die Strom- und Wärmenetze verbessern und zum regionalen Einsatz von Speichertechnologien beitragen, können nach der Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (30. November 2015) gefördert werden.

¹¹ https://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/zuschaltbare_lasten.html

Das Pumpspeicherwerk Geesthacht mit einer Leistung von 120 MW und einer Kapazität von 600 MWh ist das größte Speicherkraftwerk in Schleswig-Holstein. Darüber hinaus werden derzeit mehrere Batteriespeicher betrieben bzw. entwickelt:

- Im Rahmen des Leuchtturmprojekts "**Smart Region Pellworm**" wird ein sogenanntes hybrides Speichersystem entwickelt und mit einer Leistung von ca. 1,3 MW erprobt. Ziel der E.ON AG, der SH Netz-AG sowie ihrer Projektpartner ist es, die Stromverbraucher über moderne Datenleitungen mit den Erzeugungsanlagen zu verknüpfen und so Erzeugung und Verbrauch von elektrischer Energie besser aufeinander abzustimmen. Überschüsse an Wind- und Sonnenstrom können zukünftig direkt in leistungsstarken Batterien sowie beispielsweise in Heizungssystemen von Haushalten gespeichert werden.
- In **Braderup** betreibt die Arge Netz **Batteriespeicher** auf Basis der Redox Flow-Technologie in der Größenordnung von derzeit 1 MW. Bei Redox-Flow können die energiespeichernden Elektrolyte außerhalb der Zelle in getrennten Tanks gelagert werden. Im Vergleich zu anderen Speichertechnologien haben sie einen hohen Wirkungsgrad und können als Puffer für Windkraftanlagen eingesetzt werden.
- Die Gemeindewerke **Bordesholm** verfolgen die Realisierung eines 5 MW **Batteriespeicher** auf Basis der Lithium- Ionen Technologie. Ziel ist es die örtliche Stromerzeugung (Biogas, PV und zukünftig Windkraft) mit dem Strombedarf von Unternehmen und privaten Haushalten auszugleichen. Zusätzlich sollen Versorgungssicherheit und Netzstabilitäten in Verbindung mit dem vorgelagerten Netzbetreiber erreicht werden. Der Batteriespeicher soll ebenso den Regelleistungsmarkt bedienen.
- Die Unternehmen **Mitsubishi und Eneco** planen einen **großtechnischen Batteriespeicher** mit ca. 48 MW und 51 MWh in Jardelund. Das Projekt wird vom Land gefördert werden; das MELUR hat einem vorzeitigen Maßnahmenbeginn zugestimmt.
- Die Stadtwerke Heide prüfen zusammen mit dem Unternehmen Coulomb die Möglichkeit, einen 5 MW **Batteriespeicher** in den Regelleistungsmarkt zu integrieren.

5. Power to Gas

Mit Power to Gas werden der Einsatz von Strom zur Erzeugung von Wasserstoff und die Verwendung dieses Wasserstoffs in sehr unterschiedlichen Anwendungsbereichen bezeichnet; z.B. im Wärme- und Verkehrssektor, in der chemischen Industrie und grundsätzlich auch in der Stromerzeugung (Rückverstromung).

In Schleswig-Holstein wird an der Entwicklung dieser Technologien in verschiedenen Projekten gearbeitet:

- In den **Reußenkögen** wird das Projekt „**Stromlückenfüller**“ von dem Unternehmen GP Joule durchgeführt: Hier sorgt die Wasserstoff-Elektrolyse in Verbindung mit einer bestehenden Biogasanlage für eine Glättung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Zukünftig kann über die Methanisierung auch die Einspeisung in das Erdgasnetz erfolgen.
- Die **Wasserstoffeinspeisung ins Erdgasnetz** der SH Netz wird in **Klanxbüll** getestet. Nach den vorliegenden Ergebnissen arbeiten die Gasgeräte ohne Beanstandung, auch Netzprobleme sind nicht aufgetreten.
- **Wind to Gas Südermarsch:** Am Industriestandort Brunsbüttel soll noch 2017 eine Power-to-Gas-Anlage errichtet werden. Zum Einsatz kommen soll überschüssiger Windstrom aus einem nahen Windpark. Das Vorhaben wird im Rahmen von NEW 4.0 gefördert.
- Für **Haurup** wird eine Wasserstoff-Elektrolyse zum Aufbau einer **Wasserstoff-tankstelle** und zur Einspeisung in eine Gashochdruckleitung entwickelt. Auch hier soll der Strom aus nahen Windkraftanlagen kommen.
- Die Firma **GP Joule** hat eine Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Fahrzeugen im **ÖPNV** an der Westküste vorgelegt. Im Zuge dieses Projektes soll Busverkehr auf Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien umgestellt werden.
- In **Hemmingstedt** wird von regionalen Akteuren eine großmaßstäbliche **Wasserstoffproduktionsanlage** mit entsprechenden Speichermöglichkeiten entwickelt, die mit Windstrom betrieben werden sollen. Der Wasserstoff soll teils für Anwendungen im Verkehr in Hamburg genutzt werden, teils von den regionalen Unternehmen selbst genutzt werden.

6. Power-to-Heat

Die Erzeugung von Wärme durch Strom wird als „Power-to-Heat“ bezeichnet. Da Strom – anders als Wärme – zu 100% Arbeitsfähigkeit besitzt, ist Power-to-Heat unter energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten weniger effizient. Ausnahme kann aber ansonsten abgeregelter Strom oder der Einsatz für Regelenergie sein.

Power-to-Heat kommt vor allem bei Energieversorgern mittels Elektrodenheizkesseln in einem Wärmenetz zum Einsatz. Die benötigte Energie wird meist durch die Teilnahme am (negativen) Regelenergiemarkt bezogen. Entsprechende Anlagen gibt es z.B. in Flensburg, Neumünster und Kiel. Weitere Vorhaben auch im Kontext von flexiblen Kraftwerken wurden in den vorstehenden Abschnitten dargestellt. Da die Preise für negative Regelenergie in den letzten Jahren deutlich gesunken sind und der Strombezug aus dem Netz auch in Überschusszeiten durch hohe Abgaben und Umlagen belastet ist, kommen die Anlagen nur selten zum Einsatz und ist ein wirtschaft-

licher Betrieb schwierig. Auch dies bekräftigt die Notwendigkeit einer Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor.

im Juni 2014 wurde die von AGORA Energiewende beim Fraunhofer IWES beauftragte und vom MELUR fachlich begleitete Studie zu den Power-to-Heat-Potenzialen in Schleswig-Holstein veröffentlicht.¹² Die Region stand aufgrund der großen Mengen abgeregelten erneuerbaren Stroms im Fokus. Die Studie zeigt Potentiale und Handlungsempfehlungen für eine mögliche Anpassung der Rahmenbedingungen auf.

Soweit regional Überschüsse bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien auftreten, die nicht stromspezifisch genutzt werden können und die nachweislich EE-Strom sind, kann die Nutzung von ansonsten abgeregeltem Strom in mehrvalenten Heizsystemen zur Systemstabilisierung von Strom- und Wärmesektor beitragen. Allerdings kann Power-to-Heat nur ein Teil der Lösung sein. Es werden weitere Optionen zur Flexibilisierung im Strommarkt und zur Integration Erneuerbarer Energien in den Wärmemarkt benötigt.

B. Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor

Für den Ausbau von Sektorkopplung und Flexibilitäten ist ein transparenter und diskriminierungsfreier Wettbewerb um die volkswirtschaftlich effizienteste Lösung erforderlich. Momentan werden die Sektoren noch als getrennte Bereiche betrachtet. Dies spiegelt sich auch in den staatlich induzierten Preisbestandteilen im Energiesektor wieder. Im Wärmesektor konkurrieren z.B. strombasierte Wärmeanwendungen mit Öl- und Gasthermen. Diese werden jedoch mit sehr unterschiedlichen Abgaben und Umlagen belegt. Während z.B. Strom mit der EEG-, der KWK- und weiteren Umlagen, Netzentgelten sowie der Stromsteuer belastet wird, wird auf Energieträger im Wärmesektor nur die Energiesteuer gezahlt.

Ein wesentliches Handlungsfeld zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele ist vor diesem Hintergrund eine ganzheitliche und systematische Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor, denn das bestehende System setzt klimapolitische Fehlanreize und erschwert Flexibilitäten und Sektorkopplung. Unter staatlich induzierten Preisbestandteilen (SIP) im Energiesektor werden übergreifend über alle drei Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Mobilität die Steuern, Sonderabgaben, Gebühren und Umlagen auf Energieträger verstanden. Der Bund hat bereits im Jahr 2015 im Rahmen des Weißbuchs „Ein Strommarkt für die Energiewende“ die Entwicklung eines Zielmodells für die staatlich veranlassten Preisbestandteile angekündigt, bisher aber noch keine konkreten Vorschläge vorgelegt.

¹² <http://www.agora-energiewende.de/service/veranstaltungen/detailansicht/article/fachgespraeche-power-to-heat-zur-integration-von-erneuerbaren-energien/>

Im Energiewendebeirat stellten MELUR und MWAVT folgende mögliche Leitlinien für eine systematische, konsistente Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile im Energiesektor zur Diskussion:

- Mehr Erneuerbare Energien zu geringeren Kosten bzw. EEG-Umlage senken
- Einheitliche und verursachergerechte Bepreisung der CO₂-Emissionen
- Infrastrukturkosten verursachergerecht verteilen
- Anreize für Effizienz und Einsparung setzen

Ziel sollte es sein, dass entsprechend der tatsächlichen Kosten für die Gesellschaft die Erneuerbaren Energien kostengünstiger werden und die Fossilen Energien teurer, ohne dass die Verbraucher insgesamt mehr belastet werden. Gleichzeitig sollte der Markt auch dadurch gestärkt werden, dass die CO₂-Bepreisung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr nicht auseinanderklafft. So könnte der Markt die richtigen Signale senden und die Energiewende kostengünstig realisiert werden.

Mit der Reform sollen die Kosten für Stromverbraucher durch die Senkung der EEG-Umlage reduziert werden – eine Gegenfinanzierung sollte dabei durch Mehreinnahmen im Rahmen der CO₂-Bepreisung in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr erfolgen. Verzerrungen zwischen den Energieträgern würden beseitigt, der Sektörübergang erleichtert und ein technologieneutraler Wettbewerb um die kostengünstigste Lösung für die Energienutzung eröffnet.

Gerechte und transparente Verteilung der Be- und Entlastungen

Im Zuge einer möglichen Reform wären alle staatlich induzierten Preisbestandteile auf den Prüfstand zu stellen. Eine ganzheitliche Reform des Steuer- und Abgabensystems sollte so ausgestaltet sein, dass die Verteilung der Be- und Entlastungen über alle Verbraucher gerecht und transparent werden würde. Eine solche Reform wäre in mehreren Phasen und über einen längeren Zeitraum umzusetzen. Alle Akteure bräuchten Planungssicherheit. Unternehmen müssten weiterhin international wettbewerbsfähig bleiben. Die neuen Anreizstrukturen müssten zugleich gewährleisten, dass die energie- und klimapolitischen Ziele erreicht werden würden.

Diskussion im Energiewendebeirat

Eine ganzheitliche und systematische Herangehensweise an eine Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile wurde im Energiewendebeirat grundsätzlich begrüßt. Die Diskussion machte zugleich deutlich, dass großes Interesse bei schleswig-holsteinischen Akteuren besteht, eine weitere Konkretisierung des Reformkonzepts und der Gestaltungsziele konstruktiv zu begleiten und auf offene Fragen Antworten zu finden. Folgende Punkte wurden in der AG 4 im Energiewendebeirat im März 2017 diskutiert:

- Wie können die Reformbausteine konkretisiert und rechtssicher umgesetzt werden, Strom aus Erneuerbaren Energien im Sinne des EEG, für den keine EEG-Vergütung in Anspruch genommen wird, von der EEG- und der KWK-Umlage sowie der Stromsteuer zu begünstigen (ähnlich dem früheren Grünstromprivileg)? Wie kann dabei das Risiko begrenzt werden, dass es zu spürbaren Mehrbelastungen von nicht privilegierten, voll umlagepflichtigen Stromkunden kommt?
- Wie kann eine praktikable, verursachergerechte und rechtssichere Einbeziehung auch des Importstroms in die CO₂-Bepreisung erfolgen?
- Wie können die Reformbausteine konkretisiert werden, dass die in den Sektörübergang gehenden Strommengen für flexibel auf Strommarktsignale reagierende Verbraucher geringer mit SIP belastet werden und zugleich eine spürbare Mehrbelastung nicht privilegierter Verbraucher vermieden wird? An welchem Kriterium könnte insbesondere festgestellt werden, wer flexibel auf Strommarktsignale reagiert?
- Gewährleisten die Eckpunkte bereits ausreichend den Ansatz von Technologieoffenheit und fairem und effizientem Wettbewerb zwischen verschiedenen Technologien aus den Bereichen Sektorkopplung und Flexibilitäten? Welche Technologien würden bei Umsetzung des Reformkonzepts marktfähig?
- Wie kann Schleswig-Holstein auch technologie- und industriepolitisch von der notwendigen Reform der staatlich induzierten Preisbestandteile profitieren?

MELUR und MWAVT setzen den engen Dialog mit den Stakeholdern fort.

C. Energiewende im Wärmesektor – dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung

Im Energiewendebeirat stellte Professor Oschatz vom Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden die Ergebnisse der Studie „Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt“ vor.¹³ Darin wird untersucht, unter welchen Bedingungen dezentrale und zentrale Wärmeversorgungssysteme einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung der Effizienz- und Klimaziele leisten können und unter welchen Prämissen der jeweilige Einsatz für die Akteure wirtschaftlich ist. Dabei werden die End- und Primärenergieverbräuche sowie die CO₂-Emissionen berechnet und eine vergleichende ökonomische Bewertung der dezentralen und zentralen Wärmeversorgungssysteme aus Sicht der Akteure vorgenommen. Zusätzlich wird

¹³ Studie ist verfügbar unter http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/pressemitteilungen_pdf/studie_dezentrale_vs_zentrale_waermeversorgung.pdf

neben der betriebswirtschaftlichen Bewertung eine volkswirtschaftliche Analyse der Wärmeversorgungskonzepte durchgeführt.

Als Grundlage werden unterschiedliche, praxisrelevante Siedlungsstrukturen und Gebäudetypen herangezogen. In der Untersuchung werden neben den allgemeinen ökologischen und ökonomischen Unterschieden insbesondere die Auswirkungen der unterschiedlichen Modernisierungsoptionen auf die betroffenen Mieter, Selbstnutzer und Vermieter betrachtet.

Die Studie kommt bei der endenergetischen Bewertung zu dem Ergebnis, dass dezentrale Systeme unabhängig vom Sanierungszustand des Gebäudes gegenüber Fernwärme einen verringerten Endenergieeinsatz benötigen. Eindeutige Vorteile belegt die Studie jedoch für Nah- und Fernwärme basierend auf KWK und Erneuerbaren Energien im Vergleich zu dezentralen Versorgungssystemen bei der Bewertung des primärenergetischen Verbrauchs und der CO₂-Emissionen. D.h., die größten Einsparungen des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen können durch Nah- und Fernwärmenetze aus KWK mit erneuerbarem Brennstoff effizient realisiert werden.

Die Resultate der ökonomischen Bewertung der Studie zeigen darüber hinaus, dass aus Sicht von Vermietern die Verwendung von Nah- und Fernwärmenetzen aus KWK und regenerativen Energien vorteilhaft sind. Bei den Akteursgruppen der Mieter und Selbstnutzer werden grundsätzlich dezentrale Wärmeversorgungssysteme bevorzugt.

Einschränkend ist hier anzumerken, dass die in der Studie herausgestellten ökonomischen Vorteile der berechneten mittleren Wärmekosten von dezentralen Wärmeversorgungssystemen aus Sicht der Mieter in teilsanierten Gebäuden gegenüber der Nutzung von Nah- und Fernwärme nur begrenzte Wirkung entfalten.

Die Berechnung der Vermeidungskosten (Kosten pro eingesparter Einheit) an Primärenergie und CO₂-Emissionen aus Sicht der Akteure belegen, dass Vermieter eindeutig von einem Anschluss an ein Nah- und Fernwärmenetz profitieren und für Mieter von teilsanierten Mehrfamiliengebäuden in mittleren Versorgungssystemen eine wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit selbst vor dem Hintergrund der derzeitigen Rahmenbedingungen nur knapp verfehlt wird.

Fernwärmenetze mit KWK, industrieller Abwärme und weiteren regenerativen Energien sind gemäß Studie primärenergetisch eine sinnvolle und häufig auch die kostengünstigste Lösung. Insbesondere in den Fällen, in denen die Integration der Erneuerbaren Energien in der dezentralen Wärmeversorgung nur schwer möglich ist.

Auch wird bestätigt, dass eine pauschale Bewertung von Nah- und Fernwärme gegenüber dezentralen Versorgungssystemen nicht sinnvoll ist, da immer der jeweilige

Anwendungsfall betrachtet werden müsse, um korrekte Aussagen zur Umweltbilanz machen zu können.

Ergebnisse der darauf folgenden Diskussion lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Vorstellung der Studie „dezentrale versus zentrale Wärmeversorgung“ seitens Prof. Oschatz wurde von allen Teilnehmern begrüßt. Das MELUR wurde immer mit einem starken Fokus auf Wärmenetzen wahrgenommen. MELUR unterstrich an dieser Stelle nochmals die Notwendigkeit einer technologieoffenen Lösungsfindung auf dem Weg zur Erreichung eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050.
- Auch zukünftig werden sowohl dezentrale als auch zentrale Systeme wichtige Beiträge für eine weitgehende klimaneutrale Wärmeversorgung leisten müssen.
- Die verstärkte Einführung dezentraler Systeme kann kurzfristig zu den größeren Energieeinsparungen führen, mit Blick auf die Jahre nach 2030 haben in der Regel zentrale Systeme Vorteile.
- Es herrscht Einigkeit, dass die Entscheidung zum zukünftigen Einsatz von zentralen oder dezentralen Heizsystemen nicht grundsätzlich eindeutig nur einseitig getroffen werden kann, sondern dass es jeweils regional optimierte Lösungen in der Wärmeversorgung geben wird. Hierbei gilt es immer ein Optimum zwischen Wärmeverlusten in zentralen und Effizienzverlusten in dezentralen Wärmeversorgungen zu finden.
- Die Teilnehmer waren sich auch darin einig, dass sich die technische Gebäudeausrüstung an dem zu erzielenden Wärmedämmstandard orientieren müsse. Zudem bedarf es - abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten - eines objekt- oder quartiersbezogenen Konzepts zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2050.
- Neben den gebäudeseitigen Optimierungen der energetischen Anforderungen am Einzelgebäude sind daher zukünftig Wärmeversorgungen mit EE im Quartier zu stärken. Die dazu gegebenenfalls notwendigen optimalen Speichertechniken müssen geprüft und eingeplant werden.
- Um in diesem Zusammenhang insbesondere die Akzeptanz für Wärmenetze bei den Akteuren zu erhöhen, ist zu prüfen, wie der Mehrwert für die Akteure beispielsweise durch die kombinierte energetische und altengerechte Sanierungen verbessert werden kann.
- Begleitend zur Transformation der Wärmeversorgung zum Erreichen eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands sind ferner eine zielgerichtete und verlässliche Förderung, eine sozialverträgliche Ausgestaltung und eine Überprüfung der Zielerreichung notwendig.

- Zur Konkretisierung der Transformation der Wärmeversorgung wird eine Abstimmung / Entwicklung von Maßnahmen mit einer Ausrichtung auf die unterschiedlichen Zielhorizonte 2030 und 2050 gefordert.

D. Ausbau der Elektromobilität und Potenziale des öffentlichen Verkehrs für die Nutzung von Erneuerbaren Energien

Mit dem Umbau des deutschen Energiesystems im Zuge der Energiewende und des Klimaschutzes unterliegt auch der Mobilitätssektor einem großen Wandel.

Die verschiedenen Formen der Mobilität (Straßen-, Schienen-, Schiffs- und auch der Luftverkehr) müssen schnell und stärker mit den Klimazielen und den Erneuerbaren Energien verknüpft werden, weil der Verkehrssektor im Vergleich mit den Verbrauchssektoren Strom und Wärme noch einen hohen Nachholbedarf beim Klimaschutz hat.

Die Arbeitsgruppe 3 des Energiewendebeirats 2017 hat im Kontext der Sektorkopplung Chancen und Herausforderungen für den ÖPNV herausgearbeitet. Dabei wurden Potentiale für die Nutzung der durch den Einsatz alternativer Antriebe notwendigen neuen Infrastrukturen (z.B. als Energie-Speichermedien) diskutiert und darüber hinaus Mobilitätskonzepte im Hinblick auf die Versorgung der ländlichen Räume in Schleswig-Holstein in den Blick genommen.

Impulsreferate haben aufgezeigt, welche Technologien es heute im ÖPNV ermöglichen, regenerative Energien für den Antrieb von Fahrzeugen einzusetzen.

- Aktuell läuft ein wettbewerblicher Dialog der NAH.SH für die Anschaffung von 50 neuen Zügen für die Strecken von Netz Nord und Netz Ost. Neben den konventionellen Antrieben mit Diesel sollen klimafreundliche Lösungen in der Ausschreibung Berücksichtigung finden..
- Das zweite Impulsreferat stellte die Voruntersuchungen und das Konzept der Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein zur Umrüstung ihrer Bus-Flotte in Hamburg auf batteriebetriebene Busse bis 2020 vor. Hierin wird auch Bezug zu den Herausforderungen für die Netzbetreiber genommen. Sowohl der Betrieb von Fahrzeugen mit Batterien als auch mit Gas erfordert neue und investitionsintensive Infrastrukturen. Diese bergen aber auch Potenziale für eine Nutzung über die reine Versorgung der Fahrzeuge hinaus. Die Batterien der E-Busse (oder auch anderer E-Fahrzeug-Flotten) können über intelligentes Management als Energiespeichermedien für Stromproduktionsspitzen verwendet werden und somit zu einem Lastausgleich beitragen.

Folgende Leitfragen lagen der **Diskussion im Energiewendebeirat** zugrunde:

- Mobilitätskonzepte im ÖPNV heute und morgen: Wohin geht die Reise?
- Wie können wir durch Kombination verschiedener Verkehrsträger, Konzepte und alternativer Energien den Sektor Verkehr nachhaltig gestalten?
- Welche Technologien sind in den nächsten Jahren besonders aussichtsreich, Erneuerbare Energien für den Antrieb von Fahrzeugen im ÖPNV einzusetzen?

Es wurde herausgearbeitet, dass die Herausforderungen für Verkehrsbetriebe (Straße und Schiene) durch neue Finanzierungslösungen (u.a. Anpassung von Vertragslaufzeiten, Übernahme von Infrastrukturinvestitionen, Klimaschutzboni) angegangen werden müssen, da Verkehrsunternehmen nicht allein das Risiko und die Kosten für einen „Systemwechsel“ tragen können.

Als „Forderungen an die Politik“ wurden eine Anpassung des Abgaben- und Umlagesystems im Sinne einer Lenkungswirkung durch „gerechte Preise“ und die öffentliche Förderung der Infrastruktur formuliert.

Weitere Ziele und Maßnahmen der Landesregierung zum Ausbau der Elektromobilität

Ziel der Landesregierung ist es, einerseits durch die Elektrifizierung des Verkehrswesens einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und andererseits die Unternehmen, Hochschulen und sonstigen Einrichtungen im Land verstärkt an den mit der Elektromobilität verbundenen Wertschöpfungsketten zu beteiligen (Landesstrategie Elektromobilität). Dabei konzentriert sich die Landesregierung auf folgende strategische Ansatzpunkte:

- Förderung innovativer Technologievorhaben für neuartige elektromobile Anwendungen im Rahmen der technologieorientierten Förderprogramme des Landes.
- Unterstützung von Demonstrationsvorhaben und innovativen Pilotprojekten im Bereich der Elektromobilität, u. a. über Mittel aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) für die Umsetzung der integrierten Entwicklungsstrategien der AktivRegionen.
- Vernetzung der regionalen Akteure und Abstimmung von Aktivitäten mit den Nachbarländern und der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) durch die Koordinationsstelle Elektromobilität bei der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH – WTSH.

Mit der für 2017 und 2018 geplanten Errichtung von bis zu 100 Ladestationen an Landesliegenschaften bringt das Land nicht nur den Ausbau der notwendigen Infrastruktur für die Elektrifizierung des Verkehrswesens voran, sondern stärkt hiermit auch die Wahrnehmung der Elektromobilität. Sichtbarkeit, Bereitstellung von Informationen und Anregung von Diskussionen rund um das Thema Elektromobilität sind

wichtige Elemente, um den Markt zu befördern. Hierzu gibt es eine Vielzahl an öffentlichen Veranstaltungen (Foren, Workshops, Messen), die durch die Landeskoordinierungsstelle Elektromobilität und das Land organisiert oder unter deren Beteiligung stattfinden. Herauszustellen ist hier das jährlich stattfindende Elektromobilitätsforum in Kiel, welches 2016 mit über 200 Teilnehmern einen sehr hohen Zuspruch fand und Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zum aktiven Austausch zusammenbringt.

Als Energiewende-Land stellt sich Schleswig-Holstein der Herausforderung, innovative Technologien zur Integration von Erneuerbaren Energien in den Verkehrssektor in Pilotprojekten zu testen. In Schleswig-Holstein entsteht bis Ende 2018 eine Teststrecke für den sogenannten eHighway, ein mit Oberleitungen ausgestattetes Autobahnteilstück zur Versorgung von elektrisch betriebenen Lastkraftwagen. Der Betrieb und die angelegte wissenschaftliche Begleitforschung sollen die Umsetzung dieses Konzeptes im operativen Prozess einer Spedition testen und die Potentiale untersuchen.

Schleswig-Holstein soll nicht nur zum Vorreiter neuer Mobilität werden, sondern es soll eine raum- und energiesparende und gleichzeitig finanzierbare Mobilitätsinfrastruktur realisiert werden (Landesentwicklungsstrategie Schleswig-Holstein 2030). Dies berücksichtigt nicht nur die Bedürfnisse der Menschen in den einzelnen Lebens- und Wirtschaftsräumen, sondern vor allem auch die Nutzung technischer Innovationen, um neue Formen klimafreundlicher Mobilität zu ermöglichen.

III. Indikatoren und Daten zur Energiewende und zum Klimaschutz (Monitoringbericht)

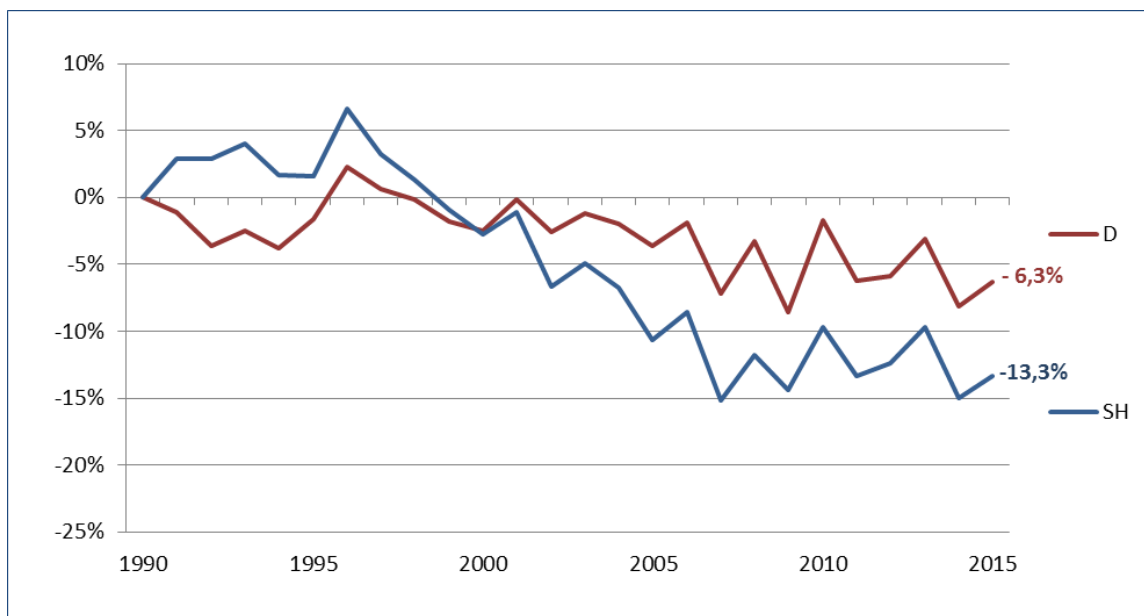
Um aktuelle Daten vorlegen zu können, hat das MELUR das Statistikamt beauftragt, vorläufige Zahlen für das Jahr 2015 zu ermitteln. Würden ausschließlich endgültige Daten genutzt, könnten Indikatoren zur Energie- und Treibhausgasbilanzierung nur bis zum Jahr 2014 bereitgestellt werden. Die Einbettung vorläufiger Zahlen ermöglicht eine zeitnähere Bereitstellung von Daten und Indikatoren – auch im Vergleich zur entsprechenden Berichterstattung in anderen Bundesländern.

A. Energiebezogene Indikatoren

1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren und Teilmärkten

Der Endenergieverbrauch (EEV) erfasst den Verbrauch aller Energieträger durch Endverbraucher. Hierzu gehören Industrie, Verkehr, Private Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Im Jahr 1990 betrug der EEV in Schleswig-Holstein noch 85,0 TWh. Er sank bis zum Jahr 2015 in Schleswig-Holstein um 13,3% auf 73,7 TWh, bundesweit sank er um 6,3%. Nach einer gegenläufigen Entwicklung des Endenergieverbrauchs Schleswig-Holsteins ggü. Deutschland Anfang der 1990er Jahre verläuft die Entwicklung seitdem gleichgerichtet.

Abb. 6: Veränderung Endenergieverbrauch 1990 - 2015 in SH und D



Quelle: Statistikamt Nord, Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen, für SH inkl. Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen¹⁴

Die Senkung des Endenergieverbrauchs erfolgte in allen Verbrauchssektoren. Dabei sank der Endenergieverbrauch in der Industrie um gut 37% (1,9 TWh) mit Abstand am stärksten. Auch alle anderen Sektoren verzeichneten Rückgänge, der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (8% bzw. 0,3 TWh), die privaten Haushalte (knapp 6% bzw. 0,4 TWh), sowie der Verkehr (fast 7% bzw. 0,4 TWh) und zwar trotz eines Bevölkerungswachstums von fast 9%.

Eine Steigerung des EEV 2015 gegenüber dem Vorjahr um 1,4 TWh erfolgte aufgrund der kälteren Außentemperaturen und einer fast 10% höheren Gradtagszahl gegenüber 2014¹⁵ und zwar parallel zu einer sich gegenüber 2014 weiterhin erholenden wirtschaftlichen Entwicklung mit steigendem BIP von 1,4% für Schleswig-Holstein.¹⁶ Während in Deutschland die Industrie an der Spitze der Endverbrauchssektoren liegt, führen im weniger industrialisierten Schleswig-Holstein die privaten Haushalte im Jahr 2015 mit einem Anteil von fast 36% und der Verkehr mit gut 29% deutlich vor den anderen Verbrauchergruppen:

¹⁴ In der Energiestatistik werden nur Anlagen zur Wärmeherzeugung ab 1 MWel bei Heizkraftwerken und 2 MWtherm bei Heizwerken erfasst. Mit dem Ziel einer vollständigen Bilanzierung des Versorgungsbeitrags der Erneuerbaren Energien hat das MELUR deshalb das Statistikamt Nord beauftragt, den nicht erfassten Wärmeversorgungsbeitrag von Anlagen bis 1 MWel bei Heizkraftwerken und 2 MWtherm bei Heizwerken zuzuschätzen.

Zuschätzungen erfolgen für die in der Energiestatistik nicht erfasste Wärmeherzeugung in kleinen Anlagen (Biogasanlagen, Holzfeuerungsanlagen, Kläranlagen). Methodik und Ergebnisse werden erläutert in der Studie des Statistikamts Nord „Ermittlung des Versorgungsbeitrags aus Biomasse zur Bilanzierung der Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein für die Jahre 2006-2009“, siehe http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/pdf/Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Eine ausführlichere Darstellung der Annahmen und Ergebnisse der Zuschätzungen enthält Kapitel II.4 der gemeinsamen Publikation von Statistikamt Nord und MELUR „Erneuerbare Energien in Schleswig-Holstein in den Jahren 2006-2014“, siehe http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/daten_node.html

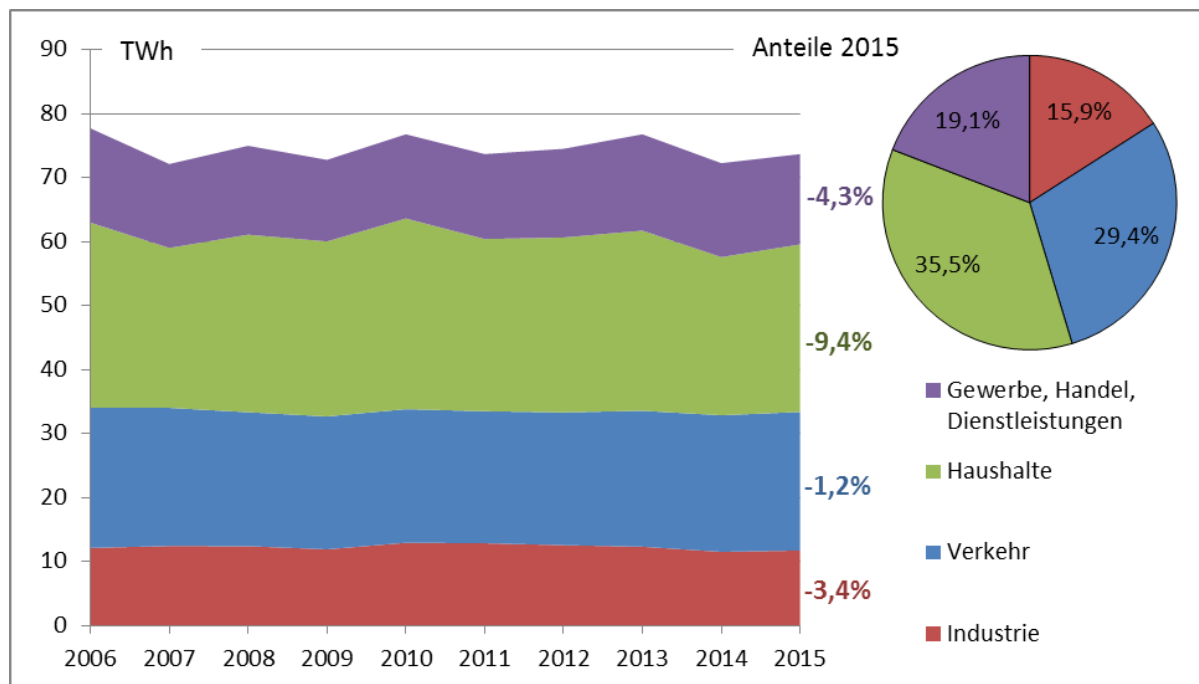
Auf Bundesebene werden im Rahmen der Bilanzierung der AG EE Statistik im Auftrag des Bundeswirtschaftsministerium ebenfalls Zuschätzungen mit ähnlicher Methodik vorgenommen, so dass davon ausgegangen wird, dass die EE-Bilanzierungen für Schleswig-Holstein und Deutschland vergleichbar sind.

Für den Zweck der Zurechnung der zugeschätzten Wärmeherzeugung aus kleinen Biomasseanlagen auf die Verbrauchssektoren schätzt das MELUR folgende Anteile:

- Wärmeherzeugung aus fester Biomasse: 99,3% in privaten Haushalten und 0,7% im Bereich GHD
- Wärmeherzeugung aus Biogas: 50% in privaten Haushalten und 50% im Bereich GHD (vor allem in landwirtschaftlichen Betrieben)
- Wärmeherzeugung aus Klärgas: 100% im Sektor GHD

¹⁵ Institut Wohnen und Umwelt, IWU, Gradtagzahlen

¹⁶ Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, VGRdL

Abb. 7: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren 2006 - 2015

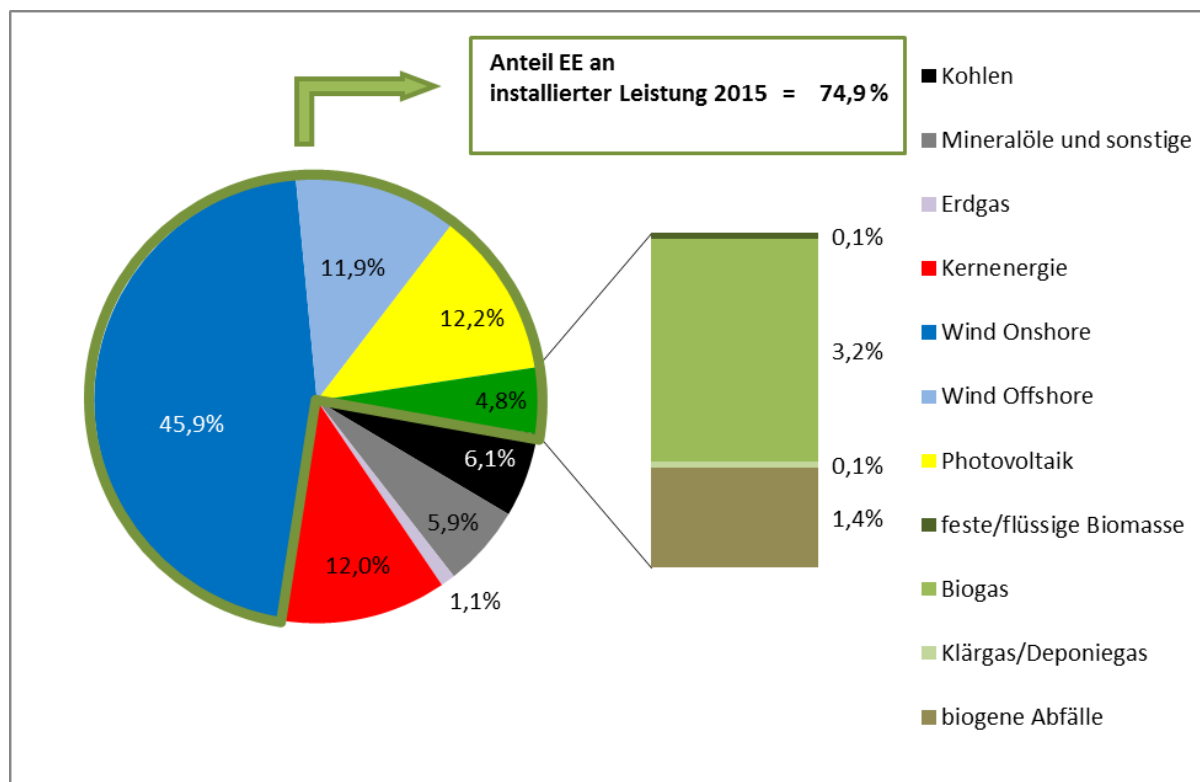
Quelle: Statistikamt Nord, vorläufige Energiebilanz 2015, inkl. Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen (siehe Fußnote 14).

Beim Endenergieverbrauch privater Haushalte spielte Erdgas als Energieträger zur Wärmeerzeugung mit 38% eine dominierende Rolle, leichtes Heizöl und Fernwärme lagen bei 17% bzw. 12%. Der Anteil des Stromverbrauchs am gesamten Endenergieverbrauch der Haushalte lag bei 21% und damit weiterhin höher als leichtes Heizöl. Im Verkehrssektor dominierten mineralölbasierte Kraftstoffe mit 94%. Kraftstoffe aus Biomasse lagen wie im Vorjahr bei knapp 5% und Strom bei 1%.

2. Strom: Installierte Leistungen von Erzeugungsanlagen, Stromerzeugung und Stromverbrauch

Die **installierte elektrische Gesamtleistung** in Schleswig-Holstein erreichte Ende 2015 einen Wert von gut 12.300 MW. Windkraftanlagen hatten eine Leistung von fast 7.120 MW (rund 5.660 MW davon an Land und 1.460 auf See), was einem Anteil von 57,8% der installierten Leistung aller Stromerzeugungsanlagen entspricht. Erneuerbare Energien hatten 2015 insgesamt einen Anteil von 74,9% an der installierten Leistung, fossile Energieträger 13,1% und Kernenergie noch rund 12,0%. Daten aus der Energiestatistik für das Jahr 2016 werden im November 2017 vorliegen.

Abb. 8: Anteile der Energieträger an der installierten Leistung der Stromerzeugungsanlagen 2015



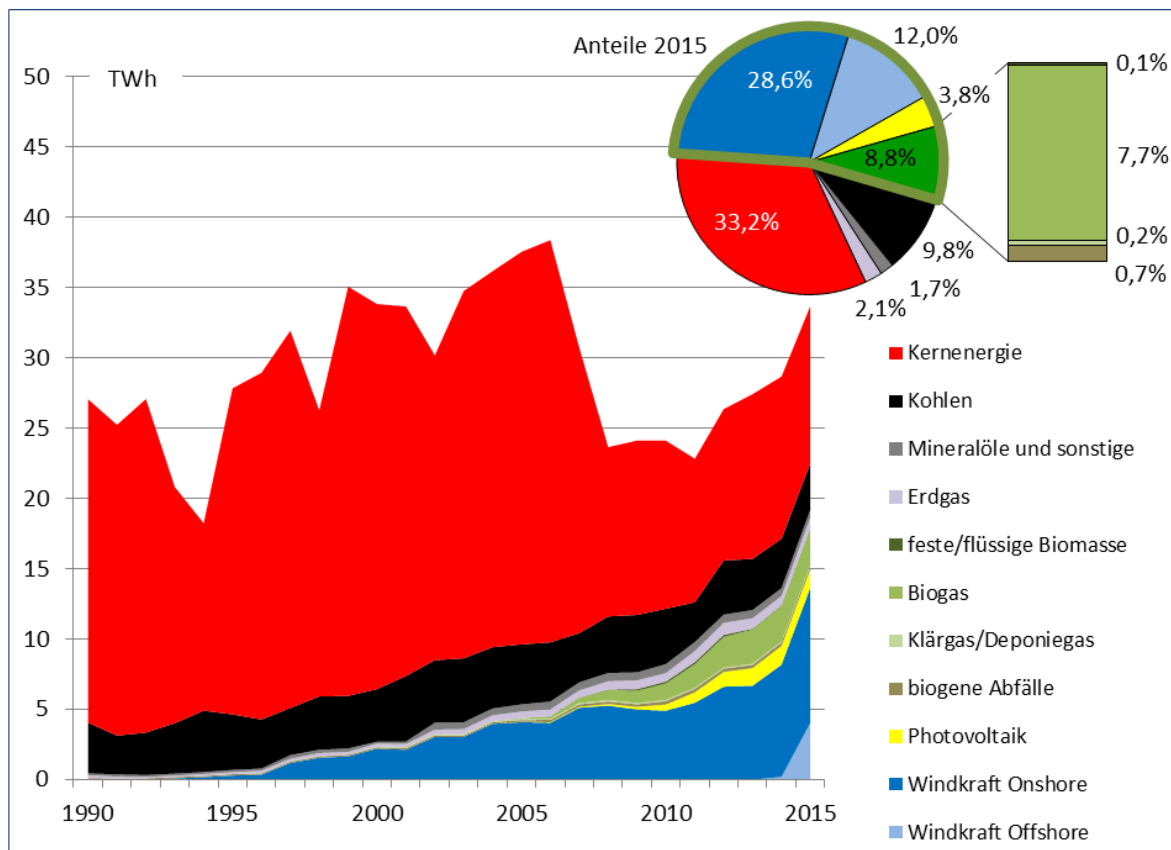
Quelle: Statistikamt Nord, Energiestatistiken.

Bruttostromerzeugung: Wie Abb. 9 zeigt, wurden im Jahr 2015 in Schleswig-Holstein 33,7 TWh Strom erzeugt, davon 17,9 TWh Strom aus Erneuerbaren Energien, das sind 53% der gesamten Stromproduktion und 5,5 TWh mehr als im Jahr zuvor. Der rechnerische Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Schleswig-Holstein lag 2015 bei 114,5%. Da die Stromerzeugung in Schleswig-Holstein mehr als doppelt so hoch war wie der Verbrauch (15,7 TWh) und damit die Nettostromexporte entsprechend hoch waren, ist auch der rechnerische Anteil des EE-Stroms am Bruttostromverbrauch deutlich höher als an der Stromerzeugung.

Bedeutendster Erneuerbarer Energieträger in der Stromerzeugung war 2015 weiterhin Wind Onshore mit 9,6 TWh. Der 2014 neu hinzugekommene Anteil von Wind Offshore betrug 2015 bereits 4,0 TWh. Insgesamt hatte die Windenergie einen Anteil von 40,6% an der gesamten Stromerzeugung (siehe Abb. 9). An zweiter Stelle folgte Biogas mit 2,6 TWh bzw. einem Anteil an der Erzeugung von 7,7% und einer Zunahme von 2,8% gegenüber dem Vorjahr. 2015 sank die aus Photovoltaik erzeugte Strommenge um 3,8% gegenüber dem Vorjahr obwohl Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 30 MW neu ans Netz angeschlossen wurden. Hier wurde ein Anteil an der Erzeugung von 3,8% erreicht. Die Stromerzeugung lag bei knapp 1,3 TWh im Jahr 2015.

Während die fluktuierenden Erneuerbaren Energien Wind und Photovoltaik einen geringeren Anteil an der Erzeugung als an der Leistung haben, ist es bei den konventionellen Energieträgern sowie Biomasse weiterhin umgekehrt. Nachdem der Anteil der Steinkohle 2011 aufgrund reduzierter Fahrweise bzw. zeitweisen Stillständen von Kohlekraftwerken auf ein niedriges Niveau von 2,8 TWh abgesunken war, erreichte er 2012 ein Hoch von 3,8 TWh und sank bis 2015 wiederum um 14,1% auf 3,3 TWh und 9,8% der Bruttostromerzeugung ab.

Abb. 9: Bruttostromerzeugung 1990 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015



Quelle: Statistikamt Nord, Energiestatistiken.

Installierte Leistung und Stromerzeugung Wind Onshore

Für die Erfassung der installierten Leistung von Wind Onshore gibt es zwei Quellen. Die Abgrenzung der erfassten Anlagen und somit auch die Ergebnisse sind etwas unterschiedlich, aber gut erklärbar, womit eine wechselseitige Verifizierung vorliegt:

a) Daten des LLUR zu genehmigungspflichtigen Windkraftanlagen

Das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) bereitet seit 2014 zeitnah Daten zur Entwicklung von Genehmigungen und Inbetriebnahmen von Windkraftanlagen Onshore auf. Auf dieser Grundlage veröffentlicht das MELUR halbjährlich aktualisierte Daten zu den installier-

ten Leistungen und zur Anzahl der genehmigungspflichtigen Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein.¹⁷ Ende Dezember 2015 waren rund 2.800 genehmigungspflichtige Windkraftanlagen mit 5,5 GW Nennleistung installiert, im Dezember 2016 rund 2.900 Anlagen mit 5,9 GW. Mit weiteren rund 300 Anlagen, die zwar genehmigt sind, sich aber noch vor der Errichtung bzw. Inbetriebnahme befinden, sind in den nächsten Monaten bis zu 6,8 GW mit dann rund 3.200 Anlagen in Schleswig-Holstein zu erwarten. In welchen Regionen der Zubau schwerpunktmäßig erfolgt, hat das MELUR im Internet veröffentlicht.¹⁸

b) Daten des Statistikamts Nord aus der Stromerzeugungsstatistik und aus Auswertungen der EEG-Datenbank der Übertragungsnetzbetreiber

Das Statistikamt Nord wertet Daten der EEG-Statistik aus, die auf Angaben der Übertragungsnetzbetreiber beruhen. Diese enthalten bei der Anlagenzahl und der installierten Leistung von Windenergie an Land auch nicht genehmigungspflichtige Anlagen wie Kleinwindanlagen¹⁹ sowie in früheren Jahren auf der Grundlage von baurechtlichen Genehmigungen installierte kleine Windkraftanlagen. Hier sind derzeit Angaben bis zum Jahr 2015 verfügbar. Angaben für das Jahr 2016 werden im November 2017 vorliegen.

Die Daten aus der Genehmigungsstatistik liegen somit zeitnäher vor und umfassen den ganz überwiegenden Anteil des Gesamtbestands an Windkraftanlagen. 2014 und 2015 lag die Differenz bei der installierten Leistung bei unter 0,2 GW (Ende 2015 5,66 GW installierte Leistung nach Statistik der Stromerzeugung des Statistikamts Nord; 5,53 GW nach Genehmigungsstatistik des LLUR). Die Daten des Statistikamts sind bezüglich kleiner, nicht genehmigungspflichtiger Windkraftanlagen zwar vollständiger, liegen aber ein Jahr später vor. Sie bieten andererseits auch Angaben zur Stromerzeugung und zu den Erlösen für EEG-vergütete Anlagen.

Ergebnisse zu installierter Leistung und Stromerzeugung Wind Onshore

Die installierte Windleistung steigt kontinuierlich. Demgegenüber ist die Anlagenzahl nur bis 2004 gestiegen und verharrte seitdem relativ konstant bei rund 2.600 Anlagen. Erst die besonders starken Zubaujahrgänge 2014 und 2015 waren mit einem Anstieg der Anlagenzahl auf rund 2.800 verbunden. Die durchschnittlich installierte Leistung der Windkraftanlagen steigt kontinuierlich und liegt im Jahr 2015 bei rund 1.990 kW.

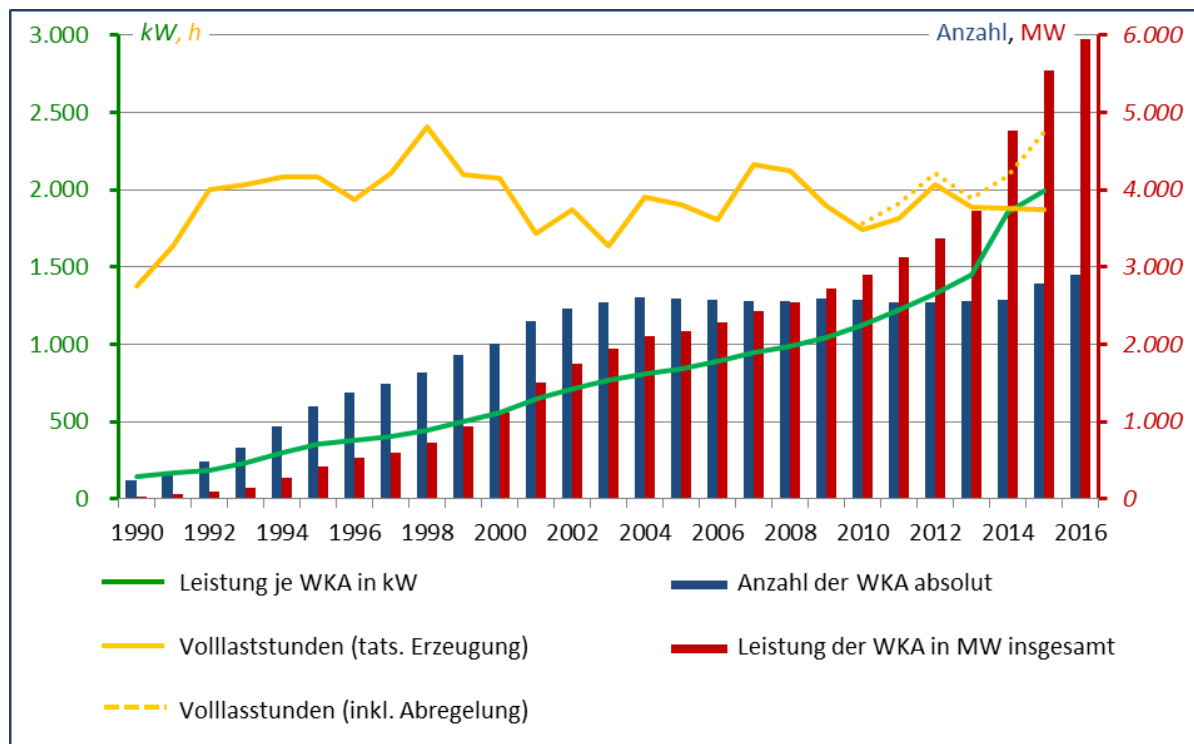
¹⁷ Siehe <http://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/W/windenergie.html>

¹⁸ Siehe <http://www.schleswig-holstein.de/DE/Themen/W/windenergie.html>

¹⁹ Wie eine Auswertung des EEG-Anlagenregisters zeigt, waren Ende 2015 in Schleswig-Holstein gut 200 Kleinwindanlagen (bis 50 kW Leistung) mit einer Gesamtleistung von 1,7 MW installiert, d.h. die durchschnittliche Leistung dieser Anlagen liegt bei rund 8 kW.

Die Volllaststunden der Windenergie schwanken mit dem Windangebot, wobei das Windjahr 2015²⁰ nach einem unterdurchschnittlichen Vorjahr in den Küstenregionen leicht über dem 10-jährigen Durchschnitt lag. 2015 erreichte Wind Onshore gut 1.800 Volllaststunden, diese lagen somit auf dem Niveau der Vorjahre.

Abb. 10: Installierte Leistung, Anlagenzahl, Stromerzeugung und Volllaststunden aus Wind Onshore 1990 – 2015 (ohne Kleinanlagen bis 50 kW)



Quellen: Installierte Leistungen und Anlagenzahlen für die Jahre 1990-2013 stammen von der Landwirtschaftskammer SH, ab 2014 Zahlen aus der Genehmigungsstatistik des LLUR in wechselseitiger Plausibilisierung mit den Daten des Statistikamts Nord und der Netzbetreiber.

Die Volllaststunden werden berechnet über die Stromerzeugung bezogen auf den Mittelwert von Jahresanfangs- und -endbestand der installierten Leistung. Daten zur Stromerzeugung stammen aus der Stromerzeugungsstatistik des Statistikamts Nord. In diesen Daten sind (anders als bei der installierten Leistung) die Strommengen aus Kleinanlagen bis 50 kW enthalten. Diese sind aus der Statistik nicht bekannt, sind aber vernachlässigbar gering (bei unter 2 MW installierter Leistung und optimistischen 1.500 Volllaststunden beträgt die den Kleinanlagen zurechenbare Stromerzeugung bis zu 3 GWh). Die gesamte Stromerzeugung aus Wind Onshore betrug im Jahr 2015 in Schleswig-Holstein 9.633 GWh).

Dabei gingen 2015 durch Abregelungen²¹ rund 20% der potenziellen Stromerzeugung verloren. Bei Einrechnung der 2015 abgeregelten Windstrom-Mengen hätte Wind Onshore über 2.300 Volllaststunden erreicht und damit die zweithöchsten

²⁰ Quelle: IWR-Windertragsindex: www.iwr.de

²¹ Für Daten zum Einspeisemanagement bis zum Jahr 2015 siehe <http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/documents/einspeisemanagement.html>

durchschnittlichen Volllaststunden, die für den Gesamtbestand in Schleswig-Holstein je erreicht wurden. Dies ist zum einen auf das gute Windjahr 2015 zurückzuführen und zum anderen darauf, dass für Neuanlagen ein deutlicher Anstieg der Volllaststunden erwartet wird. Eine quantitative Gewichtung der beiden Einflussfaktoren ist erst Ende 2018 möglich, wenn für zwei weitere Jahre statistische Daten zu tatsächlichen und potenziellen Volllaststunden vorliegen.

Installierte Leistung und Stromerzeugung Wind Offshore

Der Ausbau der Windenergie auf See wird vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie und der Bundesnetzagentur gesteuert und genehmigt. Über die schleswig-holsteinischen Netzanbindungssysteme SylWin und HelWin werden die Offshore-Windparks Meerwind Süd/Ost, Nordsee Ost, Amrumbank West, Butendiek, Dan Tysk und Sandbank in Büsum/bzw. Büttel an das landseitige Netz angeschlossen. Die **installierte Leistung Ende 2015 betrug bereits 1,46 GW.**²² Die Bundesnetzagentur erwartet im Szenariorahmen für die Netzentwicklungsplanung bis 2025 eine installierte Leistung von Wind Offshore mit Netzanbindung in Schleswig-Holstein von 2,13 GW.

Belastbare Trends zu den Volllaststunden Wind Offshore sind erst im November 2018 möglich, wenn für zwei weitere Jahre statistische Daten zu tatsächlichen und potenziellen Volllaststunden vorliegen.²³

Stromverbrauch

Insgesamt stieg der Bruttostromverbrauch in Schleswig-Holstein seit 1990 mit leichten Schwankungen und einem Maximum von 18,5 TWh in 2006 um 8,6% an (1990 14,4 TWh; 2015 15,7 TWh). Hieran sind in erster Linie die privaten Haushalte mit einem Plus von 41% (1,6 TWh) und der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit einem Plus von gut 10% (0,4 TWh) beteiligt. Die Industrie dagegen senkte ihren Strombedarf im gleichen Zeitraum um fast 18% (0,8 TWh). Die Aufteilung des Bruttostromverbrauchs auf die Sektoren zeigt Abb. 11. Die größte Verbrauchergrup-

²² Quelle: BMWi: <http://www.offshore-windenergie.net/>

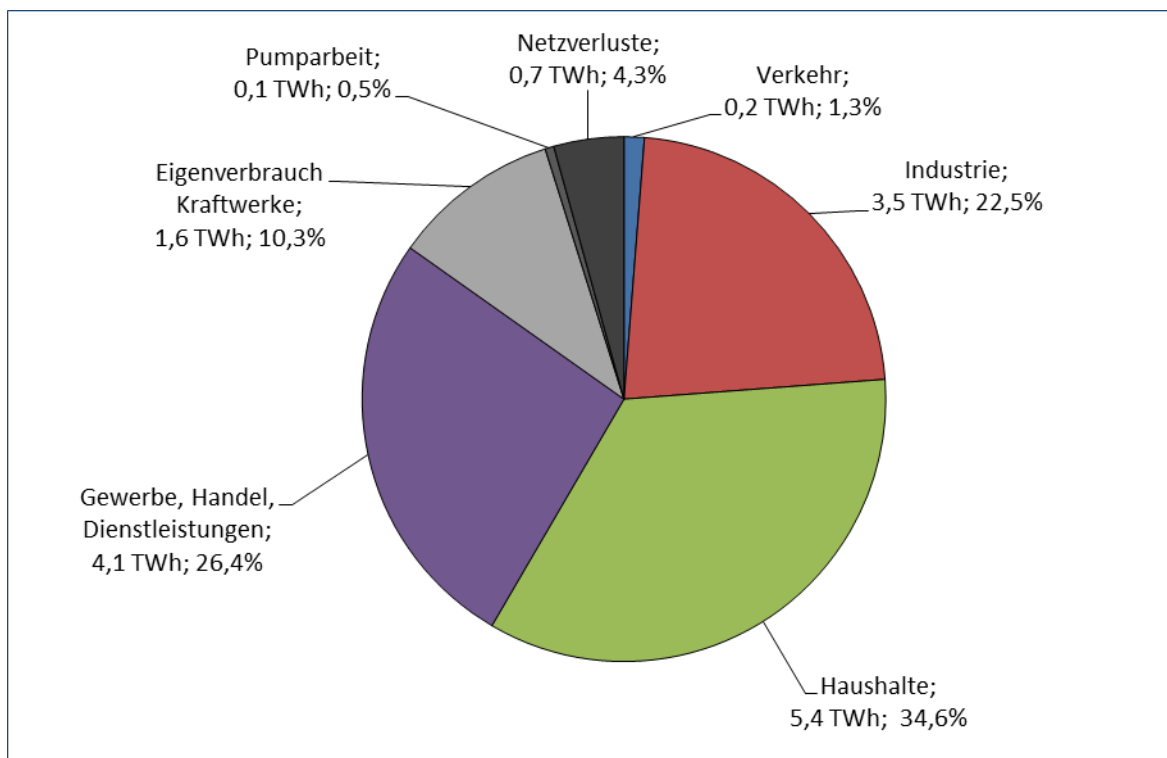
²³ Mit der hier angewendeten Formel erreichten die in Schleswig-Holstein angebundenen Offshore-Windparks 2015 rechnerisch über 4.500 Volllaststunden. Dies kann aber noch nicht als repräsentativer Wert und Trend interpretiert werden, weil 2015 unterjährig Offshore-Windparks in Betrieb gingen und 2015 ein gutes Windjahr war.

Die von MELUR und Statistikamt Nord angewendete Formel zur Ermittlung der rechnerischen Volllaststunden eines Jahres lautet: Stromerzeugung geteilt durch Mittelwert aus Jahresanfangs- und Jahresendbestand der installierten Leistung. Wenn in einem Jahr die Inbetriebnahme von neuen Anlagen vorrangig in der ersten Jahreshälfte erfolgt, überzeichnet diese Formel die tatsächlichen Volllaststunden. Wenn die Inbetriebnahme von neuen Anlagen vorrangig in der zweiten Jahreshälfte erfolgt, unterzeichnet die Formel die tatsächlichen Volllaststunden. Sie führt somit in Jahren mit starkem Zubau im Verhältnis zum Anlagenbestand zu ungenauen Ergebnissen.

pe, auf die im Jahr 2015 rund 35% des gesamten Stromverbrauchs entfiel, waren in Schleswig-Holstein die privaten Haushalte mit 5,4 TWh. Der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen als zweitgrößter Verbraucher mit einem Anteil von 26,4% lag bei 4,1 TWh. In der Industrie lag der Stromverbrauch im Jahr 2015 bei 3,5 TWh bzw. 22,5%. Der Verkehr spielte als Stromverbraucher mit einem Anteil von 1,3% mengenmäßig weiterhin eine untergeordnete Rolle, wobei der – mit Blick auf die bisher geringe Anzahl von Fahrzeugen noch geringe – Stromverbrauch für Elektromobilität in der Energiestatistik bisher nicht gesondert erfasst wird.²⁴

Der **Umwandlungssektor** (Eigenverbrauch Kraftwerke, Pumpstromverbrauch und Netzverluste) verbrauchte zusammen 2015 rund 2,4 TWh Strom und hatte einen Anteil am Bruttostromverbrauch von 15,2%.

Abb. 11: Anteile der Sektoren am Bruttostromverbrauch 2015



Quelle: Statistikamt Nord, vorläufige Energiebilanz 2015.

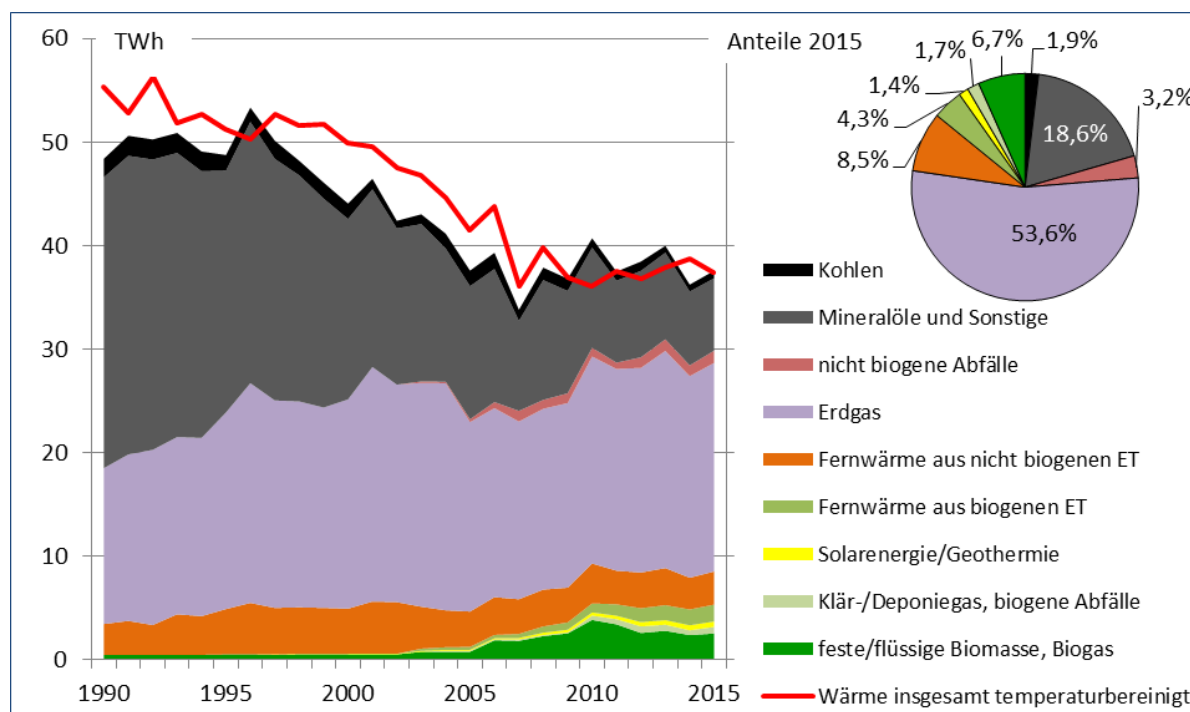
Der **Endenergieverbrauch von Strom** (Bruttostromverbrauch abzüglich Verbrauch im Umwandlungssektor) betrug 2015 13,8 TWh.

²⁴ Als Stromverbrauch im Verkehrssektor werden in der Energiestatistik nur die Verbräuche von Schienenfahrzeugen erfasst. Der Stromverbrauch für Elektromobilität auf der Straße wird anteilig jeweils in den Sektoren erfasst, in denen die Ladevorgänge erfolgen. Die quantitative Bedeutung ist allerdings noch und in absehbarer Zukunft gering. Wird das Ziel der Bundesregierung von einer Million E-Fahrzeuge erreicht und haben diese einen Durchschnittsverbrauch von 18 kWh auf 100 km und eine Fahrleistung von 15.000 km/a, würden diese einen Stromverbrauch von 2,7 TWh verursachen, also weniger als 0,5% des derzeitigen Bruttostromverbrauchs in Deutschland.

3. Wärme: Anteile der Sektoren und Energieträger

Auf dem Wärmemarkt war in Schleswig-Holstein 2015 Erdgas mit 53,6% bzw. 20,1 TWh weiterhin der bedeutendste Energieträger, gefolgt von Mineralölprodukten mit 7,0 TWh bzw. 18,6%. Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch Wärme lag bei 14,1% bzw. 5,3 TWh. Erneuerbare Energien decken damit ein Siebtel des Wärmeverbrauchs. Innerhalb der Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien dominieren die unterschiedlichen biogenen Energieträger.²⁵ Solar- und Geothermie trugen zusammen wie im Vorjahr nur mit 0,5 TWh bzw. 1,4% zur Wärmeversorgung bei. Der Einsatz von Strom im Wärmesektor wird in der Energiestatistik nicht erfasst und wird daher in Abb. 12 nicht berücksichtigt.²⁶

Abb. 12: Wärmeversorgung 1990 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015



Quelle: Statistikamt Nord, Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen, inkl. Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen (siehe Fußnote 14).

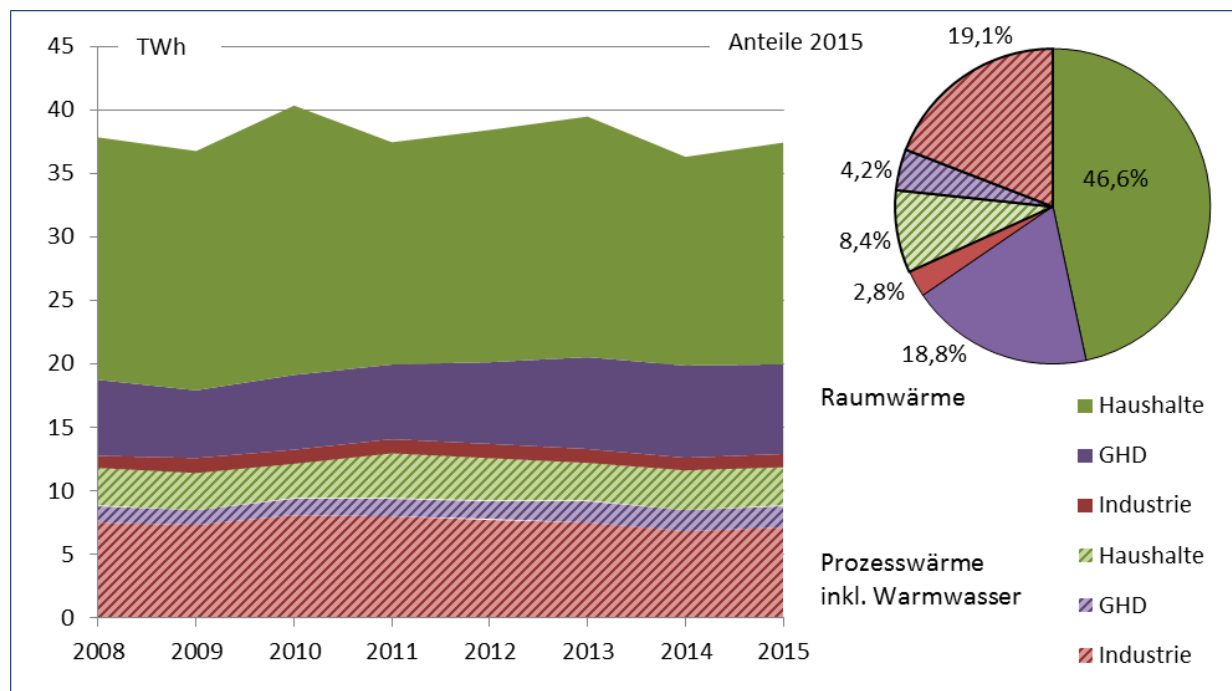
²⁵ Wärme aus größeren Biogasanlagen wird statistisch erfasst und in Abb. 13 als „Fernwärme aus biogenen Energieträgern“ ausgewiesen. Die Zuschätzung von Wärme aus kleineren Biogasanlagen wird zu 80% als netzgebunden angenommen und ebenfalls der biogenen Fernwärme zugerechnet. 20% werden als direkte Nutzung angenommen und in Abb. 13 in der Fläche „feste/flüssige Biomasse/Biogas“ ausgewiesen.

²⁶ Laut Zwischenbericht des BDEW zur Studie „Wie heizt Deutschland“ werden bundesweit 4% der Wohnungen (1,7 Mio. von insgesamt 40,4 Mio. Wohnungen) mit Strom beheizt. Laut Anwendungsbilanzen der AG Energiebilanzen wurden 2015 deutschlandweit 23,4% des Stromverbrauchs zur Wärmeerzeugung eingesetzt, der primäre Anteil davon für die Prozesswärme. Für die Raumwärme wurden nur 3,1% eingesetzt.

Die rote Linie zeigt den temperaturbereinigten Wärmeverbrauch an. Dieser wird rechnerisch gemäß der vom LAK Energiebilanzen vorgegebenen Methodik ermittelt und liegt für fast alle dargestellten Jahre oberhalb des tatsächlich gemessenen, da die Temperaturen der letzten 26 Jahre bis auf sehr wenige Ausnahmen wärmer waren als das langfristige Mittel. Für eine Erläuterung der Temperaturbereinigung siehe Anhang 2.

Schätzungen des Statistikamts Nord auf der Grundlage von Daten der AGE²⁷ ergeben für Schleswig-Holstein in 2015 einen Anteil der Raumwärme am gesamten EEV Wärme von rund 68%. Der Energieeinsatz zur Warmwasserbereitung aller Verbraucher wird für die Darstellung in Abb. 13 mit der Prozesswärme zusammengefasst.²⁸

Abb. 13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raum- und Prozesswärme durch ausgewählte Verbrauchssektoren 2008 - 2015



Quelle: Statistikamt Nord, Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen, inkl. Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen (siehe Fußnote 14). Aufteilung gemäß Anwendungsbilanzen AGE^B.

²⁷ Quelle für die Aufteilung: AGE^B - Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland. Anwendungsbilanzen liegen bei der AGE^B erst ab 2008 vor.

Der Wärmeverbrauch wird in der Energiebilanzierung in Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme gegliedert. In der Prozesswärme ist zum einen der Bedarf für industrielle Prozesse wie z.B. Zementherstellung, Grundstoffchemie, Metallerzeugung, NE-Metalle und Papiergewerbe enthalten, zum anderen der direkte Verbrauch von Strom und Erdgas beispielsweise zum Kochen. Raumwärme hatte in Deutschland 2015 über alle Sektoren insgesamt einen Anteil von 58% des gesamten EEV im Wärmebereich, Prozesswärme 35%, Warmwasserbereitung 7%.

²⁸ In den Hintergrundtabellen im Energiewendeportal werden Raumwärme, Prozesswärme und Warmwasser getrennt aufgeführt, siehe <http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/documents/monitoring.html>

Abb. 13 zeigt zum einen, dass sich der Wärmeverbrauch 2015 gegenüber dem Vorjahr aufgrund der kälteren Witterungsverhältnisse um 1,3 TWh erhöht hat und zum anderen, wie sich die 37,6 TWh EEV Wärme 2015 auf die Verbrauchsbereiche verteilen. Den größten Anteil mit gut 46% und die größte Dynamik hat die Entwicklung der Raumwärme im Sektor der privaten Haushalte. Naturgemäß unterliegt der Raumwärmebedarf Schwankungen abhängig von der Witterung. Rechnerisch ergibt sich im Zeitraum 2008 bis 2015 eine Abnahme um fast 9% auf 17,5 TWh. Dabei spiegelt sich die etwas kühlere Witterung 2015 gegenüber 2008 wieder. In den dazwischen liegenden Jahren herrschte eine kältere Witterung mit deutlich höheren Gradtagszahlen, die bis auf das kalte Jahr 2010 aber dennoch alle unterhalb des langfristigen Mittels lagen. Für Trendaussagen ist die Zeitreihe noch zu kurz. Auch im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen spielt die Raumwärme eine größere Rolle als die Prozesswärme. Sie liegt hier bei 7,1 TWh und damit 18% über dem Niveau von 2008. In der Industrie hingegen liegt die Raumwärme bei gleichbleibend ca. 1,0 TWh und hat seit 2008 um 8% zugenommen. Hier liegt der Hauptverbrauch mit 19% des gesamten Wärmebedarfs in der Prozesswärme inkl. Warmwasserbereitung. Dieser konnte seit 2008 um 5,3% auf 7,2 TWh gesenkt werden. Die Prozesswärme in den Bereichen GHD und private Haushalte verzeichneten seit 2008 dagegen Zuwächse von 26% auf 1,6 TWh bzw. 8% auf 3,2 TWh.

Abb. 13 zeigt weiterhin die Anteile der Sektoren am Wärmeverbrauch 2015. Den weitaus größten Anteil mit 55% bzw. 20,7 TWh hatten die privaten Haushalte. Deutlich geringere Anteile verzeichneten die Industrie (22% bzw. 8,2 TWh) und GHD (23% bzw. 8,6 TWh).

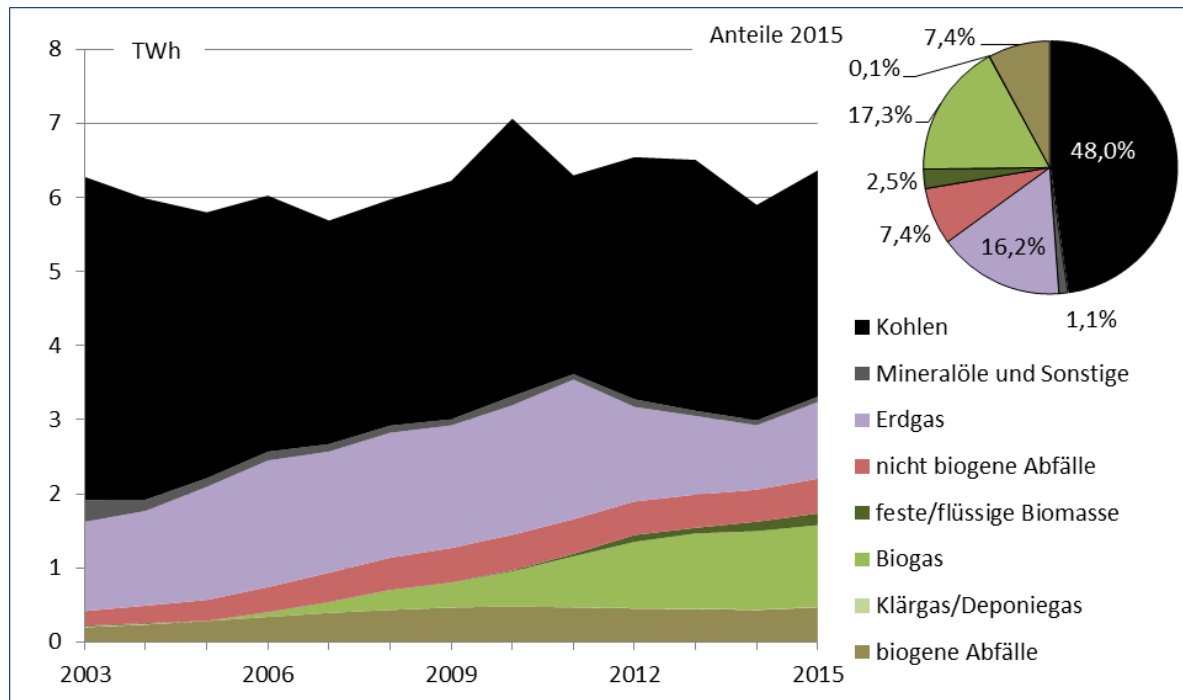
Im Vergleich zu 1990 verbrauchten die privaten Haushalte im Jahr 2015 3,2 TWh weniger, das entspricht einer Minderung von gut 13%. Der Sektor GHD konnte im gleichen Zeitraum eine Minderung des Wärmeverbrauchs von mehr als 14% bzw. 1,5 TWh aufweisen. Die größte Minderung erfolgte in der Industrie mit 43% bzw. 6,2 TWh.

Wie Abb. 14 zeigt, haben Kohlen bei der Erzeugung von Fernwärme²⁹ weiterhin den größten Anteil, er sank allerdings von fast 70% in 2003 auf 48% in 2015. Am gesamten Kohleverbrauch in Schleswig-Holstein haben die drei größten KWK-Anlagen zur Strom- und Fernwärmeerzeugung zusammen einen Anteil von 98%. Da bei diesen

²⁹ Gemäß den statistischen Meldepflichten wird als Fernwärme die von Heizwerken (2 MW_{therm}) und Heizkraftwerken (1 MW_{el}) erzeugte und über Rohrleitungen in Form von Dampf, Kondensat oder Heißwasser an Dritte abgegebene Wärme erfasst. Einbezogen ist grundsätzlich auch Wärme mit kurzen Transportwegen (Nahwärme). In der Statistik berücksichtigt sind allerdings nur Wärmeerzeuger, die an mindestens 500 Wohnungen leitungsgebundene Wärme abgeben und die über 2 MW thermischer Engpassleistung liegen. Die zugeschätzte Wärmeversorgung aus Biogasanlagen wird in Abb. 14 und Abb. 17 erfasst.

Heizkraftwerken ein Ausstieg aus der Kohleverwendung in Planung ist, wird der Anteil von Kohle an der Wärme- und Stromversorgung zukünftig deutlich abnehmen.

Abb. 14: Fernwärmeerzeugung 2003 - 2015 und Anteile der Energieträger 2015



Quelle: Statistikamt Nord, Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen. Bei der Zuschätzung der Wärmeerzeugung aus kleinen Biomasseanlagen wurde ein Anteil von 80% für die leitungsgebundene (Nah- und) Fernwärmeerzeugung berücksichtigt.

Der Anteil des Biogases an der leitungsgebundenen Fernwärmeversorgung ist kontinuierlich angestiegen und lag 2015 bei 17,3%. Damit hat Biogas 2015 seine Position als zweitgrößter Energieträger (nach Kohle mit 48,0%, vor Erdgas mit 16,2%) behaupten können. Mineralöle spielen in der Fernwärmeerzeugung weiterhin eine unbedeutende Rolle mit einem Anteil von 1,1%. Biogene und nicht biogene Abfälle haben ihre Anteile im Zeitraum 2003-2015 hingegen jeweils von 3,2% auf 7,4% mehr als verdoppelt. Feste und flüssige biogene Energieträger kommen seit 2011 hinzu, haben aber eine geringe Bedeutung (2,5%). Insgesamt stieg der Beitrag der Erneuerbaren Energien (hauptsächlich Biogas und biogener Abfall) zur Erzeugung von Fernwärme seit 2003 von 3,5% auf 27,3% (rund 1,7 TWh) in 2015.

Die in Abb. 14 dargestellte Fernwärmeerzeugung ist mit 6,4 TWh über 31,7% höher als der Endverbrauch von Fernwärme in Schleswig-Holstein (4,8 TWh, siehe Abb. 12). Ursache sind Verluste sowie der Export an Nutzer außerhalb von Schleswig-Holstein. Insbesondere das Kraftwerk Wedel³⁰ und die MVA Stapelfeld³¹ liefern Fernwärme nach Hamburg.

³⁰ Quelle: http://corporate.vattenfall.de/Global/Deutschland/Geschaeftsfelder/fernwaerme_in_hamburg.pdf

4. Strom und Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung

Die Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Anlagen ab 1 MW elektrischer Leistung wird seit 2003 statistisch erfasst. Dabei wird der Beitrag von kleineren Anlagen (unter anderem Biogasanlagen) sowohl für Schleswig-Holstein als auch bundesweit zugeschätzt:

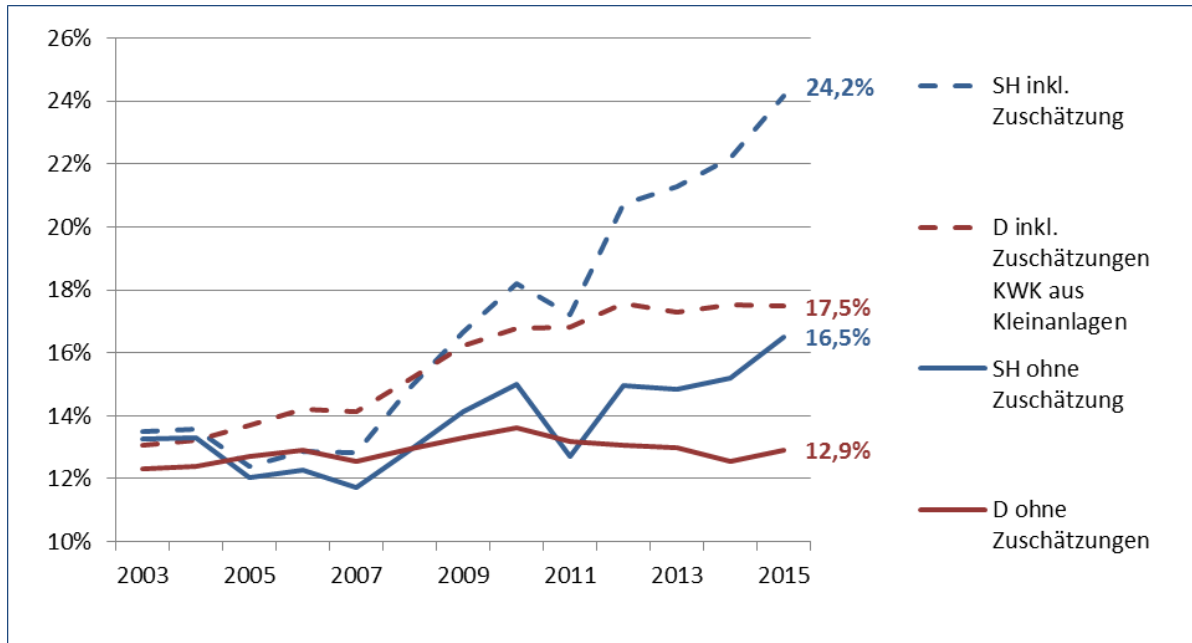
- Für Deutschland insgesamt zeigt der Evaluierungsbericht zur KWK³², dass die Nettostromerzeugung von KWK-Anlagen bis 1 MW_{el} bzw. aus biogener KWK seit 2005 stetig ansteigt und 2015 bei ca. 27,5 TWh bzw. rund 26,1% der gesamten KWK-Stromerzeugung von 105,5 TWh liegt.
- Auf Basis der Zuschätzungen des Statistikamts Nord und des MELUR kann der Beitrag der KWK bis 1 MW_{el} auf Basis von Erneuerbaren Energien für Schleswig-Holstein ebenfalls einbezogen werden. Abb. 15 zeigt, dass ohne Berücksichtigung des Beitrags der Kleinanlagen der KWK-Stromanteil in SH im Jahr 2015 3,6 Prozentpunkte höher ist als im Durchschnitt Deutschlands. Und sie zeigt, dass die Bedeutung der Kleinanlagen in Schleswig-Holstein noch deutlicher angestiegen ist als bundesweit. Einschließlich des geschätzten Beitrags von Anlagen bis 1 MW wurden 2015 ähnlich wie im Vorjahr in Schleswig-Holstein 3,8 TWh KWK-Strom erzeugt. Der rechnerische Anteil der Stromerzeugung aus KWK am gesamten Bruttostromverbrauch lag im Jahr 2015 in Schleswig-Holstein unter Berücksichtigung der Anlagen ab 1 MW bei knapp 17% und einschließlich der KWK-Stromerzeugung aus Anlagen bis 1 MW bei 24%. Bundesweit lag der Anteil des KWK-Stroms am Bruttostromverbrauch unter Berücksichtigung der zugeschätzten Kleinanlagen bei gut 17%. Die Schwankungen sind maßgeblich bedingt durch den stark witterungsabhängigen Wärmeverbrauch sowie den Einfluss der Konjunktur auf den Stromverbrauch. 2010 war ein kaltes und zugleich konjunkturschwaches Jahr mit hohem Wärmeabsatz und somit hoher KWK-Stromproduktion und vergleichsweise geringem Stromverbrauch. 2010 betrug die KWK-Stromerzeugung in Schleswig-Holstein fast 3,0 TWh. Im Jahr 2011 sank sie aufgrund eines temperaturbedingt geringeren Wärmebedarfs und einer längeren Revision eines Kraftwerkes um 0,2 TWh. In den darauffolgenden Jahren setzte die KWK-Stromproduktion aufgrund der kälteren Witterung den steigenden Trend mit 3,4 und 3,5 TWh fort, dieser Wert wird auch 2014, trotz wärmerer Witterung, erreicht.

³¹ Quelle: <http://www.eon-hanse-waerme.com/index.php?id=87>

³² Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014“, Prognos AG, IFAM, IREES, BHKW-Consult; S. 159, Tabelle 47; <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/potenzial-und-kosten-nutzen-analyse-zu-den-einsatzmoeglichkeiten-von-kraft-waerme-kopplung.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>

2015, dessen Gradtagszahlen deutlich unter dem langjährigen Mittel liegen, erreicht sogar eine Stromproduktion von 3,8 TWh. Da zugleich der Bruttostromverbrauch 2015 gesunken ist, resultiert für 2015 ein nochmals deutlicher Anstieg des Anteils des KWK-Stroms am Bruttostromverbrauch in Schleswig-Holstein.

Abb. 15: Anteil KWK-Strom am Bruttostromverbrauch in SH und D 2003 - 2015



Quelle: SH: Statistikamt Nord, Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen. Da dort nur Anlagen ab 1 MW erfasst werden und insbes. Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien vielfach in kleineren Anlagen erfolgt, wurden für SH für biogene Energieträger nicht die (geringeren) KWK-Strommengen aus der Energiestatistik, sondern die (höheren) KWK-Strommengen aus der EEG-Statistik zugrunde gelegt.³³ D: BMWI, Energiedaten.

Bei der Strom- und Wärmeerzeugung aus KWK dominieren auch 2015 die fossilen Energieträger mit insgesamt 53% (Abb. 16) bzw. 67% (Abb. 17). Im Jahr 2015 spielt die Kohle mit 1,2 TWh in der Stromerzeugung bzw. 3,0 TWh in der Wärmeerzeugung trotz eines Rückgangs von fast 25% bzw. fast 31% gegenüber 1990 immer noch die größte Rolle. Im Strombereich folgen Erdgas mit 0,6 TWh und Mineralöle (einschließlich nicht biogenen Abfällen) mit 0,5 TWh. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der KWK-Stromerzeugung stieg von 4,7% in 2003 auf 43% bzw. 1,6 TWh in 2015.

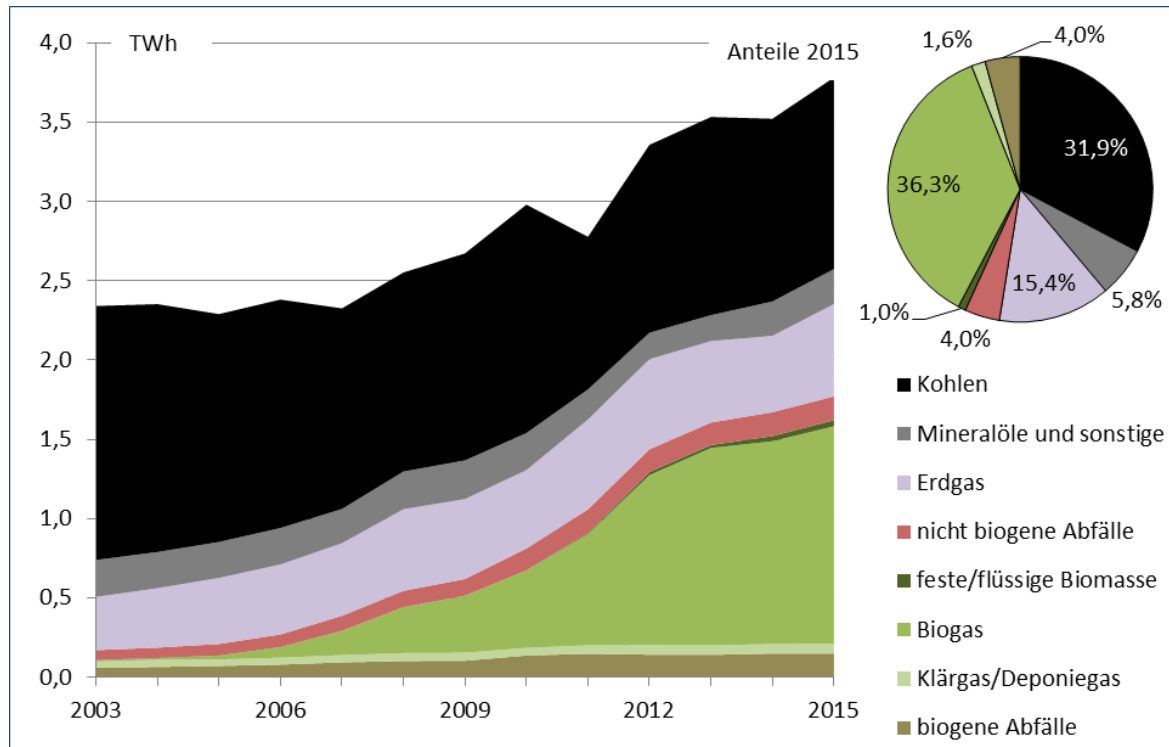
³³ Im Einzelnen wurden bezüglich des KWK-Anteils der Stromerzeugung aus den biogenen Energieträgern, für die der KWK-Anteil nicht vollständig aus den Energiestatistiken bekannt ist (wie biogener Anteil der Abfälle und Deponiegas), folgende Daten bzw. Annahmen zugrunde gelegt:

Bei Biogas zeigt die Analyse der EEG-Vergütungszahlungen durch das Statistikamt Nord, dass 2011 bis 2015 41% bis 48% des schleswig-holsteinischen Biogas-Stroms den KWK-Bonus erhielt. Zu diesen Anteilen wird die EEG-vergütete Biogasmenge auch in Abb. 16 und Abb. 17 berücksichtigt. Für die Jahre vor 2011 wird ein KWK-Anteil von 41% angenommen.

Bei Klärgas wird mit Blick auf den hohen Eigenbedarf an Wärme angenommen, dass es sich bei der gesamten Strommenge zugleich auch um KWK-Strom handelt.

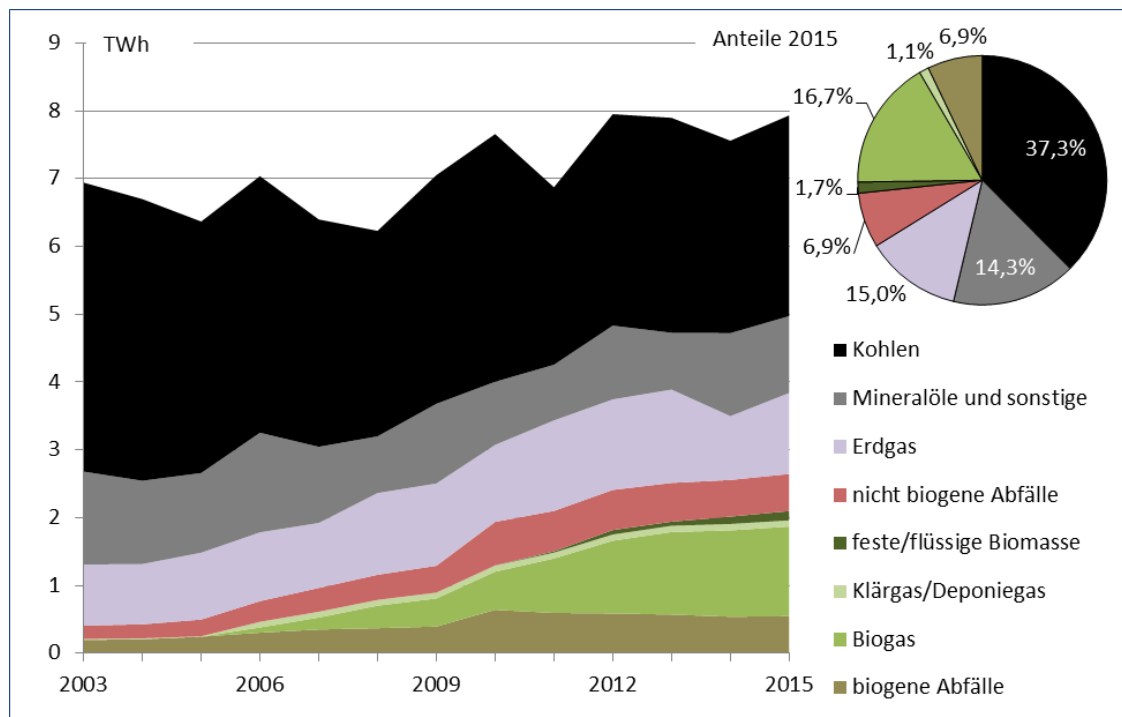
Seit 2014 stieg die Stromerzeugung aus Biogas nur noch geringfügig an. Trotzdem spielt Biogas mit 1,4 TWh hier die wichtigste Rolle, gefolgt von biogenen Abfällen mit 0,2 TWh sowie Klärgas/Deponiegas mit 0,1 TWh.

Abb. 16: Stromerzeugung aus KWK nach Energieträgern 2003 - 2015



Quelle: Statistikamt Nord, siehe auch Erläuterungen zu Abb. 15

Bei der Wärmeerzeugung aus KWK (Abb. 17) von insgesamt 7,9 TWh stehen Kohlen mit 67% bzw. 3,0 TWh immer noch an erster Stelle. Die Erneuerbaren Energien folgen mit 2,1 TWh, ihr Anteil beträgt 26,4% in 2015. Maßgeblichen Anteil daran hat Biogas mit 1,3 TWh, gefolgt von biogenen Abfällen mit 0,5 TWh. Mineralöle und Erdgas sind mit 1,1 TWh bzw. 1,2 TWh an der KWK-Wärmeerzeugung beteiligt. Eine Substitution von Erdgas durch Mineralöl wie in 2014 ist nicht mehr zu erkennen, die Werte haben sich angeglichen, als wesentlicher Faktor ist der schwankende Ölpreis zu vermuten. Nicht biogene Abfälle machen 0,5 TWh aus.

Abb. 17: Wärmeerzeugung aus KWK nach Energieträgern 2003 - 2015

Quelle: Statistikamt Nord, Energiestatistiken, vorläufige Zahlen für 2015, inkl. Zuschätzungen KWK-Wärme aus kleinen Biogas- und Klärgasanlagen (siehe Fußnote 14).

In der folgenden Übersicht wird gezeigt, wie die Abbildungen zur Wärmeversorgung zusammenhängen - Abb. 14 und Abb. 17 zeigen jeweils Teilmengen von Abb. 12:

Tabelle 2: Übersicht über die auf Wärme bezogenen Abbildungen

	Öffentliche Versorgung		Industrieheizkraftwerke	Wärme aus Biogasanlagen < 1 MW _{el} Leistung	Menge gesamt (TWh)	EE-Menge (TWh)	Anteil EE an jeweiliger Bezugsgröße
	KWK-Anlagen	Heizwerke					
Abb. 12 (EEV Wärme gesamt)	Ja	Ja	Ja	Ja	37,6	5,3	14,1%
Abb. 14 (Fernwärmeerzeugung)	Ja	Ja	Nein	Zu 80% ³⁴	6,4	1,7	27,3%
Abb. 17 (KWK Wärmeerzeugung)	Ja	Nein	Ja	Ja	7,9	2,1	26,4%

³⁴ Es wird angenommen, dass Wärme aus Biogasanlagen < 1 MW zu 80% netzgebunden weiterverteilt wird und zu 20% eine direkte Nutzung im Umfeld der Anlage erfolgt.

5. Versorgungsbeitrag der Erneuerbaren Energien 2015

Das Statistikamt Nord hat im Auftrag des MELUR auch für das Jahr 2015 eine vollständige Bilanzierung des Versorgungsbeitrags der Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein erstellt, so dass diese nunmehr als Zeitreihe für die Jahre 2006-2015 vorliegt.³⁵

2015 erreichte Strom aus Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein einen rechnerischen Anteil am Bruttostromverbrauch von rund 115%; bundesweit waren es rund 32%.³⁶ Damit liegt der Anteil in Schleswig-Holstein mehr als dreimal so hoch wie im Bundesdurchschnitt.

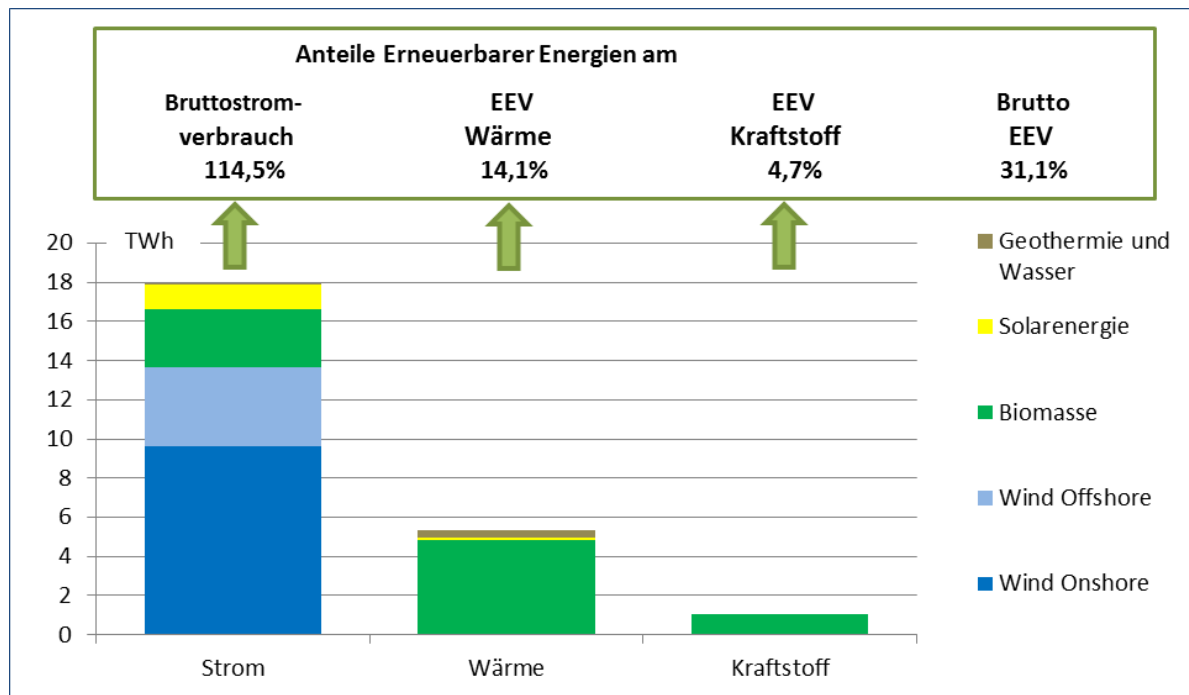
Im Wärmesektor lag der Anteil der Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein mit gut 14% leicht über dem deutschlandweiten Anteil von rund 13%. Beim Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch – also in der Summe der drei Teilmärkte Strom, Wärme und Kraftstoffe einschließlich Energieverbrauch im Umwandlungsbereich und Verlusten – erreichte Schleswig-Holstein mit 31% wieder einen Wert deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 15%.

	SH	D
Anteil EE-Strom am Bruttostromverbrauch 2015	114,5%	31,5%
Anteil EE-Wärme am EEV Wärme 2015	14,1%	13,3%
Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch 2015	31,1%	15,0%

³⁵ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/daten_node.html

³⁶ Quelle: BMWI: Erneuerbare Energien in Zahlen; Dezember 2016

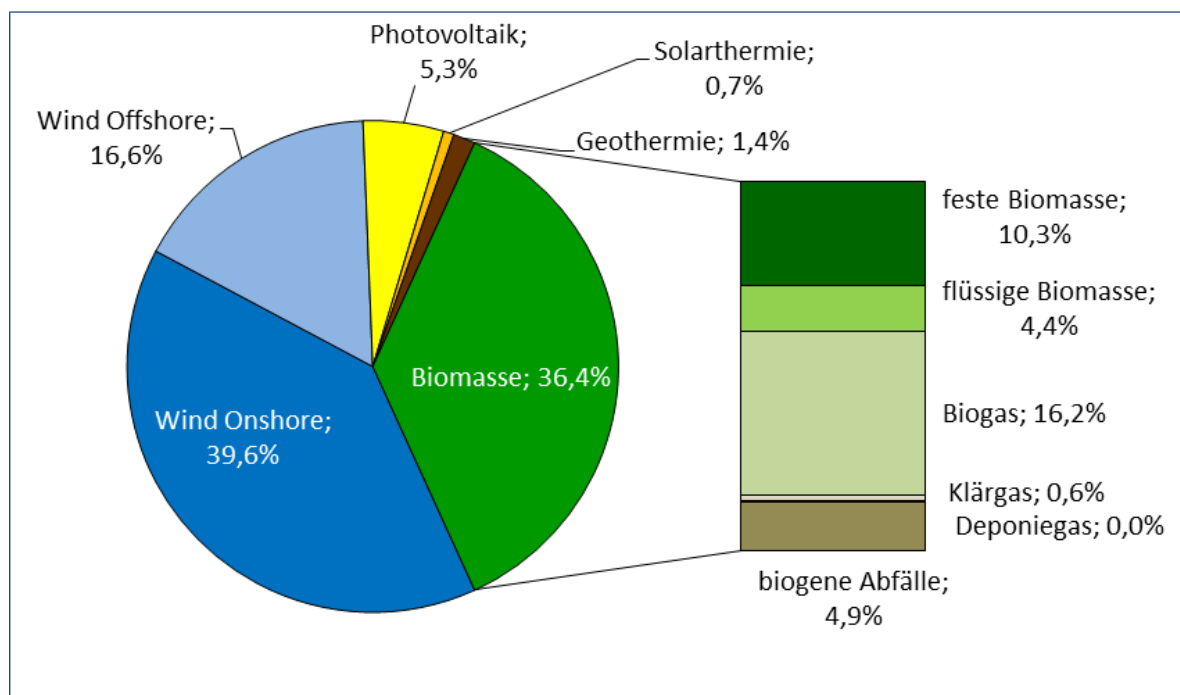
Abb. 18: Anteile der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme, Kraftstoffe 2015



In der folgenden Abbildung werden für das Jahr 2015 die Beiträge der einzelnen Erneuerbaren Energien dargestellt. Erstmals war im Jahr 2015 die Windenergie an Land mit rund 40% der quantitativ bedeutendste Erneuerbare Energieträger, gefolgt von der Biomasse mit 36%. An dritter Stelle folgte bereits Windenergie auf See mit rund 17%. Hier sind für 2016 höhere Versorgungsbeiträge zu erwarten, da die Offshore-Windparks in diesem Jahr erstmals ganzjährig und vollständig in Betrieb waren. Das Windjahr 2015³⁷ lag in den Küstenregionen deutlich über dem unterdurchschnittlichen Vorjahr und über dem 10-jährigen Durchschnitt.

³⁷ Quelle: IWR-Windertragsindex: www.iwr.de

Abb. 19: Anteile der einzelnen Energieträger am gesamten endenergetischen Versorgungsbeitrag der Erneuerbaren Energien 2015



Quelle: Statistikamt Nord, Studie Bilanzierung der EE 2006-2015 inkl. Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen (siehe Fußnote 14).

6. Treibhausgasminderung durch Erneuerbare Energien 2015

Das Statistikamt Nord hat basierend auf dem vorstehenden Mengengerüst zum Versorgungsbeitrag auch die Treibhausgasminderung durch Erneuerbare Energien für die Jahre 2006-2015 ermittelt. Dabei wird vollständig die vom Umweltbundesamt entwickelte Methodik angewendet, die auf Bundesebene zum Einsatz kommt. Eine reale Treibhausgasminderung durch Erneuerbaren Energien erfolgt nur insoweit, wie ihr wachsender Energieversorgungsbeitrag bei der ausgegebenen Zertifikatmenge im Rahmen des EU-weiten Emissionshandels berücksichtigt wird.

In der folgenden tabellarischen Übersicht zum Versorgungsbeitrag und zur Minderung der drei Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid durch Erneuerbare Energien in Schleswig-Holstein wird in der Spaltengruppe (a) zunächst die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus Erneuerbaren Energien im Jahr 2014 zusammengefasst. In der Spaltengruppe (b) werden die Vermeidungsfaktoren dargestellt, wie sie den Veröffentlichungen auf Bundesebene zur bundesweiten Treibhausgasminderung durch Erneuerbare Energien zugrunde liegen. In Spalte (c) wird durch Multiplikation der jeweiligen Erneuerbaren Energien-Mengen mit den Vermeidungsfaktoren die den Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein zurechenbare Treibhausgasminderung ermittelt.

Tabelle 3: Übersicht über den Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Energieversorgung und THG-Minderung im Jahr 2015

	(a) Endenergie aus Erneuerbaren Energien 2015				Anteile an Summe aller EE	(b) THG-Vermeidungsfaktoren			(c) THG-Minderung durch EE	Anteile an Summe aller EE
	Strom	Wärme	Kraftstoffe	Summe		Strom	Wärme	Kraftstoffe		
Einheit	GWh	GWh	GWh	GWh	%	t/GWh = g/kwh			1.000 t	%
Wind	13.669			13.669	56,2%				9.240	73,3%
Onshore	9.633			9.633	39,6%	775,1			6.528	51,8%
Offshore	4.036			4.036	16,6%	744,7			2.712	21,5%
Biomasse	2.961	4.812	1.078	8.852	36,4%				2.491	19,8%
fest	48	2.451		2.499	10,3%	786,3	295,2		538	4,3%
flüssig	0	0	1.078	1.078	4,4%	489,9	227,3	154,8	177	1,4%
Biogas	2.610	1.326		3.937	16,2%	393,6	198,3		1.316	10,4%
Klärgas	56	87		143	0,6%	780,5	292,6		61	0,5%
Deponiegas	7	4		11	0,0%	781,0	293,8		6	0,1%
biogener Abfall	239	944		1.184	4,9%	806,5	295,9		393	3,1%
Photovoltaik	1.290			1.290	5,3%	705,7			787	6,2%
Solarthermie		170		170	0,7%		265,4		44	0,4%
Geothermie		353		353	1,4%	600,7	88,3		30	0,2%
Wasser	8			8	0,0%	815,2			6	0,0%
Summe	17.928	5.335	1.078	24.341	100%				12.599	100%

Quelle: Statistikamt Nord, Studie Bilanzierung der EE 2006-2015.

Zentrales Ergebnis ist, dass Erneuerbare Energien 2015 bereits eine Treibhausgas-minderung von 12,6 Mio. t CO₂-Äquivalenten bewirkten. Davon entfielen 9,2 Mio. t (73%) auf die Windenergie und 2,5 Mio. t (20%) auf Biomasse.

Die Erneuerbaren Energien haben 2015 damit bereits knapp die Hälfte der schleswig-holsteinischen Treibhausgasemissionen kompensiert. Es handelt sich dabei um eine Nettorechnung, d.h. die eigenen Treibhausgasemissionen von Erneuerbaren Energien (insbesondere im Bereich Biomasse) sind berücksichtigt.

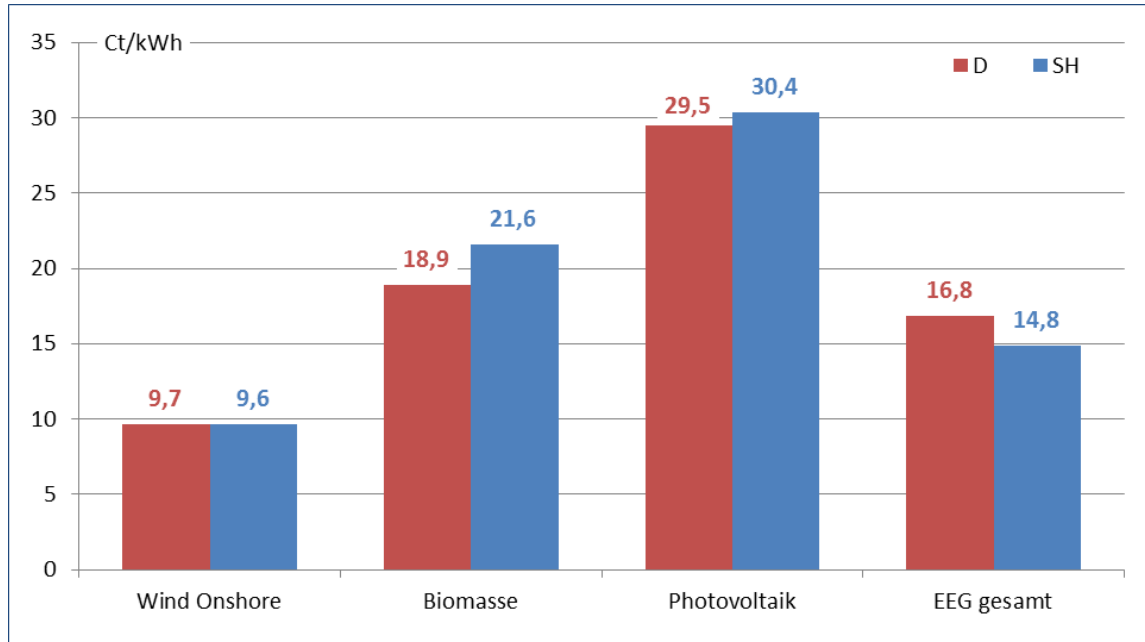
Erneuerbare Energien, die in Schleswig-Holstein fossile Brennstoffe ersetzen (wie es ganz überwiegend bei Wärme und Kraftstoffen aus EE der Fall ist), sind Ursache des sinkenden Trends bei den Treibhausgasemissionen. Soweit Erneuerbare Energien über die Landesgrenzen Schleswig-Holsteins exportiert werden (wie es zu einem großen Teil bei der Stromerzeugung der Fall ist), findet die ihnen zurechenbare THG-Minderung ihren Niederschlag nicht in der schleswig-holsteinischen, sondern in der deutschen bzw. EU-weiten Bilanz der Treibhausgasemissionen.

7. EEG-Durchschnittsvergütungen 2015

2015 sind EEG-Vergütungen (inkl. Erlösen aus der Direktvermarktung) von rund 2,6 Mrd. Euro an Anlagen mit Netzanbindung in Schleswig-Holstein geflossen mit entsprechend positiven Impulsen für die Erneuerbare-Energien-Branche. Von den hohen EEG-Zahlungsströmen profitieren Anlagenhersteller, -betreiber, -installateure, Beschäftigte und Kommunen.

Schleswig-Holstein war 2015 bei der Durchschnittsvergütung über alle Technologien um 2,0 Ct/kWh günstiger als der bundesweite Durchschnitt.

Abb. 20: EEG Durchschnittsvergütungen 2015 im Vergleich SH und D



Quellen: Angaben für Deutschland nach EEG-Testat vom 29.7.2016

(https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/Erneuerbare-Energien-Gesetz/Jahresabrechnungen/EEG-Jahresabrechnung_2015.pdf)

Angaben für Schleswig-Holstein nach Auswertung der EEG-Daten für SH durch das Statistikamt Nord.

Bei den einzelnen Technologien ergibt sich folgendes Bild hinsichtlich der Höhe der Durchschnittsvergütungen im Jahr 2015:

- Windenergie an Land aus Schleswig-Holstein hat eine um 0,1 Ct/kWh günstigere Durchschnittsvergütung als der Bundesdurchschnitt. Für 46% des gesamten Windstroms wurde der Repowering-Bonus in Anspruch genommen. 2015 waren rund 95% der Stromerzeugung aus Windkraftanlagen in der Direktvermarktung und nahmen somit anstelle der Festvergütung die Marktpremie in Anspruch. Daher ist eine weitere vergleichende Analyse der Vergütungskategorien nicht mehr möglich.³⁸
- Die durchschnittliche Vergütung für Photovoltaikstrom war 2015 in Schleswig-Holstein um 0,9 Ct/kWh höher als im Bundesdurchschnitt. 26% des EEG-vergüteten PV-Stroms Schleswig-Holsteins stammte aus Freiflächenanlagen. Da

³⁸ Die Vergütungskategorien des EEG richten sich nach bestimmten Charakteristika der Erzeugungsanlage. Bei Anlagen in Direktvermarktung können diese nicht abgeleitet werden, da es für die Marktpremie nur eine Unterscheidung in die Kategorien Onshore, Offshore und Repowering jeweils mit und ohne Fernsteuerbarkeit gibt. Inbetriebnahmejahr und Systemdienstleistungsbonus werden bei der Höhe des Anspruchs auf Marktpremie berücksichtigt, sind aber in der EEG-Statistik nicht erkennbar.

weitere landwirtschaftlich geprägte Flächenländer wie Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Brandenburg eine deutlich niedrigere Durchschnittsvergütung aufweisen, ist davon auszugehen, dass dort der Anteil der Freiflächen-PV-Anlagen deutlich höher liegt.

- Die Durchschnittsvergütung bei Biomasse war 2015 in Schleswig-Holstein 2,7 Ct/kWh höher als im Bundesdurchschnitt. Zwar hat die Nutzung von Boni (KWK-, Immissionsschutz-, Gülle-, Landschaftspflege- und Technologie-Bonus) abgenommen, jedoch hat auch hier die Anzahl der Anlagen im Marktprämienmanagement zugenommen, so dass in der EEG-Statistik auch bei Biomasse zunehmend unvollständig erkennbar ist, welcher Teil der Anlagen welche Boni erhält.³⁹

Der Vorteil von SH bei der gesamten EEG-Durchschnittsvergütung ist also nicht durch Unterschiede bei den Durchschnittsvergütungen der einzelnen Technologien, sondern durch den hohen Anteil von Windenergie an Land bedingt. Windenergie an Land macht die Energiewende kostengünstig. Die EEG-Umlage wäre rund 1 Ct/kWh geringer, wenn bundesweit der hohe schleswig-holsteinische Anteil der Windenergie an Land realisiert worden wäre!⁴⁰

Der in den Vorjahren an dieser Stelle dargestellte Nettozufluss für EEG-Anlagen in Schleswig-Holstein kann nicht mehr dargestellt werden, weil der Bundesverband der Elektrizitäts- und Wasserwirtschaft (BDEW) diese Analyse nicht weiter fortführt.⁴¹

Für weitere Analysen auch zum EEG siehe „Erneuerbare Energien in Zahlen für Schleswig-Holstein“ von Statistikamt Nord und MELUR vom 16. März 2017.⁴²

³⁹ Siehe Fußnote 38 zur Erläuterung und Problematik. Eine Anlage, die nach geltendem EEG im Inbetriebnahmejahr z.B. Anspruch auf Gülle- und/oder NaWaRo-Bonus erworben hat, erhält eine entsprechend höhere Marktprämie. Der EEG-Statistik kann aber für die Anlagen in der Direktvermarktung nur die Höhe der Marktprämie entnommen werden, nicht ihre Zusammensetzung aus verschiedenen Vergütungsbestandteilen.

⁴⁰ Wie die Analyse zeigt, lagen die Durchschnittsvergütungen und damit auch durchschnittliche Förderwerte des schleswig-holsteinischen EEG-Strommixes 2015 um 2,0 Ct/kWh unter dem bundesweiten Durchschnittswert. Bei bundesweit durchschnittlichen Differenzkosten von rund 14 Ct/kWh sind die Differenzkosten in Schleswig-Holstein damit etwa 14% geringer.

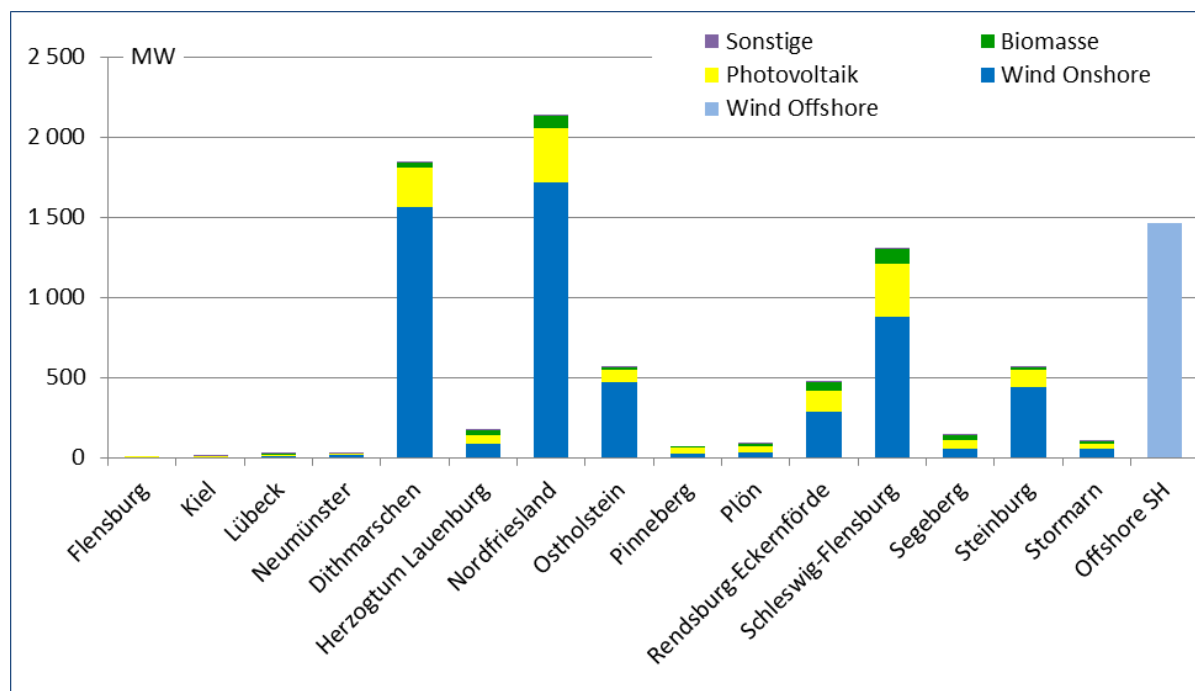
⁴¹ Nach jüngster verfügbarer BDEW-Analyse (BDEW: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken vom 11.5.2015) flossen 2014 1.283 Mio. € EEG-Förderwerte an EEG-Anlagenbetreiber in Schleswig-Holstein, während die Stromendverbraucher 608 Mio. € zahlen mussten. Somit hatte Schleswig-Holstein 2014 einen positiven Saldo von 675 Mio. € zu verzeichnen und war – noch stärker als in den Vorjahren – Nettogewinner des EEG.

⁴² http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/daten_node.html

8. EEG-Anlagen: Installierte Leistungen und Erlöse in den Kreisen

Die Verteilung der installierten Leistungen von EEG-vergüteten Anlagen auf die Kreise Schleswig-Holsteins ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich:

Abb. 21: Installierte Leistungen nach Energieträgern und Kreisen 2015



Quelle: Auswertung der EEG-Daten für SH durch das Statistikamt Nord

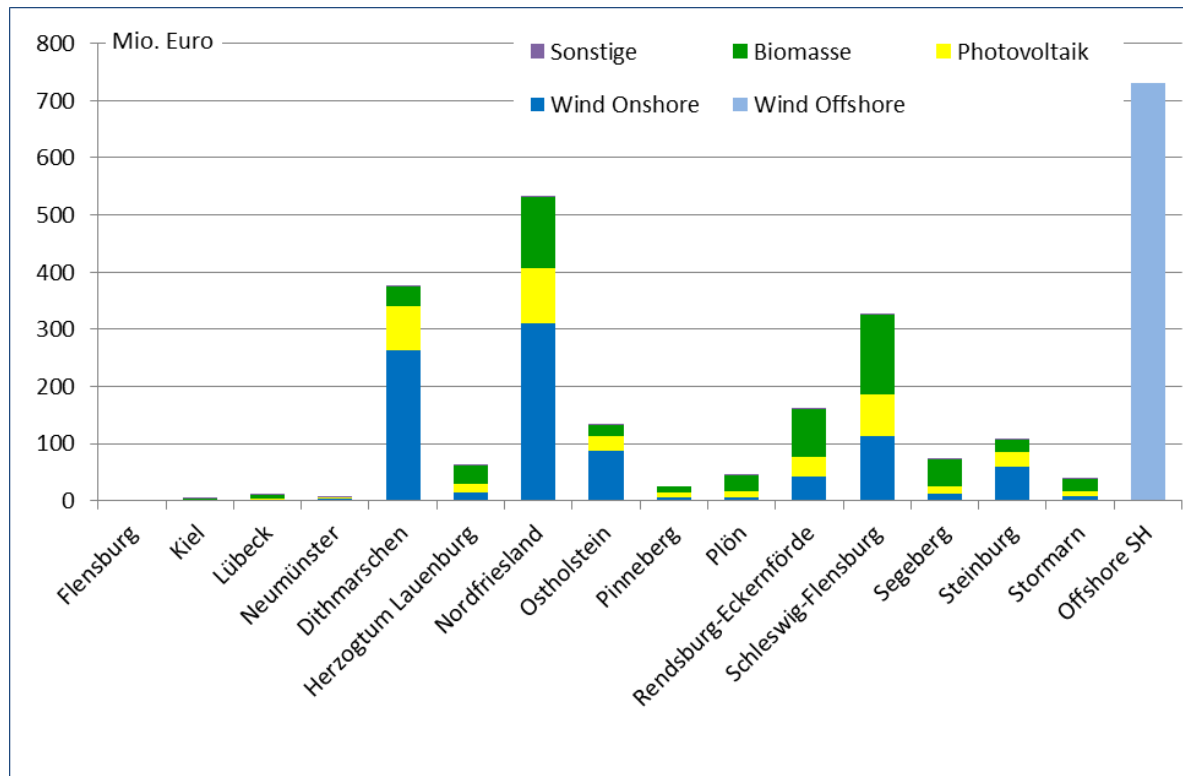
Gut die Hälfte der installierten Leistung von EEG-Anlagen entfiel auf die Kreise Nordfriesland und Dithmarschen und dort vorrangig auf Wind Onshore. In diesen beiden Kreisen waren 2015 Windkraftanlagen mit einer Leistung von zusammen rund 3.270 MW in Betrieb. An dritter Stelle bei der installierten Leistung der Windkraftanlagen holte der Kreis Schleswig-Flensburg mit 875 MW weiter auf, gefolgt von Ostholstein mit 467 MW. Bei der Biomasse ist Schleswig-Flensburg mit 23,9% Anteil an der installierten Leistung aller Biomasseanlagen in Schleswig-Holstein Spitzenreiter, gefolgt von Nordfriesland und Rendsburg-Eckernförde. Bei der Photovoltaik lag wiederum Nordfriesland vor Schleswig-Flensburg und Dithmarschen.

Aufgrund der deutlichen Unterschiede der Vergütungshöhen folgt die Verteilung der Erlöse für EEG-Anlagen⁴³ auf die Kreise Schleswig-Holsteins nur teilweise der Ver-

⁴³ Erlöse für EEG-Anlagen setzen sich zusammen aus den EEG-Vergütungszahlungen und den Markterlösen für Anlagen in der Direktvermarktung. Diese werden vom Statistikamt Nord anhand der Mengen in der Direktvermarktung, dem Börsenstrompreis und den Marktwertfaktoren geschätzt.

teilung der installierten Leistung. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die installierte Leistung nur das Erzeugungspotential widerspiegelt. Die tatsächliche Stromerzeugung variiert bei Windenergie und Photovoltaik abhängig vom Windangebot bzw. von den Sonnenstunden sowie den Abregelungen im Rahmen des Einspeisemanagement.

Abb. 22: Erlöse für EEG-Anlagen nach Energieträgern und Kreisen 2015



Quelle: Auswertung der EEG-Daten für SH durch das Statistikamt Nord⁴⁴

Im Jahr 2015 flossen Erlöse im Umfang von 2,6 Mrd. € für in Schleswig-Holstein in das Stromnetz einspeisende EEG-Anlagen. Auf Wind Onshore entfielen 928 Mio. € (35,4%), auf Wind Offshore 731 Mio. € (27,9%), auf Biomasse 570 Mio. € und auf Photovoltaik 392 Mio. €. Für EE-Anlagen an Land floss der größte Anteil (20,2%) mit rund 531 Mio. € an Anlagenbetreiber im Kreis Nordfriesland, weitere 374 Mio. € (14,3%) gingen nach Dithmarschen sowie 325 Mio. € (12,4%) in den Kreis Schleswig-Flensburg. Knapp die Hälfte der Erlöse für EEG-Strom in Schleswig-Holstein entfiel somit auf diese drei Kreise.

⁴⁴ Erlöse für EEG-Anlagen ist die Summe aus festen Vergütungszahlungen (inkl. Boni und Prämien für Anlagen mit Festvergütungen) sowie Marktprämien und Markterlösen (für direkt vermarkteten EEG-Strom).

9. Abregelung von Strom aus Erneuerbaren Energien

Aufgrund bundesgesetzlicher Regelungen erhalten Betreiber von Windenergie-, Photovoltaik- und Biogasanlagen für Strom, den sie aufgrund von Netzengpässen nicht einspeisen können, Entschädigungen.

Wie ein im August 2016 vorgelegtes Faktenpapier⁴⁵ der Betreiber der schleswig-holsteinischen Stromnetze und des MELUR zur Abregelung von Strom aus Erneuerbaren Energien und daraus resultierenden Entschädigungsansprüchen zeigt, wurden 2015 in Schleswig-Holstein 2.934 GWh Strom aus Wind, Sonne und Biomasse abgeregelt. Das entspricht 14% der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein. Die daraus resultierenden Entschädigungsansprüche von Betreibern von Erneuerbaren Energien-Anlagen stiegen nach Abschätzung der Netzbetreiber 2015 auf rund 295 Mio. €. 2015 war der Zubau der installierten Leistung zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien von rund 750 MW an Land und 1.140 MW auf See so stark, dass trotz weiterem Netzausbau- und Netzmanagementmaßnahmen das Einspeisemanagement deutlich angestiegen ist.

2016 liegen die Entschädigungsansprüche für Abregelungen von EEG-Anlagen nach Berechnungen der Betreiber der schleswig-holsteinischen Stromnetze mit 266 Millionen Euro knapp zehn Prozent unter den Zahlen des Vorjahres. Analoges gilt für die abgeregelte Strommenge.

Mittelfristig wird insbesondere der zunehmende Ausbau des Höchstspannungsnetzes den Anteil der abzuregelnden EE-Strommenge maßgeblich beeinflussen. So werden mit den ersten Inbetriebnahmen von Abschnitten der 380-kV-Westküstenleitung im Raum Dithmarschen Abregelungen aufgrund von Netzengpässen in Schleswig-Holstein⁴⁶ voraussichtlich wieder sinken.

Die Entschädigungszahlungen fließen in die Netzentgelte ein und werden im Rahmen der Stromrechnung auf die Kunden in den jeweiligen Netzgebieten verteilt. 95% der in SH im Jahr 2015 veranlassten Abregelungen von Strom betrafen das Netz des zuständigen Höchstspannungsnetzbetreibers TenneT. Entsprechend werden die diese Kosten im Netzgebiet der TenneT, das bis nach Bayern reicht, umgelegt.

Bis der erforderliche Netzausbau erfolgt ist, sollte der Strom aus Erneuerbaren Energien verstärkt auch auf andere Art und Weise genutzt statt abgeregelt werden (siehe Kapitel II.A).

⁴⁵ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/einspeisemanagement.html

⁴⁶ Es sind allerdings vermehrt Netzengpässe außerhalb Schleswig-Holsteins zu erwarten. Derzeit kann nicht quantifiziert werden, welche Rückwirkungen diese in anderen Regionen eintretenden Netzengpasssituationen auf den Umfang der Abregelung und die Höhe der Entschädigungsansprüche in Schleswig-Holstein haben werden.

B. Klimaschutzbezogene Indikatoren (Treibhausgasemissionen)

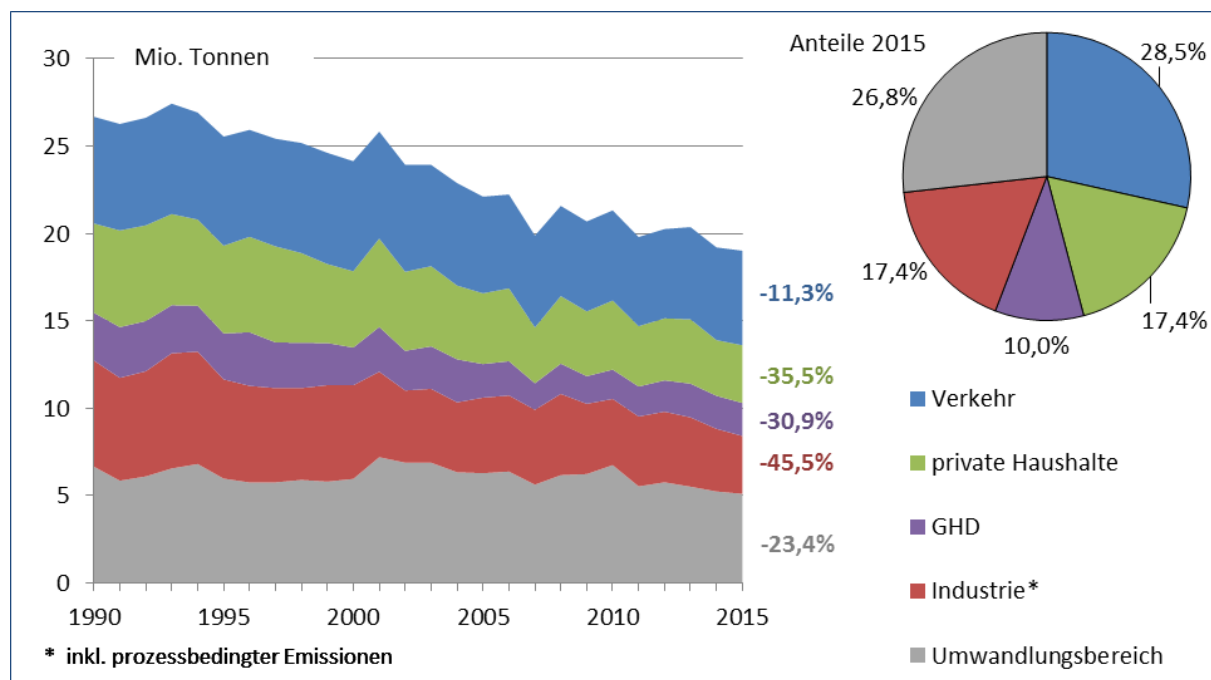
Im Folgenden wird die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein evaluiert. Für methodische Erläuterungen siehe Anhang 2.

Zunächst werden die Entwicklungen der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O) einzeln dargestellt, anschließend die Entwicklung der Summe dieser drei Treibhausgase. Um die Ergebnisse einordnen zu können, erfolgt auch eine vergleichende Analyse zu den bundesweiten Entwicklungen der Treibhausgasemissionen.

1. Entwicklung der CO₂-Emissionen in Schleswig-Holstein nach Sektoren

Die CO₂-Emissionen inklusive prozessbedingter Emissionen der Industrie sind seit 1990 von 26,7 Mio. Tonnen auf 19,0 Mio. Tonnen in 2015 über alle Sektoren kontinuierlich gesunken, das entspricht einer Reduktion von 28,8%. Am stärksten wirkte sich der Rückgang in der Industrie inkl. der prozessbedingten Emissionen mit 45,5% (2,8 Mio. t) und bei den privaten Haushalten mit 35,5% (1,8 Mio. t) aus. Auch im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen konnte eine ähnlich hohe Minderung von 31% (0,8 Mio. t) erzielt werden. Der Umwandlungsbereich verbuchte einen Rückgang von gut 23% (1,6 Mio. t) und der Verkehr konnte die CO₂-Emissionen um 11% (0,7 Mio. t) reduzieren.

Abb. 23: Gesamte CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) nach Sektoren 1990 - 2015



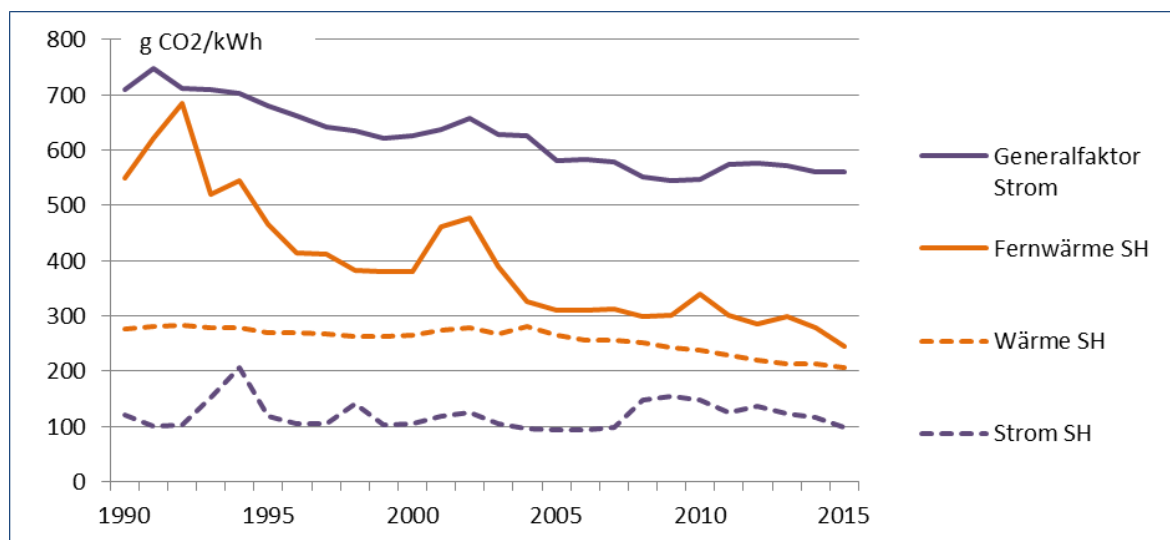
Quelle: Statistikamt Nord, CO₂-Bilanzen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen.

Anteilig hat der Verkehr im Jahr 2015 den Umwandlungssektor als größter Emittent mit 5,4 Mio. t bzw. einem Anteil von 28,5% überholt. Fast gleich auf folgt der Um-

wandlungsbereich mit 5,1 Mio. t (26,8%). Industrie und private Haushalte folgen mit jeweils 3,3 Mio. t (gut 17%). Der Sektor GHD steht an letzter Stelle mit 1,9 Mio. t (10,0%). Die im Zeitraum 1990 – 2015 erzielten CO₂-Minderungen der Sektoren können der Abb. 23 entnommen werden.

Die in Abb. 24 dargestellten Faktoren beschreiben die durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro verbrauchter Einheit Strom, Fernwärme bzw. Wärme:

Abb. 24: CO₂-Emissionsfaktoren der Strom und Wärmeerzeugung 1990 - 2015



Quelle: Statistikamt Nord, CO₂-Bilanzen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen. Generalfaktor Strom: LAK Energiebilanzen.

Der Generalfaktor Strom gibt die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland an.⁴⁷ Er sinkt vor allem durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien im längerfristigen Trend. 2011 und 2012 stieg der Generalfaktor allerdings durch den Anstieg der Stromerzeugung aus Kohlekraftwerken wieder an und blieb bis 2015 fast unverändert. Der Generalfaktor Strom für den gesamtdeutschen Kraftwerkspark ist um den Faktor 5,7 höher als der CO₂-Emissionsfaktor der schleswig-holsteinischen Stromerzeugung, der durch den hohen Anteil von Kernenergie und Erneuerbaren Energien 2015 geprägt ist.

Der Wärmefaktor gibt die durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro verbrauchter Einheit Wärme insgesamt an. Er sinkt im Trend durch den sinkenden Anteil von Kohlen

⁴⁷ In der CO₂-Verursacherbilanz wird der Energieverbrauch eines Landes zugrunde gelegt, während in der CO₂-Quellenbilanz die Energieerzeugung betrachtet wird (im Detail siehe Anhang 2). Da beim Stromverbrauch keine direkte Beziehung zur Erzeugung im Bundesland besteht, wird für diese Berechnung deutschlandweit einheitlich der so genannte Generalfaktor Strom eingesetzt. Er wird berechnet als Quotient der Summe der Emissionen aller deutschen Stromerzeugungsanlagen, soweit sie für den inländischen Verbrauch produzieren, und der Summe des inländischen Stromendverbrauchs.

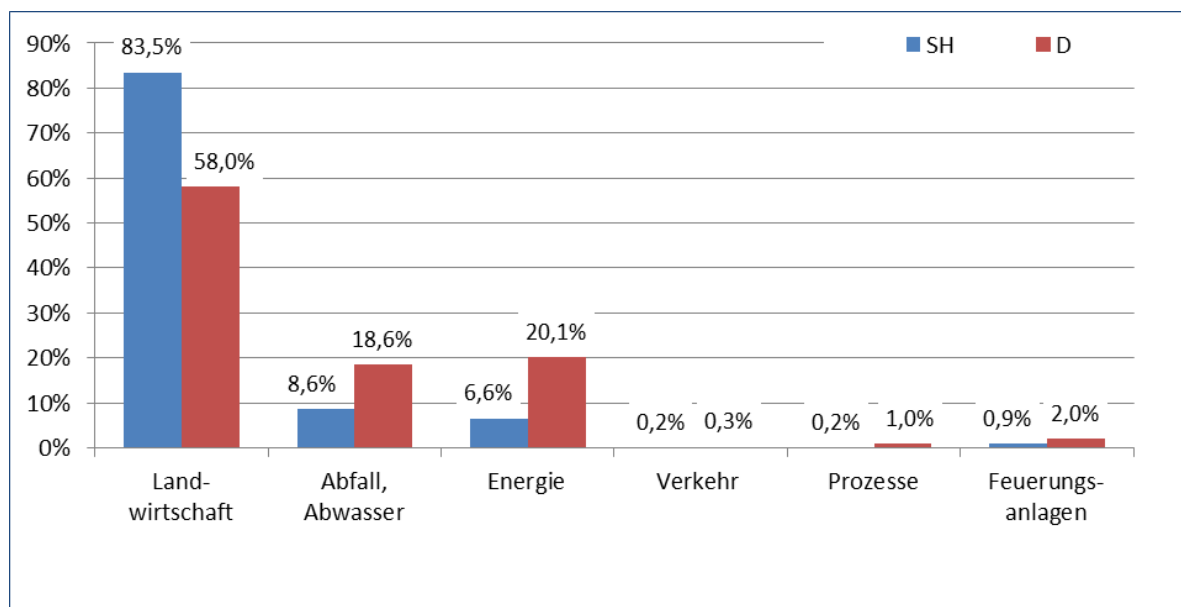
und den steigenden Anteil von Erdgas und Erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung (siehe Abb. 12). Der ebenfalls in Abb. 24 zu sehende sinkende Trend beim Emissionsfaktor für die Fernwärme spiegelt den sinkenden Anteil der Kohle und den steigenden Anteil der biogenen Energieträger in der Fernwärmeversorgung wieder (siehe Abb. 14).⁴⁸ Dass der Emissionsfaktor für Fernwärme trotz des deutlich sinkenden Trends auch 2015 noch höher ist als der des Gesamtmix der Wärmeversorgung, liegt an dem noch hohen Anteil der Kohle in der Fernwärmeerzeugung von 48%.⁴⁹

2. Entwicklung der Methanemissionen und Anteile der Sektoren

Im Jahre 2015 sind die Methanemissionen in Schleswig-Holstein zu rund 83,5% auf die Landwirtschaft zurückzuführen und hier vor allem auf die Tierhaltung (siehe Abb. 25). Der Emissionsanteil der Landwirtschaft ist in Schleswig-Holstein deutlich höher als im Durchschnitt Deutschlands (58%), was als ein Grund für den doppelt so hohen Anteil der Methanemissionen (12,9% in Schleswig-Holstein gegenüber 6,3% in Deutschland, siehe Abb. 31) an den gesamten THG-Emissionen angesehen werden kann. 6,6% der Methanemissionen entfallen in Schleswig-Holstein auf den Energiebereich (Gewinnung, Verteilung, Feuerungsanlagen) und weitere 8,6% auf die Abfallwirtschaft und Abwasserbeseitigung.

⁴⁸ Der Fernwärmefaktor wird ermittelt als Quotient aus der Summe der Emissionen der Wärmeerzeugungsanlagen, die für Verbraucher in Schleswig-Holstein produzieren, und dem Endenergieverbrauch Fernwärme.

⁴⁹ Der primärenergetische Emissionsfaktor von Steinkohle liegt 2015 laut Umweltbundesamt bei 337 g/kWh, der von Erdgas bei 201 g/kWh. Bei KWK-Anlagen werden die CO₂-Emissionen laut den energiestatistischen Konventionen grundsätzlich nach den Nutzungsgradanteilen auf die Strom- und die Wärmeerzeugung der Anlage verteilt.

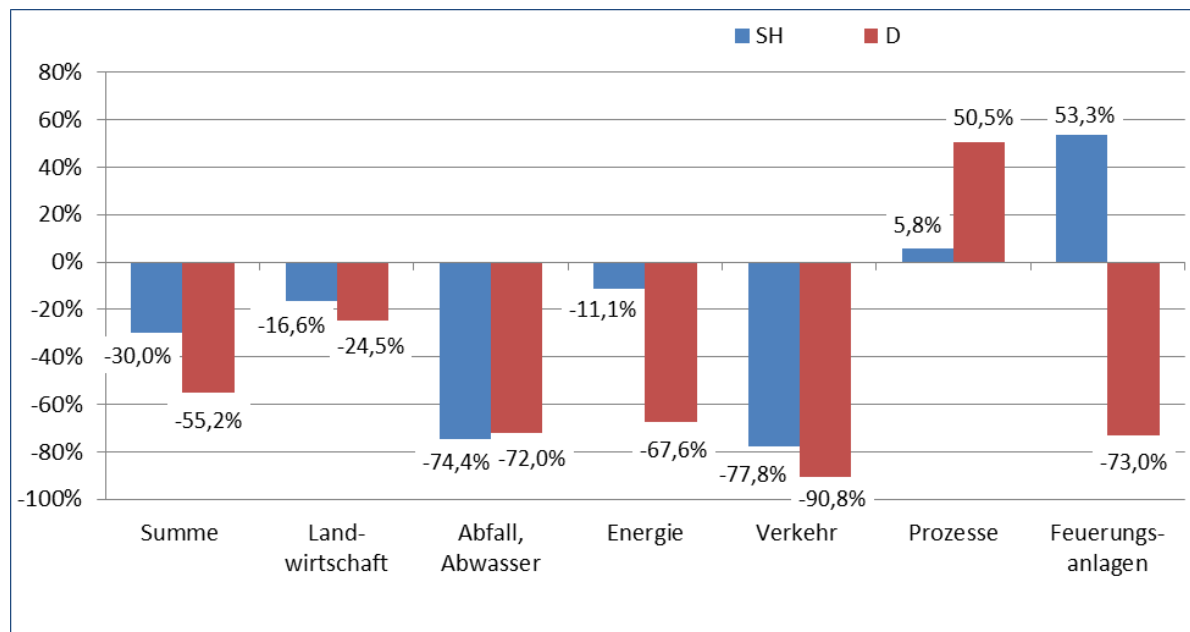
Abb. 25: CH₄-Emissionen nach Sektoren 2015

Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarreport des UBA 2016.

Abb. 26 zeigt, dass die Methanemissionen in Schleswig-Holstein im Zeitraum 1990 bis 2015 insgesamt um 30% zurückgegangen sind.

Der Rückgang im Bereich der Abfallwirtschaft und Abwasserbehandlung ist prozentual (gut 74%) und absolut (33.100 t) besonders ausgeprägt. In dem betrachteten Zeitraum wurden auf mehreren Deponien Gaserfassungseinrichtungen sowie Oberflächenabdichtungen abgeschlossener Deponieabschnitte errichtet. Durch die Oberflächenabdichtungen wird ein Wassereintrag in die Deponien unterbunden und somit ein Abbau mittel und schwer abbaubarer Kohlenstoffverbindungen verhindert oder zumindest verzögert, was zur Reduzierung der Deponiegasbildung und damit mittelbar auch zur Reduzierung der Freisetzung führt. Darüber hinaus sind die Deponiegasmengen rückläufig, weil seit Anfang der 1990er Jahre die Menge der abgelagerten Abfälle aufgrund der Getrennterfassung und Verwertung insbesondere von Verpackungen und von Bioabfällen zurückging. Seit Mitte 2005 wird in Umsetzung der Abfallablagerungsverordnung gar kein unbehandelter Hausmüll mehr abgelagert. Trotzdem wurden im Jahr 2015 durch Abfallwirtschaft und Abwasserbehandlung noch gut 11.400 t Methan emittiert. Im gleichen Zeitraum seit 1990 reduzierte der größte Emittent, die Landwirtschaft, die Methanemissionen um fast 17% bzw. knapp 22.000 t. Die Emissionen in 2015 betragen immer noch gut 110.400 t.

Im gleichen Zeitraum wurden die Methanemissionen in Deutschland um gut 55% und damit deutlich stärker reduziert als in Schleswig-Holstein. Die beiden wichtigsten Einflussfaktoren sind der stärkere bundesweite Rückgang in der Landwirtschaft und im Steinkohlebergbau.

Abb. 26: Änderungsraten der CH₄-Emissionen nach Sektoren 1990 - 2015

Quellen: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016.

Der Rückgang der Emissionen in der Landwirtschaft von 16,6% ist maßgeblich durch die Entwicklung der Tierbestandszahlen zu erklären.⁵⁰ Die hohen Änderungsraten des Verkehrs und der Feuerungsanlagen fallen bei Emissionsanteilen von 0,2% bzw. 0,9% in Schleswig-Holstein kaum ins Gewicht, auch wenn die Entwicklung zu Deutschland gegenläufig ist.

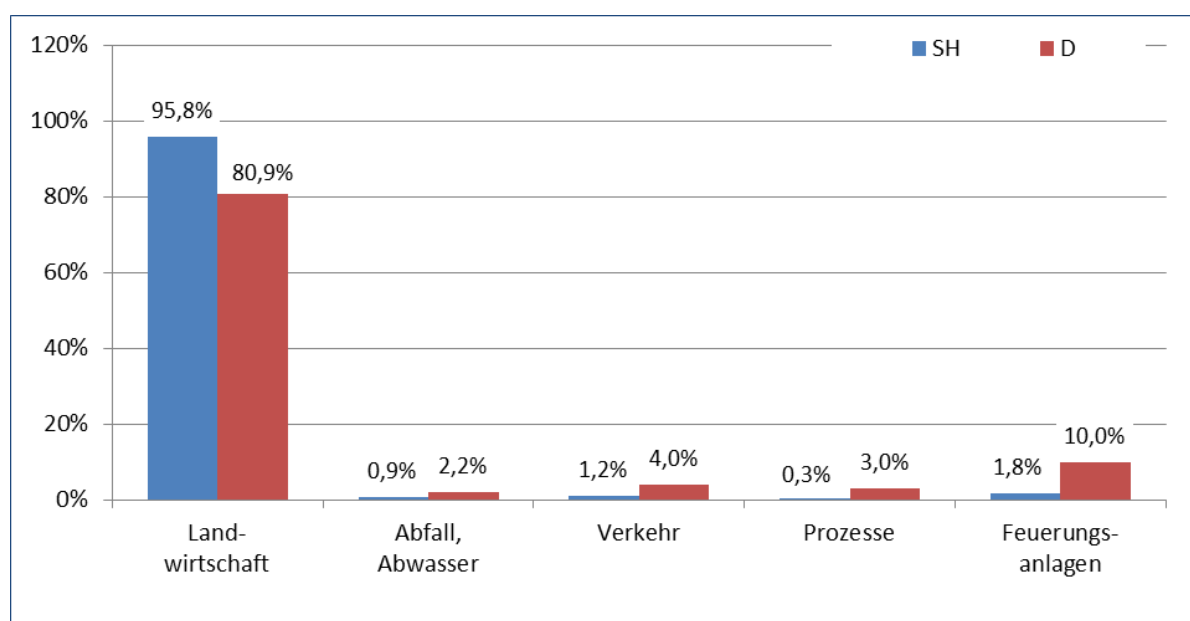
Der Bereich Energiegewinnung und -verteilung nimmt in Deutschland mit fast 20% einen deutlich größeren Anteil ein als in Schleswig-Holstein (knapp 7%). Auffällig ist die unterschiedliche Veränderung der Emissionen in diesem Bereich. In Schleswig-Holstein verringerten sich die Emissionen um 11%, während sie in Deutschland um zwei Drittel abnahmen (fast 68%). Auslöser hierfür ist zum einen die Steigerung der Erdöl- und Erdgasförderung seit Mitte der 1990er Onshore und Offshore in Schleswig-Holstein. Deutschlandweit fällt diese Entwicklung der Förderungen weniger stark ins Gewicht. Zum anderen trugen auch der Rückgang des Steinkohlebergbaus und die Steigerung der Grubengasnutzung bundesweit deutlich zum Rückgang der Methanemissionen bei. In Schleswig-Holstein fällt dieser Effekt naturgemäß nicht an.

⁵⁰ Der Rückgang der Tierbestände fällt bundesweit stärker aus als in SH: So sank der Rinderbestand im Zeitraum 1990-2015 in SH um 27%, bundesweit um 35%. Noch deutlicher sind die Unterschiede bei den Milchkühen, die mit ca. 65% Hauptverursacher des von Rindern erzeugten Methans sind. So ist der Milchkuhbestand in SH seit 1990 nur um 15% gesunken, bundesweit um 33%.

3. Entwicklung und Anteile der Sektoren an den Distickstoffoxidemissionen

Auch beim Distickstoffoxid (N_2O) stammt der überwiegende Anteil der Emissionen mit 96% aus der Landwirtschaft und liegt damit deutlich höher als im deutschen Durchschnitt mit 81% (siehe Abb. 27). Alle weiteren Emissionsquellen wie Verkehr, Prozesse und Produktanwendungen, Feuerungsanlagen sowie Abwasserbeseitigung und Kompostierung verursachen die verbleibenden rund 4% der N_2O -Emissionen. Der Anteil der N_2O -Emissionen an den gesamten THG-Emissionen in Schleswig-Holstein ist aufgrund des landwirtschaftlichen Schwerpunkts mit 13,2% dreimal so hoch wie in Deutschland insgesamt (4,4%, siehe Abb. 31).

Abb. 27: N_2O -Emissionen nach Sektoren 2015

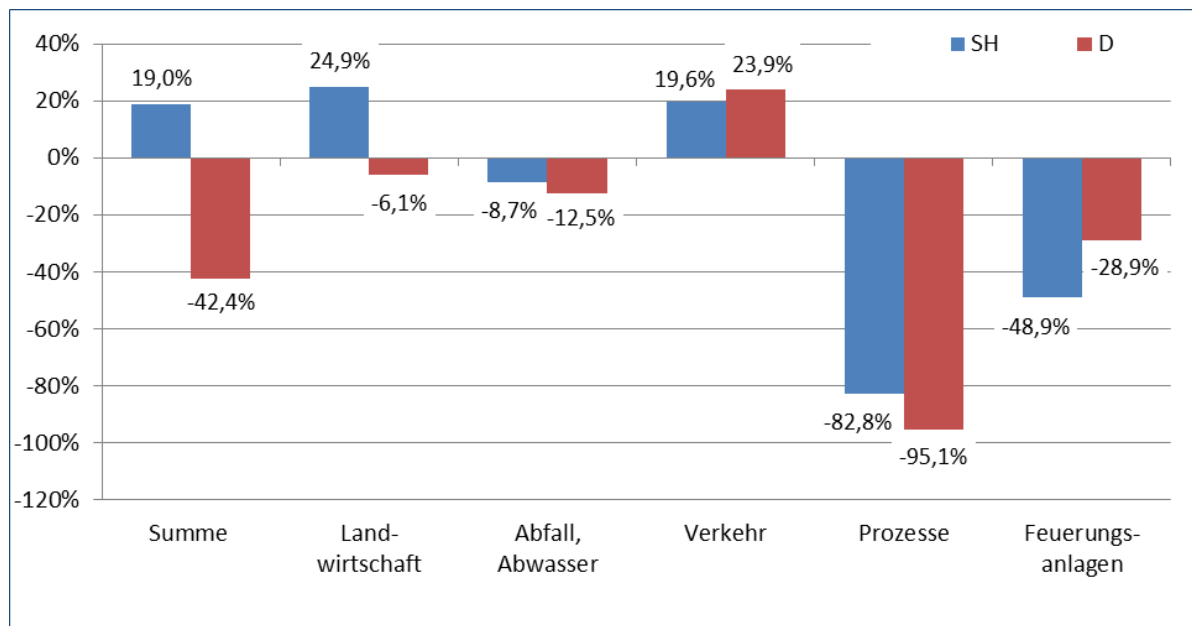


Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarreport des UBA 2016.

Abb. 28 zeigt, dass die N_2O -Emissionen in Schleswig-Holstein im Zeitraum 1990 bis 2015 um 19% angestiegen sind. Dieses wurde durch den Anstieg der Emissionen in der dominierenden Landwirtschaft (25%) verursacht, hauptsächlich begründet in der gestiegenen Anwendung von Stickstoffmineraldüngern auf einer im Betrachtungszeitraum um 14% erweiterten Ackerfläche in 2015 (bundesweit nur um 3%)⁵¹ sowie einer Intensivierung der Bewirtschaftung organischer Böden.

Deutschlandweit sind die gesamten N_2O -Emissionen im gleichen Zeitraum dagegen um gut 42% gesunken, woran alle Bereiche außer dem Verkehr (+24%) beteiligt sind.

⁵¹ Quelle: Statistikamt Nord, Statistisches Bundesamt, Landwirtschaftszählung (LZ)

Abb. 28: Änderungsraten der N₂O-Emissionen nach Sektoren 1990 - 2015

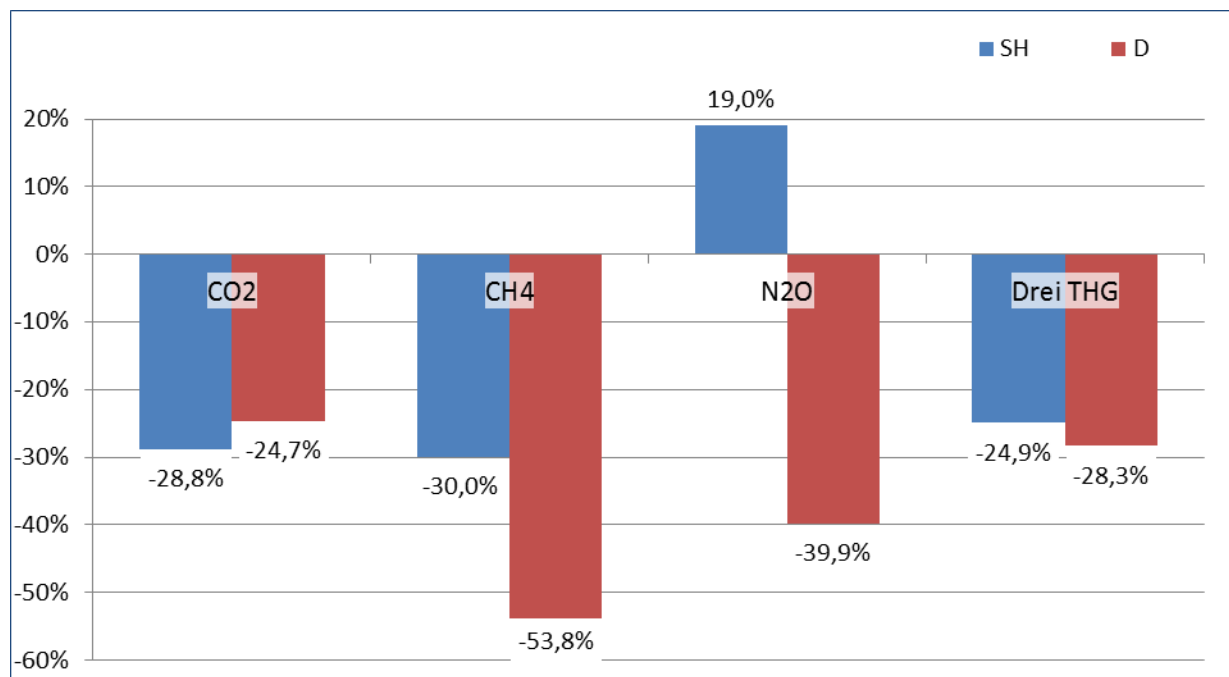
Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016.

In Schleswig-Holstein sind im Vergleich zu anderen Bundesländern erheblich weniger Industriebranchen mit relevanten Emissionen in diesem Bereich beheimatet. Darum fällt die hohe Minderungsrate des Sektors Prozesse und Produktanwendungen mit 83% aufgrund seines geringen Anteils an den Gesamt-N₂O-Emissionen mit (0,3%) nur wenig ins Gewicht. Abfall- und Abwasserbeseitigung mit einem Anteil von 0,9% verzeichnen eine Minderung von 8,7%, dieser Trend läuft parallel zur bundesweiten Entwicklung mit einer Minderung um gut 12%. Beim Anteil der Feuerungsanlagen von 1,8% ist eine wesentlich höhere Minderung (49%) gegenüber dem deutschen Trend von 29% zu verzeichnen. Der Verkehr mit einem Anteil von 1,2% hat trotz eines, dem bundesdeutschen Wachstum entsprechenden, Anstiegs von 20% keinen großen Einfluss.

4. Entwicklung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990

Die Minderungsrate der drei Treibhausgase fällt in Schleswig-Holstein geringer aus als die Minderungsrate der CO₂-Emissionen (umgekehrt zur bundesweiten Entwicklung). Abb. 29 zeigt die Änderungsraten der drei wichtigsten Treibhausgase im Vergleich von Schleswig-Holstein und Deutschland im Überblick:

Abb. 29: Änderung der Emissionen der einzelnen THG in SH und in D 2015 gegenüber 1990



Quellen: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016.

Bei den gesamten CO₂-Emissionen kann Schleswig-Holstein mit 28,8% eine größere Minderung vorweisen als Deutschland (24,7%). Dies spiegelt die stärkere Senkung des Endenergieverbrauchs in Schleswig-Holstein wieder (siehe Kapitel III.A.1) und in Deutschland den Anstieg der CO₂-Emissionen seit 2010 durch gestiegene Kohlenutzung in Kraftwerken. Die Emissionsminderung bei Methan fällt demgegenüber in Schleswig-Holstein erheblich geringer aus als im bundesweiten Durchschnitt. Die Distickstoffoxidemissionen zeigen in Schleswig-Holstein sogar einen umgekehrten Trend zum Anstieg.

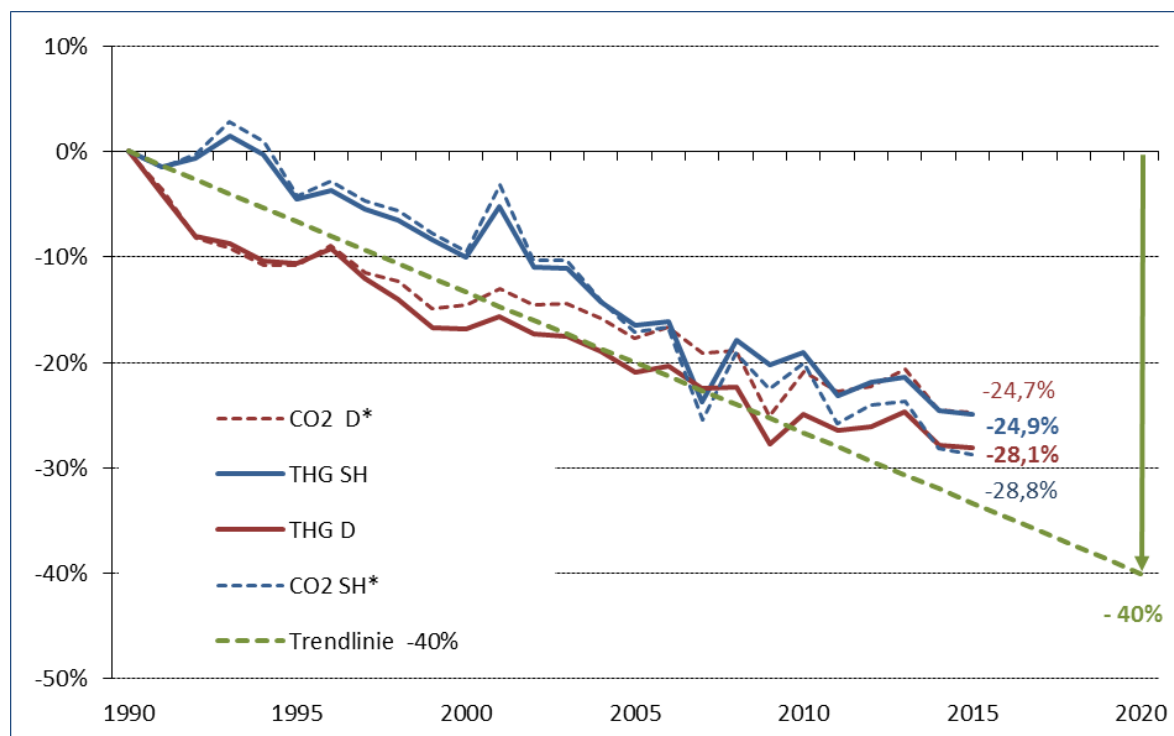
Zusammenfassend sind für Schleswig-Holstein eine höhere Minderungsrate bei CO₂, eine geringere Minderungsrate bei CH₄ und eine Zunahme bei N₂O festzustellen. In der Summe der drei Treibhausgase ist 2015 gegenüber 1990 in Schleswig-Holstein eine Minderung um 24,9% zu verzeichnen, während die Minderung bundesweit 28,3% beträgt.

Sowohl Schleswig-Holstein als auch Deutschland insgesamt liegen damit deutlich und zunehmend über dem Zielpfad zur Erreichung des Minderungsziels von 40% bis 2020 (siehe Abb. 30). Nach Einschätzung des Bundesumweltministeriums werden bundesweit ohne zusätzliche Maßnahmen lediglich 32 bis 35% Treibhausgasminde- rung bis 2020 erreicht. Die Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund am 3.12.2014 das Aktionsprogramm Klimaschutz und den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) beschlossen, am 15.3.2015 Eckpunkte für den Strommarkt der

Zukunft vorgelegt und im Dezember 2016 einen Klimaschutzplan im Hinblick auf die Klimaschutzziele 2050 vorgelegt.

Für Schleswig-Holstein liegt die Ursache für die Abweichung vom Zielpfad vor allem darin, dass die N_2O -Emissionen der Landwirtschaft bisher angestiegen und die CH_4 -Emissionen unterdurchschnittlich gesunken sind. Bei der Umsteuerung im Energiesektor steht Schleswig-Holstein hingegen gut da: Die CO_2 -Minderung ist mehr als vier Prozentpunkte höher als im Bundesdurchschnitt, die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen der drei THG zusammen sind rund zwei Tonnen geringer – und Schleswig-Holstein kann durch die Ausbaupotenziale der kostengünstigen Windenergie an Land auch weiterhin stark zur CO_2 -Minderung im Land und bundesweit beitragen. Zudem werden nach den Planungen der Betreiber bereits bis 2020 etwa 50% der derzeit installierten Leistung von Kohle-Heizkraftwerken in Schleswig-Holstein außer Betrieb gehen. Der aus Klimaschutzgründen bundesweit erforderliche schrittweise Ausstieg aus der Nutzung der Kohle wird in Schleswig-Holstein also schneller und früher umgesetzt, mit entsprechenden Beiträgen zur Minderung der CO_2 -Emissionen.

Abb. 30: Entwicklung der Summe der THG-Emissionen 2015 gegenüber 1990



* Quellenbilanz inkl. prozessbedingter Emissionen.

THG SH: CO_2 , CH_4 und N_2O . THG D: alle THG inkl. F-Gase

Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016, alle Daten nach Quellenbilanzierung.

Beim Vergleich der Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen zeigen sich deutliche Unterschiede bei Struktur und Entwicklungen in den Emissionssektoren.

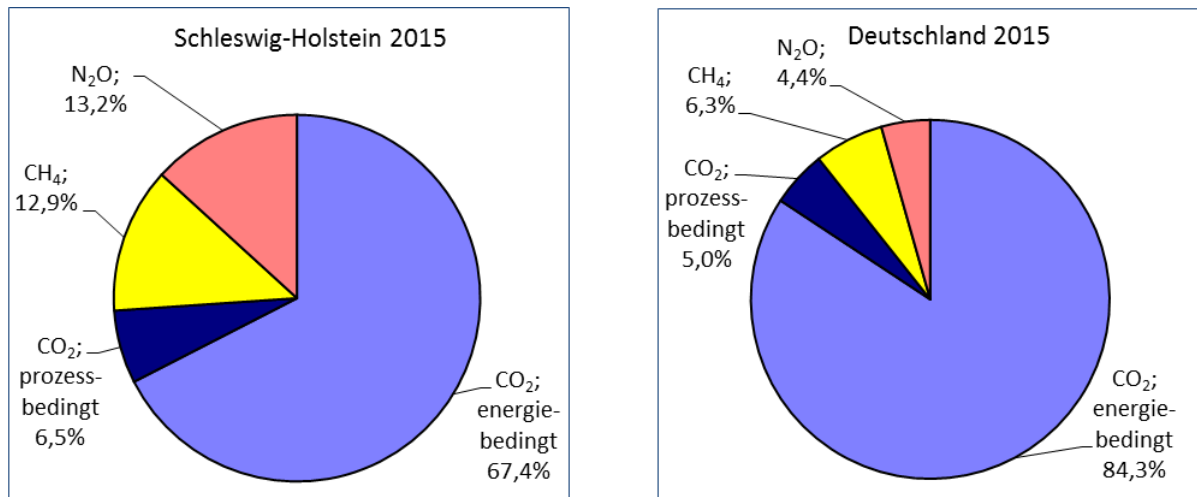
- So hat die **Landwirtschaft** in Schleswig-Holstein einen deutlich höheren Anteil an den CH₄- und den N₂O-Emissionen als im bundesweiten Durchschnitt (siehe Kapitel III.B.2 und 3). Die Reduktion der CH₄-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein im Zeitraum 1990 – 2015 lag bei 16,6% und war damit deutlich geringer als im Durchschnitt Deutschlands, wo 24,5% Minderung zu verzeichnen war (siehe Abb. 26). Gleichzeitig sind die N₂O-Emissionen in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein um 25% angestiegen, während sie in Deutschland im selben Zeitraum um 6% gesunken sind (siehe Abb. 28). Ursache ist ein Zuwachs des Düngemiteleinsatzes um 34% für Mineraldünger seit 1990. Dies ist zum einen durch einen Anstieg der als Ackerland genutzten Fläche um 14% bedingt (deutschlandweit 3%) sowie einer Intensivierung der Bewirtschaftung organischer Böden. Zum anderen ist Schleswig-Holstein eine Hohertragsregion, damit zusammenhängend ist der Einsatz von Düngemitteln pro ha landwirtschaftlicher Fläche 1,6 mal so hoch wie durchschnittlich in Deutschland und der spezifische Einsatz pro Hektar ist überdurchschnittlich angestiegen.

Insgesamt hat die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein 2015 einen Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen von rund 23% und damit einen um rund den Faktor drei höheren Anteil als im Bundesdurchschnitt, wo ein Anteil von 7,4% zu verzeichnen ist. Zugleich sind die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein im Zeitraum 1990 – 2015 um 1,7% angestiegen, während bundesweit eine Minderung um 16% erreicht wurde.

- Es gibt in Schleswig-Holstein Sektoren mit vergleichsweise hohen Minderungsraten. So sind die N₂O-Emissionen in den Sektoren Industrieprozesse und Feuerungsanlagen stark gesunken. Die quantitative Bedeutung dieser Emissionssektoren ist aber nicht so gewichtig, als dass sie auf die Steigerung der N₂O-Emissionen im Sektor Landwirtschaft überkompensierend wirken. Ähnliches gilt für die CH₄-Emissionen in den Sektoren Verkehr und Feuerungsanlagen.
- Bundesweit hatten die Methanemissionen aus dem **Steinkohlebergbau** 1995 noch eine erhebliche Bedeutung. Durch rückläufigen Bergbau und Grubengasnutzung konnte eine weitgehende Minderung der Methanemissionen aus dem Steinkohlebergbau erreicht werden. Dieser die bundesweite Bilanzierung prägende Einflussfaktor entfiel in Schleswig-Holstein.
- In Schleswig-Holstein fällt zudem die Ausdehnung der **Erdölförderung** Mitte der 2000er Jahre und der damit verbundene Anstieg der CH₄-Emissionen deutlich ins Gewicht. Die Fördermengen waren 2015 mehr als doppelt so hoch wie noch 1995. Deutschlandweit hingegen lagen die Fördermengen 1995 (Basisjahr für CH₄- und N₂O-Emissionen) 18% über dem Niveau von 2015.

- Abb. 31 zeigt die Anteile der Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O an der Summe dieser drei Treibhausgase. Hierbei zeigt sich, dass CO₂ im Jahr 2015 mit 73,9% der Gesamtemissionen der CO₂-Äquivalente auch in Schleswig-Holstein das quantitativ bedeutendste Treibhausgas ist. N₂O hat einen Anteil von 13,2% und CH₄ von 12,9% der aggregierten Emissionen in 2015. Bundesweit ist die relative Bedeutung von Kohlendioxid mit gut 89% deutlich höher.

Abb. 31: Anteile CO₂, CH₄ und N₂O an der Summe der drei Treibhausgase 2015

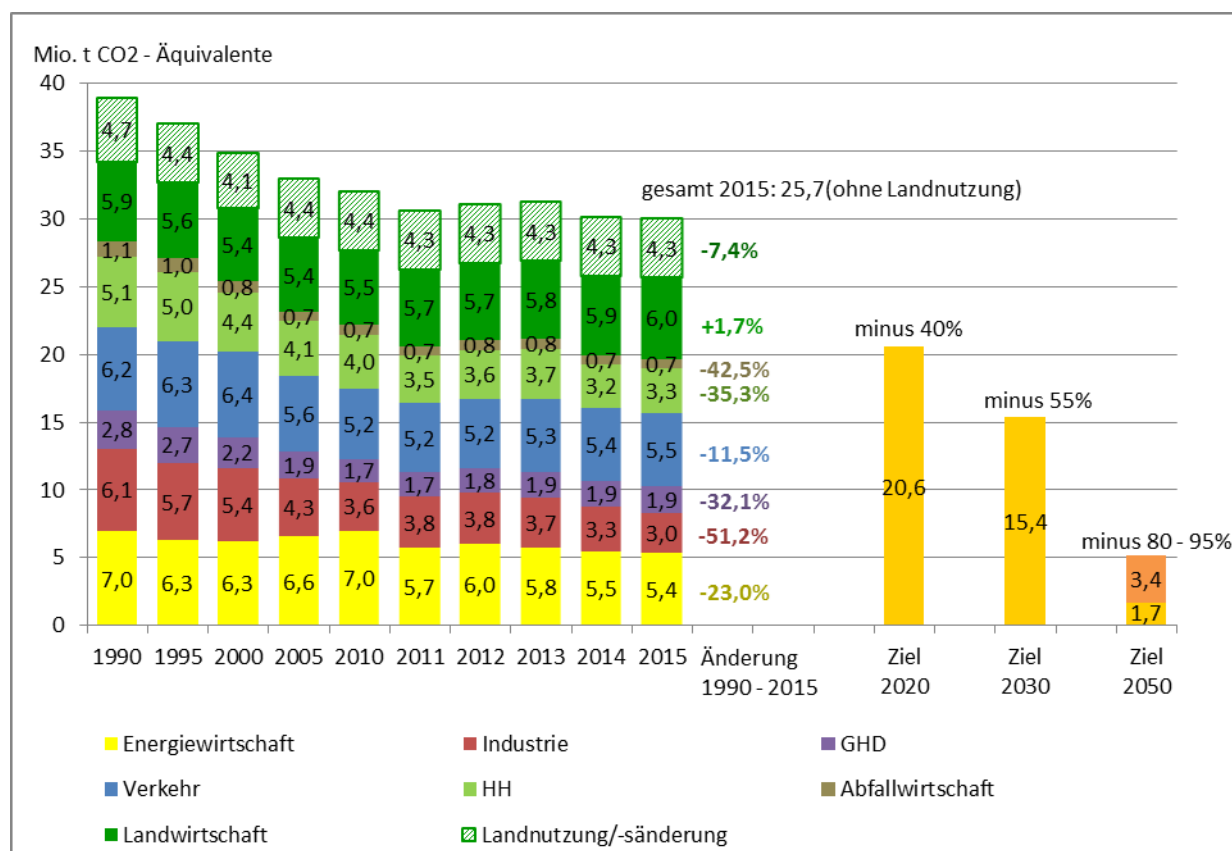


Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, CO₂-Quellenbilanz, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016.

5. Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den Sektoren

Im Zeitraum 1990 bis 2015 sanken die Treibhausgasemissionen (ohne Berücksichtigung der Emissionen aus LULUCF) in Schleswig-Holstein um rund 25%. Abb. 32 zeigt die quantitative Bedeutung der Sektoren im Zeitraum 1990 bis 2015 sowie deren Entwicklung. Insgesamt wurden im Jahr 2015 ca. 8,5 Mio. t CO₂-Äquivalente weniger Treibhausgase ausgestoßen als 1990. Die stärksten Minderungen erreichten die Industrie mit über 51% und die Abfallwirtschaft mit fast 43%. Haushalte und GHD konnten die Emissionen um 35% bzw. 32% senken. Energiewirtschaft und Verkehr folgten mit Minderungen um 23% bzw. 12%. Beim Verkehr fällt auf, dass seit 2010 keine weitere Minderung mehr erreicht wurde, vielmehr steigen die Emissionen seitdem wieder an. Die Landwirtschaft emittierte rund 2% mehr Treibhausgase als noch 1990. Die erstmalig in diesem Bericht dargestellten Treibhausgasemissionen zur Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUCF) sanken im gleichen Zeitraum um gut 7%.

Abb. 32: Entwicklung der gesamten THG-Emissionen nach Sektoren in Schleswig-Holstein 1990-2015



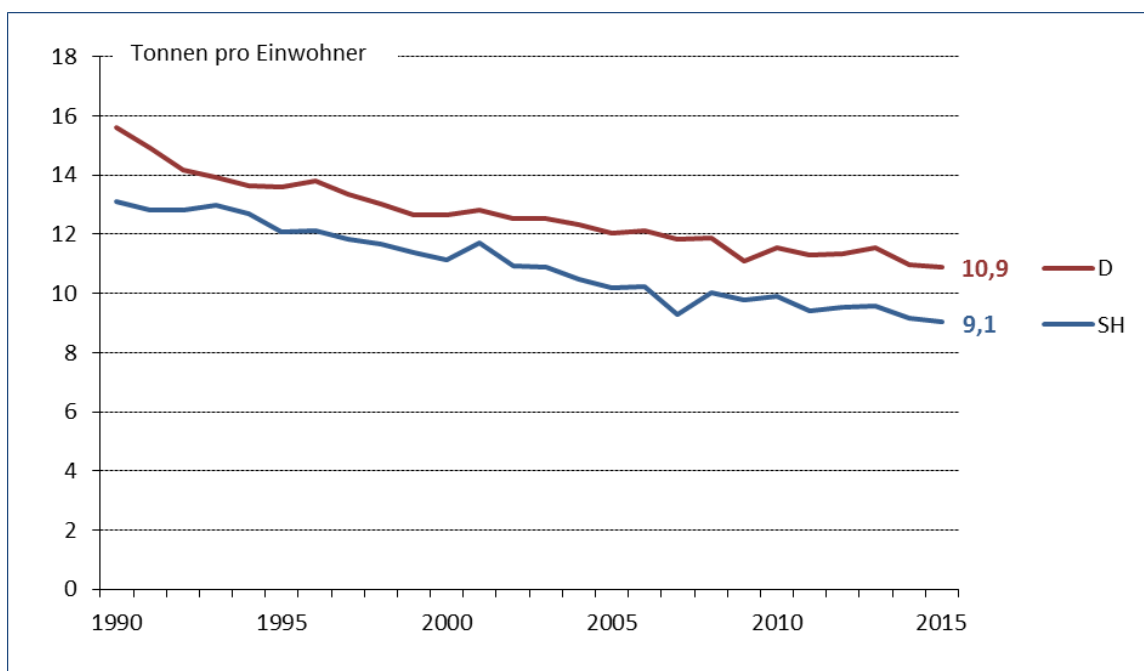
Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, CO₂-Quellenbilanz, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016. Daten zur Landnutzung/Landnutzungsänderung (LULUCF) Sonderauswertung Thünen-Institut.

6. Vergleich der Pro-Kopf-Emissionen Schleswig-Holstein - Deutschland

Pro Einwohner lagen und liegen die Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (Abb. 33); 2015 waren es in Schleswig-Holstein 9,1 t pro Kopf, bundesweit 10,9 t (beide Angaben zwecks Vergleichbarkeit auf Grundlage der Quellenbilanz und für die Summe der drei Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O). Die deutlich geringeren Pro-Kopf-Emissionen liegen daran,

- dass in Schleswig-Holstein weniger energieintensive Industrien angesiedelt sind,
- dass der emissionsintensive Energieträger Kohle hier eine vergleichsweise geringe Rolle spielt,
- dass in Schleswig-Holstein ein überdurchschnittlicher und weiterhin steigender Beitrag von Strom aus Erneuerbaren Energien und historisch ein hoher, ab 2008 allerdings sinkender Beitrag der Kernenergie zu verzeichnen ist. Schleswig-Holstein hatte 2015 durchschnittliche CO₂-Emissionen der Stromerzeugung von 98 g CO₂ pro Kilowattstunde, während dieser Wert für Deutschland bei 561 g/kWh liegt (siehe Abb. 24).

Abb. 33: THG-Emissionen pro Einwohner 1990 - 2015 in SH und D



Quelle: SH: Statistikamt Nord, THG-Berechnungen auf Basis der Energiebilanzen, 2015 vorläufige Zahlen; D: Nationaler Inventarbericht des UBA 2016.

Anhang

1. Berichtsauftrag gemäß Energiewende- und Klimaschutzgesetz vom 30.3.2017 (Verkündung im [Gesetz- und Verordnungsblatt](#) für Schleswig-Holstein)

§ 5 Monitoring zu den Klimaschutzzielen für das Land Schleswig-Holstein

(1) Die Landesregierung soll dem Landtag einmal jährlich jeweils zur Juni-Sitzung einen Energiewende- und Klimaschutzbericht vorlegen. In diesem Bericht wird über die Ziele der Energiewende- und Klimaschutzpolitik der Landesregierung und über den Stand ihrer Erreichung berichtet. Er soll Angaben zu energie- und klimaschutzbezogenen Indikatoren, insbesondere zu Energieverbrauch, Stromerzeugung und -verbrauch, Wärmeversorgung und -verbrauch sowie Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein enthalten. Weiter soll über Maßnahmen aus den Handlungsfeldern berichtet werden, die im Beirat für Energiewende und Klimaschutz nach § 6 Absatz 3 im jeweiligen Jahr schwerpunktmäßig behandelt wurden.

(2) Mindestens zweimal pro Legislaturperiode soll die Landesregierung im Rahmen der Energiewende- und Klimaschutzberichte nach Absatz 1 umfassend über die Umsetzung und Fortschreibung von Maßnahmen in den relevanten Handlungsfeldern der Energiewende- und Klimaschutzpolitik berichten.

(3) Wird im Rahmen des Monitoring gemäß Absatz 1 festgestellt, dass die energie- und klimapolitischen Ziele verfehlt werden, soll sich die Landesregierung für die erforderlichen zusätzlichen Maßnahmen auf Bundesebene einsetzen und auf Landesebene zusätzliche Maßnahmen entwickeln und umsetzen und darüber in den Energiewende- und Klimaschutzberichten berichten.

§ 6 Beirat für Energiewende und Klimaschutz - Energiewendebeirat

(1) Der im Jahr 2014 erstmals berufene Energiewendebeirat beim für Energie und Klimaschutz zuständigen Ministerium soll fortgeführt werden. Er besteht aus Vertreterinnen und Vertretern insbesondere aus Parlament, Wirtschaft, Umwelt, Wissenschaft, Kommunen und Kirchen. Die Berufung von Einzelpersonen und Institutionen erfolgt jeweils für eine Legislaturperiode. Über die Berufung entscheidet das für Energie und Klimaschutz zuständige Ministerium.

(2) Der Energiewendebeirat ist unabhängig und soll die Energiewende- und Klimaschutzpolitik in Schleswig-Holstein beratend begleiten. Er soll die mit Energiewende und Klimaschutz verbundenen Themen aufgreifen und gesellschaftlichen Akteuren eine Plattform zur Diskussion bieten.

(3) Der Energiewendebeirat soll mindestens einmal jährlich zu einer Sitzung zusammenkommen. Die Sitzungen sollen jeweils ein Schwerpunktthema haben.

2. Wichtige Begriffe der Energie- und THG-Bilanzierung

Primärenergieverbrauch (PEV)

= Endenergieverbrauch (EEV) + Nichtenergetischer Verbrauch + Verbrauch im Umwandlungssektor (Eigenverbrauch aller Strom-, Fernwärmeerzeugungsanlagen und Eigenverbrauch Raffinerien) + Fackel-/Leitungsverluste + Umwandlungsverluste.

Der **Endenergieverbrauch** setzt sich zusammen aus den Endverbrauchssektoren Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), Private Haushalte und Verkehr

Alternative Zerlegung: EEV gesamt

= EEV Strom + EEV Wärme + EEV Kraftstoffe

Bruttostromverbrauch = Verbrauch der Endverbrauchssektoren

= EEV Strom + Umwandlungseinsatz (Pumpstrom) + Stromverbrauch im Umwandlungsbereich + Netzverluste

Temperaturbereinigung: Um die Entwicklung der CO₂-Emissionen unabhängig vom Einfluss der Temperaturschwankungen darstellen zu können, werden die Quellenbilanzen einer Temperaturbereinigung unterzogen. Im Ergebnis werden fiktive CO₂-Emissionen ermittelt, die sich ergeben hätten, wenn die jährlichen Durchschnittstemperaturen konstant dem langjährigen Mittel entsprochen hätten. Dabei werden länderspezifische Korrekturfaktoren auf der Basis von Gradtagszahlen regionaler Wetterstationen sowie Informationen des VDEW über den Raumwärmeanteil am Nutzenergieverbrauch verschiedener Energieverbrauchergruppen in Deutschland verwendet.

Gradtagszahlen: Als Heiztage werden alle Tage gewertet, an denen das Tagesmittel der Außentemperatur unter der festgelegten Heizgrenztemperatur (15°C). An Heiztagen werden die Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur erfasst und zu einem Jahreswert aufsummiert. Je höher die Gradtagszahl ist, desto höher ist demnach auch der Wärmebedarf. Die Gradtagszahlen verschiedener Messstationen bilden dabei einen Mittelwert für Schleswig-Holstein. Alle Jahre seit 1990 lagen bis auf 1996 und 2010 unterhalb des langjährigen Mittels von 1970-2015 (waren also wärmer).

Die **gesamten CO₂-Emissionen** setzen sich zusammen aus den **energiebedingten** und den **prozessbedingten Emissionen**. Energiebedingte Emissionen entstehen bei der Nutzung fossiler Brennstoffe; prozessbedingte Emissionen entstehen bei Industrieprozessen.

Neben Kohlendioxid (CO₂) gibt es fünf weitere **Treibhausgase** (THG), auf die sich internationale Minderungsverpflichtungen beziehen. Das Kyoto-Protokoll nennt sechs Treibhausgase: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), und Lachgas (N₂O) sowie die fluorierten Treibhausgase (F-Gase): wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und Schwefelhexafluorid (SF₆). Ab 2015 muss Stickstofftrifluorid (NF₃) zusätzlich einbezogen werden. F-Gase verursachten zusammen bundesweit 2014 nur 1,6% der gesamten Emissionen. Die Summe der THG wird über ihre Gewichtung mit der Treibhausgaswirksamkeit in CO₂-Äquivalenten ausgedrückt.⁵²

⁵² Quelle: Umweltbundesamt, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>

Quellenbilanz: Hier werden die CO₂-Emissionen des Umwandlungsbereiches (z.B. des Stromerzeugungssektors) in SH ermittelt. Dabei werden auch die Emissionen des exportierten Stroms SH zugerechnet.

Verursacherbilanz: Im Strombereich werden die CO₂-Emissionen ermittelt, indem der Stromverbrauch in Schleswig-Holstein (SH) mit durchschnittlichen CO₂-Emissionen des deutschen Kraftwerksparks gewichtet wird. Analog wird bei der Fernwärme mit den an der Fernwärmeerzeugung des Bundeslandes beteiligten Heizkraft- und Heizwerken verfahren.

Beide Bilanzierungen haben Vor- und Nachteile:

- Vorteil der Quellenbilanzierung ist, dass sie für die nationalen und internationalen Klimaschutzverpflichtungen die allein maßgebliche Bilanzierungsweise ist. So werden die deutschen Treibhausgasbilanzen ausschließlich in der Quellenbilanzierung erstellt. Für die Vergleichbarkeit der Entwicklung der Treibhausgase in Schleswig-Holstein und Deutschland ist daher die Quellenbilanzierung besser geeignet.⁵³ Hinzu kommt, dass in der Quellenbilanzierung der Umwandlungssektor als einzelner Sektor ausgewiesen wird, so dass die Rolle z.B. der Stromerzeugung für die Treibhausgasemissionsbilanz erkennbar wird. In der Verursacherbilanz werden demgegenüber die Emissionen des Umwandlungsbereiches anteilig den Endverbrauchssektoren zugerechnet.
- Vorteil der Verursacherbilanzierung ist, dass hier eine vollständige Zurechnung der gesamten Treibhausgasemissionen auf die vier Endverbrauchssektoren (Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, private Haushalte, Verkehr) erfolgt und somit ein vollständigeres Bild der Emissionsverursacher gezeichnet wird.

Hinweise: In Klimaschutzberichten vor 2013 haben Landesregierungen Treibhausgas-Minderungsziele explizit nur für die Bilanzierung nach Verursacherbilanz benannt, da in der Quellenbilanz bereits ein realisiertes Kohlekraftwerk die CO₂-Emissionen um 20-25% gesteigert hätte. Vor diesem Hintergrund werden für SH in Tabelle 4 zentrale Zahlen sowohl aus der Quellen- als auch der Verursacherbilanzierung dargestellt.

Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen (LULUCF)

Da sich die klimapolitischen Ziele und Verpflichtungen auf Bundes- und auf Landesebene auf die Treibhausgasbilanzierung ohne Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen (Land Use, Land-Use Change and Forestry - LULUCF) beziehen, erfolgt auch das Monitoring in den Energiewende- und Klimaschutzberichte entsprechend. Um die vergleichsweise hohe Bedeutung der Emissionen aus LULUCF in Schleswig-Holstein zu dokumentieren, werden sie in Tabelle 4 nachrichtlich dargestellt.

⁵³ Die Verursacherbilanzierung wäre für Deutschland allerdings weniger stark abweichend von der Quellenbilanzierung als für Schleswig-Holstein, da die relative quantitative Bedeutung von Stromexporten auf nationaler Ebene erheblich geringer ist.

Tabelle 4: Vergleich der CO₂-Emissionen 2015 in Schleswig-Holstein in der Quellen- und der Verursacherbilanzierung

	Einheit	Quellenbilanz	Verursacherbilanz
Gesamte CO ₂ -Emissionen	Mio. t CO ₂	19,01	22,94
Energiebedingte CO ₂ -Emissionen		17,35	21,28
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen		1,66	
CH ₄ -Emissionen (Methan)	Mio. t CO ₂ Äq	3,31	
N ₂ O-Emissionen (Distickstoffoxid)		3,40	
Summe energie- und prozessbedingte Emissionen der drei THG (CO₂, N₂O, CH₄) in CO₂-Äquivalenten		25,72	29,65
Nachrichtlich:			
CO ₂ aus LULUCF*		4,1	
CH ₄ -Emissionen aus LULUCF		0,1	
N ₂ O-Emissionen aus LULUCF		0,1	
Summe gesamte Emissionen der drei THG (CO₂, N₂O, CH₄) in CO₂-Äquivalenten inkl. LULUCF		30,02	33,95

Quelle: Statistikamt Nord; vorläufige Angaben für 2015;

Daten zu Landnutzung/Landnutzungsänderung (LULUCF) Sonderauswertung Thünen-Institut.

Obwohl die Stromerzeugung in SH rund doppelt so hoch wie der Stromverbrauch ist, sind die CO₂-Emissionen inklusive prozessbedingter Emissionen in der Verursacherbilanz mit 22,9 Mio. t deutlich höher als in der Quellenbilanz mit 19,0 Mio. t. Das liegt daran, dass der Einfluss des geringen Emissionsfaktors der schleswig-holsteinischen Stromerzeugung (durch viel EE- und KKW-Strom) den Effekt überkompensiert, dass die Stromerzeugung größer ist als der Stromverbrauch.

Die Minderungsrate 1990-2015 beträgt in der Quellenbilanz -28,8% und ist damit etwas geringer als in der Verursacherbilanz (-27,6%).

Aufgrund der besseren Vergleichbarkeit mit bundesweiten Werten und Entwicklungen werden die Indikatoren in den Kapiteln III.B.1 - B.5 aus der Quellenbilanzierung dargestellt.

3. Hintergrundinformationen zu den Indikatoren

Aktuelle Daten und Hintergrundinformationen stellen MELUR und Statistikamt Nord im Internet⁵⁴ zur Verfügung:

- Tabellen mit zahlenmäßigen Angaben zu den Abbildungen in diesem Bericht. In der Hintergrunddatei mit den Tabellen befinden sich auch weitere Abbildungen.
- Bereitstellung von gesonderten Papieren mit ausführlichen Informationen:
 - Energiebilanz Schleswig-Holstein
 - Statistik der Stromerzeugung in Schleswig-Holstein
 - Erneuerbare Energien in Schleswig-Holstein
 - Fakten- und FAQ-Papier zu Abregelung und Entschädigung von Strom aus Erneuerbaren Energien
- Fortlaufende Aktualisierung ausgewählter Informationen. Tabelle 5 zeigt, wann welche Aktualisierungen von Daten zu erwarten sind:

Tabelle 5: Übersicht über verfügbare Hintergrundinformationen zu Daten und Indikatoren im Energiewendeportal

Kapitel im vorliegenden Bericht Indikator / Berichtspunkt	Zu erwartendes Vor- liegen aktuellerer Daten für SH	Hintergrundpa- piere Energie- wendeportal
III.A.1. Entwicklung Endenergieverbrauch nach Sektoren und Teilmärkten	Dez. 2017 erscheinen vorläufige Energiebi- lanz 2016 und endgül- tige Energiebilanz 2015*	Energiebilanzen Tabellen
III.A.2. Stromsektor: Installierte Leistungen von Erzeugungsanlagen, Stromerzeugung und Stromverbrauch	IV. Quartal 2017 er- scheint Statistik der Stromerzeugung 2016	Tabellen
III.A.3. Wärmesektor: Anteile der Sektoren und Energieträger	Dez. 2017 erscheint vorläufige Energiebi- lanz 2016 und endgül- tige Energiebilanz 2015*	Tabellen
III.A.4. Strom und Wärme aus Kraft-Wärme- Kopplung		Tabellen
* Werte 2015 in diesem Bericht sind vorläufig		

⁵⁴ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/daten_node.html

Kapitel im vorliegenden Bericht Indikator / Berichtspunkt	Zu erwartendes Vor- liegen aktuellerer Daten für SH	Hintergrundpa- piere Energie- wendeportal
III.A.5. Versorgungsbeitrag der Erneuerbaren Energien auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme, Kraftstoffe	I. Quartal 2018 vorläu- fige Zahlen für das Jahr 2016	Analyse für das Jahr 2015 wurde im März 2017 ver- öffentlicht ⁵⁵
III.A.6. Treibhausgasminderung durch Erneuerbare Energien		
III.A.7. EEG Daten für Schleswig-Holstein (u.a. nach SH geflossene Vergütungs- zahlungen, Durchschnittsvergütungen)	IV. Quartal 2017 für 2016	
III.A.8. EEG-Daten differenziert nach Kreisen		
III.A.9. Abregelung und Entschädigung von Strom aus Erneuerbaren Energien	III. Quartal 2017 legen MELUR und Netzbe- treiber SH-Daten und die BNetzA bundes- weite Daten für 2016 vor	Analysen für das Jahr 2015 für SH und D sind veröf- fentlicht ⁵⁶
II.A. Zubau und Integration von Speicherkapazitäten	Anlassbezogene Zusammenstellung für diesen Bericht	Aktuelle Informa- tionen im Energie- wendeportal ⁵⁷
III.B.1-5. Bilanzierungen der drei Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Distickstof- foxid in SH, auch im Vergleich zur bun- desweiten Entwicklung	II. Quartal 2017 end- gültige Daten für 2015* I. Quartal 2018 vorläu- fige Zahlen für 2016	Tabellen und wei- tere Abbildungen
* Werte 2015 in diesem Bericht sind vorläufig		

⁵⁵ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Daten/daten_node.html

⁵⁶ Für SH: http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/einspeisemanagement.html
Für Deutschland: Informationen der Bundesnetzagentur
http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Einspeisemanagement/einspeisemanagement-node.html

⁵⁷ http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Strom/_documents/speicher.html

4. Übersicht über zentrale Energie- und Klimaschutzindikatoren

Tabelle 6 und Tabelle 7 geben einen zusammenfassenden Überblick und zeigen, dass Schleswig-Holstein bei zentralen Indikatoren im Vergleich zum Bund gute Ergebnisse vorzuweisen hat:

Tabelle 6: Übersicht über zentrale Energiewende- Indikatoren

Angaben für SH 2015 sind vorläufig	Einheit	SH	D	Ver- gleich
A. Energieverbrauch⁵⁸				
Primärenergieverbrauch 2015*	TWh	116,8	3.692,4	
Endenergieverbrauch (EEV) 2015*	TWh	73,7	2.465,7	
EEV Strom	TWh	13,3	520,4	
EEV Wärme*	TWh	37,6	1.196,3	
EEV Kraftstoff	TWh	22,8	749,0	
EEV pro Einwohner (EW) 2015*	MWh/EW	25,9	30,2	++
Bruttostromerzeugung 2015	TWh	33,7	651,8	
Bruttostromverbrauch (BSV) 2015	TWh	15,7	603,5	
BSV pro Einwohner (EW) 2015	kWh/EW	5.511	7.400	++
Anteil KWK-Strom am Bruttostromverbrauch 2015 mit / ohne Zuschätzung von Klein-/Biogasanlagen	Prozent	24,2% 16,5%	17,5% 12,9%	++
B. Erneuerbare Energien⁵⁹				
Anteil EE-Strom am Bruttostromverbrauch 2015	Prozent	115%	32%	++
Anteil EE-Wärme am EEV Wärme 2015* ohne Zuschätzung von kleinen Biomasseanlagen	Prozent	14,1% 8,3%	13,3%	
Anteil EE am Brutto-Endenergieverbrauch 2015 (Summe Strom, Wärme, Kraftstoffe)	Prozent	31,1%	15,0%	++
Erlöse für EEG-Strom (Vergütungszahlungen inkl. Boni, Prämien sowie Erlösen aus Direktvermarktung)	Mrd. €	2,6	27,5	
EEG Durchschnittsvergütung 2015 (inkl. Erlösen aus Direktvermarktung)	Ct/kWh	14,8	16,8	++
THG-Vermeidung durch EE 2015	Mio. t	12,6	156,1	
Bruttobeschäftigungswirkung der EE 2015	Anzahl	18.400	333.000	
* Für SH inklusive Zuschätzungen von Wärme aus kleinen Biomasseanlagen (siehe Fußnote 14)				

⁵⁸ Für D: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Bilanz 2014; für SH: Statistikamt Nord. Aufteilung des EEV vereinfacht über Energieträger, nicht durch Anwendungsbilanzen.

⁵⁹ Für D: BMWi, Erneuerbare Energien in Zahlen, Dezember 2015; für SH: Statistikamt Nord.

Tabelle 7: Übersicht über zentrale Klimaschutzindikatoren

Angaben für SH 2015 sind vorläufig	Einheit	SH	D	Ver- gleich
C. Treibhausgase⁶⁰ (alle Angaben für Quellenbilanz⁶¹)				
Gesamte CO ₂ -Emissionen 2015	Mio. t CO ₂	19,0	792,1	
Energiebedingte CO ₂ -Emissionen		17,4	747,4	
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen		1,7	44,7	
CH ₄ -Emissionen (Methan)	Mio. t CO ₂ Äq	3,3	55,6	
N ₂ O-Emissionen (Distickstoffoxid)		3,4	39,1	
Zwischensumme Emissionen der drei THG (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄) in CO ₂ -Äquivalenten 2015		25,7	886,7	
Emissionen der F-Gase		k.A.	15,2	
Summe Emissionen der sechs THG		k.A.	901,9	
CO ₂ -Emissionen pro Kopf 2015	t/EW	6,7	9,7	++
Emissionen der drei THG pro Kopf 2015	t/EW	9,1	10,9	++
Minderung gesamte CO ₂ -Emissionen 2015 ggü. 1990 Quellenbilanz <i>Verursacherbilanz</i>	Prozent	-28,8% -27,6%	-24,7% k.A.	+
Minderung der Emissionen drei THG 2015 ggü. 1990 Quellenbilanz <i>Verursacherbilanz</i>	Prozent	-24,9% -24,5%	-28,3% k.A.	-

Tabelle 8: Übersicht über Emissionen zur Landnutzung / Landnutzungsänderungen

Angaben für SH 2015 ⁶²	Einheit	SH	D	Ver- gleich
CO ₂ -Emissionen aus Landnutzung / Landnutzungs- änderung	Mio. t CO ₂ Äq	4,1	-16,3	
CH ₄ -Emissionen (Methan) aus Landnutzung / Land- nutzungsänderung		0,1	0,9	
N ₂ O-Emissionen (Distickstoffoxid) aus Landnutzung / Landnutzungsänderung		0,1	0,9	
Zwischensumme Emissionen der drei THG (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄) insgesamt in CO ₂ -Äquivalenten 2015 inkl. Landnutzung / Landnutzungsänderung		30,0	872,2	
CO ₂ -Emissionen pro Kopf 2015	t/EW	8,1	9,5	
Emissionen der drei THG pro Kopf 2015	t/EW	10,6	10,7	

⁶⁰ Für D: UBA, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2014; für SH: Statistikamt Nord

⁶¹ Siehe Anhang 1 für methodische Erläuterungen.

⁶² Für SH sind die Werte für 2014 aus 2015 übernommen worden