

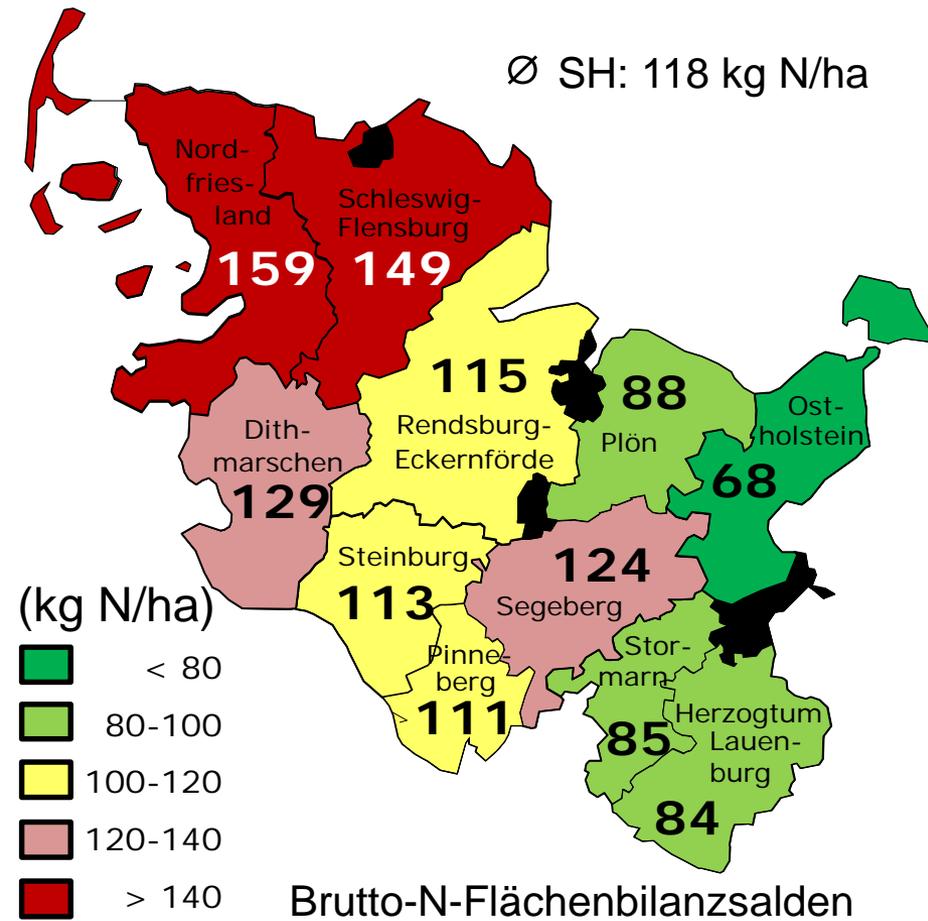
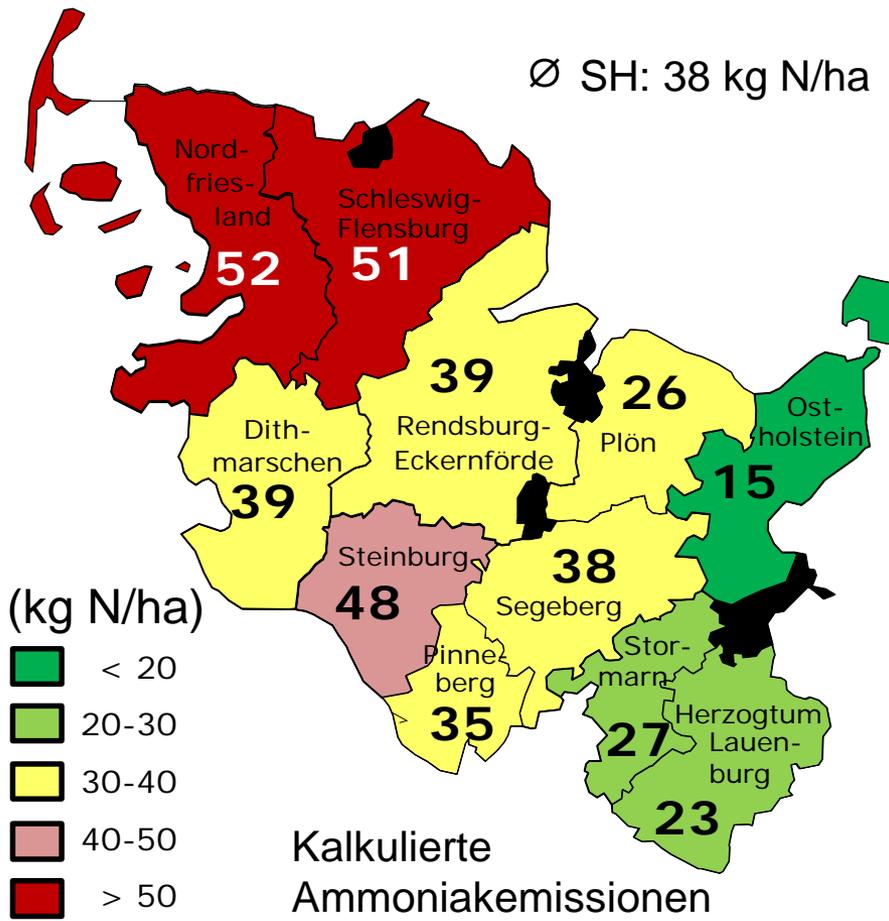


Der 2. Nährstoffbericht des Landes S-H

Christian Henning & Friedhelm Taube
Christian-Albrechts-Universität Kiel

1. Nährstoffbericht 2014 > Daten 2010

Fokus neu: Perioden ‚2010‘ (2007-2012); ‚2015‘ (2013-2017)



Fazit 2015: Im Durchschnitt überschreiten die N/P-Salden die gesetzliche Norm (DüV) deutlich, erheblicher Export von Gülle/Gärresten aus den Zentren der Tierhaltung in den SO notwendig...

Seitdem:

Keine wesentlichen Änderungen Mineraldüngerabsatz (D) bis 2017, Kulturartenspektrum S-H; Erträge im Ackerbau – fundamentale Eingangsdaten somit stabil bis auf etwas erhöhte Tierzahlen

(Verlust-) Pfade der Stickstoffüberschüsse in S-H

(Verlust-) Pfade der Stickstoffüberschüsse (Größenordnung in %) aus der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein (Taube, 2016) – **direkt ungünstig wirksame Emissionen in der Umwelt in rot**. Kalkulation aus verschiedenen Literaturquellen (die einzelnen Verlustpfade unterliegen großer standörtlicher Variation und Unsicherheiten)

N-Überschuss (kg/ha)	+ 100
N-Verlust Sickerwasser (NO₃, NH₄, DON)	-37
N-Verlust über Ammoniakemissionen (NH₃)	-30
N-Verlust über Lachgas (N₂O) bzw. NO_x	-8
N-Verluste über Denitrifikation zu N₂	-20
N-Speicherung Böden netto	+5
Saldo	0

Literatur u.a.: Wachendorf et al. 2004, Lampe et al 2005, Rotz et al. 2005, Kelm et al 2007, Svoboda et al 2013, Dittert et al 2005, Quakernack et al 2014, Hermann et al 2015, Poyda et al 2016; Biernat et al., 2020)

Grinsven et al. (2013: European Nitrogen Assessment Report) minimale soziale Kosten je kg N-Überschuss: ~ 2€

Wirtschaftsdüngeranfall deutlich höher als angenommen

ausgebrachte Menge S-H im Jahr 2015 nach Wirtschaftsdüngerarten

Flüssiger Wirtschaftsdünger	Gülle Ausbringung nach Stall/Lagerverlust tN/Jahr	N-Gehalt kgN/t FM	Eigene Berechnung Mill. m ³ /t	Statistikamt Nord Mill. m ³ /t
Rindergülle	61215	3.5	17.5	11.4
flüssiger Biogas-Gärrest	25089	4.7	5.3	4.4
Schweinegülle	9098	4.4	2.1	2.1
Sonstige Gülle und Jauche				0.3
			24.9	18.2

Ausbringungstechniken S-H 2015

Ausbringungs- techniken	Millionen m ³				
	Gesamt	Dauer- grünland	Acker- land	bestellten Flächen	Stoppeln o. un- bestellten Fl.
Flüssiger					
Wirtschaftsdünger	18.2	6.9	11.3	6.2	5.2
Breitverteiler	12.3	5.9	6.4	3.1	3.3
Schleppschlauch	4.6	0.7	3.9	2.8	1.1
Schleppschuh	0.3	0.1	0.2	0.2	0.0
Schlitzverfahren	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
Injektionstechnik	0.8	0.0	0.8	0.1	0.7

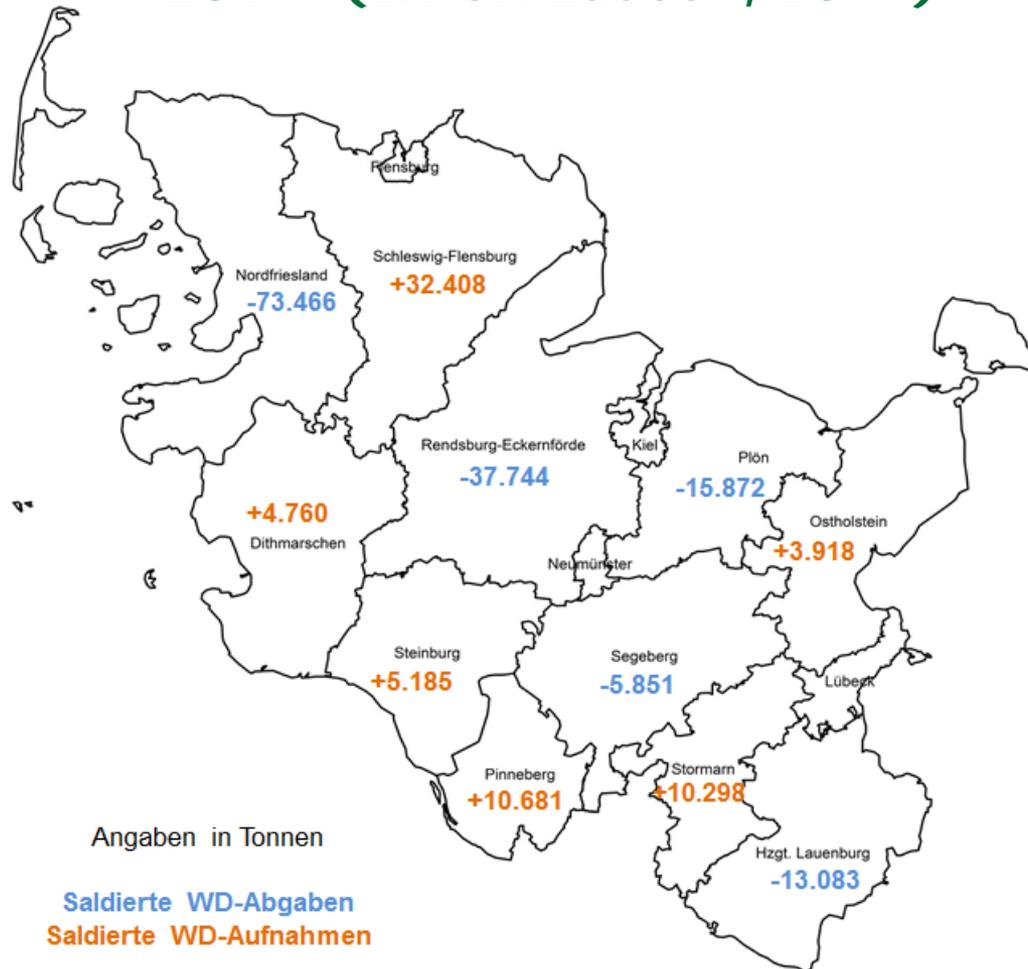
Fazit:

Mengen werden deutlich unterschätzt

Breitverteiler dominant (2015)

Wirtschaftsdüngerverbringung (LK SH)

Saldierte Abgabemengen auf Landkreisebene -2017- (LK-SH Lausen, 2019)



Fazit: Wirtschaftsdüngerexporte über Kreisgrenzen hinweg marginal...

Kalkulation des min. N-Düngereinsatzes für 2015-17 nach DüV... dürfte 100 kg N/ha nicht überschreiten...

Kultur	Anbau- fl. (ha)	Fl.- Anteil	Ertrag 2015-2017	N-Bedarf (kg N/ha) der Kulturen		N-Bedarf (kg N/ha) Schleswig-Holstein	
	990403	%	dt/ha	DüV 2017	LKSH 2013	DüV 2017	LKSH 2013
Dauergrünland	327805	33	89	187	195	62	65
Winterweizen	183801	19	93	196	201	36	37
Silomais	165217	17	145	156	143	26	24
Winterraps	92817	9	37	158	142	15	13
Wintergerste	62465	6	88	163	151	10	10
Ackergras	33620	3	98	253	241	9	8
Roggen	26951	3	73	127	126	3	3
Triticale	8479	1	74	164	137	1	1
Hafer	7827	1	62	137	134	1	1
Sommergerste	7168	1	54	114	88	1	1
Zuckerrüben	7061	1	746	145	135	1	1
Kartoffeln	5418	1	432	141	129	1	1
Summe N-Bedarf:						168	165

Wirtschaftsdünger-Anfall (ohne Verluste: 133 kgN/ha)

Mineralischer N-Bedarf:

- Nach Stall/Lager/Aufbringungs-Verlusten: 95 kg N/ha → 168-95 = **73 kg N/ha Mineraldünger**
- Nach Stall/Lager-Verlusten u. **Mindest**anrechnung: 68 kg N/ha → 168-68 = **100 kg N/ha Mineraldünger**

SMART Farm Modell (C. Henning)

- Erweiterung der modellierten Zeiträume (2010= 2007-2012; 2015=2013-2017)
- Baysiansche Schätzung Gülle-NUE (opt; real, pess) >>> pess. wahrscheinlich
- Modellierung Bodenbilanz; Stoffstrombilanzen brutto
- Plausibilitätsprüfung
- Anpassungsstrategien >> Nachhaltigkeitsstrategie D (max. +70 kg N-Saldo 2030)
- Umsetzung solcher Strategien >> Permit-Modell – road map

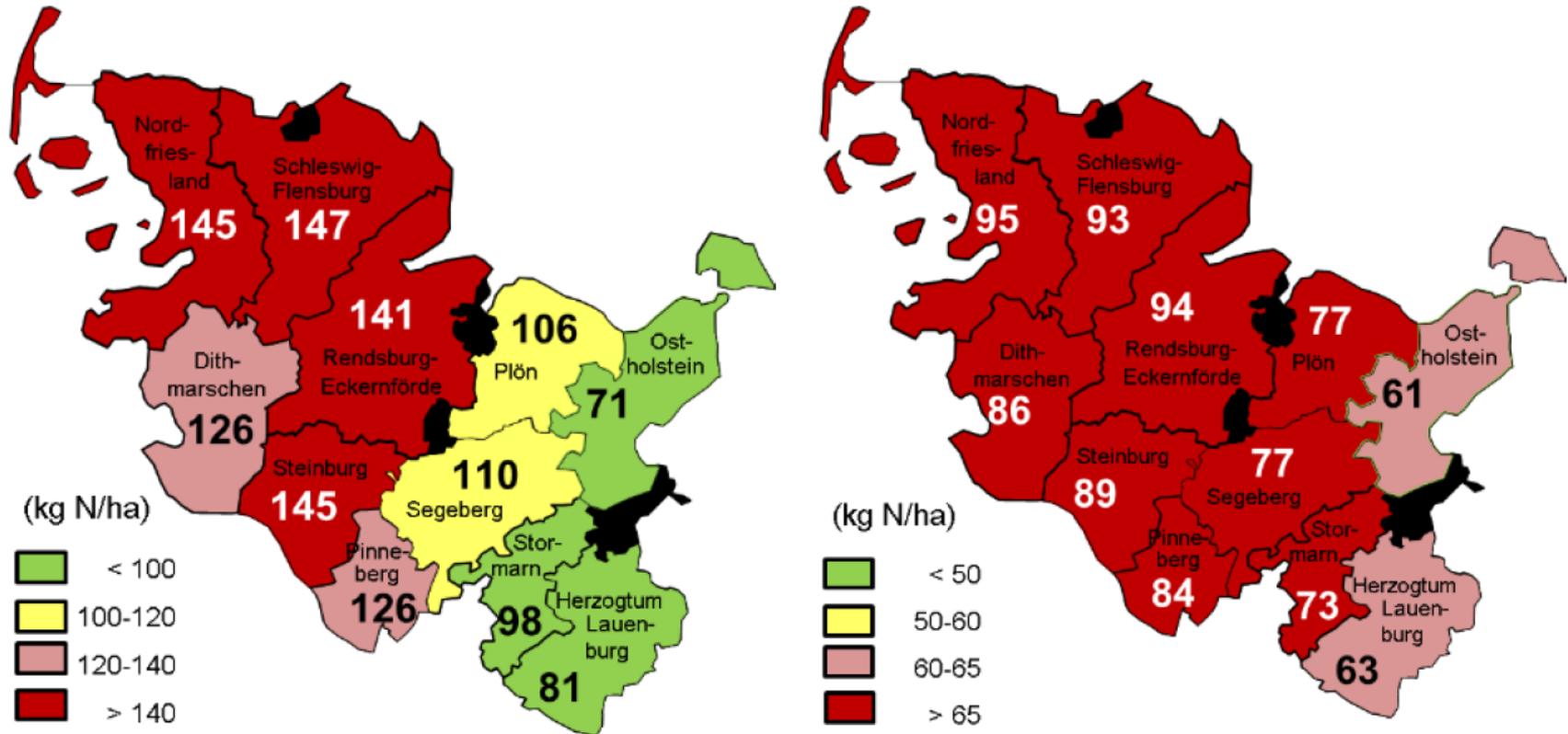
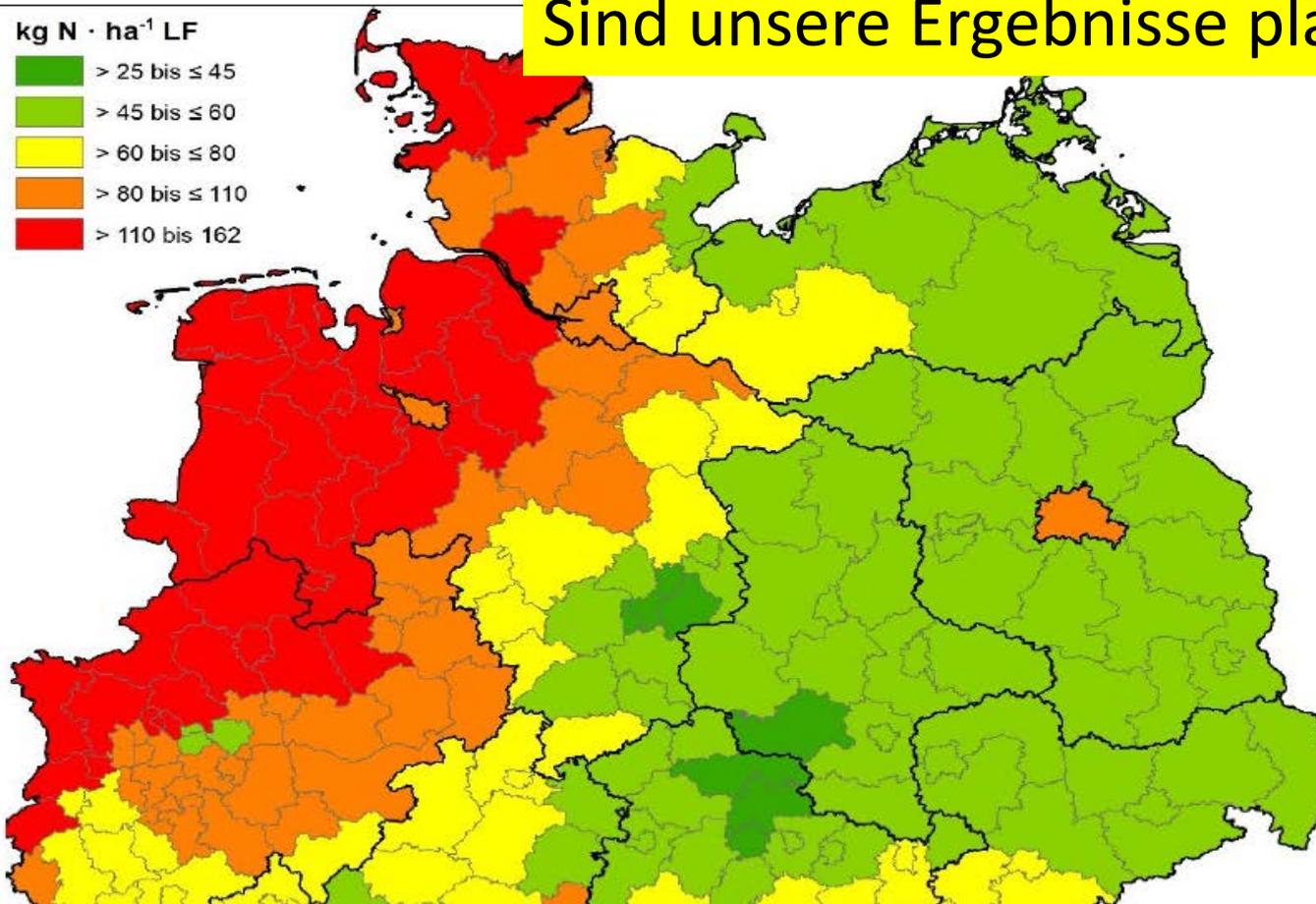


Abbildung 4.3: N-Stoffstrombilanz (links) und N-Bodenbilanz (rechts) 2015 nach SH-Kreisen in [kg/ha] für das Szenario N_{eff} - niedrig

...kaum Veränderungen zwischen ‚2010‘ und ‚2015‘... bei Einhaltung gesetzlicher Standards dürfte Bodenbilanz (rechts) +50 kg N/ha nicht überschreiten...
 Mineraldüngereinsatz deutlich zu hoch: statt max. 100 kg N/ha tatsächlich zwischen 137-156

Abbildung 7: Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz in den Kreisen in Deutschland, Mittel 2015 – 2017



Sind unsere Ergebnisse plausibel?

Die UBA-Studie (2019) weist ebenfalls kaum zeitliche Veränderungen auf und die Größenordnung der Überschüsse entsprechen den unseren

Kalkulation: In Anlehnung an DüV, (Ausscheidungen minus Stall/Lager x0,6)) aber + ~10 kg Depo
...+ ~40 kg N/ha = Bruttostoffstromsaldo > **Validität unserer Daten bestätigt...**

Erlaubter Brutto-N-Saldo nach Stoffstrombilanz (kg/ha)

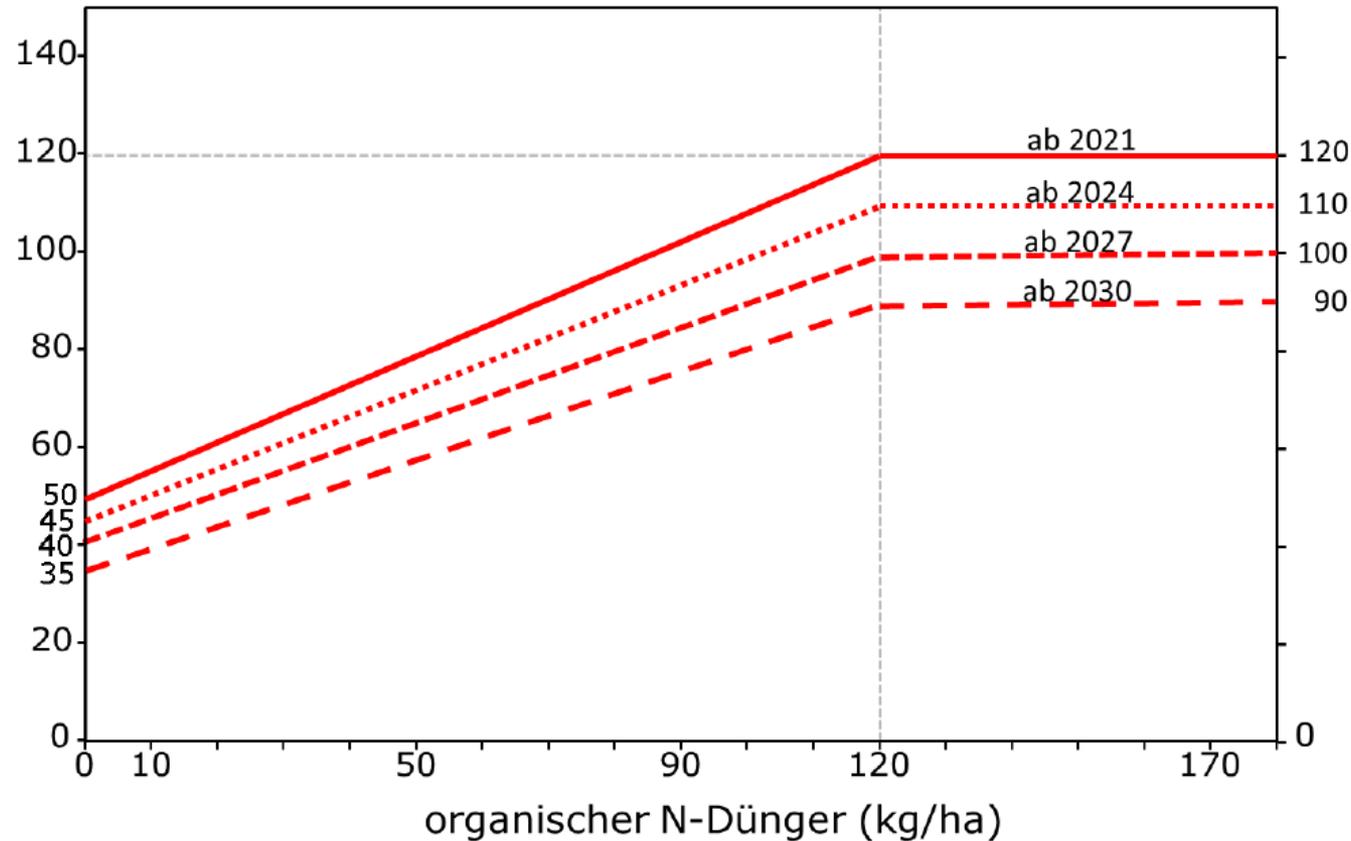


Abbildung 5.1 Vorschlag für eine sukzessive Anpassung („Roadmap nachhaltige Stoffströme 2030“) des erlaubten Brutto-N-Saldo nach Stoffstrombilanz (kg/ha) ($N \times 0,15 = P_2O_5$) ausgehend von dem 120/120-Modell nach Taube (2016))

Etwa 60% der Betriebe würden mit einem solchen Einstieg 120/120 in S-H heute zurecht kommen ...oder aber, man definiert einen max. Saldo unabhängig vom Anfall org. Dünger.... > C. Henning

Ambitionierte StoffBilV = Belohnung guter Landwirtschaft

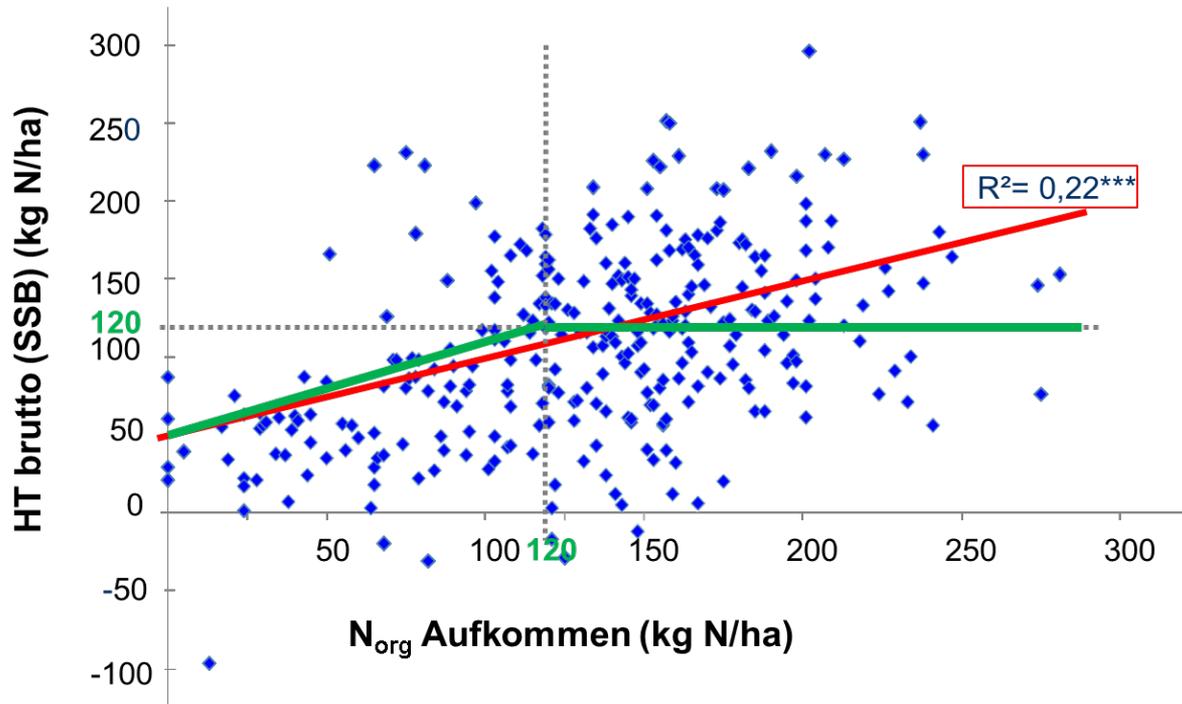


Abbildung 6.2: Einfluss des N_{org} -DüNGEEinsatzes auf die Stoffstrombilanzsalden nach Steinmann, 2018 (rot) unter Berücksichtigung maximal akzeptabler Werte für den Einstieg in eine Stoffstrombilanz VO für alle Betriebe ab 2021 nach Taube, 2016 (grün)

Die Daten aus der Gewässerberatung deuten darauf hin, dass mehr als die Hälfte der Betriebe N - effizient wirtschaften und unterhalb der 120/120 Grenze liegen; 30% würden schon heute die Vorgaben der ‚road map nachhaltige Nährstoffströme 2030‘ erfüllen

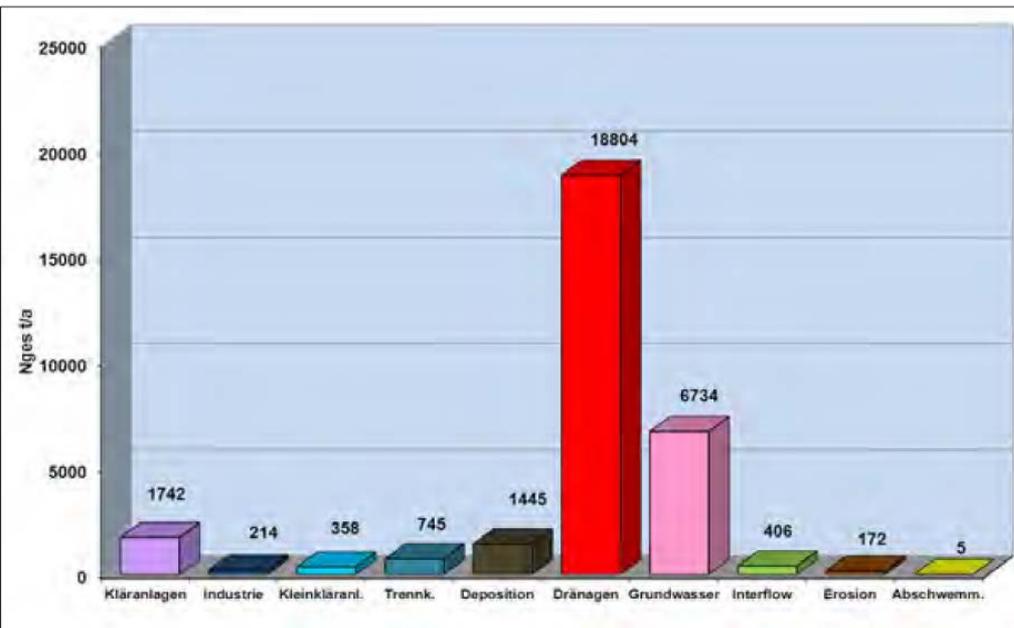
Die Nitratrichtlinie stellt in Artikel 3 in Verbindung mit Anhang I folgende Anforderungen zur Ausweisung gefährdeter Gebiete:

Binnengewässer, insbesondere solche, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden oder bestimmt sind, die eine höhere Nitratkonzentration als 50 mg/l enthalten oder enthalten können, sind als gefährdet einzustufen.

Binnengewässer, Mündungsgewässer, Küstengewässer und Meere, bei denen eine Eutrophierung festgestellt wurde oder in naher Zukunft zu befürchten ist, sind ebenfalls als gefährdet einzustufen...

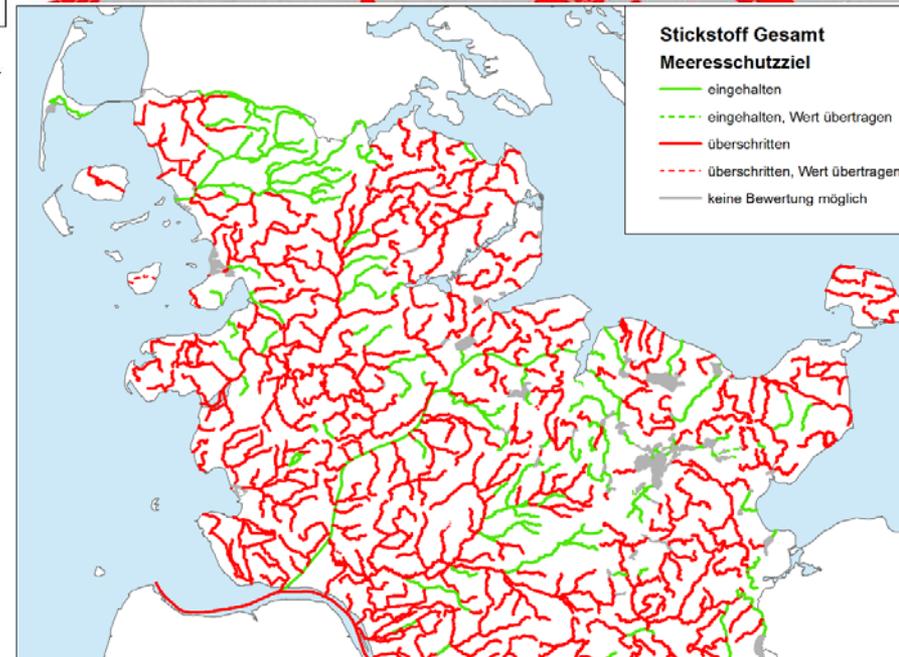
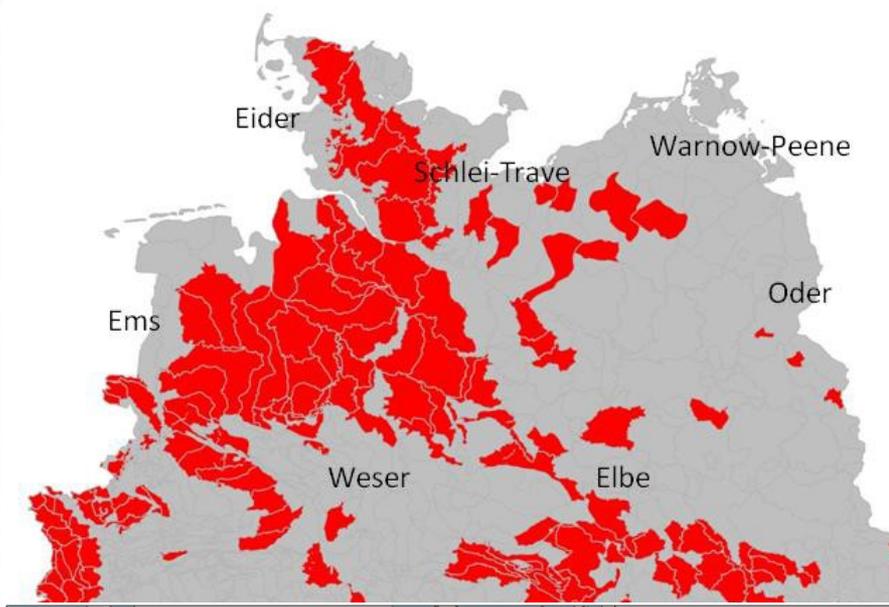
Sowohl die Ostsee als auch die Nordsee vor SH erreichen die Zielwerte (<2,8/2,6 g N/l) nicht...

Chemischer Zustand Grundwasser, Oberflächengewässer Nitratrichtlinie adressiert ALLE Gewässer!



Tetzlaff et al., 2017

Abbildung 9-22: N-Einträge in die Gewässer Schleswig-Holsteins, aufgeschlüsselt nach Eintragspfaden



Werden die Nährstoffbelastungen (N/P) der Fließgewässer einbezogen (Zielvorgabe Meeresschutz: max. 2,8 mg Nges/l) werden fast alle agrarisch intensiv genutzten Regionen 'rot' !
Fokussierung auf 'rote Gebiete Grundwasser' nicht zielführend!

- **Keine Trendumkehr der N-Salden zwischen 2010 und 2015**, das bestätigt entsprechende Berichte aus NRW und NDS – Überschüsse noch deutlich zu hoch. Effekte DüV 2017 hier noch nicht abgebildet/ überlagert durch Witterung 2018/2019.
- Im Mittel wird insbesondere zu viel mineralischer Stickstoffdünger eingesetzt (> 130 kg/ha statt max. ~100 kg/ha nach DüV im Mittel für S-H. Bei optimalem Einsatz des Gülle-N wären weitere Einsparungen des mineralischen N von ~20 kg auf ca. 80 kg N/ha möglich. Daraus resultiert ein **Einsparpotential von 30.000 bis zu über 40.000 Tonnen mineralischem N-Dünger für S-H**
- Durch SMART FARM kann die wahrscheinliche (subjektive) Einschätzung der Gülle-N-Wirkung abgeschätzt werden. Es ist **noch immer von einer ausgeprägten Unterschätzung der Gülle-N-Wirkung** seitens der Betriebsleiter ausgehen.
- **Gülle und Gärreste werden unzureichend aus den kritischen Landkreisen im Norden exportiert**
- Die Kosten der Reduktion von N-Überschüssen sind bei moderater Begrenzung der maximalen N-Salden zumeist sehr niedrig; mit stärkerer Begrenzung erhöhte Kosten vor allem in der Tierhaltung (Schwein > Rind)
- EU-WRRL und MSRL umfassen mehr als den Grundwasserschutz – **Plädoyer für voraus schauende politische Initiativen jenseits der jetzigen Debatte um ‚rote Gebiete Grundwasser‘ zur Reduktion der Überschüsse im Sinne einer stringenten StoffBiV ab 2022 unter Berücksichtigung der Herausforderungen Klimaplan 2050... und EU ‚green deal‘**

Vielen Dank

An aerial photograph showing a wide, winding river flowing through a vast, green agricultural landscape. The river meanders across the frame, creating a series of loops and curves. The surrounding land is divided into numerous rectangular fields, some of which are a vibrant green, while others are a lighter, yellowish-green, suggesting different crops or stages of growth. The overall scene is a typical rural landscape with a prominent waterway.

Fragen.... nach der Präsentation von
Kollegen C. Henning, bitte...

Anhang

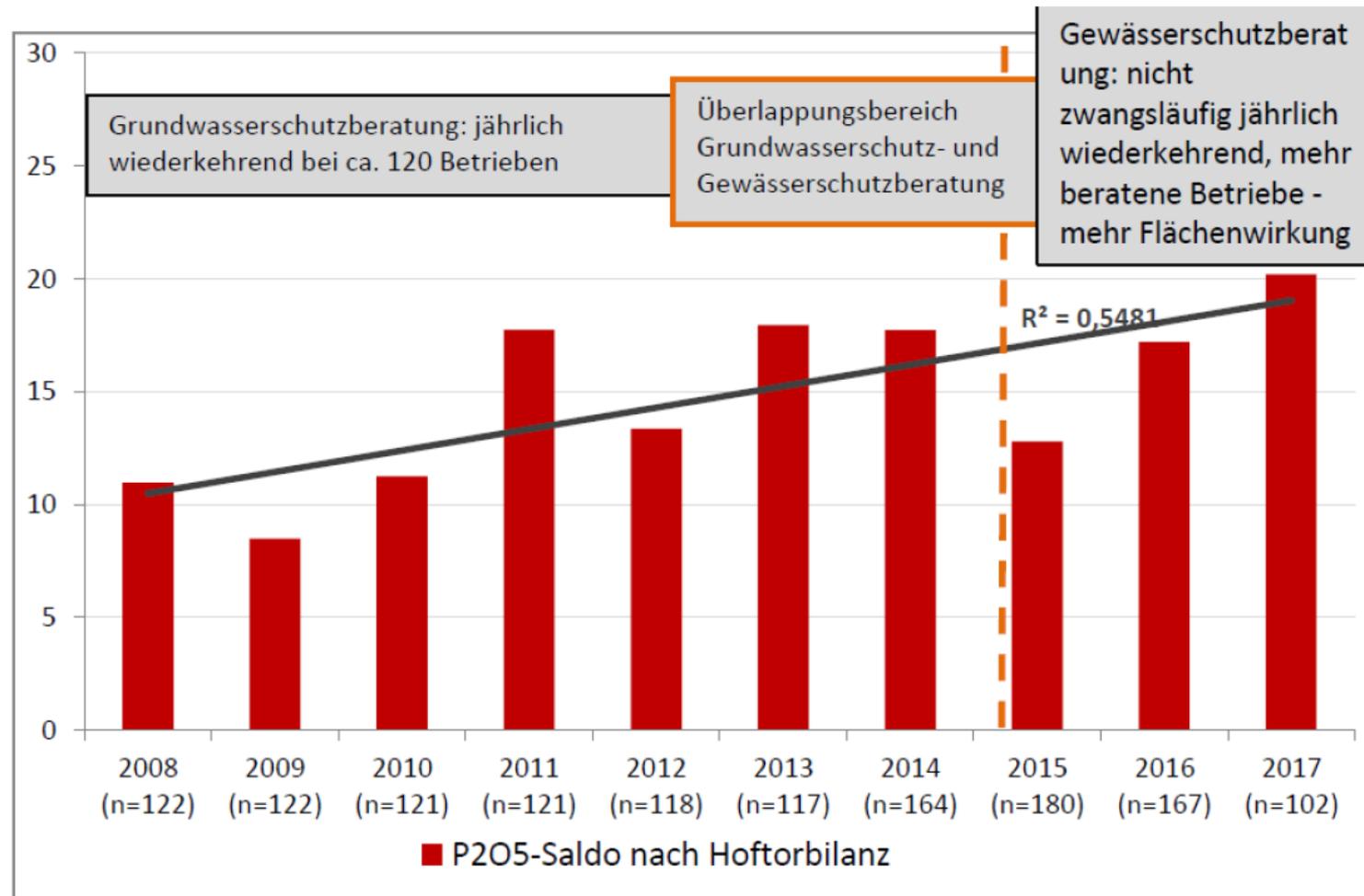


Abbildung 6.6: Arithmetisches Mittel aller Phosphat-Salden auf Basis der Netto-Stoffstrombilanz-Salden (Neumann, 2019)

Und der Netto-Flächenbilanzsaldo ist bis 2017 stabil

(UBA, 2019)

Tabelle 14: Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz der Landwirtschaft in den Bundesländern und Deutschland gesamt, Jahre 1995 bis 2017 (kg N/ha LF)

Bundesland	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bad.-Württ.	77,1	75,9	68,0	66,9	73,5	78,0	66,7	70,2	83,7	60,1	62,3	69,7	57,4	64,3	49,0	60,7	71,6	60,9	66,3	52,8	74,2	69,0	63,4
Bayern	90,8	88,9	80,1	79,6	88,7	95,0	83,7	85,4	101,7	71,9	75,1	85,2	70,6	77,2	58,5	72,7	86,8	73,5	78,8	63,6	89,9	85,2	77,2
Berlin	119,9	112,9	102,3	99,4	112,4	126,6	101,2	95,7	108,9	83,9	84,0	107,0	94,0	109,9	93,2	106,4	117,1	103,8	100,3	89,2	101,4	89,2	88,8
Brandenburg	51,3	50,0	46,0	46,8	52,0	53,1	47,8	49,2	55,5	42,2	42,4	47,3	40,5	46,3	33,3	41,9	51,8	43,0	48,5	37,0	56,8	50,5	45,3
Bremen	119,9	112,9	102,3	99,4	112,4	126,6	101,2	95,7	108,9	83,9	84,0	107,0	94,0	109,9	93,2	106,4	117,1	103,8	100,3	89,2	101,4	89,2	88,8
Hamburg	119,9	112,9	102,3	99,4	112,4	126,6	101,2	95,7	108,9	83,9	84,0	107,0	94,0	109,9	93,2	106,4	117,1	103,8	100,3	89,2	101,4	89,2	88,8
Hessen	74,4	72,5	64,6	66,3	72,9	78,3	65,5	68,4	83,3	57,0	57,6	65,0	52,5	58,5	43,9	53,5	63,7	53,4	59,4	45,7	68,6	62,1	55,7
Meckl.-Vorpom.	51,8	49,0	46,0	46,9	54,4	57,7	48,6	49,5	67,0	43,3	44,2	51,1	40,8	48,3	32,9	44,2	56,2	45,6	52,4	38,8	63,9	54,8	49,9
Niedersachsen	103,9	101,4	93,2	92,8	102,1	110,5	97,6	98,5	119,5	86,6	87,7	97,1	84,0	93,0	73,4	87,2	107,5	95,4	102,7	83,7	120,2	106,2	98,3
Nordrhein-Westf.	107,1	105,5	95,8	94,9	105,0	109,8	97,9	103,1	119,8	87,0	91,2	95,8	85,7	93,9	77,5	89,4	101,8	92,2	98,8	84,1	113,2	101,4	95,6
Rheinland-Pfalz	66,0	64,0	57,4	57,1	62,2	68,1	57,2	60,8	73,7	51,8	52,4	59,0	47,5	53,2	40,0	48,9	56,6	47,8	52,6	39,6	60,0	53,3	47,9
Saarland	72,6	70,3	62,7	60,8	65,0	71,3	60,8	65,2	74,8	55,1	53,5	59,1	48,9	55,2	40,5	50,5	60,3	51,2	54,7	40,9	61,1	55,2	49,5
Sachsen	65,4	61,6	56,4	57,1	63,5	65,7	57,8	58,7	70,6	51,4	51,9	56,7	45,7	53,2	38,0	48,6	58,9	48,2	53,5	39,7	64,8	58,0	51,1
Sachsen-Anhalt	52,5	50,0	44,6	45,5	53,2	55,6	47,8	48,6	63,2	42,1	42,4	48,7	37,7	45,2	31,0	40,9	50,8	41,7	48,1	35,6	60,0	53,7	47,4
Schlesw.-Holstein	97,9	94,5	86,3	86,4	95,5	102,0	92,5	92,1	115,1	80,0	81,2	91,2	76,7	88,3	70,4	85,1	101,4	86,0	91,2	74,3	109,5	97,9	89,9
Thüringen	61,3	58,4	51,8	52,5	60,0	62,9	53,2	54,8	70,8	47,2	47,3	55,8	43,8	49,4	35,6	45,9	55,8	45,3	51,3	36,7	61,0	55,7	48,1
Deutschland	80,2	77,3	70,3	71,3	78,7	83,7	73,3	75,1	90,9	64,6	66,1	73,8	61,8	69,3	52,9	65,0	78,2	66,3	72,1	57,8	85,1	76,6	70,6

SH nach NRW/Nds. in 2017 die dritthöchsten Flächensalden...

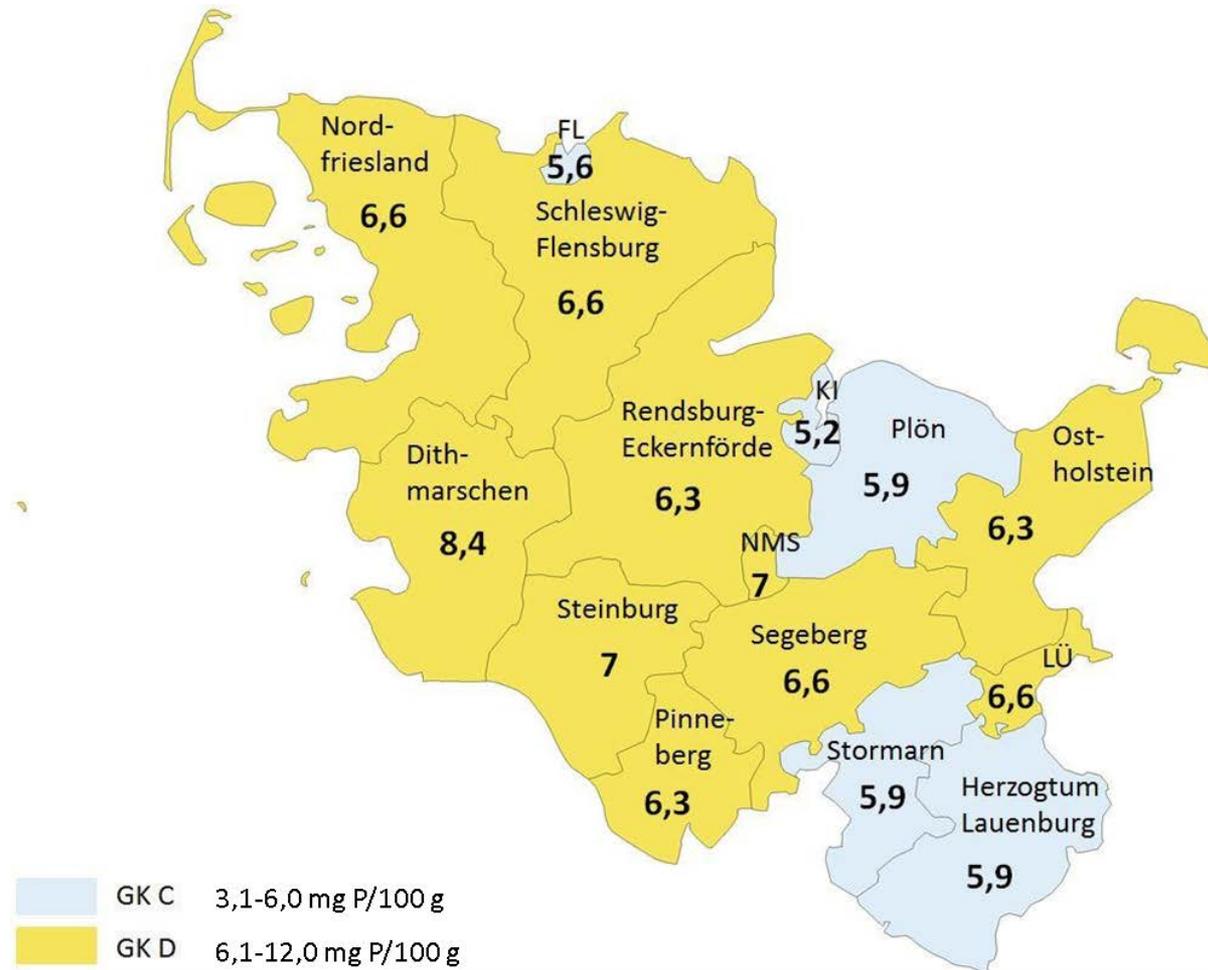


Abbildung 6.5. Middle Boden-P-Werte (mg P/100g Boden) und Gehaltsklassen (GK) in den Landkreisen Schleswig-Holsteins (Cordsen, 2018)

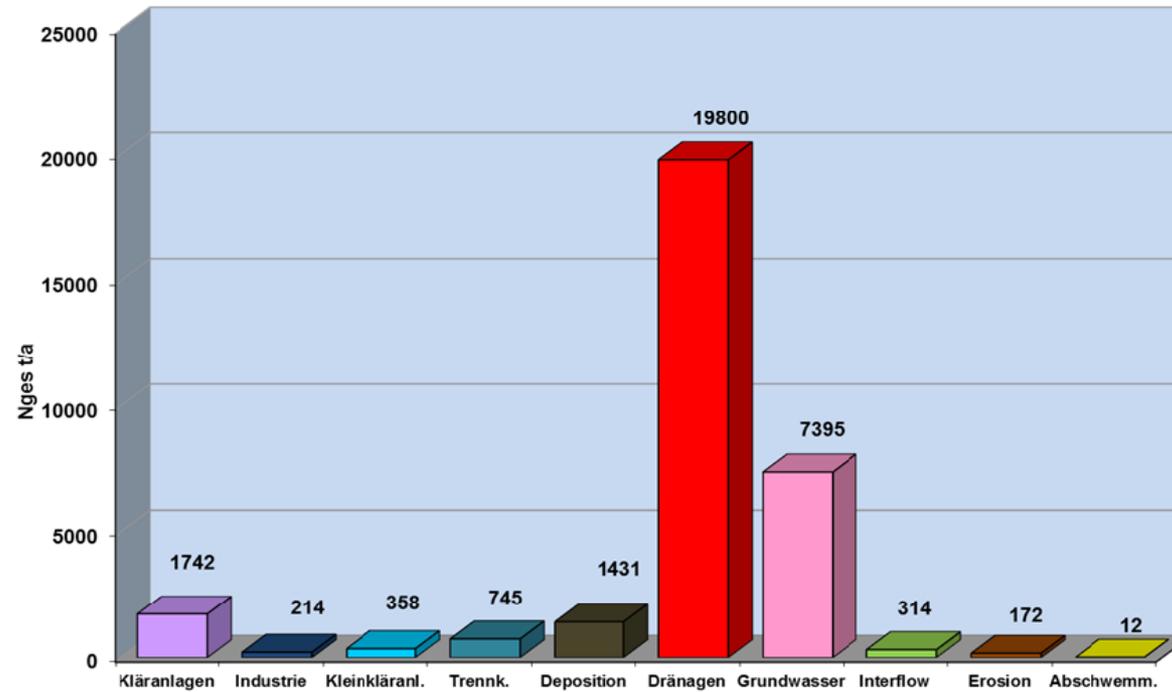


Abbildung 6.7. N-Einträge in die Oberflächengewässer Schleswig-Holsteins (Tetzlaff et al., 2017)

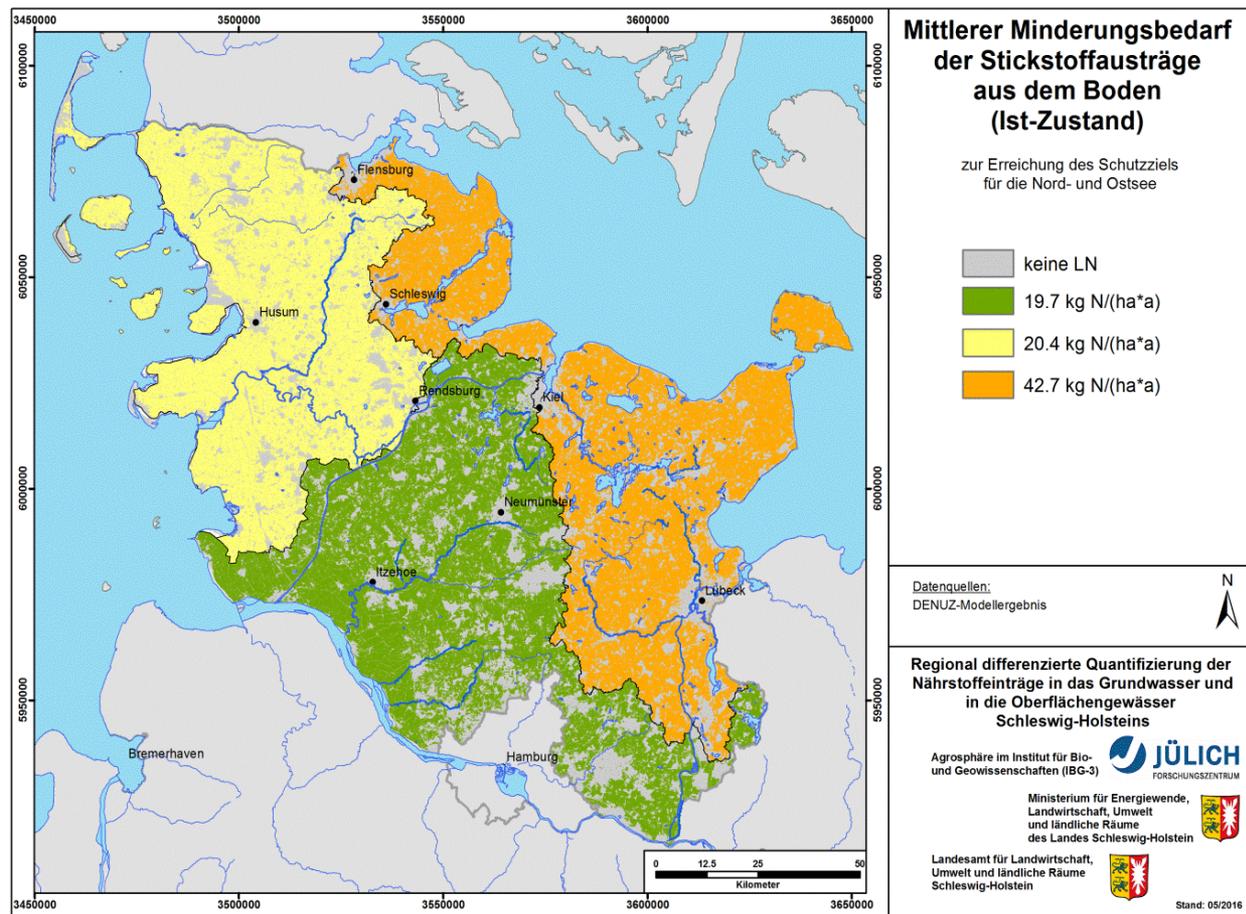


Abbildung 6.8. Mittlerer Minderungsbedarf der N-Überschüsse aus der Landwirtschaft zur Sicher-stellung der potenziellen Gesamt-N-Zielkonzentration in den Flussgebietseinheiten (Tetzlaff et al., 2017)

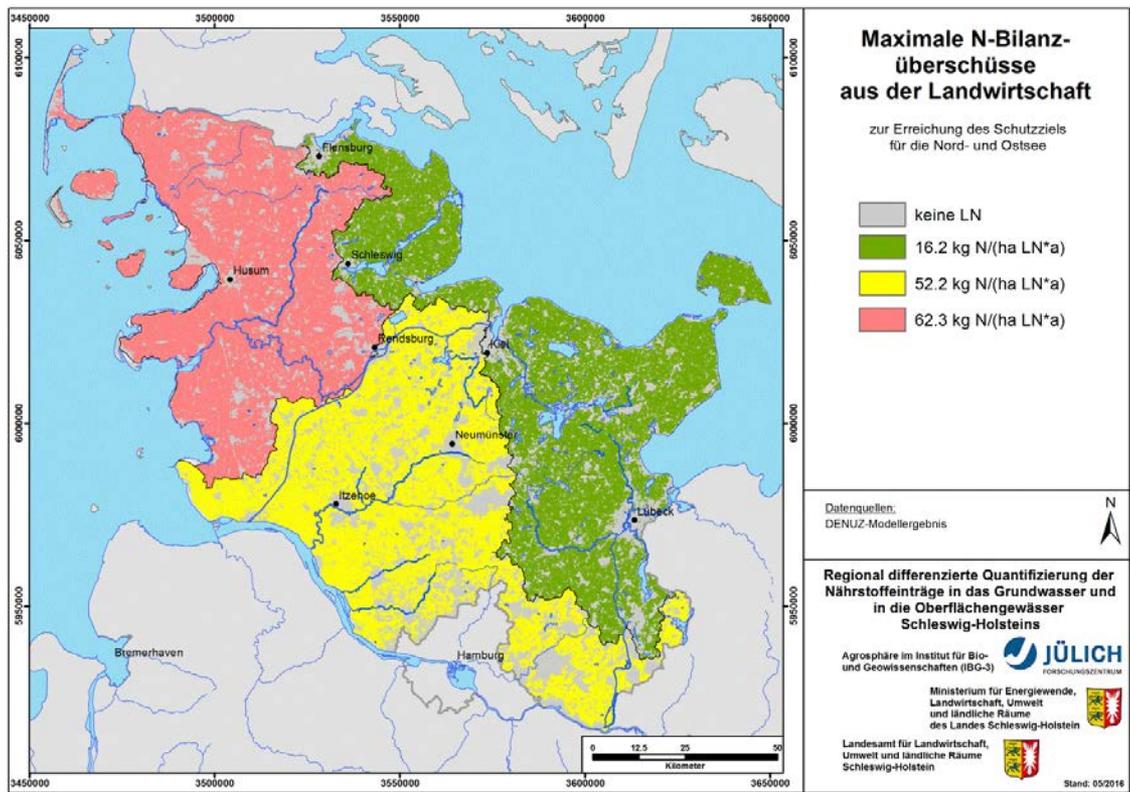
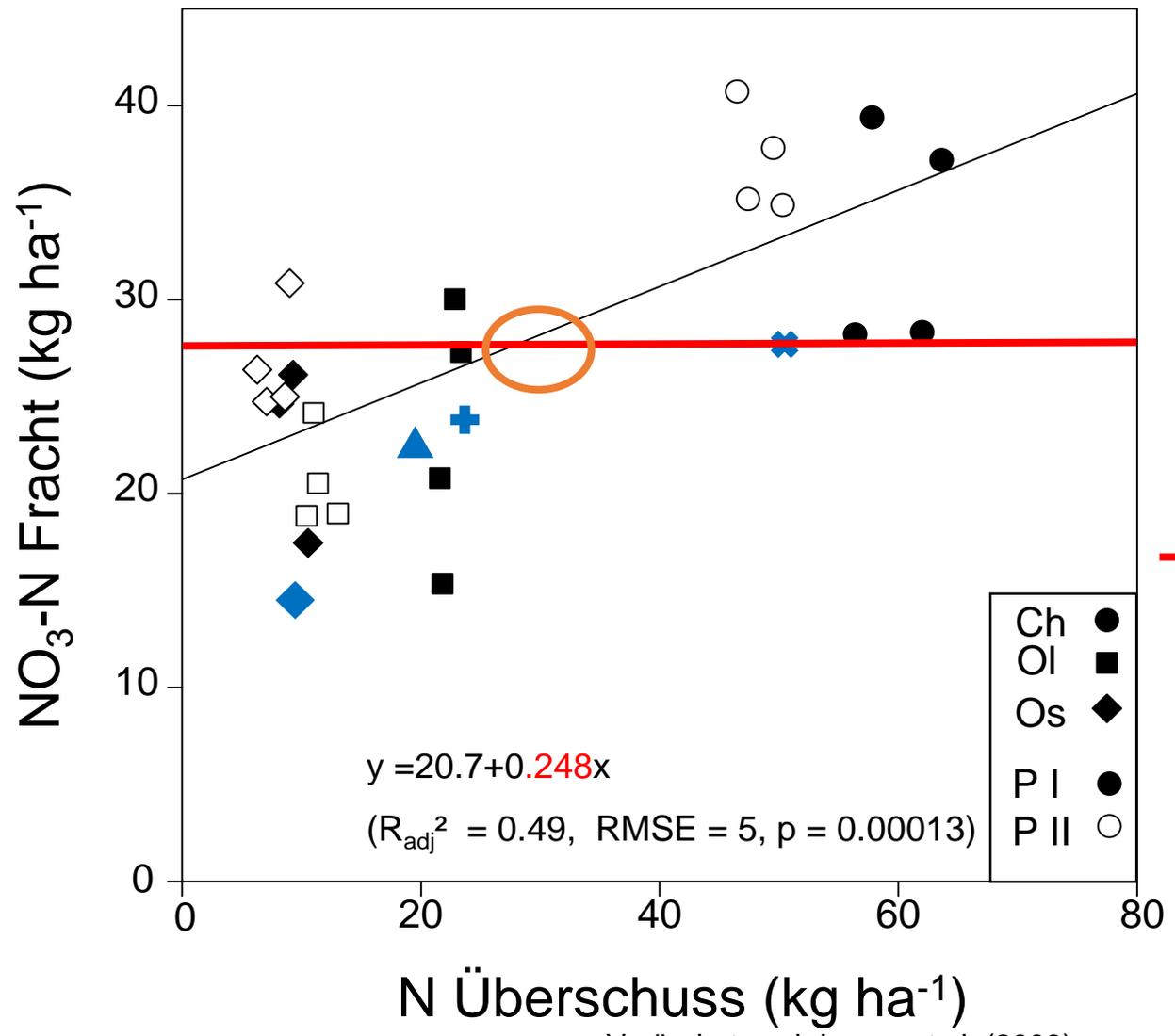


Abbildung 6.9: Maximale N-Überschüsse aus der Landwirtschaft zur Sicherstellung der potenziellen Gesamt-N-Zielkonzentration in den Flussgebietseinheiten (Tetzlaff et al., 2017)

Beziehung zwischen N-Überschuss Ackerbau-FF und N-Austrag



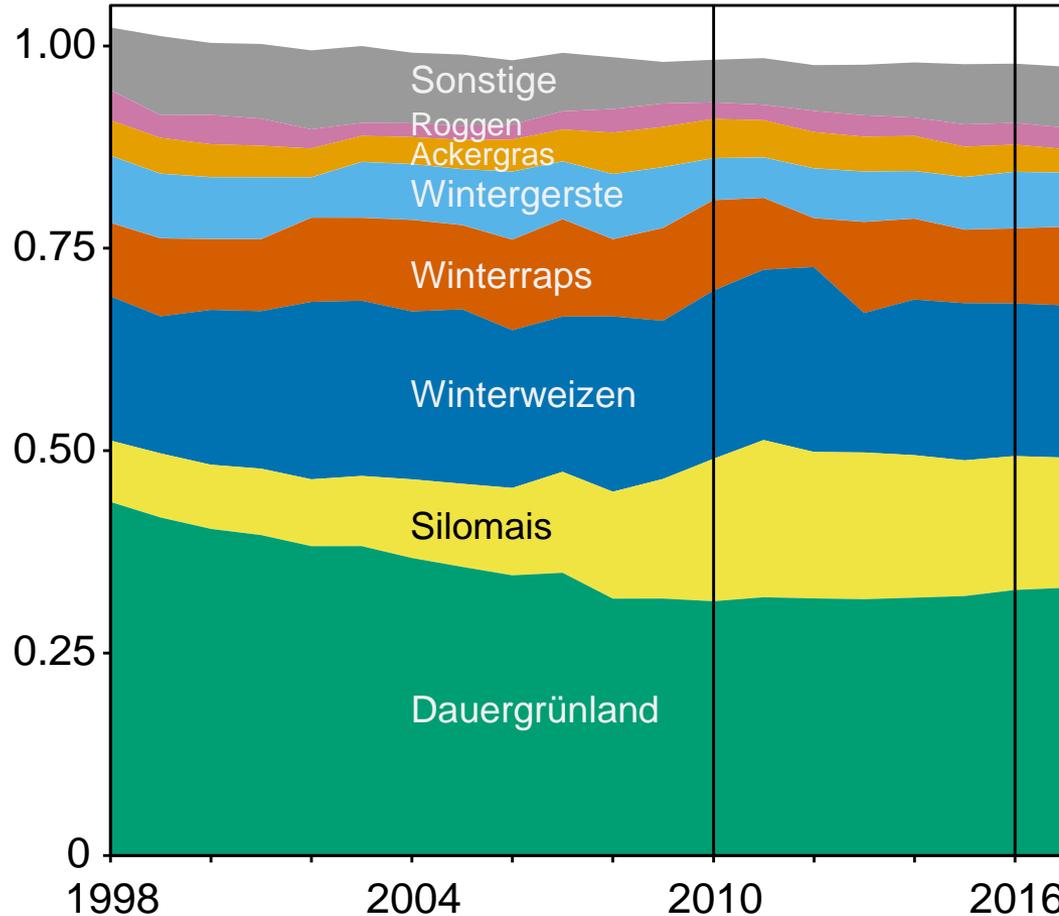
- ✕ Konventionell Lindhof
- + Öko mit 50% Leg.
- ▲ Öko mit 33% Leg.
- ◆ Öko mit 20% Klee
- Geschlossene und offene Kreise: kon. Ackerbau im Herzogtum Lauenburg

— Grenzwert 50 ppm bei 250 mm Sickerwasser

Trotz sehr unterschiedlicher Systeme eindeutige Beziehung zwischen dem N-Überschuss in der Fruchtfolge und N-Austragen – ab Salden von +30kg N/ha kritisch

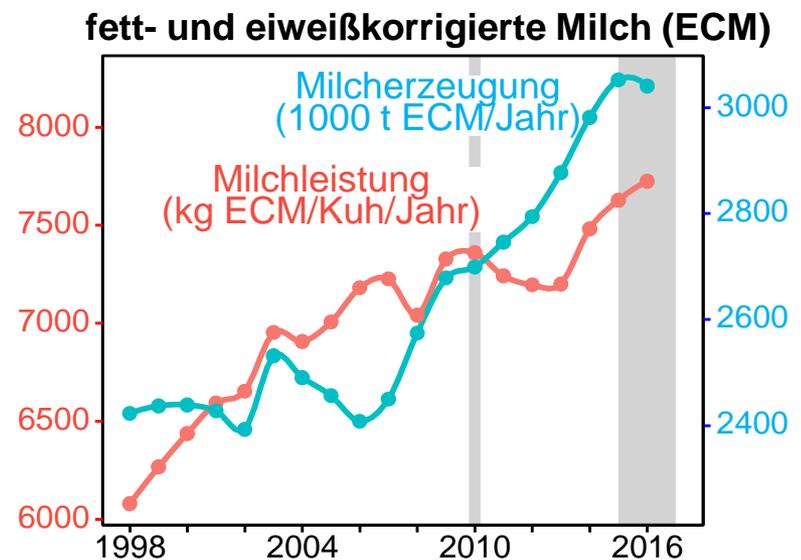
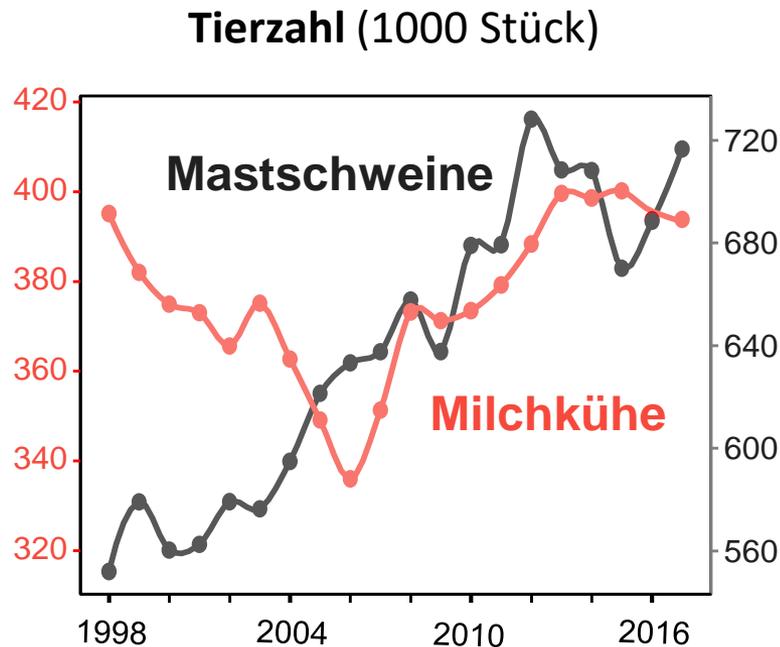
Verändert nach Loges et al. (2003) und Biernat et al. (2020 – AEE accepted)

Anbaufläche in Millionen Hektar



Kultur	2010	2016
Sonstige	5%	7%
Sonstige	5%	7%
Ackergras	5%	3%
Roggen	2%	3%
Wintergerste	5%	7%
Winterraps	11%	9%
Winterweizen	21%	19%
Silomais	18%	17%
Dauergrünland	32%	33%

Tierbestand und Milchleistung - Schleswig-Holstein (1998-2017)



Entwicklung der Anzahl der Milchkühe und Mastschweine (links) und die mittlere Milcherzeugung und Milchleistung in Schleswig-Holstein (Statistikamt Nord, 2017)

Tabelle 4.6: N-Boden- und Stoffstrombilanzen in Schleswig-Holstein nach dem Farm-SH-Modell 2015 und 2010 in [kg/ha] (N_{eff} -niedrig/mittel/hoch, Δ^8 Delta 2015-2010 für N_{eff} -niedrig)

Kreise	Wirtschaftsdünger ⁹				Mineraldünger				Abfuhr				Bodenbilanzsaldo			
	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ
Dithmarschen	133	132	133	-2	143	156	168	14	174	177	175	6	62	71	86	7
HeLau	63	55	60	-5	165	179	179	12	158	157	158	3	52	61	63	6
Nordfriesland	164	158	165	4	121	134	143	-3	164	163	163	-5	72	82	95	4
Ostholstein	35	32	34	-2	205	212	212	15	175	174	174	6	55	60	61	7
Pinneberg	141	139	140	5	118	128	144	-1	159	158	158	0	57	67	84	2
Plön	94	86	95	12	167	183	182	2	171	170	171	3	62	74	77	7
RD-ECK	159	154	157	9	124	138	146	6	164	162	162	2	71	83	94	10
SL-FL	178	175	178	-5	101	111	123	5	157	154	155	-3	68	80	93	4
Segeberg	111	107	110	0	132	142	147	4	150	148	147	2	60	69	77	3
Steinburg	185	185	185	23	99	103	129	-10	170	170	169	9	58	62	89	-3
Stormarn	88	84	85	3	153	164	170	7	158	157	157	4	56	66	73	5
SH	131	127	130	4	137	148	158	4	164	163	164	1	64	74	85	6

Netto-Bodensaldo (Flächensaldo mit variierender NUE Gülle) zwischen 64 und 85 kg N/ha

Tabelle 4.7: N-Bilanzen in Schleswig-Holstein nach dem *Smart-Farm-SH*-Modell 2015 und 2010 in [kg/ha] : Stoffstrombilanz (rechts) und kalkulierte hypothetische N-Bodenbilanz (Mitte) bei einem unterstellten Mineraldüngeräquivalent des Gülle-N-Einsatzes von 100% und ohne Verluste bei Lagerung und Ausbringung sowie im Modell angesetzte Wirksamkeitsverluste und ‚unvermeidbare‘ Verluste für unterschiedliche N-Verwertungseffizienzen aus der Gülle (N_{eff} -niedrig/mittel/hoch , Δ Delta_2015_2010 für N_{eff} -niedrig)

Kreise	Wirksamkeitsverluste				unvermeidbare Verluste				kalkulierte Bodenbilanz				Bruttostoffstrombilanz			
	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ	h	m	n	Δ
Dithmarschen	35	43	60	3	40	39	40	-1	27	28	26	7	102	111	126	6
HeLau	11	17	21	-6	19	17	18	-1	40	44	42	7	71	78	81	4
Nordfriesland	44	52	69	0	49	48	50	1	28	30	26	4	121	130	145	5
Ostholstein	7	11	12	-3	11	9	10	-1	48	50	49	6	66	70	71	6
Pinneberg	37	46	65	7	42	42	42	2	21	21	19	1	100	109	126	4
Plön	22	30	38	2	28	26	29	4	40	44	40	2	91	100	106	11
RD-ECK	45	55	70	7	48	46	47	3	26	28	24	6	119	129	141	13
SL-FL	48	61	77	-1	54	53	53	-2	20	19	17	2	122	132	147	2
Segeberg	28	36	48	1	33	32	33	0	33	33	29	3	94	101	110	3
Steinburg	47	51	78	9	55	55	55	7	11	11	11	-5	113	117	145	4
Stormarn	21	29	37	2	26	25	26	1	35	37	36	3	83	91	98	6
SH	35	44	58	4	39	38	39	1	29	30	28	3	104	112	124	7