



NACHHALTIGES LANDMANAGEMENT

Modellregion Diepholz

Entwicklung der Landnutzung
Schlussfolgerungen

Projekt- und Regionalpartner:

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Abteilung für Hydrologie und Wasserwirtschaft

Georg-August Universität Göttingen

- Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie
 - Abteilung Forstökonomie und Forsteinrichtung
 - Abteilung Forst- und Naturschutzpolitik und Forstgeschichte
- Fakultät für Agrarwissenschaften
 - Abteilung Tierzucht und Haustiergenetik
 - Abteilung Graslandwissenschaft
 - Abteilung für Allgemeine Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), Lysimeterstation Falkenberg

Hochschule Vechta, Lehrstuhl für Landschaftsökologie

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

- Fachbereich Waldökologie und Monitoring
- Fachbereich Waldschutz und Wildökologie

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.

- Institut für Landnutzungssysteme
- Institut für Sozioökonomie

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Göttingen

- Abteilung Waldwachstum
- Abteilung Umweltkontrolle
- Abteilung Waldschutz

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

TU Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung

Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Phytomedizin

Landkreis Diepholz

Landkreis Uelzen

Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming

Regionale Planungsgemeinschaft Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg

Regionale Planungsgemeinschaft Oderland-Spree

Herausgeber:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)

Grätzelstr. 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551-69401-0, Fax: 0551-69401-160

E-Mail: zentrale@nw-fva.de

Website: <https://www.nw-fva.de>

Titelfoto: Melanie Hoffmann, LK Diepholz

Inhalt

1	Das Projekt	1
2	Die Modellregion Diepholz.....	2
2.1	Zahlen und Fakten	2
2.2	Sichtweisen zur Landnutzung	4
3	Klimaentwicklung.....	6
4	Entwicklung der Landnutzung.....	9
4.1	Szenarien.....	9
4.2	Wasserhaushalt	10
4.3	Forstwirtschaft.....	12
4.4	Landwirtschaft	22
5	Politische Instrumente	27
5.1	Einschätzung des regionalen Leitbildes vor dem Hintergrund der politischen Rahmenbedingungen.....	27
5.2	Mögliche politische Anknüpfungspunkte für die Umsetzung des regionalen Leitbildes.....	27
6	Folgerungen für ein nachhaltiges Landmanagement	30
7	Quellen.....	33
8	Fachbegriffe	36
9	Anhang	39

1 Das Projekt

Das Verbundprojekt Nachhaltiges Landmanagement im norddeutschen Tiefland (NaLaMa-nT) hatte sich zum Ziel gesetzt, eine Wissens- und Entscheidungsgrundlage für ein nachhaltiges Landmanagement im Untersuchungsraum unter heutigen und künftigen Rahmenbedingungen zu erarbeiten. Hierfür wurde der Zeitraum von 2011 bis 2070 betrachtet. Gleichzeitig sollte die angewandte Forschung stärker mit den Akteuren in den Regionen vernetzt werden.

„Nachhaltiges Landmanagement“ wurde im Projekt als ein langfristig tragfähiges Bewirtschaftungsprinzip zum Ausgleich der Interessen im ländlichen Raum definiert. Es ist charakterisiert durch eine planmäßige Nutzung begrenzter Ressourcen (Fläche, Wasser, Boden, Kapital etc.) in einem Handlungskorridor, der sich mit den ökologischen, ökonomischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen verändert, aber stets kritische Grenzwerte einhält. Dabei werden die Verpflichtungen gegenüber

künftigen Generationen und der Einfluss verschiedener räumlicher und zeitlicher Skalen ebenso beachtet wie die funktionalen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Landnutzungsformen und die Eigentümerinteressen bzw. die gesellschaftlichen Ansprüche.

In den Jahren 2010 bis 2015 arbeiteten insgesamt 21 wissenschaftliche Arbeitsgruppen aus 11 Forschungseinrichtungen der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, der Klimatologie sowie der Sozioökonomie gemeinsam mit 4 Arbeitsgruppen aus Kommunalverwaltungen bzw. regionalen Planungsgemeinschaften in ausgewählten Modellregionen (siehe Abbildung 1) zusammen. Eine dieser Modellregionen ist der Landkreis Diepholz.

Gefördert wurde das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Forschungsfördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ als Teil des Rahmenprogrammes „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA).

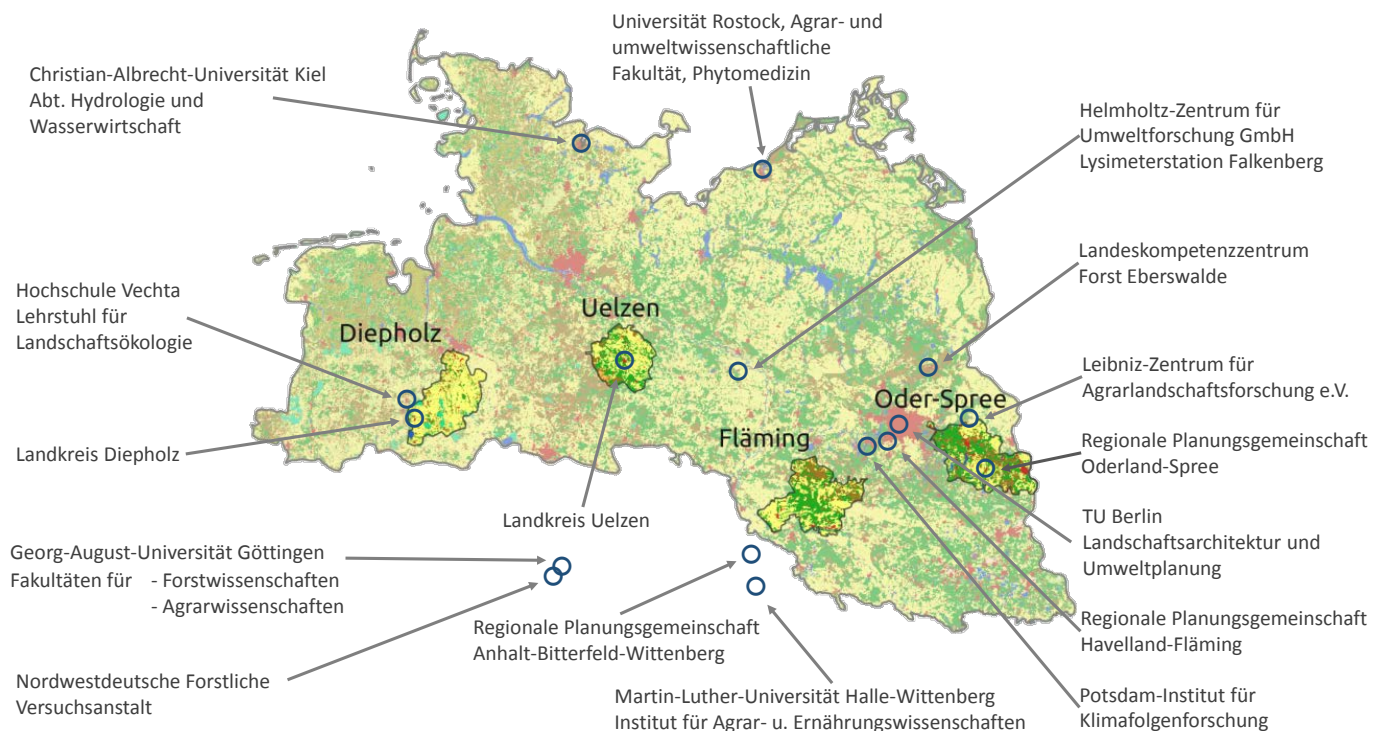


Abbildung 1: Untersuchungsraum norddeutsches Tiefland, Modellregionen und am Projekt beteiligte wissenschaftliche und regionale Institutionen.

2 Die Modellregion Diepholz

2.1 Zahlen und Fakten

Der niedersächsische Landkreis Diepholz liegt, als westlichste Modellregion zwischen Wesermarsch und den südlich anschließenden Mittelgebirgen, zwischen der Hansestadt Bremen und dem Bundesland Nordrhein-Westfalen. Er besteht aus 10 Gemeinden bzw. Samtgemeinden und fünf Städten und weist eine Fläche von ca. 1.988 km² auf. Die aktuelle Einwohnerzahl liegt bei ca. 216.500 Personen (KOMMUNIKATION UND WIRTSCHAFT GMBH 2007, siehe Tabelle 1).

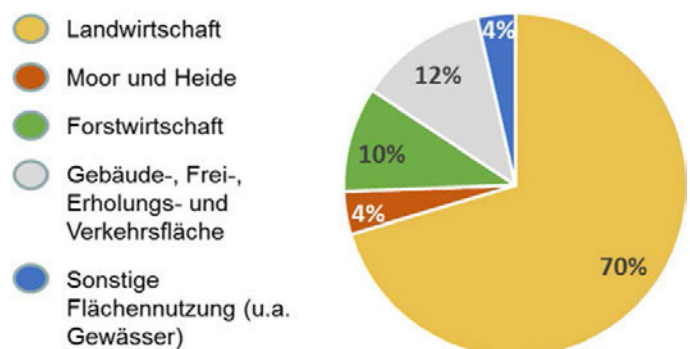


Abbildung 2: Flächenanteile der Landnutzungen im Landkreis Diepholz.

Tabelle 1: Strukturdaten der Modellregion Diepholz (= Landkreis Diepholz, Jahr 2010, wenn nicht anders vermerkt).

Basisdaten	
Fläche ¹	1.988 km ²
Einwohnerzahl ¹	216.469
Bevölkerungsdichte ¹	108,9 EW/km ²
prognostizierte Bevölkerungsentwicklung ²	-6,3 % (2009 - 2030)
Pendlersaldo ³	-17.272
Flächennutzung (2011) ⁴	
Landwirtschaft	140.241 ha (70,4 %)
Moor und Heide	8.080 ha (4,3 %)
Forstwirtschaft	19.685 ha (9,9 %)
Gebäude-, Frei-, Erholungs- und Verkehrsfläche	24.163 ha (12,2 %)
Sonstige Flächennutzung	7.154 ha (3,2 %)
Beschäftigung	
Erwerbstätige (2009) ⁵	90.000
in Land-/ Forstwirtschaft und Fischerei	5.100 (5,7 %)
im produzierenden Gewerbe (einschließlich Bau)	21.000 (23,3 %)
im Dienstleistungssektor	63.900 (71,0 %)
Landwirtschaft (2010) ⁶	
Anzahl der Betriebe	1.969
	106.535 ha Acker, 21.744 ha Grünland
	1,13 GV / ha _{LF}
	913 Rinder-, 754 Schweine-, 266 Pferde-, 120 Schaf- und Ziegen-, 286 Geflügelhalter
Forstwirtschaft (2009)	
Fläche Forstwirtschaft ⁸	19.685 ha, 46,5 % Privatwald (1995)
Wirtschaft	
Bruttowertschöpfung(2009) ⁷	4,26 Milliarden €
Arbeitslosenquote ⁸	5,00 %

¹ DIEPHOLZ 2011

² vgl. <http://www.lskn.niedersachsen.de/download/51672>, abgerufen am 08.12.2011

³ eigene Berechnung nach Daten LSKN-Online: Tabelle P70H5109, abgerufen am 08.12.2011

⁴ LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN 2011

⁵ eigene Berechnung nach Daten www.regionalstatistik.de, abgerufen am 08.12.2011

⁶ LANDWIRTSCHAFTSZÄHLUNG 2010: LSKN 1010a, 2010b

⁷ nach Daten www.regionalstatistik.de, abgerufen am 10.11.2011

⁸ BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT 2011

Die Siedlungsstruktur ist heterogen: Im Norden des Landkreises, der einen Teil des südlichen Bremer Umlandes bildet, finden sich überwiegend Gemeinden mit urbanem Charakter, im Süden vor allem ländlich geprägte Gemeinden. Entsprechend unterschiedlich sind auch das Siedlungsbild und die Bevölkerungsverteilung im Landkreis: Verkehrs- und Siedlungsflächen nehmen in der Nähe Bremens ungleich höhere Anteile ein als in den großstädtfernen Bereichen des Landkreises.

Der primäre Sektor ist sowohl beim Anteil der Erwerbstätigen als auch bezogen auf den Flächenanteil überdurchschnittlich stark vertreten. Der weit überwiegende Teil (70 %) der Flächen des Landkreises wird landwirtschaftlich genutzt (siehe Abbildung 2). Die Landwirtschaft ist durch Ackerbau und Viehhaltung geprägt. Die Viehhaltung spielt eine zentrale Rolle, ist aber weniger intensiv als in den westlich angrenzenden Landkreisen Vechta oder Cloppenburg. Allgemein folgt die Entwicklung der Landwirtschaft den deutschen Trends: Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe nimmt ab, gleichzeitig werden die verbliebenen Betriebe durchschnittlich größer.

Die Waldfläche nimmt im Gebiet des Landkreises kontinuierlich und im niedersächsischen Vergleich überdurchschnittlich zu, dennoch ist die Bedeutung der Forstwirtschaft in der Modellregion Diepholz aufgrund des geringen Flächenanteils mit knapp 10 % vergleichsweise gering.

Im Bereich der Wasserwirtschaft ist sowohl die Sicherung von qualitativ einwandfreiem Trinkwasser als auch die Vermeidung bzw. Verminderung von Nährstoffbelastungen der Oberflächengewässer ein wichtiges Thema. Mit dem Dümmer befindet sich der zweitgrößte niedersächsische See im Landkreis. Dieser weist regelmäßig problematisch hohe diffuse Nährstoffeinträge aus den ihn umgebenden Gebieten auf (LG NL 2016). Der Bereich der Dümmerniederung mit seinen ausgedehnten Moorflächen und Feuchtgebieten ist von besonderer und überregionaler Bedeutung für den Natur- und Landschaftsschutz (FFH- und EU-Vogelschutzgebiet). Der naturschutzfachliche Wert dieses Gebietes zeigt sich nicht zuletzt auch darin, dass sich hier in den letzten Jahren Rastplätze für mehrere zehntausend Kraniche während ihrer Wanderungsflüge im Frühjahr und Herbst entwickelt haben.



Land-, Forst- und Energiewirtschaft in der Region Diepholz (Bild: Melanie Hoffmann, LK Diepholz).

2.2 Sichtweisen zur Landnutzung

Unter Landnutzung bzw. der Nutzung des ländlichen Raumes wird nicht nur die direkte Nutzung des Bodens durch Land-, Forst- und Wasserwirtschaft verstanden, auch wenn diese Bereiche den ländlichen Raum stark prägen. Hierzu gehören u. a. auch die Bedürfnisse und Anforderungen seitens der Bevölkerung an die Erholung sowie den Natur- und Landschafts(bild)schutz.

Um die aktuellen Sichtweisen der im Bereich der Landnutzung handelnden Personen möglichst zutreffend zu beschreiben, wurden im Rahmen des Projektes zunächst wichtige Vertreter der Landnutzung und anschließend deren vorrangigen Interessen (Themen) identifiziert (siehe Abbildung 3).

3. Wasserwirtschaft



4. Querschnitt

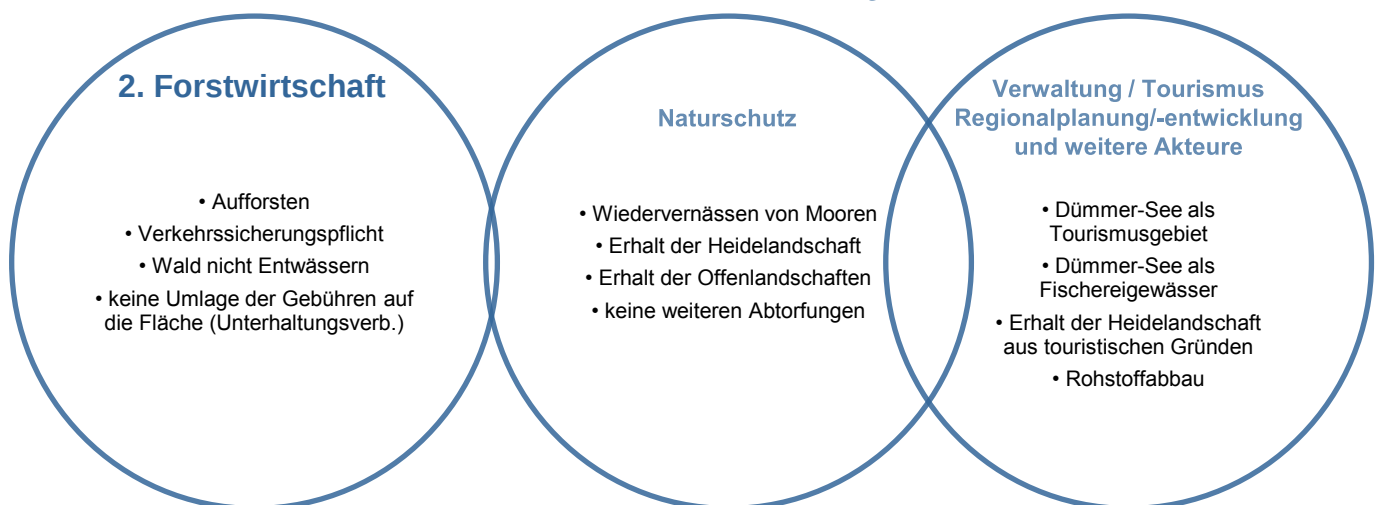


Abbildung 3: Akteursgruppen in der Modellregion Diepholz und ihre (Nutzungs-)Interessen und Präferenzen.

Im Rahmen von Workshops entstanden drei sektorale Leitbilder mit Zielvorstellungen für die Sektoren Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft (siehe Kasten). Gemeinsam erarbeiteten die regionalen Stakeholder, moderiert durch einen Projektpartner, auf Grundlage dieser sektoralen Zielvorstellungen das gemeinsame regionale Leitbild.

Leitbild Landwirtschaft: Aus Sicht der beteiligten Akteure des Sektors Landwirtschaft wird die zukünftige Landnutzung im Landkreis Diepholz durch Familienbetriebe als Basis der Landwirtschaft bestimmt, die eine regionaltypische, aber vielfältige, moderne und flexible Landwirtschaft betreiben. Hierbei sollte die Landwirtschaft effektiv, effizient und ressourcenschonend betrieben werden und sich am Bedarf des Verbrauchers orientieren. Zudem sollte die moderne Landwirtschaft in die Gesellschaft kommuniziert werden und besonders der urbanen Bevölkerung wieder nähergebracht werden. Im gesellschaftlichen Konsens und gemeinsam mit anderen Landnutzungsformen werden Synergien genutzt und sowohl Nahrungsmittel als auch Energie produziert. Eine hohe Bedeutung sollte auch dem Erhalt der Flächen für die Landwirtschaft und der Wasserverfügbarkeit beigemessen werden.

Leitbild Wasserwirtschaft: Aus Sicht der Wasserwirtschaftsvertreter sind in einer zukünftigen Landnutzung in der Modellregion Landkreis Diepholz die Fließgewässer nach Maßgabe der WRRL gestaltet, wobei entsprechende Auenbereiche zum Ausufern geschaffen werden, die ökologisch wertvoll auch zum Hochwasserschutz beitragen. Zudem sind die Gewässer möglichst naturnah gestaltet, ohne in ihren Funktionen eingeschränkt zu sein. Somit tragen auch sie zu einem Ausgleich zwischen Nutzung und Natur bei. Ein hoher Stellenwert wird dem Grundwasser und dessen Schutz, auch über eine kontrollierte, wasserschonende Landbewirtschaftung, beigemessen. Um diese Aspekte gewährleisten zu können, sind die institutionellen und organisatorischen Strukturen auch zukünftig zu erhalten, da sie sich bewährt haben.

Leitbild Forstwirtschaft: Für die Forstakteure der Modellregion Diepholz liegt der zukünftigen Landnutzung in der Modellregion Landkreis Diepholz eine nachhaltige Wirtschaftsweise im Wald ohne Segregation der Funktionen zugrunde, die sich mittels angepasster Baumartenwahl (inkl. eingeführter Baumarten) den Herausforderungen des Klimawandels stellen kann. Hierbei wird eine Erhöhung des regional geringen Waldanteils angestrebt und grundsätzlich sowohl dem Arten- als auch Biotopschutz, aber auch dem Schutz des Grundwassers und Bodens über alle Nutzungsarten hinweg ein hoher Stellenwert eingeräumt. Zudem sollte eine umweltschonende, breit gestreute Landnutzung durch ortsansässige Betriebe erfolgen.

Leitbild Naturschutz und Moornutzung: Bei einer zukünftigen Landnutzung im Landkreis Diepholz sehen die Teilnehmer der Fokusgruppe Naturschutz und Moornutzung die Naturschutzgebiete durch ein Biotopverbundsystem miteinander vernetzt, wobei ein besonderes Augenmerk auf der Wiedervernässung der Moore und der Moorentwicklung mit dem Ziel „sich selbst regulierender Moore“ liegt. Auch wird eine standortangepasste landwirtschaftliche Nutzung besonders in Moor- und Moorrandlagen eingerichtet und entsprechend honoriert. Biomasseproduktion, besonders für die energetische Verwertung findet in begrenztem Umfang beispielsweise in Pufferzonen statt. Zudem ist die Landwirtschaft ein wichtiger Partner beim Erhalt und zur Pflege der Kulturlandschaft. Der Torfabbau erfolgt langfristig und trägt durch die anschließende Renaturierung zum Biotopverbundsystem und zur Arrondierung von Schutzgebieten positiv bei. Ergänzt wird die Landnutzung durch eine geordnete Siedlungsentwicklung, so dass die Landnutzung möglichst „Alle“ zufrieden stellt.

Gemeinsames regionales Leitbild:

Die Landnutzung in der Modellregion sollte nachhaltig sein. Die Ansprüche von Ökologie und Ökonomie gilt es dabei miteinander zu verbinden und auszugleichen. Ziel ist es, die Fläche für die Nutzung im Landkreis zu erhalten. Die Basis der Landwirtschaft bilden ortsansässige Familienbetriebe. Die Forstwirtschaft orientiert sich am niedersächsischen LÖWE-Programm. Durch das Miteinander der Bereiche Land-, Forst-, Wasserwirtschaft und Naturschutz entstehen Synergien und damit Vorteile für alle Akteure der Landnutzung. Die Akzeptanz der modernen Landnutzung wird gesichert, indem sie transparent gestaltet und kommuniziert wird und den Verbraucher einbezieht.

3 Klimaentwicklung

Zur Abschätzung des Klimaeinflusses auf die zukünftige Entwicklung der Landnutzung wurde im Rahmen des Projektes NaLaMa-nT das IPCC Szenario „RCP 8.5“ verwendet (IPCC 2013, Moss et al. 2010, VAN VUUREN et al. 2011). Dieses Szenario unterstellt einen starken Anstieg der CO₂-Konzentrationen in den nächsten Jahrzehnten (siehe Abbildung 4). Eine Regionalisierung der Klima-Projektion des Globalmodells ECHAM6 (STEVENS et al. 2013) für Deutschland wurde mit dem Modell STARS (ORLOWSKY et al. 2008) vorgenommen.

Die innerhalb des Zeitraums von 1991 bis 2012 für das Szenario angenommene CO₂-Entwicklung zeigt den gleichen Verlauf, wie die tatsächlich in dem Zeitraum gemessenen CO₂-Emissionen. Die beobachteten Werte lagen sogar etwas über denen des Szenarios RCP 8.5. Die Werte für das mittlere RCP 4.5-Szenario liegen ab 2005 deutlich unterhalb der aktuellen Emission. Dies gilt auch für die Szenarien RCP 3-PD und RCP 6. Falls der Trend der CO₂-Emissionen anhält, kann das seinerzeit vom IPCC als eher extrem eingeschätzte Szenario RCP 8.5 als durchaus realistisch angesehen werden.

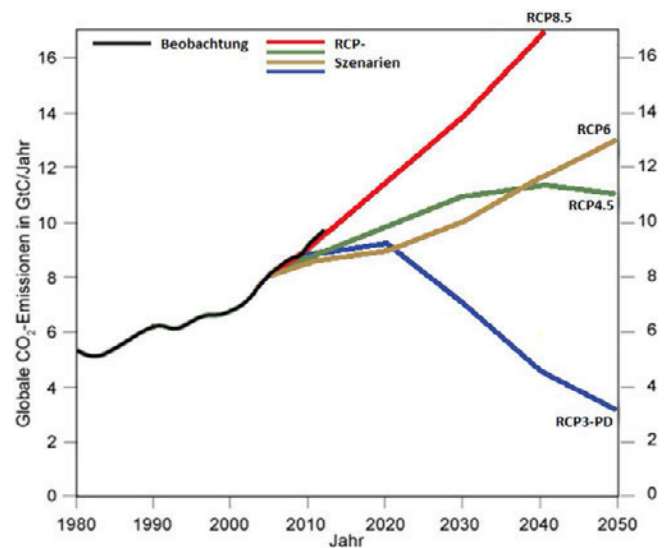


Abbildung 4: Gemessene (schwarze Linie) und entsprechend den RCP-Szenarien vorgegebene globale CO₂-Emissionen pro Jahr für den Zeitraum 1980 bis 2050 (PETERS et al. 2013, verändert).

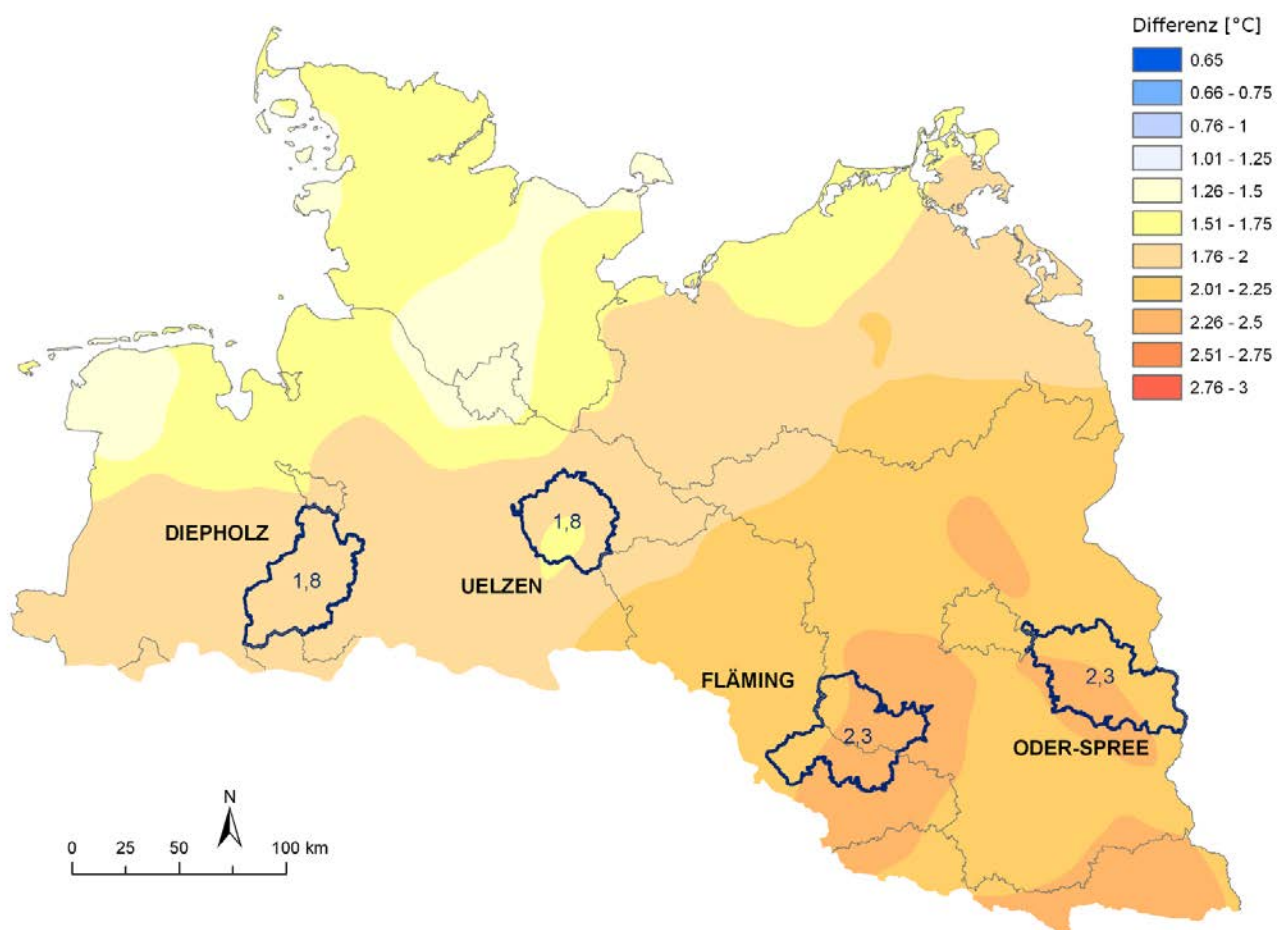


Abbildung 5: Änderung der mittleren Jahresmitteltemperatur (2051-2070 im Vergleich zu 1991-2010).

Lufttemperatur

Für die Modellregion Diepholz weisen die in den Jahren 1951-2010 gemessenen Jahresmitteltemperaturen einen Anstieg um ca. 1,1 °C aus. Die Klimaprojektionen legen nahe, dass sich dieser Trend in der Zukunft weiter fortsetzen wird. Danach nimmt die mittlere Jahreslufttemperatur bis zum Jahr 2070 um weitere 1,8 °C zu (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 2), sodass es dann in der Modellregion Diepholz insgesamt ca. 2,9 °C wärmer sein wird als zur Mitte des 20. Jahrhunderts.

Die Temperatur steigt in der Modellregion Diepholz stärker in den Wintermonaten (+2,0 °C) als in den Sommermonaten (+1,8 °C). Die steigende Hitzebelastung zeigt sich auch anhand der Zunahme der meteorologisch „heißen Tage“ und der „Kysely-Tage“ (ein Maß für die

Hitzebelastung, KYSELY 2004). Hier zeigen die Modellierungen eine deutliche Zunahme von 8 auf 15 bzw. von 5 auf 9 Tage. Genauso deutlich erhöht sich die Anzahl schwüler Tage. Zukünftig muss hier von durchschnittlich 22 statt bisher 11 Tagen im Jahr ausgegangen werden (siehe Tabelle 2).

Die Erwärmung führt erwartungsgemäß auch zu einer verringerten Kältebelastung im Winter. Die Anzahl der Frosttage geht um rund 26 Tage (-40 %) zurück. Dennoch sind auch zukünftig immer noch vereinzelt Spätfröste möglich (in der Periode 2051-2070 im Mittel ca. 2 Tage pro Jahr). Letztlich führt die durchschnittliche Lufterwärmung bis 2070 zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode um 35 Tage (+20 %) im Vergleich zur aktuellen Vegetationsperiode.

Tabelle 2: Simulationsergebnisse (Mittelwerte) ausgewählter klimatischer Parameter der Modellregion Diepholz für die Zeiträume 1991-2010 und 2051-2070.

Parameter	1991-2010	2051-2070	2051-2070 - 1991-2010	
			absolut	in Prozent
Jahresmittel Lufttemperatur (°C)	9,8	11,6	1,8	---
Jahresmittel Tmax (°C)	13,9	16,1	2,2	---
Jahresmittel Tmin (°C)	5,6	7,1	1,5	---
Sommermittel Tmax (°C)	22,9	24,7	1,8	---
Wintermittel Tmin (°C)	-0,2	1,8	2,0	---
Anzahl heiße Tage pro Jahr	8,0	15,0	7,0	87,5
Anzahl Kysely-Tage pro Jahr (Tage in Hitzewellen)	5,2	8,6	3,4	65,4
Anzahl Tage mit Schwüle pro Jahr	11,4	21,6	10,2	89,5
Anzahl Frosttage pro Jahr	64,2	38,3	-25,9	-40,3
Anzahl Spätfröste April/(Mai)	4,1	1,9	-2,2	-53,6
Anzahl Barfrosttage	16,4	8,2	-8,2	-50,0
Jahressumme Niederschlag (mm)	706,1	691,6	-14,5	-2,0
Sommer Niederschlag (mm)	210,4	151,4	-59,0	-28,0
Winter Niederschlag (mm)	170,2	225,8	55,6	32,7
Anzahl Tage ohne Niederschlag pro Jahr	169,3	184,4	15,1	8,9
Jahressumme: Klimatische Wasserbilanz (mm)	110,2	11,3	-98,9	---
Sommer: Klimatische Wasserbilanz (mm)	-90,5	-192,0	-101,5	---
Länge Vegetationsperiode	175,8	211,1	35,3	20,1
Mittlere Schneedeckenhöhe (cm)	5,0	6,9	1,9	38,0
Anzahl der Tage mit Schneehöhe ≥ 10 cm	2,8	4,0	1,2	42,8
Mittlere Andauer der Tage mit Schneehöhe ≥ 10 cm	2,2	0,9	-1,3	-59,1

Niederschlag

In der Modellregion Diepholz fallen derzeit (1991-2010) durchschnittlich 706 mm Jahresniederschlag (siehe Tabelle 2). Dies entspricht dem durchschnittlichen Niveau der westlichen norddeutschen Tiefebene. Die Modellierungen lassen für die Zukunft (bis 2070) keine großen Veränderungen dieser Niederschlagsmenge erkennen, allerdings verändert sich die jahreszeitliche Verteilung: In den Sommermonaten (Juni-August) gehen sie bis 2070 um etwa 59 mm zurück. Im Gegensatz dazu nehmen die Winterniederschläge (Dezember-Februar) um die gleiche Größenordnung (56 mm) zu.

Die Feuchteverhältnisse werden aber nicht nur durch den Niederschlag, sondern auch von der Verdunstung bestimmt, die bei wärmerer und sonnenreicherer Witterung zunimmt. Ein Maß für die Feuchteverhältnisse ist u. a. die Klimatische Wasserbilanz (KWB = Niederschlag

minus potentieller Verdunstung). Auf das Jahr bezogen ist diese Bilanz im Westen der norddeutschen Tiefebene derzeit positiv, im Osten bis Südosten allerdings negativ.

Im Kreis Diepholz wird die Klimatische Wasserbilanz nach den durchgeführten Berechnungen bis 2070 von einem aktuellen Jahreswert (1991-2010) von 110 mm um 99 mm auf 11 mm fallen, bleibt aber auch dann noch im positiven Bereich und somit auf einem deutlich höheren Niveau als im östlichen Teil der norddeutschen Tiefebene. Im Sommer ist sie wie in den meisten Regionen Deutschlands mit -91 mm negativ und geht zukünftig weiter um 102 mm zurück. Dadurch erscheinen zukünftig auch in dieser relativ feuchten Region in einzelnen Jahren sehr trockene Sommer möglich, zumal die Häufigkeit der Tage ohne Niederschlag von 169 auf 184 Tage (ca. 9 %) ansteigt.



Birken am Rand einer Weide in der Region Diepholz (Bild: Inge Kehr, NW-FVA).

4 Entwicklung der Landnutzung

4.1 Szenarien

Entwicklungspfade der Landnutzung

Die Entwicklung der Landnutzung in einer Region wird nicht nur vom zukünftigen Klimageschehen beeinflusst, sondern unterliegt auch externen Einflüssen wie z. B. politischen Entscheidungen, den vielseitigen Abhängigkeiten von den Weltmärkten und der Bevölkerungsentwicklung.

Für die zwei Hauptakteure der Landnutzung Land- und Forstwirtschaft wurden daher verschiedene Entwicklungen in Form von Szenarien beschrieben und ihre Auswirkungen auf die Entwicklung in den ländlichen Räumen mit Hilfe von Modellen eingeschätzt. Es handelt sich hierbei um die sich jeweils deutlich voneinander unterscheidenden Entwicklungspfade „Referenz“, „Biodiversität“ und „Klimaschutz“. Der Referenzpfad gilt als Basis (sog. „Baseline“), dem die beiden Pfade „Biodiversität“ und „Klimaschutz“ gegenübergestellt werden.

Der Referenzpfad soll die Fortsetzung der derzeitigen ertragsorientierten Land- und Forstwirtschaft abbilden. Dagegen werden beim Entwicklungspfad „Biodiversität“ naturschutzfachliche Anforderungen stärker berücksichtigt, wie z. B. die zielorientierte Bewirtschaftung ökologischer Vorrangflächen auf 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche oder die Ausrichtung der Baumartenwahl an den Baumarten der natürlichen Waldgesell-

schaften und ein hoher Anteil alter Waldbestände mit entsprechenden Totholzanteilen. Beim Entwicklungspfad „Klimaschutz“ wird eine Landnutzung unterstellt, welche vorrangig die Emission von Treibhausgasen, insbesondere von Kohlendioxid, deutlich reduziert. Dies beinhaltet u. a. den Ersatz der Düngung mit mineralischem Stickstoff durch den Anbau von Leguminosen auf 20 % der Ackerfläche, die Umwandlung nasser und stark humoser Ackerflächen in extensives Dauergrünland oder die Bevorzugung von Mischbeständen mit führenden Nadelbaumarten bei der Verjüngung zur Erhöhung der stofflichen Holznutzung (siehe Abbildung 6).

Bewertung der Landnutzungsentwicklung

Die aktuellen Zustände sowie die modellierten zukünftigen Entwicklungen der Landnutzung in den Modellregionen werden anhand ausgewählter Nachhaltigkeitskriterien und -indikatoren zahlenmäßig beschrieben (siehe Tabelle 3 und Tabellen im Anhang). Diese lassen sich bewerten und gewichten, über die Sektorengrenzen zusammenführen und ermöglichen eine Beurteilung der Entwicklung der Landnutzung. Auf dieser Grundlage können dann der Zustand und die Entwicklung der Region analysiert, bestehende Leitbilder diskutiert und ggf. erforderliche Anpassungsstrategien abgeleitet werden.



Abbildung 6: Die Entwicklungspfade der Landnutzung im Projekt NaLaMa-nT.

Tabelle 3: Übersicht der Nachhaltigkeitskriterien und -indikatoren des Projekts NaLaMa-nT.

Kriterien	Indikatorgruppen	Indikatoren
1. Ressourcen	Fläche, Boden, Wald, Wasser	14
2. Stabilität	Ausfälle u. Gegenmaßnahmen, Bodenzustand, THG-Emissionen	12
3. Produktivität	Biomasseproduktion, Wassermenge	5
4. Beschäftigung	Beschäftigung	1
5. Regionale Wertschöpfung	Wertschöpfung	4
6. Naturschutz	Vorrangflächen, Vielfalt, Naturnähe	6
7. Lebensqualität	Stadt-Land-Vergleich	4

4.2 Wasserhaushalt

Der Wasserhaushalt im Landkreis Diepholz profitiert von günstigen klimatischen und edaphischen Rahmenbedingungen in dieser Region. Die Niederschläge liegen mit derzeit ca. 700 mm relativ hoch und werden voraussichtlich auch zukünftig hoch bleiben.

Die Böden der Modellregion weisen eine für das norddeutsche Tiefland vergleichsweise hohe nutzbare Feldkapazität auf, da sie häufig hohe Anteile organischer Substanz aufweisen und reine Sandböden selten sind. Aufgrund der hohen Wasserspeicherkapazität ist auch in Trockenphasen noch relativ lange pflanzenverfügbares Wasser vorhanden. Besonders gut ist daher die Wasserversorgung auf den im Landkreis Diepholz heute noch häufig zu findenden Moorböden. Begünstigt durch die sehr ebene Lage auf geringer Höhe besteht auf vielen land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen Grundwasseranschluss, sodass für viele Pflanzen jederzeit ausreichend Wasser verfügbar bleibt.

Grundwasserneubildung

Aufgrund des hohen Flächenanteils der Landwirtschaft im Landkreis Diepholz entspricht die durchschnittliche regionale Grundwasserneubildung weitgehend den Werten der landwirtschaftlichen Flächen. Bis zum Jahr 2030 verändert sich deren Höhe kaum (vgl. Abbildung 7). Danach zeigen alle Modelle – unabhängig von Baumartenanteilen und forstlichen Nutzungsstrategien in den Entwicklungspfaden – eine geringe Abnahme der Grundwasserneubildung bis zum Jahr 2070 auf 210 mm/a. In der Modellregion Diepholz kann daher zukünftig weiterhin trotz steigender Temperaturen und erhöhter Verdunstung mit hohen mittleren Neubildungsraten von mehr als 200 mm/a gerechnet werden.

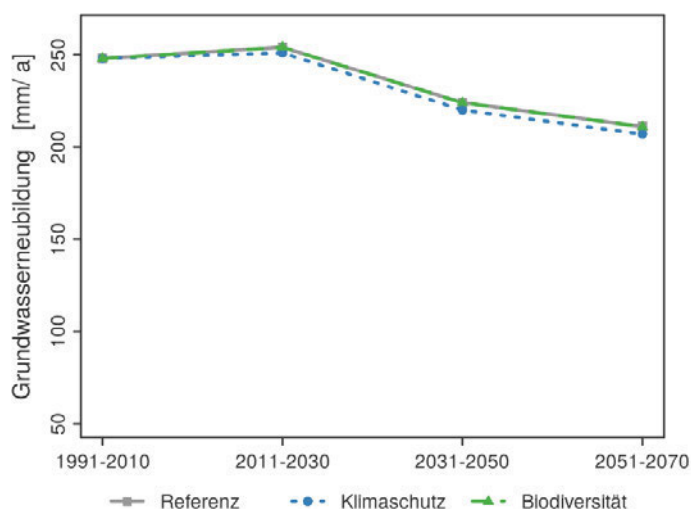


Abbildung 7: Erwartete Entwicklung der Grundwasserneubildung (alle Landnutzungsformen).

Nitrat im Sickerwasser

Die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser werden überwiegend durch Einträge aus der Landwirtschaft bestimmt, in der Modellregion Diepholz vor allem durch die Stickstoff-Düngung und die Stickstoff-Freisetzung aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung ehemaliger Moorstandorte. Die Nitratkonzentrationen werden schon allein auf Grund der sinkenden Grundwasserneubildung (Rückgang des Verdünnungseffektes) steigen. Nachfolgend werden die modellierten Ergebnisse zur Entwicklung der Nitratgehalte im Sickerwasser jeweils getrennt für Forst- und Landwirtschaft dargestellt.

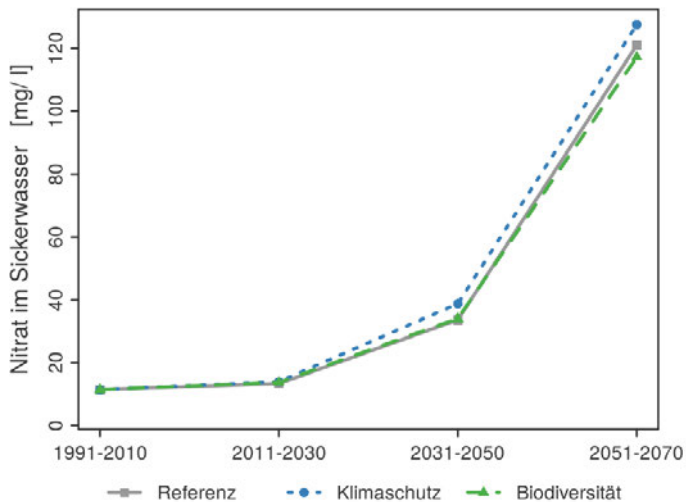


Abbildung 8: Entwicklung des Nitratgehalts im Bodensickerwasser unter Wald.

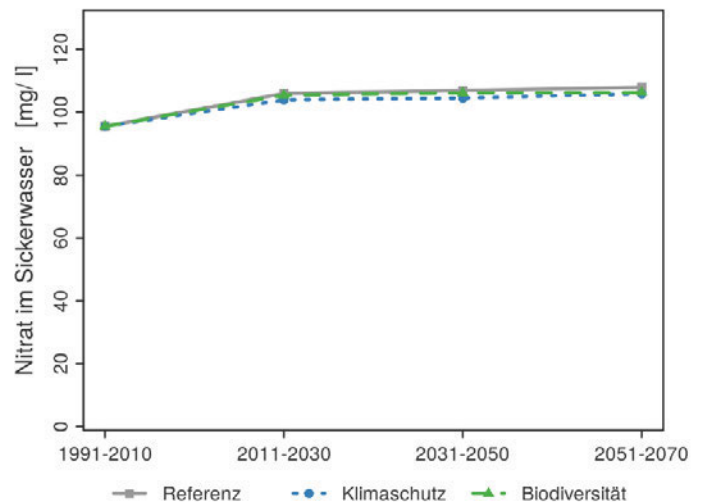


Abbildung 9: Entwicklung des Nitratgehalts im Bodensickerwasser unter landwirtschaftlich genutzten Flächen (Acker- und Grünland).

Wald

Die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter Waldflächen sind wegen der hohen Stickstoffeinträge in die Böden schon aktuell (11,4 mg NO_3/l , 1991-2010) deutlich höher als in den anderen Modellregionen. Für die Zukunft prognostizieren die verwendeten Modelle, dass im Rahmen der zu erwartenden Klimaerwärmung – und dem damit verbundenen schnelleren Abbau organischer Substanz (Modellierungsergebnisse hier nicht unumstritten und daher mit Vorsicht zu behandeln) – insbesondere auf den im Landkreis Diepholz zahlreich vorhandenen Moorbodenstandorte größere Mengen Stickstoff freigesetzt werden. Gleichzeitig geht die Sickerwassermenge unter Wald bis zum Jahr 2070 auf weniger als die Hälfte ihres heutigen Wertes zurück. Zusammen ergibt sich hieraus ein starker Anstieg der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auf rund 120 mg NO_3/l im Jahr 2070 (siehe Abbildung 8). Dabei sind die Unterschiede zwischen den Entwicklungspfaden sehr gering, d. h. die Art der Bewirtschaftung wirkt sich in dieser Zeitspanne kaum aus.

Da insbesondere der Temperatureinfluss auf den Abbau unterschiedlich stabiler Fraktionen der organischen Substanz im Boden in der wissenschaftlichen Literatur zum Teil noch sehr konträr diskutiert wird, muss bei den hier vorgestellten Projektionen der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von einer großen Unsicherheit ausgegangen werden.

Landwirtschaftlich genutzte Flächen

Unter den in der Modellregion Diepholz landwirtschaftlich genutzten Flächen liegen die berechneten Nitratkonzentrationen (Modelle WASMOD und HERMES) im Sickerwasser bei der unterstellten Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen über den gesamten Betrachtungszeitraum und unabhängig von den Entwicklungspfaden bei 96 bis 108 mg NO_3 je Liter (siehe Abbildung 9; zzt. kein Grenzwert für Sickerwasser, Trinkwassergrenzwert derzeit 50 mg NO_3/l). Die entsprechenden Stickstofffrachten (Nitrat-N) liegen bei 73 bis 77 kg je Hektar und Jahr und damit über dem aktuell gültigen Grenzwert für Bilanzüberschüsse nach Düngeverordnung von 60 kg Stickstoff je Hektar und Jahr.

Nitrat in Fließgewässern

In den Fließgewässern steigt der Nitratgehalt bei Beibehaltung der bisherigen Wirtschaftsweise (Referenz) bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes um 17 %. Eine Bewirtschaftung gemäß den Rahmenbedingungen des Biodiversitätspfades mildert diese Steigerung nur leicht ab (+14 %) und auch die Einhaltung der Vorgaben des Klimaschutzpfades ergibt letztlich immer noch eine Steigerung um 6 %.

Phosphat in Fließgewässern

Bei den Phosphatgehalten in Fließgewässern zeichnet sich eine günstige Entwicklung ab. Nach den Modellergebnissen sinken die Phosphatgehalte bis zum Jahr 2070 in allen drei Entwicklungspfaden drastisch: im Referenz- und Klimaschutzpfad um jeweils 29 % und im Biodiversitätspfad sogar um 43 %.

4.3 Forstwirtschaft

Der aktuelle Waldzustand

Wälder wachsen nur auf rund 10 % der Fläche des Landkreises Diepholz. Damit ist die Modellregion im Vergleich zu den durchschnittlichen Verhältnissen im norddeutschen Tiefland mit ca. 23 % Waldanteil (CORINE LAND COVER 2006, HANSEN et al. 2013) eher eine waldarme Gegend. Die vorhandenen Wälder weisen jedoch im Gegensatz zu den vorrangig durch die Waldkiefer geprägten Beständen in der Mitte und im Osten der norddeutschen Tiefebene überwiegend Laubbaumarten auf. An erster Stelle sind hier die Birken zu nennen, die gut ein Drittel der Waldfläche im Landkreis Diepholz bedecken (siehe Abbildung 10).

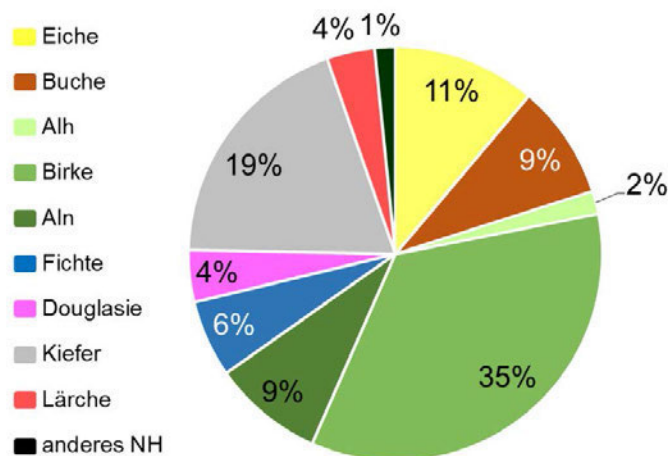


Abbildung 10: Derzeitige Flächenanteile der Baumarten.

Die Birkenbestände wachsen in der Regel auf mehr oder weniger abgetorften Moorflächen und werden daher nur in einem geringen Maße forstlich bewirtschaftet. Ein weiteres Drittel der Waldfläche besteht zu weitgehend gleichen Anteilen aus Eiche, Buche und ALn (Anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit hauptsächlich Roterle). Auf der verbleibenden Waldfläche – hier zumeist auf den eher sandigen und trockeneren Böden – wachsen vor allem Waldkiefern aber auch Douglasien und Lärchen.

Die Wälder im Landkreis Diepholz sind überwiegend jung. Ein Blick auf die Altersklassenverteilung (siehe Abbildung 14) zeigt, dass rund 75 % der Bäume höchstens 60 Jahre alt sind. Diese unausgeglichene und forstlich eher ungünstige Altersklassenverteilung ist u. a. eine Folge der Torfnutzung, da sich erst nach Ende der Torfnutzung auf den abgetorften ehemaligen Hochmoorflächen hauptsächlich Birken ansamen konnten.

Die zukünftige Waldentwicklung

Die Auswirkungen der Entwicklungspfade auf die Indikatoren wurden zunächst losgelöst von den sich ändernden Trockenstressrisiken der Baumarten betrachtet, um die Effekte besser interpretieren zu können. Die Fortschreibung der Waldbestände erfolgte mit dem Wachstumsimulator WaldPlaner (HANSEN und NAGEL 2014). Bestimmte Bestandeskennwerte fanden Eingang in die Wasserhaushaltsmodellierung mit WaSim-ETH (SCHULLA und JASPER 2007) deren Ergebnisse wiederum in die Stoffhaushaltsmodelle einfließen.

Referenz

Wenn die forstliche Bewirtschaftung der Wälder in der Modellregion Diepholz weiterhin nach ihrer bisherigen Ausrichtung erfolgte, käme es auf Flächen ohne Grundwasseranschluss, auf denen forstlich kurzlebige und ertragsschwache (Sand-) Birkenbestände wachsen, zu einem verstärkten Anbau ertragsreicherer Laubbaumarten wie Eiche und Buche. Auch auf nassen Standorten würden die (Moor-)Birkenbestände vergleichsweise rasch durch Roterlen ersetzt. Letztlich verringerte sich dann der heutige Flächenanteil beider Birkenarten von 35 auf 16 % im Jahr 2070 (siehe Abbildung 14).

Hinsichtlich der Flächenanteile der im Vergleich zur Birke langlebigeren Nadelbaumarten ergäben sich bis zu diesem Zeitpunkt nur unwesentliche Veränderungen, da die hier dominierenden Kiefernbestände innerhalb des Betrachtungszeitraumes nur in geringem Maße den Ziel-durchmesser erreichen. Dadurch werden in der Folge auch keine umfangreichen Pflanzungen erforderlich, die ggf. einen Baumartenwechsel in größerem Stil ermöglichen. Bei Umsetzung dieser Referenz-Handlungsstrategie

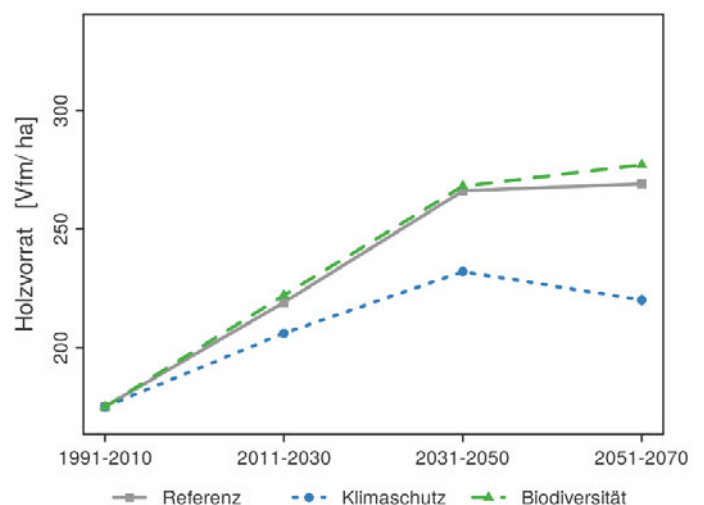


Abbildung 11: Entwicklung des Bestandesvorrates (Vfm = Vorratsfestmeter = m^3 mit Rinde).

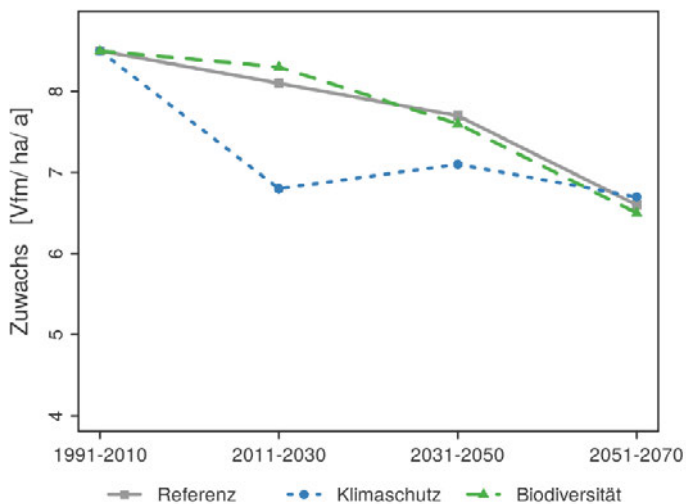


Abbildung 12: Entwicklung des laufenden Zuwachses (Vfm = Vorratsfestmeter = m^3 mit Rinde).

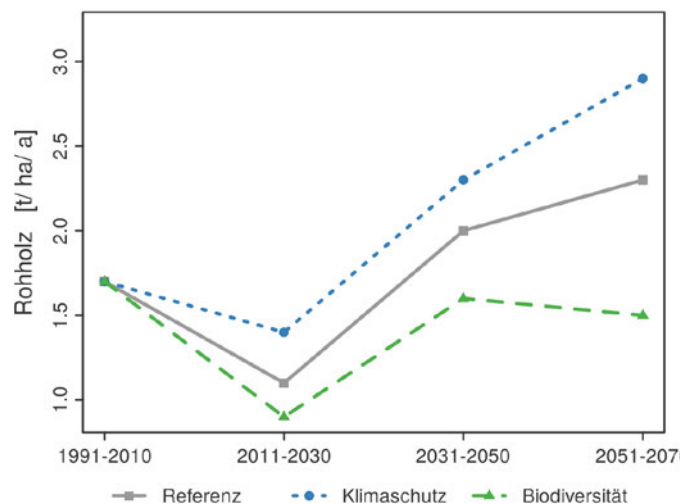


Abbildung 13: Entwicklung des geernteten Rohholzes (in Tonnen reiner, trockener Holzsubstanz).

erhöht sich der Holzvorrat stetig von derzeit 175 Kubikmetern („Vorratsfestmeter mit Rinde“ = Vfm) je Hektar um rund 90 Vfm/ha bis zum Jahr 2070 (siehe Abbildung 11).

Gleichzeitig erhöht sich auch das durchschnittliche Alter der Wälder von knapp 50 auf über 70 Jahre. Der laufende Zuwachs als Maß der Produktivität der Wälder in der entsprechenden Periode verringert sich allgemein während des Betrachtungszeitraumes um ca. 1,9 Vfm/ha (siehe Abbildung 12).

Biodiversität

In der Biodiversitätsvariante werden vorrangig höhere Altholzanteile sowie stärkere Baumdimensionen und dadurch auch ein höheres durchschnittliches Alter der Bestände angestrebt. Hierzu wird die Intensität der Holznutzung gegenüber dem Referenzpfad gesenkt (siehe Abbildung 13).

Aufgrund der späteren und extensiveren Nutzung erhöht sich der durchschnittliche Bestandesvorrat stetig um rund 100 Kubikmeter (Vfm) je Hektar. Damit verbunden erhöht sich auch das durchschnittliche Alter der Wälder von knapp 50 auf rund 80 Jahre im Jahr 2070. Die Entwicklung des laufenden Zuwachses im Biodiversitätspfad verläuft ähnlich wie beim Referenzpfad. Ein Umbau zu standortsgemäßen Waldgesellschaften findet nur langsam statt. In nennenswertem Umfang erfolgt dieser im Bereich der Birkenwälder auf feuchten Standorten durch Pflanzung von Roterlen. Auf grundwasserfernen Standorten werden ältere Kiefernbestände mit Rotbuchen unterpflanzt. Insgesamt nimmt so der Anteil der Weichlaubhölzer (ALn) und der Buchen von 18 auf 37 % im Jahr 2070 zu (siehe Abbildung 14).

Klimaschutz

Die Handlungsstrategie „Klimaschutz“ setzt auf eine Bewirtschaftung von Wäldern, mit der stärker als bisher Kohlenstoff im Wald und in Holzprodukten gespeichert wird sowie fossile Energieträger bzw. energieaufwändige Bau- und Werkstoffe durch Holz substituiert werden können. Die Strategie setzt daher auf verstärkten Umbau insbesondere ertragsschwacher Birkenwälder zugunsten vorratsreicher und zuwachsstarker Mischwälder mit führenden Nadelbaumarten. Einer starken Reduktion des Birken- und sonstigen Weichlaubbaumanteils zu Gunsten der Douglasie, Kiefer und Fichte folgt aber auch eine Ausweitung der Buchenanteile, da die Buche in vielen Fällen den Nadelbaumarten beigemischt würde (siehe Abbildung 14). Diese Umbaumaßnahmen bewirken mittelfristig eine spürbare Reduktion des laufenden Zuwachses (siehe Abbildung 12). Zum Ende des Betrachtungszeitraumes deutet sich jedoch eine Umkehr dieser Entwicklung an, da dann die zuwachsstarken jungen Nadelbaumbestände ihre produktivste Entwicklungsphase erreichen.

Trotz des verstärkten Waldumbaus und der damit verbundenen stärkeren Nutzung (siehe Abbildung 13) sowie vermehrter Begründung junger Bestände würde sich wegen des hohen Anteils der Birkenbestände das derzeitige Durchschnittsalter der Bestände innerhalb des festgelegten Betrachtungszeitraumes bis zum Jahr 2070 nur unwesentlich verändern (von rund 50 auf 55 Jahre). Auch die Durchschnittsvorräte erhöhten sich bis zu diesem Zeitpunkt nur um knapp 45 Kubikmeter je Hektar (siehe Abbildung 11). Beides zeigt eindrucksvoll, dass waldbauliche Maßnahmen erst langfristig wirksam werden.

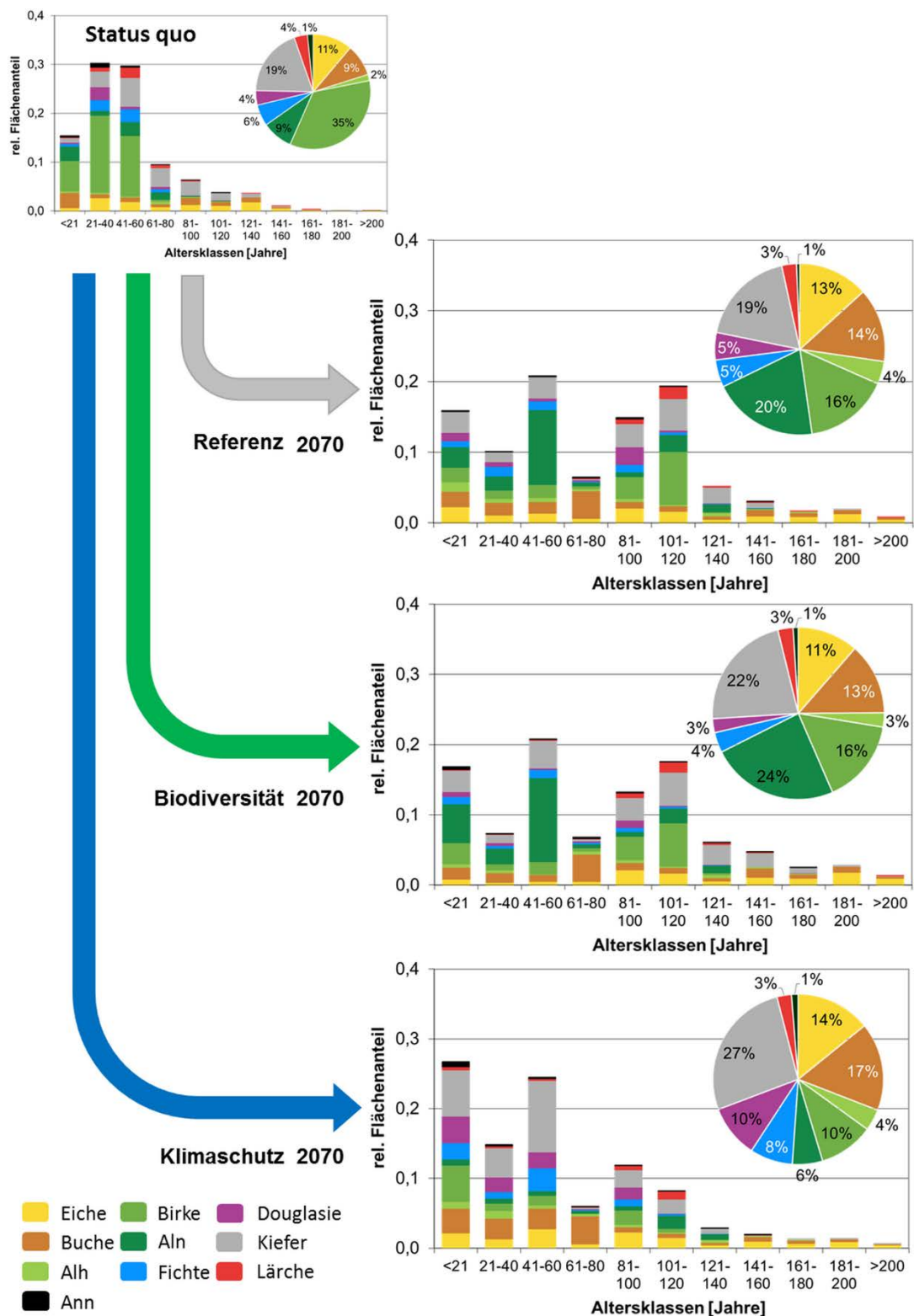


Abbildung 14: Flächen- und Altersklassenverteilung zum Status quo sowie in den drei Szenarien Referenz, Biodiversität und Klimaschutz im Jahr 2070 (ALh = anderes Laubholz mit hoher Umtriebszeit, ALn = anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit, Ann = anderes Nadelholz).

Zukünftige Risiken der Forstwirtschaft

Sturmschäden

Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Sturmereignisses von Orkanstärke an einem bestimmten Ort nimmt im norddeutschen Tiefland deutlich von Ost nach West zu. In Diepholz liegt sie bei 40 bis 50 % im Jahrzehnt und ist damit im Vergleich zu den übrigen Regionen relativ hoch.

Da orkanartige Stürme überwiegend im Winterhalbjahr auftreten, wären in dieser laubfreien Zeit vor allem Nadelbäume davon betroffen (Fichten, Douglasie, Kiefer, Lärche), aber auch die Buchenbestände sind durch Sturmwurf gefährdet. Es würde vor allem die älteren Bestände treffen, da das Windwurfrisiko mit der Bestandeshöhe steigt. Bezogen auf den Holzvorrat resultiert daraus gegenwärtig ein jährliches Windwurfrisiko von knapp 2 %. In zukünftigen Perioden steigt durch Veränderungen der Baumartenzusammensetzung und der Altersstruktur das Windwurfrisiko leicht an. Wegen der höheren Flächenanteile potenziell gefährdeterer Nadelbaumarten weist der Klimaschutzpfad am Ende des Betrachtungszeitraums den größten Risikowert auf.

Trockenstress

Unter den heutigen Klimabedingungen ist die Standortswasserbilanz (Summe aus Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationsperiode und der nutzbaren Feldkapazität) für die Wälder in der Modellregion Diepholz im Mittel aller Stichprobenpunkte positiv und beträgt 204 mm. Dadurch ist der derzeitige Trockenstress der Waldbestände als gering einzuschätzen (siehe Abbildung 16). Weniger als 1 % der knapp 900 untersuchten Stichprobenpunkte weisen aktuell ein mittleres Trockenstressrisiko auf (siehe Abbildung 15). Hierbei handelt es sich ausschließlich um Bestände mit führender Buche oder Fichte.

Bis zum Ende der Betrachtungsperiode im Jahr 2070 bleibt die Wasserbilanz positiv, sinkt aber kontinuierlich auf +35 mm. Insofern leiden die Wälder im Landkreis Diepholz auch zukünftig nur in eher geringem Umfang unter den Folgen von Trockenperioden, soweit sie auf den durchaus häufig in der Region vorkommenden grundwassernahen Standorten bzw. auf Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität im Wurzelbereich wachsen.

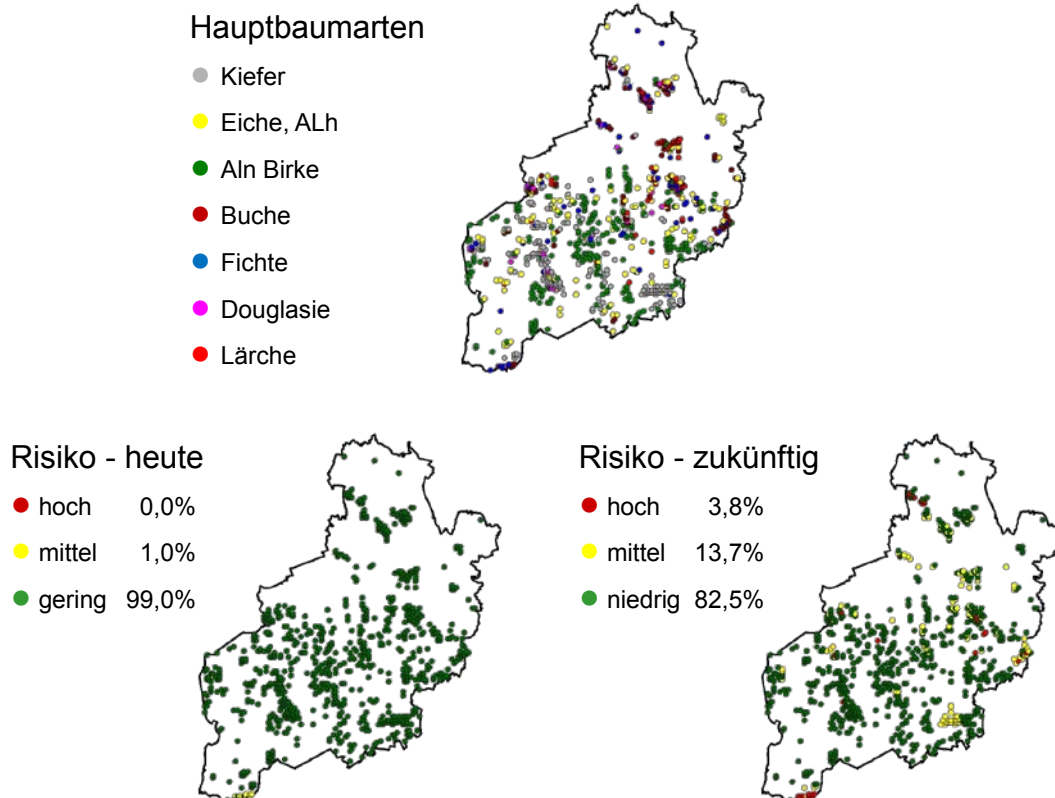


Abbildung 15: Hauptbaumarten an den betrachteten Stichprobenpunkten (oben) sowie ihre Gefährdung durch Trockenstress heute (unten links) und zukünftig (unten rechts). Risikoklassen nach SPELLMANN et al. 2011.

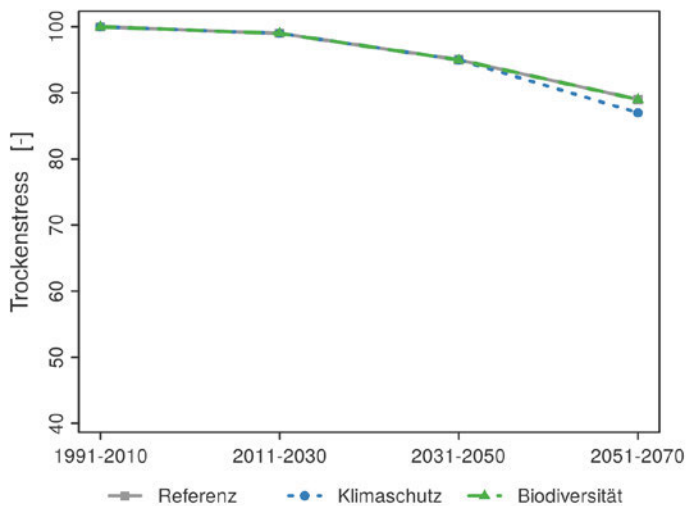


Abbildung 16: Entwicklung des Trockenstressrisikos (0 = extrem, 100 = nicht vorhanden).

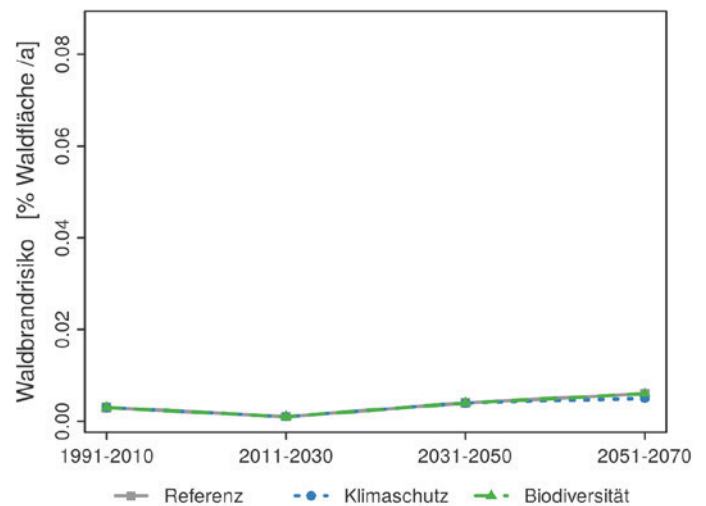


Abbildung 17: Entwicklung des Waldbrandrisikos.

Für Buchen- und Fichtenbestände nimmt zukünftig jedoch das Trockenstressrisiko auf Standorten mit einer eingeschränkten Wasserversorgung zu. Ausgehend von der Ist-Bestockung hat dies zur Folge, dass je nach Entwicklungspfad langfristig für insgesamt rund 3 - 4 % der Bestände in der Modellregion ein hohes Trockenstressrisiko zu erwarten ist. Weitere 10 - 15 % werden ein mittleres Risiko aufweisen.

Waldbrandrisiko

Gemessen an der durchschnittlichen jährlichen Flächengröße, die von einem Waldbrand betroffen wird, ist das klimatische Waldbrandrisiko im Landkreis Diepholz grundsätzlich geringer als in den anderen Modellregionen.

Trotz des hohen Anteils prinzipiell brandanfälligerer Birken- und Kiefernbestände überwiegt hier der Einfluss risikodämpfender Faktoren, z. B. der hohe Flächenanteil von Beständen auf grundwasserbeeinflussten Standorten. Allein unter Berücksichtigung der Klimaentwicklung würde das Waldbrandrisiko in allen Entwicklungspfaden zunächst etwas zurückgehen (0,003 % der Waldfläche, was 0,6 ha/a entspricht; siehe Abbildung 17) und sich nach 2030 auf jährlich 1 ha (2031-2050) bzw. zuletzt 1,2 ha/a (0,006 %) erhöhen. Die Entwicklung der Baumartenzusammensetzung dämpft das für die letzte Periode erwartete Waldbrandrisiko. Im Klimaschutzpfad wird bis zum Jahr 2070 der Anstieg des Waldbrandrisikos durch eine starke Verringerung des Birkenanteils und gleichzeitiger Erhöhung der Flächenanteile anderer Laubbaumarten sowie der Douglasie reduziert.

Pilzbefall

Der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum* s. l.) ist eine Pilzart, die Waldbäume über deren Wurzeln befallen und nachfolgend in deren Stämmen Holzfäule hervorrufen kann. Betroffen sind in erster Linie Nadelbäume (Kiefer, Fichte, Douglasie und Lärche) aber auch verschiedene Laubbäume. In den Wäldern Norddeutschlands ist seit einiger Zeit eine auffällige und aggressive Zunahme des Wurzelschwammbefalls mit unterschiedlichen Schadbildern bis hin zur Auflösung von Waldflächen zu verzeichnen.

Im Kreis Diepholz wurden 18 repräsentative Kiefernwaldflächen hinsichtlich eines Befalls mit Wurzelschwamm untersucht. Dabei wurden an abgestorbenen und lebenden Bäumen vorhandene Fruchtkörper des Pilzes qualitativ beurteilt und der Bestand bezüglich des vorgefundenen Schadensausmaßes eingestuft. Der Anteil der durch Wurzelschwamm geschädigten Bestände lag bei 51 %. In den meisten Fällen handelt es sich bisher um geringe Schäden. Bedeutende Beeinträchtigungen (allein) durch den Wurzelschwamm, die bis zur Bestandesauflösung gehen können, wurden lediglich in einem der untersuchten Kiefernbestände festgestellt, obwohl in einem repräsentativ ausgewählten Bestand 94 % der dort wachsenden Kiefern latent mit Wurzelschwamm befallen waren. Weitere Schäden durch andere Schaderreger, wie das durch Befall mit dem Pilz *Sphaeropsis sapinea* (Pilz bisher ohne deutschen Namen) verursachte Triebsterben und durch Hallimascharten (*Armillaria*), wurden in der Modellregion Diepholz nicht festgestellt.

Kieferngrößschädlinge

Fraßschäden von sogenannten Kieferngrößschädlingen (das sind u. a. die Schmetterlingsarten Forleule (*Panolis flammea*), Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) und Kiefernspanner (*Panolis flammea*)) treten in der Modellregion nur kleinflächig auf. Auch in früheren Zeiten waren die Wälder in Diepholz nicht sonderlich durch blatt- oder triebsschädigende Insekten gefährdet. Ein Grund für diese geringe Anfälligkeit der Wälder in der Modellregion für diese Schadinsekten kann in dem atlantisch getönten Klima, in dem schon damals wie heute vergleichsweise geringen Waldanteil (10 %) und der verstreuten Lage der Waldflächen im Raum gesehen werden. Hierdurch werden das Auftreten und eine Ausbreitung von Schadinsekten generell erschwert. Es ist daher davon auszugehen, dass trotz zunehmender klimatischer Risikofaktoren aus der Kombination ansteigender Temperaturen und Trockenheit die Region gering gefährdet bleibt. Zudem wachsen die gefährdeten jüngeren Kiefernbestände, die zurzeit noch einen hohen Anteil an der Waldfläche haben, im Laufe des Simulationszeitraums in höhere Altersklassen mit einem generell abfallenden Forstschutzrisiko ein.

Baumvitalität

Die Vitalität von Bäumen lässt sich u. a. am Zustand ihrer Kronen (Belaubungs-/Benadelungsdichte, Verzweigung) einschätzen. Diese Einschätzung ergab, dass die Eichen in Diepholz im Vergleich zu den anderen Modellregionen den durchschnittlich schlechtesten Vitalitätszustand aller Modellregionen aufweisen. Dieser hat sich zudem im Laufe der Projektuntersuchungen in den Jahren 2011-2014 tendenziell noch verschlechtert. Demgegenüber zeigt die Baumart Douglasie die im Vergleich zu den anderen Modellregionen geringste Kronenverlichtung auf.

Eine wesentliche Einflussgröße für die Vitalität der Bäume stellt die Stickstoffbelastung durch landwirtschaftliche Emittenten dar. Diepholz ist die Modellregion mit den höchsten Einträgen, was anhand der Stickstoffgehalte in Nadeln und Blättern gut nachgewiesen werden konnte. Dieser extreme Stickstoffeintrag und die damit verbundene notwendige Entgiftung durch Ausleitung des überschüssigen Stickstoffs führen zu einer Reihe von Veränderungen auf den verschiedenen Ebenen des Stoffwechsels. Da diese Vorgänge von der Photosyntheseleistung abhängen, belasten sie die Bäume.

Stoffhaushalt

Stickstoff-Saldo

Für die forstwirtschaftlichen Flächen wurde der Stickstoff-Saldo mit dem Modell VSD+ (BONTEN et al. 2011, POSCH und REINDS 2009) ermittelt.

Die Wälder im Landkreis Diepholz nehmen derzeit mehr Stickstoff auf, als sie wieder an die Umwelt abgegeben. Diese Aufnahme ist aufgrund der hohen regionalen Stickstoffdepositionen und der gleichzeitig hohen Aufnahmekapazität von Stickstoff – insbesondere der auf Moorböden wachsenden Wälder – höher als in den anderen Modellregionen des Projekts. Die in Diepholz besonders großen Vorräte an organischer Bodensubstanz werden jedoch zukünftig bei der zu erwartenden Temperaturerhöhung bei gleichzeitig ausreichender Wasserversorgung der Bodenfauna in einem immer stärkeren Maße abgebaut, so dass zunehmend Stickstoff ausgetragen wird. Am Ende der Betrachtungsperiode betragen diese Stickstoffverluste bei Fortführung der bisherigen Waldbewirtschaftung gut 29 kg je Hektar und Jahr.

Bei einer Waldwirtschaft unter den Vorgaben des Klimaschutzpfads wird diese Entwicklung durch die Verringerung der Holzvorräte und die damit verbundenen Stickstoffausträge (Holznutzung) zunächst noch verstärkt, doch zum Ende des Betrachtungszeitraums dämpft das dann starke Wachstum der zuvor gepflanzten und entsprechend jungen insbesondere wüchsigen Nadelholzbeständen diese Verluste auf jährlich knapp 26 kg/ha. Im Biodiversitätspfad wirkt der Aufbau hoher Holzvorräte mit entsprechender Stickstoffbindung in diesen dem Grundtrend entgegen. Es ergeben sich dadurch etwas niedrigere jährliche Stickstoff-Verluste bis zum Jahr 2070 (22,8 kg/ha). Danach ist mit den später einsetzenden Endnutzungen mit einem Anstieg zu rechnen.



Douglasien - Versuchsfläche (Bild: Georg Leefken, NW-FVA).

Humus-Saldo

Der Humus-Saldo wurde mit dem Kohlenstoffmodell Yasso07 (TUOMI et al. 2009, 2011) berechnet. Der Humus-Saldo (gemessen am Kohlenstoffgehalt im Boden) der Waldflächen in der Modellregion Diepholz ist derzeit stark negativ. Die berechneten Humusverluste in Höhe von jährlich 585 kg Kohlenstoff je Hektar ergeben sich vor allem in den zahlreichen Wäldern auf ehemaligen Moorböden, die einstmals unter völlig anderen klimatischen und bodenhydrologischen Bedingungen entstanden sind. Hier wird aktuell der Humusabbau durch Entwässerungsmaßnahmen beschleunigt. Dieser Prozess wird klimabedingt während des Betrachtungszeitraumes insgesamt weiter begünstigt. Gegen Ende der Periode werden dann auch die Humusvorräte der anderen Waldböden geringer. Zu diesem Zeitpunkt betragen die modellierten jährlichen Humusverluste 726 kg Kohlenstoff je Hektar (Referenz).

Auch eine Waldwirtschaft gemäß den Vorgaben des Klimaschutzpfades lässt die Bodenvorräte an Kohlenstoff in sehr ähnlichem Maße zurückgehen. Nur die Bewirtschaftung nach den Vorgaben des Biodiversitätspfades könnte die Humusverluste unter Waldflächen vorübergehend abschwächen, da hier eine größere Streunachlieferung durch die sich akkumulierende Biomasse in den Beständen bis 2070 erwartet werden kann. Doch auch bis dahin errechnen sich noch Verluste von jährlich 623 kg C/ha.

Kohlenstoffdioxid - Emissionen

Stabile Waldökosysteme haben langfristig betrachtet eine ausgeglichene Kohlenstoffdioxidbilanz, d. h. sie geben genauso viel Kohlenstoff ab wie sie aufnehmen. Allerdings können einzelne Waldbestände zeitweilig mehr CO₂ aufnehmen als sie abgeben und umgekehrt. Kohlendioxid wird zudem auch in den Holzprodukten mehr oder weniger lang gebunden. Darüber hinaus trägt die Substitution von emissionsintensiven Materialien wie Glas, Aluminium, Stahl oder Ziegelsteine und von fossilen Energieträgern durch den nachwachsenden Rohstoff und Energieträger Holz wesentlich zum Klimaschutz bei.

In der Modellregion Diepholz wird die CO₂-Bilanz aktuell am stärksten vom Abbau organischer Bodensubstanz aus den Moorböden beeinflusst. Aufgrund dieser hohen Abbaurate weisen die Wälder in Diepholz aktuell eine vergleichsweise geringe effektive Kohlenstoffbindung von jährlich ca. 5 t CO₂ je Hektar auf (in Abbildung 18 als negative CO₂-Emissionen dargestellt). Durch den allmählichen Rückgang der Kohlenstoffvorräte in den Moorböden lässt der Effekt des Humusabbaus in Zukunft (Jahre 2011-2030) zunächst etwas nach, um danach durch den dann einsetzenden Temperaturanstieg jedoch wieder zu steigen.

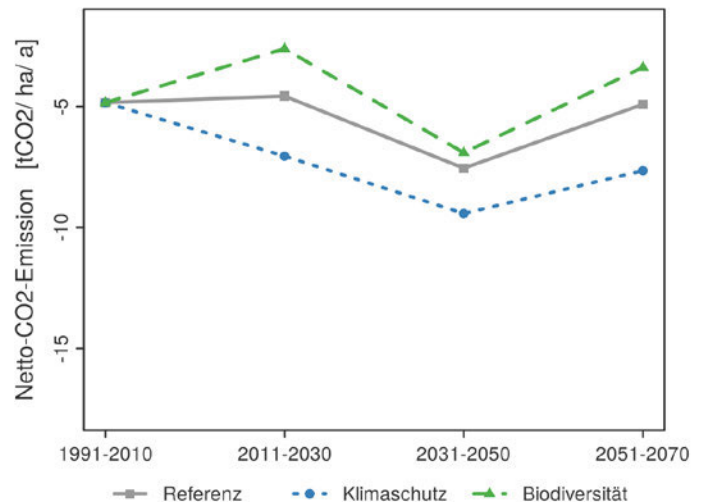


Abbildung 18: Entwicklung der Netto-CO₂-Emissionen im Wald.

Die Verwendung von Holz reduziert die Verwendung von in ihrer Herstellung „CO₂-emissionsintensiver“ Bau- und Werkstoffe (Substitutionseffekte). Die geringe Holzentnahme im Zeitraum 2011-2030 (vgl. Abbildung 13) bewirkt einerseits einen Anstieg der oberirdischen Biomassevorräte und des darin gespeicherten Kohlenstoffes und andererseits geringere Speicherung von Kohlenstoff in Holzprodukten. Dies führt im Ergebnis nur zu einer geringen Änderung der Netto-CO₂-Emissionen. Die im weiteren Verlauf leicht steigende Holznutzung und ebenfalls steigenden Holzvorräte stärken die CO₂-Senkeneigenschaften des Waldes (niedrigere Netto-CO₂-Emissionen). Gegen Mitte des Betrachtungszeitraumes werden diese Effekte durch die wärmegetriebene Humusmobilisierung etwas gedämpft. Dies resultiert in leicht steigenden Netto-CO₂-Emissionen. Gegenüber dem Referenz- und Biodiversitätspfad bewirkt der Klimaschutzpfad durch eine stärkere Holznutzung und Pflanzung von Nadelbaumarten eine Verjüngung der Bestände, durch deren starkes Wachstum der Atmosphäre vermehrt Kohlenstoff entzogen werden kann.

Naturschutz

Die Wälder der Modellregion Diepholz sind – neben den Moorgebieten – im Vergleich zu vielen anderen Bereichen der offenen Landschaft naturnahe Lebensräume, die eine Vielzahl von z. T. seltenen Tier- und Pflanzenarten beherbergen. Daher gilt es, diese Lebensräume im Rahmen einer nachhaltigen Landnutzung so wenig wie möglich zu beeinträchtigen und sie im Rahmen ihrer natürlichen Dynamik zu schützen und ggf. weiterzuentwickeln. Dies erfordert, die derzeitigen naturschutzfachlichen Zustände der einzelnen Waldgesellschaften und deren Entwicklungstendenz zu erfassen und zu analysieren, um so ggf.

Störungen - möglichst mit ihren Ursachen auch vor dem Hintergrund der prognostizierten Umweltveränderungen - in dieser Dynamik identifizieren zu können. Im Projekt NaLaMa-nT erfolgten daher auch Untersuchungen zur Zusammensetzung der regionalen Waldbodenvegetation. Dabei wurde auf geeignete vegetationskundliche Datensätze möglichst alter Aufnahmen zurückgegriffen, deren Untersuchungsflächen dann erneut aufgenommen wurden. Auf diese Weise konnten ggf. seitdem bereits erfolgte und aktuell stattfindende Veränderungen in der Bodenvegetation sowie die vermutlichen Ursachen erkannt und beschrieben werden.

Bodensaurer Buchenwald

Der bodensaure Buchenwald (Hainsimsen-Buchenwald, Luzulo-Fagetum) als naturschutzfachlich wichtigste Waldgesellschaft in der Region zeigt – gemessen an Vegetationsaufnahmen der Jahre 1990 und 2011 – Veränderungen in der Zusammensetzung der Bodenvegetation nach ihren Arten und deren Dichte auf, die verstärkt auf eine bessere Nährstoffversorgung – vor allem mit Stickstoff – sowie abnehmende Bodensäure hinweisen. Dies zeigt sich im Anstieg der mittleren Stickstoff- bzw. Nährstoffzahl (N) sowie der Reaktionszahl (R) der betroffenen Bodenpflanzen.

Die „Gewinner“ dieser Veränderungen haben zwischen den Jahren 1990 und 2011 entweder in der Stetigkeit und/oder der Artmächtigkeit zugenommen. Ein besonders deutliches Beispiel ist hierfür die Himbeere (*Rubus idaeus*). Ganz neu aufgetreten ist z. B. die Große Brennnessel (*Urtica dioica*). Diese Arten konnten von den Umweltänderungen profitieren, sie sind z. T. gleichzeitig Störzeiger. Auf der anderen Seite gibt es auch „Verlierer“. Hierzu zählen die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und das Rote Straußgras (*Agrostis capillaris*), die an Stetigkeit und Artmächtigkeit abgenommen haben. In der Zusammensetzung der Baumschicht haben sich praktisch keine dauerhaften Veränderungen ergeben. Die gemachten Feststellungen gelten wiederum in vergleichbarer Weise für die anderen bislang untersuchten grundwasserfernen Waldtypen.

Birken-Eichenwald

Die Untersuchungen zeigen, dass sich diese Waldgesellschaft stark in Richtung des Buchenwaldes verändert. Diese Veränderungen sind an sich keine neue Erkenntnis und auch nicht auf die Region Diepholz beschränkt: „Für viele Birken-Stieleichenwälder (*Betulo-Quercetum*) lässt sich heute belegen, dass sich gerade unter naturnaher oder ausbleibender Nutzung die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) nach und nach durchsetzen kann.“ (HÄRDTLE et al. 1997). Für die Modellregion Diepholz lässt sich anhand

der Untersuchungen zeigen, dass die Feuchte- (F) und Stickstoffzahl (N) der Pflanzenarten in der Bodenvegetation in der Tat signifikant zu-, die gewogene Lichtzahl (L) dagegen geringfügig abnimmt. Sowohl in der Baum- als auch in der Strauchschicht haben die waldbaulich und naturschutzfachlich problematische, aus Nordamerika in Deutschland eingebürgerte Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) und die heimische Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in der Baumschicht an Boden gewonnen. Die sukzessionale Entwicklung zum Buchenwald hat sichtbar begonnen. „Verlierer“ sind neben dem Heidekraut (*Calluna vulgaris*) zahlreiche konkurrenzschwache, lichtbedürftige Gräser wie Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*) und Dreizahn (*Danthonia decumbens*). Insgesamt kommt es zu einem drastischen Rückgang der mittleren Artenzahl (von 22 auf 15).

Erlenbruchwald

In den Erlenbruchwäldern der Modellregion Diepholz gibt es ebenfalls markante Verschiebungen in der Vegetationszusammensetzung. Typische (Kenn-) Arten des Erlenbruchwaldes wie Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Wassermintze (*Mentha aquatica*), Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*) oder Sumpf-Reitgras (*Calamagrostis canescens*) gehen deutlich zurück. Dieser Rückgang hinsichtlich der (Boden-) Feuchte anspruchsvoller, aber auch relativ lichtbedürftiger Gefäßpflanzenarten deutet auf eine Verschlechterung der hydrologischen Bedingungen sowie einen stärkeren Kronenschluss hin.

Werden intakte Erlenbruchwälder entwässert, ändert sich die Pflanzengesellschaft und es treten vermehrt Weiserpflanzen für diese Degradation der Standorte auf. Diese sind vor allem die Himbeere (*Rubus idaeus*) und auch der Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*; vgl. DÖRING-MEDERAKE 1991). Diese Pflanzen waren in vielen der untersuchten Flächen bereits vor zwei Dekaden vorhanden und weisen auf schon damals stattfindende Entwässerungsmaßnahmen hin. Inzwischen hat eine weitere merkliche Degradation stattgefunden, die offensichtlich auf die anhaltende Entwässerung in der landwirtschaftlichen Umgebung zurückzuführen ist. Da Erlenbruchwälder in Niedersachsen selten und nur in bestimmten Naturräumen vorkommen, werden sie gemäß der eigenen Vorgaben der Niedersächsischen Landesforsten grundsätzlich nicht gekalkt. Auffällig ist, dass nur etwa die Hälfte der untersuchten Bestände der Kategorie „historisch alte Waldstandorte“ zuzurechnen ist. Kiefernwälder

Innerhalb der niedersächsischen Kiefernwälder können in Abhängigkeit der Nährstoffverfügbarkeit auf ihren Standorten drei Vegetationstypen unterschieden werden (HEINKEN 1995): Die auf nährstoffarmen Böden wachsenden

Flechten-Kiefernwälder (*Cladonio-Pinetum*), die Weißmoos-Kiefernwälder (*Leucobryo-Pinetum*) sowie die auf vergleichsweise besseren Böden wachsenden Drahtschmielen-Kiefernwälder (*Avenella flexuosa-Pinus sylvestris*-Gesellschaft). Wegen der zu geringen Stichprobenzahl mussten die Vegetationsdaten dieser drei Vegetationstypen jedoch aus den Modellregionen Diepholz und Uelzen zusammengefasst und gemeinsam analysiert werden.

Die Analyse dieser Aufnahmen zeigt deutliche Veränderungen der Bodenvegetation in den dortigen Kiefernwäldern. Insbesondere sind die ehemals zahlreich vorhandenen Strauchflechten (*Cladonia*-Arten) verschwunden. Dies betrifft insbesondere die Kiefernwälder auf nährstoffarmen Standorten (*Cladonio-Pinetum*), für die diese Flechten typisch sind. Die Veränderung dieser Wälder ist jedoch nicht allein hier in Niedersachsen, sondern an vielen Stellen in Deutschland zu beobachten. Auf die sich daraus ergebende hohe Schutzbedürftigkeit des *Cladonio-Pinetums* wird in zahlreichen Untersuchungen verwiesen (z. B. FISCHER et al. 2014, SCHMIDT et al. 2008).

Für alle drei Vegetationstypen gemeinsam gilt: Licht- und feuchtebedürftige Pflanzenarten haben signifikant abgenommen. Dafür nehmen sogenannte „Stickstoffzeiger“ zu, was einerseits durch den Eintrag von Stickstoff aus der Luft, andererseits durch eine in solchen Kiefernbeständen nach zurückliegenden Bodendegradationen, z. B. durch Streunutzung, wieder zunehmende Humusakkumulation erklärt werden kann. Diese Beobachtungen stehen in guter Übereinstimmung mit entsprechenden Beobachtungen von REINECKE et al. (2011, 2014) in den Sand-Kiefernwäldern des Unterspreewaldes. Bei der Betrachtung einzelner Arten ergeben sich deutliche Zugewinne u. a. für die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*), den Rankenden Lerchensporn (*Ceratocarpus claviculata*) und die Himbeere (*Rubus idaeus*). Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Besenheide (*Calluna vulgaris*) sind neben den Strauchflechten und dem Weißmoos (*Leucobryum glaucum*) die hauptsächlichen Verlierer. Dazu nehmen weitere konkurrenzschwache, lichtbedürftige Arten wie Schafschwingel (*Festuca ovina*) und Kleiner Sauerampfer (*Rumex acetosella*) erkennbar ab.

Wertschöpfung

Auch wenn die finanziellen Erträge aus sogenannten Nebennutzungen in norddeutschen Forstbetrieben heutzutage bis zu 30 % betragen können (vgl. MÖHRING und WILHELM 2014), erwirtschaften diese ihr hauptsächliches Einkommen (erwartungsgemäß) durch die Nutzung von Holz. Dabei hat, unabhängig von der jeweiligen Wertschätzung bestimmter Baumarten am Markt und der

daraus zu gewinnenden Holzsortimente die nutzbare Volumenleistung der Wälder den entscheidenden Einfluss auf die jeweilige Höhe des (forst-)betrieblichen Einkommens.

Das Nutzungsvolumen in der Modellregion Diepholz beträgt im Mittel über alle Baumartengruppen und Entwicklungspfade 3,8 Erntefestmeter (Efm) je Hektar und Jahr (siehe Abbildung 20). Diese im Vergleich eher bescheidenen Werte sind wesentlich durch die aktuelle Altersklassenverteilung (siehe Abbildung 14) sowie den erheblichen zukünftigen Vorratsaufbau (siehe Abbildung 11), insbesondere bei Umsetzung der Entwicklungspfade „Referenz“ und „Biodiversität“ bedingt.

Am durchschnittlichen Nutzungsvolumen hat derzeit die Baumartengruppe Kiefer mit gut 25 % den höchsten Anteil, gefolgt von anderem Laubholz mit niedriger Umtriebszeit (ALn: 17 % inkl. Birke) sowie den Baumartengruppen Eiche, Fichte und Buche. Nadelholz stockt auf etwa einem Drittel der Fläche und zeichnet für knapp 60 % der Nutzungen verantwortlich. Der relativ hohe Anteil der Baumartengruppe ALn ist überwiegend mit dem aktuell hohen Flächenanteil (35 %) der Birke zu erklären. Der Flächenanteil der Birke nimmt in allen Entwicklungspfaden zwar stetig ab, ihr Anteil am Einschlag bleibt jedoch bis zum Ende der Simulationsperiode auf hohem Niveau. Bezüglich seines Flächenanteils ist der Beitrag des ALn zum Einschlag zunächst deutlich unterproportional, dies „normalisiert“ sich in dieser Hinsicht jedoch im Zuge verstärkter (End-) Nutzung zum Ende des Betrachtungszeitraumes im Jahr 2070.

Betrachtet man die Entwicklungspfade, zeigen alle in der näheren Zukunft (2020) einen deutlichen Nutzungsrückgang gegenüber heute. Danach werden die Einschlagsmengen in allen Entwicklungspfaden deutlich angehoben

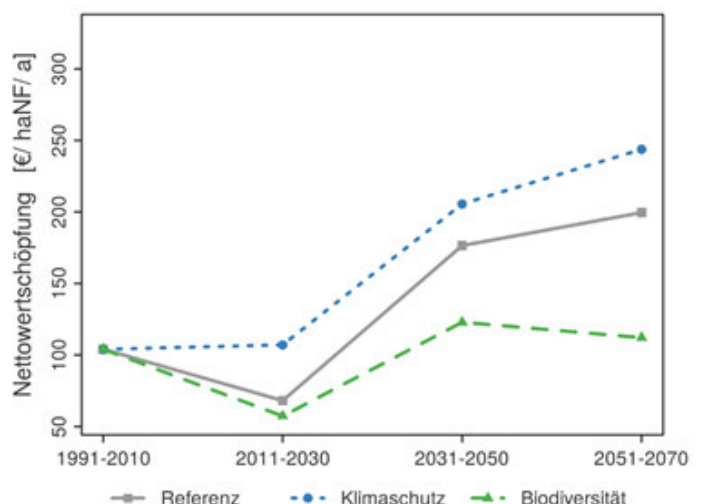


Abbildung 19: Entwicklung der forstwirtschaftlichen Nettowertschöpfung (NF = Nutzfläche).

und übersteigen, mit Ausnahme des Entwicklungspfades Biodiversität, die aktuellen Nutzungen. Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den drei Bewirtschaftungsvarianten. So übersteigt der Einschlag im Klimaschutzszenario jenen im Biodiversitätsszenario zum Ende des Berechnungszeitraumes um 85 %!

Die im Rahmen des Entwicklungspfades „Biodiversität“ gewünschte Erhöhung des durchschnittlichen Vorrates in den Wäldern (siehe Abbildung 11) bei gleichzeitiger Steigerung des Durchschnittsalters der Bestände sowie der Totholzvorräte lässt sich nur mit einem deutlichen Nutzungsverzicht gegenüber der bisher üblichen Wirtschaftsweise erreichen. Dieser Nutzungsverzicht bewirkt ein entsprechend geringeres Arbeitsvolumen und ebenso eine geringere Nettowertschöpfung in der Region Diepholz (Abbildung 19).

Die Nettowertschöpfung (als sektorale Leistung zur Deckung von Löhnen und Gehältern, Unternehmereinkommen, Kapital-, Flächen- und Risikokosten, sowie Betriebsgewinnen) wird in naher Zukunft in den Szenarien „Referenz“ und „Biodiversität“ deutlich, d. h. hier auf 68 €

bzw. 57 €/ha und Jahr reduziert. Ein konsequentes Wirtschaften gemäß den unterstellten Szenario-Annahmen brächte Forstbetriebe ohne finanziellen Ausgleich durchaus in Schwierigkeiten.

Für den Zeitraum ab etwa dem Jahr 2035 bis zum Jahr 2070 lassen die simulierten Entwicklungspfade „Referenz“ und „Klimaschutz“ bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes einen deutlichen Anstieg von Arbeitsvolumen und Nettowertschöpfung erwarten; im Biodiversitätsszenario erreichen diese Größen nach dem anfänglich sehr deutlichen Einbruch zumindest wieder das derzeitige Ausgangsniveau.

Die Berechnungen zeigen insgesamt, dass die Forstbetriebe insbesondere in der nahen Zukunft vor besondere Herausforderungen gestellt sind. Unter den gewählten Entwicklungspfaden führt einzig das Klimaschutzszenario zu einem weitgehenden Erhalt von Arbeitsvolumen und Nettowertschöpfung in der Region. Konsequente Umsetzung insbesondere des Pfades „Biodiversität“ würde hingegen ohne deutlichen monetären Ausgleich die Betriebe der Region langfristig vor existenzielle Probleme stellen.

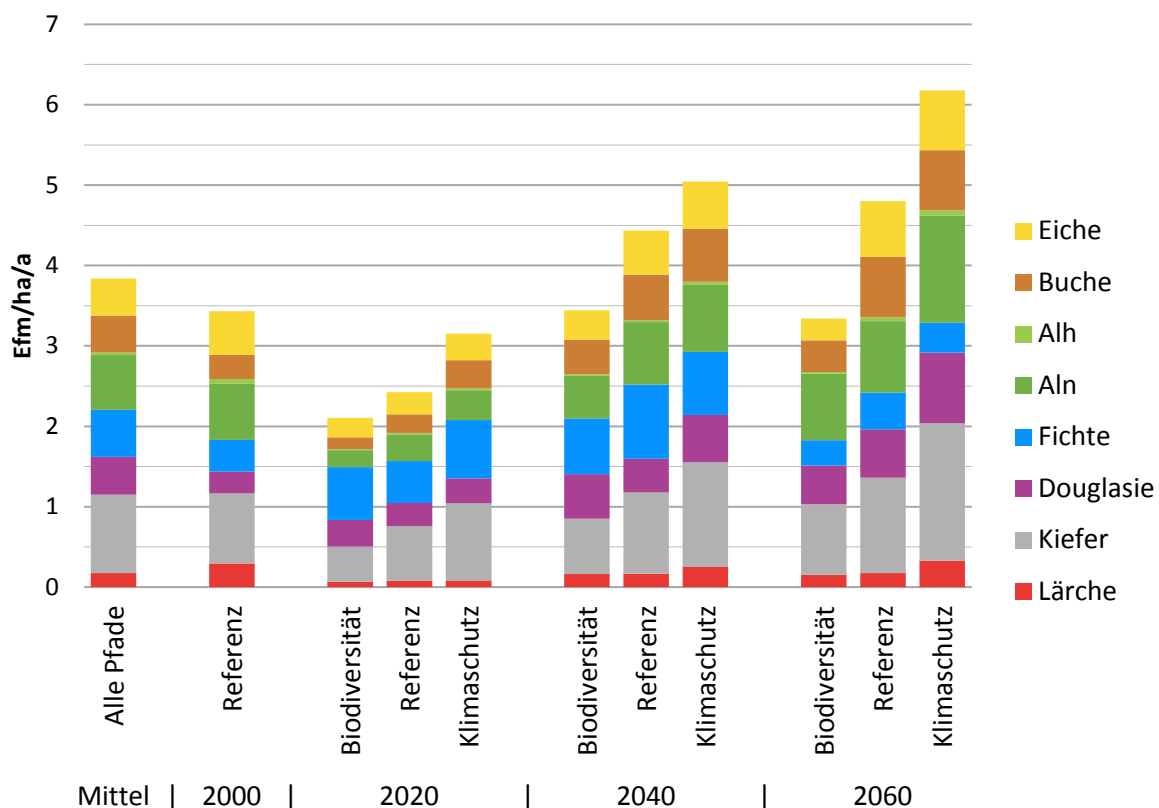


Abbildung 20: Durchschnittliches Nutzungsvolumen im forstlichen Modellbetrieb zur Mitte der Perioden.

4.4 Landwirtschaft

Der aktuelle Zustand

Knapp drei Viertel der Flächen der Modellregion Diepholz werden landwirtschaftlich genutzt. Es dominieren der Ackerbau und die Viehhaltung. Im Referenzjahr 2010 wurden in der Modellregion Diepholz 97.407 Rinder, davon 22.122 Kälber und 29.978 Milchkühe, sowie 568.264 Schweine gehalten (STATISTISCHES BUNDESAMT 2010). Der Landkreis Diepholz ist aufgrund der im Vergleich zu den anderen Modellregionen relativ hohen Viehdichte unmittelbar von potentiellen Restriktionen zur Erreichung von Klimaschutzziele betroffen.

Die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft

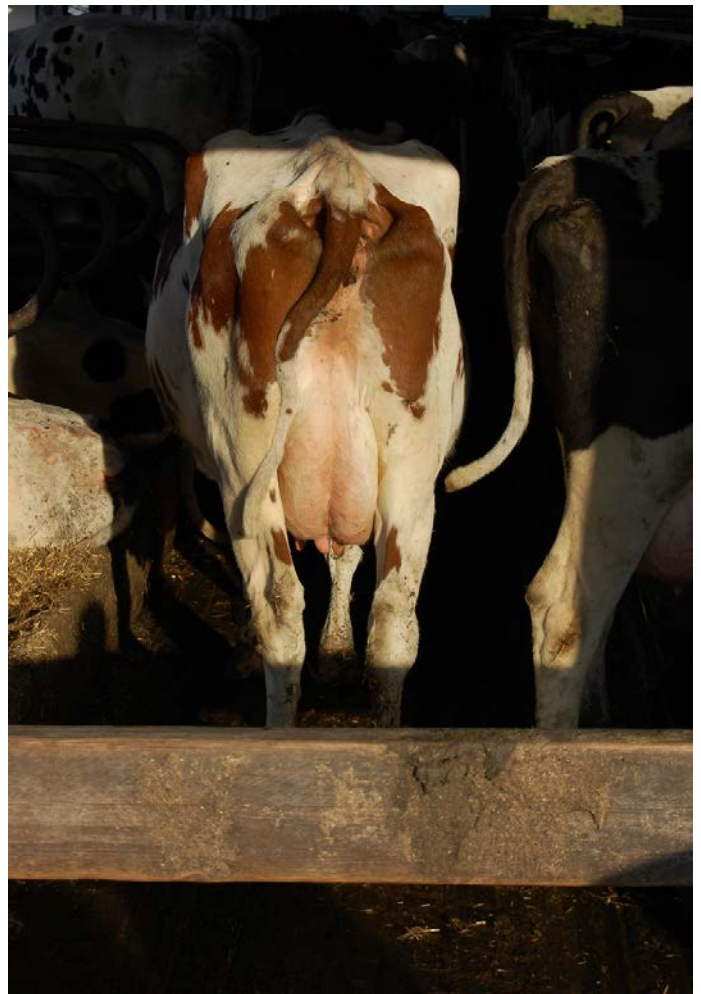
Die Veränderungen der Fruchtartenzusammensetzung in der Modellregion Diepholz sind die Ergebnisse ökonomischer Modellrechnungen mit dem Modell MODAM (ZANDER und KÄCHELE 1999, Abbildung 22). Das Modell wählt jeweils die wirtschaftlichste Lösung unter den aus den Entwicklungspfaden abgeleiteten Rahmenbedingungen. Die in der Modellierung berücksichtigten Früchte sind alle relevanten Getreidearten wie Winterweizen, Winterroggen, Wintergerste, Wintertriticale und Sommergerste, weiterhin Winterraps, Kartoffeln, Zuckerrüben, Silomais, Ackergras und Lupine sowie das Dauergrünland.

Für die Betrachtung der Naturalerträge (Ernteprodukte) wurden Acker- und Grünlanderträge zusammengefasst. Es handelt sich bei den vorgestellten Ergebnissen somit um das flächengewichtete Mittel der jeweiligen Ackerkulturen und des Grünlands in der Region Diepholz. Die berechnete Ertragsentwicklung ist mit Unsicherheiten behaftet. Sie zeigt aber, dass in der Modellregion Diepholz auch in Zukunft Erträge zumindest auf heutigem Niveau und auch darüber hinaus möglich sind.

Referenz

Innerhalb des Projektes NaLaMa-nT weist die Modellregion Diepholz mit 14 % den höchsten Flächenanteil an Silomais im berechneten Anbauspektrum ackerbaulicher Kulturen auf (siehe Abbildung 22). Der Getreide- und Rapsanteil beläuft sich auf über 70 %, die Kartoffel- und Zuckerrübenflächen liegen bei ca. 10 %. Der Maisanteil steigt von 14 % in der ersten Periode auf über 20 % in der zweiten Zeitscheibe und bleibt dann konstant.

Durch Wegfall der Quotenregelung bei Zuckerrübe steigt deren Anteil von derzeit 13 auf 31 % in der zweiten Periode und bleibt dann konstant. Die Kartoffelfläche bleibt konstant. Dementsprechend fällt der Getreide- und



Milchkühe im Laufstall (Bild: Georg Leefken, NW-FVA).

Rapsanteil von 73 % in der ersten auf 50 % in der zweiten Periode und bleibt dann konstant.

Die Masse der Ernteprodukte in der Region Diepholz beläuft sich zu Beginn des Betrachtungszeitraumes auf 8,6 t Trockenmasse (TM) je Hektar und Jahr (siehe Abbildung 21; Deutschland: 6,2 t_{TM}/ha/a).

Die mittleren Erträge des Ackerlandes sind etwas geringer (8,5 t_{TM}/ha/a). Den höchsten Ertrag erzielt hier der Silomais (16,5 t_{TM}/ha/a), den geringsten Winterraps (2,9 t_{TM}/ha/a). Die Masse der Ernteprodukte steigt im Verlauf des Betrachtungszeitraumes bei Fortführung der bisherigen Bewirtschaftung nach einem etwas stärkeren Sprung durch Ausdehnung des Zuckerrübenanbaus bis 2020 von rund 8,6 t_{TM}/ha/a auf 11,7 t_{TM}/ha/a, dann weiter linear auf 14,6 t_{TM}/ha/a an. Hierzu trägt das Ackerland mit zuletzt durchschnittlich 15,1 t_{TM}/ha/a überproportional bei.

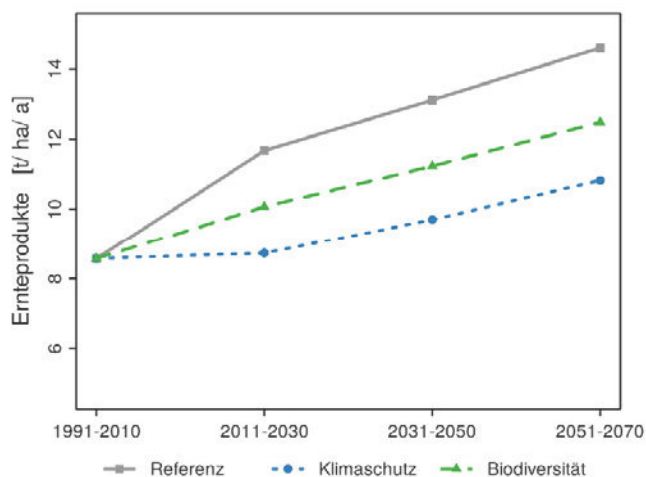


Abbildung 21: Entwicklung der Menge der Ernteprodukte (Acker- und Grünland).

Biodiversität

Beim Biodiversitätspfad wurden im Rahmen der Modellierung 10 % der Acker- und Grünlandflächen als „ökologische Vorrangflächen“ mit extensiver Bewirtschaftung ausgewiesen. Entsprechend wird die Anbaufläche an Getreide und Raps Getreide und Raps reduziert (siehe Abbildung 22). Die Menge der insgesamt produzierten Ernteprodukte steigt zwar in der Zukunft gleichmäßig an, sie ist aber gegenüber den Erträgen der Referenzbewirtschaftung reduziert. So werden zum Ende des Betrachtungszeitraumes jährlich nur 12,5 t_{TM}/ha produziert. Dies entspricht 86 % der Erträge der Referenzbewirtschaftung.

Klimaschutz

Der Klimaschutzpfad unterstellt, dass auf 20 % der Ackerfläche Luzerne angebaut wird, um damit Luftstickstoff im Boden zu binden und so die notwendige Menge an Mineraldünger, bei dessen Herstellung das Treibhausgas Kohlendioxid freigesetzt wird, zu reduzieren. Weiterhin werden bei diesem Entwicklungspfad nasse und stark humose Ackerflächen in extensives Dauergrünland umgewandelt. Dies verringert die Anbauanteile von Getreide und Raps um 10 % und die von Silomais und Gras um 6 bis 9 %. Die Ertragsentwicklung ist bei Umsetzung einer solchen klimaschützenden Wirtschaftsweise jener der Referenzbewirtschaftung unterlegen und weist ein geringeres Endniveau (74 %) auf.

Pflanzenschutz

Ein wirtschaftlich wichtiger und auch naturschutzrelevanter Faktor ist die Behandlung von landwirtschaftlichen Flächen mit Pflanzenschutzmitteln (PSM) zum Schutz vor und zur Bekämpfung von Schädlingen, Unkräutern und Kalamitäten. Die Intensität dieser Behandlung wird mit dem sogenannten *Behandlungsindex* (BI) ausgedrückt, welcher die Anzahl von PSM-Anwendungen auf einer Fläche unter Berücksichtigung der Aufwandmengen (im Verhältnis zur zugelassenen Aufwandmenge) und Teilflächenbehandlungen abbildet. Wird eine Ackerfläche im Laufe des Jahres mit fünf verschiedenen (auch in Kombination) PSM in der jeweils zulässigen Aufwandmenge und -konzentration auf ganzer Fläche einmal behandelt, so weist diese Vorgehensweise einen Behandlungsindex von 5,0 auf. Genauso wird dieser Wert erreicht, wenn die Fläche mit dem gleichen Pflanzenschutzmittel fünfmal auf ganzer Fläche jeweils mit der maximal zugelassenen Aufwandmenge behandelt wird.

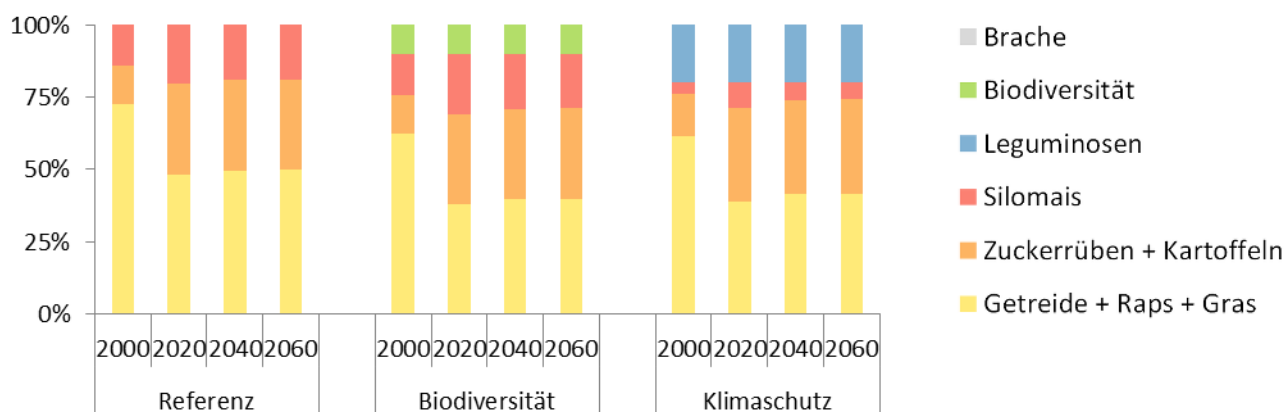


Abbildung 22: Veränderungen des berechneten Anbauspektrums gängiger Ackerkulturen in der Modellregion Diepholz. Angaben jeweils für die Mitte der Perioden (2010 = „Status quo“)

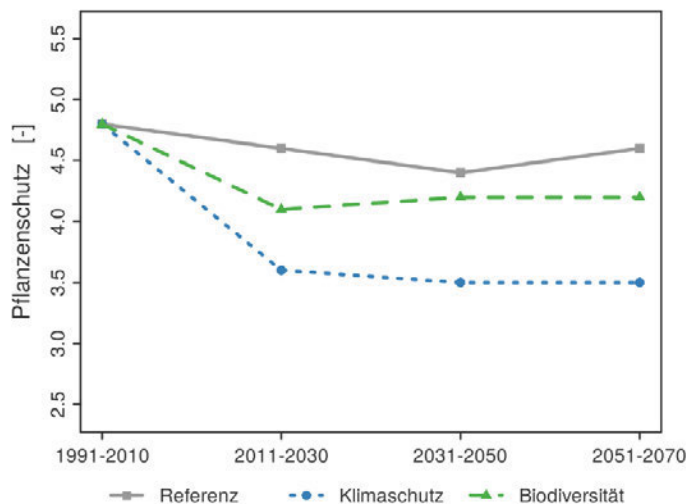


Abbildung 23: Entwicklung des Pflanzenschutz-Behandlungsindex.

Angestrebt wird sowohl aus wirtschaftlicher als auch naturschutzfachlicher Sicht ein möglichst geringer Behandlungsindex.

Auf der Grundlage der bereits dargestellten berechneten Entwicklung des Anbauspektrums landwirtschaftlicher Kulturen in der Modellregion Diepholz bis zum Jahr 2070 zeigt sich - abhängig von den jeweils eingeschlagenen Entwicklungspfaden - eine Abnahme des Behandlungsindex und damit des chemischen Pflanzenschutzaufwandes (siehe Abbildung 23).

Bei Fortführung der bisherigen Bewirtschaftung sinkt das vergleichsweise hohe Ausgangsniveau des Behandlungsindex ($BI = 4,8$; bei derzeit gängigen Kulturen und technischen Stand kann von einem Maximalwert von 8,0 ausgegangen werden) über den Betrachtungszeitraum hinweg nur gering auf einen Wert von zuletzt 4,6 ab. Im Entwicklungspfad „Biodiversität“ erfolgt diese Abnahme mit 0,6 Einheiten etwas deutlicher. Am deutlichsten wird die Pflanzenschutzintensität bei einer Bewirtschaftung der Flächen nach den Vorgaben des Entwicklungspfades „Klimaschutz“ reduziert: Hier fällt der Wert von 4,8 auf 3,5.

Die ermittelten Werte für den Indikator Pflanzenschutz sind im Referenzzeitraum in allen Regionen etwas geringer als die statistischen Mittelwerte des Vergleichsbetriebsnetzes Pflanzenschutz (FREIER et al. 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015). Es wird angenommen, dass diese Abweichungen durch die höhere Aggregations-ebene von Regionen des Vergleichsbetriebsnetzes Pflanzenschutz verursacht werden.

Stoffhaushalt

Stickstoff-Saldo

Für die landwirtschaftlichen Flächen wurde der Stickstoff-Saldo mit dem Modell REPRO (HÜLSBERGEN und DIEPENBROCK 1997) ermittelt. Die Bewertung der landwirtschaftlichen Stickstoff-Salden erfolgte nach CHRISTEN et al. (2009). Dabei wird angenommen, dass die Pflanzenbestände den mit der Düngung und mit den Einträgen aus der Luft zugeführten Stickstoff auch unter günstigsten Umständen nicht vollständig aufnehmen können und somit die Äcker systematisch „überdüngt“ werden. Hierdurch lassen sich Stickstoff-Verluste nie in Gänze vermeiden. Bei einem Austrag bis zu einer Höhe von 50 kg N je Hektar und Jahr werden aber keine gravierenden ökologischen Schäden erwartet. Die Salden der Entwicklungspfade liegen aber deutlich über dem Optimalbereich zwischen 0 bis 50 kg N/ha/a (siehe Abbildung 24).

Es zeigt sich, dass in der Region Diepholz bei Referenzbewirtschaftung der Stickstoff-Saldo vom aktuell bereits hohen Niveau mit einem Wert von rund 100 kg Stickstoff-Überschuss je Hektar und Jahr in der Zukunft auf über 120 kg je Hektar und Jahr ansteigt. Im Entwicklungspfad „Biodiversität“ sinkt der Stickstoff-Überschuss dagegen auf zuletzt 95 kg leicht ab. Etwas deutlicher erfolgt diese Abnahme im Entwicklungspfad „Klimaschutz“. Hier sinkt der Stickstoff-Saldo auf einen Wert von 86 kg/ha/a ab. Allerdings überschreiten auch diese Mengen die zuvor genannte Grenze des Optimalbereich von 50 kg/ha/a deutlich.

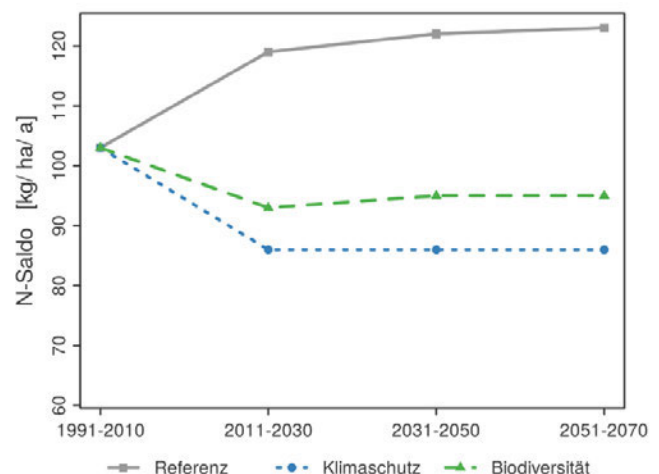


Abbildung 24: Entwicklung des Stickstoff-Saldos in der Landwirtschaft.

Humus-Saldo

Der Humus-Saldo wurde mit der Methode nach VDLUFA (KÖRSCHENS et al. 2004) berechnet. Die zukünftige Entwicklung des Humus-Saldos ist in der Region Diepholz insgesamt positiv, wobei eine Fortsetzung der bisher praktizierten Landwirtschaft - bedingt durch das modellierte Fruchtartenspektrum - zuerst zu einer geringen Humusmobilisierung führt (-72 kg Humus-C/ha/a, siehe Abbildung 25).

Zum Ende des Betrachtungszeitraumes wird jedoch ein leichter Humusaufbau von 63 kg Humus-C/ha/a (Referenzpfad) erwartet. Die Entwicklung des Humus-Saldos im Biodiversitätspfad erfolgt nahezu identisch zum Referenzpfad, allerdings wird in der letzten Periode nur ein Wert von 39 kg Humus-C/ha/a erreicht. Augenscheinlich sind die Auswirkungen des Biodiversitätspfades auf die modellierten Humus-Salden eher gering.

Demgegenüber kommt es bei der Umsetzung des Klimaschutzpfades durch die damit verbundene starke Ausweitung des Luzernenanbaus zu einer deutlichen Erhöhung des Humus-Saldos, der zuletzt +320 kg Humus-C/ha/a beträgt. Positiv wirken sich die Zwischenfrüchte und die Humusreproduktion aus organischen Düngern auf die Humusmehrung aus. Gegenüber der Referenzbewirtschaftung werden somit jährlich rund 250 kg Humus-Kohlenstoff zusätzlich im Boden gebunden, was deutlich über dem empfohlenen Optimum 100 kg-C/ha/a liegt.

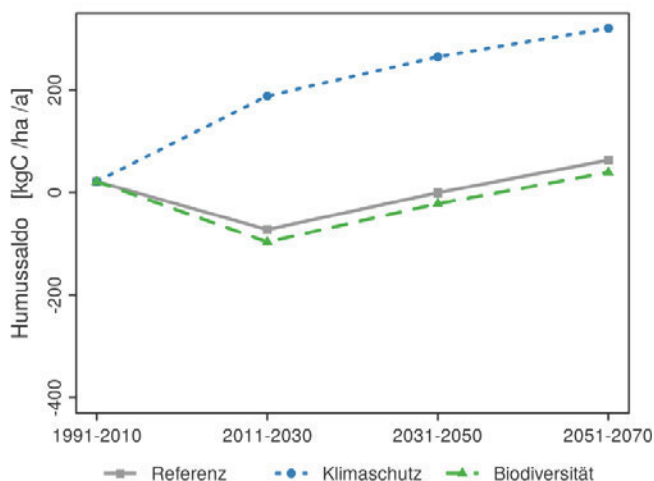


Abbildung 25: Entwicklung des Humus-Saldos in der Landwirtschaft.



Ausbringung von Wirtschaftsdünger (Gülle)
(Bild: Melanie Hoffmann, LK Diepholz).

Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgase (THG), die in der Region aus der landwirtschaftlichen Nutzung freigesetzt werden, stammen aus der ackerbaulichen Nutzung, der Grünlandnutzung und der Tierhaltung. Vereinfachend werden die Treibhausgase Lachgas (N_2O), Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2) in CO_2 -Äquivalente umgerechnet (Treibhaus-Wirkung: $\text{CO}_2 = 1$, $\text{CH}_4 = 25$, $\text{N}_2\text{O} = 298$) und aggregiert.

Die Modellregion Diepholz weist mit aktuell jährlich 4,75 t CO_2 äq/ha die – verglichen mit den übrigen Modellregionen – höchsten Emissionen an Treibhausgasen auf. Dies liegt zum einen an der intensiven Tierhaltung und zum anderen am Humusabbau der entwässerten Moore und der damit verbundenen Freisetzung von CO_2 . Bei einer Fortführung der bisher üblichen ertragsorientierten Landwirtschaft (Referenz) würde sich dieser Wert noch

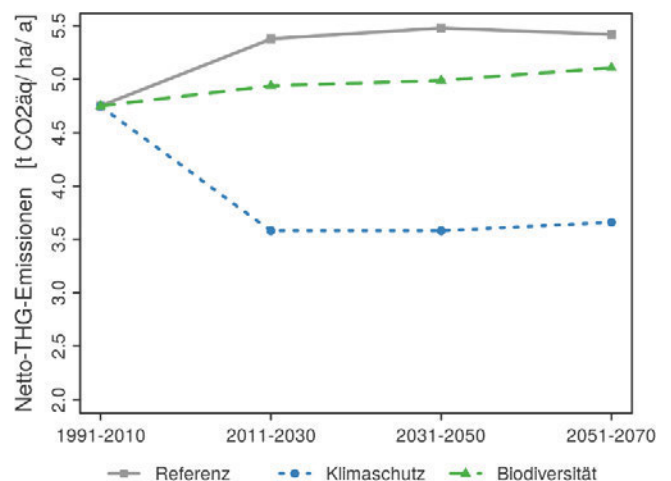


Abbildung 26: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in CO_2 -Äquivalenten aus der Landwirtschaft.

erhöhen und langfristig bei rund 5,4 t CO₂äq einpendeln (siehe Abbildung 26).

Demgegenüber werden bei einer Bewirtschaftung unter stärkerer Beachtung naturschutzfachlicher Ziele im Rahmen des Biodiversitätspfades weniger Treibhausgase ausgestoßen. Letztlich werden hier zum Ende des Betrachtungszeitraumes dennoch rund 5,1 t CO₂äq freigesetzt.

Deutlich geringere Treibhausgasemissionen werden nur mit einer Flächenbewirtschaftung nach den Vorgaben des Klimaschutzpfades erreicht. Insbesondere der verringerte Einsatz von Stickstoff-Mineraldünger durch den Anbau von Luzerne auf einem Fünftel der Ackerfläche sowie die Wiedervernässung humusreicher und feuchter Standorte reduziert dabei die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2070 um gut eine Tonne auf 3,7 t CO₂äq.

Naturschutz

Erste Hinweise auf die Auswirkungen einer Änderung der landwirtschaftlichen (oder forstwirtschaftlichen) Flächennutzung in einer Region auf die Biodiversität lassen sich am Zustand und den Veränderungen der Landschaftsdiversität sowie an den Mischungsverhältnissen der Ackerkulturen (Baumarten) ablesen. Beide Aspekte können z. B. mit dem Simpson-Index zahlenmäßig beschrieben werden. Dieser Index gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit an zwei zufällig gewählten Punkten nicht die gleiche Pflanzenart bzw. dieselbe Form der Flächennutzung (z. B. Acker- oder Grünland) anzutreffen ist.

Als Datengrundlage für diese Bewertungen wurde neben den Ergebnissen der Fruchtartenmodellierung die Landschaftsbeschreibung des CORINE-Projektes (CORINE LAND

COVER 2006) verwendet. Die Ergebnisse der Indexberechnungen (siehe Abbildung 27) zeigen, dass innerhalb des Betrachtungszeitraumes sowohl hinsichtlich der (Fruchtarten-) Mischungsverhältnisse als auch der Landschaftsdiversität kaum Änderungen zu erkennen sind. Lediglich die Ausdehnung des Anteils extensiv genutzten Grünlandes im Rahmen des Klimaschutzpfades führt hier zu einer dauerhaften Anhebung der Landschaftsdiversität.

Wertschöpfung

Die Region Diepholz weist innerhalb der Projektregionen das zweithöchste Einkommensniveau der landwirtschaftlich Beschäftigten auf. Bis 2070 sinken die Einkommen in reinen Ackerbaubetrieben jedoch, während sie in Betrieben mit Schweinehaltung steigen. Die Einkommen der Milchviehbetriebe stagnieren im Betrachtungszeitraum. Die durchschnittliche Nettowertschöpfung bei Fortführung der bisher üblichen Wirtschaftsweise (Referenzpfad) erhöht sich nach den durchgeführten Berechnungen in der näheren Zukunft von derzeit rund 850 € auf ca. 1080 €/ha/a (siehe Abbildung 28).

Danach verbleibt die Nettowertschöpfung auf diesem Niveau bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Die Umsetzung einer Landwirtschaft im Rahmen des Biodiversitätsszenario reduziert das durchschnittliche betriebliche Einkommen nur leicht, während das Klimaszenario deutlichere Einkommensverluste in Höhe von 150 bis 170 € je Hektar Ackerfläche und Jahr in der Region verursacht. Dabei wird in allen Szenarien ein gleich hohes Niveau an Direktzahlungen angenommen.

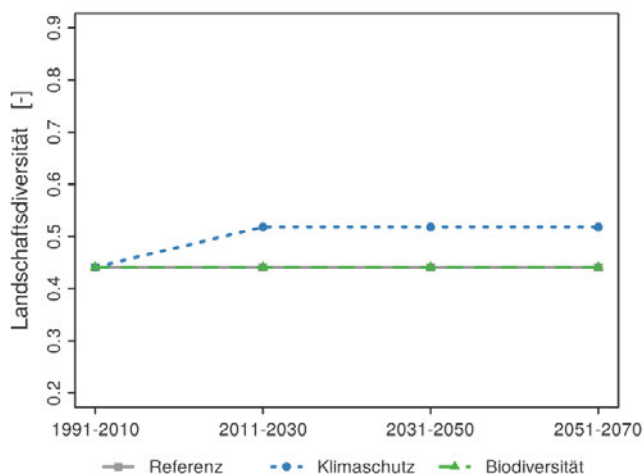


Abbildung 27: Entwicklung der Landschaftsdiversität.

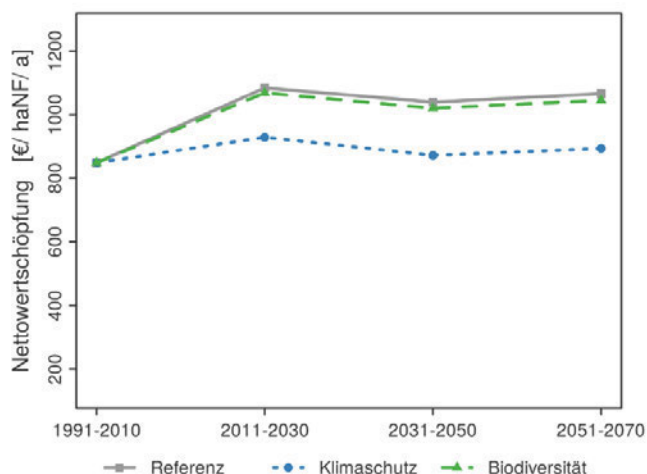


Abbildung 28: Entwicklung der landwirtschaftlichen Nettowertschöpfung (NF = Nutzfläche).

5 Politische Instrumente

5.1 Einschätzung des regionalen Leitbildes vor dem Hintergrund der politischen Rahmenbedingungen

Die Akteure der Modellregion Diepholz legen in den formulierten Leitbildern Wert auf eine nachhaltige Landnutzung, welche die Ansprüche von Ökologie und Ökonomie miteinander verbindet und ausgleicht. Zwischen Land-, Forst-, Wasserwirtschaft und Naturschutz sollen Synergien entstehen, die zu Vorteilen für alle Landnutzer führen.

Die Leitbilder machen deutlich, dass sich die an der Leitbildentwicklung beteiligten regionalen Akteure grundsätzlich an der Idee einer nachhaltigen ländlichen Entwicklung orientieren. Insgesamt präsentieren die Leitbilder einen integrativen Ansatz, der neben allgemeineren Zielen hinsichtlich einer nachhaltigen Landnutzung durch das Erhalten von Flächen für land- und forstwirtschaftliche Nutzung auch speziellere, aus den regionalen Gegebenheiten resultierende, stark ökologisch geprägte Ziele formuliert: Dazu gehören insbesondere Moorschutzaktivitäten oder ein nachhaltiger Wasserschutz, der die Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie erfüllt. Gerade die Betonung des Moorschutzes ist aufgrund der Bedeutung der Region als wichtiger Moorstandort zu verstehen. Zudem stellen Moorschutzaktivitäten wie Wiedervernässung im Allgemeinen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz dar.

Die Analyse der europäischen und nationalen übergeordneten politischen Rahmenbedingungen zeigt, dass die Landnutzungspolitik stark sektoral und ökonomisch geprägt ist. Die übergeordneten politischen Rahmenbedingungen können daher nur fördernd in einzelnen Bereichen der formulierten Leitbilder wirken. Dies betrifft insbesondere die ökonomischen Aspekte von Land- und Forstwirtschaft. Die weitergehenden integrativen Ziele werden allerdings derzeit nur schwach von den herrschenden politischen Rahmenbedingungen unterstützt.

5.2 Mögliche politische Anknüpfungspunkte für die Umsetzung des regionalen Leitbildes

Die politische Strategie für die Region Diepholz kann nicht in dem Versuch bestehen, alle Inhalte der Leitbilder „auf einmal“ umzusetzen, oder darauf zu hoffen, dass irgendwann politische Instrumente „von oben“ geschaffen werden, mit denen sich das Leitbild verwirklichen lässt. Dazu bestehen zwischen den einzelnen Leitsätzen, die die Leitbilder unterfüttern, zu große Widersprüche, die durch



Torfabbau im Großen Moor bei Barnstorf
(Bild: Melanie Hoffmann, LK Diepholz).

unterschiedliche politische Instrumente verringert werden können. Zudem gibt es Leitsätze, die sich bereits im Rahmen der herrschenden politischen Rahmenbedingungen umsetzen lassen, z. B. die Waldentwicklung in der Region Diepholz am niedersächsischen LÖWE-Programm zu orientieren.

Schwieriger wird es, diejenigen Leitsätze umzusetzen, die eine stärker integrativ ausgerichtete nachhaltige ländliche Entwicklung beschreiben. Diese betonen zumeist Synergien und integrierte Strategien unter Kooperation aller relevanten Akteure und nennen besondere Ziele wie z. B. die Wiedervernässung von Moorflächen. Bei diesen ganz konkreten regionalen politischen Zielen kann nicht erwartet werden, dass sie im Rahmen der übergeordneten politischen Rahmenbedingungen selbstverständlich umgesetzt werden können. Dazu werden stark regional ausgerichtete, an Politikintegration orientierte Strategien bislang nicht entsprechend gefördert. Ein Ansatz der Region sollte folglich darin bestehen, integrative Leitsätze durch solche politischen Programme voranzubringen, die bereits einen entsprechenden integrativen Anspruch besitzen und diesen durch konkrete Instrumente (z. B. finanzielle Förderung) auch umsetzen. Dabei ist zu bedenken, dass die im Leitbild geforderte, sektorenübergreifende, integrierte Regionalpolitik der vertikalen und horizontalen Staatsorganisation zuwiderläuft. Sie kann weniger umfassend, sondern häufig nur über themenbezogene „Sonderprogramme“ oder einzelne, spezielle Politiken umgesetzt werden, die parallel existieren und der eigentlich nach wie vor existierenden Sektoralpolitik nicht grundsätzlich widersprechen. Die erfolgversprechendste Strategie für die Region könnte also lauten, diejenigen Leitsätze auszuwählen, die zuerst umgesetzt werden sollen (Priorisierung) und entsprechende

politische Sonderprogramme zu suchen, deren Ausrichtung diese speziellen Leitsätze besonders unterstützen.

Dabei könnten die seit langem als aussichtsreiche Strategie zur Erreichung einer intersektoralen, an Nachhaltigkeitszielen orientierte Regionalentwicklung angewendeten sogenannten Regional-Governance-Programme wichtige Anknüpfungspunkte für die Verwirklichung der regionalen Leitsätze bieten. Wichtige Elemente einer solchen, an Regional-Governance-Prinzipien ausgerichteten ländlichen Entwicklungspolitik sind (BMEL 2014: 6 ff., BÖCHER 2016, BÖCHER 2008, BÖCHER et al. 2008):

- Partizipation aller relevanten Akteure einer ländlichen Region an der Entscheidung über regionale Entwicklungsschritte,
- Aufbau eines regionalen Dialog- und Entscheidungsforums in Form regionaler Partnerschaften, die Entscheidungskompetenzen für die einzuschlagenden Entwicklungsschritte besitzen,
- Aufbau von akteurs- und sektorübergreifenden Kooperationen und Netzwerken,
- dauerhafte Einrichtung eines Regionalmanagements als wichtiger Steuerungs- und Organisationsakteur der ländlichen Entwicklung.

Konzepte einer integrierten ländlichen Entwicklung werten die Ebene der ländlichen Region auf, indem ihre Akteure, Probleme und Potenziale als Ausgangspunkt dienen und regionale Akteure im ländlichen Raum selbstständig an „ihrer Regionalentwicklung“ teilhaben und diese mitbestimmen sollen. Nichtsdestotrotz benötigt an

Regional Governance orientierte integrierte ländliche Entwicklung nach wie vor die politische Unterstützung „von oben“ – Regional Governance stellt insofern einen regionalpolitischen Koordinationsmechanismus dar, der Formen von „Government“ und „Governance“ beinhaltet.

Regional Governance wird durch einzelne politische Programme unterstützt, z. B. durch die EU, den Bund oder auch die Länder. So stellt die Bundesregierung seit 2015 jährlich ca. 10 Mio. Euro für das „Bundesprogramm Ländliche Entwicklung“ bereit, mit dessen Hilfe u. a. Modellvorhaben und Wettbewerbe hinsichtlich der Entwicklung ländlicher Regionen initiiert werden sollen. Innerhalb der „Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz“ (GAK) existiert der Fördergrundsatz „Integrierte ländliche Entwicklung“ (ILE, siehe Tabelle 4), der sieben förderfähige Maßnahmen umfasst, die sich einer integrierten ländlichen Entwicklung im Sinne von Regional Governance zuordnen lassen (BMEL 2014, S. 9):

Ländliche Regionen können hier für verschiedene Maßnahmen Fördermittel erhalten, um die ländliche Entwicklung im Sinne von Regional Governance zu fördern. Der Fördergrundsatz „Integrierte ländliche Entwicklung“ wurde erstmals 2005 in die GAK eingeführt, die genannten Maßnahmen sind auch im neuen GAK-Rahmenplan 2015-2018 ein fester Bestandteil. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass mit den Fördergrundsätzen auch die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme gefördert wird (BMEL 2014), ein Ziel, das die Region Diepholz in ihren Leitsätzen formuliert.

Tabelle 4: Fördermaßnahmen der GAK im Bereich der integrierten ländlichen Entwicklung (BMEL 2014).

Die Fördermaßnahmen der GAK im Bereich integrierte ländliche Entwicklung	
Nicht investive Maßnahmen: Planerische Grundlagen und Prozessbegleitung	Integrierte ländliche Entwicklungskonzepte (ILEK)
	Pläne für die Entwicklung ländlicher Gemeinden
	Regionalmanagement
Investive Maßnahmen: Veränderung und Schaffung von Infrastruktur (Gebäude, Wege, Breitband etc.)	Dorferneuerung und -entwicklung
	dem ländlichen Charakter angepasste Infrastrukturmaßnahmen
	Neuordnung ländlichen Grundbesitzes und Gestaltung des ländlichen Raums
	Breitbandversorgung ländlicher Räume

Eine durchaus Erfolg versprechende Strategie für die Region Diepholz erscheint daher, die an einer integrierten ländlichen Entwicklung orientierten Ziele der Leitbilder im Rahmen einer Regional-Governance-Strategie umzusetzen und dafür konkrete Fördermaßnahmen zu nutzen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Nutzung des Europäischen Landwirtschaftsfonds für den ländlichen Raum (ELER) und hier besonders des LEADER-Programms dar. Diese Förderprogramme sind mit finanziellen Instrumenten unterlegt und haben den Anspruch, intersektorale ländliche Entwicklungsstrategien mit Nachhaltigkeitsanspruch zu fördern. (NAVARRO et al. 2015).

Grundansatz von LEADER ist, dass sogenannte „Lokale Aktionsgruppen (LAG)“ als lose Zusammenschlüsse (Netzwerke) aller für die ländliche Entwicklung relevanter regionaler Akteure (z. B. Land-, Forst-, Wasserwirtschaft, Naturschutz, Handel, Handwerk, Gewerbe, Tourismus, lokale Politik und Verwaltung) unter Einbezug der Zivilgesellschaft im ländlichen Raum gemeinsam spezifische Entwicklungskonzepte erarbeiten und verabschieden, deren Handlungsfelder definieren und über sich daraus ergebende Regionalentwicklungsprojekte entscheiden (BÖCHER 2003). In der EU-Förderperiode 2007-2013 wurden durch LEADER 244 Regionen in Deutschland gefördert. Auch in der aktuellen EU-Förderperiode 2014-2020 spielt LEADER eine wichtige Rolle für die Förderung ländlicher Regionen im Sinne von Regional Governance. Im Unterschied zu der Formulierung eines Leitbildes und von Leitsätzen, die prinzipiell erst einmal unverbindlich bleiben, sind bei LEADER die Formulierung einer regionalen Entwicklungsstrategie und die Umsetzung konkreter einzelner Maßnahmen mit finanzieller Förderung unterlegt. Dies bedeutet, dass einzelne Ziele der Leitsätze im Rahmen regionaler Entwicklungsprojekte umgesetzt werden können. Allerdings müssen dazu auch regionale Kofinanzierungsmittel bereitgestellt werden.

Aktuell in der Förderperiode 2014-2020 besitzt die Projektregion Diepholz räumliche Überschneidungen mit der LEADER-Region 434 „Vechta“ sowie den „ILE“ (in der GAK)-Regionen 221 „Diepholzer Land“ und 445 „Wittlager Land“. Hier gibt es konkrete, in der Region wirkende Förderprogramme einer integrierten ländlichen Entwicklung, in welche einzelne Ziele der regionalen Leitbilder eingespeist werden können. Es sollte versucht werden, in die Umsetzung der ländlichen Entwicklung im Rahmen dieser Programme Maßnahmen einzuspeisen, die der Zielerreichung der Leitsätze dienen.

Eine Besonderheit der Region stellt die Betonung von Moorschutzaktivitäten dar. Will die Region die diesbezüglichen Leitsätze umsetzen, empfiehlt es sich, die entsprechenden thematischen Sonderprogramme zu nutzen.

Hier käme das Bundesförderprogramm „chance.natur“ in Frage, das zum einen Naturschutzgroßprojekte fördert, in dessen Rahmen zum anderen seit 2015 erstmals auch flankierende Maßnahmen zur ländlichen Regionalentwicklung gefördert werden. Die Region hat mit dem „Europäischen Fachzentrum Moor und Klima“ (EFMK), durch frühere, bereits abgeschlossene Naturschutzgroßprojekte sowie durch eine – leider nicht erfolgreiche – Bewerbung beim Bundeswettbewerb idee.natur (einem Wettbewerb im Rahmen von chance.natur, der 2007 stattfand) große Erfahrungen und Potenziale, um die moorbezogenen Leitsätze auch tatsächlich umzusetzen. Will die Region mehr Moorschutz verwirklichen, könnte eine erneute Bewerbung bei chance.natur ins Auge gefasst werden.

Unterstützt werden solche Bestrebungen zudem von der Landespolitik: Die niedersächsische Landesregierung hat 2014 ein neues Konzept für den Schutz der Moore vorgestellt (NDS MUEK 2014) und bereits in ihrem Koalitionsvertrag Moorschutz als wichtige Aufgabe zur klimapolitischen Zielerreichung beschrieben (SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN 2013, S. 82 f.), eine Änderung des niedersächsischen Landesraumordnungsprogramms beschlossen, nach der aus Gründen des Klima- und Naturschutzes gänzlich auf Vorranggebiete für den Torfabbau verzichtet und Alternativen zur Torfnutzung im Gartenbau etabliert werden sollen. Zudem haben die Länder Niedersachsen und Bremen in ihrem gemeinsamen Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum in der Förderperiode 2014-2020 (NDS MELV 2014) koordinierten Moorschutz und Moorentwicklung als förderfähige Maßnahmen ausgewiesen, die einen Beitrag zu Klimaschutz und nachhaltiger Regionalentwicklung leisten sollen (NDS MELV 2014, S. 108). Maßnahmen zur Förderung des Moorschutzes und der Biodiversität können in Niedersachsen in der Förderperiode 2014-2020 aus Mitteln des EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) finanziert werden.

Hier gibt es also derzeit zahlreiche konkrete, politisch wirksame Maßnahmen im Rahmen von Sonderprogrammen, die die Region zur Umsetzung ihrer Leitsätze nutzen kann.

Zur Konkretisierung der Leitbilder und bei der Priorisierung der Maßnahmen zu ihrer Verwirklichung bieten sich die Informationen über die heutige und künftige, vom jeweiligen Entwicklungspfad abhängige Ausprägung der Nachhaltigkeits-Indikatoren an.

6 Folgerungen für ein nachhaltiges Landmanagement

Die Auswirkungen des Klimawandels werden die zukünftige Landnutzung in der Modellregion Diepholz relativ wenig beeinflussen. Insgesamt wird es bis zum Jahr 2070 deutlich wärmer. Die Hitzebelastung von Mensch und Tier nimmt dennoch nur moderat zu. Stärker belastend wirken zukünftig schwüle Witterungsperioden. Die ohnehin schon vergleichsweise niedrige Kältebelastung im Winter verringert sich weiter. Insgesamt verlängert sich dadurch die Vegetationsperiode um etwa einen Monat.

Die zukünftig leicht zurückgehenden Sommerniederschläge dürften kaum zu einem nennenswerten Trockenstress für Pflanzen in der Region Diepholz führen. Insgesamt gehört die Modellregion Diepholz zu den Gebieten, die voraussichtlich vom Klimawandel vergleichsweise gering betroffen sein werden.

Wasserwirtschaft

Die Wasserzufuhr erscheint auch in den kommenden Jahrzehnten für Land- und Forstwirtschaft mengenmäßig ausreichend zu sein. Hierzu trägt bei, dass sich einerseits die Höhe der jährlichen Gesamtniederschläge kaum verändert und andererseits durch die Bodenverhältnisse auch in trockeneren Phasen pflanzenverfügbares Wasser an den allermeisten Standorten vorgehalten wird. Problematisch stellt sich jedoch die aktuelle und zukünftige Wasserqualität dar. Hier sind vor allem die Nitratgehalte im Sicker- und Grundwasser zu nennen. Die berechneten Nitratkonzentrationen (NO_3) im Bodensickerwasser landwirtschaftlich genutzter Flächen liegen während des gesamten Betrachtungszeitraums bei 96 bis 108 mg NO_3 je Liter und damit deutlich über dem Trinkwassergrenzwert von 50 mg NO_3 /l. Die Unterschiede zwischen den jeweiligen Entwicklungspfaden sind dabei gering. Die entsprechenden jährlichen Frachten erreichen stets 73 bis 77 kg Stickstoff je Hektar und liegen damit über dem aktuell zulässigen Stickstoffbilanzüberschuss nach Düngverordnung von 60 kg je Hektar und Jahr. Diese Frachten sind künftig zu reduzieren.

Forstwirtschaft

Die klimatischen Veränderungen der standörtlichen Verhältnisse wirken sich direkt auf die forstbetrieblichen Ertragsaussichten und Produktionsrisiken aus (vgl. hierzu auch ALBERT et al., in Begutachtung). Daher ist die langfristig operierende Forstwirtschaft gezwungen, den bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Klimaver

änderungen mit nachhaltig wirksamen Anpassungsstrategien zu begegnen (vgl. GADOW 2000, BUONGIORNO und ZHOU 2015). Für die bestehenden Bestände müssen die bisherigen Waldbehandlungskonzepte – soweit wie möglich – an die erwarteten neuen ökologischen Rahmenbedingungen angepasst werden.

Eine solche Anpassung kann sowohl durch passive Duldung (z. B. Erhaltung und Förderung standortgemäßer Naturverjüngung) als auch im Rahmen aktiver Maßnahmen erfolgen (vgl. BOLTE et al. 2011), wie z. B. durch zielgerichtete Pflegekonzepte und einen standortgemäßen Waldumbau. Letzterer ist wegen der langen Produktionszeiträume und seines hohen investiven Charakters überlegt und mit Augenmaß durchzuführen (SPELLMANN et al. 2011). Generell bieten sich als Anpassungsstrategien drei zeitlich differenzierende Maßnahmenbündel an (SPELLMANN 2010).

1. Kurzfristig sind die vorhandenen Wälder vorrangig zu stabilisieren. Dies kann u. a. durch eine Förderung der Einzelbaumvitalität, durch den Erhalt und eine begünstigende Pflege von Mischbaumarten und ggf. durch eine Verkürzung der Produktionszeiten mit entsprechend kürzeren Gefährdungszeiträumen gewährleistet werden.
2. Mittelfristig ist das Bestandesrisiko aktiv zu verringern, z. B. durch die Förderung standortgemäßer Naturverjüngung, die Auswahl und Pflege einer ausreichenden Anzahl (inkl. Reserve!) von Z-Bäumen, eine Begrenzung der Vorratshöhen, eine differenzierte Zielstärkennutzung, einen konsequenten Waldschutz und angepasste Wildbestände.
3. Langfristig trägt der Waldumbau mit standortgemäßen Baumarten, einschließlich anbauwürdiger eingeführter Baumarten (vgl. VOR et al. 2015), in vermehrt gemischten Beständen dazu bei, die Risiken zu begrenzen bzw. zu verteilen und die Funktionen der Wälder zu sichern.

Speziell für die in der Modellregion Diepholz untersuchten Wälder können hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels folgende Feststellungen getroffen werden:

- Das Trockenstressrisiko wird sich eher moderat erhöhen, so dass der Forstwirtschaft auch in Zukunft ein breites Spektrum an standortgemäßen Baumarten zur Verfügung stehen wird.

- Der Anpassungsbedarf bei der Baumartenwahl ist vergleichsweise gering, aber es gibt deutliche Optimierungsmöglichkeiten in anderen Bereichen.

Der hohe Anteil der Weichlaubhölzer – hier vor allem der Birke – mit einer relativ geringen Volumenleistung sollte ebenso wie die Anteile der Kiefernwaldfläche zugunsten ertragsstärkerer Baumarten reduziert werden. Dies würde sich positiv auf die CO₂-Bindung, die Rohstoffversorgung sowie die Ertragslage der örtlichen Forstbetriebe auswirken.

Landwirtschaft

Die aktuell hohen Erträge in der Modellregion Diepholz sind insbesondere eine Folge der gegenüber den anderen Modellregionen des Projektes NaLaMa-nT durchschnittlich besseren Standortbedingungen (höhere Niederschläge, nährstoffreichere Böden). Diese Erträge werden durch die klimatischen Veränderungen zukünftig jährlich stärker schwanken. Die Ursachen hierfür sind in einem zukünftig häufigeren Auftreten widriger Umweltbedingungen während der für die Pflanzenentwicklung und Ertragsbildung kritischen Wachstumsphasen zu sehen.

Die Berechnungen zeigen, dass für die Zukunft von einem etwas höheren Wasserstressrisiko auszugehen ist. Dies liegt hauptsächlich an der jahreszeitlichen Verschiebung der bisherigen Niederschläge von den Sommer- (Wachstumsphase) in die Wintermonate. So stehen für den Silomais in Diepholz in der näheren Zukunft (bis ca. 2030) jährlich noch zwischen 172 mm und 229 mm/m² Wassermenge (Saldo von Wasserangebot abzüglich Verdunstung und Oberflächenabfluss) in den Sommermonaten zur Verfügung, zum Ende des Betrachtungszeitraums sind dies nur noch jährlich 50 mm bis 107 mm/m² (SVOBODA und HUFNAGEL 2015). Für Getreide und Hackfrüchte ist die Situation deutlich angespannter. Beim Winterweizen ist auch in der regenreichen Region Diepholz ab Erreichen des letzten Drittel des Betrachtungszeitraums (2051-2070) rechnerisch kein weiterer Ertragszuwachs mehr möglich (SVOBODA et al. 2015). Ebenso verhält es sich mit der Produktion von Kartoffeln. Dagegen ist in der Grünlandbewirtschaftung bis 2070 eine Ertragssteigerung zu erwarten.

Die Wahrscheinlichkeiten für extrem hohe Temperaturen zur Blüte als maßgebliche ertragsbildende Phase wurde am Beispiel eines Winterweizenanbausystems mit dem dynamischen Pflanzenwachstumsmodell DSSAT-CERES (JONES et al. 2003) berechnet (STRER et al. 2015). Diese Berechnungen zeigen eine Verdoppelung der Wahrscheinlichkeit für Temperaturen über phänologischen,

phasenspezifischen Temperaturschwellenwerten. Gleichzeitig verdoppelt sich die Häufigkeit von Hitzeperioden, die zudem zukünftig wesentlich länger ausfallen können als in der Vergangenheit.

Möglichkeiten, dem Klimawandel entgegenzuwirken, liegen in angepassten Managementstrategien und in der Pflanzenzüchtung. Zum Beispiel haben Untersuchungen zur Wirkung von Klimawandel vs. Management/ Züchtungsfortschritt am Standort Diepholz gezeigt (STRER et al. 2014), dass ein beträchtlicher Teil der bisherigen Ertragsentwicklung zu etwa 75 % auf Managementmaßnahmen und Züchtungsfortschritt zurückzuführen ist und der Klimawandel dadurch bisher wenig Einfluss auf die Ertragsentwicklung hatte.

Durch Züchtung kann z. B. die jeweilige kritische Entwicklungsphase der Pflanzen verkürzt werden, wie es zum Beispiel von mediterranen Sorten bekannt ist. Im Bereich des Managements sind zur Risikominimierung beispielsweise Bewässerungsmaßnahmen (Feldberegnung) zu nennen, die zu einer deutlichen Entspannung hinsichtlich des Trockenstresses in den Sommermonaten führt. Deshalb wurden im Rahmen des Projekts auch durchschnittliche Bewässerungsmengen zur Sicherstellung der Erträge bestimmt (siehe Abbildung 29). Weiterhin ergeben sich ggf. im Rahmen des ackerbaulichen Zeitmanagements Möglichkeiten, durch angepasste Aussattermine das Zusammentreffen widriger Umweltbedingungen und kritischer Entwicklungsphasen zu umgehen.

Zudem hat sich gezeigt, dass vor allem die Veränderung in der Wettervariabilität und dem Vorkommen von heute seltenen oder unbekannten widrigen Umweltbedingungen eine Gefahr für die Ertragsstabilität birgt. Andererseits besteht durch ein angepasstes Management auch eine wichtige Option, diese Risiken auszugleichen.

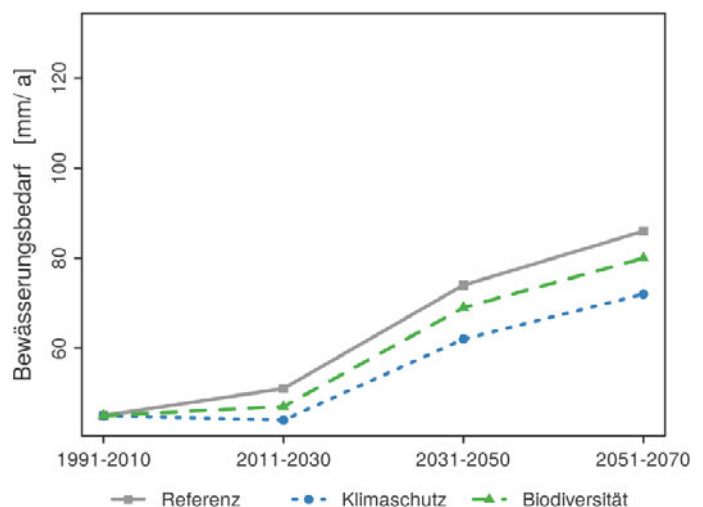


Abbildung 29: Entwicklung des landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarfs zur Ertragssicherung.

Die Tierhaltung hat heute in der Region Diepholz eine vergleichsweise hohe Bedeutung (> 1 Großvieheinheit/Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche), dennoch können die Viehzahlen nicht ohne weiteres aufgestockt werden, ohne die ökologischen Indikatoren wesentlich zu verschlechtern.

Humus-Saldo

Der Entwicklungstrend des Humus-Saldos ist in den Regionen insgesamt positiv. Insbesondere im Klimaschutzpfad kommt es bei starker Ausweitung des Luzernenanbaus in der Region Diepholz zu einer deutlichen Erhöhung des Humussaldos. In der Periode von 2051-2070 wird ein Wert von 320 kg C/ha/a erreicht. Dieser liegt nach der Bewertungsskala der VDLUFA (KÖRSCHENS et al. 2004) oberhalb des mittelfristig tolerierbaren Bereiches und kann zu einem erhöhten Risiko für Stickstoffverluste bei einer geringen Stickstoff-Effizienz führen. Eine solche Entwicklung ist im Sinne des Grundwasserschutzes zu vermeiden.

Die Pfade Referenz und Biodiversität liegen im Betrachtungszeitraum auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Sie bewegen sich weit überwiegend im optimalen Bereich von -75 bis 100 kg C/ha/a in dem die VDLUFA hohe Ertragssicherheit erwartet. Hier gilt es, durch geeignete Managementmaßnahmen den Humusgehalt in diesem Bereich zu halten.

Stickstoff-Saldo

In der Region Diepholz steigt bei Referenzbewirtschaftung der Stickstoff-Saldo vom aktuell bereits hohen Niveau (100 kg-N/ha/a) in Zukunft noch weiter an. Dabei werden zuletzt Werte von über 120 kg-N/ha/a erreicht. Die Ausweisung von ökologischen Vorrangflächen auf 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Biodiversitätspfad) und den Ersatz der Düngung mit mineralischem Stickstoff durch den Anbau von Leguminosen auf 20 % der Ackerfläche (Klimaschutzpfad) führt zu deutlichen Reduktionen der Stickstoff-Salden. Aber auch Die Stickstoff-Salden von 95 kg/ha/a (Biodiversität) und 86 kg/ha/a (Klimaschutz) überschreiten die Grenze des Optimalbereiches von jährlich 50 kg je Hektar Stickstoff-Überschuss deutlich.



Waldrand in Diepholz (Bild: Robert Nuske, NW-FVA).

7 Quellen

- ALBERT, M., LEEFKEN, G., NUSKE, R., AHREND, B., SUTMÖLLER, J., SPELLMANN, H. (in Begutachtung): Auswirkungen von klimatischer Unsicherheit auf die Forstplanung am Beispiel von vier Regionen im norddeutschen Tiefland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.
- BMU 2007: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. http://www.bmu.de/naturschutz_biologische_vielfalt/downloads/publ/40333.php.
- BMEL 2014: Ländliche Entwicklung aktiv gestalten. Leitfaden, Berlin.
- BÖCHER, M. 2003: Die politische Steuerung nachhaltiger Regionalentwicklung. Das Beispiel der EU-Gemeinschaftsinitiative LEADER+. In: Grande, E., Prätorius, R. (Hrsg.): Politische Steuerung und neue Staatlichkeit (Staatslehre und politische Verwaltung Bd. 8), Baden-Baden: Nomos, 235-258.
- BÖCHER, M. 2008: Regional Governance and Rural Development in Germany: the Implementation of LEADER+. *Sociologia Ruralis* 48: 372-388.
- BÖCHER, M. 2016: Regional Governance und ländliche Räume. In Dünkel, F., Herbst, M., Stahl, B. (Hrsg.), Think Rural! 2 - Daseinsvorsorge und Gemeinwesen in ländlichen Räumen. Wiesbaden: Springer VS, i.E.
- BÖCHER, M., KROTT, M., TRÄNKNER, S., (Hrsg.) 2008: Regional Governance und integrierte ländliche Entwicklung: Ergebnisse der Begleitforschung zum Modell- und Demonstrationsvorhaben "Regionen Aktiv". Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- BOLTE, A., WELLBROCK, N., DUNGER, K. 2011: Welche Maßnahmen sind umsetzbar? *AFZ-Der Wald*, 2: 27-29.
- BONTEN, L., M. POSCH, REINDS G. J. 2011: The VSD+ Soil Acidification Model. Model Description and User Manual Version 0.20, Alterra, Wageningen. 19 S.
- BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT 2011: Arbeitslosenquoten im Jahresdurchschnitt 2010. http://www.pub.arbeitsagentur.de/hst/services/statistik/000000/html/start/karten/aloq_kreis_jahr.html, abgerufen am 08.12. 2011.
- BUONGIORNO, J., ZHOU, M. 2015: Adaptive economic and ecological forest management under risk. *Forest Ecosystems*, 2(1): 1-15. doi: 10.1186/s40663-015-0030-y.
- CHRISTEN, O., HÖVELMANN, L., HÜLSBERGEN, K.-J., PACKEISER, M., RIMPAU, J., WAGNER, W. 2009: Nachhaltige landwirtschaftliche Produktion in der Wertschöpfungskette Lebensmittel. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- CORINE LAND COVER 2006: Corine Land Cover - Bodenbedeckungsdaten für Deutschland. Aktualisierung für Deutschland 2006. http://www.corine.dfd.dlr.de/datadescription_2006_de.html.
- DIEPHOLZ 2011: Internetauftritt des Landkreises Diepholz. <http://www.diepholz.de/internet/page.php?navID=1000042&site=1000080&brotID=1000042&typ=2&rubrik=1000017>, abgerufen am 08.12.2011
- DÖRING-MEDERAKE, U. 1991: Feuchtwälder im nordwestdeutschen Tiefland; Gliederung - Ökologie - Schutz. *Scripta Geobotanica* 19, Göttingen.
- FISCHER, P., BÜLTMANN, H., DRACHENFELS, O. v., HEINKEN, T., WAESCH, G. 2014: Rückgang der Flechten-Kiefernwälder in Niedersachsen seit 1990. *Inform. D. Naturschutz Niedersachs.* 34(1): 54-65.
- FREIER, B., PALLUTT B., JAHN, M., SELLMANN, J., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. 2008: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 144. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., PALLUTT B., JAHN, M., SELLMANN, J., GUTSCHE, V., ZORNACH, W., MOLL, E. 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 149. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., SELLMANN, J., SCHWARZ, J., JAHN, M., MOLL, E., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2009. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2009. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 15. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., SELLMANN, J., SCHWARZ, J., JAHN, M., MOLL, E., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2010. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2010. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 161. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., SELLMANN, J., SCHWARZ, J., KLOCKE, B., MOLL, E., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2011. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2012. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 166. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., SELLMANN, J., STRASSEMAYER, J., SCHWARZ, J., KLOCKE, B., KEHLENBECK, H., ZORNACH, W. 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2012. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2012. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 172. (www.jki.bund.de).
- FREIER, B., SELLMANN, J., STRASSEMAYER, J., SCHWARZ, J., KLOCKE, B., KEHLENBECK, H., ZORNACH, W. 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2013. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2013. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 178. (www.jki.bund.de).
- GADOW, K. v. 2000: Evaluating Risk in Forest Planning Models. *Silva Fennica* 34(2): 181-191.

- HANSEN, J., NAGEL, J. 2014: Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS - Anwendungen und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der NW-FVA 11. Universitätsverlag Göttingen.
- HANSEN, M. C., POTAPOV, P. V., MOORE, R., HANCHER, M., TURUBANOVA, S. A., TYUKAVINA, A., THAU, D., STEHMAN, S. V., GOETZ, S. J., LOVELAND, T. R., KOMMAREDDY, A., EGOROV, A., CHINI, L., JUSTICE, C. O., TOWNSEND J. R. G. 2013: High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change *Science* 342(6160): 850-853. doi: 10.1126/science.1244693
- HÄRDTL, W., HEINKEN, T., PALLAS, J., WELB, W. 1997: Quercion roboris, bodensaure Eichenmischwälder. – In: Dierschke, H. (Hrsg.): Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Heft 2: Querco-Fagetea (H5), Sommergrüne Laubwälder. Göttingen.
- HEINKEN, T. 1995: Naturnahe Laub- und Nadelwälder grundwasserferner Standorte im niedersächsischen Tiefland: Gliederung, Standortbedingungen, Dynamik. *Dissertationes Botanicae* 239: 1-311.
- HÜLSBERGEN, K.-J., DIEPENBROCK, W. 1997: DAS MODELL REPRO ZUR ANALYSE UND BEWERTUNG VON STOFF- UND ENERGIEFLÜSSEN IN LANDWIRTSCHAFTSBETRIEBEN. – In: DIEPENBROCK, W.; KALTSCHMITT, M.; NIEBERG, H.; REINHARDT, G. (1997): UMWELTVERTRÄGLICHE PFLANZENPRODUKTION – INDIKATOREN, BILANZIERUNGSANSÄTZE UND IHRE EINBINDUNG IN ÖKOBILANZEN. REIHE INITIATIVEN ZUM UMWELTSCHUTZ 5: 159 - 181.
- IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 1535 S.
- JONES, J.W., HOOGENBOOM, G., PORTER, C.H., BOOTE, K.J., BATCHELOR, W.D., HUNT, L.A., WILKENS, P.W., SINGH, U., GIJSMAN, A.J. RITCHIE, J.T. 2003: The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, Volume 18, Issues 3–4, January 2003, 235-265.
- KOMMUNIKATION UND WIRTSCHAFT GMBH (HRSG.) 2007: Deutsche Landkreise im Portrait - Landkreis Diepholz.
- KÖRSCHENS, M., ROGASIK, J., SCHULZ, E., BÖNING, H., EICH, D., ELLERBROCK, R., FRANKO, U., HÜLSBERGEN, K.-J., KÖPPEN, D., KOLBE, H., LEITHOLD, D., MERBACH, I., PESCHKE, H., PRYSTAV, W., REINHOLD, J., ZIMMER, J. 2004: Humusbilanzierung: Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. <http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf>.
- KYSELY 2004: Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* (49): 91-97.
- LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN 2011: Vormalis (bis 2013) Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) LSKN-Online: Tabellen Z0000001 und K6071251, abgerufen am 08.12.2011 (heute LSN-Online).
- LSKN 2010a: Landwirtschaftszählung 2010, Heft 1 Teil A – Gemeindeergebnisse. <http://www.statistik.niedersachsen.de/download/75470>
- LSKN 2010b: Landwirtschaftszählung 2010, Heft 4 – Viehhaltung. <http://www.statistik.niedersachsen.de/download/73726>
- LGNL 2016: Regionaldirektion Sulingen-Verden: FAQ zum Dümmer - Wasserqualität und Ursache. Eingesehen am 13.01.2016 unter http://www.gll.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=31104&article_id=107394&psmand=34.
- MOSS, R.H., EDMONDS, J.A., HIBBARD, K.A., MANNING, M.R., ROSE, S. 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463: 747-756.
- MÖHRING, B., WILHELM, St. 2014: Der Privatwaldvergleich Westfalen-Lippe. *AFZ-DerWald* 23, 30 – 33.
- NAVARRO, F. A., WOODS, M., CEJUDO, E. 2015: The LEADER Initiative has been a Victim of Its Own Success. The Decline of the Bottom-Up Approach in Rural Development Programmes. The Cases of Wales and Andalusia. *Sociologia Ruralis*. doi: 10.1111/soru.12079
- NDS 1991: LÖWE - Langfristige Ökologische Waldentwicklung. Programm der Landesregierung Niedersachsen.
- NDS MELV 2014: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Pfeil 2014-2020 – Gezielt ins Land. Programm zur Förderung der Entwicklung im ländlichen Raum Niedersachsen und Bremen, Hannover.
- NDS MUEK 2014: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: Niedersächsische Moorlandschaften Planungsstand und Sofortprogramm 2014/2015, Hannover.
- OFFERMANN, F., BANSE, M., EHREMAN, M., GOCHT, A., GÖMANN, H., HAENEL, H.-D., KLEINHANß, W., KREINS, P., LEDEBUR, O. VON, OSTERBURG, B., PELIKAN, J., RÖSEMANN, C., SALAMON, P., SANDERS, J. 2012: vTI-Baseline 2011 – 2021: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland, 1st ed, Landbauforschung. Eigenverlag, Braunschweig.
- ORLOWSKY, B., GERSTENGARBE, F.-W., WERNER, P.C. 2008: A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. *Theor. Appl. Climatol.* 92(3-4): 209-223.
- PETERS, G.P., ANDREW, R.M., BODEN, T., CANADELL, J.G., CIAIS, P., LE QUÉRE, C., MARLAND, G., RAUPACH, M.R., WILSON, C. 2013: The challenge to keep global warming below 2 °C. *Nature Climate Change*, Vol 3, January, S. 4-6.

- POSCH, M., REINDS, G. J. 2009: A very simple dynamic soil acidification model for scenario analyses and target load calculations. *Environmental Modelling & Software*, 24, (3): 329-340.
- REINECKE, J., KLEMM, G., HEINKEN, T. 2011: Veränderung der Vegetation nährstoffarmer Kiefernwälder im nördlichen Spreewald-Randgebiet zwischen 1965 und 2010. *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 144: 63-97, Berlin.
- REINECKE, J., KLEMM, G., HEINKEN, T. 2014: Vegetation change and homogenization of species composition in temperate nutrient deficient Scots pine forests after 45 yr. *Journal of Vegetation Science* 25, 113–121.
- SCHMIDT, M., FISCHER P., GÜNZL B., HEINKEN, T., KELM, H.-J., MEYER, P., PRÜTER, J., WAESCH G. 2008: Flechten-Kiefernwälder - Artenvielfalt durch alte Nutzungsformen? *AFZ/DerWald* 8: 424-425.
- SCHULLA, J., JASPER, K. 2007: Model Description WaSiM-ETH. Technical report, 181 S. http://homepage.hispeed.ch/wasim/downloads/doku/wasim/wasim_2007_en.pdf.
- SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN 2013: Erneuerung und Zusammenhalt. Nachhaltige Politik für Niedersachsen. Koalitionsvereinbarung 2013-2018, Hannover.
- SPELLMANN, H. 2010: Nachhaltige Waldbewirtschaftung auf ökologischen Grundlagen. In: Depenhauer, O., Möhring, B. (Hrsg.): *Waldeigentum. Bibliothek des Eigentums*, Band 8. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 99-116.
- SPELLMANN, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M., SUTMÖLLER, J., OVERBECK, M. 2011: Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. *AFZ/Der Wald*, 66(11): 19-23.
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2010: Erhebung über die Rinderbestände, abgerufen am 13.01.2016 unter <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=5411B2F7951A2C599C6690CDF17F0304?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1452618607638&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=115-38-4&auswahltext=%23Z-03.11.2010&werteabruf=Werteabruf>.
- STEVENS, B., GIORGETTA, M., ESCH, M., MAURITSEN, T., CRUEGER, T., RAST, S., SALZMANN, M., SCHMIDT, H., BADER, J., BLOCK, K., BROKOPF, R., FAST, I., KINNE, S., KORN-BLUEH, L., LOHMANN, U., PINCUS, R., REICHLER, T., ROECKNER, E. 2013: Atmospheric component of the MPI-M Earth System Model: ECHAM6, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 5: 146–172, doi:10.1002/jame.20015.
- STRER, M., SVOBODA, N., HERRMANN, A. 2014: Can agriculture manage climate change effects? A modelling approach. In: Carlton, R., Mohammed, S., Storkey, J., Topp, K., West, J. (Hrsg.), *Agronomic decision making in an uncertain climate*: University of Leeds, Leeds, UK on 19 - 20 June 2014. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, pp. 63-70.
- STRER, M., SVOBODA, N., HERRMANN, A. 2015: Veränderung der Häufigkeit widriger Witterungsbedingungen zu sensiblen Entwicklungsphasen des Weizenanbaus in Norddeutschland. In: Kage, H., Sieling, K., Francke-Weltmann, L. (Hrsg.), *Multifunktionale Agrarlandschaften - Pflanzenbaulicher Anspruch, Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen: Kurzfassungen der Vorträge und Poster*; 58. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 22. bis 24. September 2015, Braunschweig. Halm, Göttingen: 87-88.
- SVOBODA, N., HUFNAGEL, J. 2015: Weniger Wasser für den Silomais - Auswirkungen des Klimawandels auf die Silomaisproduktion in Norddeutschland. In: Kage, H., Sieling, K., Francke-Weltmann, L. (Hrsg.), *Multifunktionale Agrarlandschaften - Pflanzenbaulicher Anspruch, Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen: Kurzfassungen der Vorträge und Poster*; 58. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 22. bis 24. September 2015, Braunschweig. Halm, Göttingen, pp. 85-86.
- SVOBODA, N., STRER, M., HUFNAGEL, J. 2015: Rainfed winter wheat cultivation in the North German Plain will be water limited under climate change until 2070. *Environmental Sciences Europe* 27, Article Number 24, 1-7.
- TUOMI, M., RASINMÄKI, J., REPO, A., VANHALA, P., LISKI, J. 2011: Soil carbon model Yasso07 graphical user interface. *Environmental Modeling and Software* (26) 11: 1358-1362.
- TUOMI, M., THUM, T., JÄRVINEN, H., FRONZEK, S., BERG, B., HARMON, M., TROFYMOV, J. A., SEVANTO, S., LISKI, J. 2009: LEAF LITTER DECOMPOSITION - ESTIMATES OF GLOBAL VARIABILITY BASED ON YASSO07 MODEL. *ECOL. MODELLING*, 220, 3362-3371.
- VAN VUUREN, D.P., EDMONDS, J., KAINUMA, M., RIAHI, K., THOMSON, A., HIBBARD, K., HURTT, G.C., KRAM, T., KREY, V., LAMARQUE, J.-F., MASUI, T., MEINSHAUSEN, M., NAKICENOVIC, N., SMITH, S.J., ROSE, S.K. 2011: The representative concentration pathways: an overview. *Clim Change* 109: 5-31.
- VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., AMMER, C. 2015: Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. *Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttinger Forstwissenschaften 7: 296 S.
- ZANDER, P., KÄCHELE, H. 1999: Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. *Agricultural Systems*. 59:311-325.

8 Fachbegriffe

A

Altersklassen: Klassen von jeweils 20 Jahren, denen entweder Waldbestände – dem Alter ihrer führenden Baumart entsprechend – oder die ideellen Flächen der einzelnen Baumarten und Baumartengruppen entsprechend ihrem Alter zugeordnet werden.

Altersklassenverteilung: Struktur der Flächenausstattung aller → Altersklassen einer Betriebsklasse oder Baumartengruppe. Die Altersklassenverteilung einer idealen Betriebsklasse ist insgesamt und innerhalb der Baumartengruppen gleichmäßig, d. h. bei jeder Baumartengruppe ist jede Altersklasse innerhalb der für sie unterstellten → Umtriebszeit mit der gleichen Fläche ausgestattet.

Artmächtigkeit: Angabe zur Anzahl der Individuen einer Art bzw. zu der von ihr bedeckten Fläche.

B, C

Barfrostdag: → Frosttag ohne Schneedecke

Baumartengruppen: Die verschiedenen Baumarten werden nach den Forsteinrichtungsvorschriften der Länder in der Regel zu Baumartengruppen zusammengefasst. Nachfolgend die Einteilung für Niedersachsen:

Eiche (Ei)	Sämtliche Eichenarten.
Buche (Bu)	Rotbuche und Hainbuche.
Andere Laubbäume	mit hoher Umtriebszeit (Alh) Ahorne, Esche, Esskastanie, Walnuss, Elsbeere, Kirsche, Linden, Nussbaum, Robinie, Rüster (Ulmen) u. a..
Andere Laubbäume	mit niedriger Umtriebszeit (ALn) Birken, Eberesche, Erlen, Pappeln, Spätblühende Traubenkirsche, Weiden u. a.
Fichte (Fi)	Fichten, Tannen, Thuja- und Tsuga-Arten und sonstige Nadelbaumarten außer Douglasie, Kiefern und Lärchen.
Douglasie (Dgl)	Douglasie.
Kiefer (Ki)	Sämtliche Kieferarten.
Lärche (Lä)	Sämtliche Lärchenarten.

Bestand: Einheit von Bäumen einer Art oder mehrerer Arten, die sich nach Alter, Struktur, Aufbau, Baumartenzusammensetzung (Mischung) und Entwicklungsstufe von den benachbarten Waldflächen unterscheidet und dadurch eine waldbauliche Behandlungseinheit darstellt. Die Fläche muss so groß sein, dass der Teil des Waldes eine eigene Dynamik und ein spezifisches Innenklima entwickeln kann. Der Bestand ist die kleinste Inventur- und Planungseinheit in der Forsteinrichtung.

Bestandesbegründung: Zielgerichtete, künstliche oder natürliche Anlage eines neuen Bestandes.

Brusthöhendurchmesser (BHD): Forstliche Maßeinheit. Der Brusthöhendurchmesser ist der Durchmesser eines Baumes mit Rinde in 1,3 m Höhe über dem Mineralboden.

D

Derbholz: Holz mit einem Durchmesser über 7 cm mit Rinde.

E

ELER: Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums. fördert die Entwicklung des ländlichen Raums in der Europäischen Union. Der ELER wurde durch eine Verordnung des Rates der Europäischen Union vom 20. September 2005 errichtet und hat seine Tätigkeit im Jahre 2007 aufgenommen. Er hat 4 Schwerpunkte (Achsen):

- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Land- und Forstwirtschaft
- Verbesserung des Umwelt- und des Tierschutzes in der Landschaft
- Steigerung der Lebensqualität im ländlichen Raum und Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft
- → LEADER

Erntefestmeter (Efm): = Festmeter (→ Vorratsfestmeter) Maßeinheit für Planung, Einschlag, Verkauf und Buchung des Holzes. Er wird in der Praxis errechnet, indem vom Vorrat des stehenden Bestandes 20 % für Ernte- und Rindenverluste abgezogen werden. Ein Erntefestmeter entspricht einem Kubikmeter ($\text{cbm} = \text{m}^3$) Holz ohne Rinde.

Evaporation: Meteorologischer Begriff, der die Verdunstung von Wasser auf unbewachsenem/freiem Land oder Wasserflächen bezeichnet.

Evapotranspiration: Bezeichnet in der Meteorologie die Summe aus Transpiration und → Evaporation, also der Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt, sowie von Boden- und Wasseroberflächen.

F

Feldkapazität: Wassermenge, die ein zunächst wassergesättigter Boden maximal gegen die Schwerkraft nach 2 bis 3 Tagen zurückhalten kann.

Festmeter (Fm): Forstliches Volumenmaß → Vorratsfestmeter, Erntefestmeter

Frosttag: Tag mit einem Minimum der Lufttemperatur $< 0^\circ\text{C}$.

G

Grundwasser: Alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone (im Untergrund, in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund).

H

Heißer Tag: Tagesmaximum der Lufttemperatur $\geq 30^\circ\text{C}$.

Hitzebelastung: → Kysely-Tage

I, J, K

Klimatische Wasserbilanz (KWB): Die Klimatische Wasserbilanz ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag und potenzieller → Evapotranspiration. Sie stellt ein Maß für das Wasserangebot in einem Gebiet dar und liefert einen Hinweis darauf, welche Vegetation in einem Gebiet anzutreffen ist.

Kurzumtriebsplantage (KUP): Anpflanzung von schnell wachsenden Baumarten (Pappeln, Weiden) mit dem Ziel, innerhalb kurzer (< 20 Jahre, i.d.R. 5-10) →Umtriebszeiten Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren. Geschieht dies ausschließlich für die Energieerzeugung, wird auch von Energieholzplantage oder Energiewald gesprochen. Kurzumtriebsplantagen sind landwirtschaftliche Kulturen und kein Wald im Sinne des Bundeswaldgesetzes. In Deutschland dürfen Kurzumtriebsplantagen nur auf Ackerland angebaut werden. Eine Umwandlung von Wald zu Kurzumtriebsplantagen ist gesetzlich ausgeschlossen.

Kysely-Tage: Das Tagesmaximum der Lufttemperatur (t_{max}) überschreitet an mindestens 3 Tagen in Folge 30°C, dabei werden die Kysely-Tage so lange über die gesamte nachfolgende Periode weiter gezählt, an denen t_{max} die Temperatur von 25°C nicht unterschreitet (Kysely 2004).

L

LAG: Lokale Aktionsgruppen. Regionale Arbeitsgruppen, die im Rahmen der →LEADER-Förderung vor Ort Entwicklungskonzepte für die geförderte Region erarbeiten.

LEADER: Förderprogramm der Europäischen Union, mit dem seit 1991 modellhaft innovative Aktionen im ländlichen Raum gefördert werden. Lokale Aktionsgruppen erarbeiten vor Ort Entwicklungskonzepte, mit dem Ziel, die ländlichen Regionen Europas auf dem Weg zu einer eigenständigen Entwicklung zu unterstützen.

LÖWE: Die „Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten“ ist ein Programm der Niedersächsischen Landesregierung von 1991. In den darin enthaltenen dreizehn Grundsätzen wird die Bewirtschaftung der Landesforsten nach ökologischen Gesichtspunkten verbindlich vorgeschrieben.

M

Mischbestand: Ein Waldbestand, der sich aus mindestens zwei Baumarten zusammensetzt, sofern die zweite Baumart mit mindestens 10 % an der Fläche vertreten ist. Bei der Verteilung der Mischbaumarten in einem Bestand unterscheidet man folgende Mischungsformen:

Stammweise:	Einzelstamm-Mischung
Trupp:	Fläche bis 10 m Durchmesser
Gruppe:	Fläche von 10 - 20 m Durchmesser
Horst:	Fläche von 20 - 40 m Durchmesser

N, O

Nebennutzungen, forstliche: Produktion und Nutzung von Gütern außerhalb der klassischen Holznutzung. Traditionell am bekanntesten und auch wirtschaftlich von großer Bedeutung ist die Produktion und Vermarktung von Weihnachtsbäumen und Schmuckreisig. Aber auch die Nutzung von Kräutern (Bärlauch) und Wildobst (Elsbeeren), die Vermarktung von Wildfleisch sowie die Sicherung des Trinkwassers oder die Erfüllung von spezifischen Naturschutzleistungen im Rahmen von entgeltlichen vertraglichen Vereinbarungen können für den einzelnen Forstbetrieb wirtschaftlich interessant sein.

Nettowertschöpfung: Die Nettowertschöpfung ergibt sich aus dem →Produktionswert abzüglich aller Vorleistungen. Zur Ermittlung werden auch die Vorleistungen für die Flächenverwaltung herangezogen. Die Nettowertschöpfung gibt somit den Teil der sektoralen Leistung an, der zur Deckung von Löhnen und Gehältern, Unternehmereinkommen, Kapitalkosten, Flächenkosten, Risikokosten sowie für Betriebsgewinne verbleibt.

Nutzbare Feldkapazität (nFK): Der Teil der →Feldkapazität, der von den Pflanzen durch die Wurzel aufgenommen werden kann, wird auch oft Bodenwasservorrat genannt.

P, Q, R

Paludikultur: (v. lat. *palus* „Morast, Sumpf“ und *cultura* „Bewirtschaftung“) Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch- und Niedermoore. Traditionelles Beispiel ist der Anbau von Schilf (Reet) zur Dacheindeckung von Häusern. Heute gibt es auch Überlegungen und erste Umsetzungen zur nachhaltigen energetischen Verwertung von Niedermoor-Biomasse oder zur Kultivierung von Torfmoosen (*Sphagnum spec.*) als Torfersatz für den Gartenbau.

PNV: Die potentielle natürliche Vegetation ist die Vegetation (z. B. Waldgesellschaft), die sich auf Grund des heutigen Standortpotentials von selbst einstellen würde, wenn jegliches menschliche Handeln unterbliebe. Hierbei wird die Veränderung des Standorts in der Vergangenheit als gegeben hingenommen, Veränderungen in der Zukunft werden jedoch ausgeschlossen.

Produktionswerte: Bewertete (sektorale) Gesamtproduktion in der Region bezogen auf die jeweilige Nutzfläche: Der Produktionswert wird als Nettoerlös aus dem Verkauf der Hauptprodukte (z. B. Weizen, Stammholz...) und ggf. anfallender Nebenprodukte (Stroh...) verstanden. In der Forstwirtschaft sind hier Erträge aus Jagd und sonstigen Nebennutzungen unberücksichtigt. Subventionen, insbesondere (landwirtschaftliche) Flächenprämien, sind in diesem Kennwert nicht enthalten.

S

Schneehöhe, mittlere: Schneehöhe gemittelt über die Tage mit einer Schneedecke ≥ 1 cm.

Schwüle: Tage, an denen die Äquivalenttemperatur (Maß aus Lufttemperatur und Luftfeuchte) ≥ 50°C beträgt.

Spätfrosttag: →Frosttag im April und Mai

Standort: Er umfasst die Gesamtheit der für das Wachstum der Waldbäume bedeutsamen Umweltbedingungen (Boden, Klima, Lage).

Standortswasserbilanz: Summe aus →Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationsperiode und der →nutzbaren Feldkapazität.

Stetigkeit: Gesamtzahl der Aufnahmen der Gesellschaft / Anzahl der Vorkommen der betreffenden Art in einer Gesellschaft.

T

Totholz: Sammelbegriff für abgestorbene Bäume oder deren Teile. Es wird unterschieden zwischen *stehendem* Totholz, also noch nicht umgefallenen abgestorbenen Bäumen oder deren Teilen, und *liegendem* Totholz, das bereits auf dem Erdboden liegt. Stehendes Totholz ist seltener, bietet aber meist eine größere Vielfalt an Standortfaktoren und ist daher ökologisch besonders wertvoll. Viele Pflanzen und Tierarten sind auf absterbende Bäume und zersetztes Holzsubstrat angewiesen. Daher ist eine gewisse Kontinuität von Totholz zu gewährleisten. Eine besondere Rolle für die Erhaltung von Totholz spielen →historisch alte Waldstandorte.

U

Umtriebszeit: Durchschnittlicher Zeitraum, in dem die →Bestände einer Baumart i.d.R. ihr Erntealter erreicht haben. Z.B. Fichte 100 - 120 Jahre, Buche und Kiefer 140 - 160 Jahre, Stieleiche 140 - 250 Jahre, Traubeneiche 240 Jahre und mehr. Der Begriff der Umtriebszeit stammt aus der Zeit der (kahl)schlagweisen Bewirtschaftung von Beständen, zu meist von Reinbeständen, und gab damals den Nutzungszeitpunkt der Bestände vor. Heute ist die Umtriebszeit ein rechnerisches Hilfsmittel zur Herleitung bestimmter Modellgrößen (Soll-Vorräte, Nachhaltsweiser) und zur Bestimmung des Produktionszeitraumes im Rahmen der Investitionsplanung (Investitionsrechnung). Die Nutzung von Beständen bzw. Bäumen ist von ihr in keiner Weise abhängig, sondern allein von waldbaulichen und betrieblichen Zielen.

V

Verjüngung: Künstlich oder natürliche Neubegründung eines Bestandes. Der Begriff wird in der Praxis parallel hierzu als Bezeichnung des Nachwuchses eines Bestandes verwendet (→Bestandesbegründung).

Vorrat: Oberirdisches Holzvolumen eines Waldes, wird in →Vorratsfestmetern angegeben.

Vorratsfestmeter (Vfm): Maßeinheit für den stehenden Holzvorrat (→Vorrat) und Zuwachs in Kubikmetern →Derbholz mit Rinde. Die Umrechnung in Kubikmeter Derbholz ohne Rinde ist von der artspezifischen Rindenstärke und dem Alter der Baumarten abhängig. In der Praxis werden zu meist vereinfachend folgende Umrechnungen durchgeführt: $1 \text{ Vfm} = 0,8 \text{ Fm}$, $1 \text{ Fm} = 1,25 \text{ Vfm}$.

W

Waldstandorte, historisch alte: Waldgebiete die in den vergangenen Jahrhunderten weder durch Rodungen für landwirtschaftliche Zwecke noch durch Übernutzung (Waldweide, Raubbau an Holz) zerstört worden sind. Trotz menschlichen Einflusses, z. B. durch Mittel- und Niederwaldnutzung sowie Waldweide war die Vegetation stets waldähnlich, der Boden ein nur gering veränderter Waldboden. Zwischen der Kontinuität von Waldgebieten und dem Vorkommen wenig beweglicher bzw. verbreitungsschwacher hochspezialisierter Pflanzen und Tierarten besteht ein enger Zusammenhang. Nur in diesen Waldinseln historisch alter Waldstandorte konnten sich diese Pflanzen und Tierarten in überlebensfähigen Populationen bis in unsere Gegenwart „retten“.

X, Y, Z

Zielstärke: Angestrebter →Brusthöhendurchmesser (BHD) für gesunde, gut geformte Bäume einer Art. Die Zielstärke ist ein Beurteilungskriterium der Hiebsreife von Bäumen. Bei der Bestimmung der Zielstärke für eine Baumart sind u. a. deren allgemeine Ertrags- und Kostenkalkulationen sowie die Stärkenentwicklung, die Zuwachs- und Qualitätsverhältnisse bei fortschreitendem Alter zu berücksichtigen.

Zielstärkennutzung: Einzelstamm- bis gruppenweise (Mischungsform) Nutzung reifer und alter Bäume unter Verzicht auf Kahlf Flächen. Erst bei Erreichen der →Zielstärke werden sie geerntet.

Zuwachs: Jährlicher Holzzuwachs in →Vorratsfestmetern →Derbholz einer Baumart, →Baumartengruppe u. a. m. je Hektar Waldfläche.

9 Anhang

Tabelle A: Kriterien und Indikatoren einer nachhaltigen Landnutzung. Die 12 Schlüsselindikatoren sind dunkler hinterlegt (vgl. Tabelle B).

Ressourcen	Stabilität	Produktivität	Beschäftigung	Wertschöpfung	Naturschutz	Lebensqualität
Betriebsgröße (Nutzfläche)	Windwurfisiko	Rohholz (atro)	Arbeitsvolumen (Lawi, Fowi)	Produktionswerte (Lawi, Fowi; Brutto)	Streng geschützte Flächen (NSG, FFH, etc.)	Wärmebelastung
Größe der Schläge/Bestände	Waldbrandrisiko	Ernteprodukte (Feldfrüchte & Grünland, atro)		Vorleistungen (Brutto)	Mischung	Bevölkerungsdichte
Nutzbare Feldkapazität	Trockenstress	Tierische Produkte		Nettowertschöpfung	Landschaftsdiversität	Arbeitsplätze (SVB)
Ertragspotential (Nährstoffziffer, Bodenpunkte)	Pflanzenschutz (Behandlungsindex)	Trink- und Brauchwassermenge		Subventionen	Naturnähe (PNV)	Flächeninanspruchnahme (Siedlg., Verkehr)
Altersklassenaufbau	Bewässerungsbedarf	Berechnungsmenge			Anteil Altholz	
Holzvorrat	Minderertrag				Anteil extensive Bewirtschaftung	
Holzzuwachs	N-Saldo					
Nitrat-Gehalt im Sickerwasser	P-Saldo					
Nitrat-Gehalt im Grundwasser	Humus-Saldo					
Grundwasserneubildung	Kohlenstoffdioxid-Emissionen					
Grundwasseranschluss	Methan-Emissionen					
Nitrat-N-Gehalt im Fließgewässer	Lachgas-Emissionen					
ortho-Phosphat-P-Gehalt im FG						
Abflussspende (Mq)						

Tabelle B: Land- und forstwirtschaftliche Schlüsselindikatoren (vgl. Tabelle A).

Schlüsselindikatoren Forstwirtschaft												
Indikator	Einheit	Referenz				Biodiversität			Klimaschutz			
		1991-2010	2011-2030	2031-2050	2051-2070	2011-2030	2031-2050	2051-2070	2011-2030	2031-2050	2051-2070	
Holzvorrat	Vfm/ ha	175	219	266	269	222	268	277	206	232	220	
Holzuwachs	Vfm/ ha/ a	8,5	8,1	7,7	6,6	8,3	7,6	6,5	6,8	7,1	6,7	
Nitrat im Sickerwasser	mg/ l	11,44	13,39	33,64	120,98	13,74	34,08	117,15	13,96	38,79	127,52	
Grundwasserneubildung	mm/ a	138	162	87	59	161	84	56	165	91	64	
Trockenstress	-	100	99	95	89	99	95	89	99	95	87	
Pflanzenschutz	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N-Saldo	kg/ ha/ a	21,27	13,25	7,66	-29,31	13,35	7,74	-22,79	13,25	3,84	-25,89	
Netto-CO ₂ -Emission	tCO ₂ / ha/ a	-4,84	-4,57	-7,55	-4,91	-2,61	-6,91	-3,38	-7,05	-9,42	-7,65	
Arbeitsvolumen	h/ ha _{NF} / a	1,11	0,77	1,57	1,93	0,64	1,18	1,24	1,03	1,78	2,23	
Nettowertschöpfung	€/ ha _{NF} / a	104	68,06	176,49	199,57	57,27	122,87	112,12	107,09	205,62	243,84	
Landschaftsdiversität	-	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,518	0,518	0,518	

Schlüsselindikatoren Landwirtschaft												
Indikator	Einheit	Referenz				Biodiversität			Klimaschutz			
		1991-2010	2011-2030	2031-2050	2051-2070	2011-2030	2031-2050	2051-2070	2011-2030	2031-2050	2051-2070	
Nitrat im Sickerwasser	mg/ l	95,5	105,9	106,9	107,9	105,4	106,1	106,2	103,9	104,5	105,8	
Grundwasserneubildung	mm/ a	248	255	225	212	255	225	212	252	221	208	
Pflanzenschutz	-	4,8	4,6	4,4	4,6	4,1	4,2	4,2	3,6	3,5	3,5	
Bewässerungsbedarf	mm/ a	45	51	74	86	47	69	80	44	62	72	
N-Saldo	kg/ ha/ a	103	119	122	123	93	95	95	86	86	86	
Netto-CO ₂ -Emission	tCO ₂ / ha/ a	4,874	5,504	5,604	5,544	5,064	5,114	5,234	4,033	4,033	4,113	
Ernteprodukte	t/ ha/ a	8,57	11,67	13,11	14,6	10,07	11,23	12,48	8,73	9,7	10,83	
Arbeitsvolumen	h/ ha _{NF} / a	29,11	29,98	30,24	30,23	29,63	29,87	29,86	29,67	29,48	29,48	
Nettowertschöpfung	€/ ha _{NF} / a	848,78	1083,93	1039,41	1065,83	1068,53	1020,23	1045,35	928,9	872,18	893,57	
Landschaftsdiversität	-	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,441	0,518	0,518	0,518	

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Das dieser Broschüre zugrundeliegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033L029A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

