

Klimafolgen und Klimaanpassung in NRW:

- Land- und Forstwirtschaft -



Jannik Bollweg

Modul:
Potenziale von Klimaanpassungsstrategien im
Kontext des Landnutzungswandels in NRW



Inhalt

1. Einleitung
2. Land- und Forstwirtschaft in NRW
3. Folgen des Klimawandels
 - 3.1 Grundsätzliche Folgen
 - 3.2 Folgen für die Landwirtschaft
 - 3.3 Folgen für die Forstwirtschaft
4. Anpassungsstrategien
 - 4.1 Maßnahmen in der Landwirtschaft
 - 4.2 Maßnahmen in der Forstwirtschaft
5. Aussicht
6. Fazit



1. Einleitung

Definition Landwirtschaft:

„[...] Die Landwirtschaft befasst sich mit der Bewirtschaftung des Bodens und mit der Viehzucht zum Zwecke der Erzeugung von Nahrungsmitteln, [...] von Futtermitteln und von gewerblichen Rohstoffen.“ [...]

(Leser 2011)

Definition Forstwirtschaft:

„[...] planmäßige pflegerische Bewirtschaftung des Waldes zum Zwecke einer möglichst rationellen Waldnutzung. Dazu zählen die Betrieb- und Ertragsregelung sowie die fortlaufende Verjüngung der Forste [...]“

(Leser 2011)



1. Einleitung

Jede (Kultur-)Pflanze und jeder Baum benötigt bestimmte Faktoren, um an einem Standort optimale Bedingungen zum Wachsen zu haben.

➔ wichtiger Faktor: Klima (Wärme, Kälte, Niederschlag etc.)

Zusätzlich weisen sie um dieses Optimum einen individuellen Toleranzbereich auf

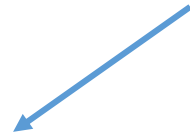
Kommt es zu einer Änderung des Klimas, reagieren die Pflanzen auf diese Veränderungen

Positive Reaktion

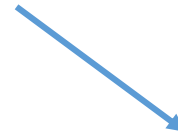
Negative Reaktion

1. Einleitung

Welche Reaktion ist im Zuge des fortschreitenden Klimawandels zu erwarten?



Positive Reaktion



Negative Reaktion

Welche Gewinner und welche Verlierer gibt es?

1. Einleitung

Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen

Änderung der Niederschlagsvariabilität

Erhöhte Gefahr von Extremwetterereignissen

Beispielhafte Klimaveränderungen:

Veränderung der Niederschlagsmengen

Weniger Frosttage



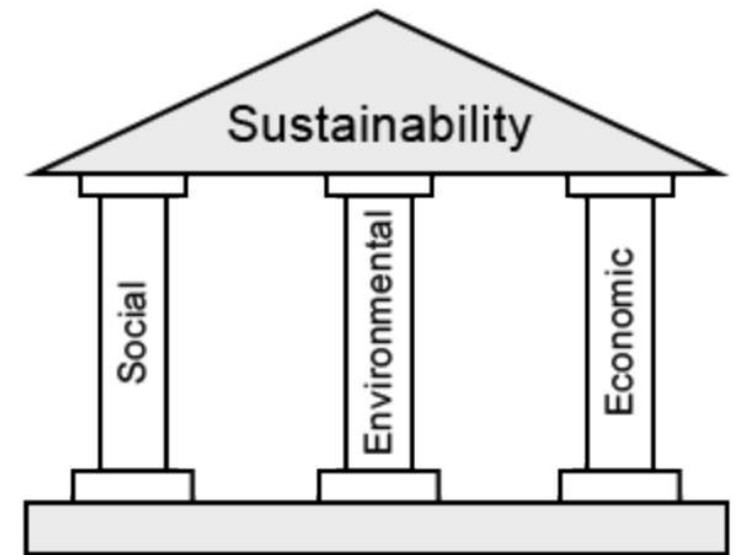
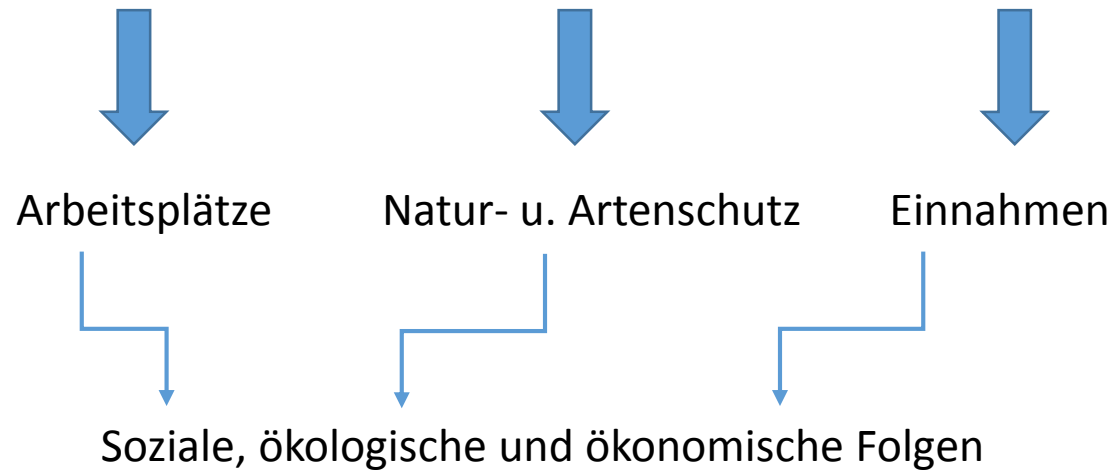
Direkte Abhängigkeit zum Klima und somit auch zu **Klimaveränderungen!**



1. Einleitung

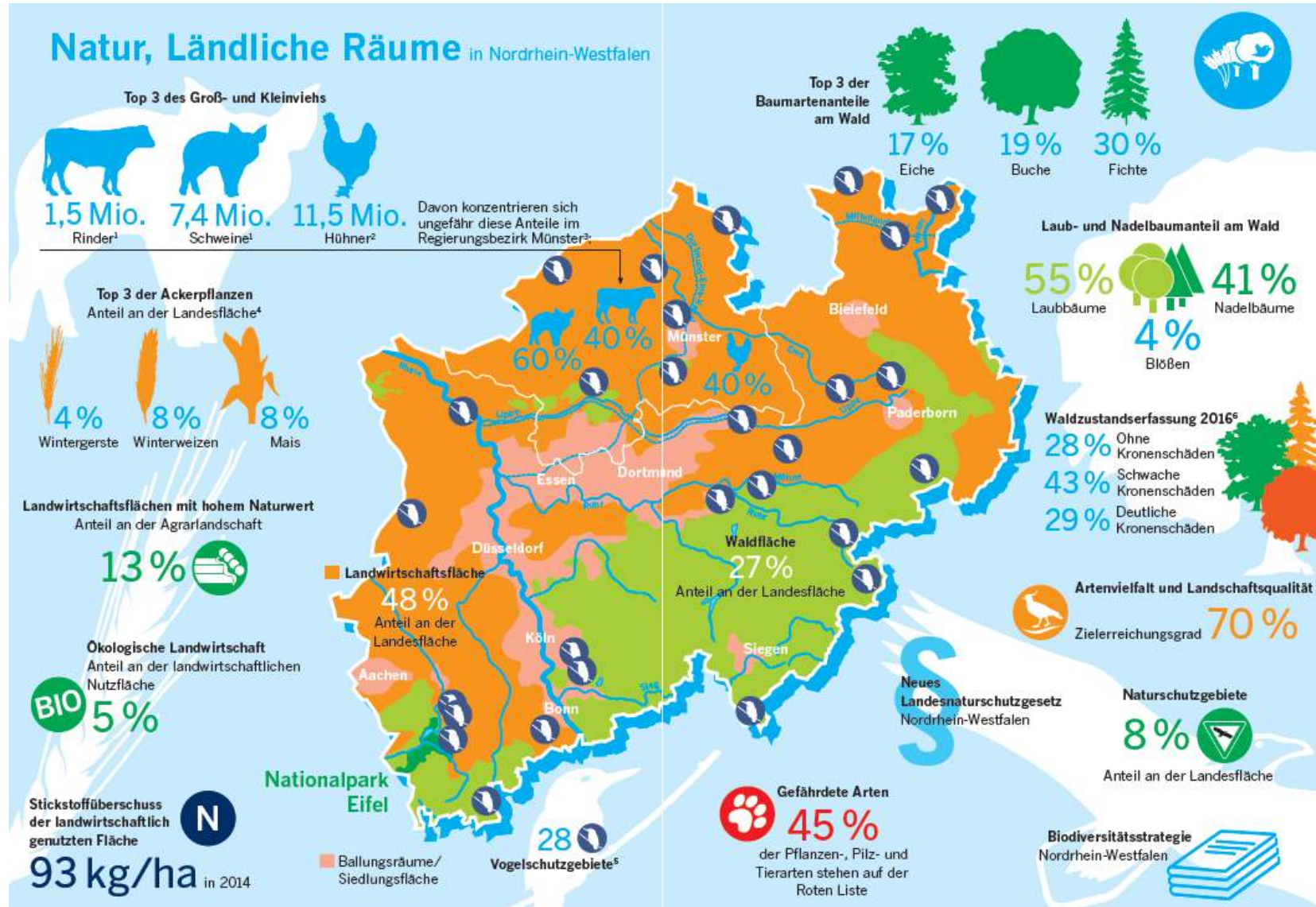
Bedeutung:

Bedeutende Wirtschaftssektoren deren Funktionalität potentiell gefährdet ist



(Abb. 1: Prinzip der Nachhaltigkeit, Researchgate 2017)

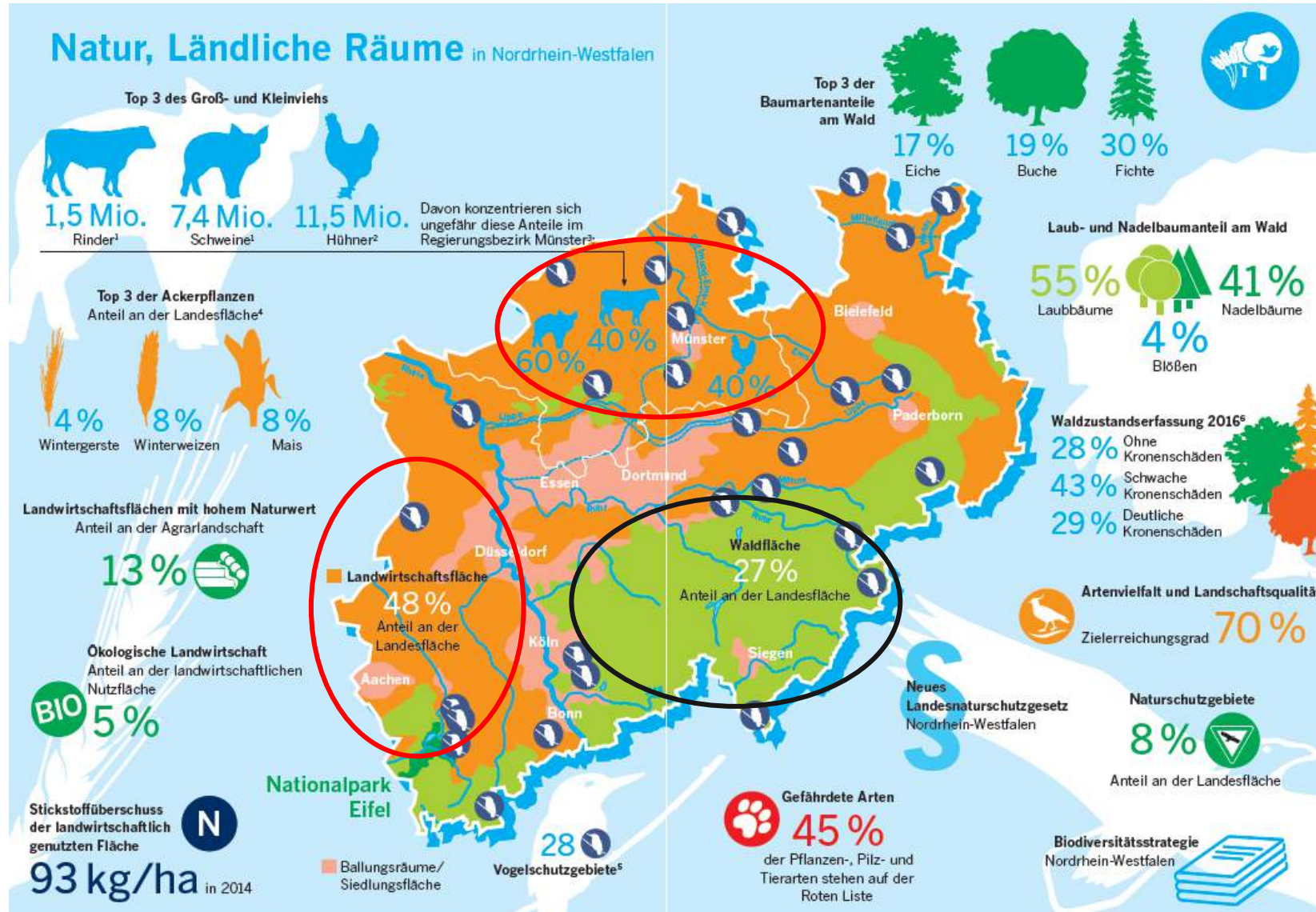
2. Land- und Forstwirtschaft in NRW



(Abb. 2: Flächennutzung in NRW. MKULNV NRW 2016)



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW



(Abb. 2: Flächennutzung in NRW. MKULNV NRW 2016)



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

Land- und Forstwirtschaftliche Nutzungen sind immer mit der Emission von Treibhausgasen verbunden

Zur gleichen Zeit wirken Wälder und Böden als Speicher und Senke für CO₂

Speicherung in Pflanzen, Holz, Holzprodukten, Boden



Land- und Forstwirtschaft stehen daher im engen Zusammenspiel mit dem Klimaschutz



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

- Fast die Hälfte der Landesfläche steht in landwirtschaftlicher Nutzung
- In NRW befinden sich ca. 34.000 landwirtschaftliche Betriebe, welche nachwachsende Rohstoffe, Futter- und Lebensmittel produzieren
- 12% der landwirtschaftlich genutzten Fläche wird für Bioenergie oder Biokraftstoffe verwendet
- Der Umsatz dieser Betriebe beläuft sich auf ca. 7,4 Milliarden Euro jährlich
- Zusätzlich stehen weiterverarbeitende Betriebe und Betriebsketten in Abhängigkeit zur landwirtschaftlichen Produktionsleistung



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

-Von den Flächenanteilen ist Mais die wichtigste Ackerpflanze in NRW (287.000 Hektar)

↳ 8% der Landesfläche wird für den Maisanbau genutzt

-Zweitwichtigste Ackerpflanze ist der Winterweizen (270.000 Hektar)

-Rapsanbau nimmt ca. 54.700 Hektar Land in Anspruch



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

Nutztierhaltung:

7,4 Millionen Schweine

1,45 Millionen Rinder

11,5 Millionen Hühner



Ressourcen + Treibhausgasemissionen

Konzentrationsraum im Regierungsbezirk Münster:

60% aller Schweine und 40% aller Rinder und Hühner NRWs

2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

Was sind die Hauptemittenten?

-Tierhaltung: Besonders Haltung von Wiederkäuern (Rinder) → Methan (CH₄)

-Düngewirtschaft: Lagerung und Umwandlung von stickstoffhaltigen Düngern, Gülle oder Mist → CH₄ + N₂O

-Landwirtschaftliche Bodennutzung: Falsche Ausbringungsformen und zu große Ausbringungsmengen von NPK-Düngern → N₂O + Nitratauswaschung

Bodenaufbruch (Pflügen) → Abbau org. Materials + CO₂-Emissionen



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

Was bedeutet das konkret?

-1990-2012: Treibhausgasemissionen um 22% gesunken

-Rückgang der Tierzahlen

-Verbesserte Lagerung von Mist und Gülle

-Verringerter Einsatz von Düngern

➡ Klima- und Umweltbewusstsein vorhanden



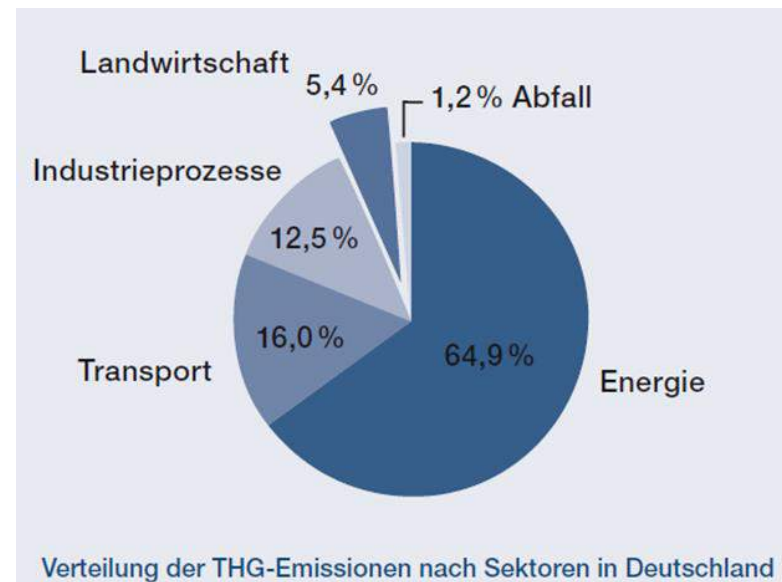
2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.1 Landwirtschaft in NRW

Was bedeutet das konkret?

-Im Jahr 2012 wurden in NRW ca. 8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente durch die Landwirtschaft emittiert

-Dieser Wert entspricht 2,5% der Gesamtemissionen des Bundeslandes im Jahr 2012



➔ Dennoch Verbesserungspotential

(Abb. 3: THG-Emissionen nach Sektoren. NABU 2010)

(MKULNV 2015)



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.2 Forstwirtschaft in NRW

- 27% der Landesfläche ist von Wald bedeckt
- 2/3 des Waldes befindet sich in Privatbesitz von ca. 152.000 Eigentümern
- Ca. 180.000 Menschen arbeiten im Cluster der Forstwirtschaft in NRW
- Jährlicher Umsatz ca. 38 Milliarden Euro

2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.2 Forstwirtschaft in NRW

Funktionen der Wälder



(Abb. 4: Funktionen der Wälder. MKULNV 2017)



2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.2 Forstwirtschaft in NRW

Funktionen der Wälder



C-Speicher:

-1,2 Milliarden Tonnen CO₂ in Wald- und Holzspeicher gebunden

-4 Millionen Tonnen CO₂ durch Zuwachs

-Jährliche Emissionsreduktion von ca. 18 Millionen Tonnen CO₂ durch Zuwachs des Waldes und Substitution

-6% der gesamten Emissionen NRW

(Abb. 4: Funktionen der Wälder. MKULNV 2017)

(MKULNV 2015)



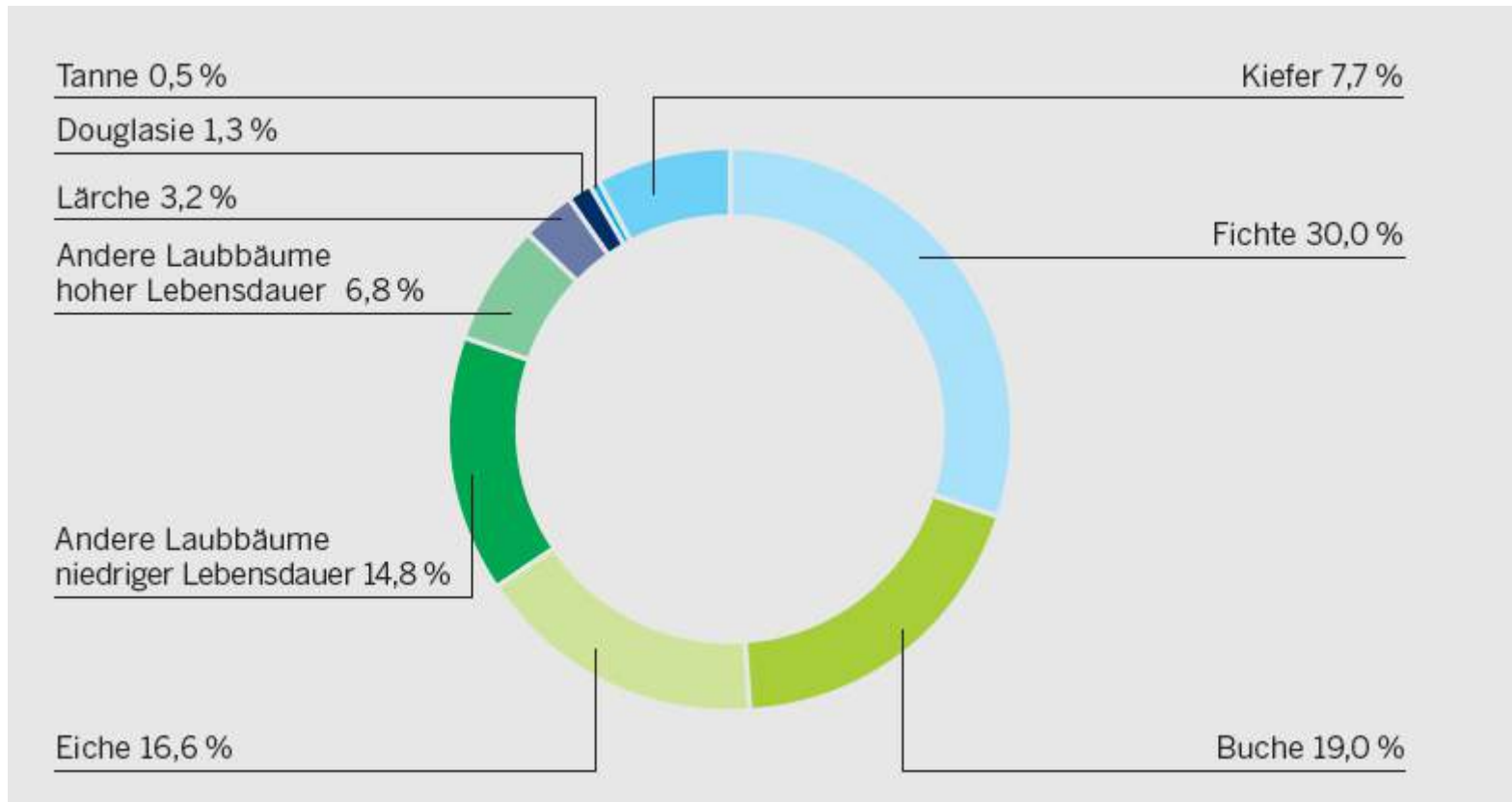
2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.2 Forstwirtschaft in NRW

- Ursprünglich war NRW vollständig bewaldet
- Da Holz wichtiger Brenn- und Baustoff ist, kam es bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zu einer Übernutzung der Wälder und ihrer Ressourcen
- Im 19. Jahrhundert wurden erste Wiederaufforstungen initiiert
- Hauptsächlich wurden Nadelbäume (Fichten & Kiefern) angepflanzt

2. Land- und Forstwirtschaft in NRW

2.2 Forstwirtschaft in NRW



(Abb. 5: Anteile der Baumarten in NRW. MKULNV 2016)

Landeswaldinventur 2012:

- 30% Fichte
- 19% Buche
- 16,6% Eiche
- 7,7% Kiefer

73,3%



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Grundsätzliche Folgen in NRW

-Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur um ca. 1,4°C (1881-2015)

➡ größter Anstieg dabei seit den 1990er Jahren

-Sommer werden wärmer, Winter werden milder

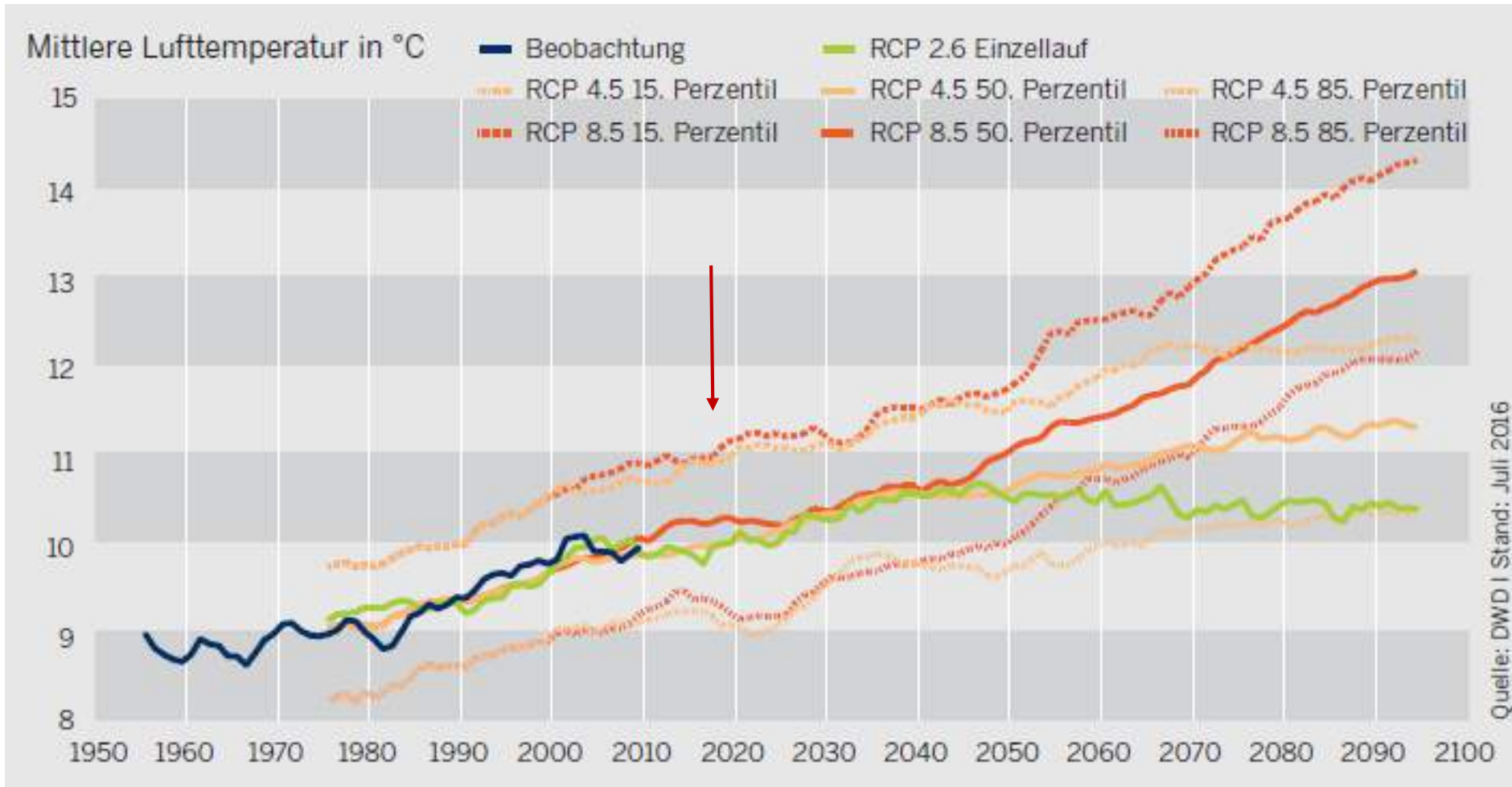
-Jahresniederschläge haben sich erhöht und verschieben sich in Richtung Winter

➡ neue Niederschlagsmuster

-Häufigkeit von Extremwetterereignissen erhöht



3. Folgen des Klimawandels in NRW



(Abb. 6: Mittlere Lufttemperatur in NRW. MKULNV 2016)



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Grundsätzliche Folgen in NRW

Klimaänderung auch innerhalb eines Jahres erkennbar:

-Anzahl der Sommertage erhöht sich (Temperatur erreicht $\geq 25^{\circ}\text{C}$)

➡ seit 1990 ca. 8 Tage mehr

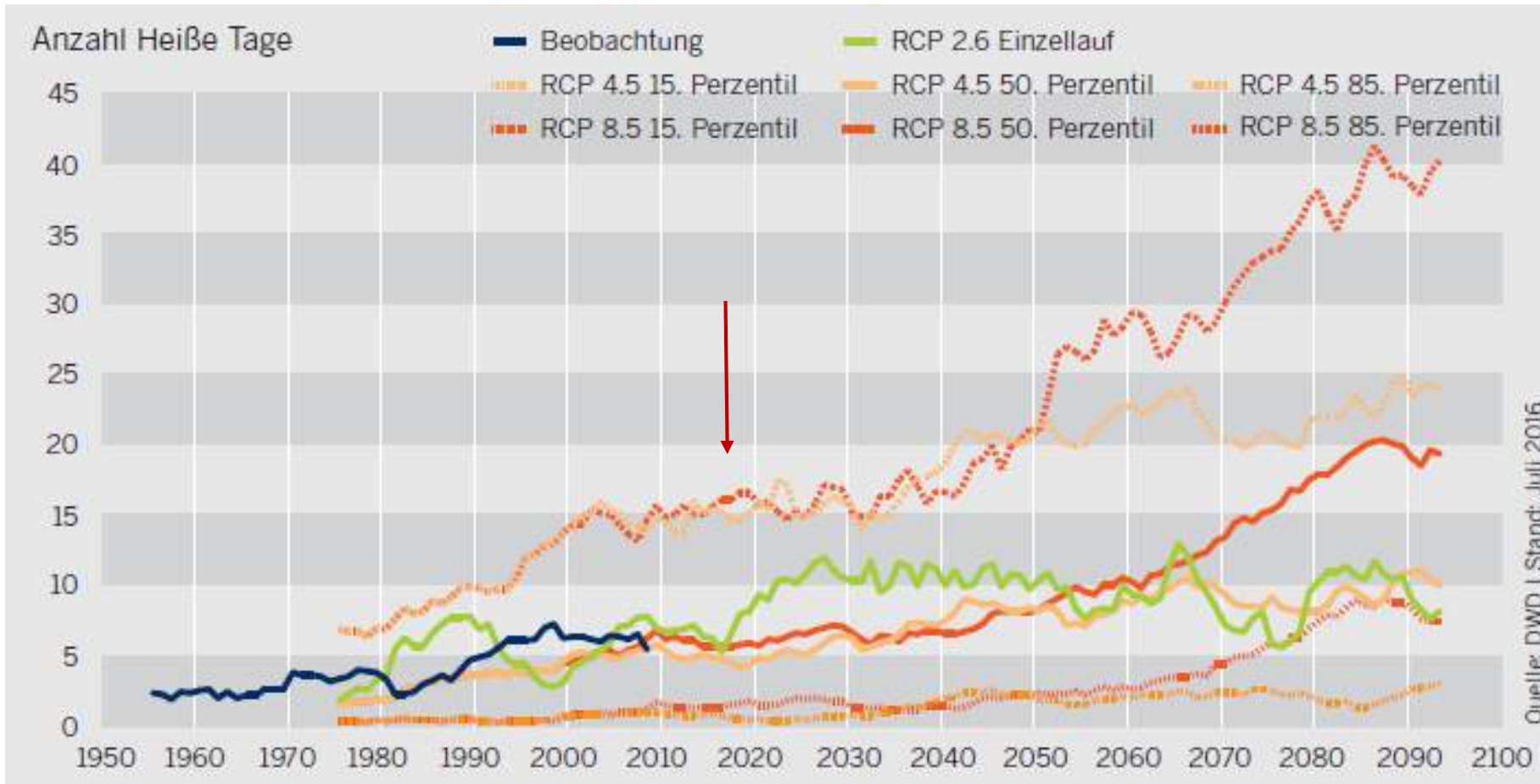
-Anzahl der Frosttage nimmt ab (Temperatur erreicht $< 0^{\circ}\text{C}$)

➡ seit 1990 ca. 14 Tage weniger

➡ 2014 geringster Wert (seit 1881)

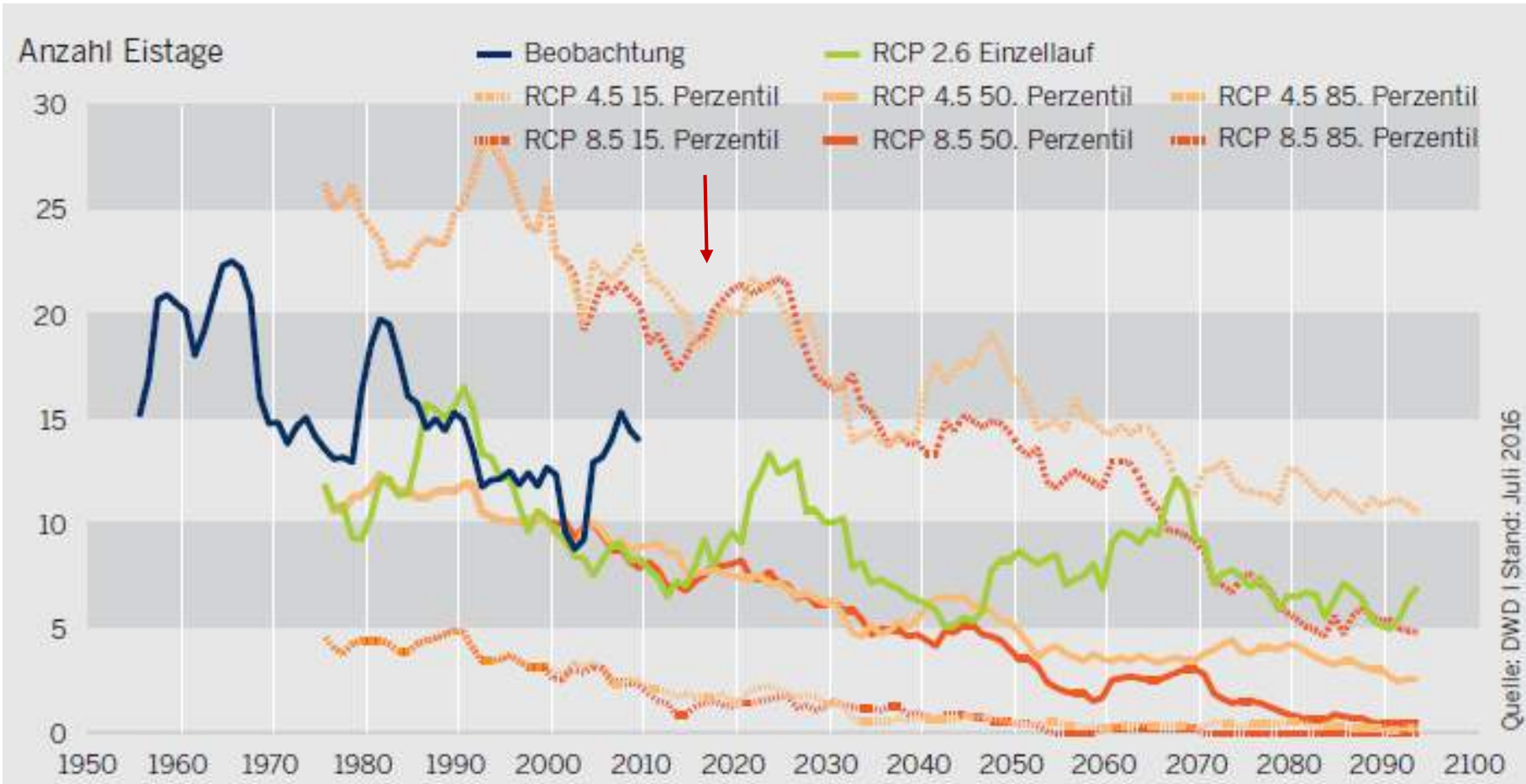


3. Folgen des Klimawandels in NRW



(Abb. 7: Anzahl Heiße Tage/Sommertage in NRW. MKULNV 2016)

3. Folgen des Klimawandels in NRW



(Abb. 8: Anzahl Eistage/Frosttage in NRW. MKULNV 2016)

3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Landwirtschaft in NRW

-Durch die erhöhten Temperaturen setzt die Vegetationsperiode früher ein

- ➡ Im Zeitraum von 1981-2010 VP 3-5 Tage früher als im Zeitraum 1961-1990
- ➡ 2003 besonders früh
- ➡ Für den Zeitraum 2021-2050 deuten Klimaprojektionen auf weitere Verfrühungen
- ➡ um bis zu 15 Tagen (Vergleichszeitraum 1961-1990)

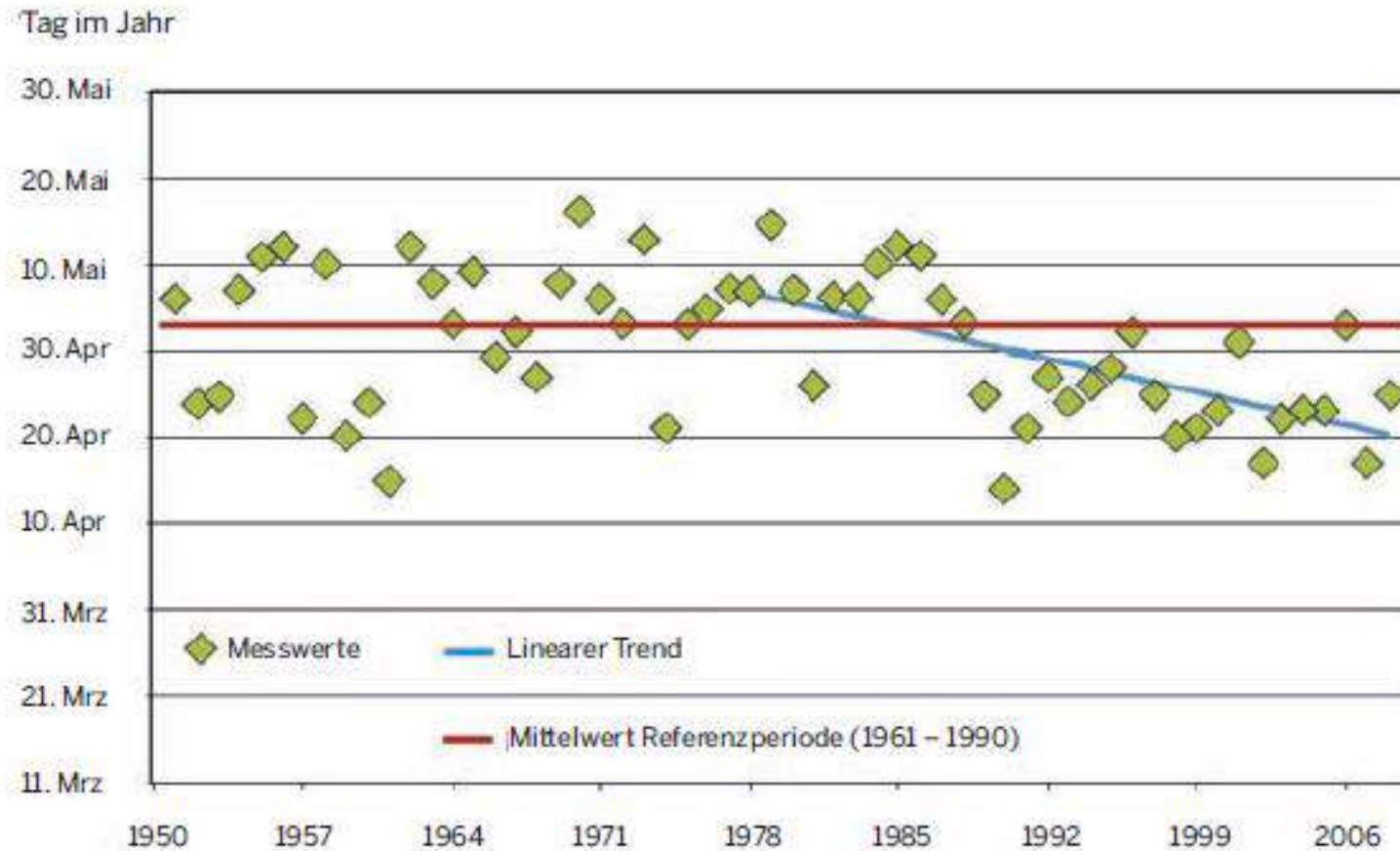
-Risiko von Spätfrost nimmt durch höhere Temperaturen ab

-Pflanzenwachstumsphasen wie die Obstblüten können früher auftreten und dadurch wieder in eine Spätfrostperiode fallen



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Landwirtschaft in NRW



(Abb. 9: Apfelblüte in NRW. MKULNV 2011)



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Landwirtschaft in NRW

-Höhere Temperaturen lassen angebaute Kulturpflanzen schneller wachsen

- ➔ Schnellere Entwicklung führt aber oft zu geringeren Erträgen
- ➔ Besonders Getreide betroffen, da Kornfüllungsphase verkürzt ist

-Anzahl heißer Tage innerhalb einer Vegetationsperiode nimmt zu

- ➔ Risiko zur Überschreitung der pflanzeigenen Optimaltemperatur
- ➔ Kornzahl nimmt bei Weizen auch nach kurzen Überschreitungen stark ab
- ➔ Ernteverlust

-Verdunstungsrate steigt und Pflanzen benötigen mehr Wasser



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Landwirtschaft in NRW

-Zunahme der Intensität und Häufigkeit konvektiver Ereignisse

➔ Starkregenereignisse von kurzer Dauer

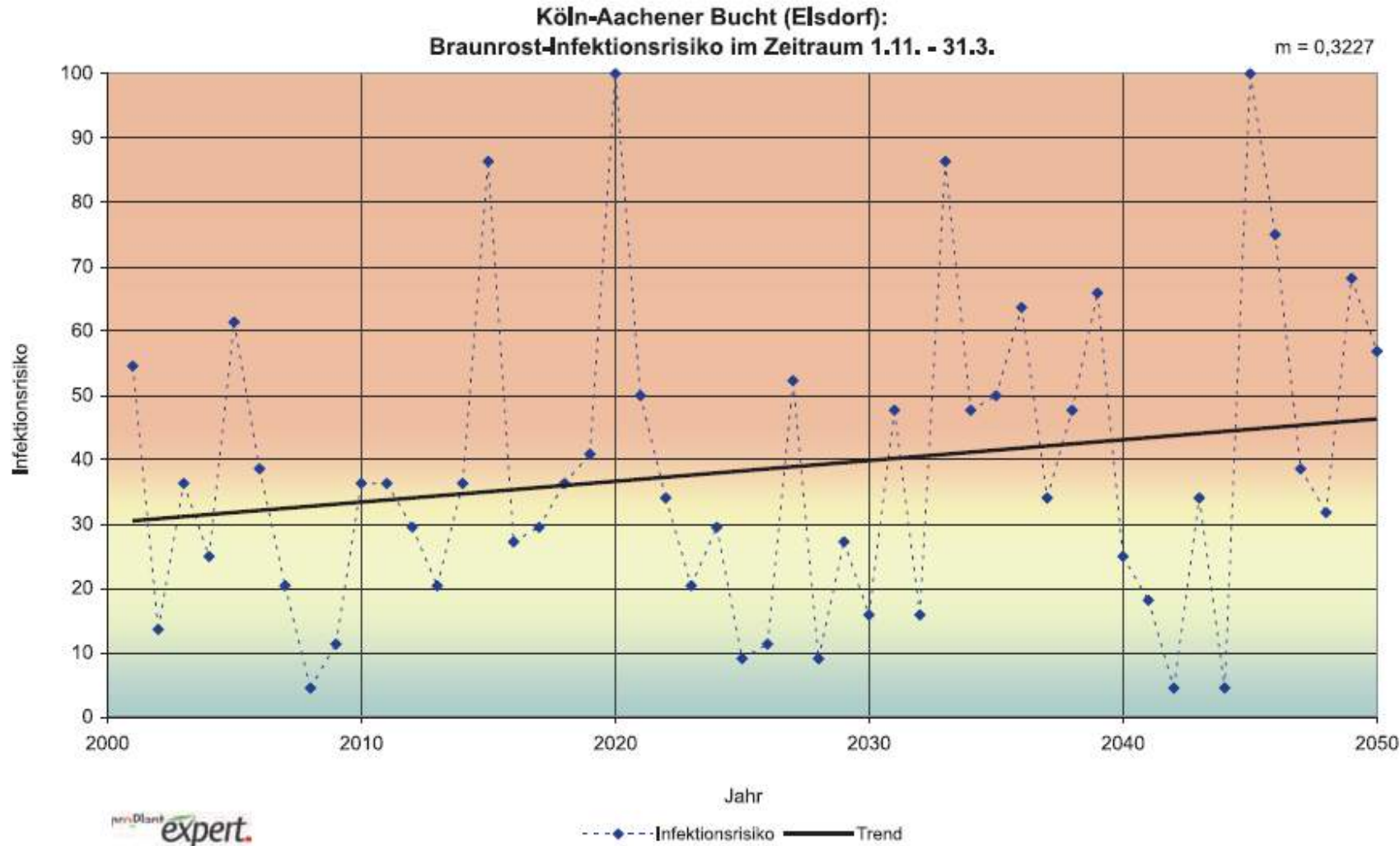
➔ Erosionsgefahr, Ausspülung von Nährstoffen

-Erhöhte Bodentemperatur bietet besseren Lebensraum für Schädlinge

➔ Bodenzpilz *Verticillium* schadet besonders Raps

➔ Braunrost

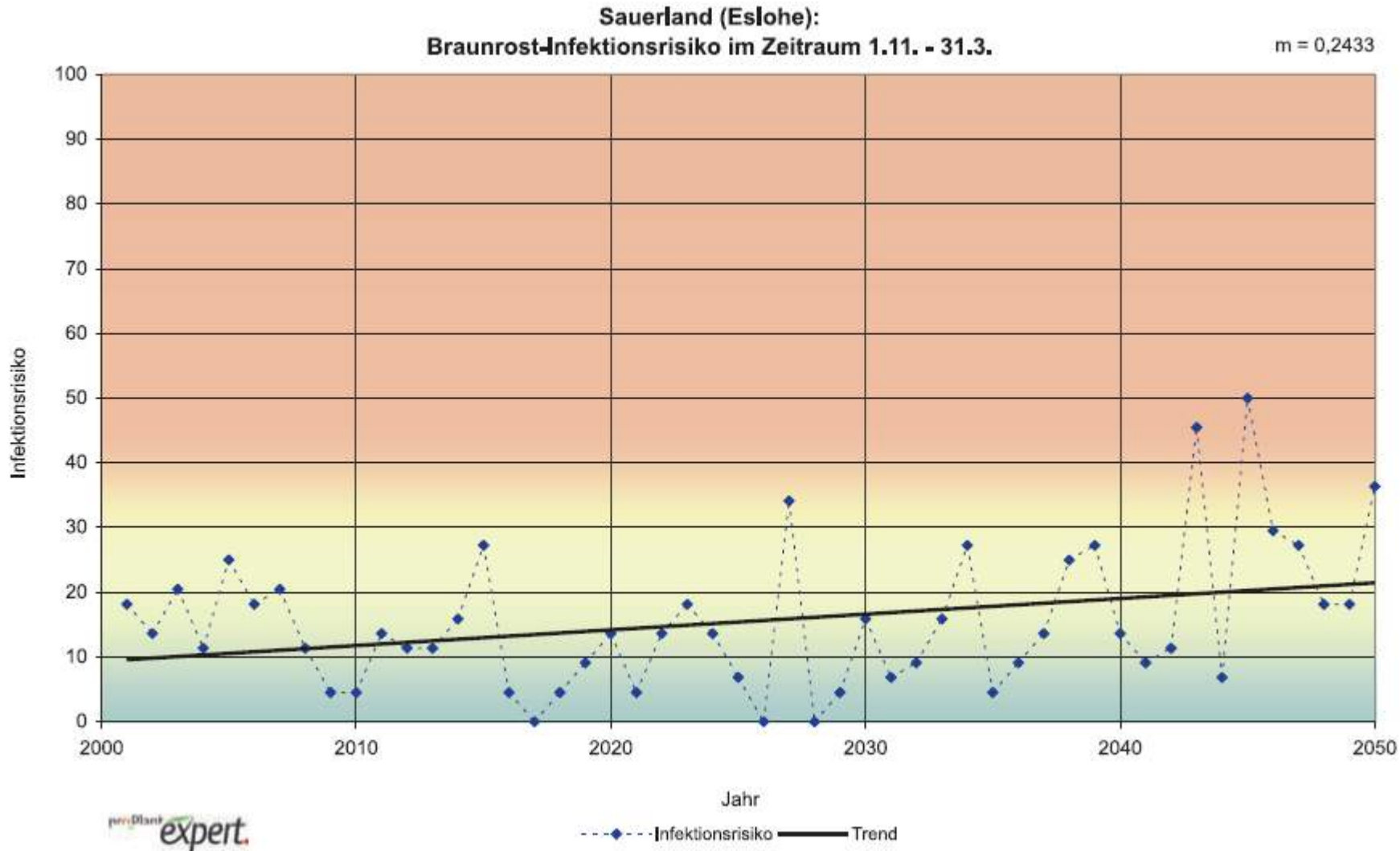
3. Folgen des Klimawandels in NRW



(Abb. 10: Braunrost-Infektionsrisiko des Winterweizens in der Köln-Aachener Bucht. MKULNV 2011)



3. Folgen des Klimawandels in NRW



(Abb. 11: Braunrost-Infektionsrisiko des Winterweizens im Sauerland. MKULNV 2011)



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Landwirtschaft in NRW

Studien zeigen, dass der Klimawandel und die damit einhergehenden Folgen die landwirtschaftliche Leistung bis 2050 nicht verringert. Leichte Steigerungen sind zu erwarten.

Temperatur und CO₂-Konzentrationen begünstigen kurzfristig die Erträge

Längerfristige Projektionen (2071-2100) deuten allerdings auf Ertragsrückgänge hin



3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Forstwirtschaft in NRW

- Hauptinflussfaktoren sind die erhöhten Temperaturen und das erhöhte Risiko von Stürmen
- Folgen treffen jede Wald- und Baumart unterschiedlich stark
- Buchen und Eichen profitieren von leichter Erwärmung, Fichten nehmen Schaden (Hitzestress)
- Flachwurzler besonders von Stürmen gefährdet
- Für alle Bäume gilt das erhöhte Risiko von Schädlingsbefall
- Anpassungsschwache Baumarten gehen zurück, fremdländische standortgerechte Bäume nehmen zu (Douglasie)



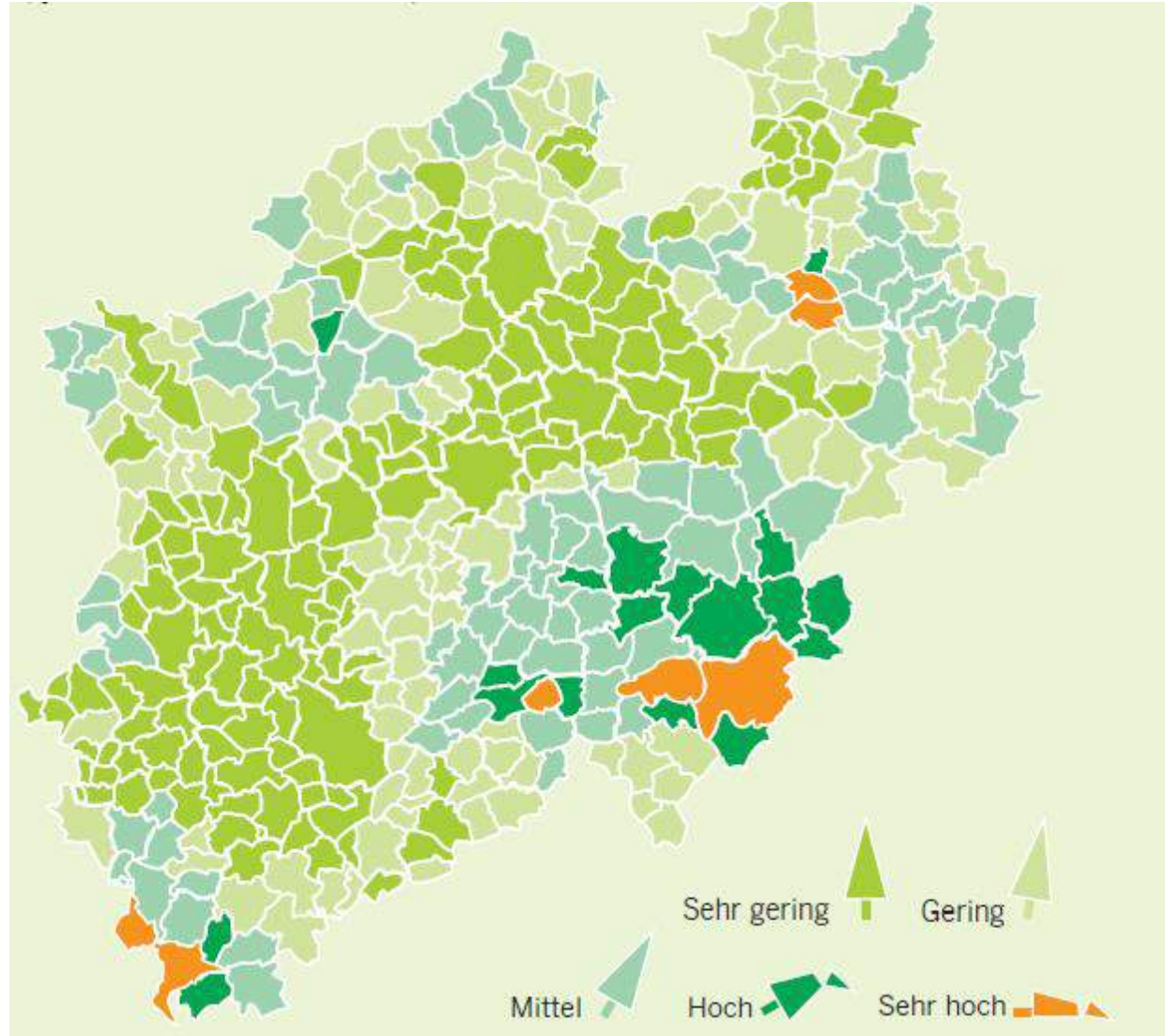
3. Folgen des Klimawandels in NRW

3.1 Folgen für die Forstwirtschaft in NRW

- Standortbedingungen verschieben sich
- Vereinzelt erhöht sich die Gefahr von Wassermangel
- Waldbrandrisiko in längeren Trockenperioden nimmt zu



3. Folgen des Klimawandels in NRW

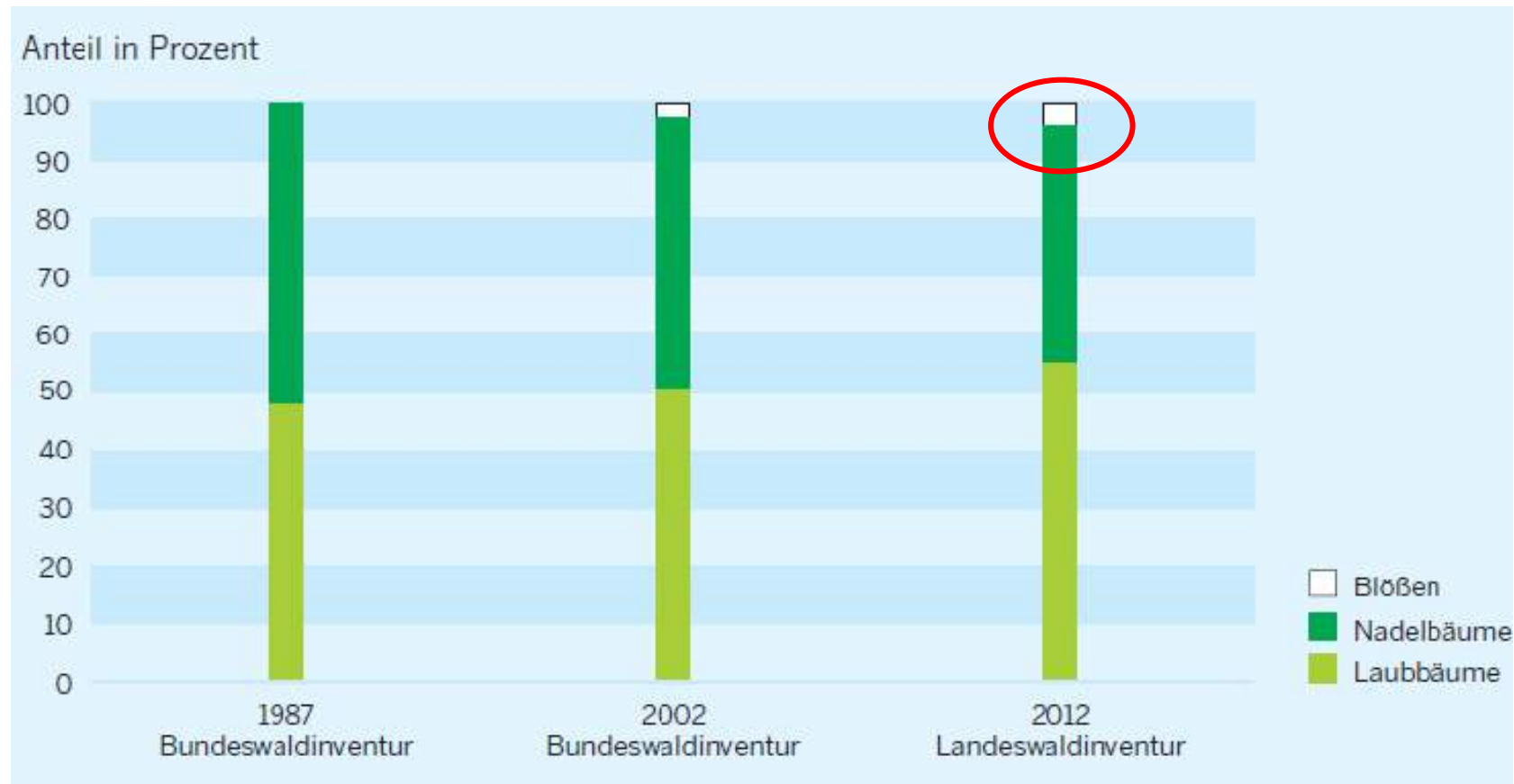


(Abb. 12: Sturmwurfrisiko nach Kyrill.
MKULNV 2013)



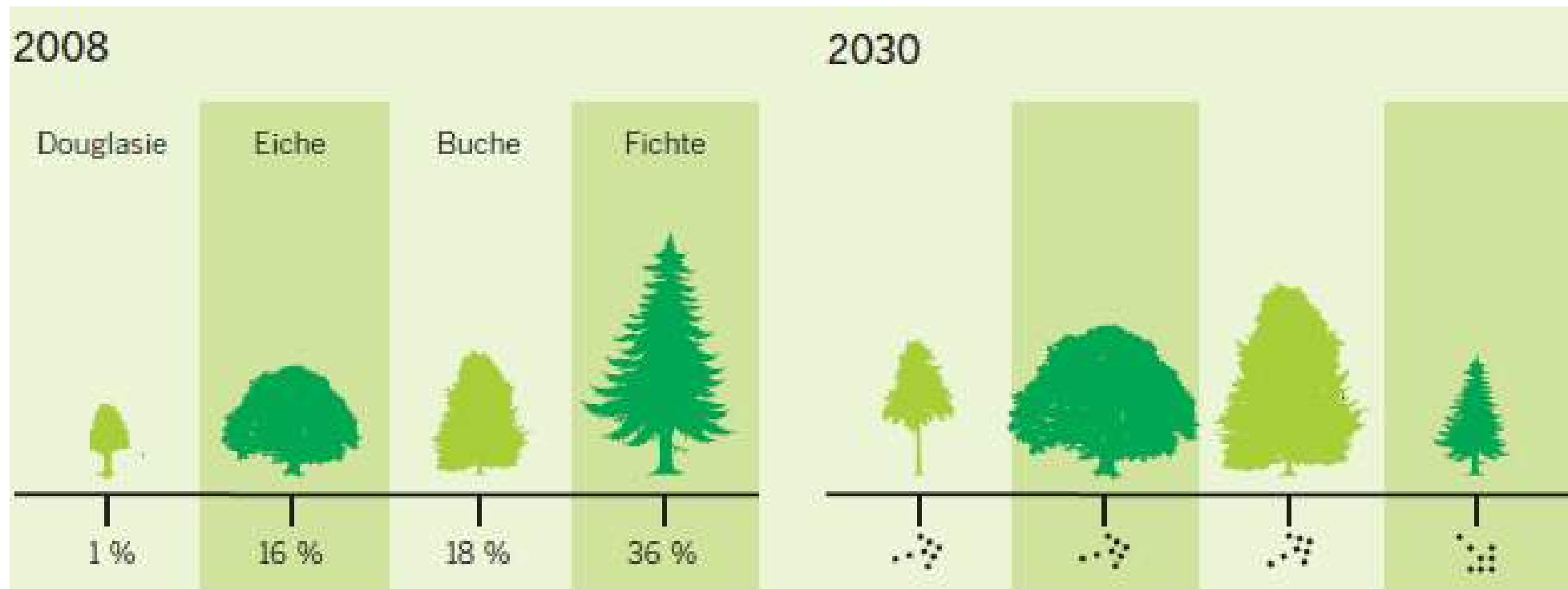
3. Folgen des Klimawandels in NRW

(Abb. 13: Verhältnis von Laub- und Nadelwald in NRW. MKULNV 2016)



3. Folgen des Klimawandels in NRW

(Abb. 14: Veränderung der Baumarten in NRW. MKULNV 2013)





4. Anpassungsstrategien in NRW

2013: Landtag beschließt erstes deutsches Klimaschutzgesetz

- Gibt konkrete Klimaziele vor (Bsp. Minimierung von Treibhausgasen)
- Maßnahmen um Klimafolgen zu kompensieren

2015: NRW-Klimaschutzplan verabschiedet

- Anpassung an nicht abwendbare Klimafolgen
- 16 Handlungsfelder mit 66 Maßnahmen
- Darunter Maßnahmen in Land- und Forstwirtschaft
(Bsp. Klimaanpassungsstrategie Wald NRW)

4. Anpassungsstrategien in NRW



(Abb. 15: Handlungsfelder im Sektor Landwirtschaft, Forst und Boden. MKULNV 2015)



4. Anpassungsstrategien in NRW

4.1 Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft

- Regulierung des Einsatzes von Düngemitteln mittels Novellierung der Düngeverordnung
 - ➔ Lagerungsdauer, N-Eintragsmengen
 - ➔ besonders klimaschädliche N₂O Emission verringern
 - ➔ bedarfsgerechte Düngung
- Verbesserung der Ausbringungsmethoden von N-Düngern
- Förderungen des Anbaus von Leguminosen um Luftstickstoff zu binden
- Förderung von Forschungen im Zusammenhang mit Lachgas- und Methanemissionen infolge von landwirtschaftlicher Düngemittelausbringung
- Ausweitung und Förderung des Ökolandbaus

4. Anpassungsstrategien in NRW

4.1 Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft

- Stickstoffüberschussabgabe
- Treibhausgasemissionen durch (stickstoff-)optimierte Fütterung in der Tierhaltung reduzieren
- Abdeckung von Lagerungsbehältern mit Mist, Düngern und Gärresten
- Anbau klimaangepasster Feldfrüchte





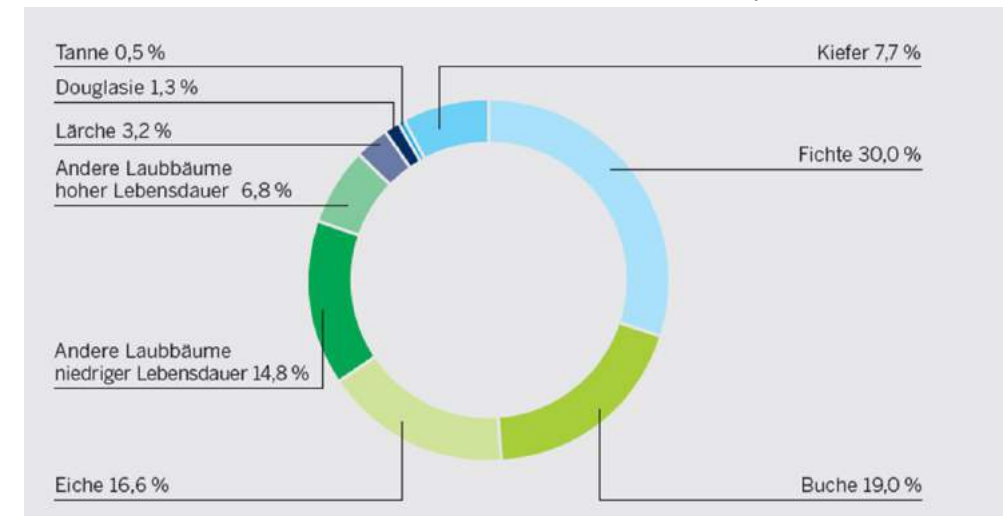
4. Anpassungsstrategien in NRW

4.1 Anpassungsstrategien in der Forstwirtschaft

Dauerhafte Entwicklung klimaplastischer Wälder in NRW:

- ➔ Umwandlung von reinen Nadelwäldern zu Mischwäldern
- ➔ Anpflanzung und Förderung von Laubbäumen
- ➔ Integration klimaangepasster Baumarten

(Abb. 5: Anteile der Baumarten in NRW. MKULNV 2016)



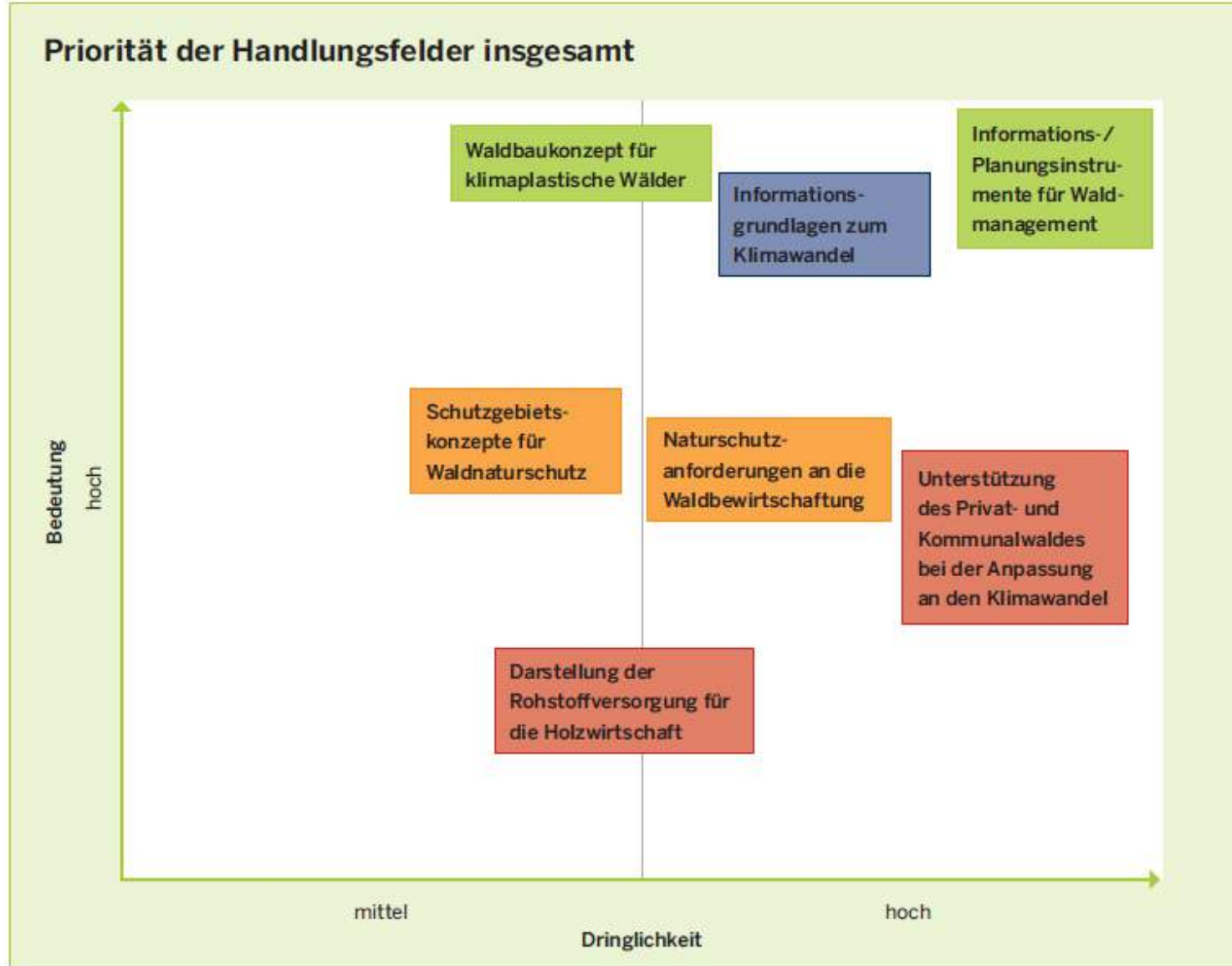


4. Anpassungsstrategien in NRW

4.1 Anpassungsstrategien in der Forstwirtschaft

- Dauerhafte Entwicklung klimaplastischer Wälder in NRW
- Optimierung des Waldschutzmonitorings, Anpassung von Krisenmanagement
- Förderung von Naturschutzkonzepten, Schutzgebieten
- Unterstützung des Privatwaldes bei der Klimaanpassung
- Monitoring und Steigerung der Klimaschutzleistungen der Wälder durch Holznutzung
- Informationen zum Klimawandel und dessen Folgen für den Wald zur Verfügung stellen
- Förderung von Forschungen, Projekten und verbesserten Waldmanagementkonzepten

4. Anpassungsstrategien in NRW



(Abb. 17: Prioritäten der Anpassung in der Forstwirtschaft. MKULNV 2015)



5. Aussicht

Landwirtschaft:

Landwirtschaftliche Produktionsleistung wird bis 2050 vermutlich nicht verringert.

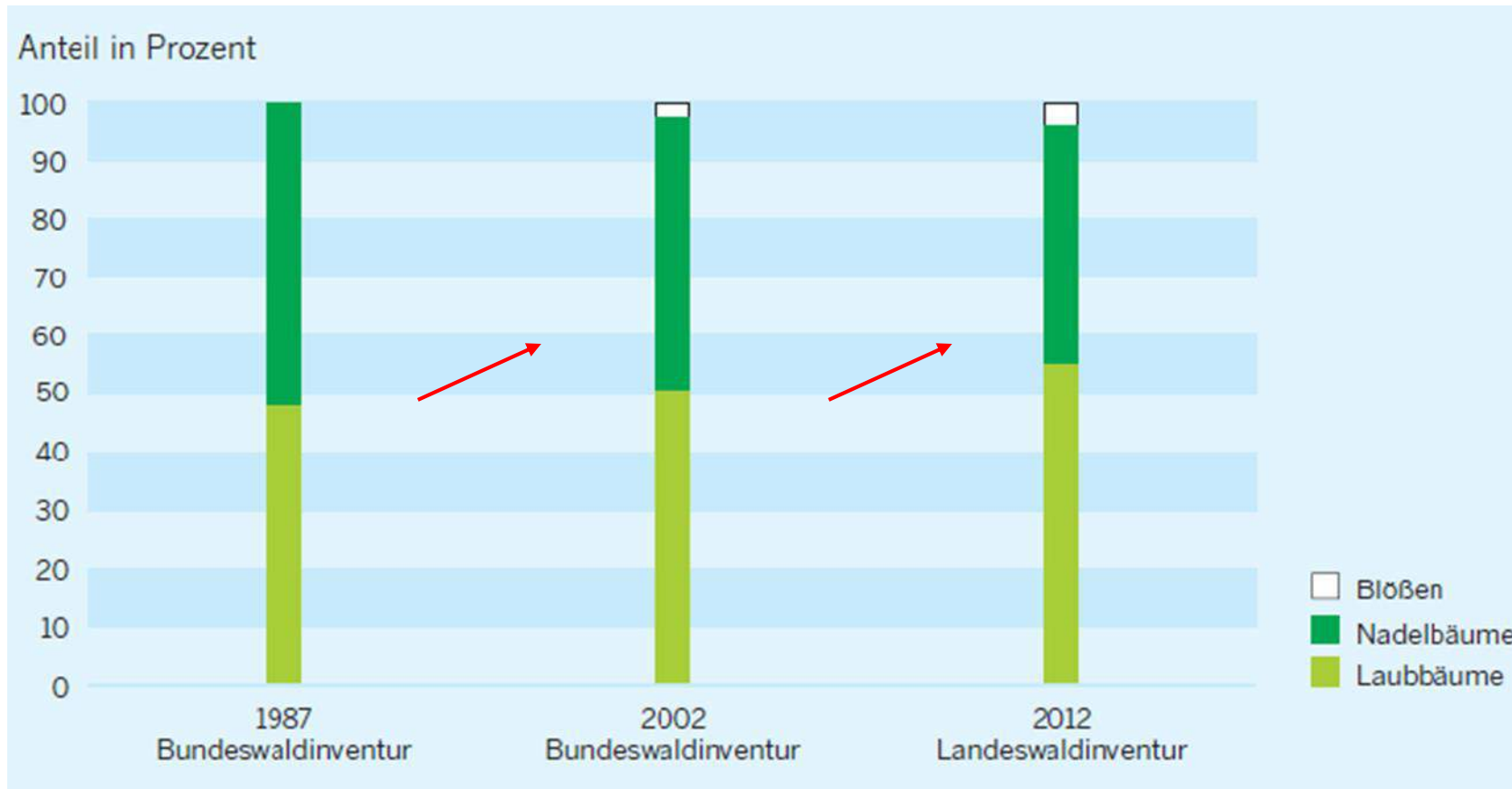
Leichte Steigerungen durch erhöhte Temperatur und CO₂-Düngung möglich.

Langfristig besteht das Risiko, dass der Klimawandel die landwirtschaftliche Produktion stark limitieren kann.



5. Aussicht

Forstwirtschaft:

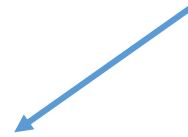


(Abb. 13: Verhältnis von Laub- und Nadelwald in NRW. MKULNV 2016)

- Wald- und Forstmanagement langfristig
- Maßnahmen werden durchgeführt
- Erfolg der Maßnahmen allerdings zur Zeit kaum absehbar

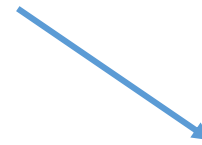
6. Fazit

Welche Reaktion ist im Zuge des fortschreitenden Klimawandels zu erwarten?



Positive Reaktion:

- kurzfristige Ertragssteigerungen
- CO₂-Düngeeffekt
- Integration neuer Arten



Negative Reaktion:

- langfristig Ertragsverluste
- Qualitätsabnahme
- Schädlingsbefall
- Risiko von Extremwetterereignissen
- Verlust einheimischer Arten
- Soziale Folgen
- Wirtschaftliche Verluste



6. Fazit

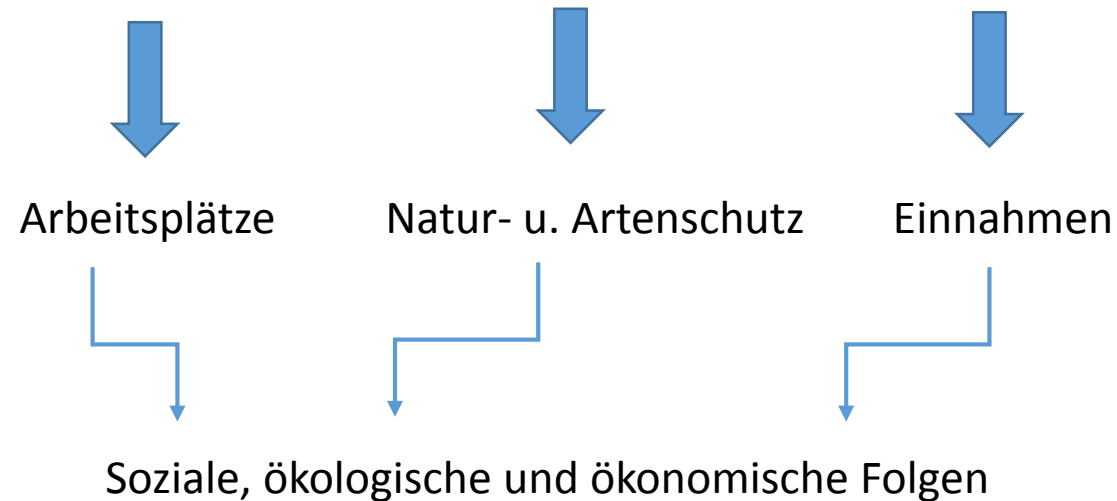
Welche Gewinner und welche Verlierer gibt es?

Wenn nichts unternommen wird, gibt es langfristig nur Verlierer



6. Fazit

Bedeutende Wirtschaftssektoren deren Funktionalität potentiell gefährdet ist



Vorsorge: Um die negativen Effekte abzuwenden oder zu minimieren muss **vorsorglich** gehandelt werden. Es müssen Maßnahmen getroffen und durchgeführt werden, welche die Klimafolgen abdämpfen. In der Land- und Forstwirtschaft steckt **viel Potential** klimafreundlicher zu sein.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



(Abb. 18: Fit für den Klimawandel.
NABU 2017)



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Researchgate (2017): Nachhaltigkeitsdreieck. https://www.researchgate.net/profile/Bernadette_Bensaude-Vincent/publication/260093555/figure/fig1/AS:297285469655040@1447889787070/FIGURE-3-The-3-pillars-of-sustainability-thwinkorg.png [15.05.2017].

Abb. 2: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 108-109].

Abb. 3: MKULNV (Hg.) (2017): Funktionen der Wälder.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_schaubild_wald-funktionen.png [15.05.2017].

Abb. 4: NABU (Hg.) (2010): Klimaschutz in der Landwirtschaft. Ziele und Anforderungen zur Senkung von Treibhausgasemissionen. Berlin. [S. 4].

Abb. 5: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 119].

Abb. 6: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 25].

Abb. 7: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 25].

Abb. 8: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 26].

Abb. 9: MKULNV (Hg.) (2011): Klimawandel und Landwirtschaft. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die Entwicklung der Pflanzenproduktion in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. [S. 9].



Abbildungsverzeichnis

Abb. 10: MKULNV (Hg.) (2011): Klimawandel und Landwirtschaft. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die Entwicklung der Pflanzenproduktion in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. [S. 20].

Abb. 11: MKULNV (Hg.) (2011): Klimawandel und Landwirtschaft. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die Entwicklung der Pflanzenproduktion in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. [S. 20].

Abb. 12: MKULNV (Hg.) (2013): Wald und Klimaschutz in NRW. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz - Kurzfassung der Studie. Düsseldorf. [S. 8].

Abb. 13: MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf. [S. 120].

Abb. 14: MKULNV (Hg.) (2013): Wald und Klimaschutz in NRW. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz - Kurzfassung der Studie. Düsseldorf. [S. 8].

Abb. 15: MKULNV (Hg.) (2015): Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen. Klimaschutz und Klimafolgenanpassung. Düsseldorf. [S. 155].

Abb. 16: Landschaftsfotos.eu (Hg.) (2011): Hirsefeld. <http://www.landschaftsfotos.eu/bild/deutschland~baden-wuerttemberg~rheinebene/20352/hirsefeld-in-der-rheinebene-ein-ungewohntes.html> [18.05.2017].

Abb. 17: MKULNV (Hg.) (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel. Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. [S. 50].



Abbildungsverzeichnis

Abb. 18: NABU (Hg.) (2017): Fit für den Klimawandel.

<https://nrw.nabu.de/imperia/md/nabu/images/regional/nrw/sonstiges/logos/150423-logo-fit-fuer-den-klimawandel-680.png>
[18.05.2017].

Abbildungen Titelseite:

Abb. I: Stern (o.J.): Kühe auf Weide. <http://image.stern.de/7171130/16x9-940-529/60a505c2ddfaac6a9cf364a027c60db9/aU/bio-landwirtschaft-milch-fleisch.jpg> [18.05.2017].

Abb. II: Schnell, O. (o.J.): Erntereifes Feld. https://www.otto-schnell.de/files/Otto_Schnell/Bilder/Branche%20Landwirtschaft/Landwirtschaft.jpg [18.05.2017].

Abb. III: bachelor-and-more.de (o.J.): Forstholz. http://www.bachelor-and-more.de/fileadmin/user_upload/Fachbereiche/Agrar-_und_Forstwissenschaft/Forstwirtschaft.web.jpg [18.05.2017].



Literaturverzeichnis

Kropp, J.; Holsten, A.; Lissner, T.; Roithmeier, O.; Hattermann, F.; Huang, S.; Rock, J.; Wechsung, F.; Lüttger, A.; Pompe, S.; Kühn, I.; Costa, L.; Steinhäuser, M.; Walther, C.; Klaus M.; Ritchie, S.; Metzger, M. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Potsdam.

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2012): Klimawandel und Landwirtschaft in NRW. Münster.

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2016): Der Raps blüht in NRW. <https://www.landwirtschaftskammer.de/presse/aa-2016-11-01.htm> [18.05.2017].

LANUV (Hg.) (2016): Klimawandel und Klimafolgen in Nordrhein-Westfalen. Ergebnisse aus den Monitoringprogrammen 2016. LANUV-Fachbericht 74. Recklinghausen.

Lerch, G. (1991): Pflanzenökologie. Berlin.

Leser, H. (Hg.) (2011): Diercke Wörterbuch Geographie. Raum - Wirtschaft und Gesellschaft - Umwelt. Braunschweig.

MKULNV (Hg.) (2011): Klimawandel und Landwirtschaft. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf die Entwicklung der Pflanzenproduktion in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.



Literaturverzeichnis

MKULNV (Hg.) (2013): Wald und Klimaschutz in NRW. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz - Kurzfassung der Studie. Düsseldorf.

MKULNV (Hg.) (2015): Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen. Klimaschutz und Klimafolgenanpassung. Düsseldorf.

MKULNV (Hg.) (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel. Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

MKULNV (Hg.) (2016): Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016. Düsseldorf.

MKULNV (Hg.) (2017): Klimaanpassung in NRW. <https://www.umwelt.nrw.de/klima-energie/klimawandel-und-anpassung/klimaanpassung-in-nrw/> [18.05.2017].

NABU (Hg.) (2010): Klimaschutz in der Landwirtschaft. Ziele und Anforderungen zur Senkung von Treibhausgasemissionen. Berlin.