

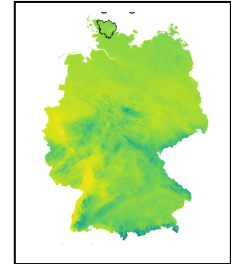


OptAKlim

**Optimierung von Anbaustrategien und -verfahren
zur Klimaanpassung**

4.8.2023

Infobrief 7 für die Region Nord



Themen:

- 1. Übersicht Projektaufbau und Fragestellungen, Anpassungsstrategien**
- 2. Bewertung der untersuchten Anbaustrategien im Hinblick auf:**
 - 2.1 Potenziale zur Treibhausgasminderung**
 - 2.2 Kosten**
- 3. Fazit und Ausblick**

Liebe OptAKlim-Interessierte!

Bevor wir Ihnen in unserem letzten Infobrief einen Überblick über alle in dem Projekt erfassten Indikatoren geben wollen, möchten wir diesen vorletzten Newsletter dazu nutzen, Sie über die Auswertungsergebnisse zu den letzten Einzelindikatoren für die Bewertung von unterschiedlichen Handlungspfaden für die Anpassung an dem Klimawandel in Ihrer Region zu informieren. Im Herbst letzten Jahres hatten wir Ihnen im Rahmen eines Abschlussworkshops diese Ergebnisse schon teilweise vorgestellt. In diesem Infobrief soll es daher um die bisher noch nicht kommunizierten Einzelindikatoren Treibhausgasemissionen (THG) bzw. Energieaufwand (KEA) und die beiden ökonomischen Indikatoren Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen (DAKfL) bzw. das ökonomische Anbaurisiko (VaR) gehen. Vertiefende Informationen, insbesondere auch zu den angewandten Bewertungsmethoden und –werkzeugen finden Sie wie bisher u.a. auf der JKI Homepage (<https://optaklim.julius-kuehn.de>).

1. Fragestellung, behandelte Anpassungsstrategien

Für die vergleichende quantitative Bewertung verschiedener Mitigations- und Anpassungsoptionen im Rahmen von OptAKlim wurden für alle Modellregionen jeweils zwei gebietsübergreifende und eine regionsspezifische Anpassungsstrategie sowie eine gebietsübergreifende Mitigationsstrategie berechnet. Die Basissituation und alle Strategien wurden für die Zeitschnitte 2016, 2040 und 2060 analysiert, um die fortschreitende Dynamik der klimawandelbedingten Ertragsrisiken abzubilden (Abbildung 1).

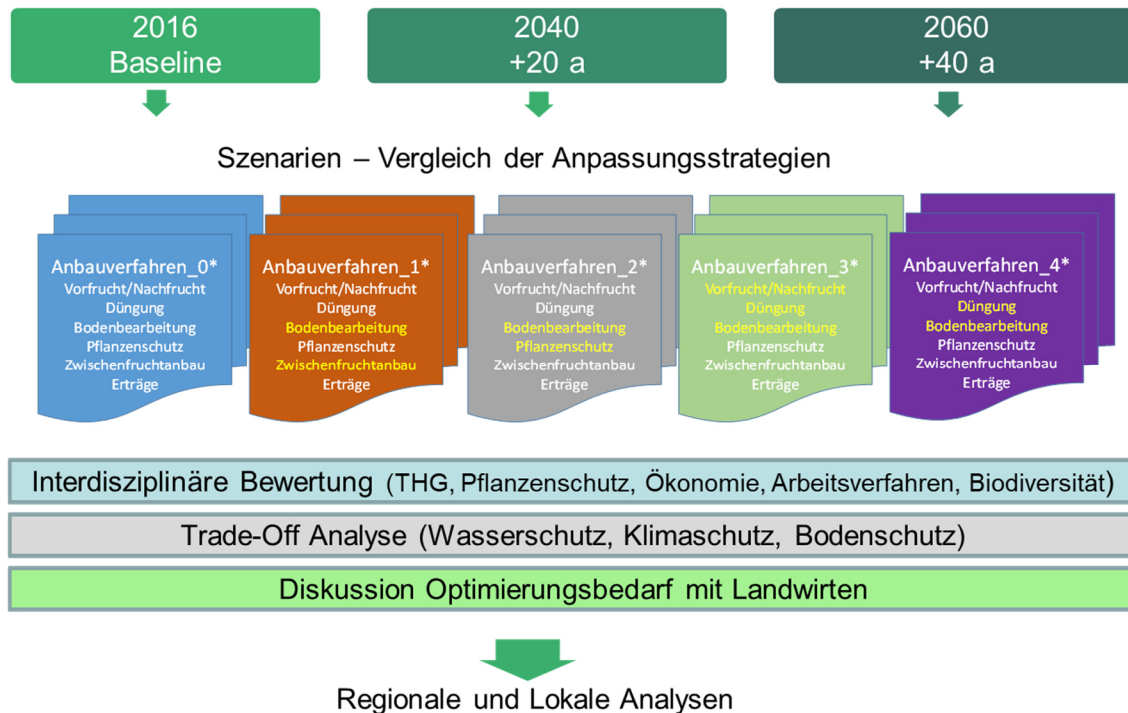


Abb. 1: Schematische Übersicht über die Analyse der Anpassungsoptionen auf Verfahrensebene und die Auswertung/ Interpretation der Ergebnisse

Folgende Strategien wurden für die Fokus Region NORD analysiert:

- **„Basissituation“:** Basissituation ohne weiterführende Anpassungs- und Mitigationsziele
- **„Grüne Brücke“:** Etablierung einer ganzjährigen Gründecke und Verbesserungen des Erosionsschutzes und der Biodiversität
- **„Mulchsaat ohne Glyphosat/ Reduzierte BB“:** Verbesserungen des Boden- und Erosionsschutzes bei Vermeidung des Einsatzes von Glyphosat und unter Anwendung reduzierter Bodenbearbeitung
- **„THG-Mitigation“:** Reduktion der THG-Emissionen
- **„Förderung des Bodenlebens“** in der Region Nord („Nord Geest“ = BKR 156) und „Nord Hügelland“ = BKR 157): Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und Verbesserung des Humusaufbaus

Die gewählten Anpassungsstrategien wurden für die Zeitscheiben 2040 und 2060 unter Berücksichtigung der zu erwartenden Ertragsentwicklung (siehe Infobrief Nr. 4) mittels eingeführter Ökosystemmodelle quantitativ bewertet. Für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen bzw. dem Energiebedarf wurde das Ökosystemmodell MiLa verwendet. Die ökonomischen Indikatoren wurden mit dem Modell ADEBAR berechnet. MiLa ist ein frei verfügbares, multivariates, empirisches Microsoft Excel®-basiertes Tool, das den Richtlinien der Ökobilanzierung basierend auf der ISO 14044 (2006) folgt. Das Tool berücksichtigt die speziellen Eigenschaften des einjährigen und mehrjährigen Pflanzenanbaus in

Fruchtfolgen, das Anbaumanagement bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen. Für die ökonomischen Indikatoren wurde das Datenbanksystem ADEBAR^(BE) genutzt, welches es gestattet, einzelne Kulturen, deren Anbauverfahren bzw., Veränderungen in der Verfahrensgestaltung hinsichtlich ökonomischer Indikatoren zu vergleichen (Abbildung 2).

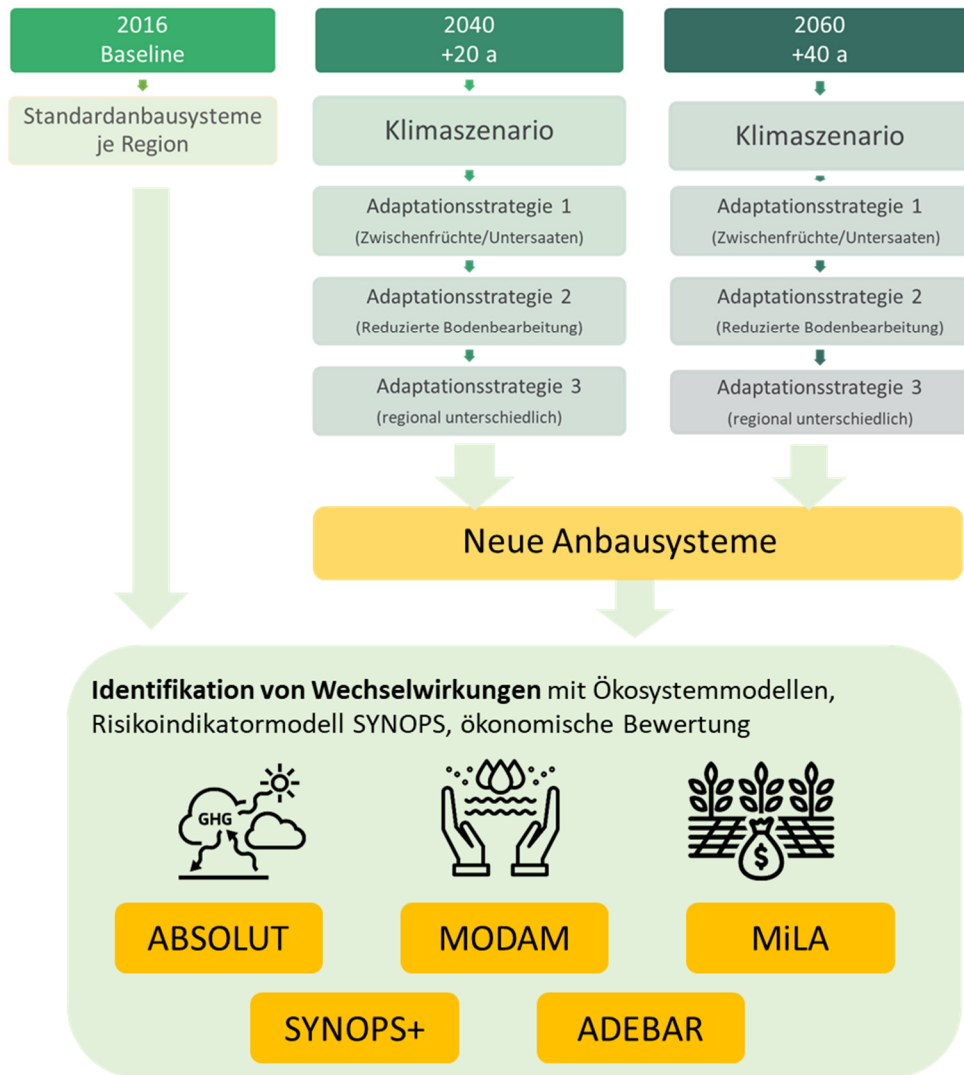


Abb. 2: Schematische Darstellung der Quantifizierung der Umweltwirkungen für die definierten Mitigations- und Anpassungsstrategien.

Ausgangspunkt der berücksichtigten Änderungen in den Anbausystemen war in jedem Fall die Ist-Situation in den Anbausystemen aus den statistischen Daten des Jahres 2016 auf Gemeinde- bzw. Landkreisebene. Dabei wurden alle Kulturarten mit einem Anbauanteil größer 5% an der Anbaufläche berücksichtigt. Aus den Daten der einzelnen Gemeinden bzw. Landkreise wurden mittels Clusteranalyse jeweils 5 ähnliche Anbausituationen (Cluster) identifiziert und für die einzelnen Fruchtarten typische Vorfrucht- Nachfruchtsituationen definiert

sowie die Anbausysteme als Abfolge regionstypischer Anbaumaßnahmen beschrieben und in eine Datenbank überführt. Für die Fokusregion NORD wurden insgesamt 29 verschiedene Anbausysteme berücksichtigt und in die OPTAKLIM-Datenbank aufgenommen. Für die Anpassungs- und Mitigationsstrategien wurden überall dort Veränderungen in den Anbausystemen vorgenommen, wo dies pflanzenbaulich sinnvoll und machbar ist, z. B: wurde Zwischenfruchtanbau nur zwischen Anbaukulturen zugelassen, wo ausreichend Zeit für eine Etablierung der Zwischenfrucht zur Verfügung steht. Die im Rahmen der Strategien umgesetzten Änderungen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Realisierte Anpassungen in den Anbausystemen in der Fokusregion NORD im Rahmen der ausgewählten Anpassungs- und Mitigationsstrategien.

Realisierte Änderung der Anbauverfahren:

Region	Überregionale Szenarien			Regionalszenario
	Grüne Brücke	Mulchsaat ohne Glyphosat	Mitigation	Bodenleben
Nord (Geest)	Ersatz Zwfr-Senf (vor Silomais) durch Aqua pro; zusätzl. Sommer Zwfranbau (Phacelia) wo möglich	Ersatz der Glyphosatanwendung zum Umbruch der Zwfrucht durch Scheibenegge	min. 20% org. Düngung, Reduktion des ermittelten N-Düngebedarfs um 20%, N-Anrechnung Wirt. dünger +20%	Neu: 18-25% Klee gras, 18-25% weniger Silomais
Nord (Hügelland)	Ersatz Zwfr-Senf (vor SMais) durch Aqua pro; zusätzl. Sommer Zwfranbau (Phacelia) zw. WWE-Wraps; WGe WWE;	Ersatz der Glyphosatanwendung zum Umbruch der Zwfr. durch Scheibenegge	min. 20% org. Düngung, Reduktion des ermittelten N-Düngebedarfs um 20%, N-Anrechnung Wirt. dünger +20%	Neu: 10-25% Klee gras, 0-25% weniger Silomais, teilweise je nach Cluster WGetreide oder Raps ersetzt

Legende: Zwfr – Zwischenfrucht; min.- mindestens, W – Winter; SMais – Silomais; WWE – Winterweizen; Weg – Wintergerste;

2. Treibhausgasemissionen

Optimierungspotenziale einzelner Anbauverfahren

Beispielhafte Ergebnisse für die Optimierungspotenziale auf der Ebene der Anpassung der Anbauverfahren sind in Abbildung 3 für den Indikator THG-Emissionen dargestellt. In dieser Betrachtung werden die einzelschlagbezogenen Einsparpotentiale für THG-Emissionen dargestellt, wobei das aktuelle Anbauverfahren (mit konventioneller Bodenbearbeitung) als Vergleichsmaßstab (=100%) verwendet wird.

In der Unterregion **Hügelland** weist die Veränderung der Düngung im Szenario „Mitigation“ für Winterweizen nach Winterraps mit 30% relativ hohe Einsparpotenziale auf. Die Ausweitung des Zwischenfruchtanbaus (Sommerzwischenfrucht nach Winterraps vor Winterweizen) im Szenario „Grüne Brücke“

cke“ führt im Vergleich dazu zu einer ca. 15% igen Erhöhung der THG-Emissionen. Die weitere Reduzierung der Bodenbearbeitung im gleichen Anbausystem verfügt dagegen nur über sehr geringe Einsparpotenziale. Im Silomaisanbau nach Silomais in der Unterregion **Geest** weist das Szenario „Mulchsaat ohne Glyphosat“ und das Szenario „Grüne Brücke“ die größten Einsparpotenziale mit ca. 14-15% auf. Diese Beispiele sollen verdeutlichen, dass THG Einsparungen bei einzelnen Fruchtarten durch sehr unterschiedliche Maßnahmen erreicht werden können.

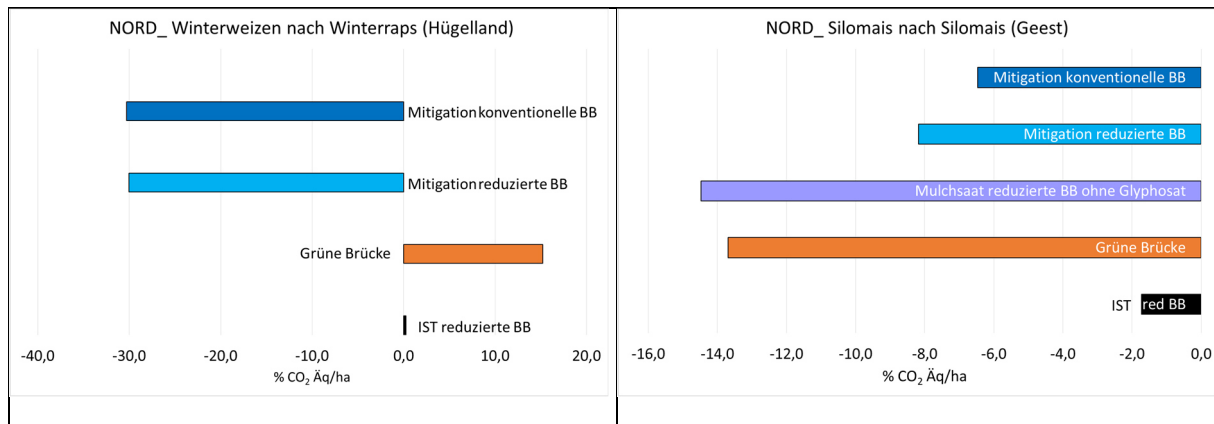


Abb.3: Mitigationspotenziale durch die Anpassung der Anbauverfahren bei regionalen Schlüsselfruchtarten dargestellt sind die Veränderungen der THG-Emissionen je Hektar im Vergleich zum Anbauverfahren IST mit konventioneller Bodenbearbeitung (= 100%), die Y-Achse benennt die angewandten Strategien (positive Werte bedeuten höhere Emissionen, negative Werte THG-Einsparungen) (Modell MiLA)

Zusammenfassend lässt sich für die Fokusregion NORD feststellen:

- THG-Reduktionseffekte sind stark von der Fruchtfolgestellung abhängig, Effekte beim Mitigationsszenario im Winterweizen nach Raps (Hügelland) sind doppelt so hoch wie bei Silomais nach Silomais (Geest).
- Maßnahmen der Strategie Mitigation (min. 20% organische Düngung, Reduktion des ermittelten N-Düngebedarfs um 20%, Erhöhung der N-Anrechnung bei Wirtschaftsdünger um 20%) reduzieren THG-Emissionen um bis zu ca. 30% im Anbauverfahren Winterweizen nach Winterraps (Hügelland).
- Mulchsaat und Grüne Brücke haben im Anbauverfahren Silomais nach Silomais (Geest) stärkere THG-Reduktionseffekte als die Veränderung der Düngung im Mitigationsszenario,
- Streifensaats bei Mais in Kombination mit reduzierter Bodenbearbeitung ohne Erhöhung der Anzahl der Arbeitsgänge reduziert die THG-Emissionen, vor allem den Anteil der sich auf den Maschineneinsatz bezieht.

Für eine deutliche Reduktion der THG-Emissionen eignen sich folgende Maßnahmen:

- Ersatz mineralischer durch organische Düngemittel v.a. im Wintergetreide

- Reduktion des Düngaufwands (-menge)
- Anbau von Leguminosen als Zwischenfrüchte
- Anbau von nicht abfrierenden Winterzwischenfrüchten
- Minimierung der Feldarbeitsgänge / des Maschineneinsatzes

Optimierungspotenziale in der Gesamtregion

Die hinsichtlich der THG-Emissionen bewerteten einzelnen Anbauverfahren wurden auf die räumlichen Ebenen: Ertragsgebiete, Anbaucuster und die Ebene der Modellregionen flächengewichtet, entsprechend ihren Anteilen in der regionalen Anbaustruktur aggregiert. Für die Aggregation wurden die Flächenanteile der Anbauverfahren bzw. der Kulturen am Ertragsgebiet und an der Modellregion verwendet.

Dargestellt sind im Folgenden die Ergebnisse der THG-Emissionen auf Regionsebene für die einzelnen Adaptations- und Mitigationsstrategien und jeweils die drei betrachteten Zeitscheiben: Ist (2016), 2040, 2060, (Abbildungen 4 bis 5). Die Ergebnisse machen deutlich, dass die größten Einsparungen an THG-Emissionen in der Modellregion NORD durch das Szenario „Mitigation“ (Sz3) erzielt werden konnten. Die anderen Anpassungsstrategien reduzieren die regionalen THG-Emissionen meist nur in einem sehr begrenzten Umfang (1-5%). Die Mitigationspotenziale durch die betrachteten Anpassungsstrategien betragen in der Modellregion Nord ca. 8% (Hügelland) bzw. 10% (Geest).

Hierbei gibt es klare Unterschiede in der Fokusregion NORD zwischen den Unterregionen Hügelland und Geest. In der Unterregion Geest wurden besonders niedrigere absolute THG-Emissionen im Mittel aller angebauten Kulturen (1129 kg CO₂-Äq je ha) festgestellt. Im Hügelland werden im Vergleich zur Geest deutlich höhere absolute THG-Emissionen erreicht (im Mittel 1950 kg CO₂-Äq je ha). In der Fokusregion Nord weisen die ausgewählten Anpassungsstrategien für das Gesamtgebiet nur ein Reduktionspotenzial von insgesamt maximal 10% auf (Abbildung 4).

Geest:

Hinsichtlich des **THG-Fußabdrucks** zeigt die Strategie „Mitigation“ (Mit: N-reduzierter Anbau im Hinblick auf die Reduktion von THG-Emissionen und Wasserschutz) erwartungsgemäß die geringsten THG-Emissionen, und zwar für alle drei Zeitscheiben (2016, 2040 und 2060). Auch die Strategie „Mulchsaat ohne Glyphosat“ (Sz3) zeigt Vorteile gegenüber der „Basisstrategie“ (Sz1). Die anderen beiden Strategien „Grüne Brücke“ (Sz2) und „Förderung des Bodenlebens“ (Sz4) zeigen hinsichtlich des THG-Fußabdrucks keine deutlichen Unterschiede zum Basisszenario. Dieses Ranking und auch das Niveau der Unterschiede ändert sich auch in den Zeitscheiben 2040 und 2060 nicht.

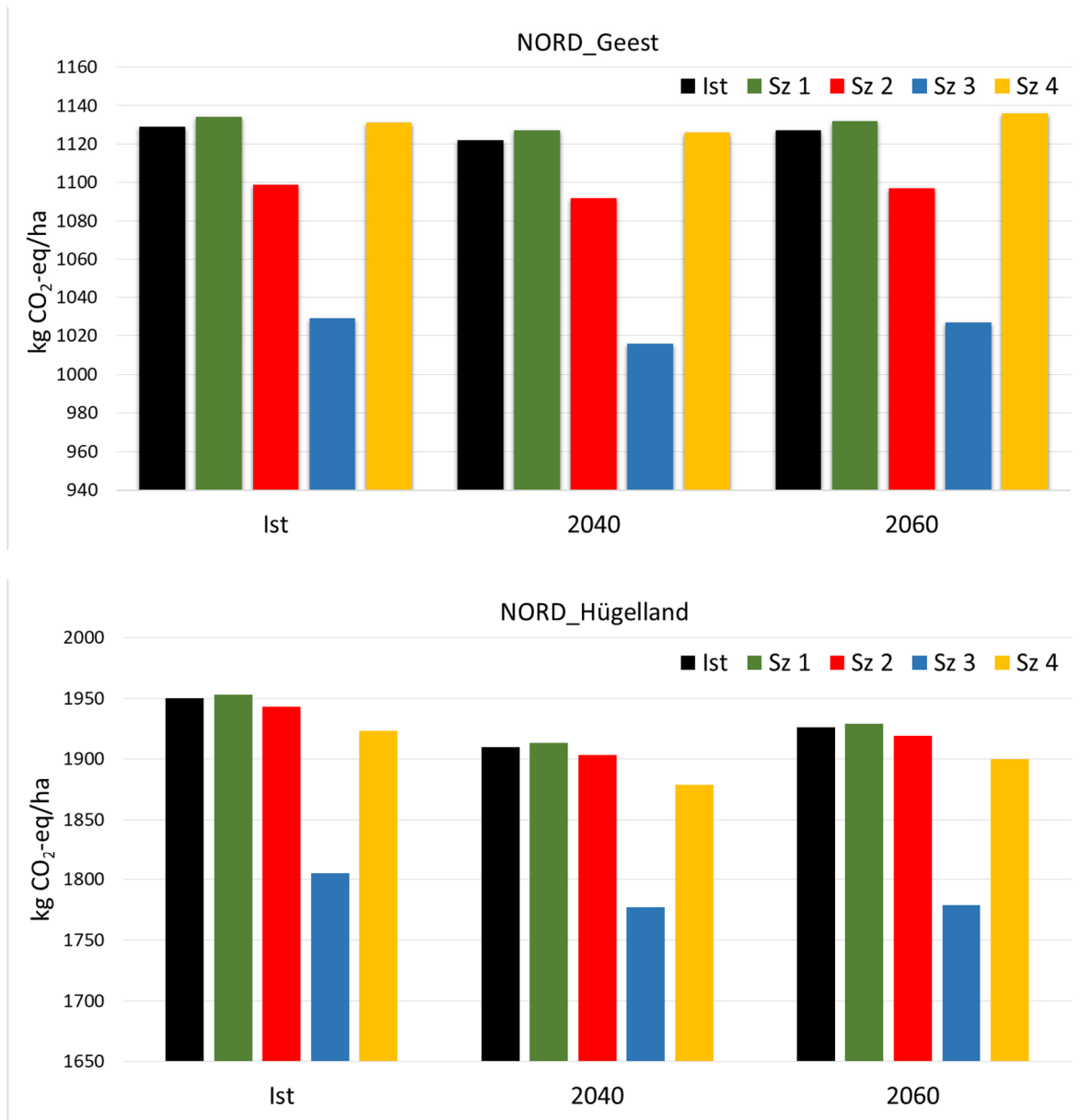


Abb. 4 a,b: THG-Emissionen auf Regionsebene in Abhängigkeit der gewählten Mitigations- bzw. Adaptationsstrategien in zwei Zukunftsszenarien (IST - Basisstrategie, 1: Grüne Brücke, 2: Mulchsaat ohne Glyphosat/reduzierte Bodenbearbeitung, 3: Mitigation, 4: Regionale Adaptation (Ost: Stärkung Wassereffizienz, Nord: Förderung Bodenleben, Südwest: Diversifizierung mit Leguminosen))

Hügelland:

Im Vergleich zur Geest liegt der hektarbezogene **THG-Fußabdruck** aller Strategien insgesamt auf einem höheren Niveau (1800 – 1900 kg CO_{2eq}/ha für Hügelland im Vergleich zu 1000 bis 1500 kg CO_{2eq}/ha auf der Geest). Dies liegt insbesondere am höheren Ertragsniveau, dem höheren Düngenniveau und am schweren Boden, der einen höheren Treibstoffbedarf bei der Bearbeitung bedingt. Auch im Hügelland zeigt die Strategie „Mitigation“ (Sz 3: 20% N-reduziert) den niedrigsten THG-Fußabdruck, während die

Unterschiede der anderen Strategien im Vergleich zum Basiszenario eher gering ausfallen. In den drei Zeitscheiben sind analoge Trends und Unterschiede festzustellen.

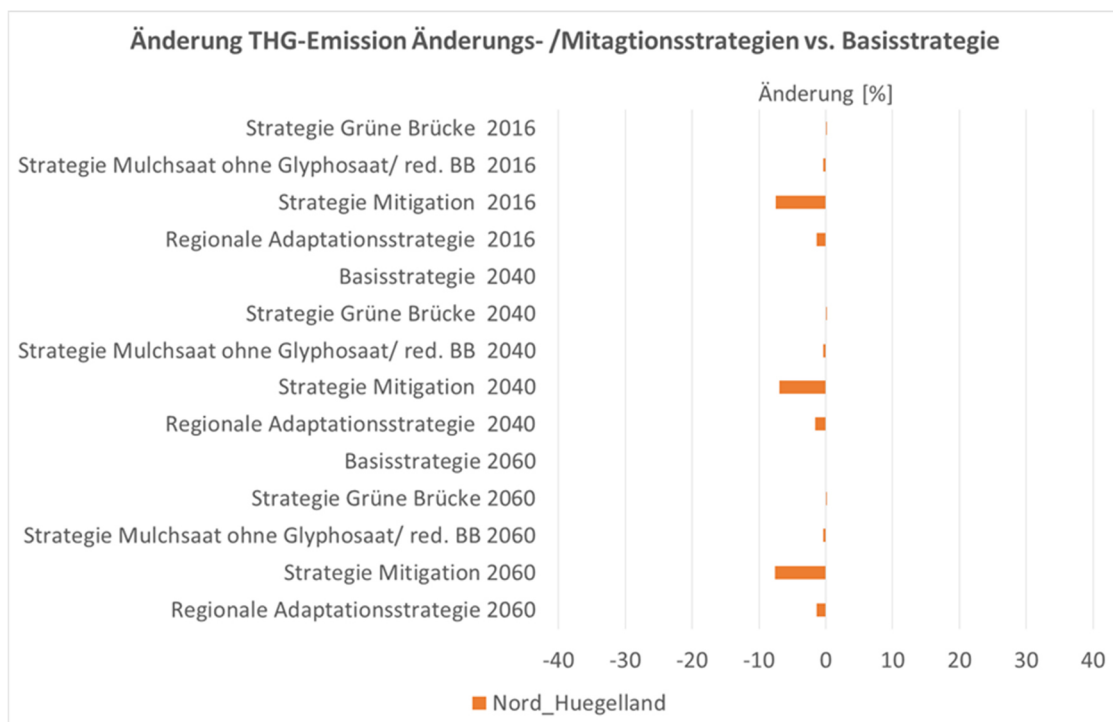
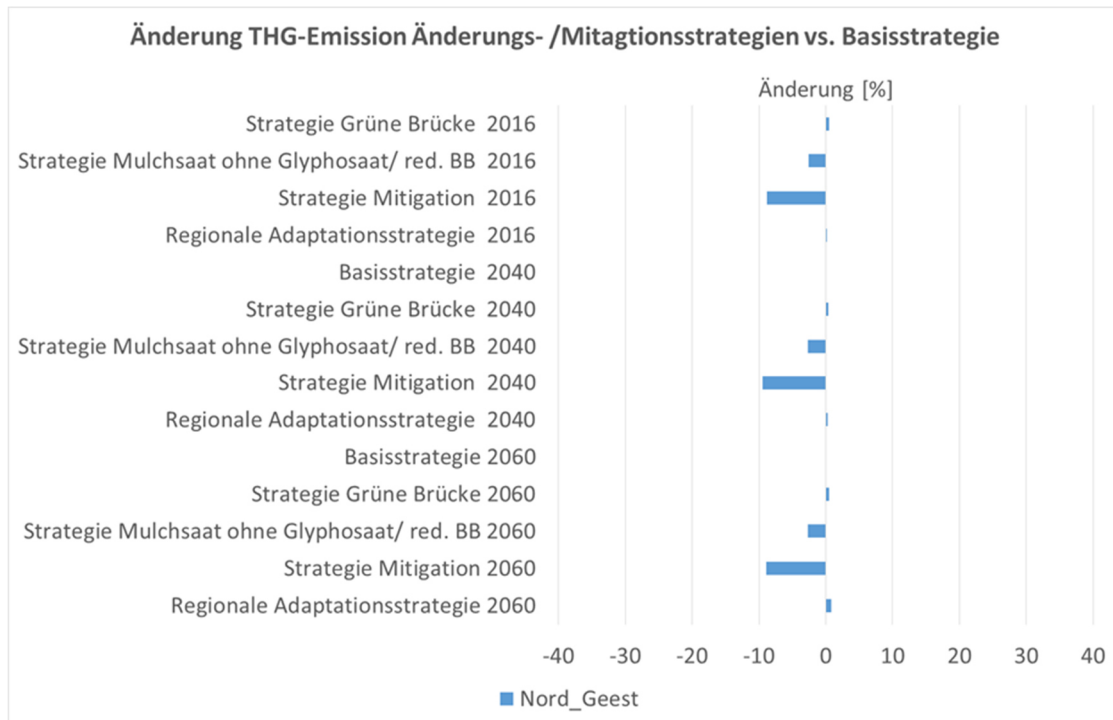


Abbildung 5 a,b: Veränderungen der THG-Emissionen bei der Umsetzung der unterschiedlichen Mitigations- und Adaptationsstrategien (X-Achse -relative Veränderung im Vergleich zum Ausgangszustand IST Szenario je Region in %)

3. Energieaufwand KEA

Der Indikator Kumulierter Energieaufwand (KEA) ist ein eindimensionales Verfahren zur Ökobilanzierung. Mithilfe des Indikators KEA können Anbausysteme bzw. hier die Mitigations- und Anpassungsstrategien hinsichtlich ihres Energieaufwandes bewertet werden. Da der KEA auf den Einsatz von Primärenergie bezogen ist, ist er ein geeigneter Indikator für den mit dem Anbau der Kulturpflanzen in der Region verbundenen energetischen Ressourcenverbrauch, der mit Hinblick auf eine mögliche Bewertung als ökologischer „Fußabdruck“ ein relevantes Kriterium für die energetische Bewertung bzw. Effizienzbewertung von Mitigations- und Klimaanpassungsmaßnahmen darstellt. Im Unterschied zu den THG-Emissionen, welche primär durch die Düngemittelherstellung und -ausbringung bestimmt werden, ist der Verbrauch an Betriebsmitteln wie Diesel, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Saatgut maßgeblich für Höhe der KEA-Werte (siehe Abbildung 6).

Treibhausgase & Energieaufwand – Nord



• Verursacher

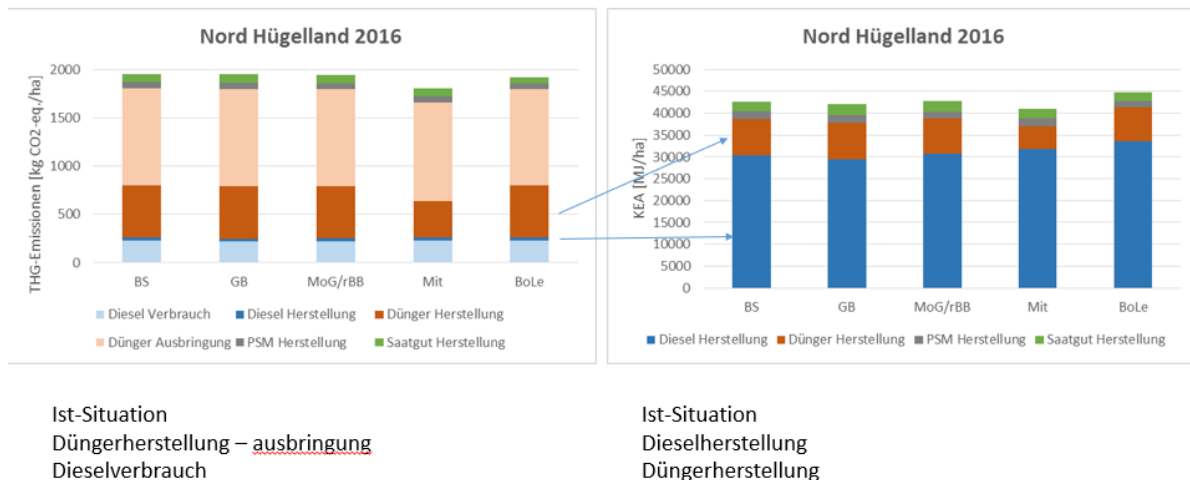


Abb. 6: Quellgruppen für Treibhausgasemission (THG) (links) und Quellgruppen für kumulierten Energieaufwand (KEA) (rechts), Region Nord - Hügelland im Ist-Szenario (2016)

Bewertung des Energieaufwandes (KEA) in der Gesamtregion NORD

Die zusammengefassten Ergebnisse für den Vergleich der ausgewählten Anpassungs- und Mitigationsstrategien sind in Abbildung 7 zusammengefasst. Einige Anpassungsstrategien können in der Fokusregion NORD auch mit einem Mehrbedarf an Energieinput verbunden sein (Nord-Hügelland: Szenario „Förderung des Bodenlebens“, Geest: nur minimal).

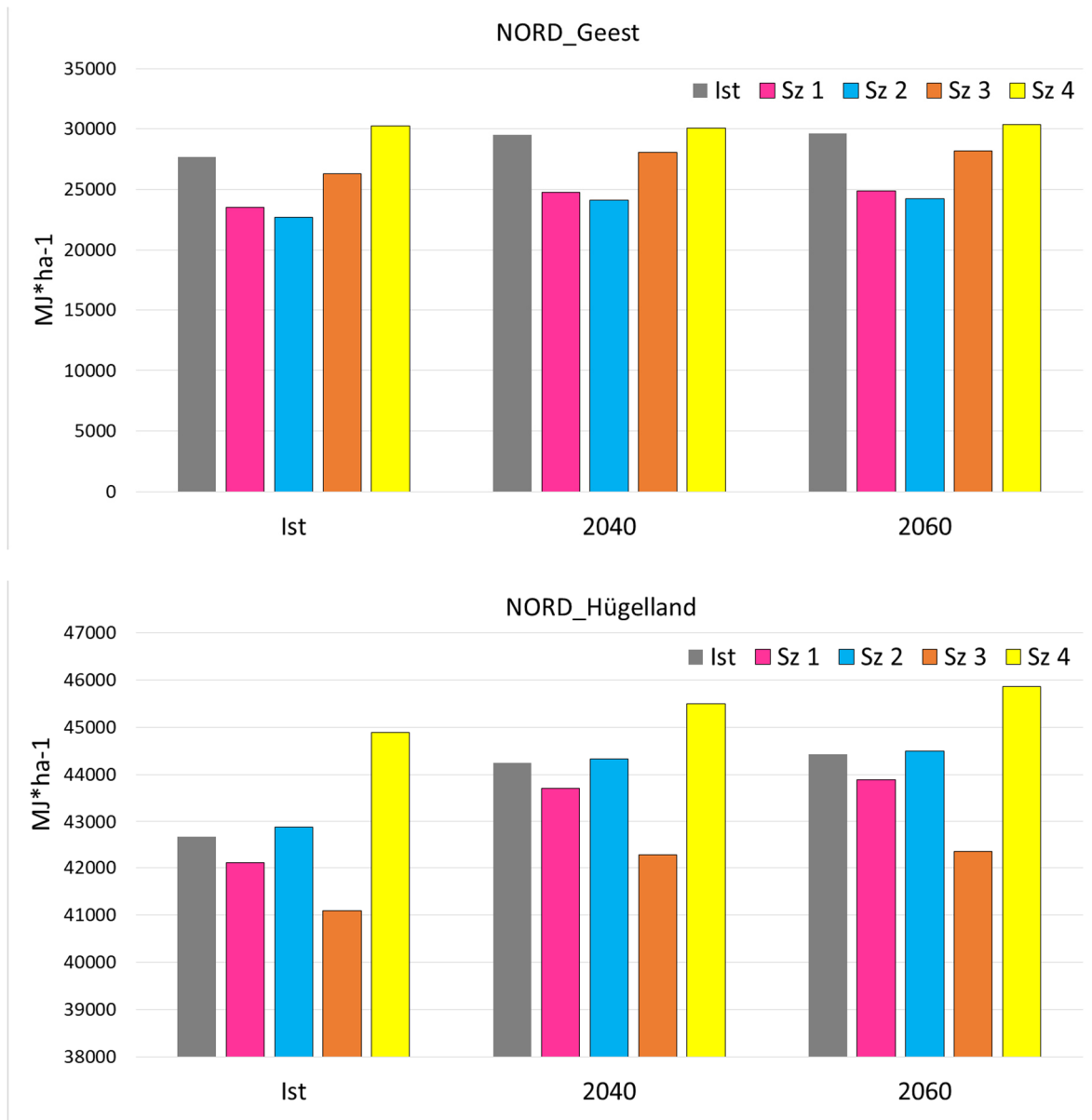


Abb. 7 a,b: Kumulierter Energieaufwand (KEA) auf Regionsebene in Abhängigkeit der gewählten Mitigations- bzw. Adaptationsstrategien in zwei Zukunftsszenarien (IST - Basisstrategie, 1: Grüne Brücke, 2: Mulchsaat ohne Glyphosat/reduzierte Bodenbearbeitung, 3: Mitigation, 4: Regionale Adaptation (Ost: Stärkung Wassereffizienz, Nord: Förderung Bodenleben, Südwest: Diversifizierung mit Leguminosen))

Geest:

Hinsichtlich des kumulierten **Energieaufwandes (KEA)** stellen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Strategien anders dar als bei den THG-Emissionen. Hier zeigen die Strategien „Grüne Brücke“ (Sz2), „Mulchsaat ohne Glyphosat“ (Sz3) und „Mitigation“ (Sz4) im Ausgangszustand (2016) einen niedrigeren Energieaufwand als die Basisstrategie, während die Strategie „Förderung des Bodenlebens“ (Sz5) einen deutlich erhöhten Energieaufwand verursacht. Dieses Ranking bleibt auch in den Zeitschienen 2040 und 2060 gleich, jedoch steigt im Basisszenario (BS) der Energieaufwand stärker an als bei den Anpassungsstrategien.

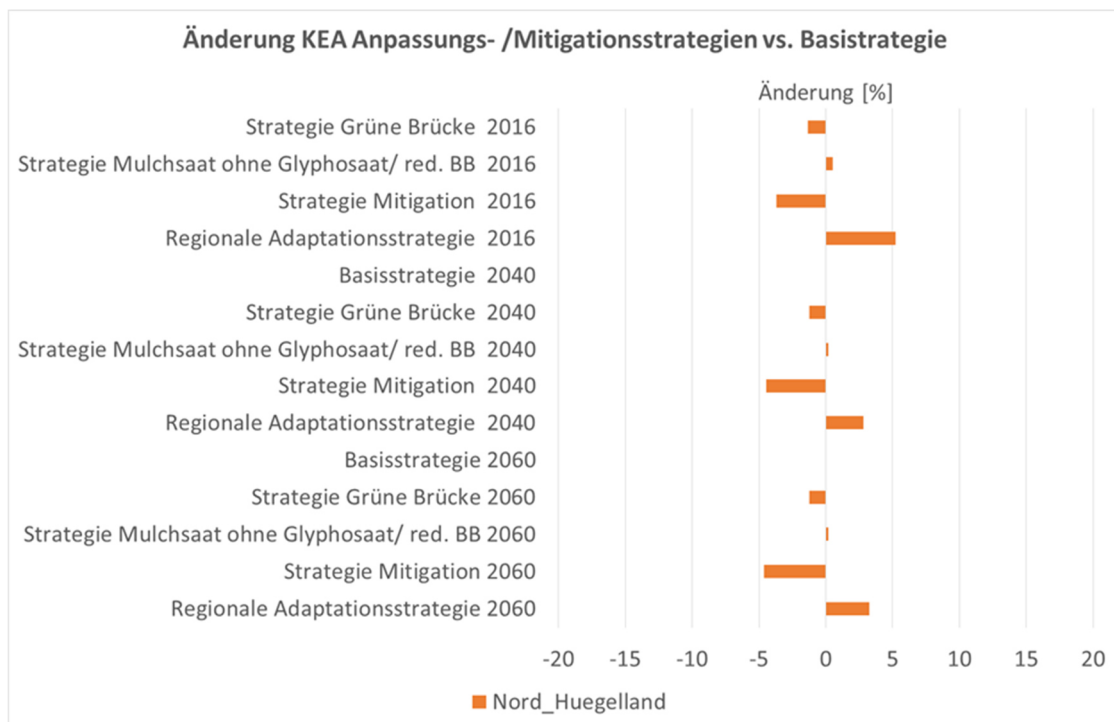
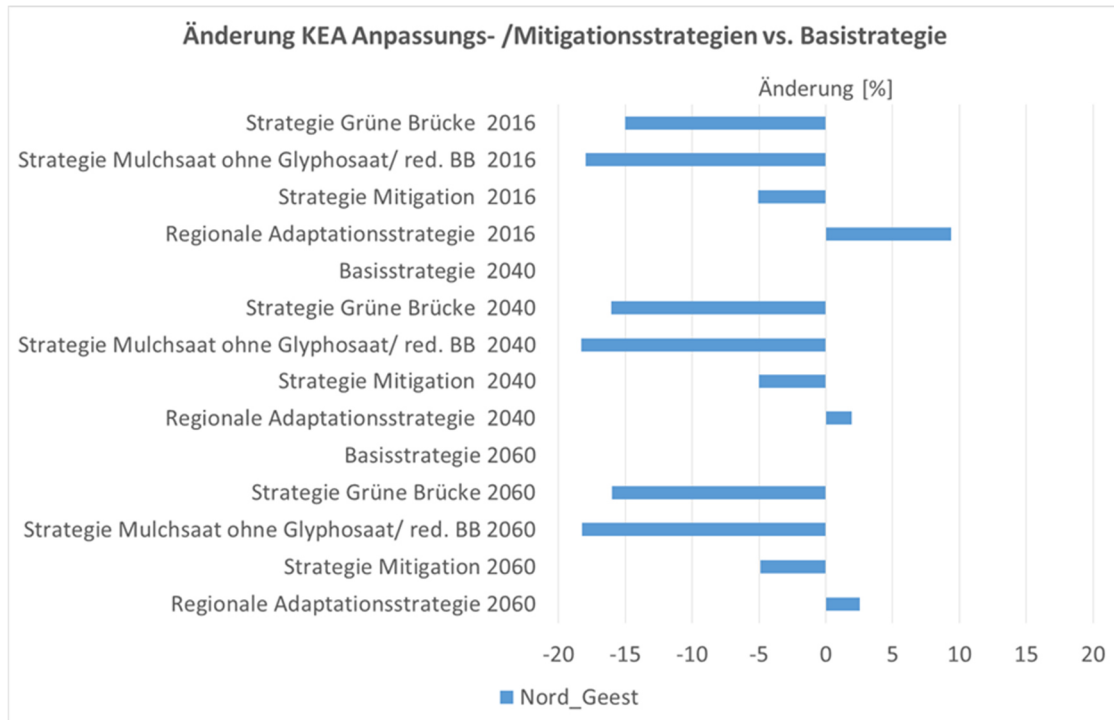


Abb. 8: Veränderungen des kumulierten Energieaufwandes (KEA) bei der Umsetzung der unterschiedlichen Mitigations- und Adaptationsstrategien (relative Veränderung im Vergleich zum Ausgangszustand IST Szenario je Region)

Hügelland:

Im Hinblick auf den kumulierten **Energieaufwand (KEA)**, ist bei allen Strategien das Niveau im Hügelland deutlich höher als in der Geest (4000-4500 MJ/ha für Hügelland im Vergleich zu 2300 bis 3000 MJ/ha für Geest, Abb. 8). Im Vergleich der Strategien ist der Energieaufwand bei der Strategie „Förderung des Bodenlebens“ am höchsten. Die anderen Strategien unterscheiden sich hier kaum. Im Zeitverlauf ist ein leichter Anstieg des KEA zu verzeichnen.

- Das Szenario „Mitigation“ geht trotz Reduzierung des Düngaufwandes mit nur sehr geringen Reduzierungen im Energiebedarf einher (Ausnahme Nord-Hügelland).
- Die Reaktionsmuster von regionalen THG-Emissionen und regionalem Energieaufwand zeigen wenig Parallelen.

4. Wirtschaftlichkeit – Direkt- und Arbeitserledigungskostenfrei Leistungen (DAKfL)

Berechnungsmethode

Für alle Anbaustrategien und untersuchten Kulturen wurden für die drei Zeiträume um 2016, 2040 und 2060 die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) ausgewertet. Der dem Deckungsbeitrag ähnlichen Berechnung liegt die folgende Methodik zugrunde (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Grundschemata des DAKfL als Wirtschaftsmaß

Leistungen:	- Kosten:
Ertrag x Produktpreis	Saatgut
	Düngemittel (P + K nach Entzug; N nach Aufwand)
	Pflanzenschutzmittel (Ist und Zukunft)
	variable Maschinenkosten
	fixe Maschinenkosten
	Lohnansatz
= Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistungen	

Die Maschinenkosten wurden nach KTBL mit einer Schlaggröße von 5 ha angesetzt. Die Düngermengen wurden an die sich verändernden Erträge (auf den verschiedenen Ertragsgebieten und durch Klimawandel) angepasst. Dazu wurden basierend auf den Nährstoffgehalten gemäß Düngeverordnung die Nährstoffbedarfe erhöht oder erniedrigt. Da zum Teil Mehrnährstoffdünger vorgesehen sind, war nicht immer eine mathematisch exakte Anpassung möglich. Falls die Düngermenge eines Ausbringvorgangs auf Null gesetzt wurde, wurde der gesamte Arbeitsgang (incl. Maschinenkosten) gelöscht. Beim Pflanzenschutz wurden für die Szenarien 2040 und 2060 gegenüber 2016 veränderte Spritzfolgen unterstellt. Weiter wurde jede Anbaustrategie für die zwei Teilregionen Geest und Hügelland mit bis zu 9

Ertragsstufen erst einzeln berechnet und dann gewichtet zusammengefasst (siehe Abbildung 9). Direktzahlungen wurden nicht berücksichtigt.

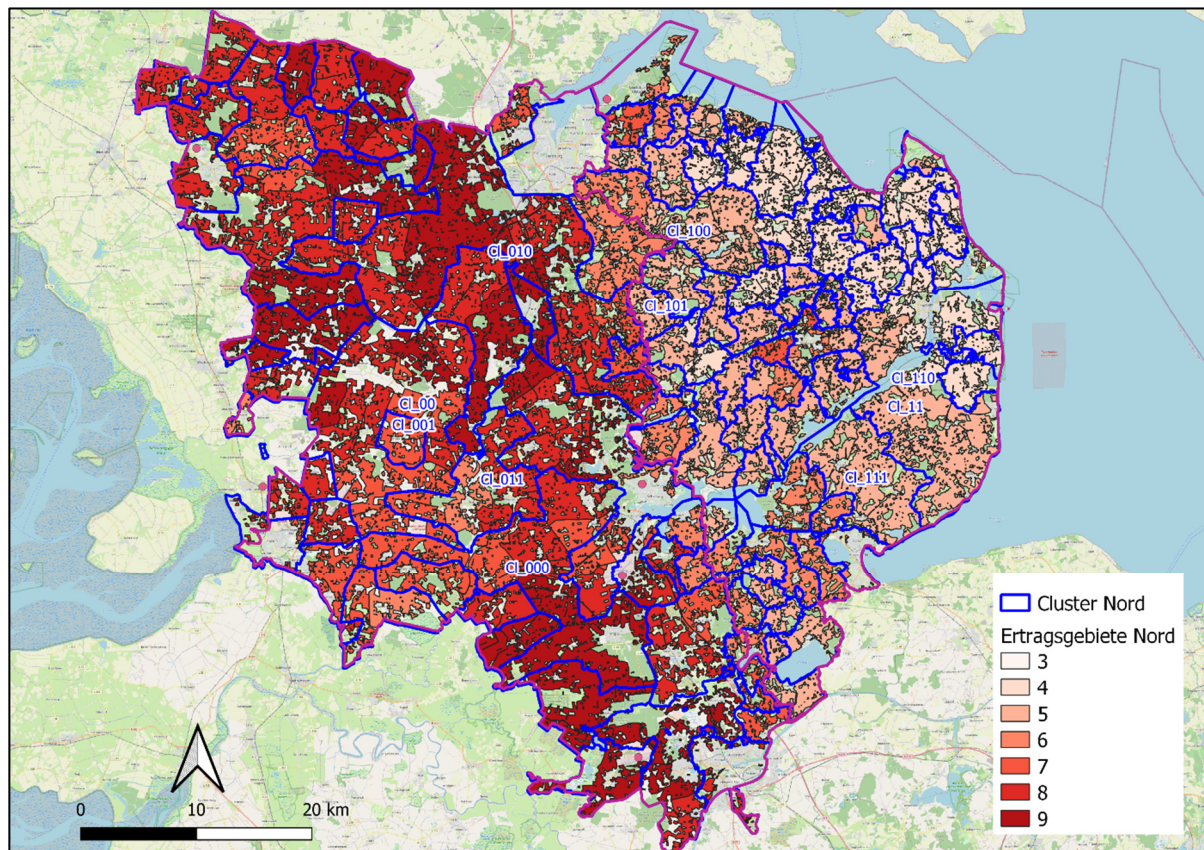


Abbildung 9: Ertragsgebiete und Cluster in der Region Nord

Einfluss des Klimawandels

In der Fokusregion Nord führt der Klimawandel kaum zu Ertragseinbußen. Dementsprechend sind die Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) (Abbildung 10) relativ stabil. Vereinzelt sind sogar Ertragsvorteile zu erkennen (Winterweizen). Der Einfluss der sich vertuernden Pflanzenschutzmittelgaben ist bei den Kulturen Winterrap und Silomais zu erkennen. Als besonders klimasensitiv zeigt sich in der Fokusregion Nord die Kultur Wintergerste, während die Kultur Winterweizen am ehesten profitiert.

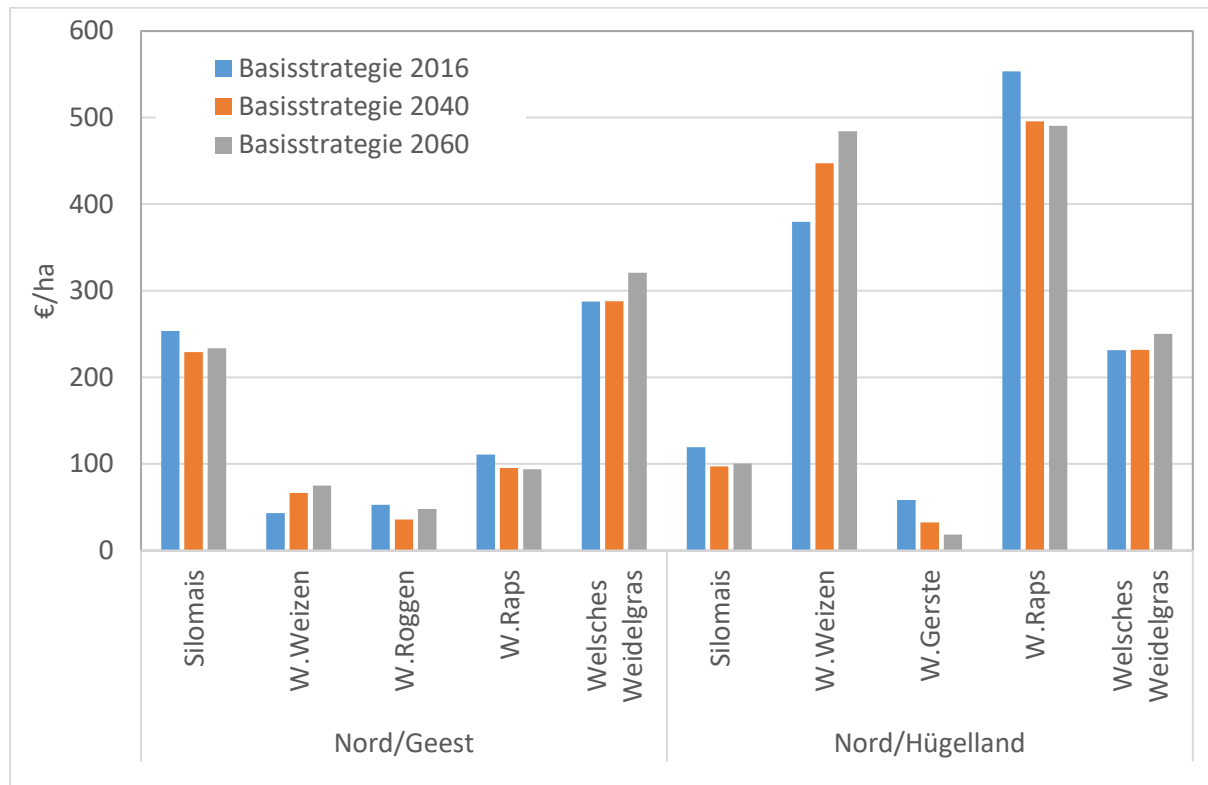


Abb.10: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen für die Kulturen in der Region Nord (Geest und Hügelland) in der Basis-Strategie 2016, 2040 und 2060

(Quelle: eigene Berechnungen)

Wirkung der Anpassungsstrategien

Die ökonomische Wirkung der Anpassungsstrategien in der Fokusregion Nord zu den verschiedenen Zeitpunkten ist in den Abbildungen 11 und 12 dargestellt. Alle Anbauverfahren in einer Region wurden gemäß den vorherrschenden Ertragsregionen, Anbaucustern und Verfahrensanteilen aggregiert. Für das Jahr 2016 schneidet das Basisszenario außer für Nord/Geest noch verhältnismäßig gut ab. Die Strategie „Mitigation“ fällt in allen Regionen zurück, dies ist auf den unterstellten Ertragsverlust von 10 % zurück zu führen. In Nord/Geest scheinen sich bereits jetzt die Anpassungen „Grüne Brücke“, „Mulchsaat ohne Glyphosat“ und „Regionale Anpassung: Bodenleben“ zu lohnen. In der Region Nord/Hügelland schneidet ebenfalls die Strategie „Mitigation“ wegen des unterstellten Ertragsverlustes am schlechtesten ab. Die Strategie „Regionale Anpassung: Bodenleben“ ist praktisch ebenbürtig zur Basisstrategie, während die beiden Mulchsaatstrategien zu Wirtschaftlichkeitseinbußen führen.

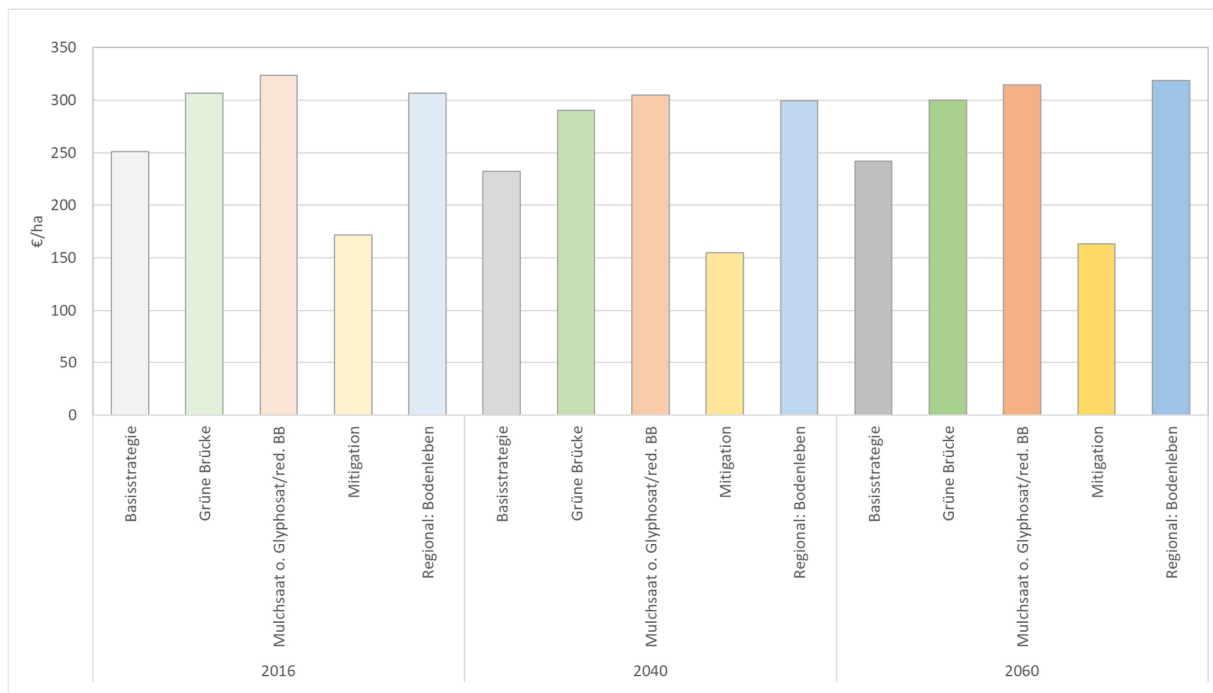


Abb. 11: Vergleich der Wirtschaftlichkeit (Dakfl) der fünf Strategien in den Jahren 2016, 2040 und 2060 – Region Nord-Geest (Quelle: eigene Berechnungen)

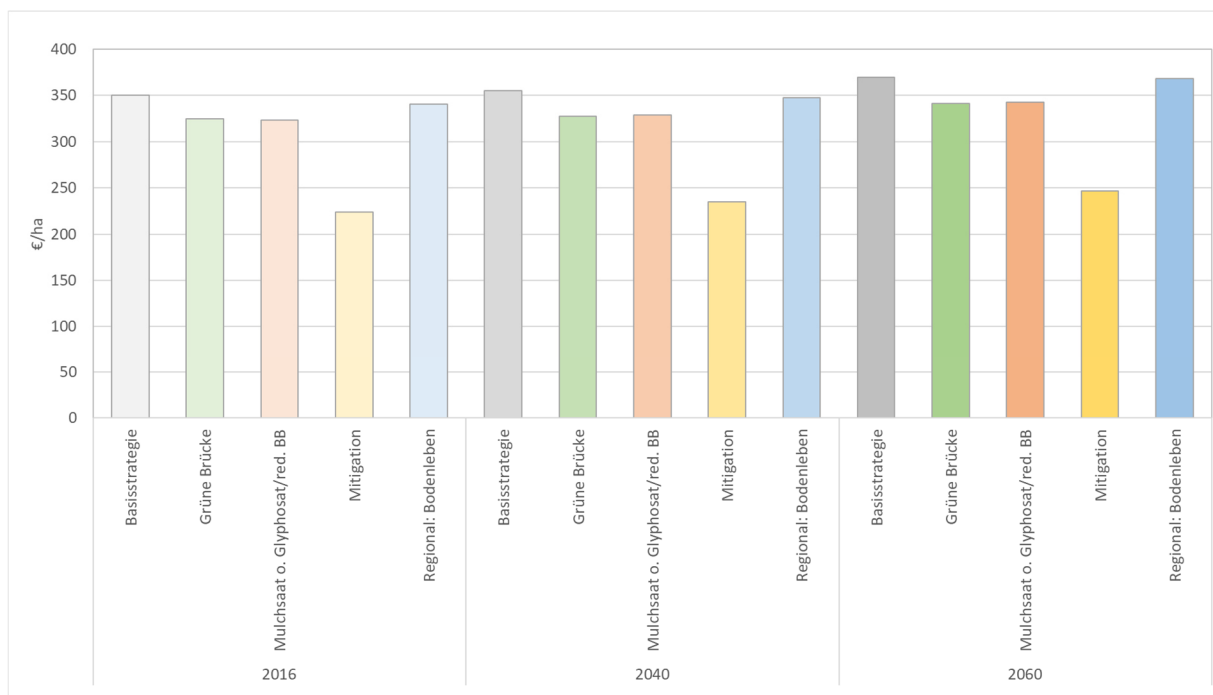


Abbildung 12 Vergleich der Wirtschaftlichkeit (Dakfl) der fünf Strategien in den Jahren 2016, 2040 und 2060 – Region Nord-Hügelland (Quelle: eigene Berechnungen)

Abbildung 13 verdeutlicht, wie sich die einzelnen Kostenpositionen bei verschiedenen Kulturen durch die Strategien verschieben. Es fällt auf, dass Silomais zwar die höchsten Leistungen liefert, aber auch die höchsten Kosten mit sich bringt (insbesondere Maschinenkosten). Dies führt letztlich zu vergleichbaren DakfL im Bereich 200 €/h, wie bei den meisten anderen Kulturen (Winterweizen, Winterraps). Wintergerste und Winterroggen fallen deutlich dahinter zurück. Die in der regionalen Anbaustrategie neu hinzugekommene Kultur Klee gras fällt durch verhältnismäßig hohe Kosten (u.a. Maschinenkosten bedingt durch die mehrfache Nutzung), aber auch entsprechend hohe Leistungen auf, so dass eine relative Vorzüglichkeit gegeben ist.

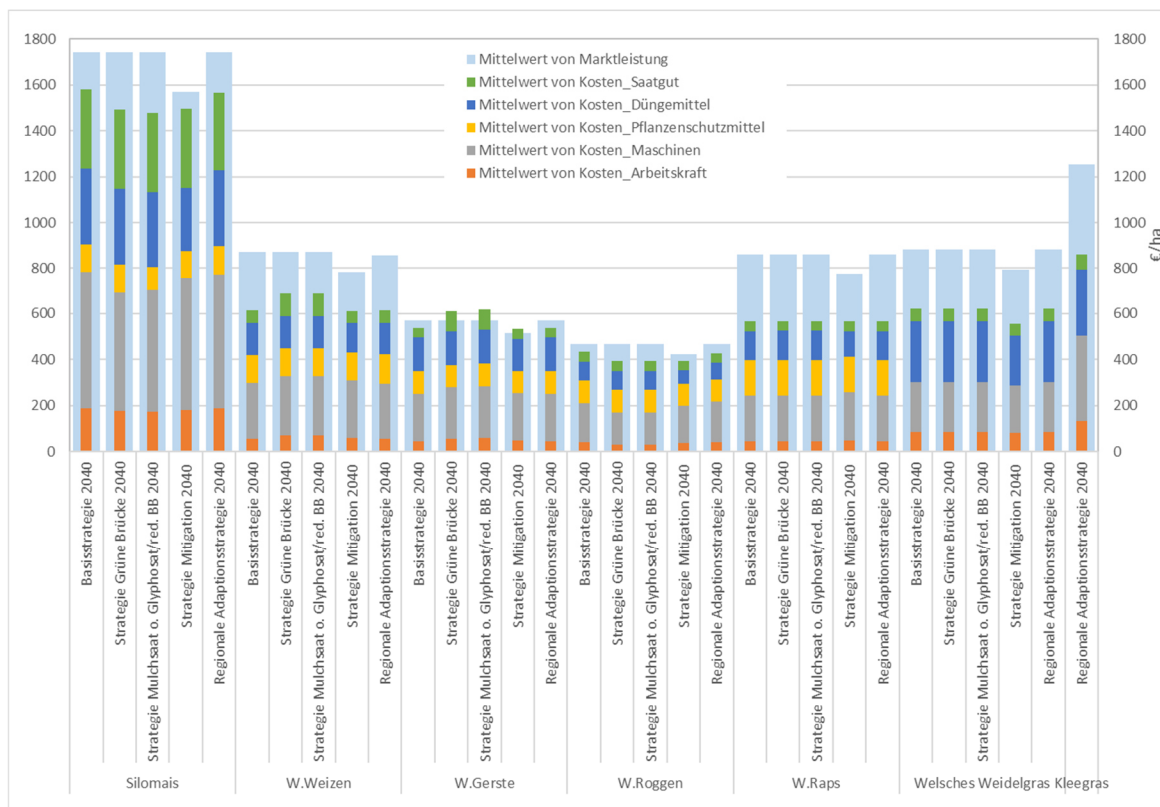


Abb. 13: Kosten und Leistungen der Kulturen bei den fünf Strategien in der Region Nord am Beispiel des Jahres 2040 (Quelle: eigene Berechnungen)

5. Anbaurisiko „Value at Risk“ (VaR)

Das Anbaurisiko wird im Folgenden durch den 25 %-Value at Risk dargestellt. Dies ist die Differenz zwischen Erwartungswert und dem 25 %- Quantilwert der Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen. Der Wert sagt aus, wie viel man gegenüber den erwarteten DAKfL (bei einer unterstellten Sicherheit von 75 %) höchstens verliert. Höhere Werte entsprechen also einem höheren Risiko. Die

Auswertung war nicht für alle Kulturen möglich, da die „Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung“, auf der diese Analysen basieren, nur für bestimmte Kulturen durchgeführt wird. In der Region Nord/Geest (Abbildung 14) sticht Weidelgras mit dem höchsten Risiko heraus, während in Nord/Hügelland Winterweizen und Winterraps die höchsten Unsicherheiten haben. Bei den meisten Kulturen ist mit einer leichten oder stärkeren Zunahme des Anbaurisikos in Zukunft zu rechnen, bei manchen Kulturen bleibt das Risiko begrenzt (z.B. Silomais oder Winterweizen in Nord/Geest). Bei Winterraps fällt der starke Anstieg des Risikos in 2040 bei einem Absinken unter das ursprüngliche Niveau in 2060. Dies leitet sich aus den entsprechend prognostizierten Ertragsschwankungen ab, die Belastbarkeit dieser Aussagen muss jedoch durch weitere Untersuchungen hinterfragt werden.

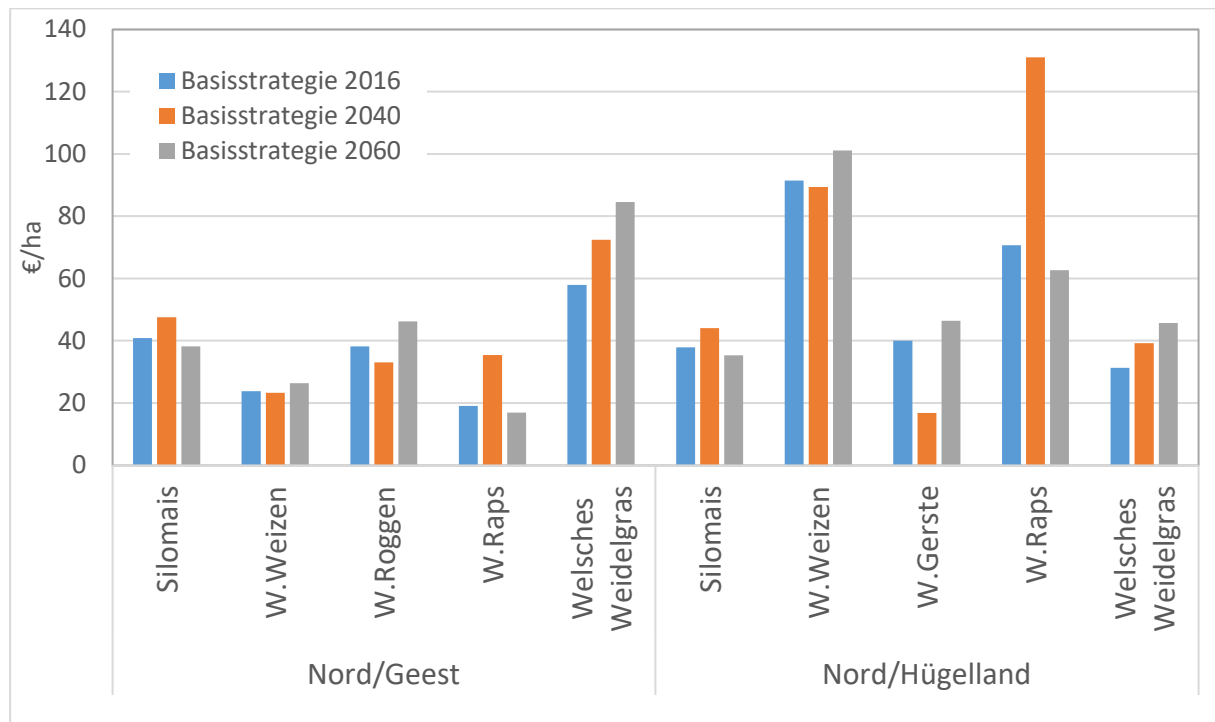


Abbildung 14: Value at Risk (25 %-Quantil) der DakfL der Kulturen in der Basisstrategie in der Region Nord (Quelle: eigene Berechnungen)

6. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG)

In der gegenwärtigen Anbausituation werden insbesondere in der Unterregion Geest deutliche niedrigere THG-Emissionen (gemessen in kg CO₂-Äquivalenten je ha) verursacht als in den anderen untersuchten Fokusregionen. Durch eine angepasste Düngung im Rahmen des Szenarios „Mitigation“ können sowohl in der Unterregion Geest als auch im Hügelland deutliche Reduktionen in der Höhe von ca. 10% ohne Veränderungen im Anbauspektrum erreicht werden. Eine Ausdehnung des Mulchsaatanbaus ohne Glyphosatanwendung trägt nur im Gebiet Geest zu einer Abnahme der THG-Emissionen bei. THG-Reduktionseffekte sind stark von der Fruchtfolgestellung abhängig. Effekte beim Szenario „Mitigation“ im Winterweizen nach Raps (Hügelland) sind doppelt so hoch wie bei Silomais nach Silomais (Geest). Höhere Reduktionen in den THG-Emissionen sind daher nur durch eine Veränderung der Anbauanteile der bisherigen Fruchtarten hin zu Fruchtarten mit niedrigerem Düngaufwand, bzw. Eignung für eine überwiegend organische Düngung zu erreichen. Die hektarbezogene Ertragsleistung (CO₂-Fußabdruck je kg Ertrag) ist dabei ebenfalls zu berücksichtigen.

Für eine Reduktion der THG-Emissionen in der Fokusregion NORD eignen sich folgende Maßnahmen:

- Ersatz mineralischer durch organische Düngemittel v.a. im Wintergetreide
- Reduktion des Düngaufwands
- Anbau von Leguminosen als Zwischenfrüchte
- Anbau von nicht abfrierenden Winterzwischenfrüchten
- Minimierung der Feldarbeitsgänge / des Maschineneinsatzes

2. Reduktion des Energieaufwandes (KEA)

Der Indikator **Energieaufwand (KEA)** fokussiert auf den Energieaufwand als Bestandteil des ökologischen Fußabdruckes von Anbauverfahren und kann ggf. auch indirekt auf Implikationen sich ändernder Energiepreise hinweisen. Auch der Mittlere Energieaufwand ist in der Unterregion Geest deutlich niedriger als in den anderen untersuchten Fokusregionen und auch deutlich niedriger als im Hügelland. In der Unterregion Geest können insbesondere die Strategien „Grüne Brücke“ und „Mulchsaat ohne Glyphosat“ dazu beitragen, den kumulativen Energieaufwand zu senken. In der Unterregion Hügelland

tragen andere Strategien, hier vor allem das Szenario „Mitigation“ zur Reduktion des mittleren Energieaufwandes bei, während das Szenario „Förderung des Bodenlebens“ sogar zu einer Erhöhung des Energieaufwandes führt. Auch die Reduktionseffekte für den Energieaufwand sind stark von der Fruchtfolgestellung abhängig. Höhere Reduktionen in den KEA-Aufwendungen sind daher nur durch eine Veränderung der Anbauanteile der bisherigen Fruchtarten hin zu Fruchtarten mit niedrigerem Energieaufwand (z.B. mehrjährige Kulturen), bzw. mit geringem Betriebsmittelaufwand (u.a. Körnerleguminosen) zu erreichen.

Die Reaktionsmuster von regionalen THG-Emissionen und regionalem Energieaufwand zeigen wenig Parallelen.

3. Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL)

Im Norden ist trotz Klimawandels noch mit verhältnismäßig stabilen Erträgen zu rechnen, so dass kaum Wirtschaftlichkeitseinbußen auftreten werden. In der Teilregion Nord/Geest sind die Anpassungsstrategien „Grüne Brücke“, „Mulchsaat ohne Glyphosat“ und „Regionale Anpassung: Bodenleben“ sind bereits jetzt wirtschaftlich der Referenzstrategie ebenbürtig. Im Hügelland trifft dies nur auf die Strategie „Regionale Anpassung: Bodenleben“ zu. In beiden Regionen fällt die Strategie „Mitigation“ wirtschaftlich wegen des Ertragsverlustes ab.

4. (ökonomisches) Anbaurisiko (VaR)

Tendenziell wird das Anbaurisiko in Zukunft steigen. Dies gilt im Norden vor allem für Weidelgras. Im Hügelland scheint Winterweizen konstant auf höherem Risiko zu verbleiben, während Winterraps zumindest für den Zeithorizont 2040 einen Anstieg des Risikos erwarten lässt. Diese Aussagen, insbesondere für den Zeithorizont 2060, sind jedoch noch sehr unsicher.

Wir wünschen Ihnen eine trotz schwieriger Witterungsbedingungen gute Erntesaison 2023 und stehen für Rückfragen gerne zur Verfügung!

Ihr OptAKlim-Team

OptAKlim | Beteiligte Institutionen & Laufzeit



Projektleitung und Koordination
Julius Kühn-Institut (JKI)

J. Strassemeyer, S. Krengel-Horney, J. Helbig

Laufzeit: 11/2018 – 06/2022 (inkl. Verlängerung)

Einreichung Endberichte: 02/2023



Verbundpartner

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.

C. Bethwell, K. Kirfel, M. Glemnitz



Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

T. Conradt



Justus-Liebig-Universität Gießen

J. Aurbacher, P. Rabenau



Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU)

C. v. Buttlar

Kontakt: Christine von Buttlar, IGLU: Tel: 0551-54885-21 oder 0172-82 10 365
email: christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de