

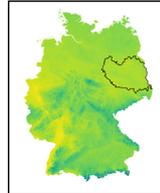


OptAKlim

Optimierung von Anbaustrategien und -verfahren  
zur Klimaanpassung

4.8.2023

## Infobrief 7 für die Region Ost



### Themen:

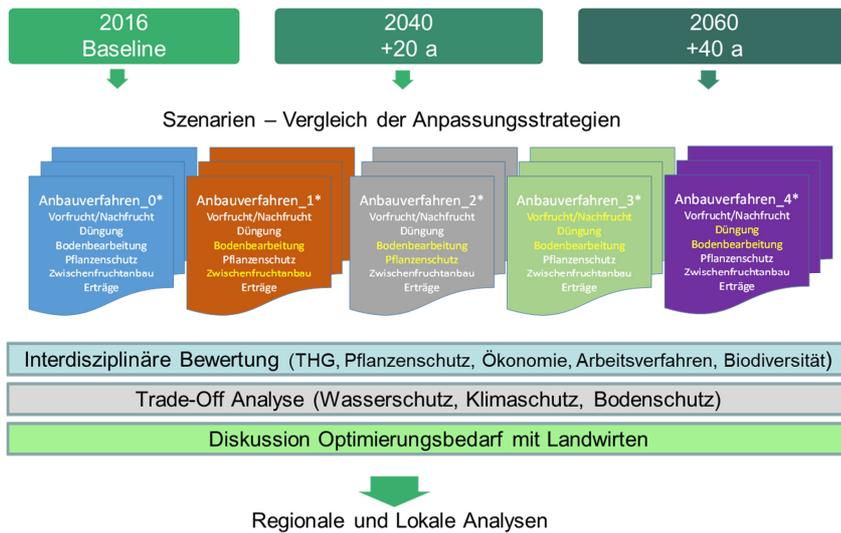
1. Übersicht Projektaufbau und Fragestellungen, Anpassungsstrategien
2. Bewertung der untersuchten Anbaustrategien im Hinblick auf:
  - 2.1 Potenziale zur Treibhausgasminderung
  - 2.2 Kosten
3. Fazit und Ausblick

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 arbeitsbedingungskostenfreie 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 regionspezifische 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).



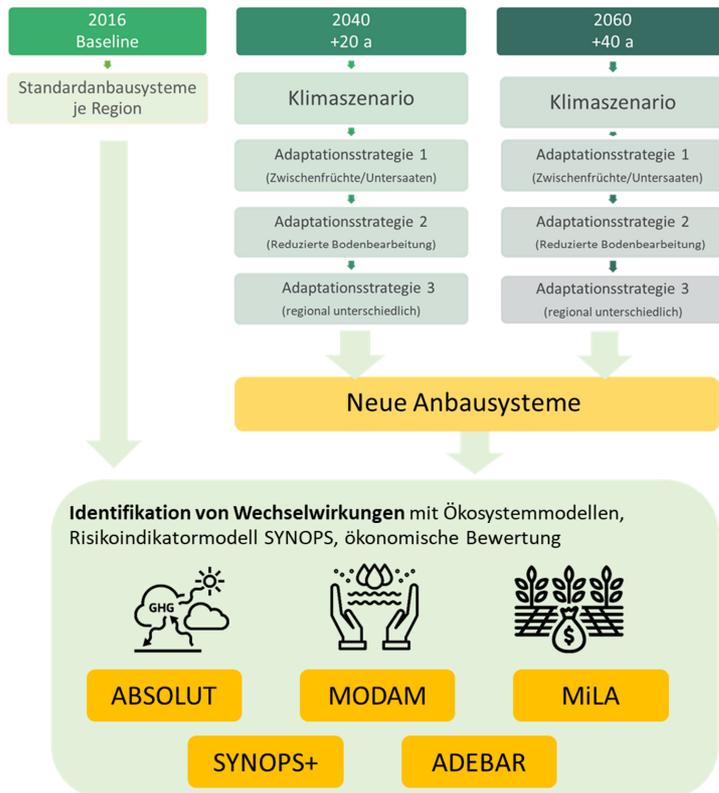
**Abb. 1: Schematische Übersicht über die Analyse der Anpassungsoptionen auf Verfahrensebene und die Auswertung/ Interpretation der Ergebnisse**

Folgende Strategien wurden für die Fokusregion OST 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
- **„Stärkung der Wassernutzungseffizienz“:** verstärkter Anbau von Tiefwurzlern (Lupine, Luzerne), Anpasste Düngung u. Bodenbearbeitung

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 Anbaumangement bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen. Für die ökonomi-

schen Indikatoren wurde das Datenbanksystem ADEBAR<sup>(BE)</sup> 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 und die Anbausysteme als Abfolge regionstypischer Anbaumaßnahmen beschrieben und in

eine Datenbank überführt. Für die Fokusregion OST wurden insgesamt 40 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 OST im Rahmen der ausgewählten Anpassungs- und Mitigationsstrategien.**

Region	Überregionale-Szenarien			Regionalszenario
	Grüne-Brücke	Mulchsaat-ohne-Glyphosat	Mitigation	Wassernutzungseffizienz
OST	Ersatz-Zwfr-Senf-(vor-SMais)-durch-Aquapro; zusätzl. Sommer-Zwfr.anbau-(Phacelia)-zw-WRO-WRo; TRI-WRO; WGe; WWE;	Ersatz der Glyphosatanwend. zum Umbruch der Zwfr.-vor-Mais-durch-Mulchen+ Flügelschargrubber-Aussaat-100%-pfluglos-zu-SiloMais	min.-20%-org. Düngung, Reduktion des ermittelten N-Düngebedarfs um 20%, N-Anrechnung Wirtschaftsdünger +20%	10-12,5%-Lupine auf Kosten von (WRoggen- oder WGerste)-oder 12-14%-Luzerne auf Kosten von WWE und WGerste

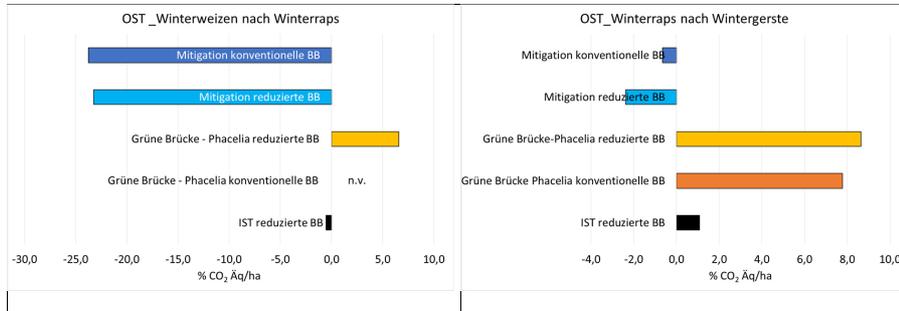
Legende: Zwfr – Zwischenfrucht; min.- mindestens, W – Winter; SMais – SiloMais; WWE – Winterweizen; Weg – Wintergerste;

## 2. Treibhausgasemissionen

### Optimierungspotenziale einzelner Anbauverfahren

Beispielhafte Ergebnisse für den ersten Auswerteschritt 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 Region OST weisen die Veränderungen der Düngung im Szenario „Mitigation“ für Winterweizen nach Winterraps unabhängig von der Art der Bodenbearbeitung mit 25% relativ hohe Einsparpotenziale auf. Die Ausweitung des Zwischenfruchtanbaus (Sommerzwischenfrucht Phacelia nach Winterraps vor Winterweizen) im Szenario „Grüne Brücke“ führt im Vergleich dazu zu einer ca. 7% igen Erhöhung der THG-Emissionen bei reduzierter Bodenbearbeitung. Im Anbauverfahren Winterraps nach Wintergerste weisen die Mitigationsstrategien unabhängig von der Bodenbearbeitung mit 1-3% nur sehr geringe Einsparpotenziale auf. Der erweiterte Zwischenfruchtanbau im Anpassungsszenario „Grüne Brücke“ geht demgegenüber mit einer leichten 8-9%igen Zunahme der THG-Emissionen in dieser Region einher. 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 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 OST feststellen:

- THG-Reduktionseffekte sind stark von der Fruchtfolgestellung abhängig, Effekte beim Mitigationsszenario im Winterweizen nach Raps sind sehr hoch, beim Rapsanbau nach Winterweizen eher gering.
- Zusätzlicher Zwischenfruchtanbau zwischen Winterraps und Wintergerste führt zu ca. 8% höheren THG-Emissionen
- Maßnahmen der Strategie Mitigation (mind. 20% organische Düngung, Reduktion des ermittelten N-Düngebedarfs um 20%, Erhöhung der N-Anrechnung bei Wirtschaftsdünger um 20%) reduzieren THG-Emissionen aus der Düngemittelherstellung um bis zu 40% und THG-Feldemissionen durch Düngereinsatz um bis zu 25% (Winterweizen nach Winterraps)
- Reduzierte Bodenbearbeitung erhöht die THG-Emissionen (geringfügig), wenn sich Anzahl der Arbeitsgänge erhöht

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

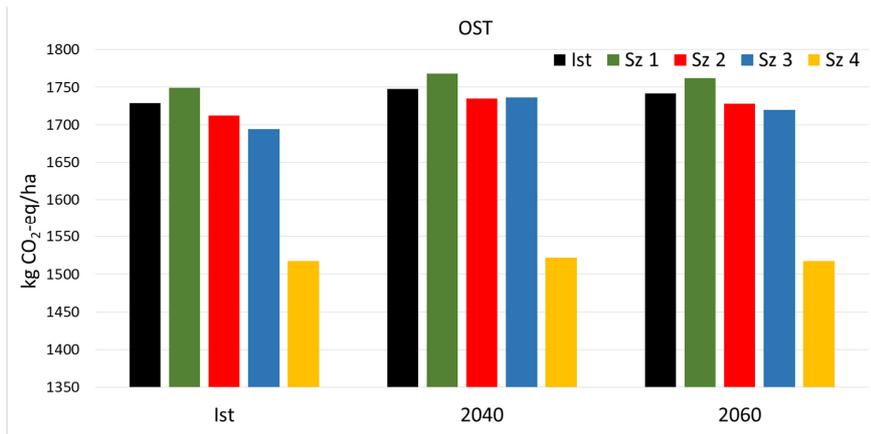
- Ersatz mineralischer durch organische Düngemittel
- Reduktion des Düngeaufwands (-menge)
- Anbau von Leguminosen als Zwischenfrüchte
- Anbau von nicht abfrierenden Winterzwischenfrüchten
- Minimierung der Feldarbeitsgänge / des Maschineneinsatzes

### Optimierungspotenziale in der Gesamtregion

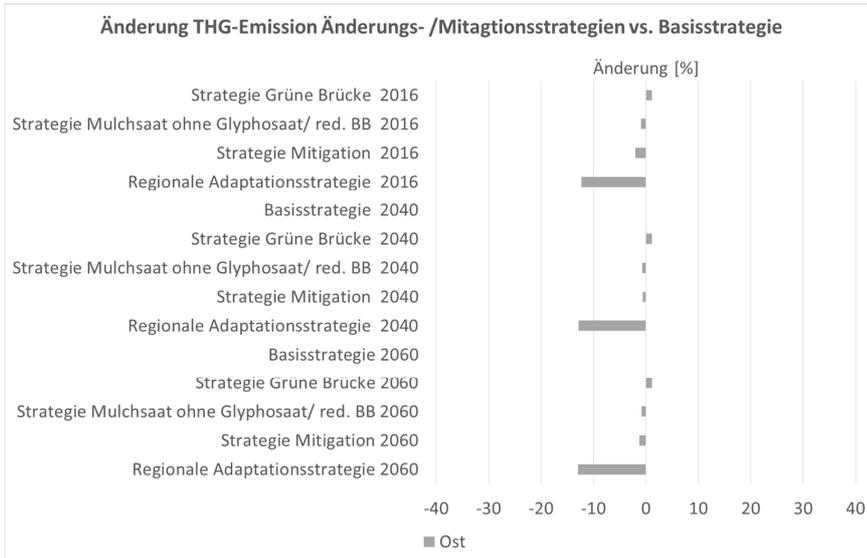
Die hinsichtlich der THG-Emissionen bewerteten einzelnen Anbauverfahren wurden auf die räumlichen Ebenen: Ertragsgebiete, Anbaucluster und die Ebene der Modellregionen flächengewichtet, entsprechend ihren Anteilen in der regionalen Anbaustruktur aggregiert. Für die Aggregation wurden die Flächenanteile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

Dargestellt sind im Folgenden die Ergebnisse der THG-Emissionen auf Regionsebene für alle Adaptations- und Mitigationsstrategien und die drei Zeitscheiben: Ist (2016), 2040, 2060, (Abbildungen 4.7 bis 4.8) (Abbildung 4).

Die Ergebnisse machen deutlich, dass die größten Einsparungen an THG-Emissionen in der Modellregion OST mit ca. 12-13% durch das regionale Anpassungsszenario (Erhöhung der Wassernutzungseffizienz) (Sz4) erzielt werden konnten. Die anderen Anpassungsstrategien reduzieren die regionalen THG-Emissionen meist nur in einem sehr begrenzten Umfang (1-3%). Die Mitigationspotenziale betragen in der Modellregion OST ca. 2-3% (Abbildung 5), die Strategie „Grüne Brücke“ verzeichnet in der Region OST eine sehr leichte Zunahme der THG-Emissionen (1-2%).



**Abb. 4: 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)**



**Abb. 5: Veränderungen der THG-Emissionen bei der Umsetzung der unterschiedlichen Mitigations- und Adaptationsstrategien** (relative Veränderung im Vergleich zum Ausgangszustand IST Szenario je Region)

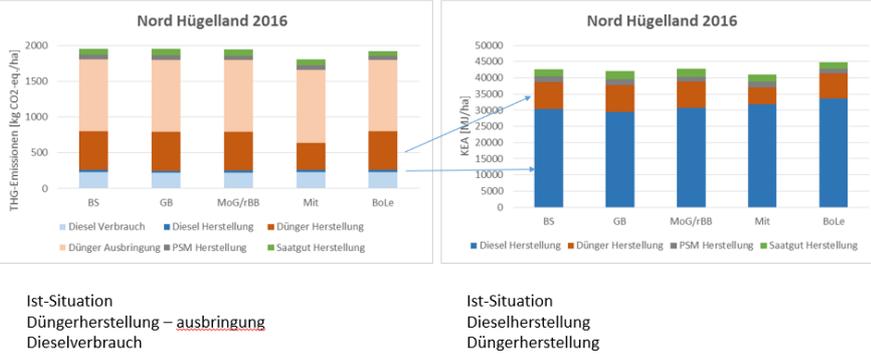
### 3. Energieaufwand KEA

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 Energieenergieaufwandes 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



Kommentiert [GM1]: muss erneuert werden!

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

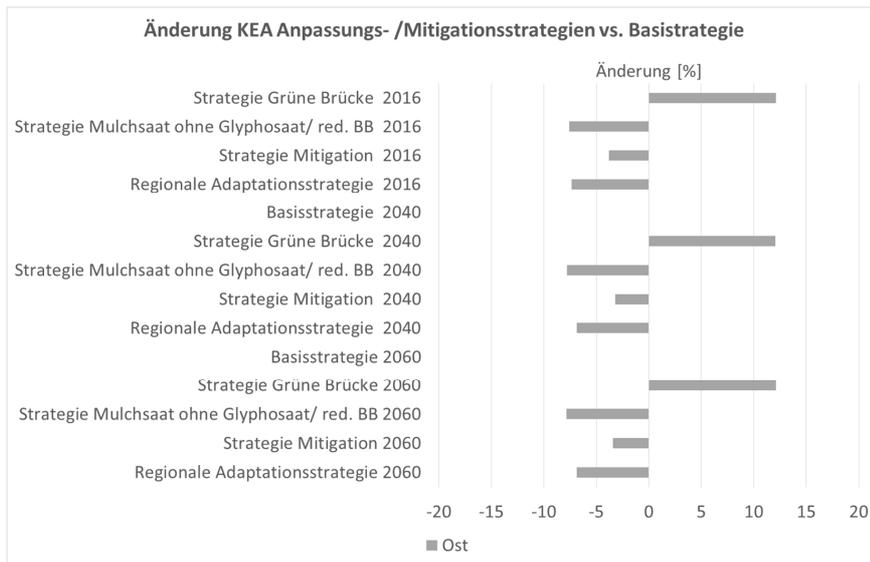
### Bewertung des Energieaufwandes (KEA) in der Gesamtregion OST

Die zusammengefassten Ergebnisse für den Vergleich der ausgewählten Anpassungs- und Mitigationsstrategien sind in Abbildung 7 und 8 zusammengefasst.

- Das Anpassungsszenario „Grüne Brücke“ ist in der Fokusregion OST mit einem Mehrbedarf an Energieinput verbunden (+12%).
- Das Mitigationsszenario geht trotz Reduzierung des Düngeaufwandes mit nur sehr geringen, kaum wahrnehmbaren Reduzierungen im Energiebedarf einher (ca.-3%).
- In der Fokusregion OST tragen die Anpassungsstrategien „Mulchsaat ohne Glyphosat“ mit einer Ausweitung der reduzierten Bodenbearbeitung und das regionale Anpassungsszenario „Stärkung der Wassernutzungseffizienz mit der Ausweitung des Leguminosenanbaus auf Kosten des Wintergetreideanbaus mit den höchsten Einsparungen am Energieaufwand einher, beide erreichen etwas einen um 7-8% niedrigeren Energieaufwand als das Basisszenario.
- Die Reaktionsmuster von regionalen THG-Emissionen und regionalem Energieaufwand zeigen wenig Parallelen.



**Abb. 7: 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))



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

#### 4. Wirtschaftlichkeit – Direkt- und Arbeiterledigungskostenfrei Leistungen (DaKfL)

##### Berechnungsmethode

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

Tab. 2: Grundschemata des DaKfL als Wirtschaftlichkeitsmaß

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 Arbeiterledigungskostenfreie Leistungen	

Die Maschinenkosten wurden nach KTBL mit einer Schlaggröße von 20 ha angesetzt. Die Düngermengen wurden an die sich verändernden Erträge (auf den verschiedenen Ertragsgebieten und durch Klimawandel) angepasst. Dazu wurde 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 mit bis zu 9 Ertragsstufen erst einzeln berechnet und dann gewichtet zusammengefasst (siehe Abbildung 9). Direktzahlungen wurden nicht berücksichtigt.

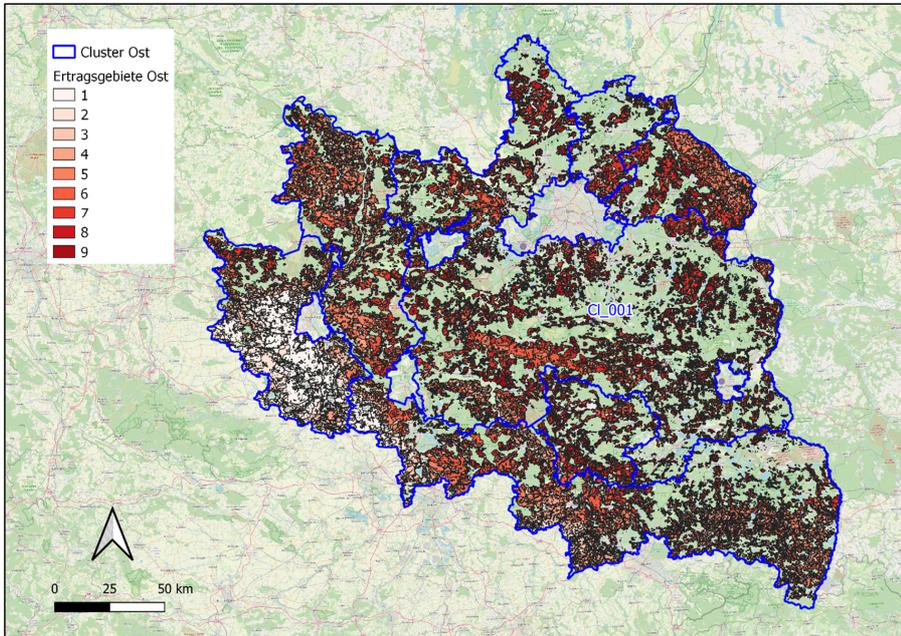
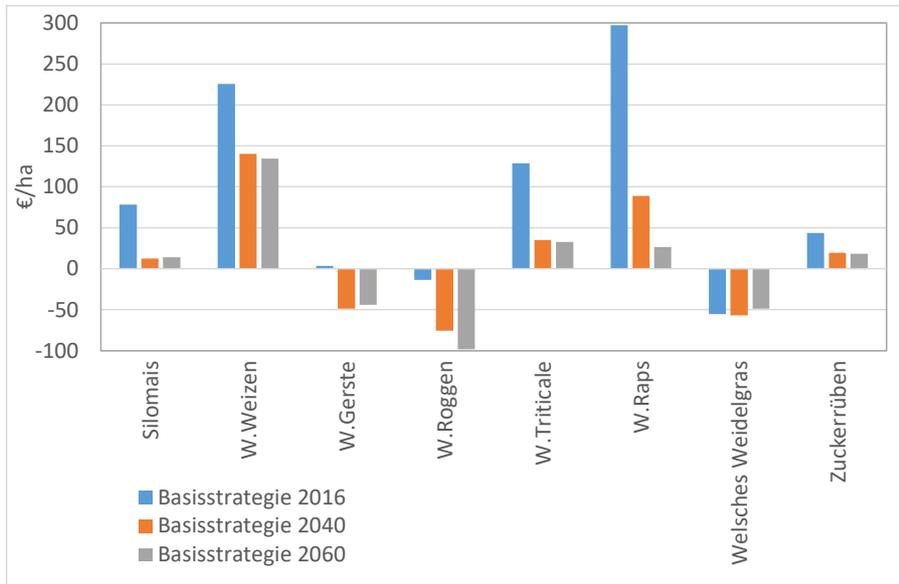


Abb. 9: Ertragsgebiete und Cluster in der Region OST

#### Einfluss des Klimawandels

In der Region Ost schlägt die Ertragsreduktion durch die Klimaveränderung sehr deutlich zu (Abbildung 10). Insbesondere bei Winterraps und Winterroggen sind die DAKfL-Rückgänge ertragsbedingt stark vorhanden. Bei Silomais, Triticale und Winterweizen kommt die Verteuerung der Pflanzenschutzmittelanwendungen deutlich hinzu. Insgesamt zeigt sich eine deutliche Betroffenheit der Region Ost durch die Klimaveränderung. Ohne weitere Anpassungsmaßnahmen ist mit Einbußen bei einzelnen Kulturen von bis zu 300 €/ha zu rechnen.

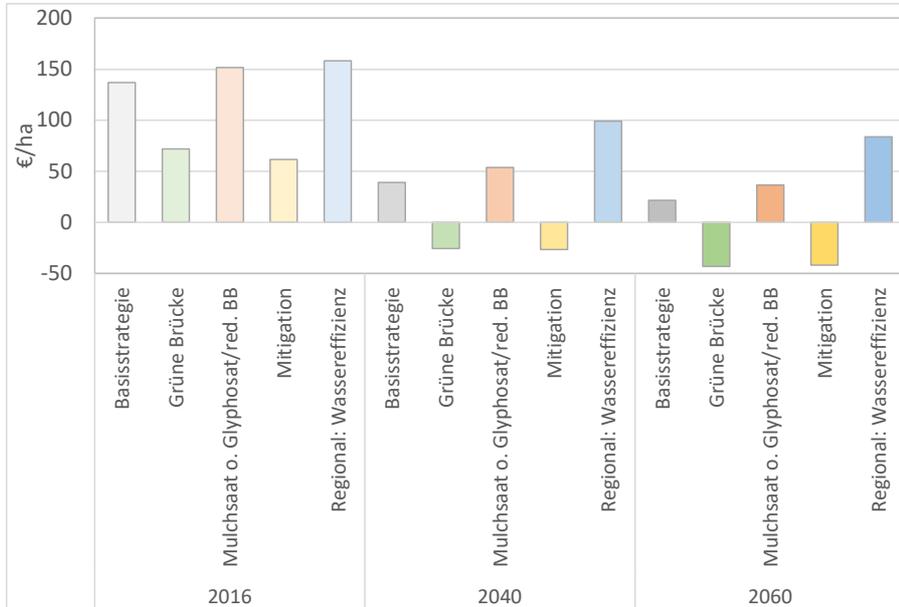


**Abb. 10: Direkt- und arbeitsledigungskostenfreie Leistungen für die Kulturen in der Region OST in der Basisstrategie 2016, 2040 und 2060**  
(Quelle: eigene Berechnungen)

### Wirkung der Anpassungsstrategien

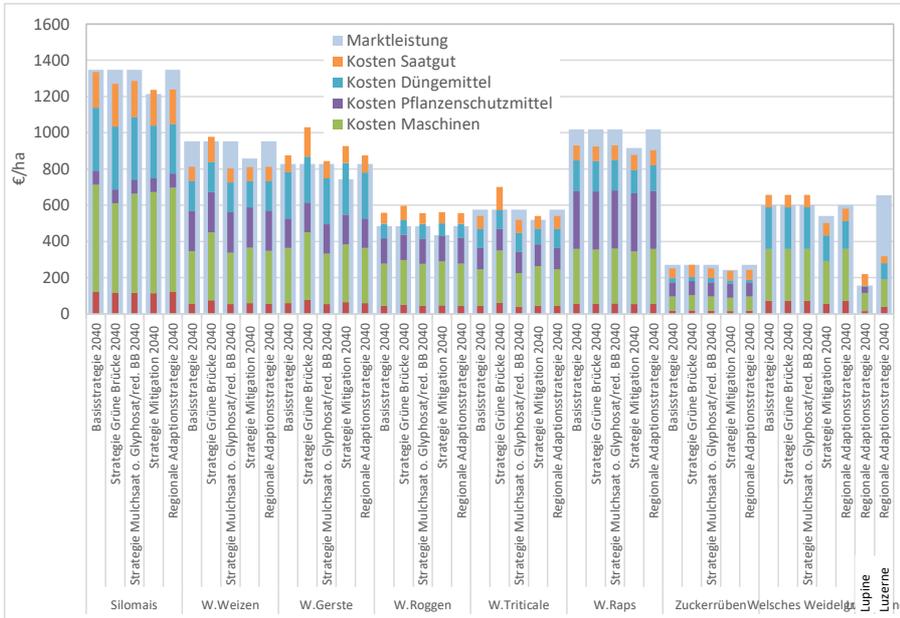
Die ökonomische Wirkung der Anpassungsstrategien in der Fokusregion Ost zu den verschiedenen Zeitpunkten ist in den Abbildungen 11 und 12 dargestellt. Alle Anbauverfahren in einer Region wurden gemäß den vorherrschenden Ertragsregionen, Anbauclustern und Verfahrensanteilen aggregiert.

In der Region Ost schneiden die Anpassungen „Mulchsaat ohne Glyphosat“ und „Regionale Anpassung“ besser ab als die Basis. Im Vergleich der Zukunftsszenarien 2040 und 2060 zeigen sich vor allem Niveauverschiebungen. Der Osten wird vom Klimawandel am stärksten betroffen, so dass die DAKfL um durchschnittlich 100 €/ha gegenüber 2016 zurück gehen. Die unterstellte regionale Anpassungsstrategie scheint sich gut zu bewähren, sie stabilisiert die Wirtschaftlichkeit. Bei den anderen Strategien drohen zum Teil negative DAKfL.



**Abb. 11: Vergleich der Wirtschaftlichkeit (DAKfL) der fünf Strategien in den Jahren 2016, 2040 und 2060 – Region OST** (Quelle: eigene Berechnungen)

Abbildung 12 verdeutlicht, wie sich die einzelnen Kostenpositionen bei verschiedenen Kulturen durch die Strategien verschieben. Es zeigt sich, dass die Strategie Mitigation über die Marktleistung auf die Wirtschaftlichkeit wirkt, da hier eine Ertragsrückgang um 10 % unterstellt wurde. Die anderen Anpassungsstrategien wirken mehr oder weniger stark über Veränderungen bei den Kosten auf die Wirtschaftlichkeit ein. Zum Beispiel ist bei den Strategien „Grüne Brücke“ und „Mulchsaat ohne Glyphosat“ mit etwas höheren Saatgut- und Maschinenkosten durch die zusätzlichen Zwischenfruchtvarianten zu rechnen. In der Region Ost führt Silomais zu den höchsten Leistungen, aber auch Kosten. Danach folgen Winterweizen und Winterraps. Es fällt auf, dass bei einigen Kulturen (Winterweizen, Wintergerste, Wintertriticale) bei der Strategie „Grüne Brücke“ erhöhte Kosten im Maschinenbereich anfallen. Die durch die regionalen Strategien neu hinzukommenden Kulturen Lupinen und Luzerne führen zwar zu moderaten Kosten, aber nur die Luzerne kann diese durch entsprechende Leistungen in einen positive DAKfL überführen.



**Kommentiert [JA2]:** Label „Lupine Luzerne“ für die rechten beiden Säulen justieren

**Abb. 12: Kosten und Leistungen der Kulturen bei den fünf Strategien in der Region OST 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 arbeitsleistungsfreien 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 Ost (Abbildung 13) sind Silomais und Winterraps die risikohafte Kulturen. Das Niveau des Value at Risk ist in dieser Region insgesamt deutlich höher als in den anderen Regionen. Winterroggen, Wintertriticale, Weidelgras und Zuckerrüben scheinen am ehesten resilient gegen klimabedingte Schwankungen zu sein. Auch hier ist zumindest für 2040 mit einer deutlichen Zunahme des Risikos zu rechnen. Die angezeigten Abnahmen des Risikos zum Jahr 2060 widersprechen den gängigen Hypothesen und müssen deshalb kritisch hinterfragt werden.

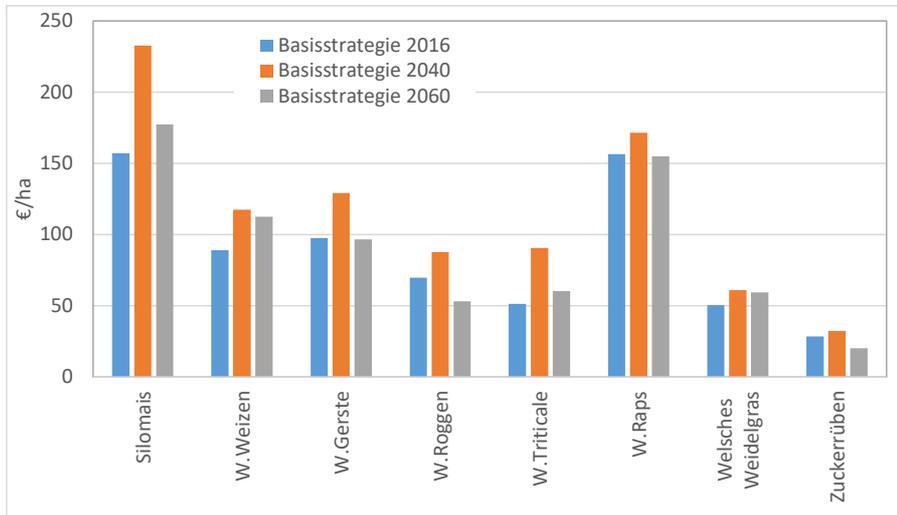


Abbildung 13: Value at Risk (25 %-Quantil) der Dakfl der Kulturen in der Basisstrategie in der Region Ost (Quelle: eigene Berechnungen)

## 6. Zusammenfassung der Ergebnisse

### 1. Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG)

In der gegenwärtigen Anbausituation können in der Fokusregion OST durch eine Anpassung der Düngung als eine der Hauptursachen für THG-Emissionen nur geringe Reduktionen in den THG-Emissionen, gemessen in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten je ha erzielt werden. Dies ist im Wesentlichen dadurch begründet, dass bei vielen vorherrschenden Anbaukonstellationen bereits eine angepasste, optimierte Düngung aus der Sicht geringer THG-Emissionen Anwendung findet. Das regional gewählte Anpassungsszenario „Verbesserung der Wassernutzungseffizienz“, welches eine ca. 10- 14%ige Ausweitung des Körner- oder Futterleguminosenanbaus beinhaltet, ist in der Fokusregion OST mit den höchsten, etwa 10%igen regionalen Einsparpotenzialen an Treibhausgasemissionen verbunden.

- THG-Reduktionseffekte sind stark von der Fruchtfolgestellung abhängig. Die Effekte beim Szenario „Mitigation“ sind im Anbausystem Winterweizen nach Raps mit ca. 20% am höchsten, während im Anbausystem Winterweizen nach Wintergerste nur sehr geringe Reduktionen in den THG-Emissionen durch eine angepasste Düngung (ca. 2%) erzielt werden können. Höhere Reduktionen in den THG-Emissionen sind daher nur durch eine Veränderung der Anbauanteile

der bisherigen Fruchtarten hin zu Fruchtarten mit niedrigerem Düngeaufwand, bzw. Eignung für eine überwiegend organische Düngung zu erreichen. Zusätzlicher Sommerzwischenfruchtanbau z. B. zwischen Winterraps und Wintergerste führt zu ca. 8% höheren THG-Emissionen. Die Ausweitung der reduzierten Bodenbearbeitung führt zu einer geringfügigen Erhöhung der THG-Emissionen, wenn sich Anzahl der Arbeitsgänge erhöht.

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

- Ersatz mineralischer durch organische Düngemittel
- Reduktion des Düngeaufwands (-menge)
- 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.

In der Fokusregion OST ist das Anpassungsszenario „Grüne Brücke“ mit einem Mehraufwand an Energieinput verbunden (regional insg. ca. +12%). Die Anpassungsstrategien „Mulchsaat ohne Glyphosat“ die mit einer Ausweitung der reduzierten Bodenbearbeitung und das regionale Anpassungsszenario „Stärkung der Wassernutzungseffizienz, welches mit der Ausweitung des Leguminosenanbaus auf Kosten des Wintergetreideanbaus einhergeht, weisen in der Fokusregion OST die höchsten Einsparpotentiale am Energieaufwand auf. Beide Anpassungsstrategien erzielen einen um ca. 7-8% niedrigeren Energieaufwand als das Basisszenario.

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

## 3. Direkt- und arbeitsledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL)

Der Osten ist von Klimawandelbedingten Ertrags- und damit auch Wirtschaftlichkeitseinbußen besonders stark betroffen. Dies trifft insbesondere auf Winterraps und Winterroggen zu. Besonders die Strategie „Regionale Anpassung: Wassereffizienz“ hat am ehesten das Potenzial, die Verluste zu vermeiden. Im Ist-Zustand wäre auch die Variante „Mulchsaat o. Glyphosat/red. Bodenbearbeitung“ noch als

günstig zu bewerten. Die Strategie „Mitigation“ ist wegen der zusätzlichen Ertragsverluste wirtschaftlich am ungünstigsten.

#### 4. (ökonomisches) Anbaurisiko (VaR)

Der Osten ist auch von besonders hohen Ertragsrisiken und damit Erlösschwankungen betroffen. Dies trifft besonders auf Silomais und Winterraps zu. Zumindest bis 2024 ist bei allen Kulturen mit einer Zunahme der Ertragsschwankungen zu rechnen. Diese Aussagen sind jedoch noch sehr unsicher, insbesondere für den Zeithorizont 2060.

**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. Krenzel-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



**Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU)**  
C. v. Buttler

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