

Anpassungsmöglichkeiten an Extremwetterlagen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen am Beispiel von extremer Trockenheit

Anika Bosse, Elke Plaas

F.R.A.N.Z. Projektbericht

Der vorliegende Projektbericht wurde im Rahmen des Forschungs- und Demonstrationsprojektes F.R.A.N.Z. (Für Ressourcen, Agrarwirtschaft & Naturschutz mit Zukunft) erstellt. Das Projekt wird ressortübergreifend unterstützt. Die Förderung erfolgt mit Mitteln der Landwirtschaftlichen Rentenbank, mit besonderer Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft sowie durch das Bundesamt für Naturschutz, mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.

Anika Bosse, Elke Plaas

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
Bundesallee 63
38118 Braunschweig

E-Mail: bw@thuenen.de

Braunschweig, 8. April 2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	i
Kurzfassung	1
1 Einleitung	2
2 Agrarrelevante Extremwetterlagen	3
2.1 Definition und Abgrenzung von Begrifflichkeiten	3
2.2 Agrarrelevante klimatische Entwicklungen	3
2.3 Auswirkungen extremer Trockenheit und Hitze auf den Ackerbau	4
3 Anpassungsmöglichkeiten	5
4 Fallbeispiel Dürrejahr 2018	6
5 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf einen Modellbetrieb in der Magdeburger Börde	7
5.1 Datengrundlage und Vorgehen	7
5.2 Ertragsentwicklungen	8
5.3 Auswirkungen auf die Deckungsbeiträge	9
6 Diskussion	10
7 Fazit	12
8 Literaturverzeichnis	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über Jahreswetterwerte der Messstation Bernburg (Saale)	6
Tabelle 2: Vergleich der Hektareträge zwischen den beiden Analysezeiträumen	9
Tabelle 3: Deckungsbeiträge im Szenario 1 „Hoher Ertrag“	9
Tabelle 4: Deckungsbeiträge im Szenario 2: „Hoher Ertrag“ und Teilnahme an ÖR 1a	9
Tabelle 5: Deckungsbeiträge im Szenario 3: „Dürrejahr“	10
Tabelle 6: Deckungsbeiträge im Szenario 4: „Dürrejahr“ und Teilnahme an ÖR 1a	10
Abbildung 1: Extremwetterereignisse in kritischen Entwicklungsphasen am Bsp. von Getreide	4
Abbildung 2: Entwicklung der mittleren Hektarerträge im Landkreis Börde (2000 - 2021)	8

Kurzfassung

Der Klimawandel führt u. a. zu einer Zunahme von Wetterextremen, die einen enormen Einfluss auf die landwirtschaftliche Produktion haben können. In der jüngeren Vergangenheit sind dabei insbesondere Jahre mit extremer Hitze und Trockenheit, wie z. B. 2018, auffällig gewesen. Auch im F.R.A.N.Z.-Projekt hatte das Jahr große Auswirkungen, sowohl auf die Erlöse der Demonstrationsbetriebe als auch auf die Erhebungen der ökologischen Begleitforschung. In Folge dessen sollte die Thematik des Klimawandels und zunehmender Wetterextreme aus ökonomischer Perspektive genauer beleuchtet, sowie im Kontext mit der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen betrachtet werden. Es wurde ein Modellbetrieb in der Magdeburger Börde gebildet, da diese in den zurückliegenden Jahren besonders von Trockenheit betroffen gewesen ist. Die Auswirkungen eines Dürrejahres wurden mit Hilfe von Deckungsbeitragsrechnungen in vier Szenarien untersucht. Das dafür beispielhaft herangezogene Jahr 2018 mit Ertragsdaten aus der Kreisstatistik führte je nach Kulturart zu Ertragsverlusten zwischen 26 und 44 % gegenüber dem langjährigen Mittelwert. Als mögliche Anpassungsoption wurde die Teilnahme an der im Rahmen der neuen EU-Agrarförderperiode eingeführten Öko-Regelung 1a einbezogen und diskutiert. Es zeigte sich, dass diese bereits im Referenz-Szenario, d. h. einem Anbaujahr ohne Wetterextremen, für den Modellbetrieb lukrativ ist. Da die Öko-Regelung 1a jedoch maximal für 1 % der Ackerfläche beantragt werden kann, bleiben die Auswirkungen auf den Gesamt-Deckungsbeitrag des Modellbetriebes in Summe gering. Von daher kann mit der Teilnahme an einer einzelnen Biodiversitätsmaßnahme noch nicht von einem Instrument zur Risikominimierung hinsichtlich zunehmender Wetterextreme gesprochen werden.

1 Einleitung

Die landwirtschaftliche Produktion hängt wesentlich von den umgebenden klimatischen Bedingungen ab und ist deshalb besonders vom Klimawandel betroffen.

Seit dem Beginn der Wetteraufzeichnungen ist die Durchschnittstemperatur in Deutschland um 1,7 °C gestiegen (Kaspar et al., 2023). Hauptgrund dafür sind die Anreicherung von Treibhausgasen in der Atmosphäre (Hardy, 2006). Für den Ackerbau werden mit der Klimaerwärmung sowohl Risiken als auch Chancen verbunden. Eine erhöhte CO₂-Konzentration hat eine positive Düngewirkung auf einige Pflanzenarten. Längere Vegetationsperioden und höhere Wärmesummen ermöglichen den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen aus anderen Breitengraden. Jedoch steigt auch die Gefahr von Hitzeperioden und Dürren. Die Niederschlagsmuster verändern sich und führen regional zu Wasserknappheiten in der wichtigen Pflanzenwachstumsphase im Frühjahr. Es wird mit einer Zunahme des Schädlingsdrucks gerechnet (Schuck-Zöller et al., 2017).

Der Klimawandel führt außerdem zu einer Zunahme in der Häufigkeit, Dauer und Intensität von Wetterextremen, wie z. B. Spätfrost, Starkregen, Hagel, extremer Hitze oder Dürre (IPCC, 2012). Letztere gelten im Zusammenhang mit dem Klimawandel bisher als am besten untersucht und stehen deshalb im Fokus dieses Berichtes. Ein häufig herangezogenes Beispiel extremer Hitze und Trockenheit ist in Deutschland das Jahr 2018, das zum damaligen Zeitpunkt heißeste Jahr in den Wetteraufzeichnungen. Die finanziellen Schäden in der Landwirtschaft wurden auf 770 Mio. € geschätzt (BMEL, 2022). Auch im F.R.A.N.Z.-Projekt hatte das Jahr große Auswirkungen sowohl auf die ökonomische Situation der Demonstrationbetriebe als auch auf die Erhebungen der ökologischen Begleitforschung. In Folge dessen sollte die Thematik aus ökonomischer Perspektive genauer beleuchtet, sowie im Kontext mit der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen betrachtet werden.

Durch agronomische Maßnahmen, wie z. B. hitzetolerantere Anbaukulturen und Sorten, ggf. Beregnung, oder auch verschiedene Versicherungsformen, kann sich der Ackerbau strategisch nur bedingt an zukünftige Hitzewellen und Trockenheit anpassen. Als eine weitere, spezielle Anpassungsoption soll die Teilnahme an Biodiversitätsmaßnahmen am Beispiel einjähriger Brachen im Rahmen der so genannten Öko-Regelung 1a „nichtproduktive Fläche auf Ackerland“ diskutiert werden. Diese bundesweit einheitlichen und freiwilligen Maßnahmen wurden 2023 im Rahmen der neuen Förderperiode der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) eingeführt. Dabei geht es in diesem Bericht um die Fragestellung, inwieweit eine Teilnahme an der Öko-Regelung 1a einen dürrebedingten Ernteverlust finanziell ausgleichen kann. Sie wäre dann als eine Art von Versicherung zu betrachten, bei der die Teilnahmevergütung den entsprechenden Erlösverlust um den sich in der Umsetzung befindlichen Flächenanteil an nichtproduktiver Fläche abpuffert. In diesem Zusammenhang werden weitere mögliche positive Effekte der Biodiversitätsmaßnahme auf z. B. Trockenheitsresilienz, nicht berücksichtigt.

Als Fallbeispiel dient ein in der Magdeburger Börde gelegener Modellbetrieb. Die Region gilt als ackerbaulicher Gunststandort, ist in den letzten Jahren jedoch besonders von regionalen, langanhaltenden Trockenperioden betroffen gewesen ist. Anhand von Deckungsbeitragsrechnungen sollen die ökonomischen Auswirkungen eines Dürrejahres auf den Modellbetrieb untersucht werden. Datengrundlage bildet die Ertragsstatistik auf Landkreisebene für das Jahr 2018 im Vergleich zum 5-jährigen Durchschnitt. Demgegenüber stehen zwei Alternativ-Szenarien in denen der Modellbetrieb an der Öko-Regelung 1a teilnimmt und dafür zusätzlich 1 % seiner Fläche aus der Produktion nimmt. Die Berechnungen sollen zeigen, inwiefern die Teilnahme an Biodiversitätsmaßnahmen auch als Anpassungsoption an zukünftig häufiger auftretende regionale Wetterextreme argumentiert werden könnten.

2 Agrarrelevante Extremwetterlagen

2.1 Definition und Abgrenzung von Begrifflichkeiten

Es werden zunächst folgende Begrifflichkeiten voneinander abgegrenzt: Wetter, Witterung, Klima, Klimawandel und Extremwetter.

Wetter ist der physikalische Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt oder kürzeren Zeitraum an einem bestimmten Ort. Zur Charakterisierung dienen z. B. Lufttemperatur, -feuchte, -druck, die Windgeschwindigkeit und Niederschlag. Die *Witterung* umfasst das Wetter in einem Zeitraum von mehreren Wochen bis zu Monaten (Essl und Rabitsch, 2013).

Unter *Klima* versteht man die Gesamtheit des Wetters über ein Zeitintervall von 30 Jahren, welches somit unabhängiger von Einzelereignissen ist und die Anwendung statistischer Kenngrößen ermöglicht. Für die Beschreibung des aktuellen Klimas wird der Referenzzeitraum von 1991 bis 2020 empfohlen. Für die Beschreibung langfristiger klimatischer Entwicklungen sollte weiterhin der Referenzzeitraum 1961 bis 1990 genutzt werden (Kaspar et al., 2023).

Mit dem *Klimawandel* sind langfristige Veränderungen der Wettermuster und Temperaturen gemeint, die natürlichen Ursprungs sein können, seit dem 19. Jahrhundert aber hauptsächlich durch den menschlichen Einfluss bewirkt werden. Grund für den menschengemachten Wandel ist der Ausstoß an Treibhausgasen wie z. B. Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Ozon (O₃), welche behindern, dass die von der Erdoberfläche abgegebene Wärme aus der Atmosphäre entweichen kann. Besonders bedeutsam ist dabei CO₂, dessen Konzentration im letzten Jahrhundert enorm angestiegen ist (Essl und Rabitsch, 2013).

Ein *Extremwetterereignis* ist per Definition an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit außergewöhnlich. Es weicht damit signifikant vom durchschnittlichen Klima ab und ist normalerweise so selten wie oder seltener als das 10. oder 90. Perzentil der beobachteten Wahrscheinlichkeitsverteilung. Zu Extremwetterereignissen zählen z. B. Hitzewellen, Starkregenereignisse, Überschwemmungen und Trockenheitsperioden (siehe auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Schwellen für ein Extremereignis werden je nach klimatischen Grundbedingungen unterschiedlich definiert. Es ist zudem möglich, dass einzelne Wetterbedingungen für sich genommen noch nicht als extrem einzustufen wären, aber in der Summe mit dem Eintreten weiterer Faktoren trotzdem zu einem Wetterextremereignis führen (IPCC, 2012). Ein Beispiel hierfür ist die Elbeflut im Jahr 2013, bei der hohe Bodenfeuchten zu Überschwemmungen führten, obwohl die Höhe der Niederschläge an sich nicht als extrem einzustufen gewesen wäre.

2.2 Agrarrelevante klimatische Entwicklungen

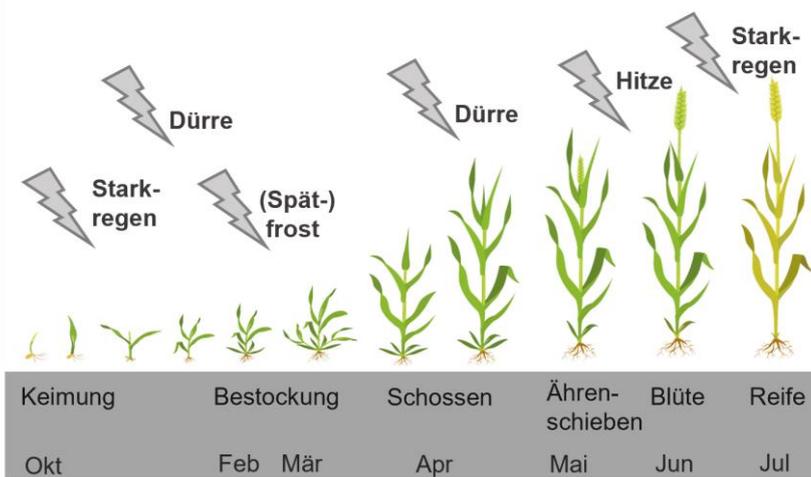
Das europäische Klima wird von Hoch- und Tiefdruckgebieten bestimmt, die an den Luftmassengrenzen von kalter Polarluft und warmer Subtropenluft entstehen. Durch den Klimawandel verschieben sich die Hauptwind- und Drucksysteme, sodass sich die Westwindströmung verstärkt und östliche Windrichtungen abnehmen. Die maritimen Luftmassen aus dem Westen (Nordatlantik) führen dann zu milden, regnerischen Wintern. Sommerliche Nord- und Südwestwetterlagen nehmen hingegen ab. (Gömann et al., 2015).

In Deutschland ist die mittlere Jahrestemperatur zwischen 1881 und 2021 um 1,7 °C gestiegen. Dabei hat sich die Erwärmung seit 1961 besonders beschleunigt, jede Dekade war wärmer als die vorherige. Die Dekade von 2011 bis 2020 ist bereits um 2 °C wärmer gewesen als die ersten 30 Jahre statistischer Wetteraufzeichnungen (Kaspar et al., 2023). Die fünf wärmsten Jahre traten seit 2000 auf. Es wurde mit derzeit durchschnittlich neun Tagen eine zunehmende Anzahl heißer Tage mit einer Temperatur von mindestens 30 °C gemessen (Vgl. 1950: ca. 3 Tage) (DWD, 2024). Zudem ändern sich die regional sehr unterschiedlichen Niederschlagsmuster. Die Anzahl von Trockentagen im Sommer vergrößert sich und die Winterniederschläge nehmen zu. Mit Ausnahme der

Küsten- und Alpenregionen lagen die Abnahmen im Sommer bei ca. 10 % und die Zunahmen im Winter bei ca. 30 % (Schuck-Zöller et al., 2017). Besonders stark haben die Sommerniederschläge im Osten und Südwesten Deutschlands abgenommen.

Die wesentlich zum Treibhauseffekt beitragende Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre hat sich im Vergleich zur vorindustriellen Zeit mit einer Konzentration von derzeit 420 ppm (Stand 2022) nahezu verdoppelt. Das betrifft auch die pflanzenschädliche Ozon-Konzentration in bodennahen Schichten (Wöhrle, 2021).

Mit der Klimaveränderung steigt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Extremwetterereignissen. Diese können in der Folge zu Ernteaufschlägen in der Landwirtschaft führen und werden zukünftig in ihrer Intensität, Häufigkeit und Dauer zunehmen. Einen Überblick von möglichen Extremwetterereignissen in kritischen Entwicklungsphasen gibt die folgende Abbildung. Die Zuordnung eines einzelnen Extremwetterphänomens zum Klimawandel ist komplex. Es besteht immer die Möglichkeit, dass dieses auch ohne den Klimawandel aufgetreten wäre. Für Hitzeextreme gilt der Zusammenhang als am besten untersucht (IPCC, 2012).



Quelle: eigene Darstellung; Bild: JuliaBliznyakova – stock.adobe.com

Abbildung 1: Extremwetterereignisse in kritischen Entwicklungsphasen am Bsp. von Getreide

2.3 Auswirkungen extremer Trockenheit und Hitze auf den Ackerbau

Klimaveränderungen nehmen einen direkten Einfluss auf das Pflanzenwachstum und somit auf die Erntemengen und -qualitäten.

Im Pflanzenbau sind die Wasserverfügbarkeit und die Temperatur die entscheidenden Wachstumsfaktoren. Es gibt Zeitpunkte im Wachstum zu denen sich eine Limitation in der Wasserverfügbarkeit oder Temperaturen oberhalb bzw. unterhalb des Optimums besonders ertragsmindernd auf die Anbaukulturen auswirken. Diese kritischen Phasen hängen von der Pflanzenart, -sorte und dem Standort ab (Schuck-Zöller et al., 2017). Der Klimawandel begünstigt das Auftreten ungünstiger Wetterlagen in kritischen Anbauphasen.

Die Temperatur beeinflusst den Beginn und das Ende der Vegetationsperiode und somit die Entwicklungsraten und das Wachstumspotential der Pflanzen. Besonders kritisch reagieren Pflanzen in der Phase der Samen- und Fruchtbildung. Hohe Temperaturen wirken zu diesem Zeitpunkt negativ auf die Befruchtungsleistung und Kornausbildung (Petersen-Schlapkohl und Weigel, 2015). Auch die Qualität des Erntegutes kann negativ beeinflusst werden. Im Zuckerrübenanbau erhöhen sich die Aminostickstoffgehalte mit negativen Auswirkungen auf die Verarbeitung (Erschwerung der Zuckerkristallisation). Im Rapsanbau sinkt der Ölgehalt bei steigendem Proteingehalt. Es kann außerdem zu einer Entkopplung von Systemen zwischen temperatursensitiv reagierendem Pflanzenwachstum und fotosensitiven Tieren, wie z. B. bestäubenden Insekten kommen.

Steigende Temperaturen im Herbst erhöhen die Überwinterungsgefahr. Wintergetreide benötigt zudem einen Kältereiz (Vernalisation) um in die Blühphase zu kommen (Schuck-Zöllner et al., 2017).

Die Temperatur hat einen Einfluss auf den Wasserhaushalt des Pflanzenbestandes, da sie das Verdunstungspotential bestimmt (Eitzinger, 2010). Je °C Temperaturerhöhung steigt die Verdunstung um 5 %. In Kombination mit geringen Niederschlagsmengen kann dies zu negativen klimatischen Wasserbilanzen führen. Eine geringe Wasserverfügbarkeit führt je nach Zeitpunkt in der Vegetationsperiode zu einem verringerten Feldaufgang, einer geringeren Blattentwicklung und Samenbildung. Außerdem sind Nährstoffe schlechter verfügbar und Pflanzenschutzmittel weniger wirksam (Petersen-Schlapkohl und Weigel, 2015).

Es gibt keine einheitliche Definition dafür, ab wann von einer extremen Hitze- oder Trockenperiode gesprochen wird. Unter extreme Hitze fallen Tage mit einer Höchsttemperatur von über 30 °C. Häufig wird ab einer Länge von mindestens fünf Tagen von einer Hitzewelle gesprochen.

Gömann et al. (2015) definierten verschiedene agrarrelevante Extremwetterlagen. Für Dürre wurden 18 Tage mit extremen Trockenstress zwischen dem 1.4. und 30.6. festgelegt. Trockenheit wird über die Bodenfeuchte bestimmt. Der maximale Wert der Bodenfeuchte ist die Feldkapazität, der für Pflanzen minimal nutzbare Wert ist der Welkepunkt. Davon abgegrenzt ist die nutzbare Feldkapazität (nFK) die pflanzenverfügbare Wassermenge im Boden. Bei Bodenfeuchten unter 30 % nFK steht die Pflanze unter Trockenstress. Je nach Wurzelsystem sind die Kulturarten unterschiedlich durch Trockenheit gefährdet.

Betrachtungen längerer Zeiträume zeigen, dass Ertragsschwankungen bis 10 % für die meisten Kulturpflanzen eine normale Variabilität darstellen. Ein extremes Wetterereignis zeichnet aus, dass die Ertragsabweichung höher ist als diese allgemeine Variabilität (Gömann et al., 2015).

3 Anpassungsmöglichkeiten

An einzelne Aspekte des Klimawandels, wie wärmere Anbaubedingungen, kann sich der Ackerbau leichter anpassen als an das häufigere und stärkere Auftreten von Extremereignissen. Um das Risiko von Ernteauffällen durch Extremwetterereignisse abzuschwächen, gibt es diverse Risikomanagementinstrumente.

Mußhoff und Hirschauer (2016) unterscheiden dabei zwischen ex-ante und ex-post, inner- und außerbetrieblichen Risikomanagementinstrumenten (RMI). Während ex-ante RMI die Schwankungen des unternehmerischen Erfolgs vorab verringern sollen, greifen ex-post RMI nach dem Eintritt eines Schadenfalls. Im Mittel der Jahre erzeugen diese Maßnahmen zusätzliche Kosten.

Innerbetriebliche RMI beziehen sich auf Maßnahmen, die im eigenen Betrieb ergriffen werden können und dessen Organisation betreffen. Sie sollen Schwankungen in Kosten, Erträgen und Preisen verringern, den ökonomischen Erfolg durch Diversifizierungsmaßnahmen stabilisieren und/oder Reserven bilden.

Unter außerbetriebliche Risikomanagementinstrumente fallen in diesem Kontext schadens- und indexbezogene Versicherungen. Schadensbezogene Versicherungen lassen sich in Extremwetter- und (Ernte)-Ertragsversicherungen teilen. Extremwetterversicherungen greifen dann, wenn ein spezifisches Schadensereignis eingetreten ist, z. B. ein Hagelschlag. Ernteertragsversicherungen sichern den Erlös ab, wenn der Ertrag unter einen vertraglich festgelegten Normertrag fällt. Schäden sind unabhängig von ihrer Ursache versichert.

Indexbezogene Versicherungen beziehen sich auf einen Regionsindex oder Wetterindex. Regionsindexbezogene Versicherungen funktionieren über außerbetriebliche Größen, z. B. den Durchschnittsertrag einer Region. Wetterindexversicherungen nutzen externe Wetterdaten. Fällt beispielsweise die Niederschlagsmenge unter einen bestimmten Wert, erhält der Landwirt eine Zahlung.

Alle pflanzenbaulichen Maßnahmen, die die Auswirkungen von Extremwetterereignissen abschwächen können, zählen zu den innerbetrieblichen RMI. Diese sind eng mit Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel verbunden. Dazu zählen beispielsweise die Auswahl trocken- und hitzestresstoleranter Sorten, Änderungen in der Bodenbearbeitung, von Aussaatterminen, Saatkichten und Reihenabständen. Auch die Art der Düngerausbringung und ggf. von Beregnung bieten Spielraum für Anpassungen (Petersen-Schlapkohl und Weigel, 2015).

4 Fallbeispiel Dürrejahr 2018

In Deutschland wurden unter anderem in den Jahren 2018, 2019 und 2020 über lange Zeiträume eine überdurchschnittliche Zahl an Hitzetagen mit Temperaturen über 30 °C gemessen. Das Jahr 2018 war in dieser Hinsicht besonders markant und wird deshalb als Fallbeispiel für die späteren Berechnungen genutzt. Zum damaligen Zeitpunkt war es mit einer Durchschnittstemperatur von 10,4 °C das wärmste Jahr seit Beginn systematischer Wetteraufzeichnungen und lag 2,2 °C über dem Wert der Referenzperiode 1961 - 1990. Mit einer mittleren Jahressumme von 586 mm fiel zudem außergewöhnlich wenig Niederschlag (Klimawert: 789 mm), insbesondere in den Monaten Februar bis November. Im Sommer fielen mit durchschnittlich 130 mm nur 54 % des Solls (DWD, 2018). Dadurch kam es beispielsweise zu Ernteausfällen. Bei Getreide lagen die Hektarerträge deutschlandweit 16 % unter dem dreijährigen Mittel. Besonders betroffen waren die Bundesländer Schleswig-Holstein, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen (BMEL, 2022). In Sachsen-Anhalt zeigten sich die Wetterextreme besonders deutlich. Sowohl bei der Temperatur, dem Niederschlag als auch den Sonnenscheinstunden gab es neue Rekorde. In Bernburg (Saale) wurde am 31.07.18 die deutschlandweite Jahreshöchsttemperatur von 39,5 °C gemessen. Zwischen April und August gab es 98 Sommertage mit Temperaturen über 25 °C (DWD, 2018).

Im Folgenden soll die Magdeburger Börde, welche als ackerbaulicher Gunststandort in Sachsen-Anhalt bzw. Deutschland gilt, mit einem Modellbetrieb als Fallbeispiel herangezogen werden. Aufgrund ihrer geographischen Lage im Regenschatten des westlich gelegenen Harzes ist die Region in den vergangenen Jahren stark von Hitze und Trockenheit betroffen gewesen. Ertragsauswirkungen sind dadurch vermutlich besonders erkennbar und gut für die Analyse dürrebedingter, ökonomischer Auswirkungen geeignet.

Tabelle 1: Übersicht über Jahreswetterwerte der Messstation Bernburg (Saale)

Jahr	Minimum-Temperatur (°C)	Maximum-Temperatur (°C)	Durchschnitts-Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Sommertage ¹	Heiße Tage ²
2018	-13,7	39,5	11,3	369	113	43
2019	-8,6	39,6	11,2	437	84	32
2020	-6,3	37,2	11,3	441	68	18
2021	-23,1	36,2	9,9	538	64	10
2022	-13,8	38,3	11,2	360	81	30
<i>LJM 1981-2010</i>			9,7	519		
<i>LJM 1991-2020</i>			10,1	516		

¹ Sommertag: Temperaturmaximum über 25 °C ² Heißer Tag: Temperaturmaximum über 30 °C; Quelle: (LLG, 2018-2022)

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die 5-jährigen Jahreswetterwerte aus der am südöstlichen Rand der Börde gelegenen Stadt Bernburg (Saale). Es ist zu erkennen, dass alle Jahre abgesehen von 2021 oberhalb der Durchschnittstemperatur und unterhalb der durchschnittlichen Niederschlagsmenge des langjährigen Mittels lagen. Auffällig ist dabei nicht nur 2018 sondern auch 2022. In beiden Jahren fielen nur ca. 70 % der langjährigen Niederschlagsmenge. Große Abweichungen von der langjährigen Niederschlagsverteilung gab es vor allem im Frühjahr und Sommer. Im Jahr 2022 fielen in der Zeit zwischen März und August nur 12 - 86 % der in den Monaten

sonst üblichen Niederschlagsmengen. Jedoch wies 2018 zusätzlich mit weitem Abstand die höchste Zahl an Sommertagen und heißen Tagen auf.

5 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf einen Modellbetrieb in der Magdeburger Börde

5.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen extremer Trockenheit und Hitze auf einen typischen Ackerbaubetrieb in der Magdeburger Börde wurden mit Deckungsbeitragsrechnungen (DB) untersucht. Der Deckungsbeitrag ist ein Erfolgsmaßstab, bei dem von den Leistungen alle variablen Kosten abgezogen werden. Dazu zählen die Direktkosten für Saatgut, Pflanzenschutz, Düngemittel und Versicherungen, sowie die variablen Arbeiterledigungskosten für die eingesetzten Maschinen und Lohnunternehmen.

Anhand der Statistik zur Bodennutzung auf Landkreisebene wurde zunächst ein Modellbetrieb mit einem ortsüblichen Anbauverhältnis abgeleitet. Anschließend erfolgte die Berechnung der DB aller Anbaukulturen anhand von vier Szenarien:

- (1) „Hoher Ertrag“
- (2) „Hoher Ertrag“ plus Teilnahme an der Öko-Regelung 1a
- (3) „Ertragsminderung im Dürrejahr“
- (4) „Ertragsminderung im Dürrejahr“ plus Teilnahme an der Öko-Regelung 1a

Alle vier Szenarien stehen im Kontext der aktuellen Förderperiode zur Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU von 2023 - 2027. Der Erhalt von Direktzahlungen wird dabei an die Einhaltung so genannter Konditionalitäten geknüpft, die Vorschriften zu Klima, Umwelt, öffentlicher Gesundheit, Pflanzengesundheit und dem Tierschutz beinhalten. Darunter fällt die Einhaltung von neun Standards zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen „in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ (GLÖZ). GLÖZ 8 gibt dabei vor, dass ein Mindestanteil von 4 % der Ackerfläche eines Betriebes mit Ackerbrachen oder Landschaftselementen belegt sein muss. Darüber hinaus ist es möglich, an freiwilligen, bundesweit einheitlichen, einjährigen Öko-Regelungen (ÖR) teilzunehmen (BMEL, 2023). Für die weiteren Berechnungen wird angenommen, dass der Modellbetrieb seine GLÖZ 8- Verpflichtungen bereits erfüllt.

Den Szenarien 1 und 4 liegen die Ertragsdaten aus der Statistik für den Landkreis Börde als dreijähriger Mittelwert zwischen 2015 und 2017 zu Grunde. Die Szenarien 2 und 3 beruhen auf den entsprechenden Ertragsdaten für das Jahr 2018 (Einordnung siehe Kapitel 5.2). Die dazugehörigen Erzeugerpreise (frei Erfasser) entstammen der Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI) und beziehen sich auf einen fünfjährigen Schnitt der Jahre 2018 - 2022.

Szenario 3 nimmt an, dass der Modellbetrieb im Dürrejahr zusätzlich zu seiner GLÖZ 8- Verpflichtung an der Öko-Regelung 1a (ÖR 1a), „nichtproduktive Fläche auf Ackerland“, teilnimmt und dafür weitere 1 % seiner Ackerfläche ab dem 1.1. des Antragsjahres und mindestens bis zum 31.8. (15.8. bei Wintergerste und -raps als Folgekultur) desselben Jahres stilllegt. Dafür erhält er eine Prämie in Höhe von 1.300 €/ha. Außerdem können in zwei Abstufungen für weitere je 1 % „nichtproduktive“ Fläche in die ÖR 1a mit reduzierten Prämienätzen (500 und 300 €/ha) eingebracht werden.

Für die Berechnung der variablen Kosten wurden Standardwerte für Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutz verwendet, die variablen Maschinenkosten basieren auf KTBL-Werten. In den Arbeitsverfahren wurden größere Betriebs- und Schlagstrukturen (20 ha) sowie eine an hohe Erträge angepasste Intensität des Betriebsmitteleinsatzes angenommen. Die Bodenbearbeitung erfolgt pfluglos. Die angenommene

Mechanisierung beträgt 200 kW. Die Preise für Betriebsmittel orientieren sich ebenfalls an den Jahren 2018-2022.

Demnach unterscheiden sich die Parameter der DB-Rechnungen nur in der Höhe der Erträge. Es wird im Dürrejahr außerdem davon ausgegangen, dass Deutschland als Preisnehmer auf dem Weltmarkt keinen Einfluss auf die Erzeugerpreise aufgrund einer schlechteren Ernte von lokalem Ausmaß hat.

Es ist wichtig auf die unterschiedlichen Zeitraumbezüge der genutzten Ertrags-, Preis- und Kostenpositionen einzugehen. Es handelt sich um Beispielrechnungen mit unterschiedlichen Handlungsalternativen. Die Handlungsalternativen in Form der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen sollen einen aktuellen Bezug zur jetzigen GAP-Förderperiode haben. Für eine realistische Darstellung werden deshalb auch aktualisierte Preis- und Kostendaten verwendet. Das heißt, es wird das Szenario einer Dürre, wie sie 2018 aufgetreten ist, vor dem Hintergrund der aktuellen Förder- und Preissituation beleuchtet.

5.2 Ertragsentwicklungen

Abbildung 2 zeigt die durchschnittlichen Hektarerträge für Getreide, Raps, Zuckerrüben und Silomais im Landkreis Börde der zurückliegenden 20 Jahre. Die Kurvenverläufe ähneln sich, d. h. die Ertragschwankungen der betrachteten Kulturen sind in den meisten Jahren gleichgerichtet. Während beim Zuckerrübenenertrag bedingt durch den Züchtungsfortschritt insgesamt noch ein leicht positiver Trend in den durchschnittlichen Hektarerträgen erkennbar ist, blieb das mittlere Ertragsniveau der anderen Kulturen im Zeitraum unverändert. Die Ertragsabweichungen vom Mittelwert sind mit durchschnittlich 8 - 10 % für Winterweizen und -gerste am geringsten und für Wintererbsen, Silomais und Zuckerrüben mit durchschnittlich ca. 15 % deutlich höher. Die höchsten Hektarerträge wurden in den Jahren 2014 - 2016 erzielt. Ein ähnliches Niveau erreichten einzelne Kulturen auch in den Jahren 2004 bis 2008. 2018 ist hingegen das Jahr, das für alle Kulturen unterdurchschnittlich schlecht gewesen ist und z. B. den Minimalwert für Winterweizen (68 dt/ha) und Silomais (281 dt/ha) darstellt. Es gibt keine Kultur, deren Hektarerträge die Werte aus 2018 in anderen Jahren noch wesentlich unterschritten haben. Die Abweichung vom langjährigen Mittelwert lag 2018 zwischen 26 % (Winterweizen) und 44 % (Silomais).

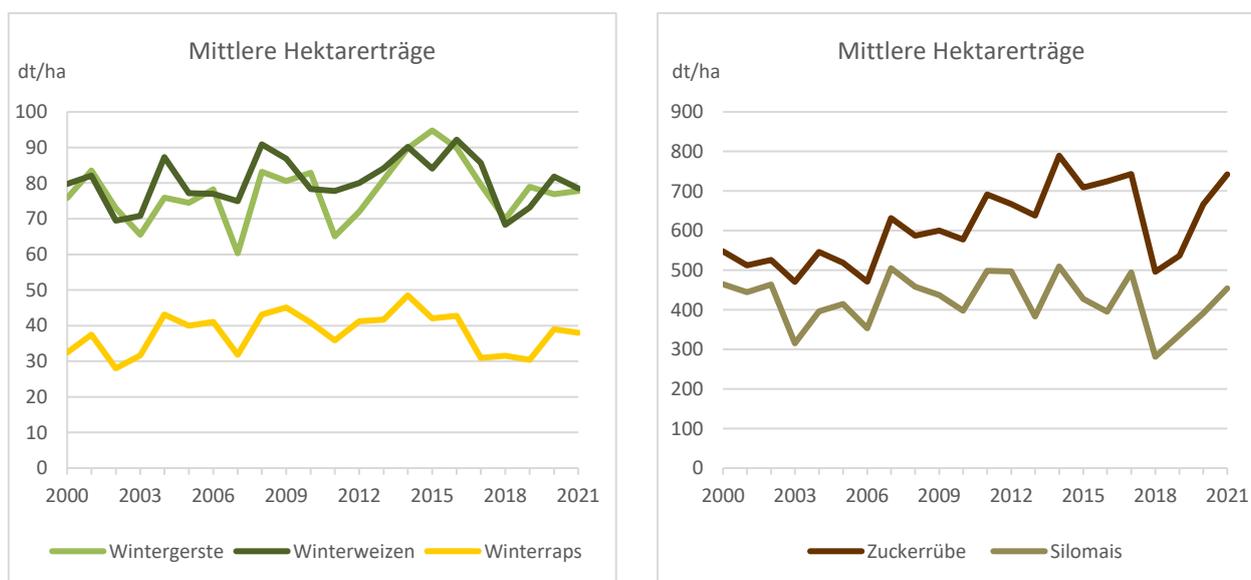


Abbildung 2: Entwicklung der mittleren Hektarerträge im Landkreis Börde (2000 - 2021)

Die Betrachtung der langjährigen Zeitreihen bestätigt die Auswahl des Jahres 2018 als Extremwert für die nachfolgenden Berechnungen. Als Referenz wird der Durchschnitt der Jahre 2015 - 2017 mit überdurchschnittlich guten Erträgen herangezogen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Vergleich der Hektareträge zwischen den beiden Analysezeiträumen

Kultur	„Hoher Ertrag“	„Dürrejahr“
	2015-2017 in dt/ha	2018 in dt/ha
Winterweizen	87	68
Wintergerste	88	70
Winterraps	39	31
Zuckerrüben	726	496
Silomais	439	281

5.3 Auswirkungen auf die Deckungsbeiträge

Das Anbauverhältnis für den Modellbetrieb setzt sich aus den Kulturen Winterweizen (45 %), Wintergerste (15 %), Winterraps (10 %), Silomais (20%) und Zuckerrüben (10 %) zusammen (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2022).

In Szenario 1 mit hohem Ertrag, liegt der Gesamt-DB des Modellbetriebes bei 987 €/ha. Die leistungsstärkste Kultur ist die Zuckerrübe, gefolgt von Winterraps und Winterweizen (Tabelle 3). Die leistungsschwächste Kultur ist Silomais. In Ergänzung dazu wird für Szenario 2 angenommen, dass der Modellbetrieb 1 % seiner DB-schwächsten Kultur aus dem Anbau nimmt und stattdessen als nichtproduktive Fläche in die ÖR 1a einbringt (Tabelle 4). Die Förderhöhe für die Teilnahme an der ersten Stufe beträgt 1.300 €/ha. Durch das Ersetzen von 1 % Silomais kann der Modellbetrieb seinen Gesamt-DB geringfügig um 6 €/ha auf 993 €/ha steigern. Dies ist ein Unterschied von 0,6 %. Da die Förderhöhen der Stufen 2 und 3 unter dem Silomais-DB liegen, nimmt der Gesamt-DB bei ihrer Inanspruchnahme ab. Die hohe Vergütung der ersten Stufe der ÖR 1a führt jedoch dazu, dass der Modellbetrieb auch bei Teilnahme an der 2. Stufe noch einen höheren Gesamt-DB erzielt als in Szenario 1.

Tabelle 3: Deckungsbeiträge im Szenario 1 „Hoher Ertrag“

Anbaukultur	Anteil in %	Erlöse €/ha	var. Kosten €/ha	DB €/ha
Winterweizen	45	1.879	809	1.070
Wintergerste	15	1.619	684	935
Winterraps	10	1.833	1.102	1.102
Zuckerrüben	10	2.541	1.424	1.117
Silomais	20	1.361	645	716
Gesamt-DB				987

Tabelle 4: Deckungsbeiträge im Szenario 2: „Hoher Ertrag“ und Teilnahme an ÖR 1a

Anbaukultur	Anteil in %	DB €/ha	Anbaukultur	Anteil in %	DB €/ha	Anbaukultur	Anteil in %	DB €/ha
Winterweizen	45	1.070						
Wintergerste	15	935						
Winterraps	10	1.102						
Zuckerrüben	10	1.117						
Silomais	19	716	Silomais	18	716	Silomais	17	716
ÖR 1a	1	1.300	ÖR 1a	1	1.300	ÖR 1a	1	1.300
			ÖR 1a Stufe 2	1	500	ÖR 1a Stufe 2	1	500
						ÖR 1a Stufe 3	1	300
Gesamt-DB		993			991			986

In Folge der extremen Witterungsbedingungen liegt der errechnete Gesamt-DB des Modellbetriebes in Szenario 3 nur bei 537 €/ha, dies entspricht lediglich 55 % des Referenz-Szenarios (Tabelle 1Tabelle 5). Aus Tabelle 6 geht hervor, dass der Modellbetrieb im Dürrejahr mit der Teilnahme an der ÖR 1a seinen Gesamt-DB um 10 €/ha auf 547 €/ha steigert. Dies ist ein Unterschied von 1,8 %. Da die Förderhöhe für die Stufen 2 und 3 der ÖR 1a noch über dem Silomais-DB im Dürrejahr liegt, kann sich der Gesamt-DB bei Inanspruchnahme noch auf 2,5 % gegenüber Szenario 3 erhöhen. Trotzdem sind auch das nur geringfügige Änderungen gegenüber Szenario 1, einem Jahr mit hohen Erträgen.

Tabelle 5: Deckungsbeiträge im Szenario 3: „Dürrejahr“

Anbaukultur	Anteil in %	Erlöse €/ha	var. Kosten €/ha	DB €/ha
Winterweizen	45	1.469	809	660
Wintergerste	15	1.288	684	604
Winterraps	10	1.457	731	726
Zuckerrüben	10	1.736	1.424	312
Silomais	20	871	645	226
Gesamt-DB				537

Tabelle 6: Deckungsbeiträge im Szenario 4: „Dürrejahr“ und Teilnahme an ÖR 1a

Anbaukultur	Anteil in %	DB €/ha		in %	DB €/ha		in %	DB €/ha
Winterweizen	45	660						
Wintergerste	15	604						
Winterraps	10	726						
Zuckerrüben	10	312						
Silomais	19	226	Silomais	18	226	Silomais	17	226
ÖR 1a	1	1.300	ÖR 1a	1	1.300	ÖR 1a	1	1.300
			ÖR 1a Stufe 2	1	500	ÖR 1a Stufe 2	1	500
						ÖR 1a Stufe 3	1	300
Gesamt-DB		547			550			551

6 Diskussion

Die Auswertungen der Kreisstatistik zu den Erträgen verschiedener Kulturen im Dürrejahr 2018 vergleichend zum langjährigen Mittelwert 2000 - 2021 zeigten erhebliche Ertragsrückgänge. Der Deutsche Bauernverband meldete für Sachsen-Anhalt 2018 nach einer Auswertung von 95 Mitgliedsbetrieben deutliche Schwankungen. Für Winterweizen lagen die Ertragsangaben bspw. zwischen 42 dt/ha und 58 dt/ha, bei Winterraps zwischen 22 und 30 dt/ha (Thiele, 2018). Die Angaben liegen damit noch unter den hier verwendeten Mittelwerten. Einzelne Betriebe könnten demnach deutlich stärker betroffen gewesen sein als für den Modellbetrieb exemplarisch dargestellt. Dessen Gesamt-DB hat sich in den Berechnungen für das Dürrejahr-Szenario um mehr als die Hälfte reduziert. Entscheidend ist hierbei auch die Wahl der Referenzjahre. Mit dem Durchschnitt 2015 - 2017 wurden Jahre mit überdurchschnittlich guten Erträgen in die Berechnungen einbezogen. Zudem bleiben im Dürrejahr mögliche Abschläge in Folge von nicht eingehaltenen Qualitätsparametern, wie z. B. einem hohen Schmachtkornanteil, in dieser Analyse unberücksichtigt. Ernteuntersuchungen zur Getreidequalität in Brandenburg zeigten 2018 eine Verdopplung des Schmachtkornanteils, der je nach Abrechnungsbedingungen beim Handel zu einem mengenmäßigen Abzug führen kann (IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH, 2018; Agravis Ost, 2023).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich eine Teilnahme an der ÖR 1a für den Modellbetrieb selbst im Referenz-Szenario lohnen würde, denn die Prämie für die erste Stufe in Höhe von 1.300 €/ha ist höher als der DB aller

anderen Anbaukulturen. Durch deren hohe Vergütung hätte sogar eine Teilnahme an der zweiten Stufe der ÖR 1a (500 €/ha) noch keine negativen Auswirkungen auf den Gesamt-DB.

Für die erste Stufe der ÖR 1a können maximal 1 % der Anbaufläche beantragt werden. Deshalb bleiben die Auswirkungen auf die wirtschaftliche Situation des Modellbetriebes sowohl in der Referenz als auch im Dürrejahr jedoch insgesamt gering. Mit der Teilnahme an den Stufen 2 und 3 der ÖR 1a können mit stark reduzierten Prämiensätzen zwar noch 2 % zusätzliche nichtproduktive Fläche bereitgestellt werden. Unter Einbezug der durchschnittlichen Betriebsgröße eines Landwirtschaftsbetriebes im Landkreis Börde (267 ha), läge die monetäre Differenz in Summe trotzdem nur im niedrigen vierstelligen Bereich. Aufgrund dessen ist es aus ökonomischer Perspektive falsch, mit der Teilnahme an den Öko-Regelungen von einem innerbetrieblichen Risikomanagementinstrument in Bezug auf zunehmende Dürrewahrscheinlichkeiten zu sprechen. Als solche gelten ohnehin nur Maßnahmen, die im Mittel der Jahre zusätzliche Kosten hervorrufen (Mußhoff und Hirschauer, 2016). In diesem Fall rechnet sich die Teilnahme an der ÖR 1a jedoch bereits im Status quo.

In den Beispielrechnungen wurde im Dürrejahr-Szenario mit dem Ertrag lediglich ein Parameter angepasst. In der Realität ist es wahrscheinlich, dass sich auch weitere Parameter mit einem Einfluss auf die wirtschaftliche Situation des Modellbetriebes ändern. Zum einen könnten sich bei einigen Kulturen trotz der Preisbildung am Weltmarkt Aufschläge aufgrund von lokalen Knappheiten ergeben. Zum anderen sind in einem Dürrejahr geringfügige Einsparungen bei Dünge- und Pflanzenschutzkosten möglich. Dies betrifft insbesondere nicht notwendige Spätgaben für Stickstoff im Getreide und Fungizidaufwendungen. Bei einer angesetzten Spätgabe von ca. 30 kg N/ha und einem Stickstoffpreis von 1,10 €/kg könnte dies etwa 33 €/ha für Weizen ausmachen. Die Kosten einer Fungizidaufwendung, die z. B. im Zuckerrübenanbau bei trockenen Bedingungen eingespart werden kann, beträgt im Durchschnitt ca. 40 €/ha (AgriPortal Consult, 2022). Das wären Anteile zwischen 5 und 10 % des DB der jeweiligen Kulturen.

Grundlegend wird mit den 2023 eingeführten, bundeseinheitlichen und freiwilligen Öko-Regelungen das Ziel verfolgt, mehr Biodiversitätsschutz in der Agrarlandschaft zu erreichen. Durch ihren einjährigen Verpflichtungszeitraum soll die Teilnahmebereitschaft landwirtschaftlicher Betriebe an entsprechenden Maßnahmen erhöht werden. Im Sinne einer effizienten Mittelverwendung soll die Prämie die zusätzlichen Kosten bzw. den Einkommensverlust der teilnehmenden Betriebe abdecken, welche sich an den bundesdeutschen Durchschnittskosten orientieren. Bei der Festlegung der Prämienhöhe sind dabei deutlich mehr Freiheitsgrade möglich als in den vorherigen GAP-Perioden (Reiter et al., 2023; Weingarten et al., 2023). Die Modell-Berechnungen zeigen, dass sich die Teilnahme an der ersten Stufe der degressiv gestaffelten ÖR 1a selbst auf einem Gunststandort anbietet und sogar einen geringen Mitnahmeeffekt hat.

Das umweltpolitische Ziel der ÖR 1 ist es, über die Anlage von „nichtproduktiven Flächen“ auf Ackerland einen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität zu leisten. Brachen haben durch die Förderung unterschiedlicher Pflanzen- und Tierarten positive Effekte auf die Biodiversität und die Strukturvielfalt in der Landschaft (z. B. (Wietzke et al., 2020; Joest, 2018; Sutcliffe und Leuschner, 2022)). Lückige Pflanzenbestände bieten Deckung für Kleinsäuger und Feldvögel und der jährliche Umbruch soll das Samenpotenzial spontan keimender Ackerwildkräuter erhöhen. Die sich entwickelnde Vegetation wird dabei wesentlich durch die klimatischen Bedingungen bestimmt. Der Klimawandel und Extremwetterereignisse wirken auch hier auf das Vorkommen und die Häufigkeit bestimmter Arten. Im Fall von Dürren werden beispielsweise Pflanzen mit geringerer Wassereffizienz und Wurzelbiomasse verdrängt und es ergibt sich ein Konkurrenzvorteil für trockenheitsverträgliche Arten (Essl und Rabitsch, 2013). Biodiversitäts- und Klimaschutz sind eng miteinander verbunden. Der Klimawandel verschärft die Gefährdung der biologischen Vielfalt, gleichzeitig sind die Ökosysteme große Kohlenstoffspeicher und somit wichtig für die Klimaanpassung. Der Beitrag der Natur zur Abschwächung des Klimawandels ist jedoch nur bei intakten Ökosystemen möglich. Deshalb ist eine Förderung naturnaher Ökosysteme von großer Bedeutung. Expertenbefragungen in Deutschland ergaben, dass ein Anteil zwischen 15 und 20 % der Agrarlandschaft aus hochwertigen, naturförderlichen Flächen bestehen sollte, um solide Populationszustände untersuchter Leitarten zu erreichen (Oppermann et al., 2020). Diese Anteile würden natürlich weitreichende

ökonomische Auswirkungen mit sich ziehen und abseits von Fragen hinsichtlich der öffentlichen Finanzierung eines solchen Systems eher als Risikomanagementinstrument geeignet sein.

7 Fazit

Dürreereignisse, die in Folge des Klimawandels zukünftig häufiger auftreten werden, haben einen großen Einfluss auf die landwirtschaftliche Produktion. Das als Beispiel herangezogene Jahr 2018 mit Ertragsdaten aus der Kreisstatistik führte auf dem gebildeten Modellbetrieb in der Magdeburger Börde je nach Kulturart zu Ertragsverlusten zwischen 20 und 36 %. Besonders betroffen waren Zuckerrüben und Silomais. In der Konsequenz sanken die Deckungsbeiträge um 35 - 70 %. In diesem Zusammenhang wurde die Option einer Teilnahme an der Öko-Regelung 1a zur Streuung des Risikos einbezogen. Es zeigte sich, dass diese bereits im Referenz-Szenario, d. h. einem Anbaujahr ohne Wetterextremen, für den Modellbetrieb lukrativ ist und sich positiv auf dessen Gesamt-DB auswirkt. Selbst die Teilnahme an der 2. Stufe der ÖR 1a wirkt sich durch die hohe Vergütung der 1. Stufe noch nicht negativ auf den Gesamt-DB aus. Folglich erhöht sich die Wirtschaftlichkeit der ÖR 1a darüber hinaus im Dürrejahr-Szenario. Jedoch kann die ÖR 1a maximal für 1 % der Ackerfläche beantragt werden, sodass die Auswirkungen auf den Modellbetrieb in Summe gering bleiben. Daher ist die Teilnahme an der ÖR 1a kein betriebliches Instrument zur Risikominimierung in Bezug auf zunehmende Wetterextreme. Wenn es um eine Absicherung des unternehmerischen Risikos geht, zählen hierzu nach wie vor unterschiedlich ausgestaltete Formen von Extremwetterversicherungen. Diese sind jedoch kein Bestandteil der vorliegenden Berechnungen gewesen.

Im Kontext des Biodiversitätsschutzes ist festzuhalten, dass Brachen, wie sie im Rahmen der ÖR 1a als „nichtproduktive Flächen“ auf Ackerland angelegt werden können, einen positiven Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten. Vor dem Hintergrund, dass die wirtschaftlichen Auswirkungen für einen Modellbetrieb auf einem Gunststandort berechnet wurden, sollten die Mitnahmeeffekte auf weniger ertragreichen Standorten noch deutlich höher ausfallen.

8 Literaturverzeichnis

- Agravis Ost (2023) Abrechnungsbedingungen: Getreide - Ölsaaten - Leguminosen, zu finden in
 <https://www.agravisost.de/media/content/agrarhandel/getreide-oelsaaten/v10_abrechnungsbedingungen2022-version-10-22.06.203.pdf> [zitiert am 20.2.2024]
- AgriPortal Consult (2022) W4 Fungizid: Fungizid-Ratgeber 2022, hg. v. Nordzucker AG, zu finden in
 <https://agriportal.nordzucker.de/consult/downloads/NZ_Fungizid_W4_2022.pdf> [zitiert am 7.3.2024]
- BMEL (2022) Trockenheit und Dürre im Jahr 2018, zu finden in
 <<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/duerre-2018.html>> [zitiert am 15.2.2024]
- BMEL (2023) Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union 2023 in Deutschland: Direktzahlungen, Öko-Regelungen, InVeKoS und Konditionalität, zu finden in
 <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/gap-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=2>
- DWD (2018) Wetter und Klima - Deutschlandwetter im Sommer 2018, zu finden in
 <https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20180830_deutschlandwetter_sommer_news.html> [zitiert am 2.2.2024]
- DWD (2024) Klimawandel - ein Überblick, zu finden in
 <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick_node.html> [zitiert am 2.2.2024]
- Eitzinger J (2010) Der Klimawandel - seine Auswirkungen auf agrarmeteorologische Aspekte und Anpassungsoptionen für die Landwirtschaft im europäischen Kontext. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft:1-11, zu finden in
 <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:d394826b-2e75-474f-8845-6bbb909cb4a0/15_Eitzinger.pdf> [zitiert am 31.01.24]
- Essl F, Rabitsch W (eds) (2013) Biodiversität und Klimawandel. Berlin, Heidelberg: Springer
- Gömann H, Bender A, Bolte A (2015) Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 289 p. Thünen Report 30
- Hardy JT (2006) Climate change: Causes, effects, and solutions, Repr. Chichester, West Sussex: Wiley, 247 p
- IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH (2018) Ernteuntersuchungen 2018 zur Getreidequalität und Verarbeitungseignung von Roggen und Weizen des Landes Brandenburg, zu finden in <<https://www.igv-gmbh.de/images/PDF/TESTLAB/IGV-Ernteuntersuchungen-2018.pdf>> [zitiert am 19.2.2024]
- IPCC (2012) Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York (N.Y.): Cambridge University Press, 582 p
- Joest R (2018) Wie wirksam sind Vertragsnaturschutzmaßnahmen für Feldvögel? Untersuchungen an Feldlerchenfenstern, extensivierten Getreideäckern und Ackerbrachen in der Hellwegbörde (NRW). Vogelwelt(138):109-121
- Kaspar F, Friedrich K, Imbery F (2023) Observed temperature trends in Germany: Current status and communication tools. metz 32(4):279-291. doi: 10.1127/metz/2023/1150

- LLG (2018-2022) Klimadiagramme Standort Bernburg-Strenzfeld: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, zu finden in <<https://llg.sachsen-anhalt.de/themen/agrarroekologie-und-umwelt/agrarmeteorologie/diagramme>>
- Mußhoff O, Hirschauer N (2016) Modernes Agrarmanagement: Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren, 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Vahlen
- Oppermann R, Pfister SC, Eirich A (eds) (2020) Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft: Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen zur Umsetzung. Mannheim: Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), 191 p
- Petersen-Schlapkohl U, Weigel H-J (2015) Klimaresilienz durch Agrobiodiversität?: Literaturstudie zum Zusammenhang zwischen Elementen der Agrobiodiversität und der Empfindlichkeit von landwirtschaftlichen Produktionssystemen gegenüber dem Klimawandel. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 132 p. Thünen Report 25
- Reiter K, Röder N, Peitz C (2023) Die Umsetzung der Grünen Architektur der Gemeinsamen Agrarpolitik in Deutschland - Bessere Förderbedingungen für die Biodiversität in der Agrarlandschaft? Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL) 55(1):26-37. doi: 10.1399/NuL.2024.01.02
- Schuck-Zöller S, Jacob D, Brasseur GP (eds) (2017) Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1 online resource. Springer eBook Collection
- Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (ed) (2022) Landwirtschaftszählung 2020, Teil 2: Bodennutzung 2020, Landwirtschaftliche Betriebe nach der jeweiligen Fläche und Anbaukulturen sowie nach Größenklassen der landwirtschaftlich genutzten Fläche und Zwischenfruchtanbau, Bodennutzung - Teil ökologischer Landbau, zu finden in <https://statistik.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Landesamter/StaLa/startseite/Themen/Land_und_Forstwirtschaft__Fischerei/Berichte/Agrarstruktur/6C419_2020-A.pdf>
- Sutcliffe L, Leuschner C (2022) Auswirkungen von Biodiversitätsmaßnahmen auf die Segetalflora auf intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen - Ergebnisse aus dem F.R.A.N.Z.-Projekt. Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL) 54(6):22-29. doi: 10.1399/NuL.2022.06.02, zu finden in <<https://publications.goettingen-research-online.de/handle/2/136831>>
- Thiele C (2018) Klägliche Ernte – Sachsen-Anhalts Bauern in Bedrängnis – Tierhalter sind von der Dürre in die Enge getrieben. Bauernverband Börde, zu finden in <<https://bauernverband-boerde.de/klaegliche-ernte-sachsen-anhalts-bauern-in-bedraengnis-tierhalter-sind-von-der-duerre-in-die-enge-getrieben/>> [zitiert am 19.2.2024]
- Weingarten P, Becker S, Elsasser P, Forstner B, Frankenberg D, Grajewski R, Offermann F, Osterburg B, Röder N (2023) Impulse für eine mögliche Weiterentwicklung der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK) hinsichtlich der Ausrichtung an den politischen Zielen laut Koalitionsvertrag. Johann Heinrich von Thünen Institut
- Wietzke A, Albert K, Bergmeier E, Sutcliffe LM, van Waveren C-S, Leuschner C (2020) Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study. Agriculture, Ecosystems & Environment 304:107142. doi: 10.1016/j.agee.2020.107142
- Wöhrle D (2021) Kohlenstoffkreislauf und Klimawandel. Chemie in unserer Zeit 55(2):112-124. doi: 10.1002/ciuz.201900061



THÜNEN

F.R.A.N.Z. Projektbericht

**Anpassungsmöglichkeiten an Extremwetterlagen durch die Umsetzung von
Biodiversitätsmaßnahmen am Beispiel von extremer Trockenheit**

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
Bundesallee 50
DE-38116 Braunschweig