

Ertragsausfallrisiko für die landwirtschaftliche Produktion aufgrund von Trockenheit in Sachsen

- im Rahmen des Klimafolgenmonitoring Sachsen -

- im Auftrag des Sächsischen Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft -

Bearbeiter: Falk Ullrich
Abteilung/Referat: 22
E-Mail: falk.ullrich@smul.sachsen.de
Telefon: 0351 2612-2202
Redaktionsschluss: 25.10.2016
Internet: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/27039.htm>

in Zusammenarbeit mit:

Falk Böttcher (Deutscher Wetterdienst, Niederlassung Leipzig)

Ellen Müller (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Inhalt

1. Kontext.....	2
2. Zielstellung.....	2
3. Methode und Daten	2
3.1. Klassen und Grenzwerte.....	4
3.1.1. Validierung.....	4
4. Anwendung der Methode	6
4.1. Ertragsausfallrisiko 1961 bis 1990	6
4.2. Ertragsausfallrisiko 1985 bis 2014.....	7
4.3. Ertragsausfallrisiko bis 2050	8
5. Fazit und Ausblick	9
Quellenverzeichnis	10
Anlagen.....	10

Abbildungen

Abbildung 1: Getreideertrag und Ertragsausfallrisiko 2011 bis 2015.....	5
Abbildung 2: Rapsenertrag und Ertragsausfallrisiko 2011 bis 2015	5
Abbildung 3: Ertragsausfallrisiko in Sachsen - Referenzperiode 1961 bis 1990	6
Abbildung 4: Ertragsausfallrisiko in Sachsen – Referenzperiode 1985 bis 2014.....	7
Abbildung 5: Ertragsausfallrisiko in Sachsen – Entwicklung bis 2050	8

Tabellen

Tabelle 1: Klassen, Grenzwerte und Beschreibung des Ertragsausfallrisikos.....	4
--	---

Anlagen

Anlage 1: Auswertung der Ertragerhebung aus der Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE) nach den Risikoklassen des Ertragsausfalls in Sachsen 2011 bis 2015.....	10
---	----

Abkürzungen

%	- Prozent
BK50	- Bodenkarte im Maßstab 1:50.000
BÜK200	- Bodenübersichtskarte 1:200.000
dt/ ha	- Dezitonnen pro Hektar
DWD	- Deutscher Wetterdienst
EAR	- Ertragsausfallrisiko
EBE	- Ernte- und Betriebsberichterstattung
FIS Boden	- Fachinformationssystem Boden
GeoSN	- Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
GIS	- Geoinformationssystem
InVeKoS	- Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KA5	- Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Ausgabe [1]
KWB	- Klimatische Wasserbilanz
KWB _{VJ}	- Klimatische Wasserbilanz im Zeitraum Vegetationsbeginn bis 30.06. eines Jahres
LfULG	- Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
nFK _{We}	- nutzbare Feldkapazität im durchwurzelbaren Raum
PET	- Potentielle Evapotranspiration
SMUL	- Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
StaLa	- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen
vgl.	- vergleiche
We	- effektive Durchwurzelungstiefe nach KA5Kontext

1. Kontext

In Sachsen traten in den letzten 20 Jahren zunehmend großflächige, häufig aber auch lokal sehr begrenzte Wetterextreme (Trockenheit, Starkregen u. m.) auf, die eine erfolgreiche und nachhaltige landwirtschaftliche Produktion beeinflussen. Zuletzt war 2015 sehr niederschlagsarm, wobei sich aber zeigte, dass sich diese landesweite Trockenheit räumlich sehr differenziert auswirkte. Einmal mehr waren vornehmlich die diluvialen Gebiete in Nordsachsen von Ertragseinbußen betroffen, während in anderen Regionen, trotz ähnlicher Niederschlagsdefizite, geringere Ausfälle zu verzeichnen waren.

Die klimatischen Veränderungen sind überall bemerkbar, die Auswirkungen sind aber räumlich sehr unterschiedlich zu bewerten. Beispielsweise führt eine Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen einerseits in den Gebirgs- und Vorgebirgslagen aktuell (noch) zu einer Verbesserung der Standortigenschaften (Verlängerung der Vegetationszeit!), andererseits wird dadurch aber die Verdunstungsleistung und der Wasserbedarf gesteigert. Dies führt v. a. auf den Sandstandorten in Nordsachsen zu erheblichen Problemen [4]. Dem erhöhten Wasserbedarf steht ein Niederschlagsdargebot gegenüber, das sich in seiner jährlichen Menge kaum, dafür aber in der zeitlichen Verteilung und Intensität stärker verändert hat [9] [7]. Eine ausgeprägte Vorsommertrockenheit mit vermehrt auftretenden Starkregeneignissen verschärft die Situation zusätzlich [11]. Es zeigt sich, dass Standorte mit einer höheren Kapazität zur Bodenwasserspeicherung wesentlich bevorteilt sind, um auftretende Trockenperioden kompensieren zu können.

Der Landwirt muss die aktuellen Bedingungen, aber auch mögliche zukünftige Entwicklungen kennen, um mit einer angepassten, nachhaltigen Bewirtschaftung die Vorteile zu nutzen oder die Nachteile mindern zu können [4] [11].

2. Zielstellung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes hat das LfULG 2011 in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) einen Ansatz zur Abschätzung eines Ertragsausfallrisikos auf Ackerflächen für Getreide und Raps entwickelt [5]. Die daraus entstandene Gebietskulisse „Ertragsausfallrisiko“ fand unter anderem im Klimafolgenmonitoring von Sachsen Eingang [8] [10]. Die Landes- und Regionalplanung kann und nutzt ebenso die Gebietskulisse. Zudem gibt es Bestrebungen den Ansatz bundesweit zu testen.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, den entwickelten Ansatz aufzugreifen und methodisch weiter zu entwickeln. Damit sollen die Aussagen und Ergebnisse geschärft und robuster gegenüber den klimatischen Entwicklungen gemacht werden. Zudem soll der Ansatz methodisch vereinfacht werden, um eine mögliche Übertragung auf andere Gebiete zu ermöglichen. Gleichzeitig wird die Datenbasis aktualisiert, um den Anspruch eines Indikators im Rahmen des Klimafolgenmonitoring in Sachsen zu erfüllen.

Dabei steht einerseits die Bewertung des Ist-Zustandes im Mittelpunkt, andererseits soll auch die zukünftige Entwicklung betrachtet werden. Auf Fragen wie, „Wo sind Risiken und wie sind die Trends?“ oder „Sind pflanzenbaulichen Anpassungen notwendig?“, sollen mögliche Antworten gefunden werden. Dafür werden durchschnittliche Risikopotentiale und Trends in Bezug auf die Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion in einzelnen Gebieten ausgewiesen. Die Ergebnisse sollen die Öffentlichkeit und Fachleute anregen, über Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft nachzudenken.

3. Methode und Daten

Für den Wasserhaushalt und damit auch für die Ertragsfähigkeit eines Standortes sind klimatische und bodenkundliche Bedingungen und deren Zusammenspiel entscheidend. Dabei ist der Boden räumlich sehr heterogen, aber in seiner zeitlichen Entwicklung als relativ stabiles System anzusehen. Dagegen sind die klimatischen Bedingungen nicht nur räumlich sehr variabel, sondern verändern sich auch im

zeitlichen Auftreten sowie in der Intensität. Die Untersuchung sollte daher räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Ausgangsdaten nutzen, um eine hohen Aussagekraft zu erzielen.

Für die Weiterentwicklung des Indikators konnte auf umfangreiche Vorarbeiten zurückgegriffen werden [5] [2]. Grundsätzlich soll die Risikobewertung eines Ertragsausfalls über eine Kombination aus Boden- und Klimafaktoren erfolgen [2]. Im Ergebnis werden nachfolgende Datenquellen und Kennwerte genutzt.

- Deutscher Wetterdienst – Interpolationsdaten 1x1km Raster für den Klimareferenzzeitraum 1985 bis 2014 (30 Jahre)
 - Klimatische Wasserbilanz (Penman/Wendling) von Vegetationsbeginn¹ bis zum 30.06. eines Jahres (KWB_{VJ})
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – Auswertungskarten Bodenschutz 1:50.000
 - nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK_{We})

Für die Risikobewertung wird die Klimatische Wasserbilanz vom Vegetationsbeginn bis Ende Juni (KWB_{VJ}) mit der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK_{We}) zueinander ins Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis zeigt an, ob und welcher Anteil, des im Boden gespeicherten Wassers potentiell (!) für die Deckung des KWB_{VJ} benötigt wird. Ist das Ergebnis positiv, so wird kein Bodenwasser benötigt, ist die Ergebnis negativ, wird gespeichertes Bodenwasser verbraucht.

$$\frac{KWB_{VJ}}{nFK_{We}} \text{ in } \%$$

Die Daten sind über ein GIS mit den landwirtschaftlichen Flächendaten², hier speziell die Ackerflächen, zusammengeführt und flächengewichtet auf Gebietseinheiten zusammengefasst worden. Als Gebietseinheit ist die Gemeinde zum Gebietsstand von 1993 genutzt worden. Damit kann einerseits eine Vergleichbarkeit mit vorhandenen Datenquellen³ gewahrt werden, andererseits sind die standörtlichen Bedingungen innerhalb einer Einheit relativ einheitlich. Eine Aggregation auf den heutigen Gemeindestand ist möglich.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist Folgendes zu beachten:

- Es wird davon ausgegangen, dass der Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationszeit bei allen Standorten vollständig aufgefüllt ist.
- Der Grundwassereinfluss auf die Wasserversorgung eines Standortes wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da die aktuelle Darstellungsebene diese räumliche Heterogenität nicht abbilden kann. Im Einzelfall sind die Auswirkungen eines Trockenereignisses für Standorte mit einem Grundwasseranschluss anders zu bewerten.
- Die reale Wasserbilanz (tatsächliche Wasserverbrauch) liegt überwiegend unter der KWB (potentielle Wasserverbrauch). Daher sind die berechneten „Verbrauchswerte“ nicht für Betrachtung einer Einzelfläche geeignet, sondern zeigen nur die Tendenz für einen größeren Raum. Ebenso können die klimatischen Bedingungen eines Einzeljahres anders sein, wie die klimatischen Bedingungen des genutzten Referenzzeitraumes. Somit zeigt eine durchschnittlich negative potentielle Wasserbilanz (KWB_{VJ}), die die nFK_{We} übersteigt (potentielle Ausschöpfung des Bodenwassers >100 %), nur das erhöhte Risiko und nicht den permanenten Zustand eines Trockenstresses für einen Standort an.

¹ Vegetationsbeginn: nachhaltiges Überschreiten von 5°C Tagesmitteltemperatur an fünf aufeinander folgenden Tagen

² InVeKoS Feldblockreferenz – Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft - für die Ausweisung der Ackerlandstandorte wurden Flächen mit der Hauptnutzungskategorie Acker genutzt

³ Datenspeicher Boden (DABO) + Gemeindedatei (GEMDAT)

EXKURS – Erläuterung der Kennwerte

Klimatische Wasserbilanz vom Vegetationsbeginn bis zum 30.06. eines Jahres

Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) ist nach DIN 4049-3 die Differenz zwischen Niederschlag und der potentiellen Evapotranspiration. Es erfolgt damit ein quantitativer Vergleich von Wasserdargebot und -verbrauch in einem bestimmten Gebiet, für einen festgelegten Zeitraum und unter Annahme gleichen Bewuchses⁴. Die KWB ist eine theoretische Größe, die im Gegensatz zur realen Verdunstung, für alle Gebiete gleichmäßig berechnet werden kann. In der KWB sind mehrere entscheidende Größen, wie Temperatur, Sonneneinstrahlung und Windschwindigkeit direkt und indirekt integriert.

Für die Ertragshöhe ist eine ausreichende Wasserversorgung in der Hauptwachstumsphase entscheidend [4]. Der Zeitraum der Betrachtung ist daher auf den (räumlich variablen) Vegetationsbeginn bis zum 30.06. eines Jahres fokussiert. Ein variables Ende des jährlichen Betrachtungszeitraumes, ähnlich dem des Vegetationsbeginns ist nicht möglich, da es keine meteorologischen Schwellenwerte gibt, an denen die jährliche Abreife des Getreides bzw. des Raps festgelegt werden kann.

nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes

Die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFKWe) wird als Kenngröße für die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens genutzt. Die sogenannte effektive Durchwurzelungstiefe (WE) ist die Bodenzone, die durch die Pflanzenwurzeln einjähriger landwirtschaftlicher Kulturpflanzen erschlossen werden kann und somit zur Wasserversorgung der Pflanze beiträgt. Eine Austrocknung dieser Bodenzone ist somit unweigerlich mit Schäden und damit mit Ertragsverlusten der darauf angebauten Kultur verbunden.

Der durchwurzelbare Bereich kann dabei durch chemische oder physikalische Veränderungen im Boden nach unten begrenzt werden. Dabei können pH-Wert Veränderungen, Nährstoffmangel, Verdichtungen, Schichtwechsel, Luftmangel, aber auch Nässe durch Grund- oder Stauwasser den Wurzelraum begrenzen [1] [6].

3.1. Klassen und Grenzwerte

Die Festlegung der Klassen und Grenzwerte erfolgte in Verbindung mit Ertragsdaten des Statistischen Landesamtes⁵. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein erhöhtes Risiko mit einer höheren Variabilität der Erträge einhergeht oder je stabiler die Erträge sind, desto geringer ist das Risiko.

Tabelle 1: Klassen, Grenzwerte und Beschreibung des Ertragsausfallrisikos

Klasse	potentielle Ausschöpfung des Bodenwassers KWB_{VJ} / nFK_{We}	Risiko für einen Ertragsausfall aufgrund von Trockenheit
1	110 % und mehr	sehr hoch
2	weniger als 110 bis 90 %	hoch
3	weniger als 90 bis 66 %	mittel
4	weniger als 66 bis 33 %	gering
5	weniger als 33 %	sehr gering

Die Methode wird vor dem Hintergrund der 2011 erstellten Gebietskulisse zum Ertragsausfallrisiko angewandt. Die Anwendung beim Klimafolgenmonitoring zeigte, dass der Indikator im Hinblick auf die zukünftig zu erwartenden klimatischen Bedingungen robuster werden muss, um weiterhin kleinräumig differenzierte Aussagen zu ermöglichen. Im Vergleich zum bisherigen Ansatz wird daher die Legende um eine Klasse erweitert (vgl. [2]). Die Ausweisung des Ertragsausfallrisikos erfolgt nunmehr in fünf Klassen. In Tabelle 1 sind die Klassen aufgeführt.

3.1.1. Validierung

Mit Unterstützung des Statistischen Landesamtes des Freistaates Sachsen, konnten für die ausgewiesenen Raumkategorien aktuelle Ertragsdaten für Getreide und Raps ausgewertet werden. Die Validierung erfolgte dabei mit der Verteilung des Ertragsausfallrisikos für die Referenzperiode 1985 bis

⁴ <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102936&lv3=103052>

⁵ Statistisches Landesamt Sachsen – Sonderauswertung der EBE 2011 bis 2015 für das LfULG

2014 (siehe Abschnitt 4.2). Aufgrund des unternehmerischen Einflusses ist eine Auswertung von Einzelwerten nicht zielführend, weshalb die durchschnittlichen Erträge der Einzeljahre in der Ertragshöhe und auch bei der Variabilität genutzt werden. In einem Forschungsprojekt des LfULG zur Erhebung standortspezifische Ertragsunterschiede⁶ konnten die Ergebnisse bestätigt werden. Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die Ergebnisse grafisch aufbereitet für Getreide und Raps.

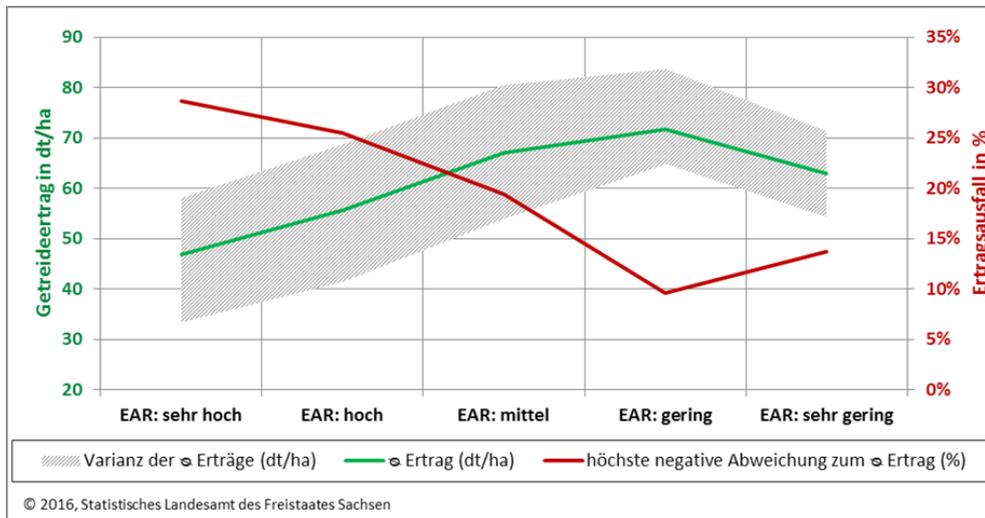


Abbildung 1: Getreideertrag und Ertragsausfallrisiko 2011 bis 2015

Grundsätzlich kann für beide Kulturarten gezeigt werden, dass sich die durchschnittlichen Erträge mit ansteigendem Risiko verringern. Dabei zeigen sich bekannte Zusammenhänge und die ackerbaulichen Gunstregionen, wie das sächsische Lössgebiet. Der Abfall der Ertragshöhe vom Lössgebiet, mit vorwiegend „geringem Risiko“, zum Berggebiet, mit vorwiegend „sehr geringem“ Risiko ist weniger auf den Wasserhaushalt, als vielmehr auf die Temperaturbedingungen und die Nährstoffversorgung zurückzuführen.

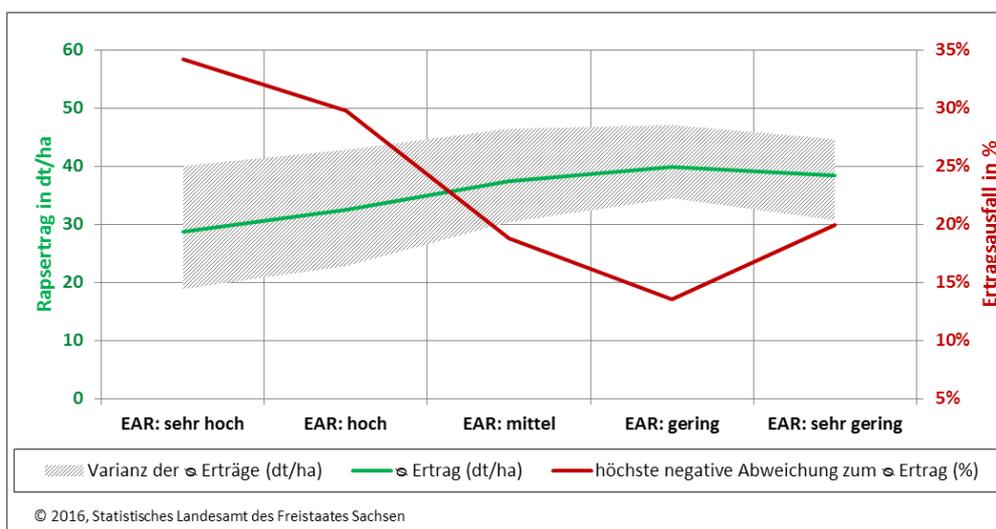


Abbildung 2: Rapsenertrag und Ertragsausfallrisiko 2011 bis 2015

Für die Bewertung des Ertragsausfallrisikos ist neben dem Ertragsniveau auch die Ertragsvariabilität entscheidend. So verringert sich die absolute Varianz der Erträge mit Abnahme des Risikos. Die durchschnittlichen Erträge variieren zwischen 27 und 17 dt/ha bei Getreide sowie zwischen 21 und

⁶ Forschungsprojekt: „Ermittlung standortspezifischer Ertragsdifferenzen zur Evaluierung von Prämien der Ausgleichszulage mittels satellitengestützter Ertragsaufnahme“ – Schriftenreihe im Herbst 2016 - <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13631>

12 dt/ha bei Winterraps (vgl. Abbildung 1, Abbildung 2 und Anlage 1). Dabei weisen die Gebiete mit „geringem Risiko“ die kleinste Varianz auf. Auch hier zeigt das Berggebiet mit vorwiegend „sehr geringem Risiko“ wiederum tendenziell eine Zunahme der Variabilität.

Der absolute Ertragsverlust ist allerdings aufgrund der unterschiedlichen Ertragsniveaus in den Gebieten nicht aussagekräftig genug. Ein Ertragsverlust bei Getreide von 15 dt/ha bedeutet in einigen Gebieten 35%, in anderen Gebieten nur 15% Ertragsverlust. Daher sollten die Relationen möglicher Ertragsschwankungen gegenüber dem durchschnittlichen Ertrag berücksichtigt werden.

In der Abbildung 1 und in der Abbildung 2 ist die relative Abweichung des geringsten Jahresdurchschnittsertrages (fünfjährigen Mittelwert) abgetragen (rote Linie). Der Zusammenhang zwischen Risikoklasse und dem Ertragsausfall ist hier noch eindeutiger zu erkennen.

In den Gebieten mit den höchsten Risiken liegt der niedrigste Jahresdurchschnittsertrag rund 29 % bei Getreide und 34 % bei Raps unter dem fünfjährigen Mittel. In den Gebieten mit geringem Risiko sind die negativsten Abweichungen mit 10 % bei Getreide und mit rund 14 % bei Raps deutlich geringer. Eine Sonderrolle spielen auch hier wieder die Berglagen mit „sehr geringem“ Risiko. Hier steigen die Abweichungen aus den vorn benannten Gründen wieder an (Abbildung 1, Abbildung 2 und Anlage 1).

4. Anwendung der Methode

Die Methode wird mit den vorliegenden Daten angewandt. Um den Indikator im Sinne des Klimafolgenmonitoring zu nutzen, werden Berechnungen mit Klimadaten der Referenzperioden 1961-1990 und 1985-2014 sowie mit projizierten Klimadaten für die Dekade 2041 bis 2050 erstellt. Im Vergleich sollen Veränderungen der Bedingungen aufgezeigt werden.

4.1. Ertragsausfallrisiko 1961 bis 1990

Die Berechnung des Ertragsausfallrisikos für Referenzperiode, die Klimanormalperiode 1961 bis 1990 erfolgt mit Daten aus dem Regionalen Klimainformationssystem REKIS⁷.

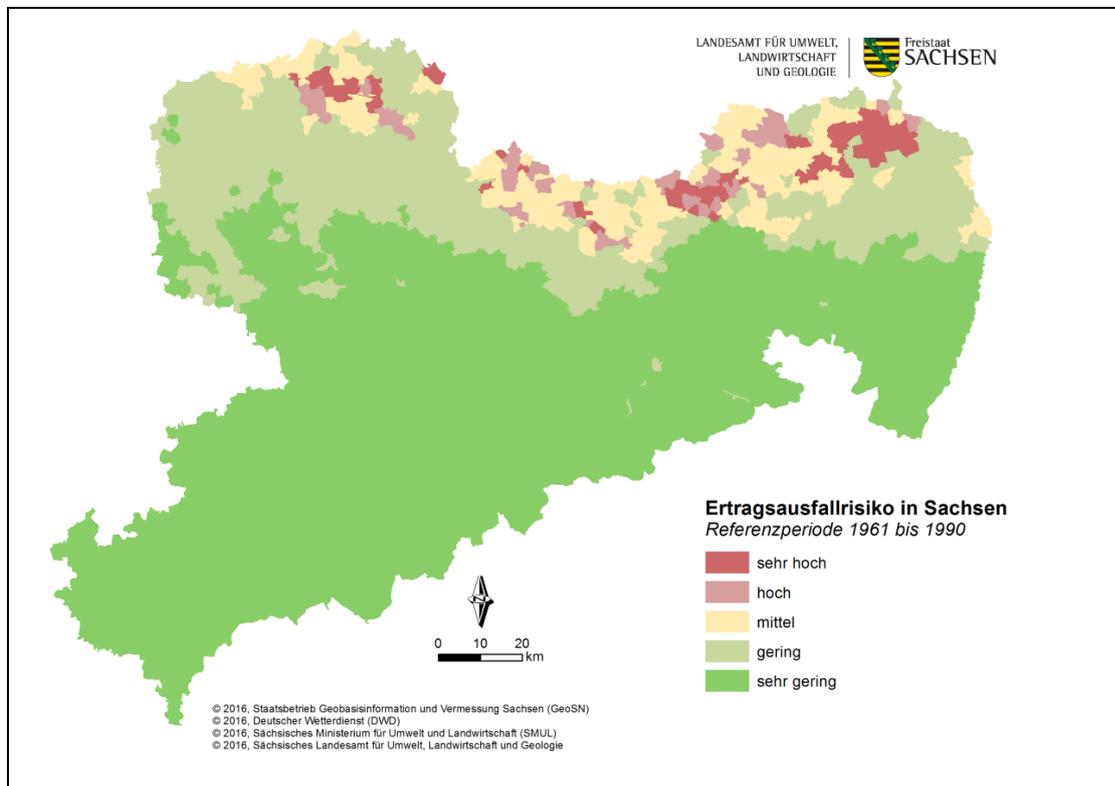


Abbildung 3: Ertragsausfallrisiko in Sachsen - Referenzperiode 1961 bis 1990

⁷ Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt www.rekis.org

Das Ergebnis ist in Abbildung 3 dargestellt und zeigt ein relativ geringes Ertragsausfallrisiko in Sachsen. Die größten Risiken bestanden auf den Sandstandorten des Nordens, in den Kerngebieten des nordsächsischen Heidegebietes. Nach Süden hin sinkt das Risiko sehr schnell ab. Die Lössgebiete waren genau wie die Berglagen von Erzgebirge, Vogtland und Lausitz von Ertragsausfallrisiken durch Trockenheit kaum bis gar nicht betroffen.

4.2. Ertragsausfallrisiko 1985 bis 2014

Die Berechnung erfolgt mit den Daten des Zeitraumes 1985 bis 2014. Die Daten wurden durch den DWD bereitgestellt. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 zur sehen.

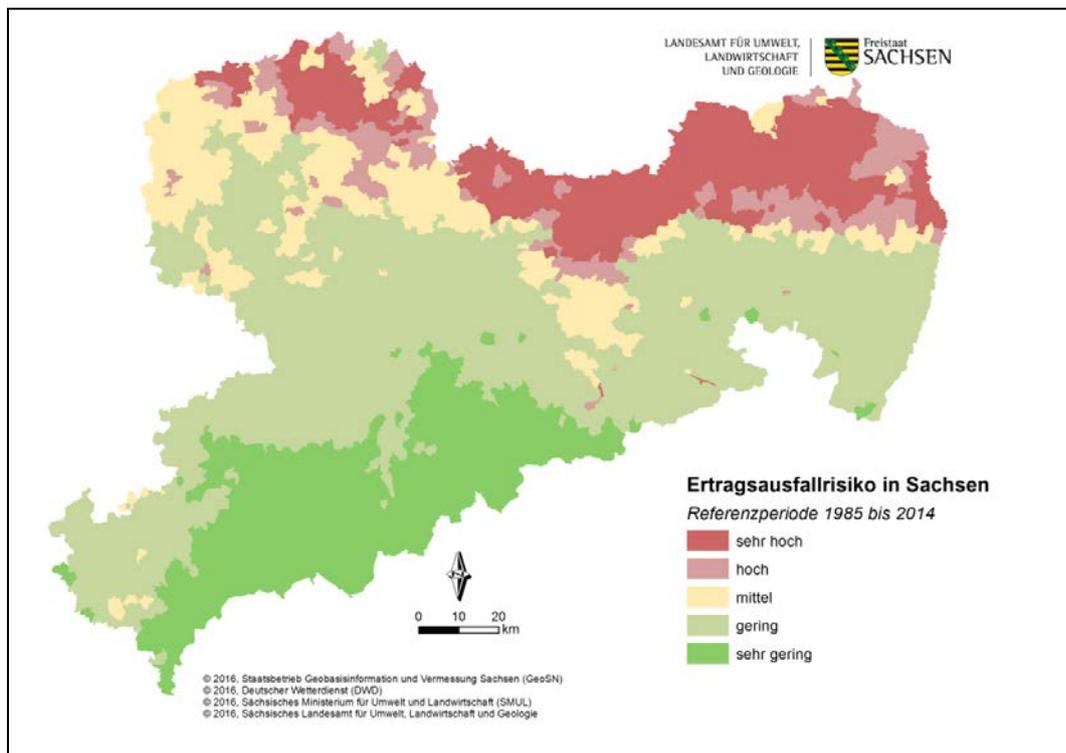


Abbildung 4: Ertragsausfallrisiko in Sachsen – Referenzperiode 1985 bis 2014

Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961 bis 1990 sind deutliche Veränderungen beim Ertragsausfallrisiko zu erkennen. Dabei ist Folgendes auffällig:

- Die durchschnittlichen Temperaturen sind sachsenweit angestiegen.
 - Der Vegetationsbeginn ist, regional unterschiedlich, bis zu 14 Tage eher.
 - Die Verdunstungsleistung ist sachsenweit angestiegen.
- Es tritt häufiger eine Vorsommertrockenheit auf.
- Das Risiko fällt immer noch von Nord nach Süd ab, wobei die Risiken sachsenweit angestiegen sind.
- Die größten Risikozunahmen sind im Norden, in den Übergangsregionen von lössbeeinflussten zu diluvialen Standorten zu verzeichnen. War hier die Wasserversorgung 1961 bis 1990 fast immer ausreichend, tritt in der Periode 1985 bis 2014 verstärkt Trockenheit auf.
- Der sächsische Lössgürtel wird in Bezug auf Trockenheit heterogener.
 - Das „Mitteldeutsche Trockengebiet“, rund um Leipzig, tritt noch deutlicher hervor und ist von höheren Risiken betroffen.
 - Im mittel- und ostsächsischen Lössgebiet kann der Wasserspeicher des Bodens den Wasserbedarf noch weitgehend kompensieren.

- Der mittelsächsische Lössgürtel zählt damit immer noch zu den ertragsstabilsten, aber nicht zu den Regionen Sachsens mit den geringsten Trockenheitsrisiken.
- Die geringsten Risiken weisen derzeit die Standorte der mittleren und oberen Berglagen des Erzgebirges auf. Hier ist der Bodenwasserspeicher in Verbindung mit den sommerlichen Niederschlägen noch ausreichend, um den Wasserbedarf zu decken. Das mittlere Erzgebirge (südlich von Chemnitz) ist aktuell noch die einzige Region in Sachsen, mit einer positiven KWB im Betrachtungszeitraum (Vegetationsbeginn bis Juni).

4.3. Ertragsausfallrisiko bis 2050

Um eine mögliche Entwicklung des Ertragsausfallrisikos abschätzen zu können wurden Klimaprojektionsdaten eingearbeitet. Die Klimadaten wurden für jede Dekade bis 2050 berechnet. Grundlage ist die derzeit aktuelle Klimaprojektion für Sachsen, das »WEREX-V-Ensemble« (2011), basierend auf den Emissionsszenarien für den 4. IPCC-Report [4].

Um die Spannweite der möglichen Entwicklungen aufzuzeigen, ist in Abbildung 5 neben dem Ensembledurchschnitt, jeweils der beste und der schlechteste Fall abgebildet. Der Ensembledurchschnitt wird als wahrscheinlichste Variante einer möglichen Entwicklung angesehen.

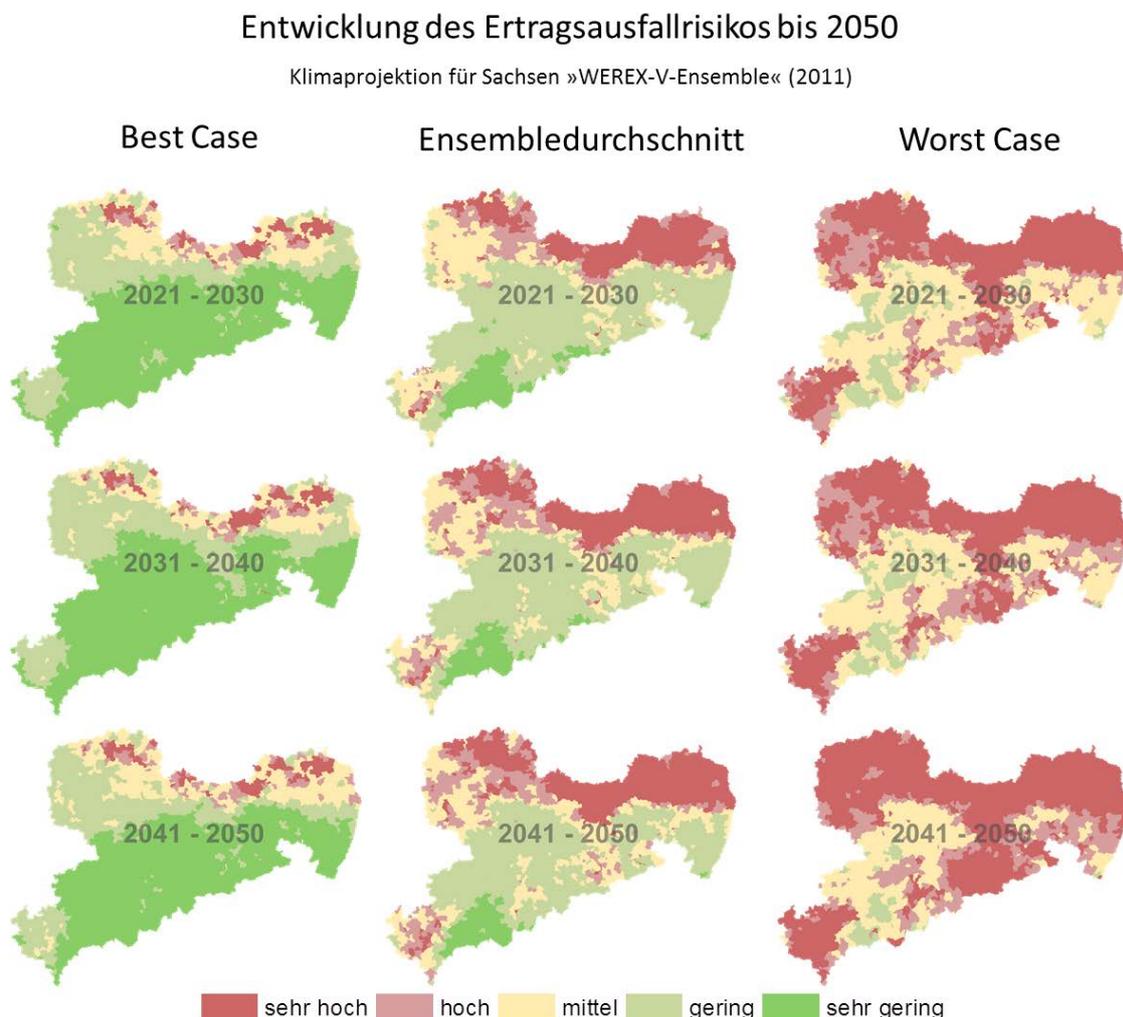


Abbildung 5: Ertragsausfallrisiko in Sachsen – Entwicklung bis 2050

Wird der Ensembledurchschnitt, als Variante mit der höchsten Wahrscheinlichkeit genutzt und mit dem aktuellen Zeitraum verglichen sind nachfolgende Veränderungen festzuhalten.

- Die Erwärmung setzt sich weiter fort. Sachsenweit wird damit der Wasserbedarf erhöht und das Risiko von Trockenstress und Ertragsausfall nimmt zu.

- Regionen mit einer positiven KWB (Zeitraum Vegetationsbeginn bis Juni) sowie Standorte mit „sehr geringem“ Risiko“ beschränken sich zukünftig nur noch auf die obersten Berglagen des Erzgebirges.
- Das sächsische Lössgebiet wird heterogener in Bezug auf pflanzenbauliche Risiken:
 - Im Westen weitet sich das Mitteldeutsche Trockengebiet aus.
 - Im ostsächsischen Lössgebiet werden vermehrt Trockenperioden mit den daraus resultierenden Ausfällen auftreten.
 - Das mittelsächsische Lössgebiet ist Teil eines größeren Gebietes mit geringem Risiko.
- Der stärkste Risikowandel erfolgt im Süden von Sachsen – von „sehr geringem“ zu teilweise „sehr hohem“ Risiko. Dies zeigt, dass
 - das Wasserdargebot den Anstieg des Wasserbedarfs, als Folge der Temperaturerhöhung teils nicht kompensieren kann,
 - sich die Region von einem Gebiet mit Wasserüberschuss im Vogtland, Osterzgebirge und in Teilen des Erzgebirgsvorlandes zu einem Gebiet mit Wasserdefizit wandelt und dass
 - die klimatischen Veränderungen in Verbindung mit der bodenbedingt geringen Wasserspeicherfähigkeit das Risiko eines Trockenstresses wesentlich erhöht.

5. Fazit und Ausblick

Die 2011 entwickelte Methodik war ein Ergebnis aus den Forschungsprojekt „Bodenrente und Visualisierung der Mittelverteilung“ [5]. Mit dem Einsatz des Indikators in verschiedene raumplanerische Prozesse, als Indikator beim Klimafolgenmonitoring sowie durch den Versuch eines bundesweiten Einsatzes über den DWD haben sich die Anforderungen spezifiziert. Vor diesem Hintergrund musste der Indikator auf mehreren Ebenen angepasst werden.

Die vorliegende Arbeit hat die Anforderungen aufgegriffen und folgende Ergebnisse erzielt:

- Aktualisierung der Klimadaten und Ausweitung des Bezugszeitraums auf 30 Jahre.
- Einarbeitung von Bodendaten mit einer höheren räumlichen Auflösung und Information.
- Vereinfachung des methodischen Ansatzes, durch die Reduzierung der Eingangsvariablen.
- Die Robustheit des Indikators sowohl für zurückliegende Zeiträume, als auch gegenüber einer möglichen zukünftigen Entwicklung wurde geprüft. Der Indikator ist für einen Einsatz im Sinne eines Klimafolgenmonitoring geeignet.

Zukünftig sind neben der Aktualisierung der Klimadaten auch standortbezogenen Daten zum Grundwassereinfluss zu prüfen und einzubeziehen. Damit könnte das Risiko von Trockenereignissen noch besser abgebildet werden. Eine Übertragung des methodischen Ansatzes auf andere Gebiete scheint nun ebenso möglich, da die genutzten Variablen deutschlandweit verfügbar sind.

Quellenverzeichnis

- [1] Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Aufl. Seite 150 Tabelle 33 , Hannover
- [2] Falk Ullrich et al. (2011): „Ertragsausfallrisiko für die landwirtschaftliche Produktion aufgrund von Trockenheit in Sachsen“; <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/42663.htm>
- [3] H. Kuntze, G. Roeschmann, G. Schwerdtfeger (1994): „Bodenkunde“, 5. Auflage, Ulmer, Stuttgart
- [4] Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: „Künftige Klimaentwicklung in Sachsen – Regionale Klimaprojektionen“ <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/1289.htm>
- [5] Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2009): „Klimawandel und Landwirtschaft – Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel“, Dresden <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11581/documents/12039>
- [6] Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2011): „Bodenrente und Visualisierung der Mittelverteilung“, Dresden; <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15099/documents/18144>
- [7] Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Digitale Bodenkarte 1:50.000 <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/27787.htm?data=bbw50>
<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/27787.htm?data=bbw50%20einf%C3%BCgen>
- [8] Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015): Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen“, Dresden; <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23868>
- [9] Sächsische Staatsministerium des Innern (2013): „Landesentwicklungsplan 2013“, Dresden http://www.landesentwicklung.sachsen.de/download/Landesentwicklung/LEP_2013.pdf
- [10] Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2008): „Sachsen im Klimawandel – Eine Analyse“, Dresden; <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12173>
- [11] Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2013): „Klimafolgenmonitoring in Sachsen – Indikatoren zur Beobachtung von Klimafolgen“, Dresden; <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Sammelmappe2.pdf>
- [12] Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2014): „Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel“, Dresden; <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11449/documents/29474>

Anlagen

Anlage 1: Auswertung der Ertragshebung aus der Ernte- und Betriebsberichtserstattung (EBE) nach den Risikoklassen des Ertragsausfalls in Sachsen 2011 bis 2015

Ertragsausfallrisiko Klasse	geringster Jahres- durchschnittser- trag in dt/ ha	höchster Jahres- durchschnittser- trag in dt/ ha	Durchschnittser- trag in dt/ ha	Varianz der Durch- schnittserträge in dt/ ha	Abweichung geringster Wert vom Durchschnitt in %
Referenzzeitraum 2011 bis 2015					
Winterraps					
sehr hoch	18,8	39,9	28,6	21,1	34%
hoch	22,8	42,8	32,4	20,0	30%
mittel	30,3	46,3	37,4	16,0	19%
gering	34,4	47,0	39,8	12,6	14%
sehr gering	30,7	44,5	38,3	13,8	20%
Getreide					
sehr hoch	33,4	58,1	46,9	24,7	29%
hoch	41,5	68,8	55,6	27,3	25%
mittel	54,1	80,5	67,1	26,5	19%
gering	64,8	83,7	71,7	18,9	10%
sehr gering	54,4	71,3	63,0	16,9	14%

Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen – Sonderauswertung EBE 2011 bis 2015 für das LfULG