

TM 3.3 Landnutzung

TP 3.3.1 - Anpassungsstrategien für den regionalen Pflanzenbau

Produkt 3.3.1 AP a)

Version:
Status:
Datum: 01.07.2011

TP 3.3.1 - Anpassungsstrategien für den regionalen Pflanzenbau

TP-Leiter: Dr. Eberhard Bröhl
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Bearbeiter: Dr. Marco Lorenz
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Kontakt: Dr. Marco Lorenz
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen
Tel.: 035242-631-7002
Fax: 035242-631-7099
E-Mail: Marco.Lorenz@smul.sachsen.de

REGKLAM Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderkennzeichen: 01 LR 0802

Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)
Weberplatz 1, 01217 Dresden
Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Bernhard Müller

www.regklam.de

Inhaltsverzeichnis

1. a) Formulierung optimierter Anpassungsmaßnahmen des Ackerbaus an den Klimawandel hinsichtlich Sorten- und Düngungsstrategien, der Bestandesführung in Umsetzung des Pflanzenschutzreduktionsprogramms und nachhaltiger bodenschutzrelevanter Maßnahmen	6
Vorgehen	6
Beispielbetriebe.....	9
Ergebnisse.....	10
<i>Betriebliche Voraussetzungen</i>	<i>10</i>
<i>Sortenstrategien und Bestandesführung</i>	<i>15</i>
<i>Fruchtfolgen</i>	<i>20</i>
<i>Bodenbearbeitung und Erosionsschutz</i>	<i>29</i>
<i>Düngung und Pflanzenernährung.....</i>	<i>31</i>
<i>Humusreproduktion</i>	<i>37</i>
<i>Pflanzenschutz</i>	<i>42</i>
Literatur.....	46
Anhang	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Themenfelder bei der Ableitung von Klimaanpassungsstrategien im Pflanzenbau	8
Abbildung 2: Vergleich der Flächenanteile in Sachsen mit den Regklam-Betrieben (2008)	9
Abbildung 3: Vergleich der Flächenanteile einzelner Kulturen in Sachsen mit den Regklam-Betrieben (2008)	10
Abbildung 4: Klimatische Veränderungen für die Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005	11
Abbildung 5: Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (Bernhofer et al. 2010)	12
Abbildung 6: Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in der Regklam-Region Dresden bis 2050	12
Abbildung 7: Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums in der Regklam-Region Dresden	13
Abbildung 8: Dauer von Trockenperioden (Eine Trockenperiode beschreibt die Aufeinanderfolge von mindestens 11 Tagen, an denen die Niederschlagshöhe $\leq 1,0$ mm beträgt) (Küchler & Mellentin)	13
Abbildung 9: Regional differenzierte Entwicklung der Erträge (verändert nach Albert 2009)	14
Abbildung 10: Ertragsentwicklung von Winterweizen für Sachsen von 1955 bis heute und eine Projektion mit dem Modell yieldstat bis 2050 (LfULG 2009)	15
Abbildung 11: Sortenstrategien in Abhängigkeit der Flächen- bzw. Anbaugröße (Sacher 2010)	16
Abbildung 12: Vergleich der Erträge zwischen ‚Normalen‘- und Spätsaatterminen am Beispiel des Winterweizens für Standorte in Sachsen und Sachsen-Anhalt (Sacher 2010)	17
Abbildung 13: Kornertrag in Abhängigkeit von der Saatstärke (Mittel über drei Jahre) am Beispiel Winterraps (Sacher 2010)	18
Abbildung 14: Sortenspektrum für Winterweizen in des LSV im Jahr 2010	19
Abbildung 15: Agrarstrukturgebiete (oben) und Vergleichsgebiete (unten) in Sachsen ..	21
Abbildung 16: Kulturartenanteile aller untersuchten Datensätze (Schläge in der Regklam-Region)	22
Abbildung 17: Kulturartenverteilung in den Agrarstrukturgebieten/Vergleichsgebieten (ca. 7780 Schläge)	23
Abbildung 18: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen in der Regklam-Region	23
Abbildung 19: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 1 (nördlicher Teil der Regklam-Region, siehe Abb. 15, sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal)	24

Abbildung 20: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 2+3 (Mitte bis Süd Ost der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Lausitzer Platte, Elbsandsteingebirge).....	24
Abbildung 21: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 4+5 (südlicher Teil der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Erzgebirge und Erzgebirgsvorland) .	25
Abbildung 22: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 7+8 (Mitte West der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Lößhügelland)	25
Abbildung 23: Entwicklung der Anteile von Winterungen und Sommerungen an der Gesamtgetreidefläche in Sachsen im Vergleich zu Angaben aus Österreich	26
Abbildung 24: Entwicklung der Anbauanteile von Wintergetreide in Sachsen	27
Abbildung 25: Entwicklung der Anbauanteile von Sommergetreide in Sachsen	28
Abbildung 26: Zusammenfassung der betrieblichen Ergebnisse zur Bodenbedeckung	30
Abbildung 27: Nährstoff- und Humusbilanzen ausgewählter Schläge in Regklam-Partnerbetrieben	32
Abbildung 28: Jährliche und kumulative P-Bilanz (oben) und K-Bilanz (unten) in Sachsen von 1960 – 2009 (Albert 2010)	33
Abbildung 29: Ursachen sichtbarer Wachstumsminderungen bei landwirtschaftlichen Pflanzenarten (250 Praxisflächen) (Dr. W. Zorn, H. Schröter, TLL Jena, 2009)	33
Abbildung 30: Kalium-Düngewirkung auf den Kornertrag von Triticale bei zunehmendem Trockenstress (Albert 2010).....	34
Abbildung 31: Vor- und Nachteile der Injektionsdüngung (Farack 2010).....	34
Abbildung 32: Winterweizenerträge in Abhängigkeit von der N-Applikation (Farack 2010)	35
Abbildung 33: Traditionelles und stabilisiertes Düngungssystem bei Wintergetreide (Albert 2010)	36
Abbildung 34: Mehrertrag von Winterweizen beim Einsatz stabilisierter Dünger zum Schossen (2. + 3. Gabe) in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge im Mai/Juni und der Bodengüte (Knittel et al.).....	36
Abbildung 35: Spannweite der C _{org} -Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, D-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010)	37
Abbildung 36: Spannweite der C _{org} -Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, Lö-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010)	38
Abbildung 37: Spannweite der C _{org} -Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, V-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010).....	38
Abbildung 36: Einfluss des Klimawandels auf die C _{org} -Gehalte des Bodens auf Verwitterungsboden der Vorgebirgslagen (V), Sand- (D) und Lössböden (Lö) in Sachsen bis zum Jahr 2050 (Kolbe 2010)	39
Abbildung 39: Kompensationsmöglichkeiten durch Änderung der Bewirtschaftung (Kolbe 2010)	40
Abbildung 38: Beispiele der Humusbilanzierung nach VDLUFA Methode (obere und untere Werte) und Standortangepasster Methode	41

Abbildung 39: Behandlungsindex der Partnerbetriebe von 2003 bis 2009 nach Wirkungsbereichen	43
Abbildung 40: Behandlungsindex der Partnerbetrieb getrennt nach Kulturen und Wirkungsbereichen	44
Abbildung 41: Vergleich des Behandlungsindex der Partnerbetriebe für Winterweizen mit Angaben des JKI	44
Abbildung 42: Vergleich des Behandlungsindex der Partnerbetriebe für Winterraps mit Angaben des JKI	45

Tabellenverzeichnis

1. a) Formulierung optimierter Anpassungsmaßnahmen des Ackerbaus an den Klimawandel hinsichtlich Sorten- und Düngungsstrategien, der Bestandesführung in Umsetzung des Pflanzenschutzreduktionsprogramms und nachhaltiger bodenschutzrelevanter Maßnahmen

Die Landwirtschaft (in dieser Betrachtung sowohl der Acker- als auch der Obst-, Gemüse- und Weinbau) ist ein Wirtschaftszweig der sehr stark von zukünftigen Klimaveränderungen betroffen sein wird. Diese Veränderungen finden sowohl auf globaler, als auch auf regionaler Ebene statt, wobei sich die Betroffenheiten und Auswirkungen regional sehr stark unterscheiden können. Für die Betrachtung von Anpassungsstrategien /-optionen ist daher diese Ebene sinnvoll. Will man hingegen Maßnahmen umsetzen bzw. die Umsetzbarkeit prüfen sollte die einzelbetriebliche Ebene gewählt werden, da nur hier sinnvolle, konkrete Maßnahmen zu ergreifen sind, die im Einzelnen auch sehr stark z.B. von der jeweiligen Betriebsstruktur u.a. abhängen können. Das TP 3.3.1 verfolgt innerhalb der einzelnen Arbeitsteile a-g beide Zielstellungen.

Ziel ist die Formulierung und Untersetzung pflanzenbaulicher Anpassungsoptionen von Acker-, Obst- und Weinbau an den Klimawandel in der Regklam-Region Dresden.

Dabei sollen:

- Anbaubedingungen,
- Nutzungssysteme,
- Ertragsvariabilität,
- Pflanzenschutz und
- Wasserbedarf

unter Berücksichtigung des Bodenschutzes für die einzelnen Bodenregionen und

- Beratungsempfehlungen

unter Einbeziehung und Anpassung eines Entscheidungsunterstützungssystems erarbeitet werden.

Vorgehen

Um das Gesamtsystem der pflanzlichen Erzeugung im Ackerbau hinsichtlich seiner regionalen Betroffenheiten und zukünftigen sinnvollen und effizienten Anpassungsmöglichkeiten und Strategien für die Regklam-Region zum einen untersuchen und bewerten zu können und zum anderen mögliche praxisrelevante Empfehlungen ableiten und bewerten zu können, wurde in diesem Arbeitspaket a.) die einzelbetriebliche Ebene gewählt. Hierzu konnten eine Reihe von Praxisbetrieben gewonnen werden, die einen weitgehend repräsentativen Überblick hinsichtlich Betriebsstruktur, Anbauanteile, Technikausstattung, Bodenbearbeitung, räumlicher Repräsentanz und Verteilung in den Agrarstrukturgebieten in der Regklam-Region Dresden gewährleisten. Hierzu zählen sowohl größere Agrargenossenschaften, als auch kleinere und mittlere Betriebe und Ökobetriebe, reine Marktfruchtbetriebe und Gemischtbetriebe mit unterschiedlichem Viehbesatz, Flächen- und Technikausstattung (vgl. Kap. 1.2).

Im Einzelnen werden folgende Zielstellungen verfolgt:

- ⇒ Analyse der Fruchtfolgen in den einbezogenen Betrieben und Erarbeitung von Vorschlägen zur Fruchtfolge-Diversifizierung mit dem Ziel der Ertragsstabilisierung
- ⇒ Optimierung der Sortenstrategie durch Anbau trockenstresstoleranter Sortentypen mit unterschiedlichem Abreifeverhalten.
- ⇒ Erprobung von Maßnahmen zur wassersparenden Bestandesetablierung und -führung durch reduzierte Aussaatmengen und verminderte N-Andüngung
- ⇒ Analyse der Nährstoff- und Humusversorgung der Böden und Etablierung von Vorschlägen zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit durch bedarfsgerechte und umweltorientierte organische und mineralische Düngung
- ⇒ Anwendung der N-Düngebedarfsermittlung unter Nutzung von N_{MIN} , Verfahren der Pflanzenanalyse und der Sensortechnik sowie teilschlagspezifische Düngerapplikation
- ⇒ Erprobung von modernen Verfahren der Düngerapplikation zur Verbesserung der Nährstoffausnutzung (z.B. Injektionsdüngung, Anwendung stabilisierter Dünger, Unterfußdüngung)
- ⇒ Pflanzenschutz-Index-Ermittlung / Beurteilung der PS-Intensitäten, Schaderregermonitoring
- ⇒ Anpassung von Prognosemodellen an die Klimaveränderung
- ⇒ Analyse bestehender SEÜ-Daten der Region für ausgewählte Schaderreger in Abhängigkeit von der Witterung
- Analyse betrieblicher Gegebenheiten
- Erarbeitung von betriebsbezogenen Anpassungsstrategien an den Klimawandel
- Anwendung und Erprobung von Verfahren (N-Bedarf, Applikationsverfahren zu Düngung und PS)

Um diese Zielstellungen im Einzelbetrieb auf ihre Relevanz zu prüfen und umzusetzen, wurden im ersten Schritt Betriebsgespräche geführt, die folgende Punkte zum Ziel hatten:

- ⇒ Schaffung eines Überblicks über die Betriebsstruktur, Technikausstattung und Wirtschaftsweise
- ⇒ Einzelbetriebliche Wahrnehmung des Klimawandels und schon existierende Betroffenheiten im Betrieb
- ⇒ Schon existierende Maßnahmen zu einzelnen Problemfeldern, wie z.B. Trockenheit, Starkniederschläge etc.
- ⇒ Mögliche zukünftige Problemfelder die sich durch einen fortschreitende Klimawandel für den Betrieb (Lage, Flächenausstattung, derzeitige technische Ausstattung) ergeben könnten
- ⇒ Diskussion möglicher Anpassungsmaßnahmen, deren Relevanz und Umsetzbarkeit im Betrieb

Darauf aufbauend wurden, zusammen mit den Betriebsleitern, eine Reihe von Einzel schlägen im Betrieb ausgesucht, die hinsichtlich einzelner oder mehrerer klimabedingter Problemfelder eine Relevanz zeigen oder zukünftig voraussichtlich zeigen werden. Für diese Schläge wurden dann die Schlagdaten von 2003-2009 (einzelne Arbeitsgänge, eingesetzte Technik, Mittel etc.) abgefragt und nachfolgend analysiert und ausgewertet.

Darauf aufbauend wurde dann eine 3 Stufige Auswertung der Betriebe vorgenommen:

1. Derzeitige betriebliche Situation:
 - ⇒ Lage, Flächen, vorhandene Technik etc.
 - ⇒ Rückwirkende Untersuchung der Fruchtfolgen (2003/2005 – 2009)
2. Analyse möglicher zukünftiger Betroffenheiten/Risiken bzgl. Klimawandel
 - ⇒ Trockenstress
 - ⇒ Erosion
 - ⇒ ...
3. Analyse zukünftiger betrieblicher Anpassungsmöglichkeiten (kurz-/mittel- langfristig)



Abbildung 1: Themenfelder bei der Ableitung von Klimaanpassungsstrategien im Pflanzenbau

Anhand der ausgewählten Flächen wurden die einzelnen Arbeitspunkte spezifisch analysiert, diskutiert und darauf aufbauend Empfehlungen abgeleitet und mit den Betriebsleitern, sowohl Einzelbetrieblich, als auch auf eigens organisierten Workshops mit den Betrieben diskutiert. Hierdurch sollten zum einen die einzelbetriebliche Sichtweise berücksichtigt und geschult werden, und zum anderen die Diskussion zwischen den Betrieben und den einzelnen Fachreferaten des LfULG, Abt. ‚Pflanzliche Erzeugung‘ angeregt und verstärkt werden und somit eine Netzwerkbildung für diese Themenfelder initialisiert und ausgebaut werden.

Des Weiteren wurden themenbezogene Veranstaltungen des LfULG (z.B. Feldtage, Fachveranstaltungen), der beteiligten Verbände (z.B. sächsischer Landesbauernverband, SLB) und beteiligten Vereine (z.B. Verein konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat

in Sachsen e.V.) zusammen mit den Betrieben genutzt, um dies voran zu bringen und einzelne Fragestellung im Fachkreis zu diskutieren.

Eine Übersicht über die Anbauverhältnisse u.a. der untersuchten Betriebe, auch im Vergleich zu den gesamtsächsischen Verhältnissen, zeigt Kap. 1.2.

Beispielbetriebe

In Abbildung 2 sind die Anbauanteile der einbezogenen Betriebe im Vergleich zu den Anbauanteilen Gesamtsachsens dargestellt.

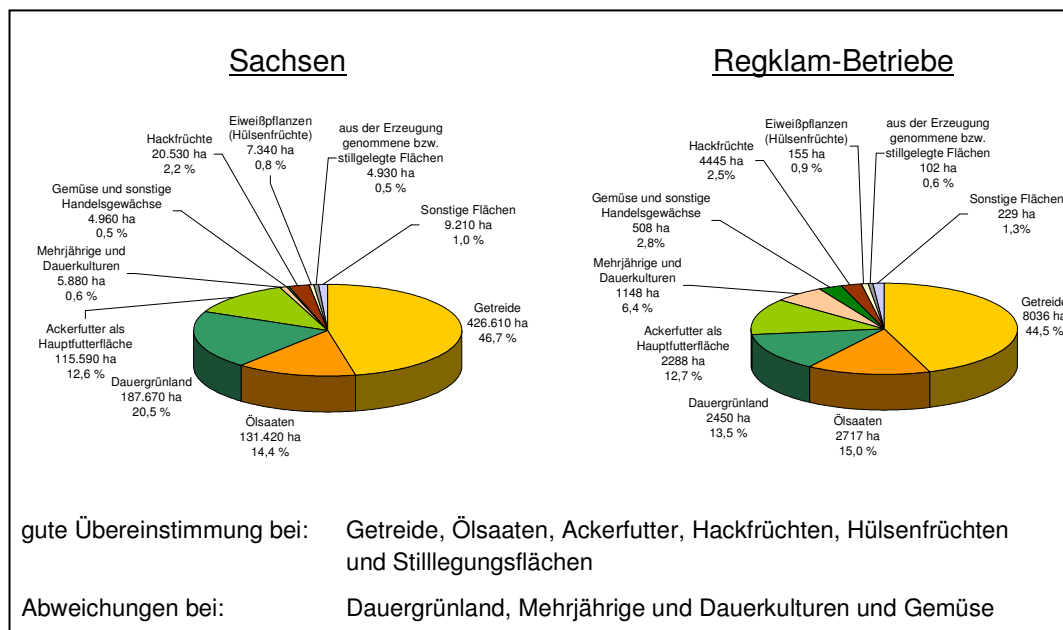


Abbildung 2: Vergleich der Flächenanteile in Sachsen mit den Regklam-Betrieben (2008)

Es zeigt sich, dass die ausgewählten Beispielbetriebe hinsichtlich der Anbauanteile einen weitgehend repräsentativen Überblick über die Gesamtverhältnisse in Sachsen zulassen. Größere Abweichungen finden sich bei Dauergrünland, Mehrfährige und Dauerkulturen sowie Gemüse. Diese Abweichungen sind jedoch zum einen in der Auswahl der Beispielregion und in der Zielstellung des Projektes begründet. Ein Großteil des Dauergrünlandes in Sachsen befindet sich im Erzgebirge und Vogtland. Diese nehmen jedoch nur einen kleineren Teil der Regklam-Region ein, so dass deren Anteil etwas unterrepräsentiert ist. Mehrfährige und Dauerkulturen beinhalten z.B. Flächen des Obst- und Weinbaus. Ebenso wie Flächen zur Gemüseproduktion sind diese in den Regklam-Betrieben im Vergleich zu Gesamtsachsen etwas überrepräsentiert, da die Veränderungen und Anpassungsmöglichkeiten in diesen Bereichen auch Hauptthemen im TP darstellen.

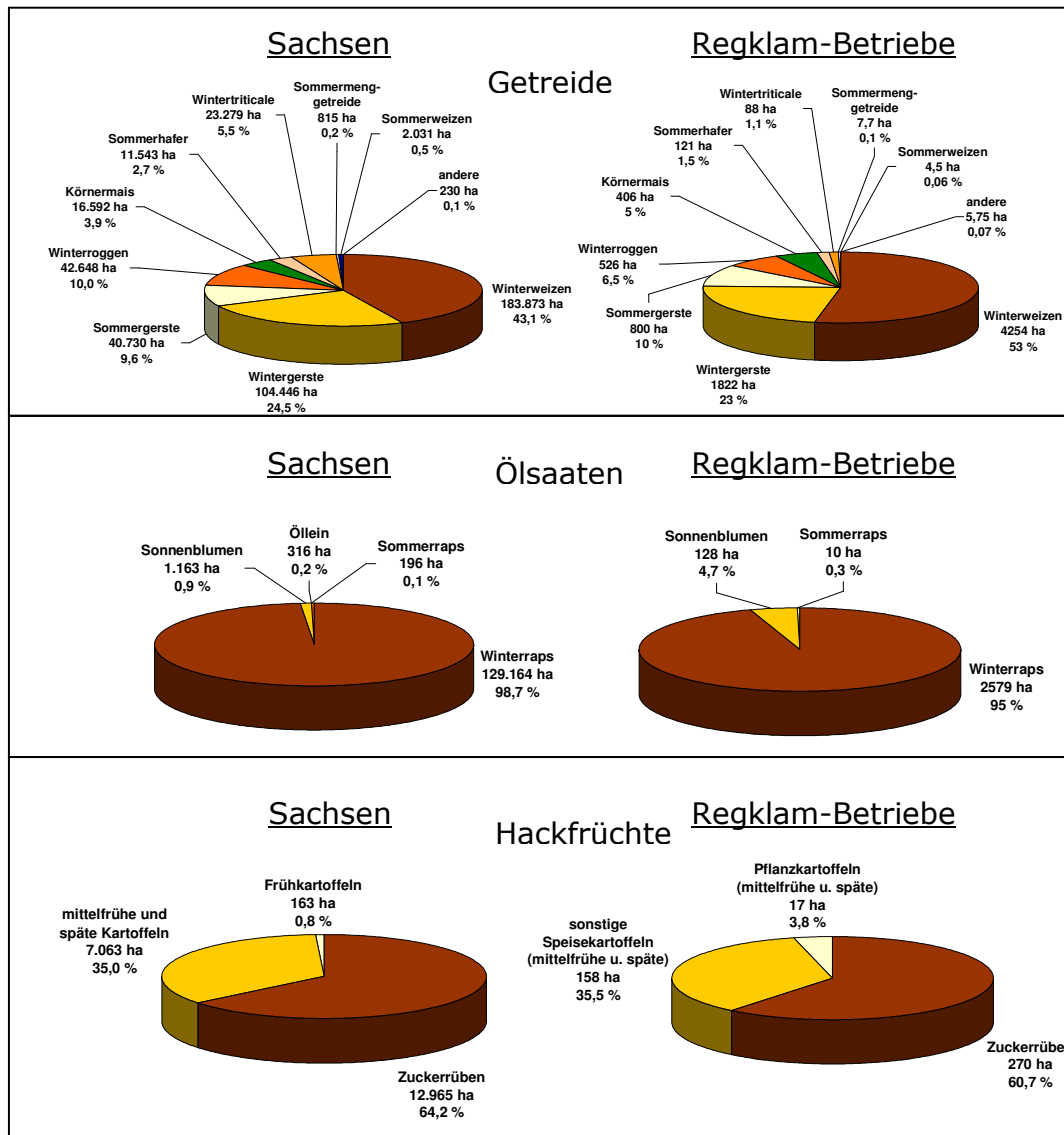


Abbildung 3: Vergleich der Flächenanteile einzelner Kulturen in Sachsen mit den Regklam-Betrieben (2008)

Hinsichtlich der Einzelkulturen (vgl. Abb. 3) zeigen sich, v.a. bei den Hauptkulturen, sehr gute Übereinstimmungen zu den gesamt-sächsischen Verhältnissen.

Ergebnisse

Betriebliche Voraussetzungen

Hinsichtlich der Veränderungen von Temperatur und Niederschlägen sind weniger die mittleren Jahreswerte ausschlaggebend für die landwirtschaftliche Produktion, sondern die Veränderungen bzw. Verschiebungen im Jahresverlauf. In Abbildung 4 sind die Veränderungen der Temperatur und des Niederschlages zwischen 1961-1990 und 1991-2005 für Dresden dargestellt.

Gerade die Veränderungen in den Monaten März und April, sowie Juli und August sind für die Landwirtschaft negativ zu bewerten. Auf ein um bis zu 30 % feuchteren März folgt ein deutlich wärmerer und trockenerer (-25%) April. D.h. in einer Zeit in der die wachsende Pflanze unbedingt Wasser benötigt, wird es wenig, die Frühjahrs und Frühsommertrockenheit (auch Juni) nimmt zu. Demgegenüber wurde der Juli im Durchschnitt sehr viel

feuchter (bis zu + 50%) und Juli und August deutlich wärmer. Gerade für die Getreide-
 ernte ist das eine sehr negative Veränderung.

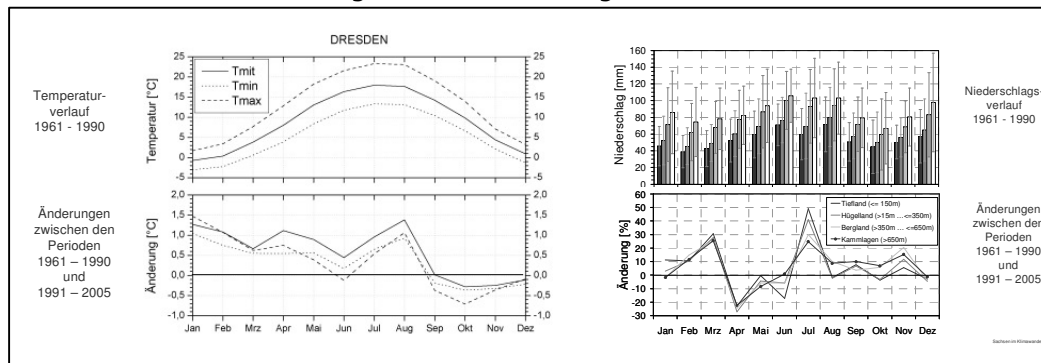


Abbildung 4: Klimatische Veränderungen für die Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005

Zusammenfassend findet eine Verschiebung der Niederschläge vom Frühjahr/Frühsummer in den Sommer statt, was in der Pflanzenproduktion dazu führt, dass in Zeiten, in denen Wasser benötigt wird, dieses fehlt, und in Zeiten in denen, zumindest beim Getreide, die Entwicklung abgeschlossen ist und eher trockene Erntebedingungen erforderlich wären, mehr Niederschlag fällt. Hierbei ist auch auf weitere Effekte wie Bodenverdichtungen bei Befahrung unter feuchten Bedingungen und Zunahme der Boden-erosion durch sommerliche Starkniederschläge bei geringer Bodenbedeckung nach der Ernte hinzuweisen.

Für die Bestimmung der Trockenstressgefahr sind die Klimatische Wasserbilanz (KWB – Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung) und die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK) als Nachlieferungspotenzial aus dem Boden ausschlaggebend.

Abbildung 5 zeigt die Änderung der Klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region zwischen 1961-1990 und 1991-2005. Es wird deutlich, dass sich die KWB in allen Regionen verringert. Vor allem im Norden der Region und im Elbtal finden sich jedoch Bereiche mit negativer KWB und sehr geringen bis extrem geringen Werten. Dies sind auch die Regionen mit der höchsten Trockenstressgefahr, da hier auch vorwiegend sandige Böden mit geringem Ausgleichspotenzial vorherrschen (vgl. Abb. 7).

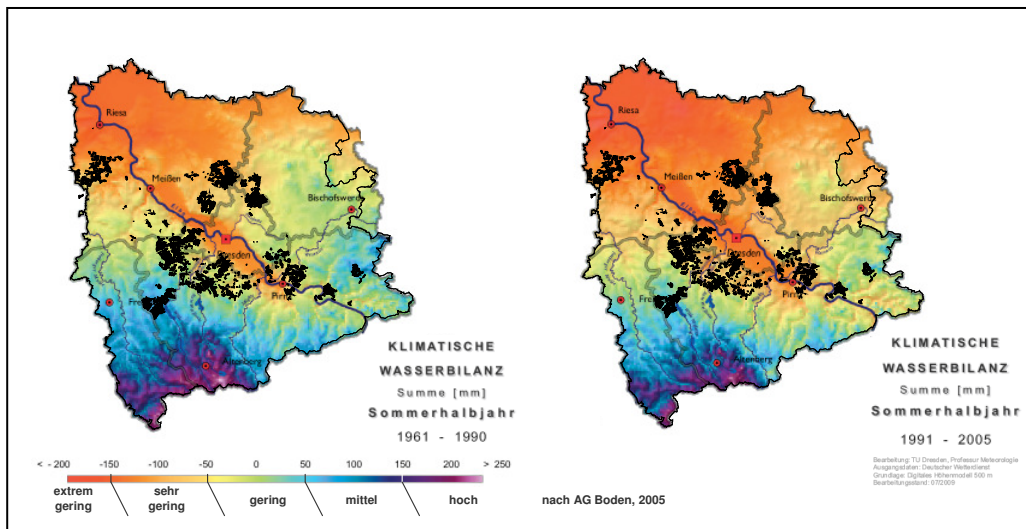


Abbildung 5: Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz für die Regklam-Region Dresden zwischen 1961-90 und 1991-2005 (Bernhofer et al. 2010)

Bis zum Jahr 2050 ist nach Untersuchungen des LfULG (2009) mit einer weiteren Abnahme der KWB in der Regklam-Region zwischen ca. -50 bis -80 mm zu rechnen (vgl. Abb. 6). Dadurch wird sich v.a. im nördlichen Teil der Region die Versorgungssituation weiter anspannen und tendenziell zu zunehmenden Trockenstressereignissen führen.

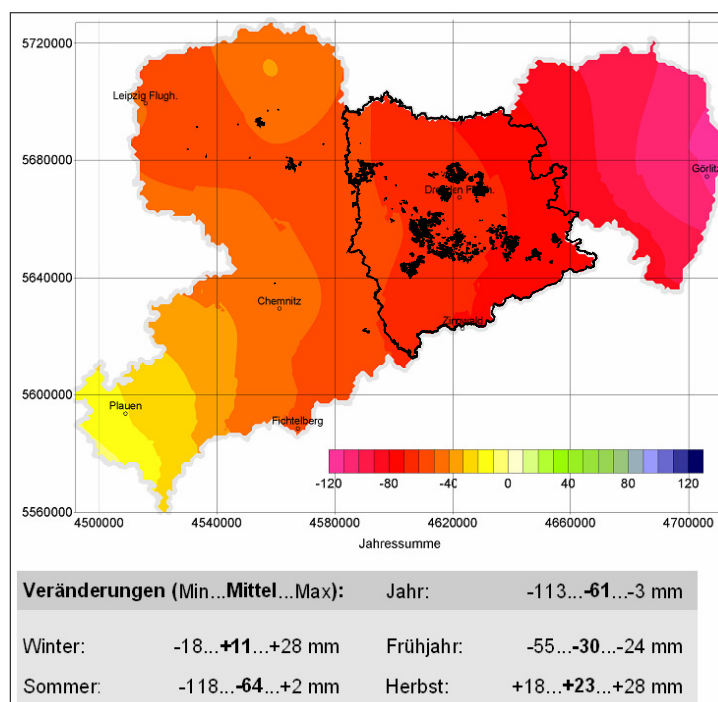


Abbildung 6: Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in der Regklam-Region Dresden bis 2050

Neben den atmosphärischen Veränderungen in Form von tendenzielle zunehmender Verdunstung und abnehmenden Niederschlägen in der Vegetationsperiode spielt die Nachlieferung von Wasser aus dem Boden bzw. die Fähigkeit des Bodens zur Pufferung längerer Trockenphase eine große und zukünftig zunehmende Bedeutung. Ein Indikator hierfür ist die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (nFK). In Abbildung 7 wird deutlich, dass die Lößböden hierbei die höchsten Werte zeigen. Substratbedingt zeigen die

Sandstandorte niedrige Wert der nFK und sind u.a. auch daher (und zusätzlich abnehmenden, negativen KWB) hinsichtlich der Trockenstressgefahr in der Region am höchsten einzustufen. Die Böden der Verwitterungsstandorte im Erzgebirge und Vorland sind hinsichtlich der nFK aufgrund ihrer relativen Flachgründigkeit als mittel bis gering einzuordnen.

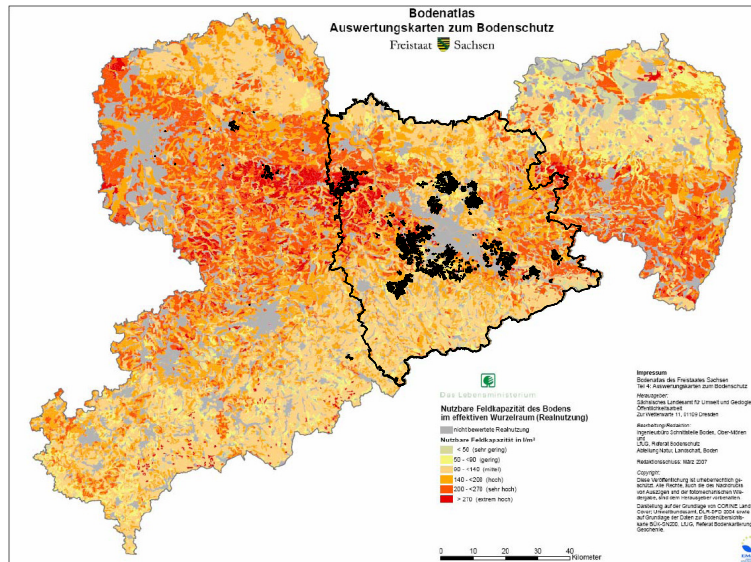


Abbildung 7: Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums in der Regklam-Region Dresden

In Abbildung 8 ist die Veränderung der Dauer von Trockenperioden bis 2050 dargestellt. Es zeigt sich, dass in der Regklam-Region v.a. die nördlichen Teile von längeren Trockenperioden betroffen sein werden.

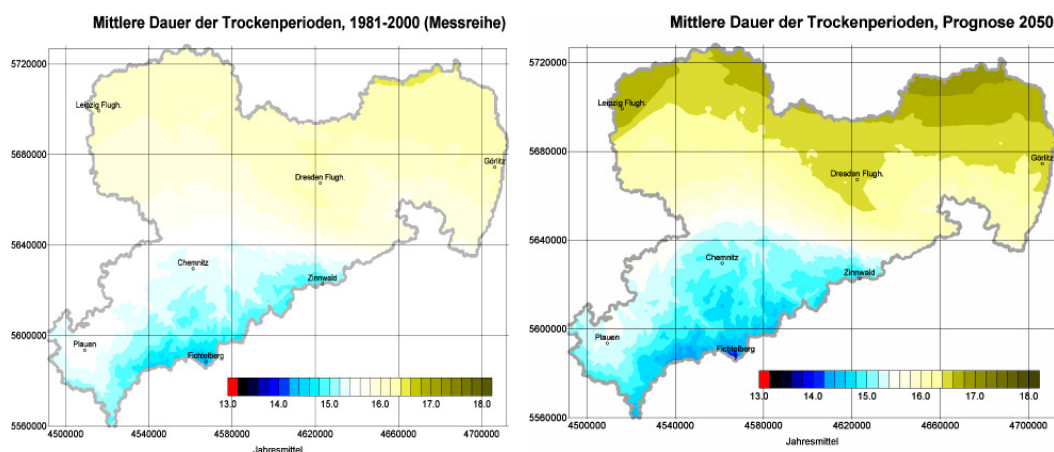


Abbildung 8: Dauer von Trockenperioden (Eine Trockenperiode beschreibt die Aufeinanderfolge von mindestens 11 Tagen, an denen die Niederschlagshöhe $\leq 1,0$ mm beträgt) (Küchler & Mellentin)

Ertragsentwicklung

Die gezeigten klimatischen Veränderungen haben neben anderen auch Auswirkungen auf die Ertragsentwicklung und –stabilität. Diese wurden vom LfULG (2009) in ihrer regionalen Tendenz spezifiziert und sind in Abbildung 9 dargestellt.

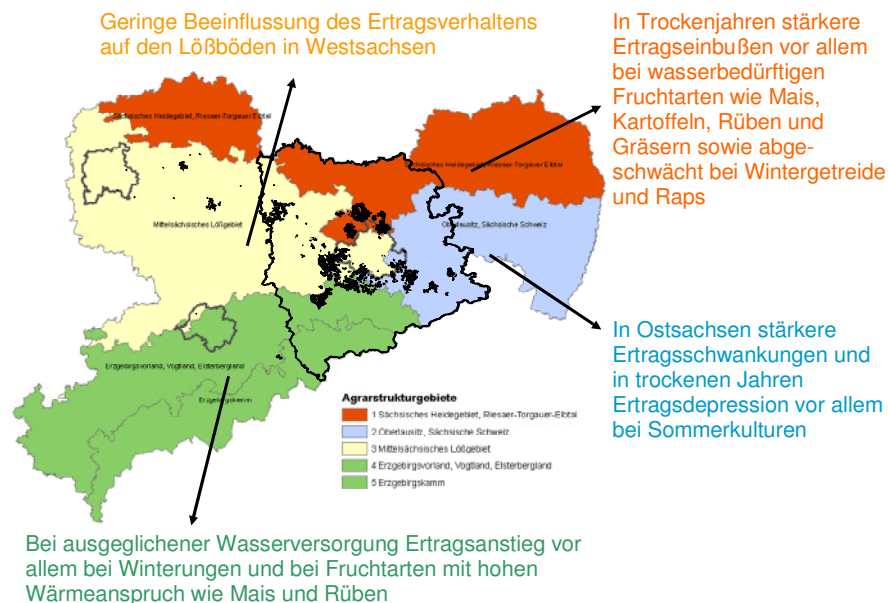


Abbildung 9: Regional differenzierte Entwicklung der Erträge (verändert nach Albert 2009)

Vor allem in den nördlichen und östlichen Teilen Sachsens auf sandigen Böden ist demnach zukünftig in Trockenjahren mit stärkeren Ertrageinbußen, v.a bei wasserbedürftigen Kulturen und einer höheren Ertragsvariabilität zu rechnen. Auf den besseren Lößböden wird demgegenüber eher mit geringeren Ertragsveränderungen, auch aufgrund des hohen Ausgleichpotenzials dieser Böden, gerechnet. Bei ausgeglichener Wasserversorgung werden auf den V-Standorten in Gebirgs- und Vorgebirgslage aufgrund zunehmender Temperaturen und einer verlängerten Vegetationsperiode eher ansteigende Erträge erwartet.

In Abbildung 10 ist der Ertragsanstieg für die Hauptkultur Winterweizen für Sachsen von 1955-2010 und eine Projektion der zukünftigen Entwicklungen bis 2050 mit dem Modell Yieldstat nach LfULG (2009) dargestellt. Es wird deutlich, dass Ertragsteigerungen seit den 1990er kontinuierlich zurückgehen. Nach den Projektionen mit dem Modell Yieldstat wird sich dieser Trend auch zukünftig fortsetzen. Je nach Berücksichtigung des technischen Fortschritts und des positiven Effektes ansteigender CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre sind bis 2050 im positiven Fall leichte Ertragssteigerungen, im negativen Fall (ohne technischen Fortschritt und ohne CO₂Anstieg) aber auch Ertragsabnahmen möglich.

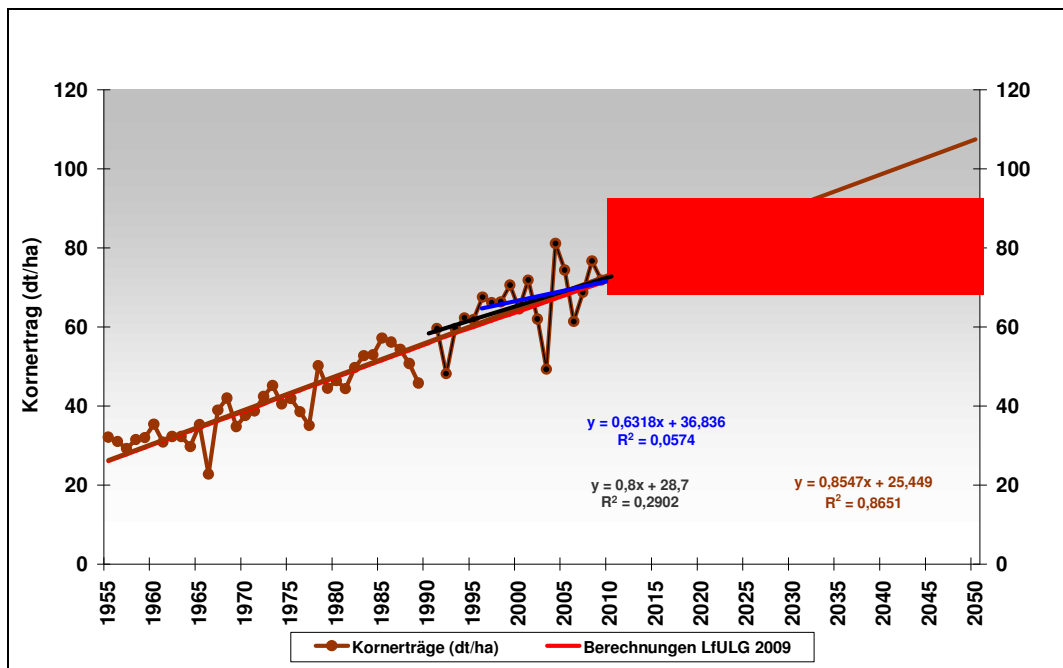


Abbildung 10: Ertragsentwicklung von Winterweizen für Sachsen von 1955 bis heute und eine Projektion mit dem Modell yieldstat bis 2050 (LfULG 2009)

Sortenstrategien und Bestandesführung

Hinsichtlich der Relevanz von Maßnahmen der Sortenstrategie als Anpassungsmaßnahme im Bezug auf Klimaveränderungen schätzen die in Regklam beteiligten Landwirte diesen Punkt zu 75-88% als sehr relevant ein (Schindler 2010). Im Einzelnen wurde die Bedeutung von

- ⇒ Anbau neuer, trockenoleranterer Sorten (75%)
 - ⇒ Einsatz robusterer Sorten (75%)
 - ⇒ Anbau mehrerer Sorten mit unterschiedlichem Wuchs- und Abreifeverhalten (88%)
- abgefragt.

Die Sortenwahl im Einzelbetrieb ist jedoch in hohem Maße vom Standort, den Betriebsbedingungen und -zielen etc. geprägt. Generelle Kriterien und deren prinzipielle Reihenfolge bei der Sortenwahl gibt Sacher (2010) für das Beispiel Getreide wie folgt an

- ⇒ Produktionsziel
- ⇒ Kriterien der Qualität / Verarbeitung
- ⇒ Ertrag
- ⇒ Resistenzsituation (z. B. Blatt-, Fuß-, Ährenkrankheiten)
- ⇒ Anbaueigenschaften (z. B. Reife, Standfestigkeit, Winterfestigkeit)

Hierbei ist z.B. die Trockentoleranz einer Sorte nur einer von vielen zu berücksichtigten Parametern. Prinzipiell geht es darum, standortbezogen möglichst gute und qualitativ hochwertige Erträge zu erzielen. Gerade in Extremjahren, z.B. Trockenjahr 2003, Feuchtjahr 2010) wird dies jedoch zunehmend schwieriger. Bei steigender Variabilität der Witte-

rung sind daher zukünftig Sorten gefragt, die unter verschiedenen Bedingungen stabile Erträge liefern können.

Züchtung und Sortenprüfung laufen kontinuierlich ab und berücksichtigen dabei die Bedingungen der unmittelbar zuvor liegenden Jahre. Von der ersten Bearbeitung bis zur Markteinführung einer Sorte können dabei 8-10 Jahre vergehen, deren Witterungsverläufe und Extreme auch schon bei der Auswahl der Sorten berücksichtigt wurden. Der Klimawandel ist ein „schleichender“ Prozess (zumindest bei Betrachtung der mittleren Verhältnisse), so dass gravierende Sortenanpassung zum einen über längere Zeiträume erforderlich werden und somit durch den Prozess der Züchtung teilweise abgedeckt werden. Jedoch nehmen zum anderen die Extreme zu, so dass sich zunehmend Sorten durchsetzen werden, die sich in Jahren mit (häufigen) Extremen bewährt haben.

Das grundsätzliche Vorgehen bei der Erarbeitung einer Sortenstrategie mit dem Ziel der Risikostreuung in Abhängigkeit der Flächen- und Anbaugrößen zeigt Abbildung 11 (Sacher 2010).

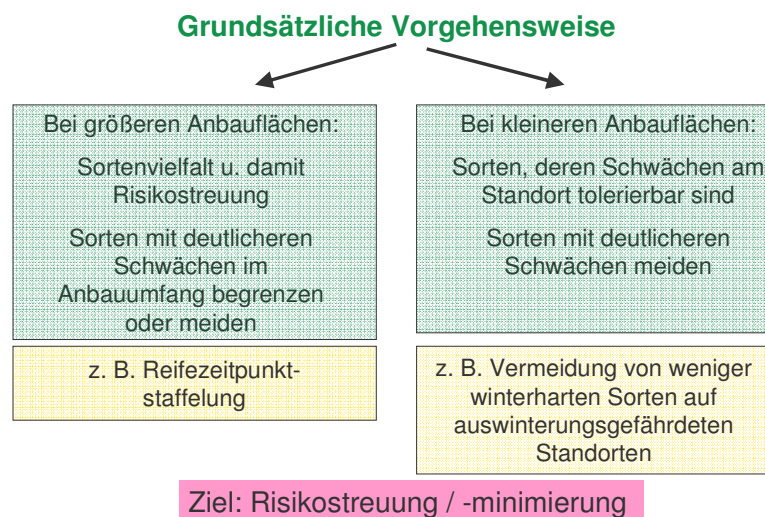


Abbildung 11: Sortenstrategien in Abhängigkeit der Flächen- bzw. Anbaugröße (Sacher 2010)

Hinsichtlich der Bestandesführung sind zukünftig bei höheren Temperaturen, verlängerter Vegetationsperiode, aber geringeren Niederschläge und damit erhöhter Trockenstressgefahr die Möglichkeiten der Anpassung von Aussaatzeiten und Saatstärken zu prüfen.

Die Verschiebung der Saatzeitpunkte aufgrund späterem Vegetationsende im Herbst und früherem Vegetationsbeginn im Frühjahr bietet folgende Vorteile/Möglichkeiten:

- ⇒ Vermeidung von überwachsenen Beständen und zu hohem Krankheitsdruck bereits im Herbst
- ⇒ Bessere Nutzung der Winterfeuchtigkeit und frühere Reife bei Winterungen und Sommerungen?
- ⇒ Steigende Anforderungen an Stresstoleranz: Wetterextreme, z. B. geringere Abhärtung durch stark unterschiedliche Witterungsphasen (steigendes Risiko?)

Abbildung 12 zeigt Ergebnisse von Spätsaatversuchen aus Sachsen und Sachsen-Anhalt für Winterweizen. Bei derzeitigen Bedingungen führt eine spätere Aussaat im Mittel zu

einem um ca. 10% verminderten Ertrag, so dass sich eine verspätete Aussaat unter gegenwärtigen Bedingungen noch nicht auszahlt.

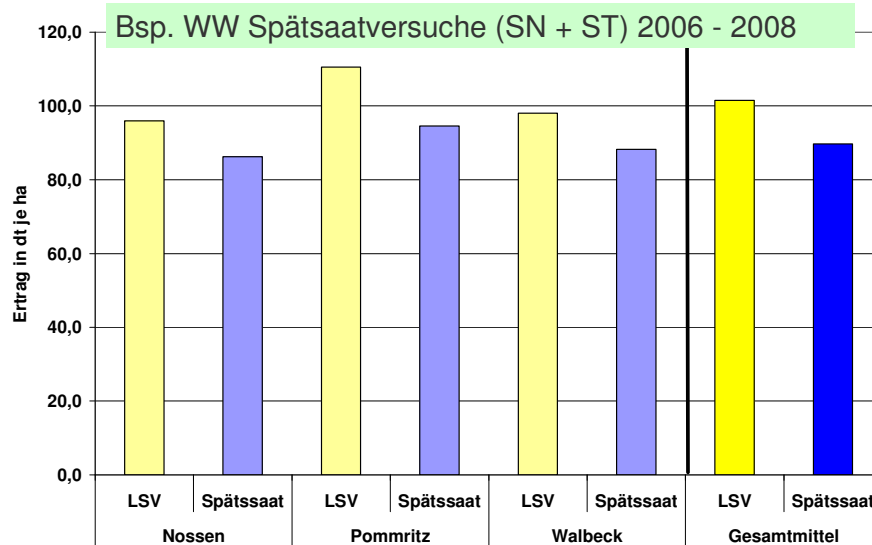


Abbildung 12: Vergleich der Erträge zwischen ‚Normalen‘- und Spätsaatterminen am Beispiel des Winterweizens für Standorte in Sachsen und Sachsen-Anhalt (Sacher 2010)

Bei fortschreitendem Klimawandel und größer werdenden Veränderungen ist jedoch davon auszugehen, dass sich aus oben genannten Gründen die ‚Normal‘-Termine allmählich weiter nach hinten schieben könnten.

Auf Trockenstandorten und bei zunehmender Trockenstressgefahr bietet die Verringerung der Saatstärken eine mögliche Anpassungsmaßnahme. Hierdurch werden folgende Zielstellungen verfolgt:

- ⇒ Stärkung der Einzelpflanze
- ⇒ Verminderung des Konkurrenzdrucks um Wasser
- ⇒ Ausbildung eines größeren, weiter verzweigten und tiefer reichenden Wurzelsystems

Abbildung 13 zeigt Ergebnisse von Aussaatstärkenversuchen bei Winterraps.

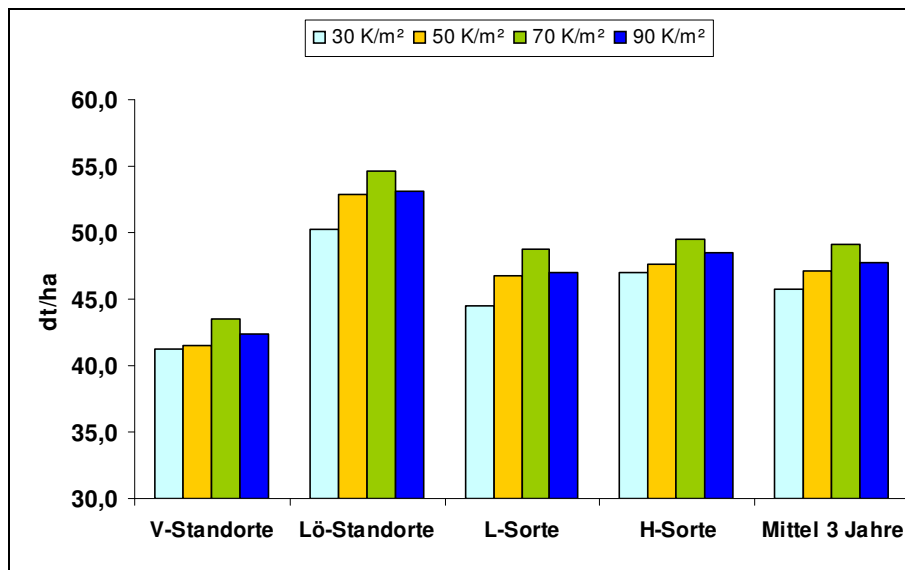


Abbildung 13: Kornertrag in Abhängigkeit von der Saatstärke (Mittel über drei Jahre) am Beispiel Winterraps (Sacher 2010)

Saatstärke bei Winterraps:

- ⇒ Linien- und Hybridsorten reagieren auf die Saatstärke gleich.
- ⇒ Bei mittleren Aussaatterminen werden die höchsten Kornerträge beim Raps derzeit bei Saatstärken um 70 K/m² erreicht.
- ⇒ Aus betriebswirtschaftlicher Sicht kann eine Reduktion der Saatstärke bei Hybridsorten und auf Trockenstandorten, aus oben genannten Gründen, sinnvoll sein.
- ⇒ Bei sehr dünnen Beständen muss mit einer schwierigeren Beerntbarkeit gerechnet werden.
- ⇒ Die bisherigen empfohlenen Saatstärken sind nach wie vor gültig (für mittlere Aussaattermine):

- L-Sorten: 60 – 80 K/m²
- H-Sorten: 50 – 60 K/m²

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Züchtung und Sortenprüfung sind „up-to-date“, d. h. beide laufen kontinuierlich ab und berücksichtigen dabei die Bedingungen der unmittelbar zuvor liegenden Jahre. Der Klimawandel ist ein „schleichender“ Prozess (zumindest bei Betrachtung der mittleren Verhältnisse) → gravierende Sortenanpassung sind über längere Zeiträume erforderlich. Jedoch nehmen die Extreme zu, so dass sich zunehmend Sorten durchsetzen werden, die sich in Jahren mit (häufigen) Extremen bewährt haben.

Maßnahmen der Aussaatzeiten- und Saatstärkenanpassung zeigen derzeit in den Versuchen noch keine Vorteile, stellen jedoch zukünftig bei fortschreitendem Klimawandel Möglichkeiten der standortbezogenen Anpassung dar.

→ Forderung zur Begleitung des Anpassungsprozesses und zur zeitnahen Ableitung notwendiger Maßnahmen: Kontinuierliche Fortführung der Züchtung und Prüfung (LSV) auf ausreichender Anzahl von differenzierten Standorten in Anbaugebieten (v. a. Stress-

standorten) für einen optimalen Auswahlprozess und eine zukünftig bessere Anpassung an klimatische Veränderungen.

Hierzu sind u.a. ein schlagkräftiges und funktionsfähiges Züchtungs- und Sortenprüfwesen und kontinuierliche oder zumindest in bestimmten Zeitabständen durchzuführenden Versuchen zur Ermittlung von notwendigen Korrekturen bei wichtigen Systemgrößen (z. B. Saatzeitpunkte und Saatstärken) notwendig.

Zur Übersicht zeigt Abbildung des Sortenspektrums von Winterweizen der Landessortenversuche in Sachsen für das Jahr 2010.

Sorte	D-Süd	Prüfstandorte		V-St.	Qual.-gr.	Züchter/Vertrieb	Zulass.-Jahr
		Lo-Ebene	Lo-Überg				
Akteur	x	x	x	x	E	DSV/IG	2003
Skagen		x	x	x	E	Eckendorf / SU	2006
Adler		x	x		E	KWS Lochow	2008
Event		x	x	x	E	SZ Breun/BayWa	2009
Philipp	EU	x	x		(E)	Hauptsäaten	EU
Cubus		x	x	x	A	KWS Lochow	2002
Türkis	VRS	x	x	x	A	Hadm / SW Seed	2004
Akratos		x		x	A	Strube / SU	2004
Toras			x		A	Hadm / SW Seed	2004
Impression		x		x	A	Schweiger/IG	2005
Boomer		x			A	Dieckmann	2005
Brilliant		x	x	x	A	SW Seed	2005
Schamane			x		A	Engelen/IG	2005
Chevalier	EU	x	x	x	(A)	DSV/IG	EU
Potenzial		x	x	x	A	DSV/IG	2006
Kranich			x		A	SW Seed	2007
Esket		x	x		A	Ragt	2007
Format		x	x		A	Schweiger/IG	2007
Jenga			x	x	A	Ackermann/BayWa	2007
Pamier			x	x	A	SW Seed	2008
JB Asano	VRS	x	x	x	A	SZ Breun/BayWa	2008
Kerubino	EU	x	x	x	(A)	SZ Schmidt/IG	EU
Julius	VRS	x	x	x	B	KWS Lochow	2008
Manager			x		B	Schweiger/IG	2006
Mulan		x	x	x	B	Nordsaat / SU	2006
Kredo		x	x	x	B	SU	2009
Premio	EU	x	x	x	(B)	Hauptsäaten	EU
Hermann		x		x	C	Nickerson	2004
Tabasco		x	x	x	C	Eckendorf / SU	2008
Hyland ¹⁾				x	C	SU	2009
Genius			x	x	E	Nord/SU	2010
Florian			x	x	E	Petr/SU	2010
Famulus			x	x	E	SAKA/IG	2010
Arktis			x	x	E	DSV/IG	2010
Meister		x	x	x	A	RAGT	2010
Sailor		x		x	A	Syngenta	2010
Regent			x	x	A	Schweiger/Baywa	2010
Edgar		x	x	x	B	Limagrain	2010
Linus				x	B	RAGT	2010
Lear				x	C	Limagrain	2010
KWS Erasmus			x	x	C	KWS Lochow	2010
Discus		x			A	Saka/IG	2007
Global		x			B	RAGT	2009

Abbildung 14: Sortenspektrum für Winterweizen in des LSV im Jahr 2010

Im Jahr 2010 waren über 40 Weizensorten in der Prüfung der LSV. Hieraus werden standortabhängige Sortenempfehlungen u.a. auch für Trockenstandorte im Bereich D-Süd-Standorte.

Aus diesen Empfehlungen lassen sich daher auch Sorten ableiten, die entweder:

- besonders geeignet für Trockenstandorte sind
- unter einer Vielzahl von Standortbedingungen gute Erträge und Qualitäten liefern
- besonders geeignet für bestimmte standortbedingte Probleme (Krankheiten, Witterung etc. → z.B. hinsichtlich Resistenzen, Standfestigkeit etc.) sind.

Die Sortenwahl sollte jedoch an Standort und Betriebsstruktur (Produktionsziel) angepasst erfolgen, um eine optimierte Sortenwahl zu gewährleisten. Hierzu geben die Ergebnisse der LSV wichtige Hinweise und Ratschläge.

Standortabhängige Sortenempfehlungen werden weiterhin für die Kulturen:

- Wintergetreide

- Sommergetreide
- Ölsaaten (Raps, SB, Öllein)
- Silomais/Körnermais
- Kartoffeln
- Leguminosen

und für den konventionellen und ökologischen Anbau.

Fruchtfolgen

Die Fruchtfolge ist eine der wichtigsten Steuergrößen in der landwirtschaftlichen Produktion. Sie entscheidet u.a. über den ökonomischen Erfolg (Ertrag (Vorfruchteffekte), die Arbeitsspitzen, den Krankheitsdruck, Betriebsmittel- und Technikeinsatz etc.). Durch den zunehmenden Druck von Seiten der Märkte (Rohstoffe: Nahrungsmittel und Energie) und einer gestiegenen Spezialisierung, haben sich die Fruchtfolgen in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten zunehmend verengt und werden zum Großteil von wenigen Kulturen bestimmt. Hierzu zählen Winterweizen, Winterraps, Wintergerste und zunehmend auch Mais. Regional gibt es jedoch erhebliche Differenzierungen.

In Kapitel 1.2 wurden die Anbauanteile der einzelnen Kulturen in Sachsen mit den Anteilen in den Betrieben verglichen. Um nun aber eine Aussage hinsichtlich der angebauten Fruchtfolgen in der Regklam-Region und deren regionale Unterschiede ableiten zu können, wurden schlagbezogene Daten aus unterschiedlichen Quellen des LfULG herangezogen. Hierzu zählen Schlagdaten der:

- landwirtschaftlichen Dauertestflächen,
- ELER Begleitforschung, AUM Programm
- Düngeberatung mit Hilfe des Beratungsprogramms BEFU

Insgesamt konnten so knapp 7800 Schläge unter Ackernutzung in der Regklam-Region in die Auswertungen einbezogen werden.

Bei der Analyse der Daten wurde ein mehrstufiger, kombinierter Ansatz gewählt:

A. Kulturspezifisch:

1. Betrachtung regionaler Anbauanteile
2. Betrachtung von Kulturfolgen
3. Betrachtung von Fruchtfolgesequenzen

B. Regional:

1. im ersten Schritt wurde eine Unterteilung hinsichtlich der regional bedingten Grundvoraussetzungen vorgenommen und damit nach der Lage in Agrarstrukturgebieten bzw. Vergleichsgebieten unterschieden (vgl. Abb. 15). Diese unterteilen Sachsen nach den natürlichen Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion, wie z.B. Boden, Klima, Wasserversorgung, Höhenlage, Relief und anderen ertragsrelevanten Faktoren, die für die landwirtschaftliche Produktion von Relevanz sind.

2. Im zweiten Schritt wurde darauf aufbauend geschaut, inwieweit sich die Fruchtfolgen regional unterscheiden und ob Teilregionen in ihren Tendenzen zusammengefasst werden können bzw. inwieweit regional sinnvoll unterschieden werden muss.

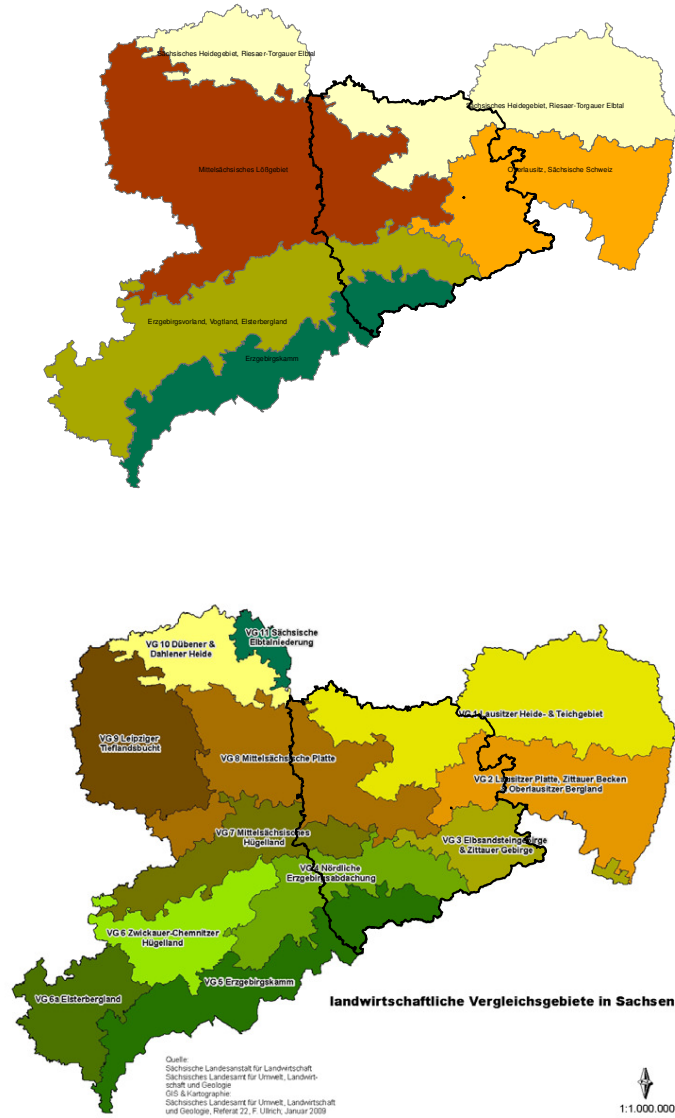


Abbildung 15: Agrarstrukturgebiete (oben) und Vergleichsgebiete (unten) in Sachsen

Kulturartenanteile

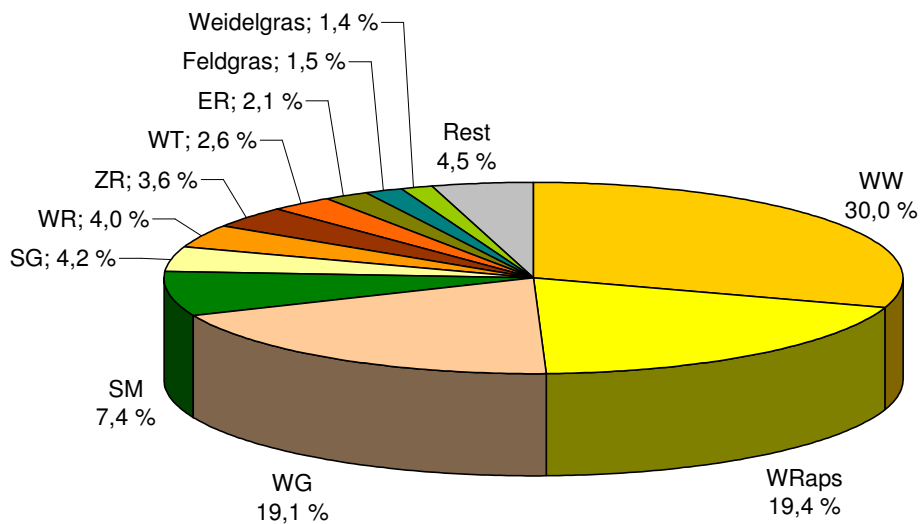


Abbildung 16: Kulturartenanteile aller untersuchten Datensätze (Schläge in der Regklam-Region)

Aus Abbildung 16 wird deutlich, dass die oben erwähnten Kulturen (WW, WRaps, WG, SM) schon gut 75% der einbezogenen Flächen belegen. Man muss hierbei jedoch berücksichtigen, dass die landwirtschaftlich guten Standorte in der Lößregion im vorliegenden Datensatz überrepräsentiert sind. In der regionalen Unterscheidung werden die Unterschiede deutlich (vgl. Abb. 17).

Aufgrund der Ähnlichkeit der Kulturartenzusammensetzung in den VG 2 und 3, VG 4 und 5, sowie VG 7 und 8 wurden diese auf Ebene der Agrarstrukturgebiete zusammengefasst.

Abbildung 17 zeigt deutlich die Unterschiede zwischen den einzelnen Agrarstrukturgebieten (ASG). In ASG 2 und 3 (überwiegend Lößstandorte) finden sich die beschriebenen Hauptkulturen in ähnlicher Zusammensetzung wie für die Gesamtregion wieder. Dies widerspiegelt die große Bedeutung dieser Gebiete für die Landwirtschaft in Sachsen.

In ASG 1 (vorwiegend D-Standorte) hat, neben den beschriebenen Hauptkulturen, der Winterroggen (WR) größere Bedeutung. Dieser kommt, im Vergleich zu anderen Wintergetreidearten, mit einer zeitweilig reduzierten Wasserversorgung (Zunahme Trockenstress) noch am besten zu recht und ist daher in diesen Bereichen konkurrenzfähig.

In ASG 4 (Erzgebirgsvorland und Erzgebirge) tritt der Winterweizen mit einem Anteil von ca. 8% in den Hintergrund und die Sommergerste mit 16 % zählt hier, im Gegensatz zu den anderen ASG zu den Hauptanbaukulturen.

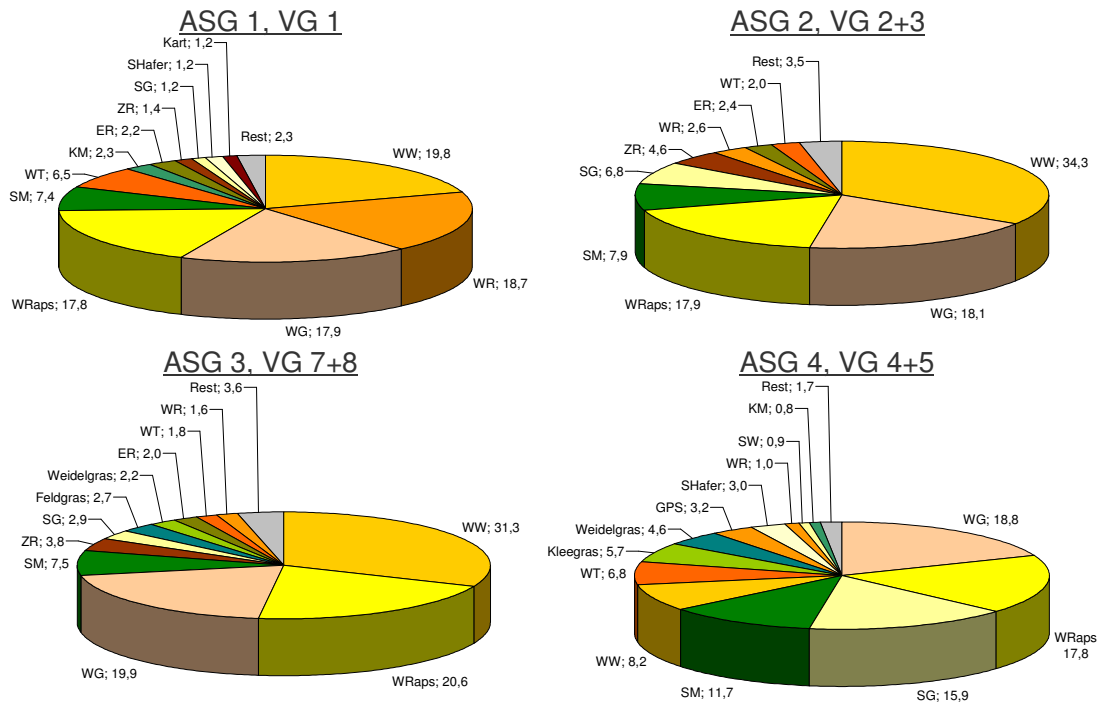


Abbildung 17: Kulturartenverteilung in den Agrarstrukturgebieten/Vergleichsgebieten (ca. 7780 Schläge)

Kulturfolgen

Im nächsten Schritt wurden die Anteile der Vor- und Nachfrüchte zu einer Kultur regionspezifisch bestimmt. Dies soll aufgrund der Fülle an Daten hier für die Kultur Winterweizen beispielhaft dargestellt werden.

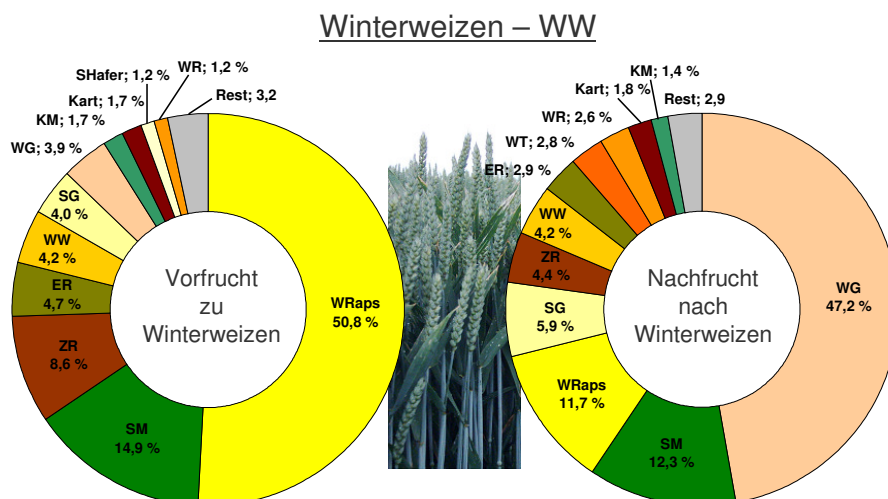


Abbildung 18: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen in der Regklam-Region

Für die Gesamtregion zeigt Abbildung 18 die Vor- und Nachfrüchte zur Hauptkultur Winterweizen (WW). Mit über 50% steht der Winterraps vor dem WW. Danach folgt in ca. 47

% der Fälle die Wintergerste (WG). Dies stellt auch eine der Hauptfruchtfolgen bzw. Fruchtfolgensequenzen (WRaps – WW – WG) in der Region und hier vor allem auf den Lößstandorten dar. Weitere Bedeutung haben der Silomais (SM) und die Zuckerrübe (ZR, ebenfalls auf den besseren Lößstandorten). Der Anteil der Weizenselbstfolge (Stoppelweizen) liegt bei gut 4 %. Die Abbildungen 19-22 zeigen die Unterschiede in den einzelnen ASG in der Regklam-Region.

Winterweizen – WW

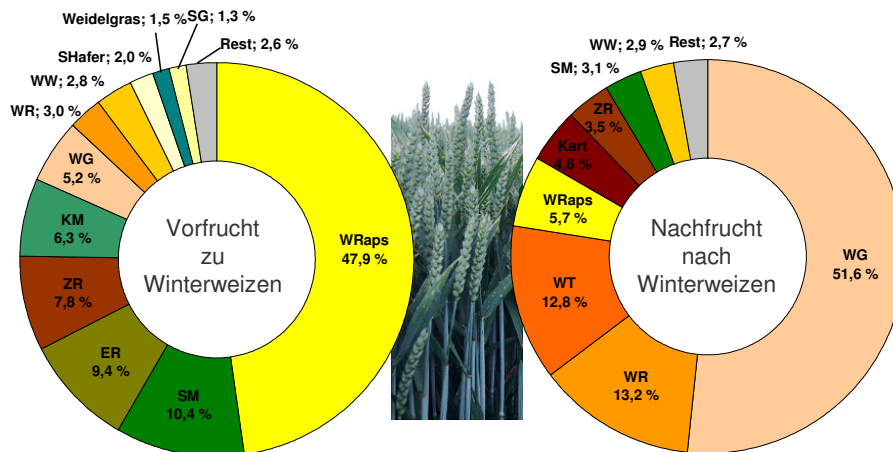


Abbildung 19: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 1 (nördlicher Teil der Regklam-Region, siehe Abb. 15, sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal)

Winterweizen – WW

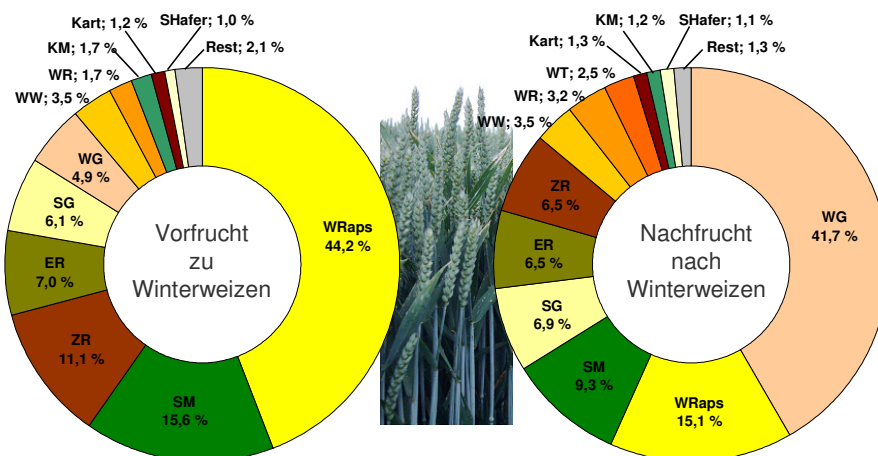


Abbildung 20: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 2+3 (Mitte bis Süd Ost der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Lausitzer Platte, Elbsandsteingebirge)

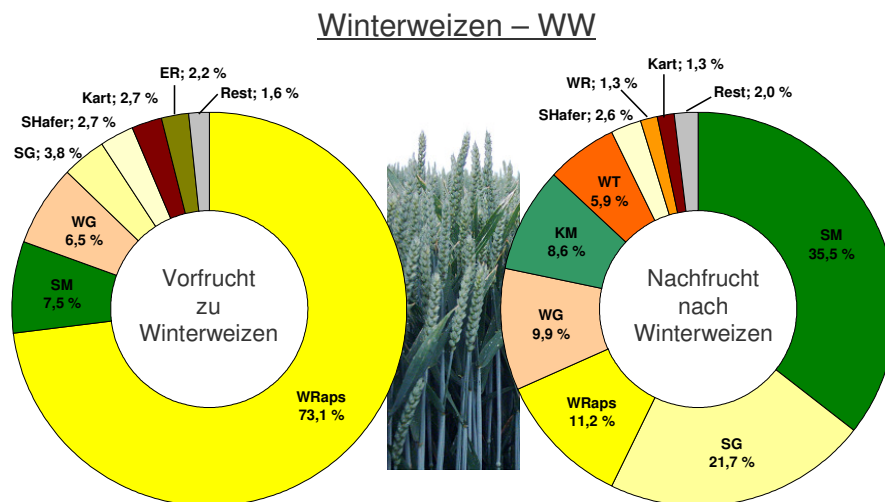


Abbildung 21: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 4+5 (südlicher Teil der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Erzgebirge und Erzgebirgsvorland)

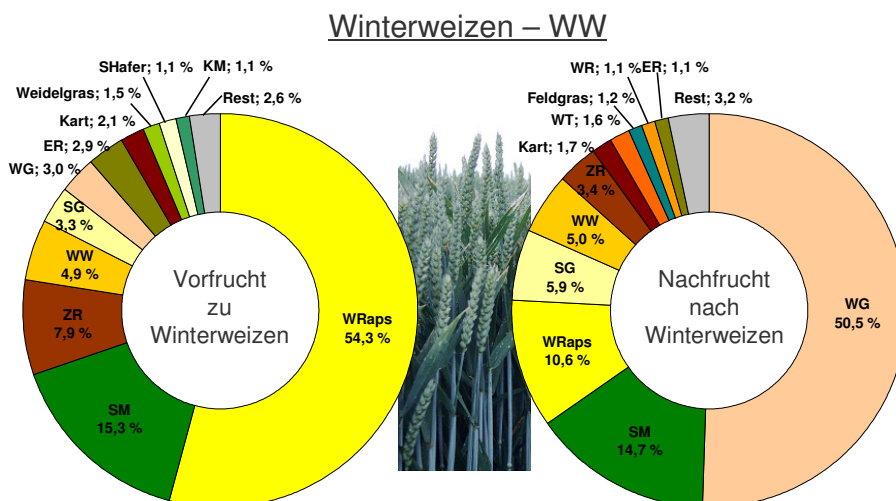


Abbildung 22: Anbauanteile der Vor- und Nachfrüchte zu/nach Winterweizen im VG 7+8 (Mitte West der Regklam-Region, siehe Abb. 15, Löbthügelland)

Auch hier zeigen die ASG 2 und 3 (überwiegend Lößstandorte) vergleichbare Kulturfolgen wie die Betrachtung der Gesamtregion (Gründe s.o.). Neben WRaps und WG spielen hier SM, ZR und z.T. auch SG und ER eine Rolle. Im ASG 1 (vorwiegend D-Standorte) treten als Vorfrucht neben WRaps auch SM, ER und ZR und als Nachfrucht WR und WT auf. Im ASG 4 (vorwiegend V-Standorte) sind SM, SG und WRaps die Hauptfolgekulturen nach WW.

Es zeigt sich, dass:

- ⇒ die Fruchtfolgen regional z.T. sehr stark variieren und daher regional unterschieden werden müssen

- ⇒ das es keine generellen und einheitlichen Fruchtfolgen gibt, da jeder Betrieb zum einen alle vorhandene Schläge für die Produktion der benötigten Kulturen einbezieht und zum anderen auch marktorientiert wirtschaftet.
 - Daher wurde auf Fruchtfolgesequenzen abgehoben, die generelle Muster in Vieljährigen Fruchtfolgen aufzeigen
- ⇒ Das Statistiken zur Kulturartenverteilung in einer Region nicht ausreichen, um auf die angebauten Kulturfolgen rückzuschließen, da bei dieser Methoden kleinere Kulturen (z.B. Erbse etc.) nicht berücksichtigt werden.

Um neben den Aussagen zu den regional angebauten Fruchtfolgen auch Entwicklungstendenzen für die Region abbilden bzw. abschätzen zu können, wurden Daten des LfULG zu Anbauflächen für Sachsen seit 1985 herangezogen und ausgewertet. Die Abbildungen 23-25 zeigen die Entwicklungen für das Beispiel Getreide.

Dargestellt sind die Anteile der Winter- und Sommergetreide an der gesamten Getreidefläche. Zum Vergleich sind Daten zur Entwicklung in Österreich seit den 1960er Jahren gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Winterungen in diesem Zeitraum deutlich zugenommen haben (die Sommerungen entsprechend ab). Im Zusammenhang mit Klimaveränderungen und einer Tendenz zu ansteigenden Trockenphasen, nutzen die Winterungen, im Vergleich zu den Sommerungen die Winterfeuchtigkeit besser und können weiterhin die früher einsetzende Vegetationsperiode besser nutzen, wohingegen die Aussaat, der Aufgang und die Jugendentwicklung der Sommerungen zukünftig verstärkt von Trockenphasen/-trockenstress beeinflusst sein kann.

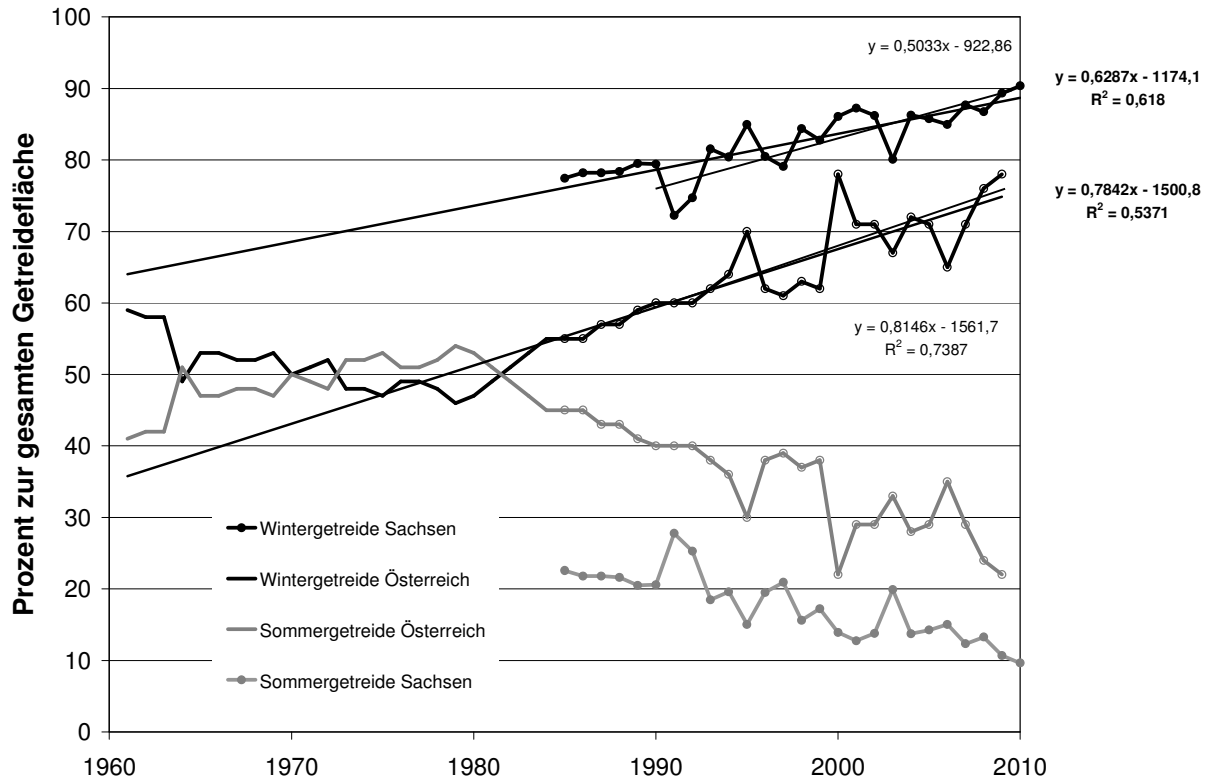


Abbildung 23: Entwicklung der Anteile von Winterungen und Sommerungen an der Gesamtgetreidefläche in Sachsen im Vergleich zu Angaben aus Österreich

Daher ist auch zukünftig eher mit einer Verschärfung als mit einer Entspannung der gezeigten Situation/Entwicklung zu rechnen.

In einem zweiten Schritt wurde untersucht, welche Kulturen diese Entwicklung maßgeblich bestimmen. Beim Wintergetreide wird diese Entwicklung ausschließlich von der Winterweizenentwicklung gesteuert (vgl. Abb. 24). Alle anderen Wintergetreide zeigen dagegen eher stagnierende z.T. auch sinkende Anbaubedeutung.

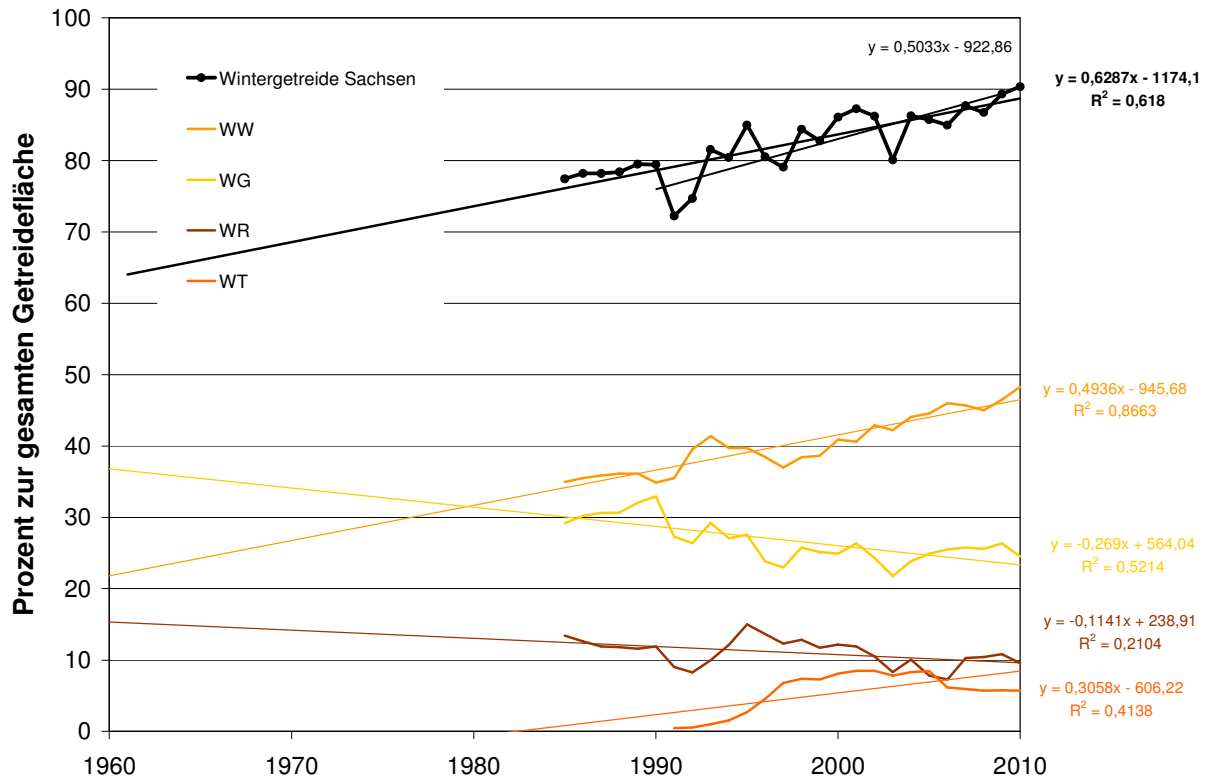


Abbildung 24: Entwicklung der Anbauanteile von Wintergetreide in Sachsen

Noch stärker zeigen sich die Veränderungen beim Sommergetreide. Hier werden die Entwicklungen ausschließlich von der Sommergerste bestimmt. Alle anderen Sommergetreide haben praktisch keine Anbaubedeutung und zeigen stagnierende Anbauflächen auf sehr niedrigem Niveau.

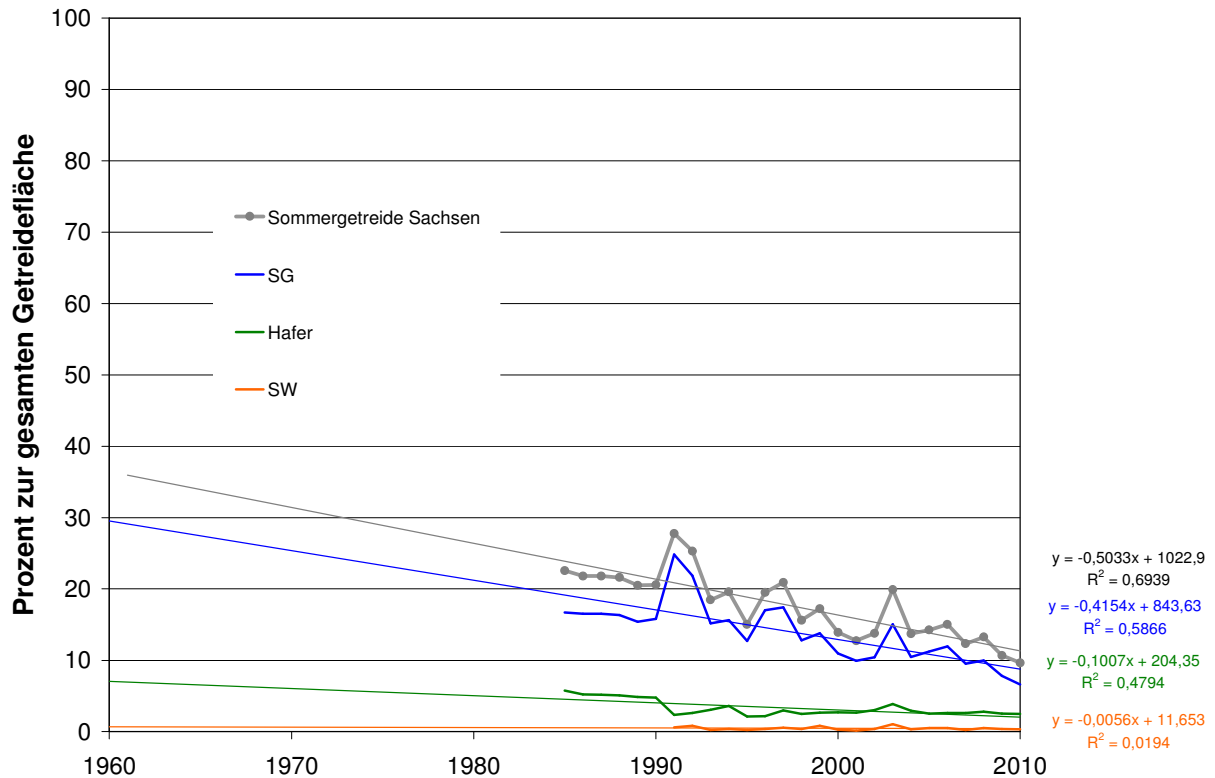


Abbildung 25: Entwicklung der Anbauanteile von Sommergetreide in Sachsen

Die Ausführungen zeigen, dass:

- ⇒ sich die Fruchtfolgen in den letzten Jahren und Jahrzehnten z.T. weiter verengt haben
- ⇒ es regional jedoch sehr große Unterschiede z.B. zwischen den guten Ackerbaustandorten der Lößregion und den z.T. schwierigeren Bedingungen der D- und V-Standorte gibt.
- ⇒ dass die Entwicklungen z.T. nur von wenigen Kulturen bestimmt werden
- ⇒ im Zuge des Klimawandels und einer gebotenen Risikostreuung aufgrund von Witterung und Extremereignissen vielfältigere Fruchtfolgen, auch unter Berücksichtigung z.B. von Vorfruchteffekten etc. anzuraten sind. Dem stehen aber oft ökonomische Erwägungen und in zunehmendem Maße Weltmarktentwicklungen entgegen.

Zusammenfassung

- ⇒ Für eine Abkehr von den vorhandenen Fruchtarten und Fruchtfolgen in den nächsten 20 Jahren in Sachsen gibt es keine Indizien, ebenso gibt es keine Anzeichen dafür, dass neue wärmeliebende Kulturen nennenswerte/größere Anbauanteile erreichen werden.
- ⇒ Mais wird als Vorfrucht attraktiver (Ausreife)
- ⇒ Mittelgebirgslagen übernehmen stärker den Anbau aus dem Flachland
- ⇒ Regionen in Nordsachsen mit leichten Böden verlieren Anbaumöglichkeiten

- ⇒ Sorghumhirsen haben das Potential den Biomasseanbau zu ergänzen
- ⇒ Schwankungen im Witterungsverlauf könnten geringfügig mit flexibler Anbaugestaltung genutzt werden (Weizen-Raps; Silomais-Wintergerste)

(vgl. auch Vortrag Hr Hänsel zum Regklam-Workshop am 30.03.2010 in Nossen unter:

<http://www.regklam.de/themen/anpassungsoptionen/teilmodul-landnutzung/teilprojekt-331/workshop-nossen-am-30032010/>)

Die Ergebnisse dieser Auswertung fließen ebenfalls in die Regionalisierung und Klassifikation landwirtschaftlicher Bewirtschaftungssysteme bei der Bearbeitung in TP 3.3.3 ein. Hierbei werden regionale Fruchtfolgen als Grundlage für die Auswertung der Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme auf die Regklam-Region verwendet.

Bodenbearbeitung und Erosionsschutz

Die Bodenbearbeitung als eine der wichtigsten Maßnahmen im Ackerbau bietet durch ihre jeweilige Ausführung die Möglichkeit der Einflussnahme auf verschiedene Bereiche, wie:

- ⇒ Erosionsgefährdung
- ⇒ Wasserhaushalt
- ⇒ Humushaushalt
- ⇒ Bodenleben
- ⇒ Nährstoffverteilung,- verfügbarkeit und -auswaschung

und bietet dadurch eine Reihe von Möglichkeiten zur umweltgerechten und wasserschonenden Bewirtschaftung. Die wichtigsten Anpassungsmöglichkeiten hinsichtlich zukünftiger Klimaveränderungen sind:

- ⇒ Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat im gesamten Fruchtfolgeverlauf
- ⇒ Direktsaatverfahren
- ⇒ Minimierung der Zeitspanne ohne Boden-Bedeckung u. a. durch Fruchtfolgegestaltung sowie Zwischenfruchtanbau, Untersaaten oder Strohmulch (geringere Oberflächenverschlammung, positiver Einfluss auf Humusgehalt)
- ⇒ Vermeidung hangabwärts gerichteter Fahrspuren zur Verminderung der Wassererosionsgefährdung
- ⇒ Vermeidung bzw. Beseitigung infiltrationshemmender Bodenverdichtungen, Aufbau und Erhalt stabiler Bodenaggregate durch Förderung der biol. Aktivität sowie durch Kalkung
- ⇒ Erosionsmindernde Flurgestaltung i. V. m. dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung (Erosionsschutzstreifen, Agroforst, begrünte Hangrinnen, Schlagunterteilung)

Anhand der Partnerbetriebe wurden die Auswirkungen und Möglichkeiten von Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau und Bodenbearbeitung zur Minimierung der Zeitspannen ohne oder mit zu geringer Bodenbedeckung bei der Verminderung von Bodenerosion untersucht.

Hierzu wurden die angebauten Fruchtfolgen hinsichtlich möglicher Optimierungspotenziale durch Zwischenfruchtanbau und konservierende Bodenbearbeitung im Hinblick auf die Bodenbedeckung untersucht.

Dabei wurde versucht die Möglichkeiten des Zwischenfruchtanbaus und der Bodenbearbeitung möglichst umfassend auszunutzen und anzuwenden. Die verfügbaren Schlagdaten von 2003 -2009 wurden taggenau hinsichtlich der durchgeführten Maßnahmen und der Bestandesentwicklung ausgewertet. Weiterhin wurde vorausgesetzt, dass eine 30%ige Bodenbedeckung einen ausreichenden Schutz vor Erosion durch Starkniederschläge bietet. Abbildung 14 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

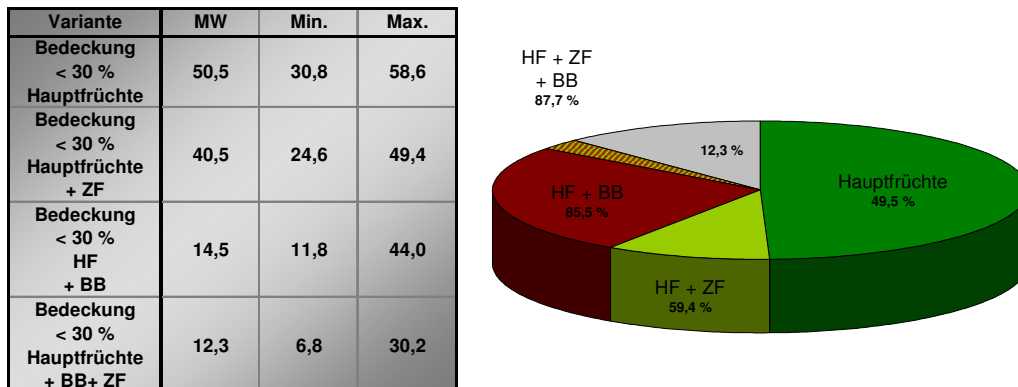


Abbildung 26: Zusammenfassung der betrieblichen Ergebnisse zur Bodenbedeckung

Im Mittel führt die Bodenbedeckung der Hauptkultur in ca. der Hälfte des Betrachtungszeitraums (49,5%) zu einer ausreichenden Bodenbedeckung. Die Spanne ist jedoch, je nach angebauter Fruchtfolge (z.B. Anteil Sommerungen, Anteil Hackfrüchte etc.) erheblich.

Der Anbau von Zwischenfrüchten führt zu einer Verbesserung von im Mittel ca. 10%. Den größeren Einfluss hat jedoch die Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung. Dies führt bei konsequenter Anwendung dazu, dass im Mittel in 85,5% des Betrachtungszeitraums eine ausreichende Bodenbedeckung vorherrscht. Kombiniert man beide Maßnahmen, lässt sich dieser Wert auf knapp 88% erhöhen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- ⇒ Die konservierende Bodenbearbeitung mit ausreichender Mulchbedeckung stellt die wirksamste Maßnahme zur Erosionsverminderung dar
- ⇒ In Kombination mit einer angepassten Fruchtfolge und dem Zwischenfruchtanbau sind hier Optimierungspotenziale möglich und zukünftig zu nutzen
- ⇒ Vielfältige Fruchtfolgen mit einem Wechsel von Winterungen und Sommerungen, Halm- und Blattfrüchten, die aus vielen Gründen (phytosanitär, Nährstoff-Humusversorgung, Vorfruchteffekte etc.) wünschenswert wären, lassen sich hinsichtlich der Bodenbedeckung durch Zwischenfruchtanbau und konservierende Bodenbearbeitung optimieren.

- ⇒ In sehr engen, Wintergetreide betonten Fruchtfolgen wäre der Zwischenfruchtanbau zur Auflockerung der Fruchtfolge wünschenswert. Es bieten sich jedoch nur begrenzt Möglichkeiten. Hier bleibt die konservierende Bodenbearbeitung mit ausreichender Mulchbedeckung als Möglichkeit der Optimierung, sowie eine Auflockerung der Fruchtfolge. Es sind jedoch weitere Aspekte, wie phytosanitäre Aspekte (z.B. Fusarien), Aspekte der Nährstoff- und Humusversorgung (-bilanzen) u.a. zu beachten.

Düngung und Pflanzenernährung

Zur Erzeugung guter und qualitativ hochwertiger Erträge ist eine optimale, bedarfsgerechte Versorgung der Kulturen mit Nährstoffen Grundvoraussetzung.

Gerade durch zunehmende Trockenperioden können hierbei jedoch zukünftig Probleme auftreten, die eine ausreichende Verfügbarkeit von Nährstoffen für die Pflanzen gefährden oder zumindest erschweren.

Die Hauptanpassungsmaßnahmen an zukünftige Klimaveränderungen sind:

- ⇒ Sicherung einer optimalen Grundnährstoffversorgung durch bedarfsgerechte Düngung
- ⇒ Düngebedarfsermittlung mittels N_{\min} -Methode sowie mit Verfahren der Pflanzenanalyse zur Anpassung der Düngung an den tatsächlichen Düngebedarf
- ⇒ Teilschlagspezifische Düngung auf großen heterogenen Flächen zur Verbesserung von Ertrag, Qualität und Nährstoffeffizienz
- ⇒ Anwendung moderner Applikationsverfahren wie Injektion- oder Flüssigdüngung, Unterfußdüngung oder stabilisierter Dünger zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz unter trockenen Bedingungen

Zur Ermittlung der Situation in den Partnerbetrieben wurden für die untersuchten Schläge die Nährstoff- und Humusbilanzen sowohl jährlich (für jedes Fruchtfolgeglied) als auch für den gesamten Zeitraum 2003-2009 berechnet und ausgewertet.

Abbildung 15 zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der Nährstoffbilanzen (N, P, K) und der Humusbilanzen, berechnet nach 3 unterschiedlichen Verfahren (vgl. Kap. 1.3.6).

Betrieb	Schlag	MW			Dauer Jahre	MW			Einstufung		
		N	P	K		uW	oW	Stag	uW	oW	Stag
1	1	6,8	-22,6	-43,2	5	-48	-128	34	C	B	C
2	1	47,4	-1,6	-15,1	7	-133,0	-265,0	-102,0	B	A	B
	2	32,4	-11,7	-24,0	7	151,0	71,0	160,0	D	C	D
3	3	32,7	-7,1	-2,4	7	55,0	-99,0	49,0	C	C	C
	4	25,7	2,6	-40,7	7	-86,0	-212,0	-115,0	B	A	B
	5	22,0	0,0	-30,6	7	-67,0	-221,0	-56,0	C	A	C
3	1	27,3	-9,9	-26,0	7	133	24	233	D	C	D
	2	64,1	-6,0	-18,7	7	146	-8	228	D	C	D
4	3	49,3	-5,5	-67,3	7	453	404	583	E	E	E
	1	39,1	23,0	37,5	7	201	98	130	D	C	D
	2	-10,6	-12,3	18,6	7	-180	-310	-199	B	A	B
5	3	6,7	4,1	33,0	7	206	332	335	D	E	E
	4	5,1	6,3	-13,7	7	275	150	184	D	D	D
	5	26,9	1,4	6,6	7	169	49	98	D	C	C
	6	13,6	5,3	-21,1	7	74	-46	17	C	C	C
	1	13,3	-11,6	-33,6	5	5	-79	-28	C	B	C
	2	16,2	-12,6	-40,2	5	274	150	203	C	C	C
	MW	24,6	-3,4	-16,5		95,8	-5,3	103,2	C	C	D
	Min	-10,6	-22,6	-67,3		-180,0	-310,0	-199,0	B	A	B
	Max	64,1	23,0	37,5		453,0	404,0	583,0	E	E	E

Konv.		
Wert [kg C/ha a]		
von	bis	Stufe
-400	-200	A
-200	-75	B
-75	100	C
100	300	D
300	700	E

Öko		
Wert [kg C/ha a]		
von	bis	Stufe
-400	-200	A
-200	-75	B
-75	400	C
400	600	D
600	700	E

Abbildung 27: Nährstoff- und Humusbilanzen ausgewählter Schläge in Regklam-Partnerbetrieben

Hinsichtlich des Hauptnährstoffs N zeigt sich in den Betrieben im Mittel eine moderate positive Bilanz mit knapp 25 kg N/ha. Es tritt ein Schlag mit einer negativen Bilanz auf, der Maximalwert liegt bei 64 kg/ha. Die laut DüngeVO maximal zulässigen N-Salden des Gesamtbetriebes von 60 kg/N über 3 Jahre werden von allen Betrieben eingehalten.

Bei den anderen Nährstoffen P und K zeigt sich eine völlig andere Situation. Hier wurden die Aufwendungen für diese Nährstoffe seit den 1990er Jahren stark zurückgefahren (vgl. Abb. 16). Diese Tendenzen zeigen sich auch in den Partnerbetrieben. Die mittleren P-Salden liegen bei ca. -3 kg P/ha bei einer weiten Spanne von ca. -23 bis +23 kg/ha. Die mittleren K-Salden zeigen im Mittel noch negativere Werte von ca. -16 kg/ha bei einer Spanne von -67 bis +37 kg/ha.

Gerade diese beiden Nährstoffe sind nach Untersuchungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Hauptursache für sichtbare Wachstumsinderungen bei landwirtschaftlichen Pflanzenarten (vgl. Abb. 17).

Bezogen auf zukünftige Klimaveränderungen und hier speziell den Problembereich Trockenstress spielt jedoch die Versorgung der Pflanzen mit Kalium eine besondere Bedeutung. Wie Abbildung 18 zeigt, spielt die ausreichende Kaliumdüngung in entscheidenden Wachstumsphasen eine bedeutende Rolle. So konnte durch eine ausreichende Düngung ein erheblicher Ertragsabfall durch Trockenstress zum Schossen (EC 30) und zur Blüte (EC 60) vermieden werden. Ebenso zeigten die Varianten ohne Trockenstress einen um 11% höheren Ertrag und bei leichtem Trockenstress sogar um 33% im Vergleich zur Variante ohne K-Düngung.

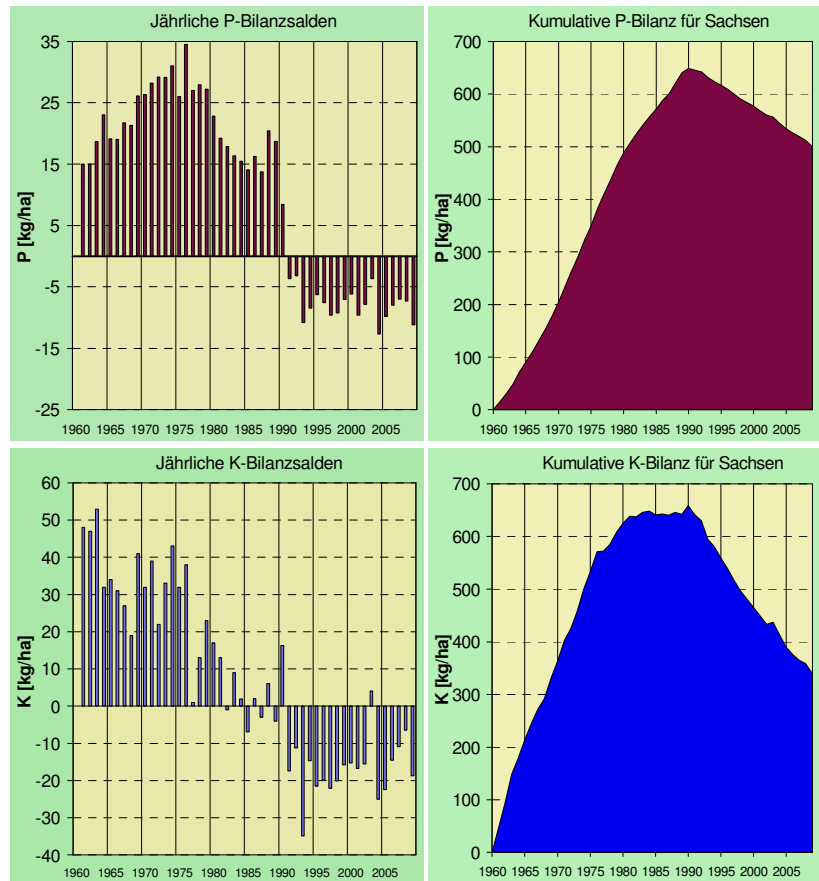


Abbildung 28: Jährliche und kumulative P-Bilanz (oben) und K-Bilanz (unten) in Sachsen von 1960 – 2009 (Albert 2010)

Mangel an	Anteil in %
K	24
P	21
Kalk	17
S	15
N	10
Mg	3
Mn	6
Mo	4
Cu, B, Zn zusammen	<1

Abbildung 29: Ursachen sichtbarer Wachstumsminderungen bei landwirtschaftlichen Pflanzenarten (250 Praxisflächen) (Dr. W. Zorn, H. Schröter, TLL Jena, 2009)

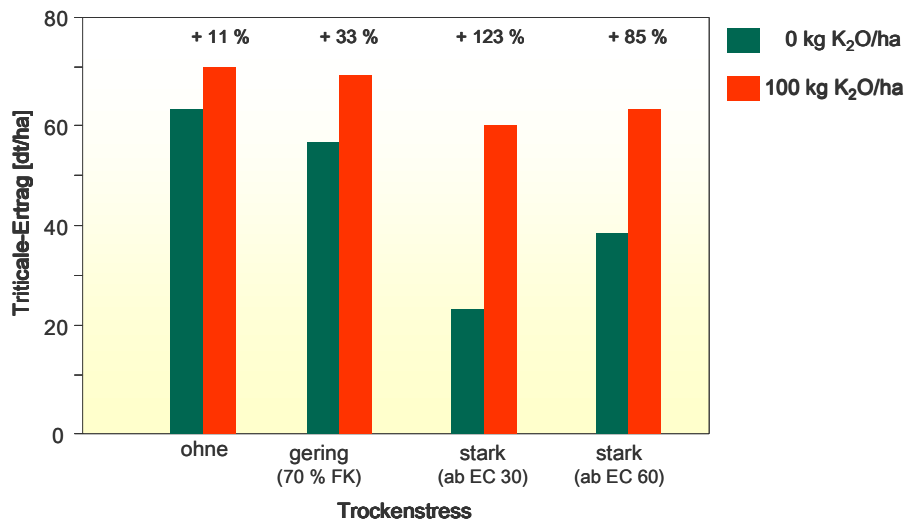


Abbildung 30: Kalium-Düngewirkung auf den Kornertrag von Triticale bei zunehmendem Trockenstress (Albert 2010)

Injektionsdüngung

Eine technische Maßnahme zur Minderung des Einflusses von Trockenstress bzw. der Förderung der Verfügbarkeit von Nährstoffen unter Trockenstressbedingungen, ist die Injektionsdüngung. Hierbei wird der Nährstoff, z.B.

Technologische Vorteile	Physiologische Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> - Flüssigdünger – kein „Lösen“ nötig → sichere Düngewirkung - da Depotbildung, nur eine Gabe nötig (besonders die 2. N-Gabe ist oft in ihrer Wirkung durch Trockenheit beeinflusst) - gut kombinierbar mit konservierender Bodenbearbeitung - weniger Unkraut ↔ Wasserkonkurrenz 	<ul style="list-style-type: none"> - Ernährung der Pflanze in Abhängigkeit von Kohlenhydratstatus (kein Überwachsen der Bestände/keine vegetative Fehlentwicklung) → weniger Verdunstung - besseres Wurzelsystem - dickere Zellwände/niedrigere Transpirationsraten - gesündere Pflanzen ↔ weniger stressanfällig



- ➕ Reduktion der Auswaschungsverluste
- ➕ Nährstoffe nicht erosionsgefährdet
- ➕ Einsparung von Arbeitsgängen, Arbeitszeit und Diesel
- ➖ teure Technik bzw. Abhängigkeit vom Lohnunternehmer
- ➖ Ausbringung der gesamten N-Menge zu Vegetationsbeginn ohne Kenntnis der Witterung
- ➖ häufig noch keine teilschlag-spezifische Düngung angeboten

Abbildung 31: Vor- und Nachteile der Injektionsdüngung (Farack 2010)

N in Form einer Ammoniumlösung in den Boden injiziert (auch als CULTAN-Düngung bezeichnet). Somit wird im Boden ein relativ stabiles Depot angelegt, aus dem sich die

Pflanze bedarfsabhängig ernähren kann. Das Depot wird durch die Pflanzenwurzeln aktiv erwachsen. In Abbildung 19 sind die Vor- und Nachteile dieses Verfahrens zusammenfassend aufgelistet.

Um den Einfluss dieses Verfahrens im Vergleich zur herkömmlichen Düngung auf den Ertrag abzubilden, wurden auf verschiedenen Standorten Versuche angelegt (Farack 2010). Abbildung 20 zeigt die Ergebnisse für Winterweizen.

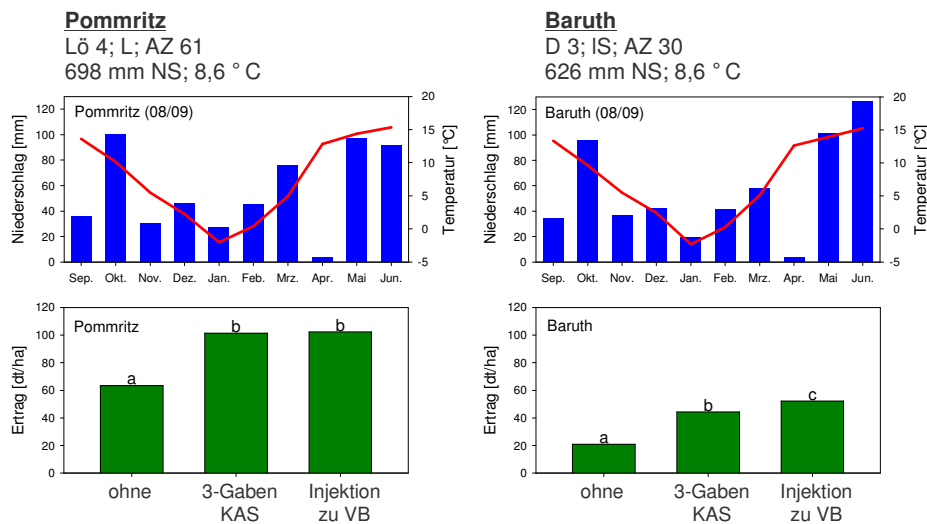


Abbildung 32: Winterweizenerträge in Abhängigkeit von der N-Applikation (Farack 2010)

Auf guten Standorten (Bsp. Pommritz) kann die Injektionsdüngung zumindest mit der Standardvariante mithalten. Hierbei sind jedoch die höheren Aufwendungen dieses Verfahrens zu berücksichtigen, so dass auf diesen Standorten die Standardvariante die günstigere zu sein scheint. Auf Trockenstressgefährdeten Standorten mit sandigen Böden (Bsp. Baruth) kann die Injektionsdüngung jedoch ihre Vorteile ausspielen und erzielt in den Versuchen einen signifikanten Mehrertrag, natürlich auf standortbedingt niedrigem Niveau.

Viele Faktoren sprechen für eine bessere N-Wirkung der Injektionsdüngung im Vergleich zur konventionellen Düngung bei Trockenheit. Besonders auf leichten, trockenen Standorten bzw. in Jahren mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit kann die Injektionsdüngung eine gute Alternative zur Standard-N-Verteilung sein und für eine bessere Nährstoffverfügbarkeit unter diesen Bedingungen sorgen.

Die Versuche des LfULG zeigen, dass mit einer N-Injektionsdüngung vergleichbare Erträge wie mit der Standard-N-Verteilung erreicht werden. Besonders auf leichten, trockenen Standorten bzw. in Jahren mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit ist die Injektionsdüngung der konventionellen N-Düngung überlegen. Für die landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen stellt die Injektionsdüngung eine Möglichkeit dar, die Auswirkungen von Frühsommertrockenheit zu minimieren und die Ertragsstabilität zu verbessern (Farack & Albert 2011).

Stabilisierte Dünger

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherung der Nährstoffversorgung unter Trockenbedingungen ist der Einsatz stabilisierter Dünger. Hierbei werden z.B. die 1. und 2. N-Gabe in Form stabilisierter Dünger zusammengefasst und eine Qualitätsgabe z.B. mit Hilfe eines N-Schnelltests bedarfsgerecht gegeben (vgl. Abb. 21). Vor allem bei ausgeprägter Frühjahr- und Frühsommertrockenheit zeigt diese Variante auf Trockenstandorten ihre Vorteile. In Abbildung 22 ist der Mehrertrag von Winterweizen beim Einsatz stabilisierter Dü-

ger zum Schossen (2. + 3. Gabe) in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge im Mai/Juni und der Bodengüte (Knittel et al.) aufgetragen. Es zeigt sich, dass auf Standorten mit geringen Ackerzahlen (vorwiegend sandige Substrate) ein nennenswerter Mehrertrag v.a. bei geringen Niederschlägen bzw. Trockenheit erzielt werden kann. Auf guten Standorten mit hohen Ackerzahlen sind dagegen kaum nennenswerte Mehrerträge bzw. erst bei extrem geringen Niederschlägen (d.h. extremer Trockenheit) zu erzielen.

Das Zusammenfassen der 2. und 3. N-Gabe bei Wintergetreide und Anwendung stabilerter N-Dünger zum Schossen stellt eine Maßnahme zur Anpassung für Regionen mit Vorsommertrockenheit dar.

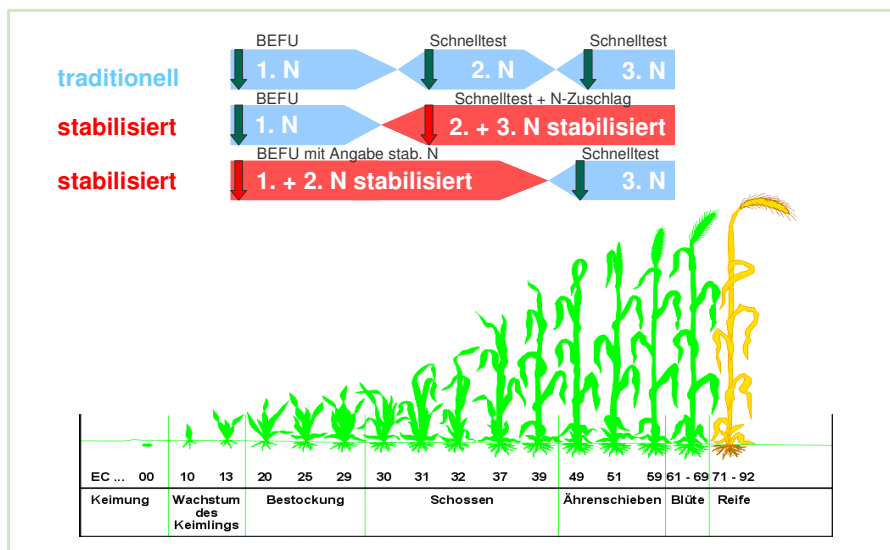


Abbildung 33: Traditionelles und stabilisiertes Düngungssystem bei Wintergetreide (Albert 2010)

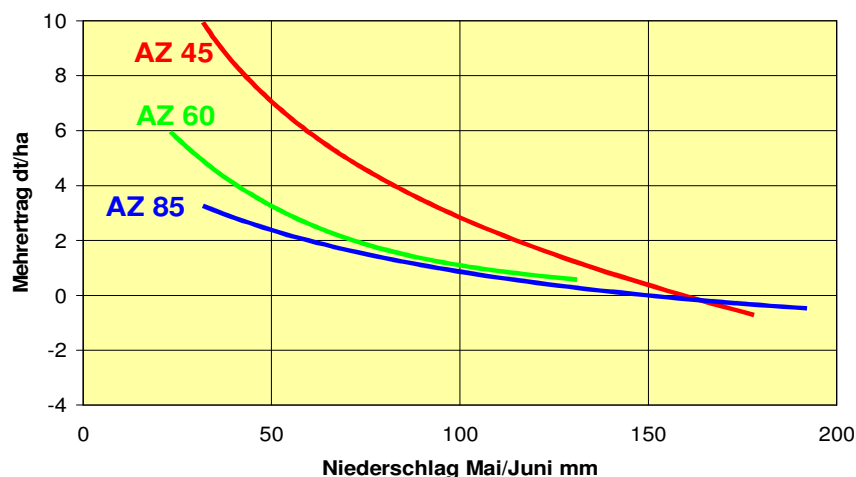


Abbildung 34: Mehrertrag von Winterweizen beim Einsatz stabilerter Dünger zum Schossen (2. + 3. Gabe) in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge im Mai/Juni und der Bodengüte (Knittel et al.)

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Düngung bedarfsgerecht erfolgen sollte, um größerer Bilanzüberschüssen vorzubeugen. Hierbei sind sowohl die N_{MIN} -Gehalte im

Frühjahr, als auch die Bestandesentwicklung und der danach angepasste Erwartungsertrag mit einzubeziehen und bei der Düngebedarfsmittlung zu berücksichtigen. Hierbei sollte die 2. bzw. 3. Gabe bedarfsgerecht nach Schnelltests oder mit Hilfe von Sensoren, möglichst auch teilschlagspezifisch ausgebracht werden.

Größere Bilanzüberschüsse treten dann auf, wenn der erwartete Zieldertrag aufgrund von Extremjahren nicht erzielt werden kann (Bsp. 2003) und somit die gedüngte Menge nicht vom Bestand verwertet wird. Um ein ausreichendes Ausgleichspotenzial zu schaffen sind sowohl eine ausreichende Grundnährstoffversorgung, speziell eine ausreichende K-Versorgung sicherzustellen und technische Möglichkeiten zu nutzen. Auf trockenstressgefährdeten Standorten bieten die Injektionsdüngung und der Einsatz stabilerer Dünger hierbei Möglichkeiten zum einen die Nährstoffe (v.a. N) auch bei Trockenheit pflanzenverfügbar zu machen und andererseits einer späteren Auswaschung vorzubeugen.

Humusproduktion

Humus erfüllt im Boden und damit auch im Agrarsystem vielfältige Funktionen:

⇒ Speicher- und Pufferfunktion:

- Nährstoffe (Nährstoffspeicher, Nährstoffdynamik)
- Wasserhaushalt
- Bodenstruktur (Aggregatstabilität)
- Kohlenstoffbindung

Durch den fortschreitenden Klimawandel und damit verbundenen Temperaturerhöhungen ist davon auszugehen, dass die Humusgehalte in den Böden davon negativ beeinflusst werden. Davon sind ebenso die oben genannten Funktionen betroffen. Die Abbildungen 23-25 zeigen die regionsspezifischen Spannweite der C_{org} -Entwicklung verschiedener Bewirtschaftungsvarianten für einen D-, einen Löß- und einen V-Standort von 2000 – 2050, berechnet mit dem Modell CANDY (Kolbe 2010).

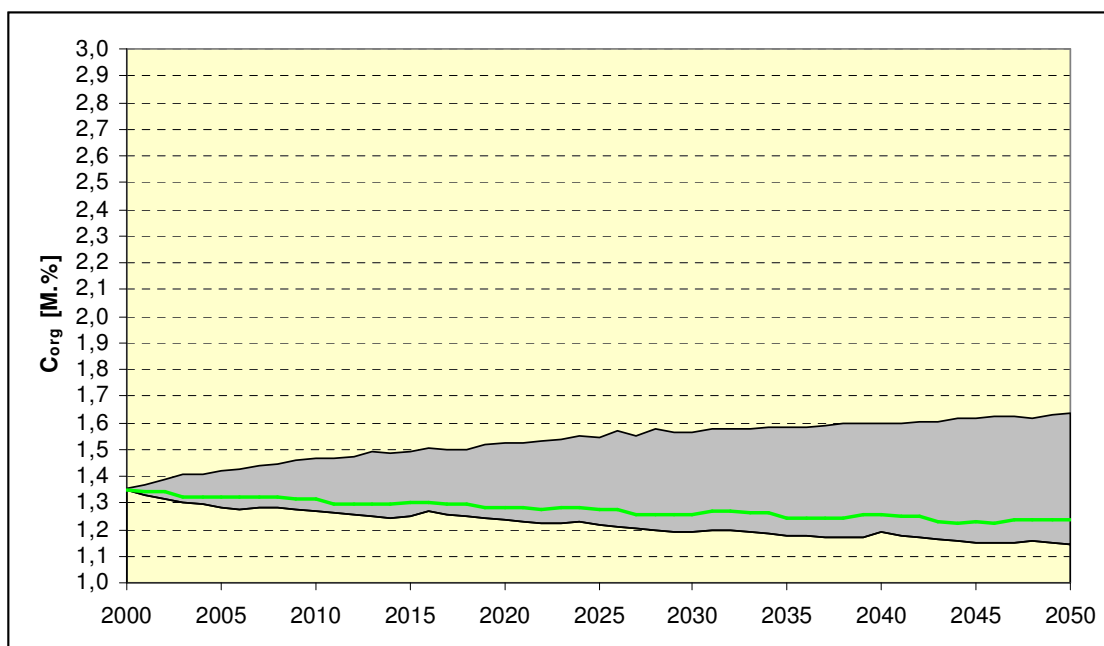


Abbildung 35: Spannweite der C_{org} -Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, D-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010)

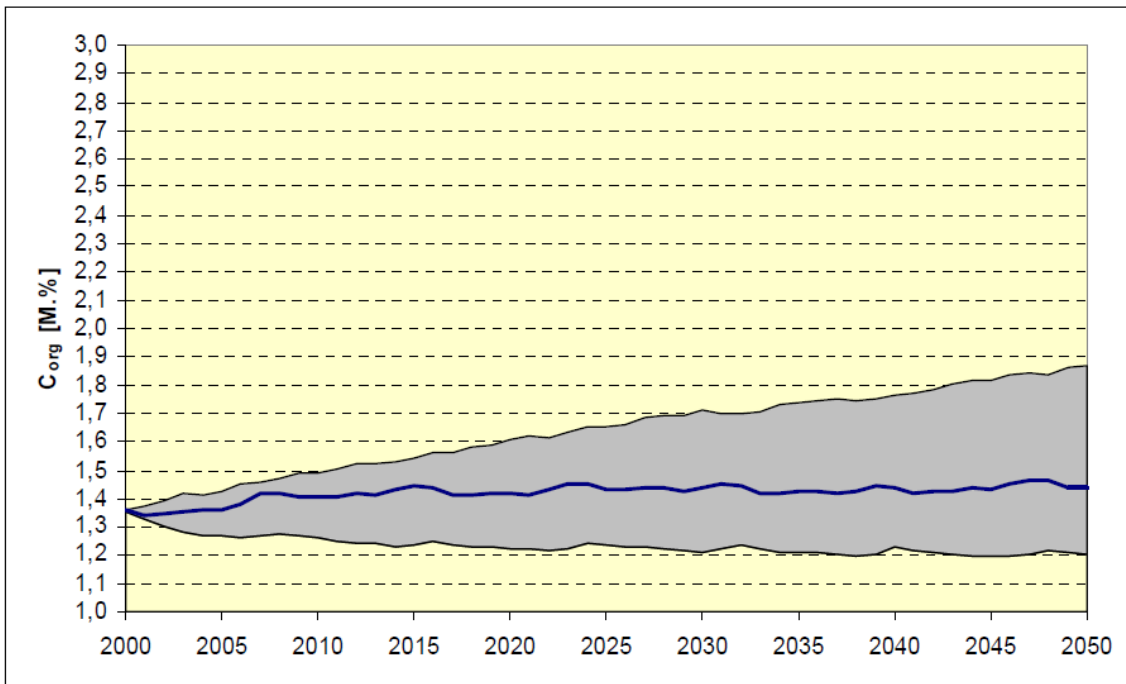


Abbildung 36: Spannweite der C_{org}-Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, Lö-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010)

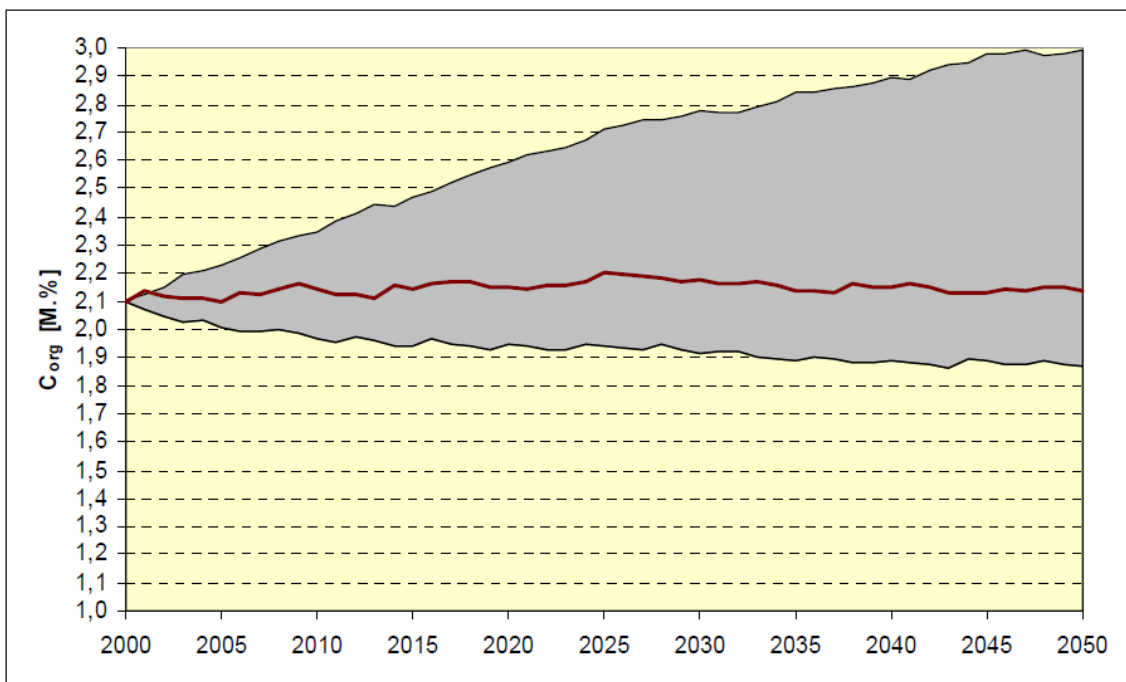


Abbildung 37: Spannweite der C_{org}-Entwicklung der berechneten Bewirtschaftungsvarianten, V-Standort (2000 – 2050, Modell CANDY, Kolbe 2010)

Es wird deutlich, dass es sowohl unterschiedliche Ausgangsniveaus der Humusgehalte in den unterschiedlichen Regionen gibt, als auch das je nach Bewirtschaftung unterschiedliche Entwicklungen unter Klimawandel bis 2050 möglich sind.

Je nach Bewirtschaftungsvariante sind bis 2050 sowohl Zunahmen (von 1,35 auf 1,6 M.%) als auch Abnahmen (von 1,35 auf 1,15 M.%) möglich.

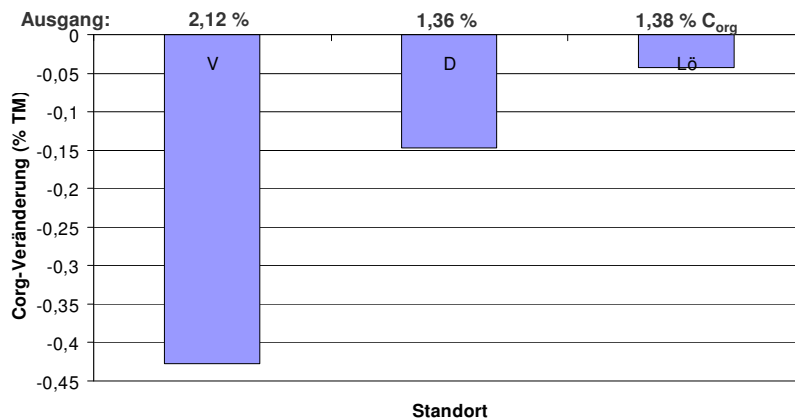


Abbildung 38: Einfluss des Klimawandels auf die C_{org}-Gehalte des Bodens auf Verwitterungsböden der Vorgebirgslagen (V), Sand- (D) und Lössböden (Lö) in Sachsen bis zum Jahr 2050 (Kolbe 2010)

Im Mittel aller Bewirtschaftungsmaßnahmen kommt es nach diesen Berechnungen jedoch zu einer Abnahme der C_{org}-Gehalte. Die mittleren Veränderungen für diesen Zeitraum sind standortbezogen in Abbildung 24 dargestellt. Vor allem auf den V-Standorten, die derzeit die höchsten C_{org}-Gehalte aufweisen, werden bis 2050 durch die Temperaturerhöhung die höchsten Abnahmen erwartet. Bei geringeren Ausgangsgehalten treten auf D- und Lö-Standorten geringere Abnahmen auf, auf Lö am geringsten.

Abbildung 39 zeigt die Kompensationsmöglichkeiten durch Änderung der Bewirtschaftung nach Berechnungen von Kolbe 2010.

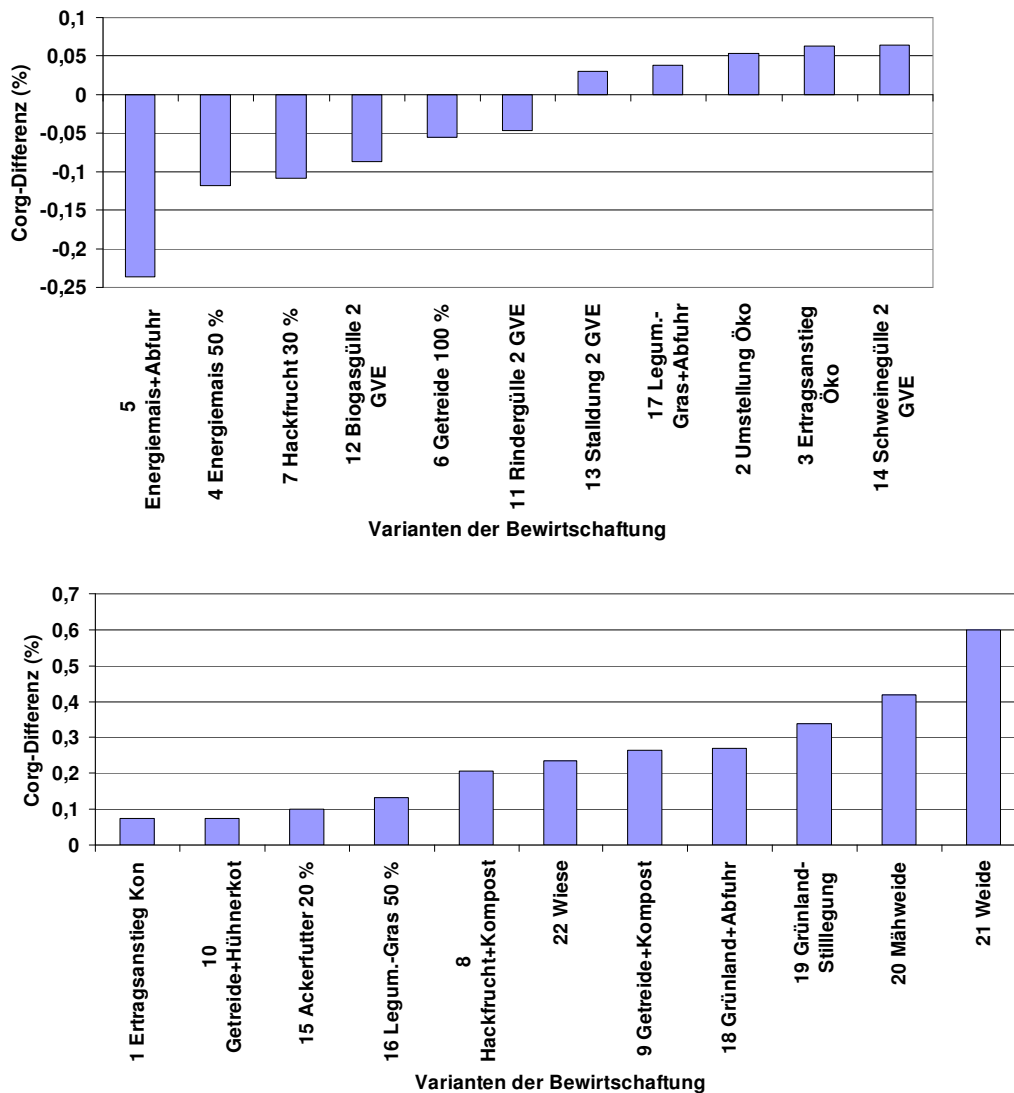


Abbildung 39: Kompensationsmöglichkeiten durch Änderung der Bewirtschaftung (Kolbe 2010)

Anwendung von Methoden zur Humusbilanzierung

- ⇒ durch Humusbilanzierung ist eine rel. sichere Beurteilung sowohl der Entwicklung der Versorgung mit organischer Substanz als auch der Humusgehalte möglich
- ⇒ verwendete Bilanzierungsverfahren zur Sicherung der Humusreproduktion
 - VDLUFA (obere und untere Werte (CC))
 - Standortangepasste Methode
- ⇒ In den untersuchten Partnerbetrieben wurde eine schlagbezogene Humusbilanzierung nach den genannten drei Methoden durchgeführt:
 - Jährlich (Fruchtfolgeglied)
 - Fruchtfolge

Abbildung 38 zeigt zwei Beispiele: Oben für eine positive und unten für eine negative Humusbilanz.

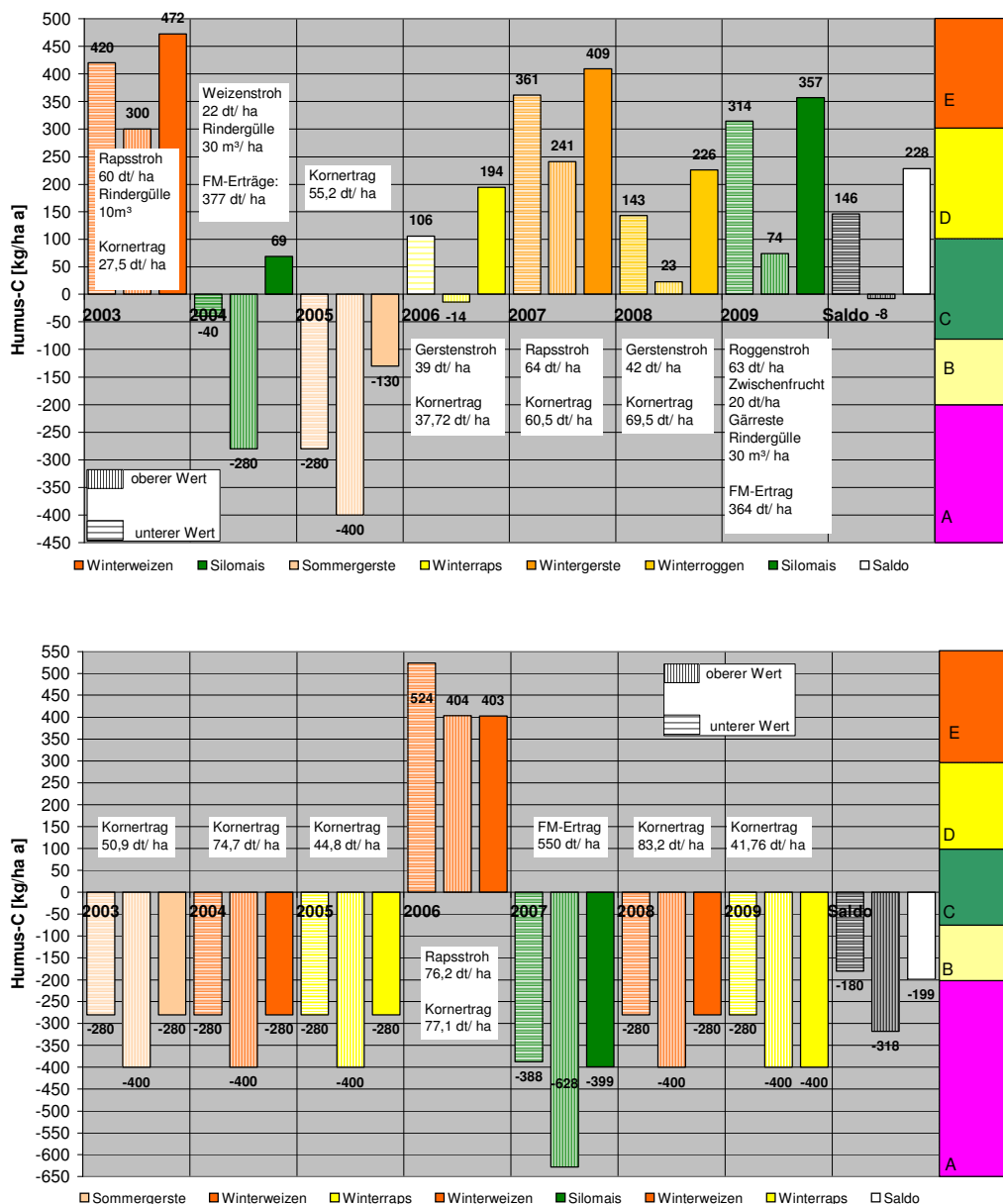


Abbildung 40: Beispiele der Humusbilanzierung nach VDLUFA Methode (obere und untere Werte) und Standortangepasster Methode

Es wird deutlich, dass beim Belassen des Stroh auf dem Feld und einer angemessenen organischen Düngung ausgeglichene bis positive Humusbilanzen (Bereich C-D) erzielt werden können. Bei kompletter Abfuhr des Stroh und ausbleibender organischer Düngung sind jedoch auch sehr negative Bilanzen (Bereich A-B) möglich.

Schlussfolgerungen:

- ⇒ Einfluss des Klimawandels auf die Humusgehalte des Bodens
 - D- und Lö-Standorte: leichter Abfall der C_{org}-Werte
 - V-Standorte: z.T. deutlicher Rückgang der C_{org}-Werte (hohe methodische Schwankung)

- ⇒ Einfluss der Landbewirtschaftung auf die Humusgehalte des Bodens
 - es bestehen unausgeglichene Bilanzen in den untersuchten Gebieten: höhere Werte der Unterversorgung mit organischer Substanz (Versorgungsgruppen A, B) auf D- und Lö-Standorten, sowie eine Überversorgung (D, E) auf V-Standorten
- ⇒ im Vergleich zum Einfluss des Klimawandels bestehen Möglichkeiten sowohl zur weiteren Reduzierung als auch zur Kompensation der Humusgehalte
- ⇒ unter Beachtung realistischer und wirtschaftlich vertretbarer Handlungsweisen ist das Kompensationsvermögen durch gezielte Änderung der Landbewirtschaftung jedoch begrenzt
- ⇒ durch Humusbilanzierung ist eine relativ sichere Beurteilung sowohl der Entwicklung der Versorgung mit organischer Substanz als auch der Humusgehalte möglich

Pflanzenschutz

Der fortschreitende Klimawandel mit ansteigenden Temperaturen, einer Ausweitung der Vegetationsperiode und rückläufigen Niederschläge stellt zukünftig, aus vielerlei Gründen, einen erhöhten Anspruch an den Pflanzenschutz. Folgende Entwicklungen in den Bereichen Schaderreger, Krankheiten und Unkräuter werden dabei erwartet:

- ⇒ Zunahme der Artenvielfalt von Schadpflanzen sowie Ausbreitung Wärme liebender neuer Unkrautarten in Sachsen
- ⇒ Zunahme von Krankheiten mit hohen Temperaturansprüchen wie Rostkrankheiten oder Netzfleckenkrankheiten
- ⇒ Abnehmender Trend bei Pilzkrankheiten, die auf lange Niederschlags- und Feuchtperioden angewiesen sind
- ⇒ Verstärktes Auftreten von durch Blattläuse und Zikaden übertragene Viruskrankheiten.
- ⇒ Zunahme Wärme liebender Insekten wie Kartoffelkäfer und Blattläuse
- ⇒ Vitalere Überwinterung von Schädlingen und nachfolgend früherer und höherer Befallsdruck im Frühjahr

Zur Ermittlung der Pflanzenschutzintensität in den beteiligten Betriebe wurde schlagbezogen der Behandlungsindex (BI) als Maß für die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in Abhängigkeit der Aufwandmengen und Flächen berechnet:

- Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren
- Jährlich (Fruchtfolgeglied)
- Fruchtfolge

In einem zweiten Schritt wurde untersucht, ob diese Aufwendungen mit dem Auftreten verschiedener Unkräuter, Krankheiten und Schadinsekten nach Aufnahmen der Schaderregerüberwachung in Sachsen korrelieren.

Der Behandlungsindex (BI) ist ein Maß für die PSM-Intensität und berücksichtigt die Anzahl der in einer Fruchtart eingesetzten PSM (getrennt nach den Wirkungsbereichen H, F, I, W), normiert auf die Anbaufläche der Fruchtart und auf die in der Zulassung ausgewiesene Aufwandmenge.

Folgende Berechnung liegt dem Behandlungsindex (BI) zu Grunde:

$$\text{BI} = \frac{\text{ausgebrachte Aufwandmenge}}{\text{zugelassene Aufwandmenge}} \times \frac{\text{behandelte Fläche}}{\text{Schlaggröße}}$$

Abbildung 39 zeigt den Behandlungsindex der untersuchten Partnerbetriebe von 2003 bis 2009 getrennt nach Wirkungsbereichen. Die höchsten Werte traten, sowohl bei den Herbiziden, als auch den Fungiziden und Insektiziden in den Jahren 2008 und 2009 auf.

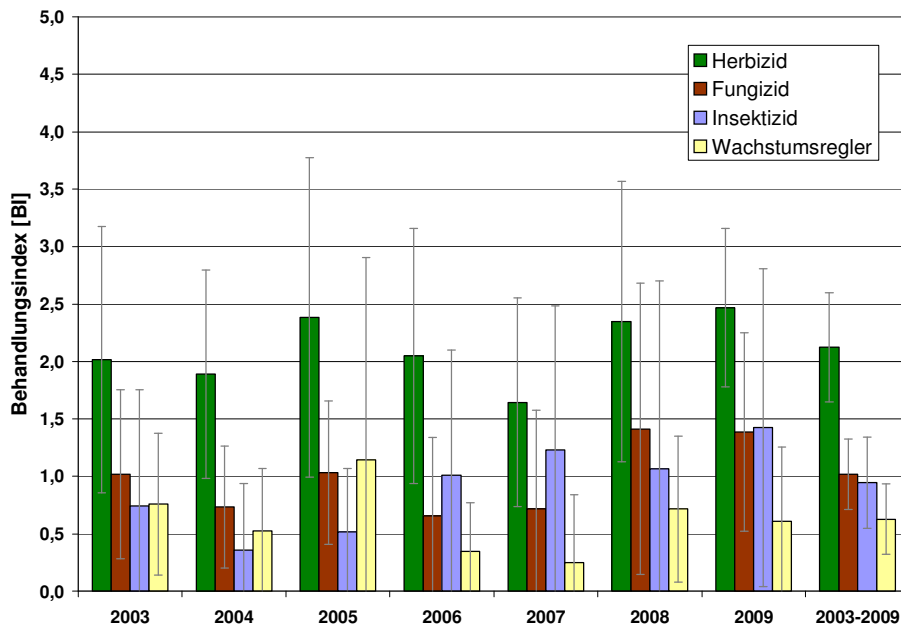


Abbildung 41: Behandlungsindex der Partnerbetriebe von 2003 bis 2009 nach Wirkungsbereichen

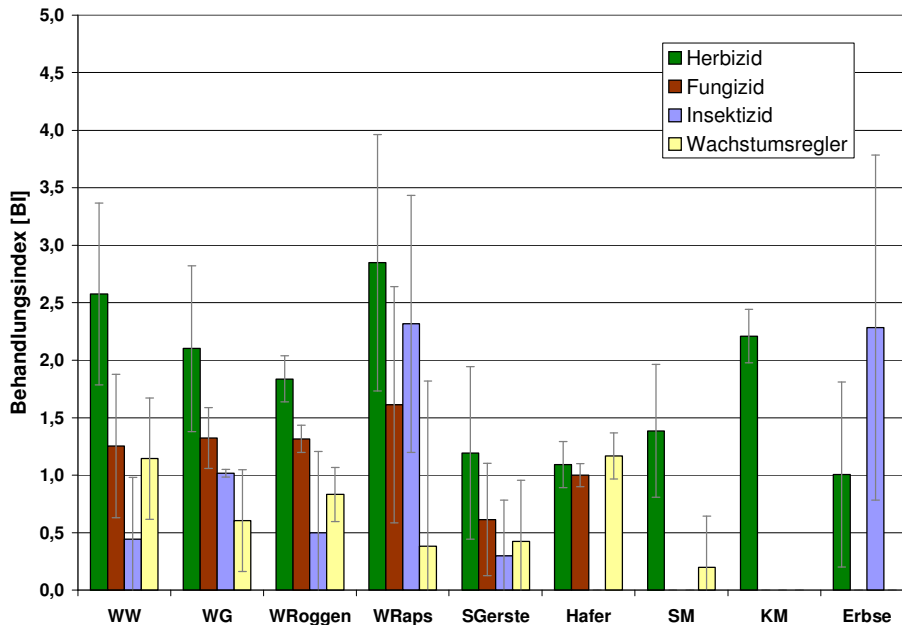


Abbildung 42: Behandlungsindex der Partnerbetrieb getrennt nach Kulturen und Wirkungsbereichen

Die Aufteilung des Behandlungsindex der Partnerbetrieb nach Kulturen und Wirkungsbereichen (Abb. 40) zeigt, dass der höchste Einsatz an Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden im Raps angewendet wird. Hinsichtlich der Herbizidanwendung finden sich höhere Werte auch beim Winterweizen. Nachfolgend werden diese beiden Kulturen Werten des Julius-Kühn-Instituts für Ostdeutschland und die Jahre 2007 und 2008 gegenübergestellt (Abb. 41 und 42).

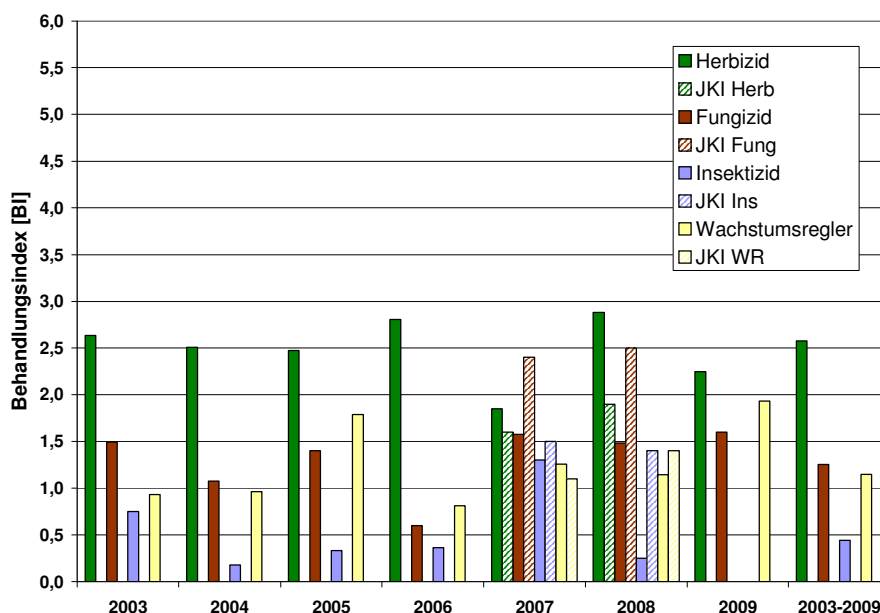


Abbildung 43: Vergleich des Behandlungsindex der Partnerbetriebe für Winterweizen mit Angaben des JKI

Es zeigt sich beim Winterweizen, dass die ermittelten Betriebswerte für die Jahre 2007 und 2008 in vergleichbaren Größenordnungen wie die Angaben des JKI für Ostdeutschland liegen. Bei den Herbiziden treten in den Betrieben, v.a. im Jahr 2008, höhere Werte auf, wohingegen der Einsatz von Fungiziden in beiden Jahren und von Insektiziden im Jahr 2008 in den Betrieben geringer ist. Der Einsatz von Wachstumsreglern ist vergleichbar.

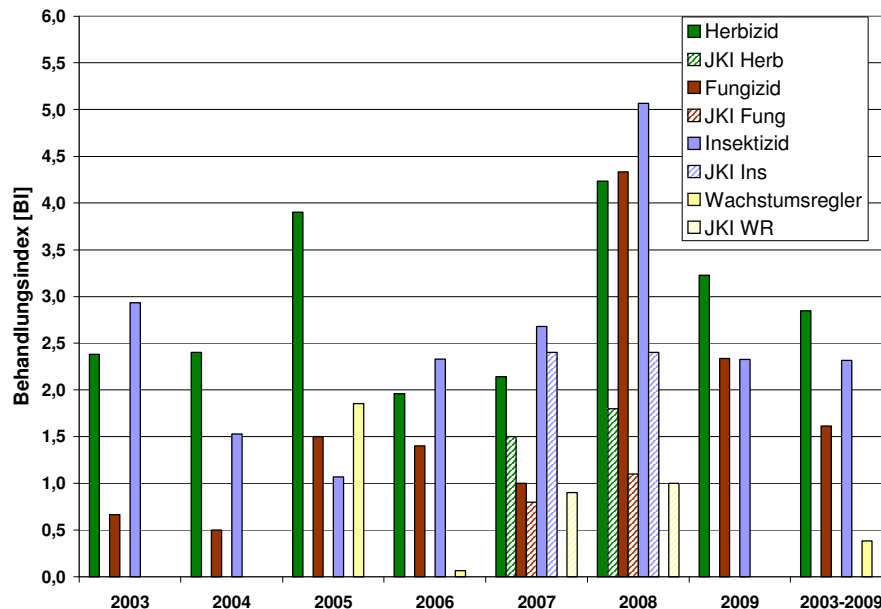


Abbildung 44: Vergleich des Behandlungsindex der Partnerbetriebe für Winterraps mit Angaben des JKI

Im Raps zeigt sich ein anderes Bild (vgl. Abb. 42). Hier finden sich in beiden Jahren, aber speziell im Jahr 2008, höhere Werte des BI für Herbizide, Fungizide und Insektizide in den untersuchten Partnerbetrieben. Hier scheint sowohl der Befall mit Unkräutern, pilzlichen Schaderregern und Schadinsekten höher gewesen zu sein als im Durchschnitt Ostdeutschlands.

Daraufhin wurden die Angaben der Schaderregerüberwachung zum Auftreten von Unkräutern, Krankheiten und Schaderregern darauf hin untersucht, ob sich Zusammenhänge zu dem Mitteleinsatz in einzelnen Jahren ableiten lassen. Unter anderem wurden hierbei für verschiedene Entwicklungsphasen des Bestandes einbezogen:

Winterweizen:

- ⇒ Septoria tritici (Blattdürre)
- ⇒ Septoria nodorum (Blatt- und Spelzenbräune)
- ⇒ Mehltau
- ⇒ Braunrost
- ⇒ Auftreten von Blattläusen

Winterraps:

- ⇒ Phoma lingam (Wurzelhals- und Stängelfäule)
- ⇒ Auftreten des Rapsglanzkäfers

Bisher konnten keine statistisch absicherbaren Zusammenhänge zwischen dem Einsatz der PSM in den Betrieben der Regklam-Region und den Aufnahmen der Schaderregerüberwachung für ganz Sachsen ermittelt werden. Eine regionale Unterscheidung scheint daher notwendig, ist jedoch derzeit noch in der Bearbeitung.

Die Anpassungsmöglichkeiten an Klimaveränderungen im Bereich Pflanzenschutz sind:

- ⇒ Veränderung bzw. Anpassung des Pflanzenschutzmittelspektrums und/oder der Anwendungszeitpunkte
- ⇒ Anwendung von Zusatzstoffen für PSM zur Verbesserung der Wirkung bei Trockenheit
- ⇒ Weiterentwicklung der Applikationstechnik
- ⇒ Anpassung bzw. Entwicklung von witterungsbasierten Schaderreger-Prognosemodellen
- ⇒ Ausbau Schaderreger-Monitoring

Literatur

Bernhofer, Matschullat, Bobeth (Hrsg.) (2009): *Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden*.

Farack, K. & E. Albert (2011): Verbesserung der Nährstoffeffizienz durch Injektionsdüngung unter Berücksichtigung des Klimawandels. Schriftenreihe des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 12/2011.

Hiller, D. & A. Bräunig (2009): *Regionalisierung Erosivität – Ableitung von R- und C-Faktoren*. Projektbericht LfULG.

Kolbe, H. (2009): *Klimawandel und C-Sequestrierung - Auswirkungen differenzierter Land- und Bodenbewirtschaftung auf den C- und N-Haushalt der Böden unter Berücksichtigung konkreter Szenarien der prognostizierten Klimaänderung im Freistaat Sachsen*. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Heft 23/2009.

Mirschel, W., Wenkel, K.-O., Wieland, R., Luzi, K., Albert, E. & B. Köstner (2009): *Klimawandel und Ertragsleistung - Auswirkungen des Klimawandels auf die Ertragsleistung ausgewählter landwirtschaftlicher Fruchtarten im Freistaat Sachsen, eine landesweite regionaldifferenzierte Abschätzung*. Schriftenreihe des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Heft 28/2009.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie - LfULG (2009): *Klimawandel und Landwirtschaft – Fachliche Grundlagen für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel*. Schriftenreihe des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Winkler, B. et al: "*Die landwirtschaftlichen Vergleichgebiete im Freistaat Sachsen*", Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 1999

Anhang