



## Impressum

Autor

Dr. Dietrich Schulzke  
Tornower Str. 26  
16225 Eberswalde  
E-Mail: [dietch-schulzke@t-online.de](mailto:dietch-schulzke@t-online.de)

Verlag

Dr. Norbert Kessel  
Eifelweg 37  
53424 Remagen-Oberwinter  
Tel.: 02228-493  
Fax: 03212-1024877  
E-Mail: [webmaster@forstbuch.de](mailto:webmaster@forstbuch.de)  
Homepage: [www.verlagkessel.de](http://www.verlagkessel.de), [www.forstbuch.de](http://www.forstbuch.de)

Druckerei

Druckerei Sieber, Kaltenengers  
[www.business-copy.com](http://www.business-copy.com)  
In Deutschland hergestellt

© 2014, Verlag Kessel, Alle Rechte vorbehalten

Das vorliegende Buch ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil darf ohne schriftliche Erlaubnis entnommen werden. Das gilt für alle Arten der Reproduktion.

# Ökologische Grundlagen des Getreideanbaus

Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit bei der  
Landnutzung in Deutschland und Teilen  
von Europa – Methodik und Anwendung

von Dietrich Schulzke

Verlag Kessel  
[www.forstbuch.de](http://www.forstbuch.de)

Die Landwirtschaft ist die erste aller Künste;  
ohne sie gäbe es keine Kaufleute, Dichter, Philosophen  
nur das ist wahrer Reichtum, was die Erde hervorbringt.

Friedrich II

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Einleitung und Ausblick</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Klima, Witterung und Landschaftsmorphologie</b> .....	<b>14</b>
2.1 Regionale Gliederung nach Klimadaten .....	16
2.1.1 Die Agrar-Klima-Regionen (AKR).....	16
2.1.2 Was ist der „Komplexe Witterungswert“ (WWK)?.....	33
2.1.3 Die Boden-Klima-Regionen (BKR) .....	41
2.1.4 Landschaftstypen nach morphologischen Merkmalen.....	53
<b>3 Fruchtfolgegestaltung</b> .....	<b>86</b>
<b>4 Das Getreidewachstum und die Bestandesstrukturen</b> .....	<b>95</b>
<b>5 Das Ertragsbildungs- und Optimierungssystem (EBOS)</b> .....	<b>105</b>
<b>6 Weitere Entscheidungshilfen auf der Grundlage der ökologischen Gebietsgliederung und von EBOS</b> .....	<b>123</b>
6.1 Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz.....	123
6.2 Regionale Landwirtschaft statt globalisiertem Lebensmittelhandel .....	128
6.3 Erneuerbare Energien – Alternative Nutzung des Winterroggens auf ärmeren Standorten. ....	132
6.4 Entscheidungshilfen für eine ökologisch begründete Flächenauswahl bei der Landschaftsgestaltung unter Einbeziehung ästhetischer Entwicklungsziele .....	140
<b>Literatur (Auszug)</b> .....	<b>148</b>



---

# Vorwort

Die vorliegende Schrift ist das Ergebnis eines EU-Forschungsprojektes. Es sollten damit neue, ökologisch orientierte Rahmenbedingungen für die Fördermittelvergabe erarbeitet werden. Die Ergebnisse entsprachen zwar den Vorgaben, ließen sich aber nicht politisch umsetzen. Es blieb bei der bisherigen Praxis, die Fördergelder der EU, vor allem als Hilfgelder für Produktionskosten und für die strukturelle Entwicklung des ländlichen Raumes zu vergeben. Der aktuelle Förderrahmen verlangt zwar ökologische Zielstellungen in den Anbauverfahren, es fehlen aber die notwendigen Instrumente für die praktische Umsetzung. Diese Lücke soll mit dieser Veröffentlichung unter Nutzung und Berücksichtigung des allgemeinen Erkenntnisstandes geschlossen werden. Damit können die traditionellen Anbauverfahren kritisch überprüft, regional spezifiziert, auf Nachhaltigkeit orientiert und entwickelt werden.

Traditionell werden Anbauverfahren von den regionalen Hochschulen betreut und entwickelt. Über Jahrzehnte stand dabei die Ertragssteigerung im Vordergrund. Die Pflanzenzüchtung und die revolutionäre Entwicklung der Landtechnik hatten das gleiche Ziel. Die Erfolge können sich sehen lassen und haben den Landwirten ein solides Einkommen gesichert. Darüber hinaus konnten die erreichten Produktionsüberschüsse weltweit exportiert werden. Auch das ist ein Novum in Deutschland und in der Summe ein positives Ergebnis aus der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis (A.D. THAER).

Die Kehrseite der Medaille sind die Belastungen der essentiellen Grundlagen für die Nahrungsmittelproduktion. Das betrifft den Boden, das Grundwasser und die Luftimmissionen aus den häufig überdimensionierten Konzentrationen bei der Tierhaltung. Aus der Kenntnis dieser Belastungen und den daraus entstehenden, teilweise irreparablen Schäden, hat die Frage nach der ökologischen Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen eine zunehmend politische Dimension erreicht.

Vor diesem Hintergrund ist ein erster Schritt in das komplexe Geflecht der ökologischen Grundlagen am Beispiel der Wintergetreideproduktion erfolgt. Neu daran ist, dass auf der Grundlage des traditionellen Wissens, eine Hierarchie der Einflusskomponenten abgeleitet wird. Unter Einbeziehung der Jahreswitterung, des Klimas sowie der Wechselwirkung mit den verschiedenen Bodenqualitäten, wurde der Einfluss auf die Ertragsbildung analysiert. Über einen Zeitraum von 20 Jahren konnten auf der Grundlage von 680 Ertragsermittlungen aus über 34 Versuchsstandorten<sup>1</sup> und 70 Produktionsexperimenten auf Ackerschlägen, signifikante Zusammenhänge der jährlichen Ertragsbildung unter Einbeziehung verschiedener Intensivierungsmaßnahmen definiert werden.

Daraus wurde ein Wachstumsmodell abgeleitet, das für zukünftige, weiterführende Forschungen genutzt werden kann. Eine wichtige Entscheidungsgrundlage sind dabei die auf

---

1 Zentralstelle für Sortenwesen (ZfS), heute Bundessortenamt

fünf Maßstabebenen vorgelegten Agrarökologischen Gebietsgliederungen. Die ausgewiesenen Gebietseinheiten sind über Klimadaten, Witterungsverlauf und Bodenqualitäten definiert. Neu sind auch modellgestützte Ertragstabellen für die drei Wintergetreidearten. Damit können regionale, auf das Jahr bezogene, standortspezifische Ertragspotentiale schon Ende April/Anfang Mai abgelesen werden.

Der methodische Ansatz und die Anwendungsbeispiele eröffnen die Möglichkeit, die Ergebnisse in der europäischen Landwirtschaft zu nutzen und für weitere Kulturpflanzen zu erweitern. Auch für die deutsche Landwirtschaft sind noch mehr Qualifizierungen in den ausgewiesenen Regionen notwendig. Daraus kann auf verschiedenen Maßstabebenen sowohl für die Bundesländer als auch für Deutschland und Europa ein Agraratlas mit ökologischen Parametern erarbeitet werden. Er kann für vielfältige Entscheidungen eine naturwissenschaftliche Basis sein. Die vorliegenden Ergebnisse sind für den Bearbeitungsraum in unterschiedlicher Bearbeitungstiefe und für Deutschland am Beispiel Brandenburg für alle Hierarchieebenen dokumentiert.

Für die redaktionellen Hinweise an Form und Verständnis des Textes danke ich Frau REGINE METZLER, Herrn H.D. EBERT und Frau UTA DÖRFER.

Ebenso ist Herrn Dr. KESSEL zu danken der das Manuskript mit viel Geduld in die richtige Form gebracht hat und den Druck dieser Schrift ermöglicht hat.

Eberswalde, 2014

Dietrich Schulzke



---

In der Wissenschaft liegen die Wurzeln für eine Agrikultur, die auf Effizienz und die Nachhaltigkeit ausgerichtet ist.

A. D. Thaer

# 1 Einleitung und Ausblick

Im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes „Regional guidelines to support sustainable landuse by E.U. Agri-Environmental Programm (AEP) – Teilprojekt 2 Brandenburg: Agrarökologische Gebietsgliederung“ (SCHULZKE u.a. 1998) sind für Deutschland und einige westeuropäische Länder mit großflächigem Getreideanbau gebietsbezogene Indikatoren zur Bewertung der landwirtschaftlichen Produktion gesucht worden. Warum? In der Europäischen Union war in den 1990er Jahren verabredet, dass die Landwirtschaft in Abhängigkeit von den ökonomischen Aufwendungen für die Produktion subventioniert wird. Die Subventionen sind und waren an vorgegebene Bedingungen geknüpft, die sich in den einzelnen Förderperioden gewandelt haben. Gegenwärtig sind besonders ökologische Kriterien gefordert, die die Nachhaltigkeit der Produktionsgrundlagen sichern sollen. Dazu gehören der Boden, das Grundwasser, Anpassungen an das Klima und die Witterung. Parallel sollen die landschaftsökologischen Ausstattungen und Forderungen des Natur- und Artenschutzes beachtet werden. In dem Forschungsprojekt sollten die regionalen ökologischen Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion definiert werden, um die Fördermittelstrategie zu optimieren.

Die Vegetationszonen auf der Erde werden vom Klima bestimmt. Sie unterscheiden sich durch die Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen und sind deshalb für die Menschheit von existentieller Bedeutung. Bei einer Änderung des Klimas ist damit zu rechnen, dass dies Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben wird. Unabhängig von der Diskussion über die Ursachen ist es angebracht, über die Auswirkungen nachzudenken und, wenn möglich, nach Strategien zu suchen, um mit den sich ändernden Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen und den allgemeinen Lebensumständen eine Zukunft zu haben.

Neue Strategien in einem sehr traditionell geprägten Wirtschaftszweig wie der Landwirtschaft zu diskutieren oder einzuführen ist ein problematisches Vorhaben. Letztlich haben sich aber auch in der Vergangenheit verbesserte Anbaumethoden durchgesetzt. So ist zu hoffen, dass sich auch neuere Erkenntnisse zu den Wachstumsbedingungen des Getreides in die Anbaustrategien einführen lassen.

An dem Beispiel des Einsatzes von Halmstabilisatoren (= Halmfestiger) in Verbindung mit der Stickstoffdüngung und anderen Pflanzenschutzmaßnahmen hat sich die Praxis sehr

bald auf regionale Besonderheiten eingestellt. Die regionalen Besonderheiten ergeben sich aus den ökologischen Rahmenbedingungen von Landschaften.

Die Landschaften sind die geographischen Ausschnitte, die unter den sich wie auch immer ändernden Klimaverhältnissen die Grundlage für die Landwirtschaft bleiben.

In dem oben angeführten EU-Forschungsbericht ist diese Problematik mit einer erweiterten Aufgabenstellung in einem ersten Schritt bearbeitet worden. Dort sind Gebietseinheiten abgegrenzt, die durch jeweils relativ einheitliche ökologische Rahmenbedingungen definiert sind, in denen die Halmstabilisatoren sowie Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen unterschiedlich wirken. Am Beispiel der drei Wintergetreidearten konnten die Ursachen ermittelt und die erkannten Gesetzmäßigkeiten in einem Ertragsbildungsmodell (EBOS) sichtbar gemacht werden (SCHULZKE 1986a, b).

Bei diesen Analysen und Entwicklungen ging es zwangsläufig auch um die ökologischen Grundlagen des Getreideanbaues.

Was gehört zu den ökologischen Grundlagen der Getreideproduktion und wie kann man sie definieren? Ein sehr breitgefächertes Komplex von Faktoren mit jeweils regionalen Besonderheiten ist zu untersuchen. Das spezifische Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren in verschiedenen Landschaften, besonders im Höchstertragsbereich, führt jeweils zu einem bestimmten Ergebnis bei der Ertragsbildung.

Vom Erkennen der ökologischen Grundlagen des Getreideanbaus in einer Landschaft bis zu der Frage, wie es mit der Nachhaltigkeit der Anbaumethoden steht, ist es nur ein kleiner aber logischer Schritt.

Über Ökologie und Nachhaltigkeit kann man täglich lesen, sehen und hören. Wenn es aber konkret wird, dann überwiegt häufig eine spezifische Sicht, und die ökologischen Zusammenhänge gehen verloren. Lediglich einzelne Umweltkomponenten oder Tier- und Pflanzenarten werden herausgelöst und auf Gefährdungen ihres Lebensraumes untersucht.

Im Gegensatz zu einer nur artspezifischen Betrachtungsweise und im Hinblick auf die zunehmende Gefährdung unseres Lebensraumes soll im folgenden dargestellt werden, welche Merkmale der „Landschafts-Ökologie“ die Grundlagen der Landnutzung sind und wie sie in Wirtschaftsentscheidungen eingebunden werden sollten. Der neue Denkansatz für Nachhaltigkeit verbindet ökologische und ökonomische Ziele bei der Landnutzung. Dabei wird die Ökonomie „moralischer“ und die Ökologie „politischer“ (GROBER 2010).

Die traditionelle Landnutzung durch die Landwirtschaft hat sich sehr pragmatisch an die gegebenen ökologischen Rahmenbedingungen angepasst. Wo nur Roggen oder Flachs wuchs, konnten keine Zuckerrüben oder Weizen angebaut werden. So haben sich in der Vergangenheit im Laufe der Zeit regionale Produktionsprofile entwickelt, die durch die regionalen Hochschulen begleitet und optimiert wurden. Heute können durch vielfältige Intensivierungsmaßnahmen die natürlichen Grenzen der traditionellen Anbaugelände ausgedehnt und überschritten werden. Damit sind einerseits erhebliche Ertragssteigerungen erreicht worden, andererseits sind neue Problemfelder für nachhaltiges Wirtschaften entstanden. Sie haben in den letzten Jahrzehnten neben den Ertragssteigerungen zu teilweise irreversiblen Schäden an den natürlichen Landschaftsressourcen geführt.

Am Beispiel der drei Wintergetreidearten sollen die unterschiedlichen Ausstattungen von Landschaften über die regionalen Bodenqualitäten, die Klima- und Witterungsbedingungen nach ihren ökologischen Potentialen analysiert und bewertet werden.

Dazu ist ein neuer methodischer Ansatz für die Landschaftsanalyse entwickelt und genutzt worden. Danach sind die Landschaften nach ökologischen Merkmalen in einer hierarchischen Ordnung neu definiert und beschrieben worden. Die oberste Ebene sind die Agrar-Klima-Regionen (AKR). Die AKR gliedern sich in die Boden-Klima-Regionen (BKR) und diese in Landschaftstypen (LT), siehe SCHULZKE 1986a, b; SCHULZKE, KAULE 2000. Die BKR und die LT stehen in den folgenden Ausführungen im Mittelpunkt der Untersuchungen.

Die BKR sind naturräumlich definierte Gebietseinheiten im Maßstab 1:1.000.000. In den BKR sind spezifische Bedingungen der Biomassebildung nachzuweisen. Es soll die Hypothese belegt werden, dass nicht nur die Ertragsbildungsbedingungen in den abgegrenzten Gebieten verschieden sind, sondern auch, dass die Ertragspotentiale vor dem Hintergrund verschiedener ökologischer Bedingungen in den BKR und den Landschaftstypen ermittelt werden können.

**Aus der Kombination der hierarchischen Gebietsgliederung mit den erkannten Gesetzmäßigkeiten der Ertragsbildung ist es damit erstmalig möglich, eine landschaftsbezogene Indikation der Nachhaltigkeit über die Biomasseleistung abzuleiten.**

Die natürlichen Wachstumsbedingungen beeinflussen mit den jeweils etablierten Nutzungsgradienten der Landwirtschaft die Ressourcen Boden, Grundwasser und Lebensräume unterschiedlich. Wenn die natürlichen Wachstumsbedingungen definiert werden können, dann können auch die Nutzungsgradienten den gegebenen landschaftsökologischen Empfindlichkeiten und den gesellschaftlichen Zielen zur nachhaltigen Nutzung der Ressourcen angepasst werden.

Die landwirtschaftliche Produktion in Europa kam bis in die 1950er Jahre mit relativ wenig Fremdenergie aus. Hafer für die Pferde wurde angebaut. Dieselmotoren waren noch sehr selten, sodass im Allgemeinen keine Umweltschäden die Folge waren und damit die Nachhaltigkeit der Landnutzung nicht gefährdet wurde.

Mit der zunehmenden Intensivierung (Mechanisierung, Düngung, Pflanzenschutz) kam es dann in den 70er und 80er Jahren des 20. Jh. über die Zuführung von Fremdenergie zu erheblich gesteigerten Erträgen, bald aber auch zu Umweltschäden. Diese entstanden letztlich dadurch, dass die eingesetzte Energie in den unterschiedlichen Landschaftstypen immer weniger oder gar nicht mehr in einen Ernteertrag umgewandelt werden konnte. Die überschüssige Energie eutrophierte die Gewässer und beschädigte die Bodenfauna und damit letztlich auch den Lebensraum von Mensch und Tier.

Warum geschah das? Wo liegen die Ursachen? Der allgemeine Erkenntnisstand lässt folgende Schlussfolgerung zu: Die Energiebilanzen sind durch die Zuführung von Fremdenergie einseitig erhöht und damit gestört. Die Störung bezieht sich auf das Verhältnis zwischen der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens und dem Biomasseaufwuchs in einer Vegetationsperiode unter regionalen Witterungsabläufen. Dieses Verhältnis befindet sich ohne Wirt-

schaftseinflüsse in einem Gleichgewicht. Wird dieses Gleichgewicht gestört, entstehen Schäden an den natürlichen Ressourcen. Das hat die unterschiedlichsten Erscheinungsformen und Auswirkungen. Häufig sind die Auswirkungen aktuell schwer zu erkennen. In vielen Fällen sind die Schäden erst nach einiger Zeit sichtbar. Für eine nachhaltige Nutzung des Bodens in der Landwirtschaft ist aber das Gleichgewicht des Energiehaushaltes in den genutzten Ökosystemen fundamental. Es bestimmt die „Ökologischen Rahmenbedingungen“ eines Ökosystems und setzt damit der Nutzung und dem Wirkungsgrad der Intensivierung eine Grenze.

Diese Grenze ist eine Wachstumsgrenze für das Biomassewachstum. Der Intensivierungseffekt ist also regional unterschiedlich. Die unterschiedliche Effektivität der Intensivierung ist über zahlreiche Ertragsversuche der letzten Jahrzehnte nachgewiesen. Um aber die räumliche Zuordnung des Wachstums auf die regionale Ausstattung zu sichern, sind aus einem älteren Forschungsprogramm die Versuchsergebnisse neu interpretiert und zusätzliche Versuche angelegt worden. In 34 Versuchstationen der Zentralstelle für Sortenwesen (ZfS) – heute Bundesamt für Sortenwesen – wurden 680 Parzellenerträge im Zeitraum 1973 bis 1983 angelegt. Zusätzlich ist in 70 Produktionsexperimenten (1973-1994) die gleiche Fragestellung bearbeitet worden. Beide Versuchsreihen lieferten die Grundlagen für die weiteren Fragestellungen. Eine erste geographische Gliederung ergab sich, nachdem die Erträge der drei Wintergetreidearten in eine Beziehung zum Klima und zum Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode gestellt worden waren (SCHULZKE 1976). In weiteren Versuchsanstellungen bis 1986 konnten die geographischen Abgrenzungen gesichert werden. Die Gebiete wurden hier erstmals als Agrar-Klima-Regionen (AKR), als Boden-Klima-Regionen (BKR) und als Landschaftstypen (LT) definiert und bildeten die Grundlage für die Entwicklung eines Ertragsbildungsmodells (EBBS später EBOS) für die drei Wintergetreidearten (SCHULZKE 1988a,b). Mit dem Modell können sowohl ein regionaler, jahresspezifischer und auf den Schlag bezogener „Ökologischer Basisertrag“ errechnet als auch eine Ertragsprognose in der Zeit zwischen der letzten Aprildekade und der ersten Maidekade für das laufende Jahr ermöglicht werden.

Mit dem Modell können die Standortqualitäten und die phänologische Entwicklung der Getreidebestände bei regional differenzierenden Merkmalkombinationen abgebildet werden, die die „Ökologischen Rahmenbedingungen“ ausmachen. Damit konnte auch ein regionaler, standortsbezogener Intensivierungslevel abgeleitet werden, bei dessen Einhaltung, Umweltschäden verhindert und Nachhaltigkeit gesichert werden kann.

Die umfangreichen Ertragsanalysen der Wintergetreidearten ergaben regionale Schwerpunkte und Besonderheiten bei der Ertragsbildung. Eine Beziehung zur Nutzung von vorhandenen Naturraum- bzw. Landschaftsgliederungen lag nahe, führte aber zu keinem befriedigenden Ergebnis. Die Ursachen liegen in den traditionellen Landschaftsgliederungsmethoden.

Im Folgenden wird die ökologisch definierte Gebietsgliederung mit ihren Merkmalen vorgestellt. Zunächst soll jedoch in einem Ausblick summarisch auf weitere Nutzungsmög-

---

lichkeiten der hier vorgestellten Methode zur Erarbeitung einer ökologisch-geographischen Gliederung hingewiesen werden.

Für die Pflanzenzüchtung bietet sich eine regionale Züchtungsanpassung an. Das gilt bei der Wintergerste für die Winterfestigkeit in den östlichen Landesteilen und bei Winterweizen und Winterroggen geht es auch um gezielte regionale Prüfung der Trockenheitsresistenz. Im Pflanzenschutz ist oberhalb der schlagspezifischen Überwachung eine regionale Disposition der Befallssituation möglich (SCHULZKE, KAULE 2000). Mit zunehmender Erwärmung kann sich die Befallssituation der Schadpilzbelastung in den östlichen Landesteilen ändern und zurückgehen. Dagegen können Schadinsekten zunehmen.

Des Weiteren können andere Kulturpflanzen mit der entwickelten Methode nach ihren Leistungspotentialen und ökologischen Ansprüchen bearbeitet und bewertet werden.

Auch für Landschaftsplanungen können die Beschreibungen der ökologischen Rahmenbedingungen eine Entscheidungshilfe sein (SCHULZKE, 2000).

Die Methode bietet auch die Möglichkeit, die bisher nicht bearbeiteten Gebiete innerhalb der EU einzubeziehen und damit einheitliche Bewertungskriterien für ein sehr differenziertes Umfeld der Landnutzung zu schaffen.

Wenn nun in den folgenden Kapiteln die Methode zur Erarbeitung einer ökologisch-geographischen Gliederung und die daraus abgeleiteten Ergebnisse für eine zukunftsorientierte landwirtschaftliche Landnutzung vorgestellt werden, so geschieht das in der Hoffnung und mit der Absicht, die Landwirtschaftspolitik auf nationaler und europäischer Ebene zu neuen Zielstellungen, die der Erhaltung und Pflege unserer Lebensgrundlagen dienen, zu ermuntern. **Das heißt: Der Markt muss sich den ökologischen Zielen anpassen und darf die essentiellen Ziele der Nachhaltigkeit nicht dominieren. Das bedeutet eine Wende in der Agrarpolitik mit erheblichen Konsequenzen.** Wird die Wende in naher Zukunft nicht eingeleitet, drohen irreversible Schäden an den Ressourcen Boden, Grundwasser und Artenvielfalt und damit an unseren Lebensgrundlagen. Ökologische Schäden führen zwangsläufig zu großen ökonomischen Aufwendungen zur Behebung der Schäden.