

Impressum

Autor

Dr. Dietrich Schulzke
Tornower Str. 26
16225 Eberswalde
E-Mail: 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
Homepage: www.verlagkessel.de, www.forstbuch.de

Druckerei

Druckerei Sieber, Kaltenengers
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

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

Vorwort	7
1 Einleitung und Ausblick	9
2 Klima, Witterung und Landschaftsmorphologie	14
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
3 Fruchtfolgegestaltung	86
4 Das Getreidewachstum und die Bestandesstrukturen	95
5 Das Ertragsbildungs- und Optimierungssystem (EBOS)	105
6 Weitere Entscheidungshilfen auf der Grundlage der ökologischen Gebietsgliederung und von EBOS	123
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
Literatur (Auszug)	148

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 Hilfs-gelder 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 Umset-zung. 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 ent-wickelt. Über Jahrzehnte stand dabei die Ertragssteigerung im Vordergrund. Die Pflanzen-züchtung und die revolutionäre Entwicklung der Landtechnik hatten das gleiche Ziel. Die Erfolge können sich sehen lassen und haben den Landwirten ein solides Einkommen gesi-chert. 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 Luftimmis-sionen 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 Produktions-grundlagen 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 Ertragsermittlun-gen aus über 34 Versuchsstandorten¹ und 70 Produktionsexperimenten auf Ackerschlägen, signifikante Zusammenhänge der jährlichen Ertragsbildung unter Einbeziehung verschie-dener Intensivierungsmaßnahmen definiert werden.

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

1 Zentralstelle für Sortenwesen (ZfS), heute Bundessortenamt

fünf Maßstabsebenen 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 Maßstabsebenen 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.

2 Klima, Witterung und Landschaftsmorphologie

Der Historiker Wolfgang Behringer hat in einem sehr bemerkenswerten Buch den Einfluss des Klimas auf die Kulturgeschichte der Menschen von der Frühzeit bis in die Gegenwart beschrieben (BEHRINGER, 2009). Die erkannten Zusammenhänge machen bewusst, wie abhängig unsere Zivilisation vom Klima ist. Man könnte, ohne vermessen sein zu wollen, sie als den globalen historischen Rahmen für die hier vorgestellten Untersuchungen ansehen.

Territoriale Gliederungen eines Landes erfolgen nach langfristig stabilen Kriterien. Dazu gehören u.a. geologische und geographische Strukturen (HAASE, 1967a, 1991), Einheiten der natürlichen Vegetation (SCAMONI, 1954; HOFMANN, 1985), Klimadaten (WALTHER, LIETH, 1967) und eine Gliederung auf der Grundlage der forstlichen Standorterkundung (KOPP u.a. 1969, 1973, 1996). Solche Gliederungen sind mit Hilfe von Sekundärstrukturen präzisiert worden, sodass ein umfangreiches Kartenwerk mit zahlreichen Parametern und Gliederungsgesichtspunkten vorliegt.

Diese traditionellen Gebietsgliederungen haben eines gemeinsam: Sie charakterisieren ein Territorium durch eine Faktorengruppe (Boden, Landschaft, Klima). Die ökologischen Rahmenbedingungen der Landschaft sind bisher nicht als ein Gliederungsmerkmal genutzt worden.

Durch die politischen Verhältnisse in Deutschland vor der Wiedervereinigung wurde ein abgestimmtes methodisches Vorgehen bei der Landschafts- und Naturraumkartierung unterbunden. Es entstanden unterschiedliche methodische Ansätze und Zielstellungen. In Westdeutschland gehen die Naturraumkartierungen auf MEYNEN, SCHMIDTHÜSEN (1959 - 1962) zurück. Vielfältige darauf aufbauende Entwicklungen liegen vor, beziehen sich aber naturgemäß nur auf die ehemaligen westdeutschen Territorien.

In Ostdeutschland wurde auf forstlich orientierten Grundlagen aufgebaut (WITTICH 1949; EWALD 1948; SCAMONI 1954, 1977; HOFMANN 1985, 1996) Parallel dazu flossen Ergebnisse der physischen Geographie (Siehe auch HAASE 1991) aus den geographischen Forschungsstätten in Leipzig, Dresden, Halle und Potsdam ein. Aus den forstlich orientierten Grundlagen entwickelte sich ab 1950 die „Forstliche Standorterkundung“ (KOPP 1973, 1996), die flächendeckend für Ostdeutschland vorliegt und eine wichtige Grundlage für modernere Landschaftsgliederungen ist.

Zu den zunächst topischen Bodenkartierungen wurden begleitend vegetationskundliche Aufnahmen einbezogen und Zusammenhänge untersucht. Das Kartenwerk ist im Maßstab 1:10 000 und 1:100 000 in den ostdeutschen Forstdienststellen vorhanden.

Angeregt durch diese Entwicklung in der forstlichen Standorterkundung und unter Nutzung der Reichsbodenschätzung aus den 20er und bis in die 40er Jahren des 20. Jh. begannen Anfang der 60er Jahre auch in der landwirtschaftlichen Standortkunde in Ostdeutschland methodische Vorarbeiten für eine neue Standortkartierung der Offenlandschaft. In den 70er Jahren konnte für das Gebiet der DDR die flächendeckende landwirtschaftliche

Bodenkartierung erfolgreich abgeschlossen werden. Das Kartenwerk ist im Maßstab 1:25 000 und 1:100 000 verfügbar (Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Kartierung – MMK). Die maßgeblichen Autoren sind u.a. EWALD (1948), HAASE 1967a; SCHMIDT, DIE-MANN (1974); THIÈRE u.a. (2003). Eine Darstellung der methodischen Entwicklung und die Zusammenfassung der Ergebnisse finden sich vorbildlich in KOPP, JÄGER, SUC-COW, „Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung“, Akademie-Verlag Berlin 1982.

Für die Pflanzenproduktion in der Landwirtschaft in Ostdeutschland sind unter Berücksichtigung verschiedener Zielgrößen weitere Gebietsgliederungen erarbeitet worden, die für Produktionsentscheidungen genutzt wurden. Dazu gehörten die Anbaugebiete der Zentralstelle für Sortenprüfung, Gebietsgliederungen für Düngungsempfehlungen und Prognosezonen für die Schaderreger- und Bestandesüberwachung im Pflanzenschutz.

Unter den heute dominierenden marktwirtschaftlichen Produktionsbedingungen sind diese Entscheidungshilfen in den Hintergrund getreten, zumal eine übergeordnete kontrollierende Beratung fehlt. Inhaltlich waren aber diese Vorgaben an Umwelt- und Ressourcenschutzziele orientiert.

Diese Beispiele sind problemorientierte Gebietsgliederungen. Sie verdeutlichen eine Wirkungskette mit mehreren ökologisch wirksamen Faktoren.

Am Ende so einer Wirkungskette von Wachstumsfaktoren steht auch der Kornertrag der drei Wintergetreidearten.

Eine darauf aufbauende „Agrarökologische Gebietsgliederung“ führt erstmalig wachstumsökologische Komponenten für die Gliederung der Offenlandschaft ein (SCHULZKE 1976, 1988a,b, 2001). Für die Waldflächen in Ostdeutschland liegt eine vergleichbare standortbezogene Leistungsbewertung der Baumarten vor (HOFMANN 1985).

Neben den klassischen Landschaftsgliederungsmerkmalen wird hier nun die standorts- und witterungsabhängige Ertragsleistung der drei Wintergetreidearten als differenzierendes Merkmal benutzt. Dabei sind die ökologischen Komponenten der Biomassebildung die Grundlage für eine Hierarchie von Landschafts-, Boden- und Witterungsmerkmalen, die in einem hierarchischen System miteinander verbunden sind.

Der Autor hat alle diese Entwicklungen aktiv mitgestaltet. Er hat über 10 Jahre als forstlicher Standorterkunder in Brandenburg kartiert und danach im Institut für Pflanzenschutzforschung die Einführung des Wachstumsregulators Camposan in einem Forschungsteam bearbeitet. Von 1994 bis 1998 folgte dann die Arbeit im EU-Forschungsprojekt AIR3 CT94-1296.

2.1 Regionale Gliederung nach Klimadaten

2.1.1 Die Agrar-Klima-Regionen (AKR)

Die gegenwärtigen globalen Problemregionen, in denen Hunger und Unterentwicklung herrschen, sind auch von den jeweiligen klimatischen Bedingungen mit verursacht. Die Nahrungsmittelerzeugung auf der Welt wird zwar wesentlich, aber nicht nur vom regionalen Klima bestimmt. Dabei ist entscheidend, wie die Menschen in unterschiedlichen Gesellschaftssystemen mit den Klimabedingungen und der daran gekoppelten Landwirtschaft in ihren Regionen umgehen.

Die Vegetationszonen auf der Erde und in Europa unterscheiden sich durch die Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen. Es ist deshalb von existentieller Bedeutung für die regionale Bevölkerung, die Wachstumsbedingungen und die Grenzen der Ertragsbildung zu kennen.

Nun ändert sich das Klima! Heute wird darüber gestritten, wie hoch der Anteil der Industrialisierung an den eingetretenen Veränderungen ist. Unabhängig davon muss sich die Landwirtschaft auf neue Bedingungen einstellen und, wenn möglich, nach Strategien suchen, um mit den sich ändernden Lebensumständen eine Zukunft zu haben.

Die bestehenden Unterschiede zwischen den Wachstumsbedingungen sind bei genauerem Hinsehen auch in Europa durchaus ökonomisch und ökologisch relevant. Die vorliegenden Untersuchungen analysieren die Ursachen und bieten Entscheidungshilfen für einen ökologisch angepassten Umgang mit den wertvollen Ressourcen an.

Auf der Grundlage von europaweit langfristig erhobenen Klimadaten (WALTER, LIETH 1967), der Datensammlung von „Eurostat“ (1995), der CORINE-Biotopkartierung und dem Weltatlas von LEHMANN (1958) mit seiner Kartierung der seinerzeit weltweit wichtigen Kulturpflanzen in ihren ökologischen Nischen, sind Datengrundlagen vorhanden, die neu interpretiert wurden und die Problemlage sichtbar gemacht haben. Für Westeuropa konnten aus den historischen Daten regionale Schnittmengen ermittelt werden. Die sich dadurch abzeichnenden Regionen wurden mit den aktuellen realen Winterweizenerträgen und nach dem hier verwendeten Ertragsbildungsmodell (EBOS) präzisiert und abgegrenzt (SCHULZKE 1988 a, b; siehe Kap. 5). Die Grenzlinien auf der Karte sind naturgemäß unscharf und unterliegen auch jahresspezifischen Schwankungen. Bis auf die Randgebiete sind die Daten aber sicher und charakterisieren die Agrar-Klima-Regionen (AKR) und die darin liegenden Boden-Klima-Regionen (BKR).

Das methodische Vorgehen folgt im Ansatz dem „Top-down“-Prinzip, vom Großen zum Kleinen. Die Agrar-Klima-Regionen sind hier die oberste Ebene. Sie werden in mehreren Schritten bis zum Standorttyp in eine Hierarchie gegliedert (Abb.1 u. 2a-d)

Die statistische Betrachtung großer Datenmengen, die über das Klimageschehen Auskunft geben, bezieht sich i.d.R. auf ein Jahr oder längere Zeiträume. Daraus leitet sich unsere Kenntnis und Bewertung des Klimas und der Witterung ab. Wenn man aber die

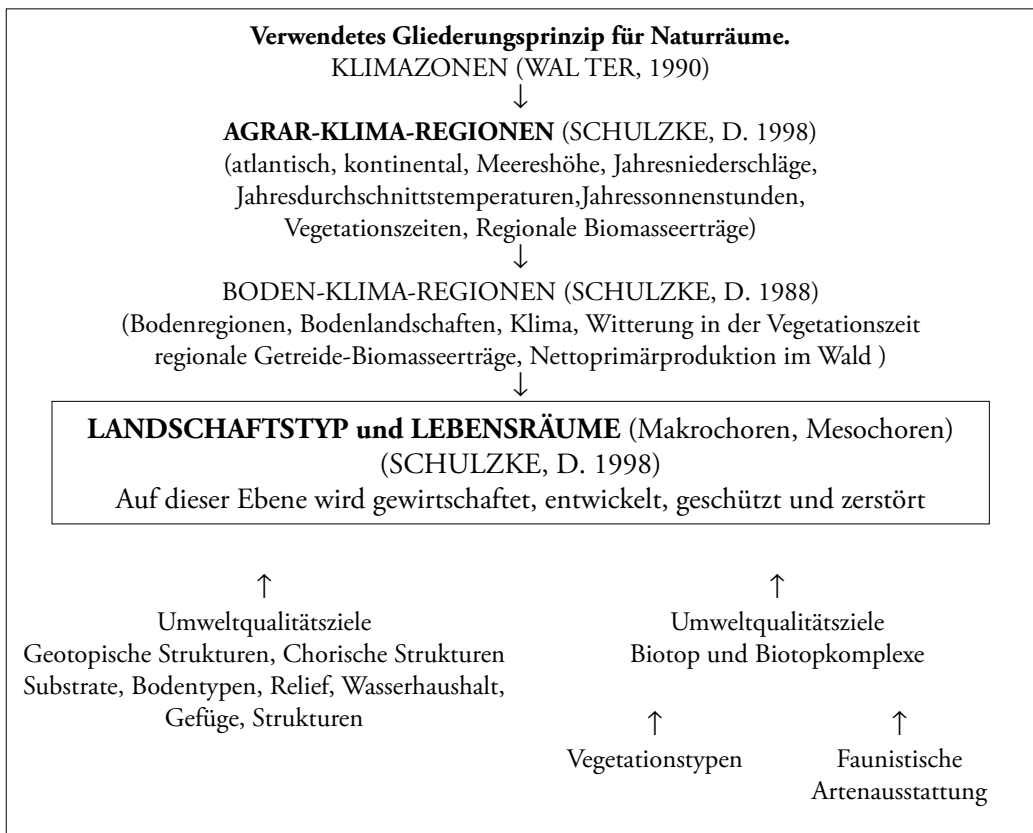


Abb. 1: Gliederung der Naturräume

Daten z.B. von Niederschlag und Temperatur über ihren Mittelwert auf der Zeitachse graphisch aufträgt, bekommen die Daten eine andere Struktur. In den Abb. 3 und 4 sind die Niederschlags- und Temperaturdaten der Jahre 1890-2010 (Deutscher Wetterdienst) in den Abweichungen von ihren Mittelwerten angeordnet. Man erkennt positive und negative Abweichungen der Jahreswerte, die sich bei genauem Hinsehen in Gruppen von 5-7 Jahren anordnen. Das gleitende Mittel ergibt eine Wellenlinie, deren alternierende Gipfel im Abstand von ca.10-15 Jahren auftreten. Dabei verhalten sich die Niederschläge zu den Temperaturen gegenläufig. Es bleibt offen welche Komponente der Impulsgeber für den Wechsel ist. Das heißt: In den wärmeren Perioden ist es besonders trocken, und in den kühleren Perioden regnet es mehr. Diese Gipfelanordnung spiegelt sich auch in dem Sonnenfleckenzyklus wider (Abb. 5, Institut für Klimafolgenforschung Potsdam). Hier liegen die Gipfel in einem gleichlaufenden Rhythmus ca.10 Jahre auseinander. Wie weit sich dieser Rhythmus auf das Geschehen auf der Erde auswirkt, ist noch nicht abschließend untersucht, kann aber auch nicht ausgeschlossen werden.

Beschreibung der Regionen durch:	
<ul style="list-style-type: none"> - Vegetationsperiode und -verlauf - F AO-Einheiten - Dominierende Kulturpflanzen - Dominierende Hauptbaumarten - Bodenbedeckung - CORINE - Lebensräume-Mosaik - Sensible Ressourcen (Boden, Grundwasser, Gewässer) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bevölkerung je km² - Verbraucherzentren - Industriebrachen -Tourismus - Administrationsgrenze - Kreise/Departments
<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklungsabschnitte des Wintergetreides und ihre Witterungswerte (WWc2 - WWc5) - regionalspezifischer komplexer Witterungswert (WWK) - Klimafaktor je Getreideart - Bodenformenleistungsfaktor - Dominierende Ackerbau- Ökosysteme - Dominierende Waldökosysteme, Hauptbaumarten - Dominierende Grünland-Ökosysteme - Dominierende Ökosysteme ohne Nutzung - Bodenbedeckung CORINE 	<ul style="list-style-type: none"> - dto + Gemeinde - Lebensraummosaik * Sensible Ressourcen * Boden → Erosion * Grundwasser → Verbrauch →Kontamination * Gewässer
<ul style="list-style-type: none"> - Eintrag-Austragsgebiet - Fläche (ha bzw. %) - Waldanteil (ha bzw. %) - Schutz-/Nutzungsanprüche - Mesochoren-Anteil - Standorttypen-Anteil 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausstattung * abiotisch * biotisch - Umweltqualitätsziele * abiotisch * biotisch - Leitbilder - Prioritäten - Potentiale/Risiken/Vorrang - Artenausstattung - Nährkraftstufen
<ul style="list-style-type: none"> -Ausstattung u. Bewertung -Schutzziele -Nutzungsziele -Sensible Ressourcen -Lebensraummosaik -Habitatstrukturen -Bodenformenleistungsfaktor -Dominierende Nutzungstypen -Kurzbeschreibung -Anbaueignung 	<ul style="list-style-type: none"> - Artenausstattung - Nährkraftstufen
<ul style="list-style-type: none"> - Kurzbeschreibung - Anbaueignung 	

Abb. 2b: Beschreibung

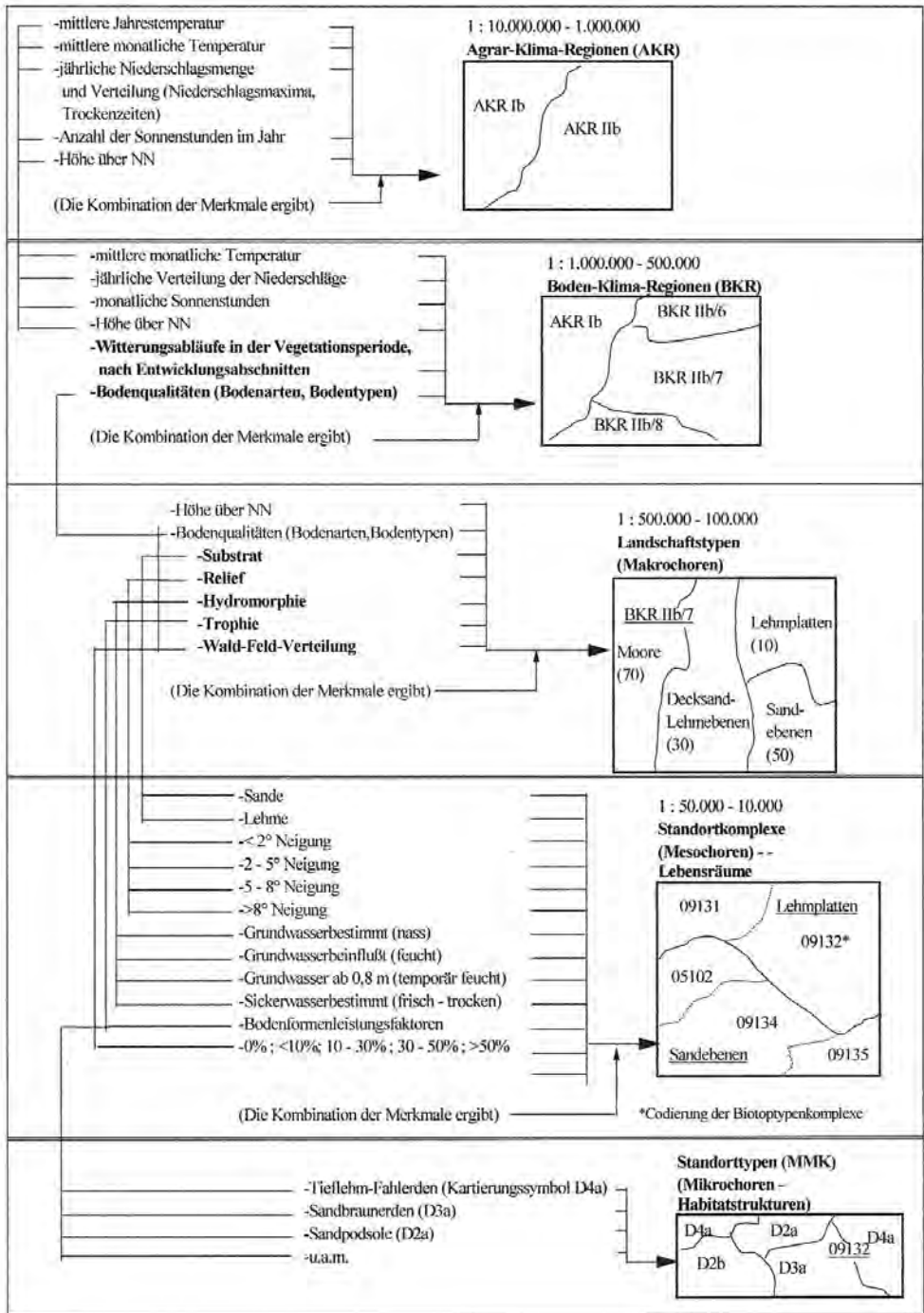


Abb. 2c: Innere Merkmale

<ul style="list-style-type: none"> - Differenzierung nach Anbauverfahren. (Betriebsmitteleinsatz) - Differenzierung in Wachstum und Ertragsbildung 	<p><u>Je AKR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - auf welchen FAO-Einheiten welche CORINE-Einheiten (Boden x CORINE) - welche Kulturpflanzen auf welchen FAO-Einheiten bzw. BÜK1000 - welche Kreise in welchen AKR <p><u>Je Staat/Nation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - welche AKR in welchen Staaten <p><u>In Europa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - welche AKR in welchen Staaten/Nationen - Grenzen der BKR
<ul style="list-style-type: none"> - Anbauverfahren und Intensitätsstufen (Vi-werte) - Ökologischer Basisertrag-Modell - Betriebsgröße / - AK/100 ha - Quotient aus Ertrag/Verbrauch <ul style="list-style-type: none"> * Getreide * Fleisch/Milchproduktion. * Wein * Obst/Gemüse * Südfrüchte 	<ul style="list-style-type: none"> - welche FAO-Einh.bzw. BÜK1000-Einh. in welchen BKR(ha/%) in welchen Kreisen(ha/%) Kreise x BÜK I 000 haben welche domin. Ökosysteme? CORINE haben welche sensibl. Ressourcen haben welche Hauptkulturen (Lehmann,1958) aktuell haben Weizen, Gerste, Roggen Flächenanteile. haben welche Vegetationseinheiten haben welche Netto-Primärproduktion. (Holz) haben welche Ertragspotentiale Getreide - Grenzen der Landschaftstypen (LT)
<p>dto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Habitatausstattung <ul style="list-style-type: none"> * botanische Indikation * zoologische Indikation 	<ul style="list-style-type: none"> - welche Landschaftstypen in welchen BKR - welche Mesochoren in welchen Landschaftstypen - welche Standorttypen in welchen Landschaftstypen - welche Waldanteile in welchen Landschaftstypen (L T) - welche ökol. Basiserträge „ „ - welche Eignung f. Landwirtsch. haben d. Gemeinden - wo besteht Wassererosionsgefahr - wo besteht Winderosionsgefahr - wo ist welche Grundwasserneubildungsrate - wo ist substratbedingte Grundwassergefährdung durch Nährstoffeintrag - wo sind Überschwemmungsgebiete - wo liegen Großschutzgebiete - welche LT haben welche Nutzungseignung - welche LT haben welche abiotischen Schutzanspr. - welche L T haben welche biotischen Schutzansprüche - welche L T haben welche Artenausstattung - welche Konfl ikte bestehen in welchen LT - Grenzen der LeR (Lebensräume)
<ul style="list-style-type: none"> - Anbauverfahren - Intensivierungsstufe (VI=Anbauverfahren) - Stilllegungspotentiale - Viehbesatz/100 ha <ul style="list-style-type: none"> * Milchrinder * Mastrinder * Schweine - Energiebilanz <ul style="list-style-type: none"> * Eintragsgebiet * Austragsgebiet - Habitatausstattung 	<ul style="list-style-type: none"> - welche LeR haben welche Standorttypen - welche LeR haben welche Nutzungsansprüche - welche LeR haben welche Schutzansprüche - welche LeR haben welche Konfliktpotentiale - welche LeR haben welche Artenausstattung <ul style="list-style-type: none"> * botanische * zoologische - Grenzen d. Standorttypen
<ul style="list-style-type: none"> - C/N-Verhältnis - pH-Wett - V-Wette - Profilaufbau - Wildkräuter /Regenwürmer 	<ul style="list-style-type: none"> - welche C/N-Verhältnisse haben welche Standorttypen - welche pH-Werte haben welche Standorttypen - welche V-Werte haben welche Standorttypen

Abb. 2d: Indikation

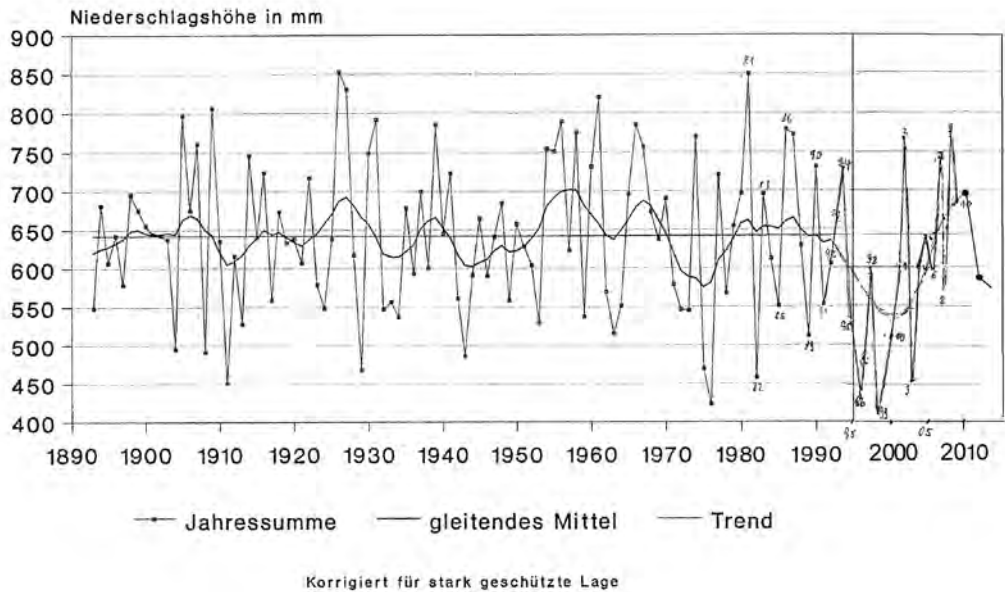


Abb. 3: Jahressummen der korrigierten Niederschläge Potsdam, Reihe 1893 bis 1992, erweitert bis 2012

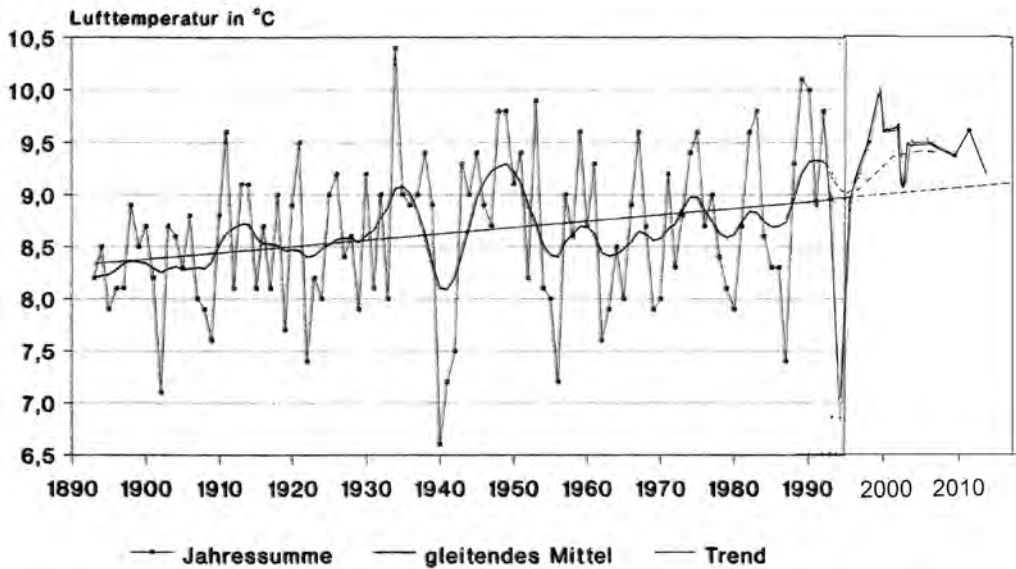


Abb. 4: Jahresmittel der Lufttemperatur Potsdam, Reihe 1893 bis 1992, erweitert bis 2012

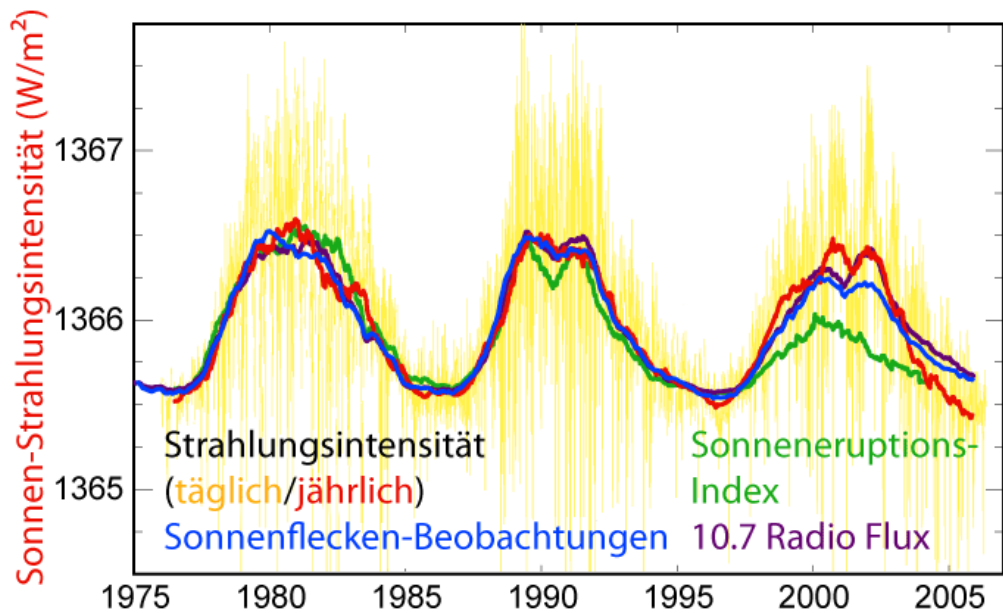


Abb. 5: Solarzyklus-Veränderungen (Institut für Klimafolgenforschung Potsdam)

AKR	BKR	Temperatur [°C]			Niederschlag [mm]			Sonnenscheindauer [h]		
		Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.
Ia	1	9,5	0,3	9	591,1	38,9	9	1516,5	32,3	4
	2	9,8	0,4	6	577,7	35,1	6	1580,5	59,7	4
	3	9,5	0,1	4	624,8	45,5	4	1421,0	26,9	2
Ges.		9,6	0,3	19	593,9	40,8	19	1523,0	73,6	10
Mittl. Höhe ü. NN: 49,6 m, ü. NN, von 2 m ü. NN bis 158 m ü. NN										
Ib	1	11,4		1	740,0		1	1754,0		1
	2	11,9	0,4	4	764,8	140,3	4	2010,0	50,7	3
	3	11,1	0,4	2	899,0	325,3	2	1782,0	75,0	2
	4	10,9	0,6	4	768,5	110,2	4	1721,0	79,2	2
	5	10,2	0,2	3	738,3	33,9	3	1674,0		
	6	11,3	0,2	4	667,3	47,2	4	1886,0	18,4	2
	7	10,3	0,8	27	682,6	93,6	27	1702,2	114,4	18
Ges.		10,6	0,8	45	710,8	113,4	45	1754,3	137,5	29
Mittl. Höhe ü. NN: 67,6 m ü. NN, von 2 m ü. NN bis 180 m ü. NN										
Ic	1	9,8	0,6	8	773,1	36,5	8	1571,3	56,3	6
	2	9,4	0,4	6	795,7	23,2	6	1460,7	60,9	3
	3	9,1	0,7	5	764,8	14,7	5	1390,3	48,5	3
	4	9,8	0,8	2	728,5	7,8	2	1431,0		1
	5	9,4	0,1	2	744,0	8,5	2	1437,5	4,9	2
	6	9,8	0,5	14	781,0	40,5	14	1545,2	63,8	8
	7	9,9	0,3	13	688,2	53,1	13	1460,0		1
	8	7,7	0,9	11	1042,1	225,6	11	1525,2	144,3	5
	9	8,2	1,2	20	766,0	124,2	20	1789,0		1
Ges		9,1	1,1	81	795,0	147,1	81	1517,5	104,9	30j
Mittl. Höhe ü. NN: 171,8 m ü. NN, von 5 m ü. NN bis 694 m. ü. NN										
IIa	1	8,5	0,3	35	767,4	43,6	35	1670,7	81,9	9
	2	8,9	0,2	17	739,6	44,9	17	1455,0		1
	3	8,4	0,2	12	669,1	82,9	12	1693,0	66,0	6
	4	8,7	0,3	23	693,6	52,1	23	1568,8	96,9	4
	5	8,4	0,1	6	593,6	53,8	6	1598,5	99,1	4
Ges		8,6	0,3	93	720,2	71,8	93	1638,3	97,7	24
Mittl. Höhe ü. NN: 27,9 m, von 1 m ü. NN bis 147 m ü. NN										
IIb	1	8,0	0,1	4	573,3	52,7	4	1727,2	16,8	2
	2	8,2	0,3	3	530,3	17,3	3	1612,8	32,7	3
	3	8,7	0,0	2	576,6	18,7	2	1661,3	43,8	2
	4	8,4	0,1	4	517,8	50,8	4	1667,9	32,9	3
	5	8,9	0,3	2	472,4	30,5	2	1506,1	144,8	2
	6	8,8		1	512,0		1	1502,4		1
	7	8,7	0,3	2	561,4	2,3	2	1652,5	37,5	2
	8	8,4	0,1	2	513,0	55,2	2	1459,1		1
Ges		8,4	0,3	20	536,1	47,5	20	1618,6	93,1	16

Tab. 1a: Klimadaten der Agrar-Klima-Regionen (AKR) mit den integrierten Boden-Klima-Regionen (BKR); StdAbw=Standardabweichung, AnzDS=Anzahl der Datensätze

AKR	BKR	Temperatur [°C]			Niederschlag [mm]			Sonnenscheindauer [h]		
		Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.
Mittl. Höhe ü. NN: 77,0 m, von 1 m ü. NN bis 262 m ü. NN										
IIc	1	9,5	0,3	15	790,5	49,5	15	1550,3	49,1	3
	2	8,4	0,7	16	817,4	162,2	16	1596,0		1
	3	8,7	0,3	10	703,7	60,6	10			0
	4	8,1	1,1	20	999,9	220,5	20	1471,0		1
	5	8,2	0,9	34	721,9	117,9	34	1661,0		1
	6	7,7	0,2	6	677,9	161,4	6	1544,0	66,2	4
	7	8,4	0,4	4	648,6	55,4	4	1593,9	49,3	4
	8	8,3	1,2	15	923,9	153,0	15	1590,0		1
	9	8,2	0,4	20	655,3	31,8	20	1609,2	142,5	3
	10	7,7	0,3	12	756,4	74,1	12			0
	11	6,5	0,3	7	865,1	140,4	7	1634,0		1
	12	7,7	0,9	26	877,8	106,3	26	1701,0		1
	13	7,9	0,3	10	732,2	79,3	10	1847,0		1
	14	7,9	0,3	19	873,4	177,6	19	1739,0	66,5	2
	15	7,2	0,7	8	991,6	247,8	8			0
	16	7,6	0,5	14	940,0	115,1	14			0
Ges.		8,1	0,9	236	818,3	170,1	236	1609,0	100,1	23
Mittlere Höhe ü. NN: 359,1 m, von 25 m ü. NN bis 973 m ü. NN										
IIIa	1	11,4	0,2	7	701,4	49,3	7	1922,0	67,1	5
	2	12,7	0,1	2	730,0	4,2	2	2288,0	60,8	2
	3	12,7	0,3	5	704,8	73,0	5	2025,7	48,8	3
	4	12,8	0,4	4	829,8	60,0	4	2061,0	13,1	3
	5	13,2	0,7	3	1026,7	220,6	3	2193,5	40,3	2
	6	12,7		1	926,0		1	1963,0		1
	7	13,0	0,8	2	1305,5	239,7	2	1928,5	10,6	2
Ges.	L	12,4	0,8	24	826,2	207,8	24	2063,3	133,0	18
Mittlere Höhe ü. NN: 77, 1 m, von 1 m ü. NN bis 194 m ü. NN										
IIIb	1	10,7	1,2	11	797,8	140,6	11	1901,2	52,1	9
	2	11,1	0,5	5	839,4	151,2	5	1975,8	96,9	4
	4	10,0	1,1	5	667,0	58,8	5	2093,3	57,7	4
	6	4,7		1	2165,0		1			0
	7	13,4	5,5	17	817,9	383,2	17	2033,0	219,2	2
Ges.		11,7	4,1	39	830,2	347,2	39	1971,2	119,4	19
Mittlere Höhe ü. NN: 582,5 m, von 3 m ü. NN bis 2860 m ü. NN										
IIIc	1	10,6		1	600,0		1	1799,0		1
	2	10,3	0,2	3	595,7	14,6	3	1747,5	64,3	2
	3	10,2	0,8	3	906,0	267,5	3	1828,0	114,6	2
	4	10,4	0,5	2	618,0	35,4	2	1839,0		1
	5	9,6	0,5	13	787,8	122,6	13	1759,8	129,1	8
Ges..		9,9	0,6	22	753,8	161,1	22	1776,2	106,6	14

Tab. 1b: Klimadaten der Agrar-Klima-Regionen (AKR) mit den integrierten Boden-Klima-Regionen (BKR); StdAbw=Standardabweichung, AnzDS=Anzahl der Datensätze

AKR	BKR	Temperatur [°C]			Niederschlag [mm]			Sonnenscheindauer [h]		
		Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.
Mittlere Höhe ü. NN: 223,4 m, von 77 m ü. NN bis 598 m ü. NN										
IV	1	8,9	0,8	12	762,8	117,2	12	1816,0		1
	2	9,6	0,5	38	696,8	119,4	38	1706,8	77,6	5
	3	8,9	0,7	36	724,3	87,9	36	1748,8	74,9	5
Ges.		9,2	0,7	86	717,5	108,0	86	1735,8	76,2	11
Mittlere Höhe ü. NN: 243,3 m, von 88 m ü. NN bis 569 m ü. NN										
Vla	1	16,2	3,3	64	1276,5	509,6	64	1873,5	238,3	2
Ges.		16,2	3,3	64	1276,5	509,6	64	1873,5	238,3	2
Mittlere Höhe ü. NN: 364,9 m, von 5 m ü. NN bis 1525 m ü. NN										
VIb	1	15,0	2,8	25	945,1	445,6	25			0
	2	13,2	2,4	9	845,0	313,2	9	2682,0		1
	3	13,5	1,5	6	524,0	249,0	60			0
	4	15,2	1,9	8	938,1	549,4	80			0
	5	11,0	4,3	3	923,7	609,2	16			0
	6	16,7	1,7	16	506,7	127,6	160			0
	7	15,2	2,7	11	623,0	141,9	11	3577,0		1
	8	15,1	1,6	6	501,5	112,6	6	2663,0		1
	9	14,0	2,2	6	559,2	230,9	60			0
	10	12,9	5,7	3	786,7	891,0	3			0
Ges.		14,8	2,7	93	734,8	396,8	93	2974,0	522,3	3
Mittlere Höhe ü. NN: 591,4 m, von 1 m ü. NN bis 1520 m ü. NN										
VIc	1	12,3	1,7	5	613,2	218,6	5			0
	2	12,5	2,9	12	712,8	422,7	12	2833,0		1
	3	13,8	1,4	8	800,1	483,4	8			0
	4	14,0	2,4	7	497,7	230,3	7	2822,0		1
	5	11,9	3,1	4	854,0	567,2	4	2855,0		1
	6	12,1	4,5	7	555,6	318,7	7			0
	7	14,7	3,5	8	528,8	289,4	8			0
	8	14,5	2,7	6	545,0	169,9	6			0
	9	13,8	2,8	9	558,6	128,2	9			0
	10	12,5	6,4	3	822,0	706,4	3			0
	11	14,7	2,5	9	660,2	190,4	9	2910,3	201,8	3
	12	15,1	2,2	5	866,8	586,6	5	2878,0		1
	13	13,8	2,6	7	662,0	452,7	7			0
	14	13,4	2,6	3	618,7	262,1	3	2532,0		1
	15	15,9	2,8	6	470,2	248,2	6	2998,0	77,8	2
	16	14,4	3,9	2	486,0	128,7	2			0
	17	13,9	3,2	23	631,9	253,5	23	2484,7	398,4	3
	18	14,2	2,3	4	419,0	102,9	4			0
	19	19,9		1	1778,0	1				0
Ges.		13,8	3,0	129	638,4	345,6	129	2777,0	272,9	13

Tab. 1c: Klimadaten der Agrar-Klima-Regionen (AKR) mit den integrierten Boden-Klima-Regionen (BKR); StdAbw=Standardabweichung, AnzDS=Anzahl der Datensätze

AKR	BKR	Temperatur [°C]			Niederschlag [mm]			Sonnenscheindauer [h]		
		Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.	Mittelwert	StdAbw.	AnzDS.
Mittlere Höhe ü. NN: 569,9 m, von 3 m ü. NN bis 2174 m ü. NN										
IV	1	15,2	2,1	14	700,8	130,5	14	2584,3	193,4	6
	2	17,0	3,1	25	681,9	288,6	25	2765,9	160,6	7
	3	14,7	3,0	15	674,3	262,4	15	2867,7	299,8	3
Ges.		15,9	3,0	54	684,7	245,3	54	2716,9	217,9	16
Mittlere Höhe ü. NN: 264,8 m, von 2 m ü. NN bis 1404 m ü. NN										

Tab. 1d: Klimadaten der Agrar-Klima-Regionen (AKR) mit den integrierten Boden-Klima-Regionen (BKR); StdAbw=Standardabweichung, AnzDS=Anzahl der Datensätze

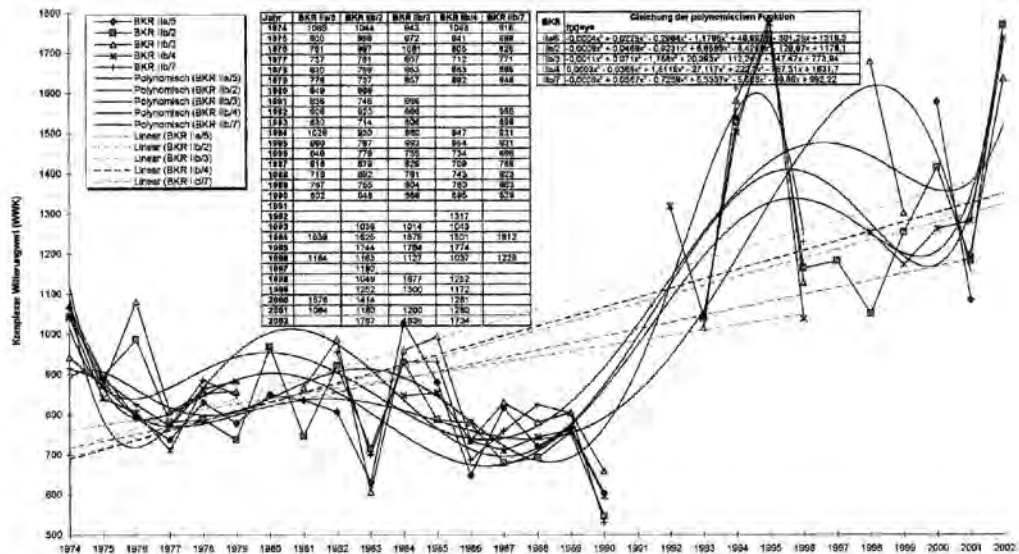


Abb. 6: Dynamik des komplexen Witterungswertes (WWK) in Ostdeutschland im Zeitraum 1974-2002



Karte 1: Agrar-Klima-Regionen (AKR) mit den integrierten Boden-Klima-Regionen (BKR)