

JÜRGEN HOGEFORSTER / HANS-RUDOLF JÜRGING

Die Abgrenzung homogener Planungsräume

Ein Beitrag zur Formulierung von Modellen
für die Regionalplanung*

Mit 1 Kartenbeilage

1. Aufgabe

Für die Durchführung verschiedener Aufgaben in der Orts- und Regionalplanung ist die Abgrenzung von Räumen notwendig, die gleiche Merkmale aufweisen. Sowohl die technische als auch die ökonomische Planung und die darauf aufbauenden politischen Entscheidungen sind auf die Darstellung homogener Räume angewiesen.

Bisher beschränken sich die in der Praxis verwandten Raumabgrenzungen sehr stark auf verbale Diktionen. Hinzu kommt, daß bei Berücksichtigung numerischer Kriterien lediglich einzelne Merkmale isoliert voneinander betrachtet wurden. Auf eine interdependente Erfassung verschiedener Kriterien mußte bislang oft verzichtet werden.

Speziell der Einsatz von Erklärungs- und Entscheidungsmodellen mit ökonomischem Inhalt ist in starkem Maße auf eine quantitative Abgrenzung angewiesen, da ein enger Zusammenhang zwischen der Raumabgrenzung und den Daten zur quantitativen Beschreibung eines Raumes bzw. zwischen Raumabgrenzungen und Planungsergebnissen besteht. Je homogener ein Gebiet abgegrenzt ist, um so weniger differenziert sind die Daten zur Quantifizierung eines Raumes zu erfassen.

Der Möglichkeit, über die Vergrößerung der Zahl der Planungsregionen deren Homogenitätsgrad zu erhöhen, sind von der Rechenkapazität Grenzen gesetzt, so daß bei der Regionsabgrenzung ein dem Ergebniswert und der Rechenkapazität angepaßter Kompromiß zwischen Anzahl und Homogenität der Planungsregionen getroffen werden muß.

Zur Zeit ist es methodisch nicht möglich, eine optimale Abgrenzung im Sinne einer vollen Simultanität zu erreichen. Vorentscheidungen und Alternativrechnungen sind notwendig, um Abgrenzungsfehler möglichst klein zu halten. Diese Vorgehensweise kann auch dadurch erforderlich werden, daß man aus Gründen der Datenverfügbarkeit auf die Verwendung von Raumeinheiten angewiesen ist, die sehr heterogen sind.

Eine konkrete Aufgabe zur Raumabgrenzung mit derartigen Vorentscheidungen stellt sich im Rahmen eines

Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das von *Henrichsmeyer* und *de Haen* im einzelnen beschrieben ist¹. Im Rahmen dieses Programms wird der Modellkonzeption² entsprechend zunächst auf der ersten Stufe eine grobe Untergliederung der Bundesrepublik (Region A) in B-Regionen vorgenommen (vgl. Abb. 1). Die B-Regionen ihrerseits werden danach noch einmal auf der Ebene C untergliedert, um erstens über die Aufsummierung bestimmter Daten Koeffizienten der B-Regionen zu kontrollieren bzw. zu korrigieren, und zweitens, um Aussagen über die regionale Konkurrenzfähigkeit der Produktion und die Faktormobilität kleinerer Gebiete machen zu können. Der Schwerpunkt dieses Beitrages liegt auf der differenzierten Abgrenzung auf der Ebene C, die in ihrer Methodik und praktischen Durchführung erläutert und zusammen mit der Abgrenzung auf der Ebene B auch kartographisch dargestellt wird.

2. Durchführung der Untersuchung

In diesem Beitrag sollen zunächst die Möglichkeiten der Regionsabgrenzung aufgezeigt werden, wobei zum einen die Abgrenzungskriterien und zum anderen die unterschiedlichen Methoden der Regionsabgrenzung zu diskutieren sind. Parallel dazu wird anhand einer Literaturanalyse beispielhaft dargestellt, wo diese Methoden entwickelt und in welchem Maße sie bisher verwendet wurden.

Im Hauptteil werden Vorschläge für eine quantitative Regionengliederung mit unterschiedlichem Homogenitätsgrad bezüglich der Einkommens- und Entwicklungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Betriebe gemacht. Dabei ist zunächst zu ermitteln, welche Faktoren dafür bestimmend und wie sie zu quantifizieren sind. Es wird dann die Grob-abgrenzung auf der 1. Stufe beschrieben und anschließend die differenzierte Gliederung der Stufe 2 (vgl. Abb. 1), die in der methodischen und praktischen Vorgehensweise ausführlich dargestellt wird. Abschließend werden die Abgrenzungen der beiden Stufen kombiniert und als Ergebnis beispielhaft für NRW erläutert.

* Arbeit aus dem Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Bonn, Lehrstuhl für angewandte landwirtschaftliche Betriebslehre, Prof. Dr. G. Steffen, finanziert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen.

1 *Henrichsmeyer, W.; H. de Haen*: Zur Konzeption des Schwerpunktprogrammes der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Konkurrenzvergleich landwirtschaftlicher Standorte“. In: *Agrarwirtschaft*. (1972) H. 5.

2 Ebenda, S. 145–146.

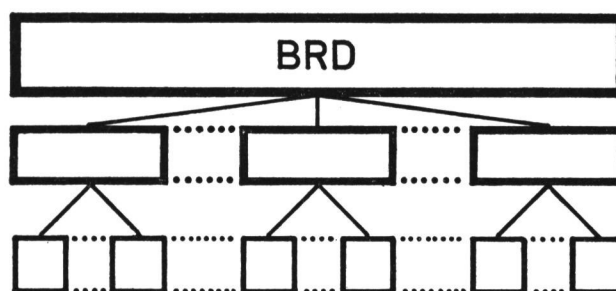
GliederungsstufeEbeneGrobabgrenzung
– Stufe 1 –differenzierte Abgrenzung
– Stufe 2 –

Abb. 1: Schematische Darstellung der Regionsabgrenzung

3. Möglichkeiten der Abgrenzung

3.1 Auswahl und Diskussion des anzuwendenden Abgrenzungskriteriums

Ähnlich wie in der einzelbetrieblichen Planung, beeinflussen sich bei regionalen Betrachtungen Planungsziel, Planungsansatz und Rechentechnik wechselseitig. Für den regionalen Planungsansatz ist die Abgrenzung des Raumes notwendig, der in enger Verbindung mit der Datenverfügbarkeit zu sehen ist. Die Abgrenzung kann auf der Basis unterschiedlicher Kriterien³ erfolgen, und zwar nach

1. administrativen Raumeinheiten
2. funktionalen Beziehungen
3. Gestaltungskriterien und Planungszielen
4. dem Homogenitätsprinzip.

Da die unterschiedlichen Standortvoraussetzungen des Wirtschaftsraumes Bundesgebiet verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten für landwirtschaftliche Betriebe bedingen, ist die Erstellung eines Modells zur Ermittlung der regionalen Konkurrenzfähigkeit der Agrarproduktion und Faktormobilität auf die Darstellung homogener Regionen bezüglich der standortdifferenzierenden Faktoren angewiesen. Auf diese Weise werden innerhalb der abgegrenzten Regionen standortdifferenzierende Wirkungen aufgehoben, so daß die Standortbedingungen für alle darin produzierenden Wirtschaftseinheiten gleich sind. Somit steht bei diesem Planungsziel eindeutig die Abgrenzung nach dem Homogenitätskriterium im Vordergrund. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit müssen administrative Kriterien als kleinste Raumeinheiten mitberücksichtigt werden. Ebenso sind auch funktionale Beziehungen (z. B. Pendlerbewegungen und -einzugsgebiete) einzubeziehen; dagegen können politische Aktivitäten völlig vernachlässigt werden, da sie Ergebnis der Modellrechnung sind.

Unter Homogenität wird hier eine Anhäufung gleicher Merkmale (bzw. gleicher Merkmalskombinationen) verstanden, wobei die Abweichungen der Merkmale von deren

Mittelwert den Homogenitätsgrad bestimmen. Eine Abgrenzung homogener Räume kann nach einem oder nach mehreren Merkmalen erfolgen. Bei einer weitgehenden Homogenität sehr vieler Merkmale ist oft direkt eine Abgrenzung nach den vorher beschriebenen Kriterien (z. B. funktionale Beziehungen) eingeschlossen.

Die moderne Standortlehre definiert einen Raum (Standort) als homogen bezüglich der Einkommens- und Entwicklungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Betriebe bzw. der Merkmale, die Einkommen und Wachstum bestimmen und insofern Produktion und Faktormobilität charakterisieren. Mit anderen Worten: Für die Homogenität sind bestimmte Konstellationen von Standortfaktoren maßgebend.

Für die Regionsabgrenzung zur Ermittlung und Darstellung der optimalen Allokation von Produktionsfaktoren sind die folgenden – von Weinschenck und Henrichsmeyer⁴ als unabhängig bezeichneten – 6 Standortfaktoren zu berücksichtigen: Politische Maßnahmen, Betriebsleiterfähigkeiten, natürliche Verhältnisse, Stand der landwirtschaftlichen Produktionstechnik, Verkehrslage und volkswirtschaftlicher Entwicklungsstand. Die letzten drei können zu einem Faktor „Wirtschaftliche Bedingungen“ zusammengefaßt werden. Diesen Faktoren passen sich annahmegemäß die abhängigen Faktoren Boden, Arbeit und Kapital langfristig im wirtschaftlichen Sinn optimal an⁵. Da die agrarpolitischen Maßnahmen Ergebnisse der Modellrechnung sind und die Betriebsleiterfähigkeiten derzeit noch nicht quantifiziert werden können und außerdem in anderen Faktoren ihren Niederschlag finden (z. B. in den ha-Erträgen), ergeben sich stark vereinfacht homogene Agrarstandorte bei gleichen wirtschaftlichen und natürlichen Bedingungen – 2 Faktoren, die direkt nicht qualifizierbar, sondern nur durch mehrere Hilfsmerkmale zu erfassen sind.

Nachdem die Brauchbarkeit des Homogenitätsprinzips für diese Aufgabe geklärt und der begriffliche Bezug zur Standortlehre hergestellt ist, muß im folgenden erörtert

3 Die Kriterien sollen hier nur angedeutet werden. Eine ausführliche Beschreibung befindet sich bei Hogeforster, J.; H.-R. Jüring: Die Abgrenzung homogener Planungsräume – ein Beitrag zur Formulierung von Modellen für die Regionalplanung. – Bonn 1972. = Forschungsbericht Nr. 1 des Lehrstuhls für angewandte landw. Betriebslehre. S. 3–6.

4 Weinschenck, G.; W. Henrichsmeyer: Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion. In: Berichte über Landwirtschaft. 44. Jg. (1966) Nr. 2; S. 208.

5 Weinschenck, G.; W. Henrichsmeyer: Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion, a.a.O., S. 204.

werden, welche Methode zur Abgrenzung homogener Planungsräume für dieses Modell am geeignetsten ist.

3.2 Abgrenzungsmethoden

Die Problematik der Regionsabgrenzung nach dem Homogenitätsprinzip liegt prinzipiell darin, eine Vielzahl von Raumeinheiten, die durch eine oder mehrere Variablen charakterisiert sind, durch geeignete Gruppierung auf weniger Regionen mit möglichst hoher Homogenität zu reduzieren. Dabei kann als Nebenbedingung noch eingehen, daß nur benachbarte Raumeinheiten eine Region bilden können (contiguity constraint), wodurch eine homogene Abgrenzung erschwert wird. Je nach Untersuchungszweck und Rechenansatz kann die Minimierung der Regionenzahl (aus Gründen der Rechenkapazität) oder die Homogenität der Regionen zur Verbesserung des Ergebniswertes von größerer Bedeutung sein, so daß zwischen diesen konkurrierenden Zielen ein Kompromiß zu finden ist.

Zur Lösung dieses Problems beschränkte man sich lange Zeit weitgehend auf qualitative Methoden, bei denen zwar auch numerisch erfaßte Hilfsmerkmale herangezogen wurden, deren Interdependenz und Einfluß in bezug auf ein übergeordnetes Leitmerkmal jedoch unvollständig erfaßt wurden und wobei auf eine quantitative Messung des Homogenitätsgrades bezüglich dieses Leitmerkmals verzichtet wurde. Teilweise gruppierte man lediglich administrative Einheiten mit Hilfe von regionalen Gebietskenntnissen und interpretierte die Gemeinsamkeiten (Homogenität) der zusammengeführten Raumeinheiten bzw. deren Unterschiede zu anderen Regionen rein verbal. Derartige Abgrenzungen sind nur für Modellrechnungen zu gebrauchen, bei denen die Abgrenzung keinen direkten Einfluß auf das Planungsergebnis ausübt (all-purpose planning regions).

Als Beispiel für diese vorwiegend subjektiv beschreibenden Verfahren sei im Rahmen der agrarpolitischen Förderungsmaßnahmen die Abgrenzung von Natur aus benachteiligter Gebiete genannt. Diese qualitativen Methoden werden durch die Berücksichtigung quantifizierter Merkmale, nach denen die Raumeinheiten gruppiert werden, verbessert. Bei nur einem Merkmal tritt dabei das Problem der Bestimmung der Schwellenwerte auf (damit werden Vorentscheidungen getroffen), bei mehreren Merkmalen außerdem das der unterschiedlichen Gewichtung, d. h., es ist zu klären, welche Gewichte den Merkmalen für die Gruppierung einer Raumeinheit beigemessen werden sollen.

Allen dazu entwickelten Gruppierungsmethoden, wie z. B. Bildung einfacher Schwellenwerte, Kennzifferkataloge und Skalogrammanalysen⁶, haftet der Mangel an, daß frühzeitig Vorentscheidungen zu treffen sind, die zu einem Informationsverlust in der weiteren Analyse führen⁷.

Deswegen wurden zu Beginn der sechziger Jahre quantitativ-multivariable Methoden, in erster Linie von Geographen, auf englischsprachigem Gebiet entwickelt. Kendall⁸ hatte schon 1939 Ansätze quantitativer Raumabgrenzung entwickelt, die jedoch erst mit der Entwicklung leistungsfähiger Rechentechniken aufgegriffen und weiterverfolgt wurden.

Die neueren Methoden basieren in erster Linie auf der Faktorenanalyse mit zusätzlichem Einsatz von Regressions-, Varianzanalysen und Gruppierungsmethoden. Neben der Beseitigung der o. a. Nachteile⁹ bietet die Faktorenanalyse die Möglichkeit, aus einer Vielzahl von Variablen wenige Ersatzindikatoren (Faktoren) zu bilden, die bestimmte, nicht direkt qualifizierbare Merkmale (z. B. Versorgungsniveau, infrastrukturelle Ausstattung usw.) zusammenfassen und repräsentieren. Nach diesen Faktoren können dann Regionen abgegrenzt werden.

So haben u. a. Breloh, Struff, Geisenberger und Mählich sowie auch Logan¹⁰ auf dieser Basis homogene Gebiete gleicher wirtschaftlicher Entwicklung abgegrenzt, indem sie mittels Regressionsanalyse die Faktorenwerte (factor-scores) für die einzelnen Beobachtungen (Raumeinheiten) schätzten, um danach den Raum zu gliedern. Bei dieser Vorgehensweise wird zwar die Gewichtung der einzelnen Merkmale intern gelöst, die Schwellenwerte für die Gruppenbildung müssen jedoch exogen vorgegeben werden. Wird nach mehreren Faktoren abgegrenzt, so tritt zusätzlich das Problem der Gewichtung der Faktoren auf.

Ein anderes Gruppierungsverfahren wird von Hogeferster¹¹ beschrieben, der im Anschluß an eine normale Faktorenanalyse mit Kreisdaten von NRW das Zahlenmaterial invertierte (Variable $\leftrightarrow$ Beobachtung) und mit Hilfe der inversen Faktorenanalyse homogene Kreisgruppen bildete. Das ist jedoch nur in Einzelfällen möglich, da hierfür die Variablenzahl (Merkmale je Raumeinheit) zur statistischen Absicherung mindest doppelt so groß sein muß wie die Zahl der Beobachtungen (Raumeinheiten). Bei der inversen Faktorenanalyse geschieht die Festlegung der Schwellenwerte zunächst modellintern, dabei wird allen Merkmalen für die Gruppierung ein gleiches Gewicht beigemessen. Erst in einem weiteren Schritt erfolgt über die Gewichtung der Merkmale nach ihrer Bedeutung auf Grund der Faktorenladungen eine alternative Zuordnung.

Eine Methode zur Überprüfung von Regionsabgrenzungen stellt die Diskriminanzanalyse dar, die außer Geisen-

und gesamtwirtschaftlichen Gebietstypen, ein Hilfsmittel für die Agrarpolitik. Forschungsstelle der Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V. – Bonn 1970. (Unveröffentlicht. Manuskript.) S. 5.

8 Kendall, M. G.: The geographical distribution of crop productivity in England. In: J. R. Statist. Soc. 102, S. 21–62.

9 Die Vorteile der Faktorenanalyse gegenüber den vorher beschriebenen Methoden werden im einzelnen bei Breloh, P. und Struff, R., a.a.O., S. 5, dargestellt.

10 Logan, M. J.: The spatial dimensions of economic development. The case of the Upper Midwest. In: J. o. Regional Studies. Vol. 4 (1969) S. 117–125.

11 Hogeferster, J.: Die Entwicklung von Regionen im Lande NRW. Ein Beitrag zur Agrarplanung. – Hilstrup 1972. = Forschung und Beratung, R. B. H. 20. S. 140ff.

6 Vgl. auch dazu Geisenberger, S.; W. Mählich: Verbesserte Maßstäbe zur Bestimmung unterdurchschnittlich entwickelter Gebiete. In: Institut für Raumordnung. Informationen 26. Jg. (1970) Nr. 10, S. 301ff., wo speziell die Schwächen der Skalogrammanalyse aufgezeigt werden.

7 Breloh, P.; R. Struff: Abgrenzung von landwirtschaftlichen

berger und Mählich u. a. auch Hasselmann und Spehl¹² angewandt haben. Es besteht die Möglichkeit, mit diesem Verfahren die Güte von Klassifikationsmerkmalen zu testen. Weiterhin kann nach einer von Hagget und Cliff entwickelten Methode die Effektivität (bezüglich des Kompromisses zwischen Homogenität und Regionenzahl) der Regionsabgrenzung überprüft werden¹³.

Einen Schritt weiter noch geht Spence¹⁴, der eine multifaktorielle Abgrenzung für ganz England durchgeführt hat. Hierbei wird die Zahl der Raumeinheiten über eine Bewertung aller relevanten Faktoren (Ersatzindikatoren) nach dem Verfahren der Distanzmessung¹⁵ und einem von Ward¹⁶ entwickelten Gruppierungsverfahren Schritt für Schritt reduziert. Über die Bewertung der Faktoren erhält jede Raumeinheit einen Wert für jeden Faktor und damit einen Punkt in dem durch alle Faktoren (Vektoren) aufgespannten Faktorenraum. Die Distanzen der Punkte in diesem Faktorenraum kennzeichnen eine multifaktorielle Ähnlichkeit. Dabei sind zusammenliegende Punkte ähnlich, d. h., daß die durch diese Punkte repräsentierten Raumeinheiten homogen sind. Dagegen sind Raumeinheiten, deren Punkte in dem Faktorenraum entfernt liegen, weniger homogen. Die Gruppierung der Raumeinheiten erfolgt unter Minimierung der quadrierten Distanzen zwischen den zusammengefaßten Punkten (Raumeinheiten). Nach jedem Gruppierungsschritt wird die Steigerung der quadrierten Distanzen innerhalb der Gruppen (loss of detail) der Abnahme der Gruppenzahl gegenübergestellt, bis die Zahl der Gruppen = 1 ist (complete generality). Die Steigerung der Distanzquadrate (Homogenitätsverlust) und die jeweilige Regionenzahl geben Aufschluß darüber, welcher Gruppierungsschritt für den speziellen Untersuchungszweck der geeignetste ist¹⁷. Bei dieser Methode wird die Bildung der Schwellenwerte modellintern gelöst, während die Faktoren für die Gruppenbildung alle gleiches Gewicht haben¹⁸.

4. Vorschläge für die Regionsabgrenzung

In dieser Untersuchung wird, speziell bezogen auf die differenzierte Gliederung auf der Stufe 2, eine quantitative Abgrenzung mit Hilfe von Faktorenanalyse und Regressionsrechnungen und einem speziellen Gruppierungsverfahren durchgeführt. Die quantitative Bestimmung homogener Räume wird, wo es erforderlich ist, durch verbale Interpretationen ergänzt. Die Vorgehensweise weicht an verschiedenen Punkten von den beschriebenen Methoden auf der Basis der Faktorenanalyse ab, was im weiteren Verlauf der Abhandlung deutlich werden wird.

4.1 Möglichkeiten zur Erfassung der Raumabgrenzungsmerkmale

Da die Standortfaktoren – wirtschaftliche und natürliche Bedingungen –, nach denen für die gestellte Aufgabe homogene Agrarstandorte abzugrenzen sind, nicht direkt quantifizierbare Größen sind bzw. durch eine Vielzahl quantitativer Größen bestimmt werden, ist zunächst zu ermitteln, welche Faktoren einen Einfluß auf die natürlichen Verhältnisse haben und welche die wirtschaftlichen Bedingungen charakterisieren und wie diese Größen quantitativ erfaßt werden können. Die beiden Begriffe sind sehr weit gefaßt, so daß speziell die Faktoren herausgegriffen werden müssen, die für die Agrarproduktion relevant sind.

Die natürlichen Verhältnisse, also die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens für die Erzeugung der verschiedenen Produkte, ergeben sich aus dem Zusammenwirken von Boden- und Klimafaktoren. Zu ihrer Erfassung kann man von unterschiedlichen Informationsquellen ausgehen, d. h. von zwei Schichten unterschiedlicher Aggregation.

Man kann:

1. direkt von der räumlichen Verteilung der Bodenqualitäten und -beschaffenheit und den Klimafaktoren wie Niederschlag, Temperatur und Sonnenscheindauer oder
2. von den aus dem Zusammenwirken dieser Faktoren resultierenden ha-Erträgen ausgehen.

Bei Verwendung der Hektarerträge ist jedoch zu bedenken, daß sich darin regionsspezifische Aufwendungen und Betriebsleiterfähigkeiten niederschlagen, so daß die Ertragszahlen nicht die Ertragsfähigkeit, sondern die Ausnutzung der Ertragsfähigkeit einer Region widerspiegeln. Bei Ausgang von der 1. Informationsschicht ist zu berücksichtigen, daß die dort erwähnten Merkmale teilweise schwer erfassbar sind. Außerdem sind Bodenmängel durch entsprechende Betriebsleiterfähigkeiten teilweise kompensierbar. Einzelne Merkmale, so z. B. die Niederschlagsmengen, müssen außerdem bei verschiedener Bodennutzung unterschiedlich gewichtet werden.

Optimal wäre es, bei der Regionsabgrenzung nach natürlichen Verhältnissen beide Informationen zu kombinieren, wobei in Kauf genommen werden muß, daß die Merkmale der Ebene 2 von anderen Größen (z. B. Betriebsleiter)

12 Beschrieben von Schneider, H. K.: Raumrelevante Abgrenzungskriterien auf Grund einer Untersuchung in Hessen. Vortrag auf der Tagung der Landesplanungsgemeinschaft NRW am 22. 8. 1969.

13 Cliff, A. D.; P. Hagget: On the efficiency of alternative aggregations in region-building problems. In: Environment and Planning. Vol. 2 (1970) S. 285–294.

14 Spence, N. A.: A multifactor uniform regionalization of British countries on the basis of employment data for 1961. In: J. o. Regional Studies. Vol. 2 (1968) S. 87–104.

15 Bei der Abgrenzung nach mehr als 2 Faktoren erscheint die Gruppierung nach der Distanzmessung günstiger zu sein; vgl. dazu Bähr, J.: Regionalisierung mit Hilfe von Distanzmessungen. In: Raumforschung und Raumordnung. 29. Jg. (1971) H. 1, S. 11–19.

Bei 2 Faktoren kann das Verfahren kreuztabellierter Faktorenwerte angewandt werden, wie es bei Breloh/Struff (a.a.O., S. 23ff.) und von de Haen, bei der Abgrenzung nach wirtschaftlichen Bedingungen praktiziert wurde (vgl. dazu Abschnitt 4.31).

16 Vgl. dazu Spence, N. A., a.a.O., S. 95.

17 Vgl. dazu Spence, N. A., a.a.O., S. 97.

18 Das gleiche Gewicht aller Faktoren in bezug auf das zu quantifizierende Merkmal entspricht nicht immer der Realität. In solchen Fällen kann eine Gewichtung der Faktorwerte nach subjektivem Ermessen zu realistischeren Ergebnissen führen.

mitbeeinflusst sind, was bei bestimmten Fragestellungen jedoch durchaus erwünscht sein kann.

Die wirtschaftlichen Bedingungen, von denen neben der Lage zu den Produkt- und Faktormärkten insbesondere die alternativen Erwerbsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte von Belang sind, werden durch landwirtschaftliche Größen und Daten der übrigen Volkswirtschaft bestimmt. Zwischen den landwirtschaftlichen Größen (z. B. AK-Besatz, landwirtschaftliche Löhne, Betriebsgrößenstruktur) und den Daten der übrigen Volkswirtschaft (z. B. nichtlandwirtschaftliche Arbeitsplätze, außerlandwirtschaftliches Lohnniveau) besteht ein enger Zusammenhang¹⁹. So sind z. B. die Kosten für Fremd-AK abhängig vom Lohnniveau der übrigen Wirtschaft²⁰. Optimal wäre es, die wirtschaftlichen Bedingungen in der Landwirtschaft und in der übrigen Wirtschaft durch tatsächlich gemessene Werte (z. B. Buchführungsergebnisse, außerlandwirtschaftliche Lohnzahlungen, Pendlerkosten) zu ermitteln. Da diese jedoch nicht in ausreichendem Maße vorliegen, müssen gesamtwirtschaftliche Hilfsmaßstäbe, wie z. B. die Realsteuerkraft, Bevölkerungsdichte, Kaufkraftkennziffer, BIP-Struktur und BIP je Einwohner, zur Charakterisierung der wirtschaftlichen Bedingungen verwendet werden.

Dabei wird unterstellt, daß diese Maßstäbe auf Grund der starken Interdependenzen gleichzeitig die wirtschaftlichen Verhältnisse in der Landwirtschaft und in der übrigen Wirtschaft charakterisieren. Da im Modell die Preise über eine simultane Einbeziehung der Nachfrage nach Agrarprodukten und der Transportkosten bestimmt werden und annahmegemäß innerhalb einer Region keine Transportkosten auftreten dürfen²¹, ist die Abgrenzung so vorzunehmen, daß die Forderung „Preis- und Kostenunterschiede innerhalb einer Region = 0“ zutrifft bzw. bestehende Unterschiede sich innerhalb einer Region ausgleichen.

4.2 Grobabgrenzung – Stufe 1 –

4.21 Berücksichtigung der natürlichen Bedingungen

Auf der 1. Stufe der Untersuchung wurde zunächst für die BRD (Ebene A) aus Gründen der begrenzten Rechenkapazität eine Grobabgrenzung in B-Regionen durchgeführt (s. Abb. 1), die nur einen geringen Homogenitätsanspruch erhebt. Mit Hilfe von Ertragsdaten wurden Gebiete ähnlicher natürlicher Bedingungen abgegrenzt, wobei aus Gründen der Datenverfügbarkeit Kreisgrenzen eingehalten wurden²². Um zufallsbedingte Schwankungen aus-

zuschalten, wählte man Trendwerte der Verkaufsfrüchte des Ackers. Die Grundlage bildeten die Arbeiten von Kuchs²³, der in einer Untersuchung für die BRD unterschiedliche Trendfunktionen und Markov-Ketten für die Schätzung der Erträge verwandt hatte. Neben den geschätzten Erträgen ließ Kuchs noch den Grünlandanteil zur Abgrenzung homogener Produktionsstandorte eingehen²⁴. Daran anschließend erfolgte eine Konsistenzprüfung anhand von Bodenkarten, um festzustellen, ob die originären Faktoren der 1. Informationsschicht in den so abgegrenzten Regionen ebenfalls homogen sind.

Den Abschluß bildete eine Überprüfung der Plausibilität der Abgrenzung nach natürlichen Bedingungen mit Hilfe von regionsspezifischen Kenntnissen und ein Vergleich mit anderen Ertragsschätzungen²⁵ und Regionseinteilungen²⁶. Daraus ergaben sich für NRW keine wesentlichen Änderungen der Abgrenzung nach natürlichen Bedingungen.

4.22 Erfassung der wirtschaftlichen Verhältnisse

Um wirtschaftliche Merkmale in erster Annäherung zu berücksichtigen, wurde unabhängig von der natürlichen Gliederung eine Regionseinteilung mit der inversen Faktorenanalyse durchgeführt²⁷. In diese Analyse gingen ohne Vorauswahl 121 Variable ein, die sowohl die Ist-Situation als auch z. T. Entwicklungsmöglichkeiten eines Kreises charakterisieren. Als Ergebnis konnten 9 verschiedene Kreisgruppen gebildet werden.

Anschließend wurde diese Regionseinteilung mit vorhandenen wirtschaftlichen Abgrenzungen verglichen²⁸ und dann der Abgrenzung nach natürlichen Verhältnissen gegenübergestellt. Es zeigte sich, daß die natürlich homogenen Regionen bei zu starken wirtschaftlichen Unterschieden weiter untergliedert werden mußten. So wurde z. B. das Ruhrgebiet zu einer selbständigen Region zusammengefaßt. Die endgültige B-Regionsabgrenzung ist in der Karte dargestellt. Auf diese Weise konnte eine grobe Unterteilung des Landes NRW in relativ homogene Produktionsstandorte erreicht werden. Aus den eingangs erwähnten Gründen ist eine feinere Unterteilung der B-Regionen auf der Ebene C mit einem höheren Homogenitätsgrad erforderlich.

23 Kuchs, W.: Die voraussichtliche Entwicklung der Bodenproduktion in den Wirtschaftsgebieten der Bundesrepublik Deutschland bis 1980. Diss. Stuttgart-Hohenheim 1969.

24 Der erste Vorschlag der Grobabgrenzung für die Ebene B wurde von der Zentrale des Schwerpunktprogramms für die ganze BRD gemacht. Die Korrektur und die Einbeziehung von wirtschaftlichen Merkmalen wurden von regionalen Arbeitsgruppen, für NRW speziell vom Lehrstuhl für angewandte landwirtschaftliche Betriebslehre durchgeführt.

25 Middelschulte, E.: Zur Ökonomie des Getreide- und Körnermaisbaus in NRW. Diss. Bonn 1972. S. 23ff.

26 Fleischhauer, E.; F. Pfähler: Landwirtschaftliche Betriebsbeispiele für Nordrhein-Westfalen. Programmierte Betriebsmodelle. – o. O. (Düsseldorf) 1967. = Forschung und Beratung, Reihe C, H. 12.

27 Steffen, G.; J. HogeForster: Bestimmungsgründe und Formen nebenberuflicher Landbewirtschaftung. In: Agrarwirtschaft. 20. Jg. (1971) Nr. 2, S. 62–72.

28 Breloh, P.; R. Struff: Abgrenzung von landwirtschaftlichen ..., a.a.O.

19 HogeForster, J.: Die Entwicklung von Regionen ..., a.a.O.

20 Steffen, G.; J. HogeForster: Betriebsformen im Verdichtungs- und Verdünnungsraum (Vortrag). In: Anpassungsprobleme in der Wohnungs- und Raumwirtschaft. S. 127–156. – Münster (Westf.) 1970. = Institut für Siedlungs- und Wohnungswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Beiträge und Untersuchungen, Bd. 73.

21 Henrichsmeyer, W.; H. de Haen, a.a.O.

22 Die Statistik weist für die Verkaufsfrüchte des Ackers nur Kreisdurchschnittserträge aus.

4.3 Differenzierte Abgrenzung – Stufe 2 –

Bei der Grobabgrenzung konnten aus Gründen der Operabilität des Rechenprogramms die aus der Standortlehre bekannten Anforderungen an die Homogenität eines Raumes nur in grober Annäherung berücksichtigt werden. Aus den eingangs beschriebenen Gründen müssen die Regionen der Stufe 1 (B-Regionen) zur Erlangung eines größeren Homogenitätsgrades differenzierter nach natürlichen und wirtschaftlichen Bedingungen untergliedert werden. Die Modellrechnung auf der Stufe 2 im Vergleich zur 1. Stufe ermöglicht eine wechselseitige Überprüfung der Ergebnisse und der Regionsabgrenzungen auf beiden Ebenen (s. Abb. 1).

4.31 Abgrenzung nach wirtschaftlichen Bedingungen

Die Wahl der kleinsten Raumeinheit wird bei der Abgrenzung nach wirtschaftlichen Bedingungen auf der Ebene C allein durch die Datenverfügbarkeit bestimmt. Während zu den natürlichen Verhältnissen auch Daten auf Gemeindeebene vorliegen, sind Indikatoren der wirtschaftlichen Entwicklung bzw. der außerlandwirtschaftlichen Beschäftigungsmöglichkeiten zum größten Teil nur auf Kreisebene verfügbar. Hierbei erscheint die Wahl des Kreises als kleinste Raumeinheit allerdings auch gerechtfertigt, da die Einflußbereiche von Unternehmen und die Pendlerwege meistens Gemeindegrenzen überschreiten und häufig sich auf den ganzen Kreis ausdehnen.

Die methodische Vorgehensweise entspricht den beschriebenen Methoden auf der Basis der Faktorenanalyse, Faktorenbewertung und Gruppierung über kreuztabellierte Faktorenwerte, für die auf der Basis einer Häufigkeitsverteilung Schwellenwerte ermittelt wurden. Die von *de Haen*²⁹ durchgeführte Abgrenzung erfolgte nach 2 Faktoren, die als

1. Stand der wirtschaftlichen Entwicklung
2. Intensität der AK-Mobilität

identifiziert worden sind. Für jeden Faktor wurden 3 Klassen gebildet, so daß sich insgesamt neun unterschiedliche Kreisgruppen ergaben.

Da die Daten weitgehend statischen Charakter hatten und teilweise aus älteren Erhebungen stammten, mußten bei der Plausibilitätsprüfung erkennbare Entwicklungstendenzen, die im Datenmaterial nicht erfaßt worden sind, bei der Korrektur berücksichtigt werden. So kann z. B. ein Kreis mit mittlerer wirtschaftlicher Entwicklung auf Grund einer starken Entwicklung in den letzten Jahren oder einer hohen AK-Mobilität einer hoch entwickelten Kreisgruppe zugeschlagen werden.

Außerdem wurden bei der Korrektur der wirtschaftlichen Subregionen teilweise die Kreisgrenzen aufgegeben, da einzelne Randgemeinden aus der Kenntnis der regionalen Verhältnisse heraus dem benachbarten Kreis zugeführt werden mußten. Diese Abweichung von dem quantitativen

Vorgehen erscheint möglich oder gar erforderlich, da in Randgemeinden, bedingt durch die günstigere Lage zu Ballungszentren, bessere alternative Erwerbsmöglichkeiten bestehen können.

Ferner ist diese Regionseinteilung höchstens als mittelfristig stabil im Sinne der Darstellung von *Hottes*³⁰ anzusehen, da die wirtschaftlichen Bedingungen einer starken Dynamik unterliegen. Eine ständige Korrektur muß vor allen Dingen deswegen möglich sein, da der Modellkonzeption entsprechend innerhalb einer B-Region auch nicht benachbarte Kreise zu einer wirtschaftlichen Subregion zusammengefaßt werden konnten (no contiguity constraint). Die Zusammenfassung von nicht benachbarten Kreisen ist möglich, da im Modell innerhalb einer B-Region keine Transportkosten auftreten. Da entfernt liegende Kreise sich im Laufe der Zeit, z. B. durch veränderte Verkehrslage, sehr unterschiedlich entwickeln können, kann diese Regionseinteilung eher korrekturbedürftig werden (vgl. 3.12).

Neben den wirtschaftlichen Bedingungen muß zur Erlangung einer vollständigen Homogenität im Sinne der Standortdefinition eine weitere Untergliederung nach natürlichen Verhältnissen vorgenommen werden.

4.32 Abgrenzung nach natürlichen Bedingungen

Hierbei ist es erforderlich, mindestens bis auf Gemeindeebene als kleinste Raumeinheit herunterzugehen, da die Kreise starke Unterschiede bezüglich der natürlichen Ertragsfähigkeit aufweisen und die natürlichen Bedingungen (besonders Bodengüte) nicht transportierbar, sondern an einen Standort gebunden sind. Einzelne Gemeinden sind zwar ebenfalls relativ heterogen bezüglich der Erträge. Das muß jedoch auch hier aus Gründen der Datenverfügbarkeit in Kauf genommen werden.

Nach der Erfassung der auf Gemeindeebene verfügbaren Daten war zu prüfen, welche Daten zur Kennzeichnung der natürlichen Verhältnisse einer Region brauchbar sind. Dazu wurde mit allen verfügbaren Daten eine Faktorenanalyse durchgeführt, um damit Ersatzindikatoren für die natürliche Ertragsfähigkeit zu ermitteln.

4.32.1 Die Ermittlung von Ersatzindikatoren

Da die Raumgliederung nach natürlichen Verhältnissen auf Gemeindeebene durchgeführt werden sollte, mußten die den Ersatzindikator bildenden Variablen (Merkmale) auf Gemeindeebene verfügbar sein. Da aber die Erträge nur auf Kreisebene statistisch erfaßt sind, wurde die Faktorenanalyse mit Kreisdaten durchgeführt, die – Erträge ausgenommen – auch auf Gemeindeebene verfügbar sind. Damit können die auf Kreisebene gewonnenen Ergebnisse auf die Gemeindeebene transformiert werden.

²⁹ *de Haen, H.*: Vorschlag für eine weitere Untergliederung der B-Regionen nach wirtschaftlichen Bedingungen. – Göttingen 1971. (Unveröffentl. Manuskript.)

³⁰ *Hottes, K.*: Planungsräume. Ihr Wesen, ihre Abgrenzungen. In: Theorie und Praxis bei der Abgrenzung von Planungsräumen, dargestellt am Beispiel Nordrhein-Westfalen. – Hannover 1972. = Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 77.

Tabelle 1: Haupt-Faktorenschema einer Faktorenanalyse mit 25 transformierten Bezugsvariablen aus 57 Kreisen Nordrhein-Westfalens

Transformierte Variablen	Faktoren					Zeilen- quadrat- summen h²
	1	2	3	4	5	
1. Getreide in v. H. der LN	− 21	− 33	+ 3	− 5	+ 29	92
2. Kartoffeln in v. H. der LN			+ 66			71
3. Zuckerrüben in v. H. der LN	− 88			− 3		94
4. Grünlandanteil in v. H. der LN	48	25	− 6		− 14	95
5. Sonderkulturen in v. H. der LN	− 10	+ 1	− 1	+ 53	+ 1	68
6. Betriebe < 5 ha i. v. H. aller Betriebe	+ 10		+ 2	+ 42	− 22	78
7. Betriebe 5–10 ha in v. H. aller Betriebe	− 4	+ 14	+ 14	− 21	+ 4	60
8. Betriebe > 20 ha in v. H. aller Betriebe		− 26	− 3	− 12	+ 40	82
9. ha LN der Betriebe < 5 ha in v. H. der gesamten LN	+ 7		+ 3	+ 20	− 53	84
10. ha LN der Betriebe 10–20 ha in v. H. der gesamten LN	− 7	+ 52		− 4		64
11. ha LN der Betriebe > 20 ha in v. H. der gesamten LN		− 37	− 4	− 5	+ 45	94
12. Wald in v. H. der LN	+ 5		− 2	+ 2	− 76	87
13. Hutungen in v. H. der LN	+ 16		− 1	− 1	− 55	74
14. % LN von Natur aus benachteiligt	+ 4	+ 1	− 7		− 74	88
15. Kühe je 100 ha LN	+ 19	+ 58			− 2	80
16. 16. Schweine je 100 ha LN	+ 17	− 4	+ 40		+ 19	81
17. AK je 100 ha LN		+ 27	+ 14		+ 3	47
18. Ø Bodenklimazahl (BKZ)	− 74	− 2		+ 1	+ 14	92
19. BKZ Standardabweichung	− 18		+ 3		+ 18	40
20. Erträge Winterweizen in dz/ha	− 55		+ 1		+ 33	90
21. Erträge Roggen in dz/ha	− 70				+ 18	90
22. Erträge Wintergerste in dz/ha	− 34				+ 55	89
23. Erträge Hafer in dz/ha	− 50	− 4			+ 34	88
24. Erträge Zuckerrüben in dz/ha	− 62	+ 13	− 3			78
25. Erträge Kartoffeln in dz/ha	− 4	+ 3	+ 44		+ 7	59
Spaltenquadratsummen	6,33	3,09	2,22	1,78	6,28	
in Prozent einzeln	32	16	11	9	32	
in Prozent kumulativ	32	48	59	68	100	

In der Faktorenanalyse wurden 25 Variable erfaßt; neben den Erträgen³¹ von Getreide, Zuckerrüben und Kartoffeln gingen als mutmaßliche Ertragsindikatoren bzw. einflußnehmende Variable die gesamte Bodennutzung, die Betriebsgrößenstruktur, der AK- und Viehbesatz und die Bodenklimazahl ein. Die einzelnen Variablen sind in Tab. 1 aufgeführt. Aus dem Material der Reichsbodenschätzung wurde hier bewußt die BKZ gewählt, die aus den Bodenzahlen und Grünlandgrundzahlen durch Zu- und Abschläge für Klima und Geländeform und einer Gewichtung mit dem jeweiligen Flächenumfang errechnet wurde. Das scheint von erheblicher Bedeutung zu sein, da frühere Berechnungen³² gezeigt haben, daß hohe negative Korrelationen zwischen ha-Erträgen und Grünlandanteil eines Kreises bestehen. Acker- und Grünlandzahlen sind außerdem nur für einzelne Gebiete der BRD statistisch verfügbar und konnten deswegen nicht mitverwendet werden.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Kreisen zu gewährleisten, wurde zum einen das Datenmaterial zunächst in Bezugsvariable (Grünlandanteil in v. H. der LN, Betriebe in v. H. aller Betriebe, AK je 100 ha LN, Kühe je

100 ha LN usw.) umgerechnet und zum anderen auf den Mittelwert 50 mit der Streuung 10 transformiert³³.

(1)
$$x = \frac{a - \bar{a}}{s} \cdot 10 + 50$$

- a = Beobachtungswert
- $\bar{a}$ = Mittelwert
- s = Standardabweichung
- x = transformierter Wert von a mit $\bar{x} = 50$ und $s_x = 10$

Die Standardisierung war für mögliche anschließende Berechnungen wie z. B. für eine inverse Faktorenanalyse, für Regressionsrechnungen zur Faktorenbewertung oder zur graphischen Darstellung von Faktorenwerten erforderlich.

Die Faktorenanalyse, durchgeführt mit dem Programm PAFA³⁴ nach dem Varimax-Verfahren, ergab eine Extraktion von 5 Ersatzvariablen (Faktoren), die in der Faktormatrix in Tab. 1 dargestellt sind.

Die Koeffizienten im Faktorenschema sind die quadrierten und mit 100 multiplizierten Faktorladungen der einzelnen Variablen und stellen den prozentualen Erklärungsan-

31 Als Ertragsvariable wurden Mittelwerte der Jahre 1965–69 gewählt, um unregelmäßige Ertragsschwankungen auszuschalten.
32 Hogeferster, J.: Die Entwicklung von Regionen ..., a.a.O.

33 Vgl. Born, D.: Entwicklung der Kapitalbildung in landwirtschaftlichen Betrieben. Diss. Bonn 1969. S. 203.
34 Schnell, P.: Principal axes-factor-analysis. – DRZ Darmstadt.

teil an der Varianz der einzelnen Variablen durch den jeweiligen Faktor dar³⁵. Die Vorzeichen geben lediglich die Korrelationsrichtung unter den Variablen an. Sie wurden – obwohl durch die Quadrierung eigentlich aufgehoben – beibehalten, da sie wesentlich für die Information und für die Identifikation der Faktoren sind. Aus den Zeilenquadratsummen (h^2) läßt sich der Erklärungsanteil an der Varianz der einzelnen Variablen durch die Gesamtheit der Faktoren ersehen, während die Spaltenquadratsummen die Anteile der Streuungsbindung von der Gesamtvarianz durch die einzelnen Faktoren angeben.

Aus einer Interpretation der Zeilen und Spalten des Faktorenschemas in Tab. 1 gilt es nun, einen Ersatzindikator für die natürliche Ertragsfähigkeit zu identifizieren, um über die diesen Faktor hoch ladenden Variablen einen Überblick darüber zu bekommen, welche Variablen mit welcher Intensität und Wirkungsrichtung die natürliche Ertragsfähigkeit eines Standortes bestimmen.

Aus den Spaltenquadratsummen ist zu ersehen, daß der Faktor 1 32% der Gesamtvarianz auf sich vereinigt. Dieser Faktor läßt sich als Ersatzindikator für die natürliche Ertragsfähigkeit identifizieren, da er von Ertrags- und zugehörigen Anbauvariablen sehr hoch in gleicher Wirkungsrichtung geladen wird³⁶. Das wird noch dadurch untermauert, daß neben 78% der Varianz der BKZ in gleicher Richtung noch 48% der Varianz des Grünlandanteils mit entgegengesetzter Wirkungsrichtung an diesen Faktor gebunden sind. Erträge und Anbauflächen von Kartoffeln gehen nicht in diesen Faktor ein, was vermuten läßt, daß diese Variablen nicht uneingeschränkt auf die natürliche Ertragsfähigkeit einer Region schließen lassen.

Der Faktor 2 erklärt 16% der Gesamtvarianz und charakterisiert bestimmte Betriebsgrößen und -organisationen, da dieser von Variablen der Betriebsgrößenstruktur, des Viehbesatzes in Abhängigkeit von der Fläche (Kühe), des Getreide- und Grünlandanteils und vom AK-Besatz geladen wird. Ertragsvariablen gehen kaum ein, so daß kein Zusammenhang mit der natürlichen Ertragsfähigkeit zu erwarten ist.

Der Faktor 3 wird von Kartoffelerträgen und Anbauflächen geladen und in gleicher Richtung von dem Schweinebesatz und den Arbeitskräften. Insofern deutet sich eine Verbindung von Kartoffelbau und Schweinebesatz an. Da die Kartoffelerträge in Faktor 1 nicht enthalten sind, stellt sich die Frage, ob sie über andere Variable (z. B. Schweinebesatz) zu ermitteln sind.

Der Faktor 4 weist Sonderkulturstandorte in Verbindung mit kleinbetrieblicher Struktur aus. Da keinerlei Beziehungen zu Ertragsvariablen bestehen, scheidet dieser Faktor als Indikator für die natürliche Ertragsfähigkeit aus.

Ein Zusammenhang zwischen Erträgen und Indikatoren für benachteiligte Gebiete (z. B. Hutungen, Wald usw.) wird in Faktor 5 ausgewiesen, der 32% der Gesamtvarianz erklärt. Die hohen Faktorladungen über die Ertragsvariablen deuten einen kausalen Zusammenhang mit Faktor 1 an. Dieser Faktor wird neben den genannten Variablen noch durch Merkmale der Betriebsgrößenstruktur und Bodennutzung geladen und ermöglicht insofern keine wesentliche Datenreduktion. Da ein Teil der Daten außerdem auf Gemeindeebene schwer verfügbar bzw. veraltet ist, scheidet auch dieser Faktor für die Quantifizierung der natürlichen Ertragsfähigkeit auf Gemeindeebene aus.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der Faktor 1 als Ersatzindikator für die natürlichen Verhältnisse am besten geeignet erscheint, da dieser eindeutig als solcher zu identifizieren ist und ferner von Variablen geladen wird, die für weitere Berechnungen auch auf Gemeindeebene verfügbar sind.

Eine Regionsabgrenzung nach diesem Faktor ist auf Gemeindeebene allerdings nicht möglich, da, wie bereits erläutert, die Ertragsdaten für die Faktorbewertung nur auf Kreisebene vorliegen. Deswegen war hier zunächst zu testen, ob einige diesen Faktor hoch ladenden Variablen als Indikatoren für die natürliche Ertragsfähigkeit verwendet werden können.

Aus den Faktorladungen von Faktor 1 und Faktor 3 lassen sich diesbezüglich folgende Hypothesen formulieren, die durch anschließende Regressionsrechnungen quantifiziert werden müssen:

1. Die BKZ hat einen großen Einfluß auf die ha-Erträge bei Getreide und Zuckerrüben.
2. Der Grünlandanteil einer Region hat wesentlichen Bezug zu den Erträgen des Ackerbaues.
3. Es besteht kein Zusammenhang zwischen Kartoffelerträgen und den Variablen von Faktor 1. Dagegen besteht die Möglichkeit, die Kartoffelerträge über Variable des Faktors 3 (AK-Besatz, Schweinebesatz) zu bestimmen, da die Kartoffelerträge sehr stark durch diesen Faktor erklärt werden.

4.32.2 Quantifizierung der Ersatzindikatoren mit Hilfe der Regressionsrechnung

Die Quantifizierung der Ertragsindikatoren kann, genau wie die Faktorenanalyse (Grund: Verfügbarkeit der Ertragsdaten), nur auf Kreisebene durchgeführt werden. Die mit diesem Datenmaterial ermittelten Beziehungen zwischen unabhängigen Variablen und Erträgen auf Kreisebene müssen auf Gemeindeebene übertragen werden, um dort mit Hilfe der quantifizierten Indikatoren für die natürliche Ertragsfähigkeit die Regionsabgrenzung durchführen zu können.

Für die Regressionsanalyse kommen die Variablen des Faktors 1 und die von Faktor 3 in Betracht. Die restlichen Variablen können vernachlässigt werden, da deren geringe bzw. fehlende Bindung an einen dieser Faktoren keinen Bezug zur natürlichen Ertragsfähigkeit erwarten läßt. Mit

35 Vgl. Isard, W.: *Methods of regional analysis: an introduction to regional science*. – Cambridge, Mass. 1963. S. 295f.

36 Vgl. dazu Hanf, C. H.: *Zur Anwendung der Faktorenanalyse bei der Untersuchung der Streuungsursachen landwirtschaftlicher Einkommen (Vortrag mit Diskussion)*. – München; Basel; Wien 1967. = *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.*, Bd. 4. S. 231ff.

Tabelle 2: Ergebnisse der einfachen und multiplen Regressionsrechnung mit Daten aus 57 Kreisen Nordrhein-Westfalens

y: Ertrag in dz/ha	Regressionskoeffizienten mit zugehöriger Signifikanz ¹⁾					bs Glied	Prüf- und Kennwerte			
	BKZ	BKZ ²	BKZ ³	Roggen in v. H. der LN	Kartoff. in v. H. der LN		Mittel- wert von y	Standard- abweichung	Freiheits- grade	Bestimmt- heitsmaß
1. Winterweizen	0,251 (1,0)					24,27	36,39	4,18	55	0,67
2. Roggen	0,269 (1,0)					18,79	31,77	4,14	55	0,78
3. Wintergerste	0,262 (1,0)					26,79	38,45	4,61	55	0,60
4. Hafer	0,269 (1,0)					18,93	31,92	4,32	55	0,72
5. Zuckerrüben	2,72 (1,0)					262	393,85	55,4	55	0,45
6. Kartoffeln	0,41 (1,0)					254,4	274,3	20,5	55	0,08
7. Winterweizen	0,238 (0,999)			0,21 (1,0)		23,47	36,39	4,18	54	0,75
8. Hafer	22,18 (1,0)			+ 0,243 (0,999)	− 2,96 (0,956)	19,34	31,93	4,32	53	0,80
9. Wintergerste	0,873 (0,999)	− 0,0059 (0,994)				11,1	38,45	4,61	54	0,65
10. Zuckerrüben			0,00033 (1,0)			347,3	393,85	55,4	55	0,50
11. Zuckerrüben 27 Kreise	− 280,7 (0,996)	4,47 (0,996)	0,023 (0,993)			6122	423	51,9	24	0,72

¹⁾ Die P-Werte stehen eingeklammert unter den Regressionskoeffizienten.

dieser Datenreduktion wird zum einen die Transformation auf die Gemeindeebene erleichtert. Zum anderen scheiden Variablen aus, die auf Gemeindeebene schwer verfügbar bzw. veraltet sind (Betriebsgrößenstruktur, Waldanteil u. a.).

In einem ersten Schritt wurden zunächst die Beziehungen zwischen der BKZ als unabhängige Variable und den Erträgen der einzelnen Ackerfrüchte als abhängige Variable auf der Basis linearer Funktionen geprüft³⁷. Die Funktionen 1–6 sind in Tab. 2 dargestellt. Es ergeben sich für die Getreidearten relativ hoch gesicherte Schätzfunktionen mit Bestimmtheitsmaßen zwischen 0,60 und 0,78. Für Zuckerrüben liegt das Bestimmtheitsmaß bei 0,45, während die Varianz der Kartoffelerträge nur zu 8% durch die BKZ allein erklärt wird.

In einem 2. Schritt wurde dann versucht, über die Einbeziehung weiterer Variablen die Funktionen zu verbessern. Dazu wurden neben den Ackerflächenanteilen der Getreidearten, von Kartoffeln und Zuckerrüben, der Grünlandanteil und die Viehbesatzdaten (Kühe, Schweine) sowie der AK-Besatz in die Regression einbezogen. In der Rechnung wurden die unabhängigen Variablen schrittweise nach dem t-Test (5% Irrtumswahrscheinlichkeit) abgebaut. Dabei konnten lediglich für Winterweizen mit 0,75 und für Hafer mit 0,80 die Bestimmtheitsmaße leicht erhöht werden, wie aus den Funktionen 7 und 8 der Tab. 2 zu ersehen ist. Als signifikante Variable bleiben die Roggenanbauflächen und bei Hafer zusätzlich die Kartoffelanbauflächen in der Funktion.

Daran anschließend wurden mit denselben Variablen auch Funktionen 2. und 3. Grades geprüft. Dabei wurden jedoch alle erklärenden Variablen bis auf die BKZ wieder abgebaut. Es konnte nur für Wintergerste eine quadratische Funktion mit einem etwas höheren Bestimmtheitsmaß (0,65) errechnet werden und für Zuckerrüben eine leicht verbesserte Funktion 3. Grades (B = 0,50); vgl. Funktionen 9 und 10 in der Tab. 2.

Insgesamt ließen sich über die Einbeziehung mehrerer Variablen und anderer Funktionstypen keine wesentlich höher abgesicherten Funktionen ermitteln. Auch über den Grünlandanteil konnten die Ertragsfunktionen nicht nennenswert verbessert werden³⁸. Ferner wurde die erwartete Beziehung des Schweinebesatzes zu den Kartoffelerträgen nicht in der Regressionsrechnung bestätigt.

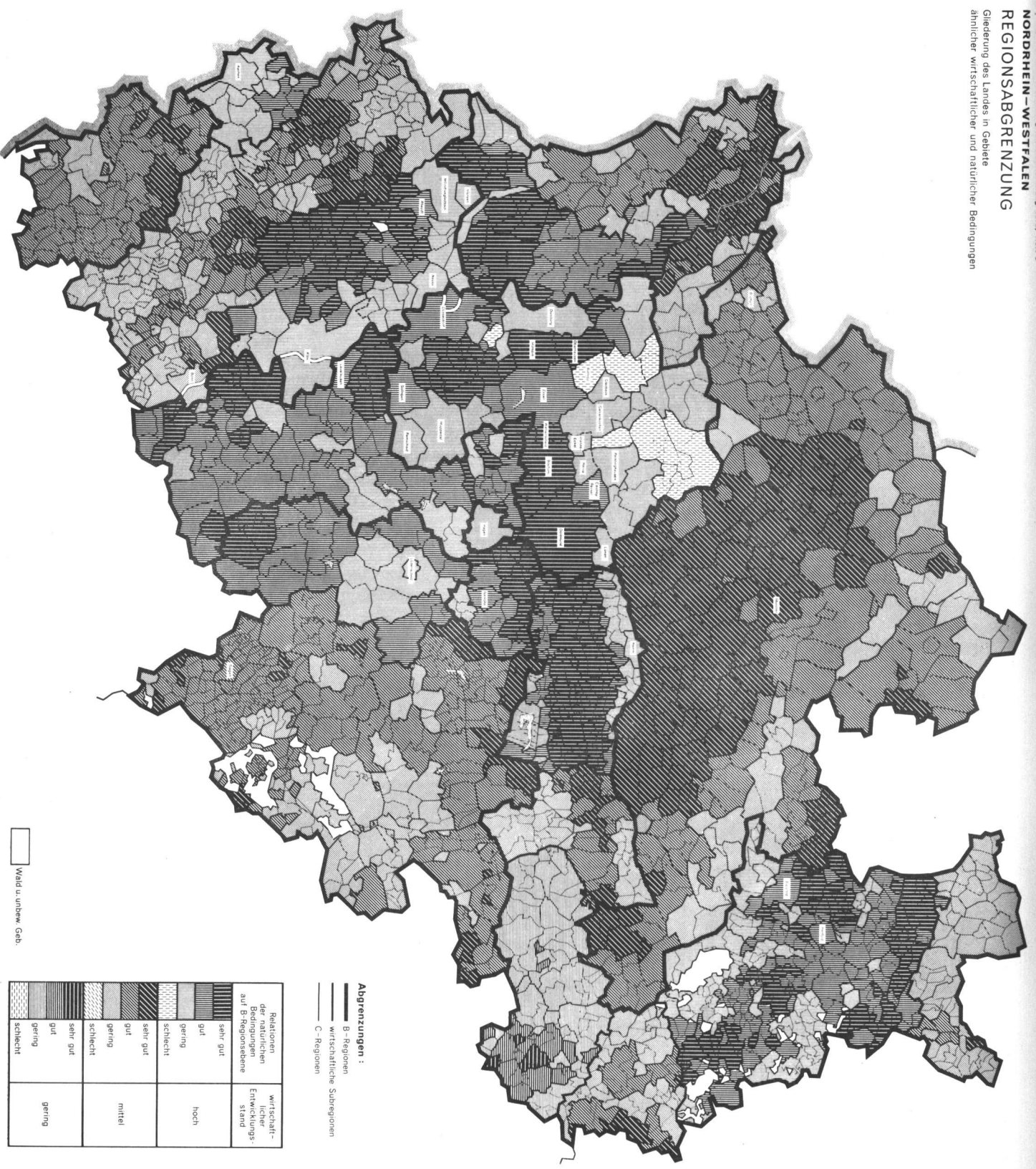
Erstaunlich ist das relativ niedrige Bestimmtheitsmaß der Funktionen für Zuckerrüben, da das Ergebnis der Faktorenanalyse eine sehr hoch gesicherte Funktion erwarten ließ. Diese Abweichung ist darauf zurückzuführen, daß für mehrere Kreise relativ hohe Erträge ausgewiesen werden, denen jedoch nur eine Anbaufläche von wenigen ha gegenübersteht. Daraus kann man folgern, daß diese Erträge auf weitaus besseren Böden erzielt wurden, als die ϕ Kreisbodenklimazahl angibt.

38 Die Variable „Grünlandanteil“ wurde auf Grund hoher Interkorrelation mit der BKZ in der Regressionsanalyse sehr schnell abgebaut, da das Programm zunächst die Variablen mit hoher Interkorrelation ermittelt und dann die weniger signifikanten ausschaltet. Zur Quantifizierung des Einflusses des Grünlandanteils auf die Erträge der Ackerfrüchte müßte das Datenmaterial nach der BKZ geschichtet und dann eine einfache Regression zwischen Grünlandanteil und Erträgen bei gleicher BKZ durchgeführt werden.

37 Die Berechnungen wurden mit den Programmen REMA/REMAL und MURA durchgeführt.

REGIONSABGRENZUNG

Gliederung des Landes in Gebiete
 ähnlicher wirtschaftlicher und natürlicher Bedingungen



Abgrenzungen :
 — B-Regionen
 — wirtschaftliche Subregionen
 — C-Regionen

Bedingungen der natürlichen Bedingungen auf B-Regionsebene	wirtschaft- licher Entwicklungs- stand
	sehr gut
	gut
	gering
	schlecht
	sehr gut
	gut
	gering
	schlecht
	sehr gut
	gut
	gering
	schlecht

Wald u. unbew. Geb.

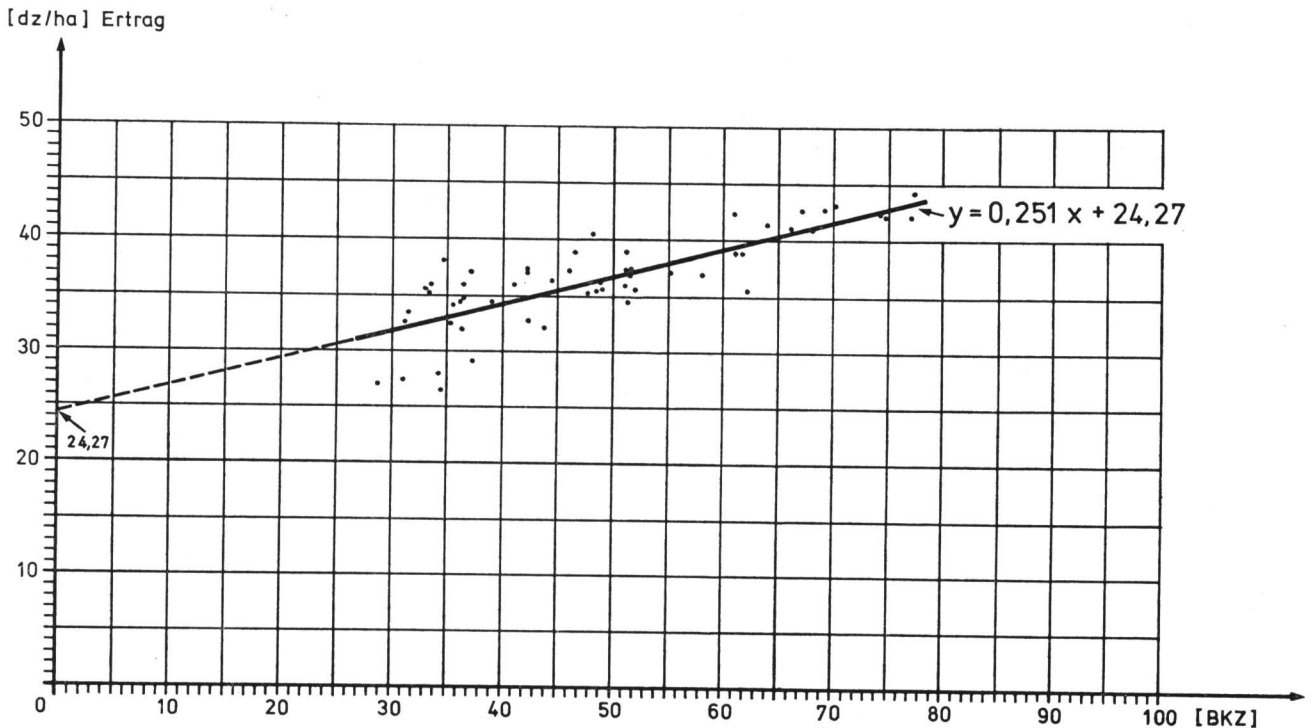


Abb. 2: Winterweizen-Erträge von 57 Kreisen in Nordrhein-Westfalen in Abhängigkeit von der Bodenklimazahl (ϕ 1965–1969)

Deswegen wurde eine weitere Rechnung durchgeführt mit Daten der Kreise, deren Zuckerrübenanteil an der Ackerfläche im Jahr 1968 mindestens 2% betrug. Entsprechend den Funktionen 1–6 diente die BKZ als einzige erklärende Variable. Es ergab sich eine hoch gesicherte Funktion 3. Grades mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,72, während die lineare Funktion nur ein Bestimmtheitsmaß von 0,47 erreichte. Daraus wird deutlich, daß die Zuckerrüben-erträge mit steigender Bodenklimazahl progressiv ansteigen. Einschränkend muß gesagt werden, daß die Funktion durch die Reduzierung des Datenmaterials nur für den BKZ-Bereich von 45–80 definiert ist.

Die Berechnungen haben gezeigt, daß zwischen der BKZ und den Erträgen der Ackerfrüchte sehr enge Beziehungen bestehen. Da für das Grünland keine Erträge statistisch erfaßt werden, ist es nicht möglich, die Beziehungen zwischen BKZ und Grünlanderträgen zu quantifizieren. Es wird deswegen eine ähnlich enge Beziehung zwischen BKZ und Grünlanderträgen unterstellt. In der Abb. 2 sind beispielhaft die Erträge von Winterweizen in Abhängigkeit von der BKZ dargestellt. Die Abbildung zeigt deutlich, daß besonders im unteren BKZ-Bereich von 20–40 starke Ertragsschwankungen auftreten, dagegen liegen im oberen BKZ-Bereich die Ertragswerte fast auf der Regressionsgeraden. Daraus ist abzuleiten, daß mit steigender Bodenqualität die Erträge zunehmend von anderen Faktoren beeinflusst werden.

Außerdem kommt darin zum Ausdruck, daß besonders im unteren BKZ-Bereich die historischen Bodenklimazahlen weniger gut die Bodenqualität in bezug auf die Ertragsfähigkeit repräsentieren, da ein Teil dieser Böden (leichte Böden mit niedriger BKZ) in den letzten Jahrzehnten

durch den technischen Fortschritt ertragsfähiger geworden sind und insofern bei einer Neufestlegung einem höheren BKZ-Bereich zuzuordnen wären. Auf anderen Böden mit ähnlicher BKZ konnten dagegen die Erträge nicht so stark verbessert werden (niedrige BKZ auf Grund der Höhenlage, klimatischer Bedingungen usw.).

Wie aus den Regressionskoeffizienten der Funktionen 1–4 zu ersehen ist, steigen die Erträge von Getreide mit der Bodenklimazahl linear um 0,25–0,27 dz pro Bodeneinheit an. Dagegen steigen die Zuckerrüben-erträge mit steigender Bodenklimazahl progressiv an (vgl. Funktion 11).

Aus diesen Funktionen kann gefolgert werden, daß die BKZ als Ersatzindikator für die natürliche Ertragsfähigkeit zur Regionsabgrenzung nach natürlichen Verhältnissen auf Gemeindeebene verwendet werden kann. Die zusätzliche Verwendung der Anbauflächen von Roggen und Kartoffeln (vgl. Funktionen 7 und 8) erscheint nicht sinnvoll, da der quantitative Bezug zur natürlichen Ertragsfähigkeit dadurch nicht wesentlich verbessert und die Durchführung der Abgrenzung erschwert wird.

Der geringe Bezug der BKZ zu den Kartoffelerträgen scheint nicht so bedeutungsvoll für die Regionsabgrenzung, da die Kreis-erträge in NRW bei einem Mittelwert von 274 dz/ha durchschnittlich nur um 8% (20 dz) schwanken. Man kann daher annehmen, daß die Erträge auch innerhalb der Kreise nur unwesentlich differieren. Die geringe Streuung der Erträge innerhalb eines BKZ-Bereiches von 25–85 erklärt auch den geringen funktionalen Zusammenhang (Funktion 6), d. h., die Kartoffelerträge sind weitgehend unabhängig von der Bodengüte, wie sie in den BKZ zum Ausdruck kommt.

4.4 Endgültige Regionsabgrenzung

Nachdem die BKZ als Abgrenzungsmerkmal quantifiziert worden ist, besteht nun das Problem der Gruppierung der Raumeinheiten (Gemeinden) nach der BKZ unter der Bedingung, den Homogenitätsverlust zu minimieren. Theoretisch wäre es möglich, nur Gemeinden mit der gleichen BKZ zu einer Subregion nach natürlichen Verhältnissen zusammenzufassen. Das würde bei einem Schwankungsbereich der BKZ von ca. 25–85 zu maximal 60 Subregionen nach natürlichen Verhältnissen pro B-Region führen, womit die Rechenkapazität bei weitem überschritten würde. Anhand der Aktivitäten, die für jede C-Region zu definieren sind, konnte grob abgeschätzt werden, daß pro B-Region im Durchschnitt der BRD ca. 10 C-Regionen gebildet werden könnten.

Die differenzierte Gliederung auf der Ebene C umfaßt aber die Abgrenzung nach wirtschaftlichen und natürlichen Verhältnissen. Da sich bei der Abgrenzung nach wirtschaftlichen Verhältnissen durchschnittlich 2–3 wirtschaftlich homogene Subregionen pro B-Region ergaben, konnten diese noch maximal 3- bis 4mal nach natürlichen Verhältnissen untergliedert werden. Es mußten also die Gemeinden jeder B-Region nach den BKZ in 3–4 Klassen eingeteilt werden. Um die Klassenbreiten möglichst klein zu halten, konnten die Schwellenwerte nicht allgemein festgesetzt, sondern mußten anhand einer Häufigkeitsverteilung der LN jeder B-Region individuell angepaßt werden. Dadurch wird zwar die Vergleichbarkeit der natürlichen Bedingungen über die B-Region hinaus erschwert, dafür aber der Homogenitätsgrad der C-Regionen wesentlich erhöht.

Die Häufigkeitsverteilungen der LN der B-Regionen sind in Klassenbreiten von 10 Bodenklimazahlen in Abb. 3 dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß der Hauptanteil der LN in den einzelnen B-Regionen über einen Bereich von 30–40 Bodenklimazahlen (z. B. Niederrhein 40–70 BKZ) verteilt ist.

Aus der LN-Verteilung bot sich für die Bildung der BKZ-Bereiche folgende Vorgehensweise an: Die drei am stärksten besetzten BKZ-Klassen wurden als vorläufige BKZ-Bereiche festgelegt. Als Nebenbedingung sollten auf jeden BKZ-Bereich mindestens 10% der LN entfallen, um die Bildung zu kleiner C-Regionen (Enklaven) zu vermeiden. Die nicht in die vorläufige BKZ-Bereiche entfallende LN sollte der nächsthöheren bzw. -niedrigeren Klasse zugeschlagen und dem daraus entstehenden größeren BKZ-Bereich ein gewogenes arithmetisches Mittel der BKZ³⁹ zugeordnet werden. Daraus ergeben sich pro B-Region sehr oft drei, lediglich im Ruhrgebiet vier natürliche Subregionen, deren BKZ-Bereiche ebenfalls in Abb. 3 dargestellt sind.

Man kann feststellen, daß die BKZ-Bereiche von B-Region zu B-Region sehr unterschiedlich sind, so daß die Unterscheidung zwischen den Extremen „sehr gut“ und „schlecht“ nur Relationen innerhalb einer B-Region angibt.

Für die endgültige Regionsabgrenzung auf der Ebene C ist es erforderlich, die wirtschaftliche und natürliche Untergliederung der B-Regionen zu kombinieren, damit die geforderte Homogenität bezüglich beider Bedingungen erfüllt ist. Da die wirtschaftliche Abgrenzung auf Kreisebene durchgeführt wurde, war es zweckmäßig, zunächst die wirtschaftlichen Subregionen in eine Karte einzutragen. Die Zuordnung der darin liegenden Gemeinden zu den vorher ermittelten BKZ-Bereichen ergab dann die endgültigen C-Regionen, wie sie in der Karte dargestellt sind. Darin kennzeichnen die unterschiedlichen Schraffuren andersartige wirtschaftliche Bedingungen, während die Unterschiede in der Helligkeit die Relationen bezüglich der natürlichen Ertragsfähigkeit innerhalb der B-Regionen angeben.

Anhand der Karte erfolgte eine Plausibilitätsüberprüfung. Außerdem mußte bei Enklaven, die sich aus dem starr-mathematischen Vorgehen ergeben haben, überprüft werden, ob diese nicht umliegenden Regionen zugeschlagen werden können. Es ist z. B. möglich, daß die BKZ der benachbarten Gemeinden am Rand des nächsthöheren bzw. -niedrigeren BKZ-Bereiches liegen und insofern sich in der natürlichen Ertragsfähigkeit nur wenig unterscheiden. Genauso können Gemeinden an der Grenze der wirtschaftlichen Subregion, die bezüglich der natürlichen Verhältnisse gut zu Gemeinden der benachbarten wirtschaftlichen Subregion passen, diesen zugeschlagen werden, da die wirtschaftliche Abgrenzung u. U. vernachlässigt werden kann (vgl. 4.31).

5. Schluß

Diese so ermittelte Regionsabgrenzung ist durchaus weiter korrekturfähig und zunächst nur für eine erste Modellrechnung zu verwenden.

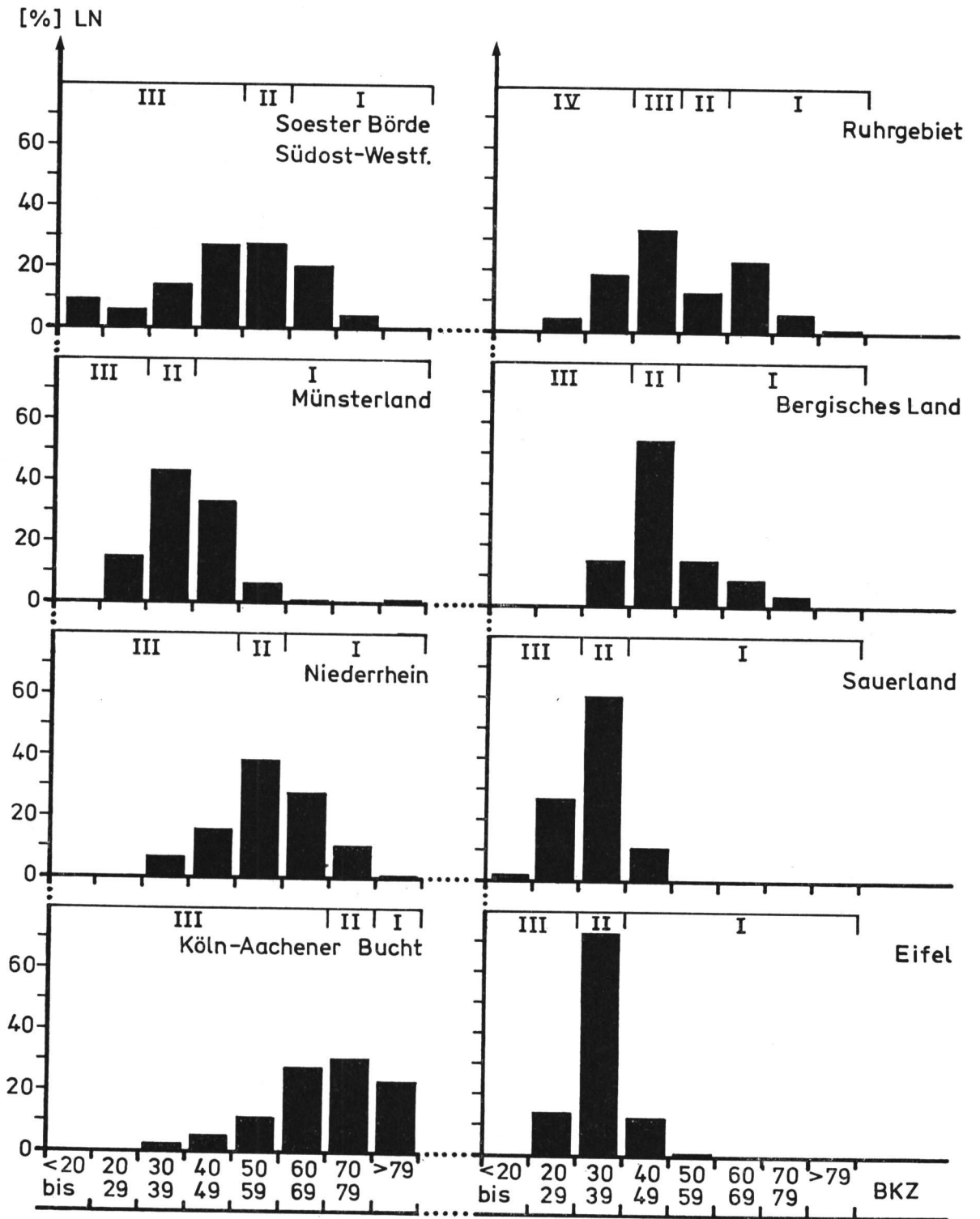
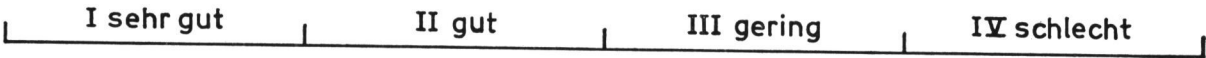
Aus dem Vergleich der Modellergebnisse auf der Ebene B und der Ebene C sind Rückschlüsse auf die Regionsabgrenzung möglich. Art und Ausmaß der Abweichungen der Modellergebnisse auf den verschiedenen Ebenen deuten an, ob Fehler bei der Regionsabgrenzung vorliegen und in welchen Punkten die Abgrenzung zu korrigieren ist.

So kann es für bestimmte Fragestellungen nützlich sein, auch den Grünlandanteil und die Hangneigung in die Regionsabgrenzung einzubeziehen. Da dieses Vorgehen aber die Zahl der Regionen erhöhen würde, ist geplant, diese Merkmale über zusätzliche Restriktionen (Grünlandanteil, Ackerland nach Hangneigungsstufen) und verschiedene Aktivitäten (z. B. Getreide in der Ebene und Getreide am Hang), d. h. durch zusätzliche Zeilen und Spalten in dem Planungsansatz, zu berücksichtigen.

Die vorliegende Abgrenzung ist nicht nur für das DFG-Gleichgewichtsmodell zu verwenden, sondern liefert außerdem Ansatzpunkte für weitere differenzierte Betrachtungen auf regionaler Ebene und für einzelbetriebliche Modelle. Ferner liefert diese Abgrenzung eine allgemeine Information über die natürlichen Ertragsbedingungen und über den wirtschaftlichen Entwicklungsstand in NRW.

³⁹ Die durchschnittlichen Bodenklimazahlen sind für die Ertragsschätzung in den C-Regionen erforderlich.

BKZ-Bereiche für die Regionsabgrenzung nach natürlichen Bedingungen:



LfalB/Bo/9/73/Jü

Abb. 3: Prozentuale LN-Verteilung nach der BKZ in den B-Regionen von Nordrhein-Westfalen