

# **Zusammenfassender Bericht über die Versuchsjahre 1994 und 1995**

## **ITADA-Projekt 14:**

### **Integrationsindikatoren: Entwicklung von Meßgrößen zur Festsetzung des Integrationsgrads von landwirtschaftlichen Betrieben in das natürliche Umfeld**

<b>Projektleiter:</b>	<b>Ph. Girardin</b>	<b>(INRA)</b>	<b>Colmar</b>
<b>Projektpartner:</b>	<b>G. Hanson</b>	<b>(IfuL)</b>	<b>Müllheim</b>
<b>Mitbeteiligte:</b>	<b>Ch. Bockstaller</b>	<b>(ARAA)</b>	<b>Colmar</b>

**Projektlaufzeit: 1994-1995**

## **PROBLEMSTELLUNG**

Die Integrierte Produktion versucht ökonomische, agronomische und ökologische Erfordernisse zu vereinen und stellt eine Lösung dar, um die Belastungen der Umwelt durch die Landwirtschaft zu begrenzen. Die Umstellung von landwirtschaftlichen Betrieben auf ein derartiges Produktionssystem erfordert Hilfsmittel zur Bewertung der Auswirkungen landwirtschaftlicher Maßnahmen auf die landwirtschaftliche Produktivität und die Umwelt. Hierzu können direkte Verfahren wiederholt auf dem Feld eingesetzt werden (Zählungen, Ertragskomponenten, Nmin-Werte, ...), die jedoch folgende Nachteile aufweisen: Kosten, Arbeitszeitbedarf und Interpretationsprobleme, die manchmal daraus resultieren, daß sich die gemessenen Werte nicht mit den Anbaumaßnahmen des Landwirts in Zusammenhang bringen lassen.

Diese Überlegungen haben zur Entwicklung von agroökologischen Kenngrößen geführt. Diese stellen eine indirekte Beurteilungsmethode dar, die keiner systematischen und wiederholten Messungen auf dem Feld bedarf.

## **ZIELSETZUNG**

Zielsetzung des Vorhabens ist es, den Landwirten ein Instrument an die Hand zu geben, mit dem sie beurteilen können, inwieweit sie mit ihrem Betrieb bereits den Zielsetzungen der Integrierten Produktion gerecht werden. Für Entscheidungsträger können sie zur Erfolgskontrolle dienen, inwieweit ihre Raumplanungs- bzw. Wasserschutzpolitik von landwirtschaftlichen Betrieben umgesetzt wird.

## **AUSWIRKUNGEN UND KONSEQUENZEN FÜR DIE PRAXIS**

Diese Kenngrößen lassen sich auf verschiedenen Ebenen einsetzen:

- dem Landwirt gestatten sie, seine Praxis im Bezug auf die Forderungen der Integrierten Produktion einzuordnen und sie ggf. von Jahr zu Jahr anzupassen. Sie sind Entscheidungshilfsmittel.
- landwirtschaftliche Berater und Agronomen können sie verwenden, um verschiedene produktionstechnische Ansätze in Versuchen zu simulieren. Auf dieser Ebene gibt es bisher praktisch keine agrarökologischen Beurteilungsinstrumente jenseits der gängigen Kriterien (Ertrag) bzw. von Messungen der Auswirkungen, die häufig teuer sind.
- für die Entscheidungsträger im Rahmen von landwirtschaftlichen Beratungsprogrammen (Ferti-Mieux, ...). Solche Instrumente geben einen Eindruck von der Entwicklung der landwirtschaftlichen Praxis im Vergleich mit den Forderungen der Integrierten Produktion und des Umweltschutzes. Dennoch scheint der Gebrauch dieser Kenngrößen dort nicht angezeigt, wo für den Landwirt eine direkte finanzielle Auswirkung besteht, da die vom Landwirt für die Berechnung der Kenngrößen gelieferten Daten nicht kontrollierbar sind. An dieser Art von Auswertung können Landwirte nur auf freiwilliger Basis beteiligt werden.

## **METHODIK**

### **Grundprinzip der Berechnung für agrarökologische Kenngrößen**

Die Kenngrößen werden ausgedrückt in Werten zwischen 0 und 10. Diese werden berechnet auf der Grundlage von technischen Daten, die der Landwirt zur Verfügung stellt, bzw. auf Grund von Daten zum Standort (Bodenuntersuchungsergebnisse, ...). Für diese Berechnungen braucht es keine Daten aus regelmäßigen Messungen vor Ort. Im Grundsatz geht es darum, zu beurteilen in welchem Maße die Praxis des Landwirts den Anforderungen oder Empfehlungen der Integrierten Produktion entspricht, und das für verschiedene Komponenten eines Anbau- und Produktionssystems:

- ein Wert der Kenngröße von 7 sagt aus, daß der Landwirt die 'realistischen' Empfehlungen der Integrierten Produktion (IP) berücksichtigt;
- ein Wert kleiner als 7 sagt aus, daß sich der Landwirt von den 'realistischen' Empfehlungen der IP entfernt;
- ein Wert über 7 sagt aus, daß der Landwirt weiter geht, als die 'realistischen' Empfehlungen der IP, und Spitzentechniken der IP oder besonders aufwendige Verfahren anwendet.

Mit Ausnahme der Kenngröße 'Flächennutzung', die auf der Ebene des Betriebes berechnet wird, werden alle Kenngrößen auf der Ebene des Schlags berechnet. Der Wert für den Betrieb ergibt sich aus dem nach Flächenanteil gewichteten Durchschnitt der Schläge. Die meisten Kenngrößen (mit Ausnahme der Kenngröße 'Stickstoffmanagement') werden für den Zeitraum von Ernte der Vorfrucht bis Ernte der Hauptfrucht des Betrachtungsjahres ermittelt.

Die Auswirkungen auf den Landbau bzw. die Umwelt werden auf unterschiedliche Art und Weise ermittelt, je nach Art des Aufbaus der Kenngröße (Übers. 1). Die Entscheidung wird getroffen auf Grund der verfügbaren Kenntnisse und Methoden. So gab es für die Kenngröße 'Pestizide' keine einfach anzuwendenden und unter verschiedenen Verhältnissen geprüfte Modelle. Außerdem handelte es sich um einen komplexen Sachverhalt mit verschiedenen Risiken (Verlagerung ins Grund- und Oberflächenwasser, ... Toxikologie in Bezug auf Menschen, Bodenfauna, Nützlinge, ...), eine Gesamtheit von heterogenen Daten, die mathematisch nicht so leicht zueinander in Beziehung gebracht werden konnten. Hier

konnte mit Hilfe der Fuzzy-Logic, einer Methode, wie sie auch in Expertensystemen zur Anwendung kommt, eine Lösung gefunden werden.

Bei der Kenngröße 'Stickstoffmanagement' konnte auf Grundlage der verfügbaren Kenntnisse und Bezugswerte eine 'empfohlene Vorgehensweise in der IP' erstellt werden. Die Abschätzung der Auswirkungen auf die Umwelt beruht dabei auf folgenden Annahmen: wenn der Landwirt den Regeln der IP folgt, müssen die landbaulichen Auswirkungen positiv sein und diejenigen auf die Umwelt begrenzt. Wenn er sich von den Empfehlungen der IP entfernt, steigt die Gefahr negativer Auswirkungen auf die Umwelt mit zunehmender Abweichung.

### **Vorgehensweise**

- Erstellung der Berechnungsverfahren für die Kenngrößen
- Machbarkeitsstudie zur Berechnung von Kenngrößen auf der Grundlage eines Netzes landwirtschaftlicher Betriebe
- Überprüfung bzw. Eichung der Kenngrößen
- Bekanntgabe der Ergebnisse an die Landwirte mit Beratung zur Integrierten Produktion als Hilfe zur Entscheidung.

### **Einrichtung des Betriebsnetzes**

Es wurde angestrebt, Landwirte aus den wichtigsten 'Kleinregionen' des Elsaß zu finden, damit die wichtigsten Anbausysteme des Ackerbaus vertreten sind und in der Stichprobe eine ausreichend große Bandbreite vorhanden ist. Die Auswahlkriterien waren:

- die Aufgeschlossenheit der Landwirte gegenüber dem Projekt,
- das Interesse der Landwirte an Fragen des Umweltschutzes und insbesondere an der Integrierten Produktion, ohne daß damit Verpflichtungen für ihre Anbaumaßnahmen verbunden wären,
- für die 'Kleinregion' typische Standorte und Fruchtfolgen,
- keine Viehhaltung.

Die Landwirte wurden ausgewählt auf der Basis von Antworten auf einen Fragebogen, der an eine Reihe von Landwirten verschickt worden war. Deren Adressen stammten vom 'Centre d'Economie Rural du Haut-Rhin' (Betriebswirtschaftl. Zentrum), von Beratern verschiedener ADARS (landwirtschaftliche Beratungsstellen) des Unterelsaß sowie vom deutschen Projektpartner, Herrn Hanson (IfuL). Die Betriebe werden vorgestellt in den Übersichten 2 und 3.

## ERGEBNISSE

### Ausarbeitung der Kenngrößen

Erarbeitet wurde die Berechnungsmethode für sieben Kenngrößen: Flächennutzung (Kulturartenverhältnis), Fruchtfolge, Stickstoffmanagement, Phosphormanagement, Humushaushalt, Beregnungseinsatz und Pflanzenschutzmitteleinsatz. Letztgenannter ist erst verfügbar für Mais. Die Erhebungen für den Pflanzenschutzmitteleinsatz in anderen Kulturen sind noch im Gange.

Ein erster Vorschlag für eine Kenngröße 'Energieeinsatz' wurde von den Landwirten in Frage gestellt. Auszuarbeiten sind folglich noch diese Kenngröße sowie diejenigen für 'Bodenbearbeitung', 'Bodenbedeckung', 'Erosion' und 'Ökologische Strukturen'.

### Das Berechnungsverfahren einer agrar-ökologischen Kenngröße am Beispiel der Kenngröße 'Stickstoffmanagement'

Für die Charakterisierung des Stickstoff-Managements muß die Kenngröße  $I_N$  folgenden Aspekten gerecht werden: Reduzierung des Auswaschungsrisikos über Winter (Beherrschung der Stickstoffdüngung, der Berechnung der Düngermengen, angepaßter Umgang mit Ernterückständen und Zwischenfrüchten) und Reduzierung des Auswaschungsrisikos im Frühjahr (Annäherung der Düngergaben an die Perioden hoher Nährstoffaufnahme durch die Pflanzen). Hinzu kommt die Begrenzung der Verluste in die Atmosphäre durch Einarbeitung der Dünger.

Der Wert der Kenngröße wird auf Parzellenebene berechnet für den Zeitraum Winteranfang des Vorjahres bis Winteranfang des Betrachtungsjahres (Winteranfang = 1. Dezember). Für den Mittelwert eines Betriebs werden die Werte der Einzelparzellen nach Fläche gewichtet.

$$I_N = 7 + \sum k_i \quad \text{wobei } 0 \leq I_N \leq 10$$

Der Wert 7 entspricht der empfohlenen Vorgehensweise für die Düngung (Menge, Termin, Anzahl der Einzelgaben, N-Bilanz über Winter ...), welche auf den Empfehlungen der 'Opérations Ferti-mieux' (Beratungsaktionen für Wasserschutzgebiete) beruht und die Stickstoffverluste reduziert.

$\sum k_i = k_{en} + k_{demi} + k_{demo} + k_{fr} + k_{d1} + k_{do} + k_{bi} + k_{tec.am.}$  : Gesamtheit von Bonus- und Maluspunkten mit:

1 Bonuspunkt = Verminderung des Auswaschungspotentials um 30 kg N/ha durch über die Empfehlung hinausgehende Maßnahmen.

1 Maluspunkt = Erhöhung des Auswaschungspotentials um 30 kg N/ha durch Nicht-Befolgen der Empfehlung.

Der Malus  $k_{en}$  bezieht sich auf die Nicht-Einarbeitung von Düngern, bei denen es zu gasförmigen (Ammoniak)verlusten kommen kann. Die Maluspunkte  $k_{demi}$  und  $k_{demo}$  gibt es für eine zu frühe Ausbringung von Mineral- bzw. Wirtschaftsdüngern, was ein Auswaschungsrisiko im Zeitraum bis zur Nährstoffaufnahme durch die Pflanzen darstellen kann. Der Malus  $k_{fr}$  ist für das Nicht-Befolgen der Empfehlung zur Aufteilung der Düngergaben.  $k_{d1}$  ist der Malus für eine zu hohe erste Düngergabe. Der Malus  $k_{do}$  bezieht sich auf die Höhe der Gesamtdüngung.  $k_{bi}$  ist das Ergebnis einer Stickstoffbilanz über den Zeitraum von der Ernte bis zum Winteranfang der die Stickstoffmineralisierung aus Ernterückständen und Humus, dem (unvermeidbaren) Nmin-Wert bei der Ernte (erhöhte Werte werden bei  $k_{do}$ , dem Malus für Überdüngung berücksichtigt) und dem von einer allfälligen Zwischenfrucht aufgenommenen Stickstoff.  $k_{tec.am.}$  steht für die Bonuspunkte

aufgrund über die Empfehlungen hinausgehender technischer Verbesserungen (plazierte Düngung, Verfahren zur Ermittlung des Düngebedarfs).  
Beispielhaft wird die Berechnung von  $k_{en}$  und  $k_{do}$  vorgestellt:

$k_{en}$ : Einarbeitung von Wirtschafts- und Mineraldüngern

Wenn bei Frühjahrskulturen innerhalb von 24h nach Ausbringung beregnet oder eingearbeitet wird ist  $k_{en} = 0$ .

Wenn nicht ist

$k_{en} = - (0,20 \times \text{Menge NH}_4\text{-N}) / 30$	bei Gülle und Hühnermist
$k_{en} = - (0,10 \times \text{N-Düngung}) / 30$	bei Harnstoffdüngung
$k_{en} = - (0,10 \times \text{N-Düngung}) / 30$	bei Flüssigdüngung

$k_{do}$ : Höhe der Stickstoffdüngung

-  $X_R$ : für die Kultur errechnete Höhe der Stickstoffdüngung (Bilanzierungsmethode für Weizen; Vereinfachte Bilanzierungsmethode der ARAA für Mais ...)  
-  $X$ : vom Landwirt ausgebrachte Stickstoffdüngung (mineralisch und organisch)

wenn  $(X > X_R)$  dann gilt:  $k_{do} = - (X - X_R) / 30$   
wenn  $(X < X_R)$  dann gilt:  $k_{do} = - (X - X_R) / 30$

## **Anwendung von agrar-ökologischen Kenngrößen auf der Grundlage von Ergebnissen des Betriebsnetzes in den Jahren 1994 und 1995**

### Anwendung auf der Ebene des landwirtschaftlichen Betriebes

Die Abbildung 1 ist ein Beispiel für die Art der Darstellung der Ergebnisse gegenüber den Landwirten. Beruhend auf den Mittelwerten für den Betrieb beschreibt sie auf einen Blick die Situation und zeigt die Stärken und Schwächen des Betriebes bezüglich der Anforderungen der Integrierten Produktion auf. Die Bestandteile des Anbausystems oder die im Hinblick auf die Anforderungen der Integrierten Produktion zu verbessernden Anbaumaßnahmen werden aufgezeigt. Vergleiche zwischen den Kenngrößen sind hingegen nicht möglich. Ein Punkt hat nicht bei jeder Kenngröße dieselbe Bedeutung. Deshalb kann man keine Rückschlüsse auf die relative Bedeutung der Abweichungen im Bezug auf den empfohlenen Wert ziehen. Im gegebenen Beispiel wird deutlich, daß die Kulturvielfalt, die Fruchtfolge und das Phosphormanagement zu verbessern sind. Der Anteil an Mais-Monokultur sowie eine überhöhte Phosphatdüngung sind die Ursachen dafür. Was den letzten Punkt betrifft, ist der Landwirt bereit, seine Praxis zu verbessern. Die Kenngrößen dienen auch dazu, die Stärken aufzuzeigen und den Landwirt in seinen Entscheidungen zu bestärken. Bei diesem Betrieb gilt das für den Einsatz der Beregnung oder für die Stickstoffdüngung.

Die Durchschnittswerte eines Betriebes erfordern naturgemäß Erläuterungen und können eine genauere Untersuchung auf Ebene der Einzelschläge erfordern, um den Unterschieden zwischen den Schlägen und den verschiedenen Maßnahmen gerecht zu werden. Einer der Grundsätze der Integrierten Produktion ist, die Anbaumaßnahmen den Umweltbedingungen anzupassen. Ein Beispiel für diese Ebene der Analyse wird in Abbildung 2 für die Kenngröße 'Stickstoffmanagement' gegeben. Dabei werden Unterschiede zwischen Kulturen und vor allem zwischen verschiedenen Schlägen mit derselben Kultur deutlich. In diesem Beispiel kann man insbesondere bei Schlag 1 einen niedrigen Wert infolge einer überhöhten Düngung erkennen, weil die Vorfrucht (Sonnenblumen) nicht berücksichtigt wurde. Die Kenngrößen können auch benutzt werden, um die Entwicklung der landwirtschaftlichen Anbaumaßnahmen zu verfolgen und die Geschichte eines Schlages zu untersuchen. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel vom Landwirtschaftsgymnasium Rouffach für die Kenngröße

'Fruchtfolge'. Der Rückgang des Wertes dieser Kenngröße bei Schlag 8 ist auf die Einführung der Mais-Monokultur zurückzuführen.

#### Anwendung auf der Ebene eines Gebietes oder einer Region

Die Abbildungen 4a - 4e geben ein Beispiel für die Anwendung von Kenngrößen auf der Ebene einer Region. Dargestellt sind die Durchschnittswerte der Betriebe des Betriebsnetzes für die Jahre 1994 und 1995. Der Wert der Kenngröße 'Flächennutzung' (Abb. 4a) sinkt von einem Jahr aufs andere für mehrere Betriebe, was vor allem auf die Aufgabe des Sonnenblumenanbaus zurückzuführen ist (Betriebe 13, 15, 16). Die Werte für die Kenngröße 'Stickstoffmanagement' sind bei den deutschen Betrieben (14-17) höher als bei den elsässischen. Dies läßt sich mit der Förderung des Zwischenfruchtanbaus durch das MEKA-Programm erklären. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß im vorliegenden Fall die Stichprobe der Betriebe nicht repräsentativ für die Landwirtschaft der Rheinebene ist.

Diese Beispiele lassen erwarten, daß sich mit Hilfe dieser Kenngrößen Entwicklungen bei den landwirtschaftlichen Anbaumaßnahmen innerhalb einer kleinen Region oder eines Gebietes (Wassereinzugsgebiet, Wasserschutzgebiet, ...) verfolgen lassen, anhand einer repräsentativen Auswahl von Betrieben oder Schlägen. So könnte auch die Wirksamkeit von Beratungsaktionen (z. B. Ferti-mieux / Wasserschutzgebietsberatung) beurteilt werden. Die Anwendung dieses Verfahrens erscheint jedoch nicht geeignet, wenn sich dabei finanzielle Konsequenzen für den Landwirt ergeben, da die vom Landwirt gemachten Angaben zur Berechnung der Werte nicht kontrollierbar sind. Die Beteiligung der Landwirte an dieser Art der Evaluierung muß auf freiwilliger Basis erfolgen.

## **DISKUSSION**

Die Arbeit mit dem Netzwerk landwirtschaftlicher Betriebe hat es ermöglicht, die Kenngrößen und deren Berechnung auf ihre Praktikabilität hin zu prüfen. Die Berechnung auf der Ebene von Einzelschlägen kann schwerfällig werden, wenn es sich um eine große Zahl von Schlägen handelt. Die Berechnung erfolgte automatisiert per EDV mit der Datenbank MS-Access. Es bleibt jedoch die Datenerfassung. Auch hat uns der Betriebsleiter des Betriebes 17 nicht zu allen Schlägen Angaben geliefert, so daß nur auf eine repräsentative Auswahl an Parzellen zurückgegriffen werden konnte.

Weiterhin ist festzustellen, daß die Landwirte normalerweise ihre Anbaumaßnahmen nicht von Schlag zu Schlag variieren. So waren die Anbaumaßnahmen im Falle des Betriebes 17 einheitlich und somit leicht zu erfassen. Bleibt die Erfassung der Umweltdaten und deren Schwankungsbreite. In diesem Fall haben wir uns mit einer Einteilung der Schläge in zwei Kategorien beholfen.

Die Variabilität der Umwelt ist vor allem von Bedeutung bezüglich der Kenngröße 'Stickstoffmanagement' für die Berechnung der Düngungsempfehlung und erfordert Kenntnisse sowohl der Umwelt als auch des Landbaus. Für die Kenngröße 'Phosphatmanagement' ist eine Bodenuntersuchung erforderlich. Diese ist nicht immer verfügbar, so daß wir hier mit einer Stichprobe von Schlägen arbeiten mußten.

## **Überprüfung der Kenngrößen (Validierung) / Eichung**

Die Beispiele des vorigen Abschnitts haben gezeigt, daß die Kenngrößen eine gute Empfindlichkeit für die Erfassung von Veränderungen bei Anbaumaßnahmen und bei der Umwelt aufweisen. Es stellt sich die Frage, ob diese Kenngrößen die Auswirkungen auf die Umwelt zuverlässig einschätzen. Dies führt uns zum Abschnitt der Überprüfung der Kenngrößen auf ihre Aussagekraft. Nach einigen Versuchen (vgl. Bericht für 1995) und theoretischen Überlegungen haben wir beschlossen, daß dieser Abschnitt zwei Schritte mit folgenden Inhalten umfassen müßte:

- eine Studie zur Zuverlässigkeit der Kenngrößen hinsichtlich der Abschätzung von Umweltwirkungen. Dieser Schritt bestünde aus einem Wahrscheinlichkeitstest.

- eine Studie zum Gebrauchswert der Kenngrößen im Hinblick auf Reaktionen und den Gebrauch dieser Methode durch potentielle Nutzer.

### Wahrscheinlichkeitstest

Dabei geht es darum, die Werte der Kenngrößen mit den vor Ort gemessenen Werten in Beziehung zu bringen. Wegen der Zusammensetzung der Kenngrößen aus mehreren Bestandteilen und deren Konstruktionsweise war kein einfacher Zusammenhang zwischen dem Wert der Kenngröße und einem gemessenen Wert, wie bei der Überprüfung eines Modells, zu erwarten. Das hat uns dazu gebracht, einen Wahrscheinlichkeitstest anzuwenden: Dieser soll zeigen, ob die Werte für den Zusammenhang zwischen Wert der Kenngröße und gemessenem Wert, in einem durch eine Hüllkurve begrenztem Wahrscheinlichkeitsbereich liegen.

Ein solcher Test wurde vorgenommen für die Kenngröße 'Stickstoffmanagement', wo wir den Zusammenhang zwischen dem Wert der Kenngröße und den Meßwerten der Nitratgehalte im Boden zu Winterbeginn, die das winterliche Nitrat-Auswaschungsrisiko wiedergeben sollen, geprüft haben. Die Festlegung des Wahrscheinlichkeitsbereichs wird folgendermaßen begründet:

- bei Meßwerten von weniger als 30 kg N/ha wird angenommen, daß kein Auswaschungsrisiko besteht; man befindet sich hier an der Grenze der Schätzgenauigkeit für die Mineralisation und damit auch für die Berechnung der optimalen Düngung (vgl. die Arbeiten von DELPHIN am INRA).
- bei Meßwerten über 30 kg N/ha wird der Wahrscheinlichkeitsbereich von einer abfallenden Geraden mit 1/30 Gefälle begrenzt, was dem Maximalwert der Kenngröße entspricht.

Welche Bedeutung hat dieser Test? Wenn die Kenngröße einen Wert von 7 oder höher aufweist, darf kein Auswaschungsrisiko bestehen; in dem Maß, wie der Wert der Kenngröße sinkt, steigt das Risiko in Abhängigkeit vom Gefälle der Geraden. Dies ist leicht verständlich. Andererseits bedeutet ein niedriger Wert der Kenngröße nicht zwangsläufig einen hohen Wert der Bodennitratgehalte zu Beginn des Winters. Dies kann u.a. durch Auswaschung im Frühjahr verursacht sein. Der Wert der Kenngröße ist im Falle des Stickstoffs also mit einem Risikopotential verknüpft. In unserem Fall liegen die ermittelten Relationen im Wahrscheinlichkeitsbereich, wobei die Variation gering ist.

Für die Kenngrößen 'Phosphat-' bzw. 'Humusmanagement' muß ein längerer Zeitraum ausgewertet werden um signifikante Unterschiede bei den vor Ort gemessenen Werten feststellen zu können. Die Kenngrößen 'Flächennutzung' und 'Fruchtfolge' lassen sich nur schwer mit direkten (meßbaren) Wirkungen auf die Fläche in Verbindung bringen. Sie dienen eher als Instrument zur Bewertung landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen und als Entscheidungshilfe.

### Überprüfung des Gebrauchswerts

Dieser bestand aus einer allgemeinen Befragung, ohne schriftlichen Fragebogen, anlässlich der Mitteilung der Ergebnisse des Jahres 1994 an die Landwirte. Von den 17 Landwirten wurde nur 1, zu manchen Fragen 2, nicht befragt.

Was die Darstellung in Windrosenform (Abb. 1; für die Landwirte in Farbe!) angeht, wurde diese von 2/3 der Landwirte positiv beurteilt und für klar und verständlich befunden (Übersicht 4a). Die Meinungen zu den Kenngrößen sind, ohne präzisen schriftlichen Fragebogen, gemischt (Tabelle 4b). Über die Meinungen zu den Beratungsempfehlungen informiert Tabelle 4c. Die ablehnendsten Reaktionen betrafen die Empfehlungen, die Kulturarten und Fruchtfolgen zu diversifizieren, eine der Grundlagen der Integrierten Produktion, mit denen jedoch nur ein Viertel einverstanden war, und diese zumindest ansatzweise auf dem Betrieb praktizierte. In der Hauptsache wurde diese Haltung mit den ökonomischen Rahmenbedingungen begründet, was uns nicht verwundert hat. Drei Landwirte waren bereit zu einer Diversifizierung auf Stilllegungsflächen bzw. auf Flächen, die nicht beregnet werden. Die Landwirte (fast 2/3) sind eher bereit, die PK-Düngung zu reduzieren, nach den Empfehlungen auf Grundlage der neuen Normen des COMIFER. Beim

Stickstoff gehen die Ansichten weiter auseinander, was sich auch wieder leicht mit der direkten Wirkung des Stickstoffs auf den Ertrag erklären läßt.

Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß diese Ergebnisse, wegen geringem Stichprobenumfangs und mangelnder Repräsentativität in Bezug auf die Landwirtschaft der Rheinebene, nur Hinweise geben können und nicht verallgemeinert werden dürfen.

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Dieses Vorhaben stützt sich auf eine Forschungsarbeit, die Instrumente zur Bewertung landwirtschaftlicher Anbaumaßnahmen unter dem Blickwinkel der Integrierten Produktion bereitgestellt hat. Bislang wurden sieben agrar-ökologische Kenngrößen erarbeitet, die um fünf weitere ergänzt werden sollen. Parallel dazu wurde die Aussagekraft dieser Methode überprüft.

Diese Kenngrößen sind vor allem Entscheidungshilfen für Landwirte, welche es diesen ermöglichen soll, sich hinsichtlich der Anforderungen der Integrierten Produktion an Verträglichkeit von landwirtschaftlicher Erzeugung und Schonung der Umwelt einzuschätzen, und sie dazu bringen soll, ihre landbaulichen Maßnahmen diesen Anforderungen anzupassen. Die Umwelt in Form des Bodens betrifft den Landwirt direkt, da der seine Produktionsgrundlage darstellt.

Eine Anwendung durch Entscheidungsträger erscheint machbar hinsichtlich der Entwicklung der landwirtschaftlichen Praxis im Zusammenhang mit Beratungsaktionen (Ferti-mieux, Wasserschutz, ...) oder für die Vorwegnahme von Entwicklungen. Die Anwendung dieser Instrumente erscheint jedoch nicht möglich zu sein, wenn für den Landwirt damit finanzielle Vor- oder Nachteile verbunden sind, weil die Angaben des Landwirtes nicht überprüfbar sind. Dies war auch Gegenstand einer großen Debatte (s.a. die Veröffentlichung „Le point sur le Programme ‘indicateurs agro-écologiques’“ (INRA-ARAA)). Ansonsten besteht die Möglichkeit, daß Kenngrößen an die speziellen Bedürfnisse von Entscheidungsträgern bei Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen angepaßt werden können.

Durch die Arbeit mit einem Netz landwirtschaftlicher Betriebe konnte eine Überprüfung an der Praxis erfolgen. Die Fortführung dieses Teils des Vorhabens wird es ermöglichen, den Einfluß dieser Kenngrößen auf die landwirtschaftliche Praxis zu ermitteln. Die ersten Reaktionen zeigen, daß die Darstellung der Ergebnisse lesbar und leicht verständlich ist. Zu klären bleibt die Frage nach der Gewichtung der verschiedenen Kenngrößen und den Wechselwirkungen zwischen den Kenngrößen.

Die vorgestellten Kenngrößen beziehen sich auf Ackerbaubetriebe und Ackerflächen in anderen Betrieben. Für Produktionssysteme des Futterbaus, der Viehhaltung und andere (Gartenbau, ...) sind spezielle Kenngrößen erforderlich.

## **AUSBLICK**

Ausarbeitung: - Fortführung der Arbeiten an anderen Kenngrößen (Bodenbearbeitung, ...).

Fortsetzung der Evaluierung der Kenngrößen als Entscheidungshilfen innerhalb des Betriebsnetzes und der Eichung.

Anwendung der Kenngrößen: - Entwicklung des kombinierten Gebrauchs mehrerer Kenngrößen zwecks Beantwortung offener Fragen aus dem Bereich des Umweltschutzes (z.B. Grundwasserqualität, Landschaft, ...)

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Das Projekt betreibt die Entwicklung einer indirekten Schätzmethode zur Erfassung der agrar-ökologischen Auswirkungen landwirtschaftlicher Praktiken auf die Umwelt mittels agrarökologischer Kenngrößen. Diese Kenngrößen in Form von Werten zwischen 0 und 10 werden errechnet auf der Grundlage von technischen Daten, die der Landwirt zur Verfügung stellt, und erfordern keine aufwendigen wiederholten Messungen auf dem Feld. Mit ihrer



Hilfe lassen sich der Zielerreichungsgrad bzw. der Abstand der Praxis eines Landwirts von den Forderungen der Integrierten Produktion sowie die sich daraus ergebenden Risiken für die Umwelt feststellen.

Für sieben Kenngrößen wurde die Berechnungsmethode festgelegt: *Kulturartenverhältnis, Fruchtfolge, Stickstoff-, Phosphat- und Humusmanagement, Beregnungseinsatz und Pflanzenschutzmittelanwendung*. Die letztgenannte ist erst für Mais verfügbar. Die Ausarbeitung von fünf weiteren Kenngrößen ist geplant: *Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Erosion, Ökologische Struktur und Energie*.

Die verfügbaren Kenngrößen wurden unter Praxisbedingungen in einem Netz von 17 Betrieben beidseits des Rheins getestet. Ausgehend von den Ergebnissen der Jahre 1994 und 1995 werden verschiedene Anwendungsbereiche vorgestellt. Die Voraussetzungen für die Anwendung der Kenngrößen und Verfahren zur Überprüfung derer Aussagekraft werden diskutiert.

## VERÖFFENTLICHUNGEN

BOCKSTALLER, CH. (1994): Un outil d'évaluation des systèmes de culture: les indices agro-écologiques. Assemblée générale du Département d'Agronomie INRA, Versailles 31.11.-01.12.1994 (Poster)

BOCKSTALLER, CH.. und GIRARDIN, Ph. (1994): AGRO-EChO N° 1, 2, 3 und Sondernummer.

BOCKSTALLER, CH.. und GIRARDIN, Ph. (1995): Bericht 1994. ITADA, März 1995

BOCKSTALLER, CH.. und GIRARDIN, Ph. (1995): Bericht 1995. ITADA, November 1995

BOCKSTALLER, CH.. und GIRARDIN, Ph. (1995): AGRO-EChO N° 4, 5, 6.

BOCKSTALLER, CH.; KOLLER, R.; Girardin, Ph. (1995): Le point sur le programme indicateurs agro-écologiques (INRA-ARAA); (Internes Dokument der ARAA; Juli 1995).

GIRARDIN 1995. Méthode d'évaluation globale de l'impact de l'agriculture sur l'environnement. ALSACE NATURE, Campagne Agriculture et Nature, synthèse de la réunion du 15 février 1995. 3 pp.

GIRARDIN, P. et BOCKSTALLER, CH. 1994. Evaluation agri-environnementale des exploitations agricoles au moyen d'indices agro-écologiques. Colloque EUCOR, Mulhouse 18-19 mai 1994, 2p.

GIRARDIN, P., BOCKSTALLER, CH., PERLER O. et HÄNI F. 1994. Agri-environmental evaluation of arable farms by means of agroecological indices. Proceedings 3<sup>rd</sup> Congress of the European Society of Agronomy, Abano-Padova 18-22 september 1994, 694-695.

## Übersicht 1: Aufbau der Kenngrößen und Verfahren der Abschätzung der Umweltwirkung

<b>Kenngröße</b>	<b>Aufbau der Kenngröße</b>	<b>Art der Abschätzung der Umweltwirkung</b>
<i>Humushaushalt Berechnungseinsatz</i>	Einfaches Modell	quantitativ, Berechnung mit Modell
<i>Stickstoff- Phosphat-Management</i>	Bonus-Malus-System bezogen auf Empfehlungen	halb-quantitative Schätzung der Abweichung von den Empfehlungen
<i>Flächennutzung Fruchtfolge</i>	Eingruppierung in Klassen	qualitativ
<i>Pflanzenschutzmittel</i>	unscharfe Klassen	qualitativ

## Übersicht 2: Verteilung der Betriebe (Anzahl in Klammern)

<b>Haut-Rhin / Oberelsaß (7)</b>	<b>Bas-Rhin / Unterelsaß (6)</b>	<b>Baden-Württemberg (4)</b>
Sundgau (2)	braunschwarzes Ried (2)	Breisach (1)
Vogesenfuß süd (1)	Ersteiner Ebene (1)	March (1)
Ill Ebene (1)	Andlauer Bruch (Hügel) (1)	Riegel (1)
Hardt (2)	Kochersberg (2)	Schwarzwald (1)
Ill Ebene-Ried (NO Colm) (1)		

**Übersicht 3:** Flächennutzung, LN, Anzahl Schläge der Betriebe (N° 1-7: Haut-Rhin; N° 8-13: Bas-Rhin; N° 14-17: Baden-Württemberg)

Kultur	Betriebsnummer																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Spargel	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	2,8
Hafer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,9	-	-	-
Zuckerrüben	40,0	30,0	-	-	-	-	-	-	11,0	-	-	4,7	-	-	2,6	-	8,0
Winterweizen	26,0	27,5	32,8	20,5	-	-	7,8	-	3,2	-	3,2	6,3	8,8	45,0	1,5	37,5	-
Hartweizen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	-	-
Sauerkraut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-
Winterraps	-	-	60,9	-	-	-	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sommerraps	-	-	-	-	-	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Öllein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-	-
Körnermais	17,0	29,2	-	44,7	49,0	70,6	23,4	105,2	38,3	30,5	26,3	14,6	42,9	-	36,7	51,5	60,0
Kartoffeln	-	-	-	-	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Körnererbsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,4	-	-	-
Roggen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,3	-	-	-
Soja	-	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabak	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	2,2	-	-	-	-	-
Sonnenblumen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	-	13,7	12,5	-
<b>Summe</b>	83,0	101,2	93,7	65,2	49,0	75,1	39,3	105,2	46,2	41,5	35,4	27,9	56,6	126,3	61,6	103,4	70,8
LN des Betriebes	90,0	120,0	110,0	73,0	62,0	86,0	56,0	132,6	58,0	54,0	42,0	32,0	73,0	135,5	84,0	141,0	87,0
Anzahl Schläge	7	16	19	18	3	6	31	30	29	43	61	16	21	54	35	85	100

**Bemerkungen:** Betrieb 2: 17,5 ha Weizen und 12,6 ha Soja im Ökoanbau; Betrieb 3: mit zusätzlich Wein- und Obstbau  
Betriebe 4 und 17: mit zusätzlich Weinbau; Betrieb 12: mit zusätzlicher Hühnerhaltung.

**Übersicht 4:** Ergebnisse der Erhebungen bei den Landwirten des Betriebsnetzes

a) zu den agrarökologischen Kenngrößen

<b>Agrar-ökologische Kenngrößen</b>	
<b>Darstellung</b>	
	<i>Anzahl der Landwirte</i>
Dafür	10
Dagegen	3
Gespalten	0
Ohne Meinung	2
Nicht befragt	2

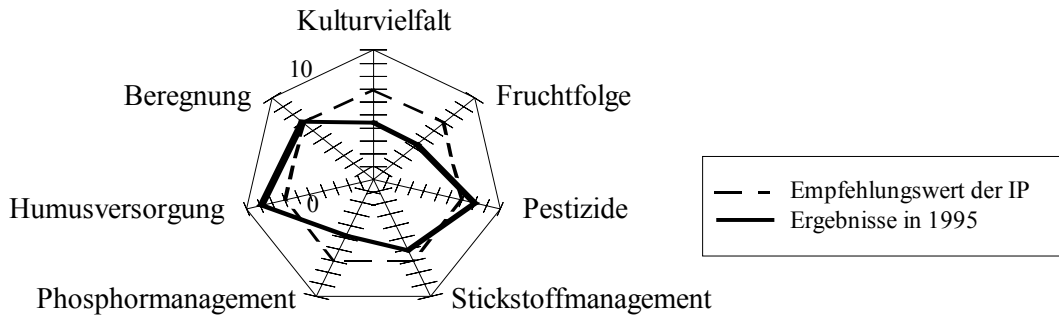
b)

<b>Agrar-ökologische Kenngrößen</b>	
<b>Inhalt</b>	
	<i>Anzahl der Landwirte</i>
Geben die Intention der IP wieder	2
Neu im Vergleich mit dem Streben nach Höchstertrag	1
Bestätigen den Landw.	2
Ermöglichen neue Dinge zu lernen	1
Schwer zu beurteilen nach 1 Jahr	1
Befürchtungen über die Benutzung der Kenngrößen	2
Vorschlag : Berücksichtigung der bodenbiologischen Aspekte	1
Vorschlag : Kenngröße "Beobachtung des Schlages"	1

c) über die Beratung auf Grundlage der Kenngrößen und der Integrierten Produktion

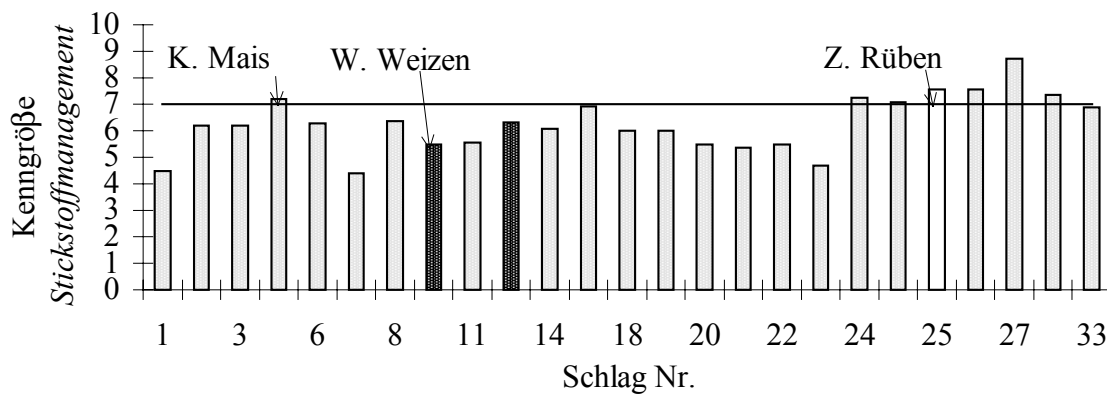
	<b>IP Beratung</b>		
	Fruchtfolge	P-K-Düngung	N-Düngung
	<i>Anzahl der Landwirte</i>		
Positiv	4	10	6
Negativ	7+3*	2	4
Teils teils	0	0	2
Ohne Meinung	2	4	4
Nicht befragt	1	1	1

\* Unterschiedlich: Positiv für Brachflächen und nicht beregnete Flächen

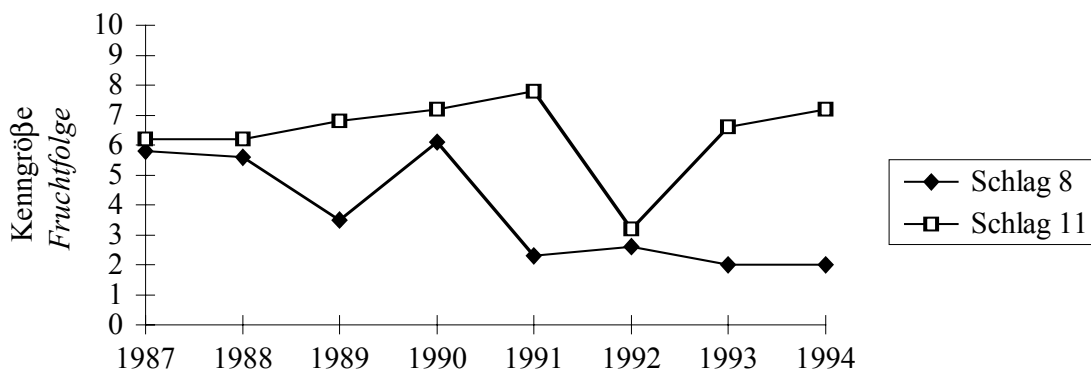


Betrieb 15 K. Mais : 54 ha W. Weizen : 6 ha Z. Rüben : 2.8 ha Stillelegung : 17 ha

**Abbildung 1:** Beispiel für den Gebrauch agrar-ökologischer Kenngrößen auf der Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs.

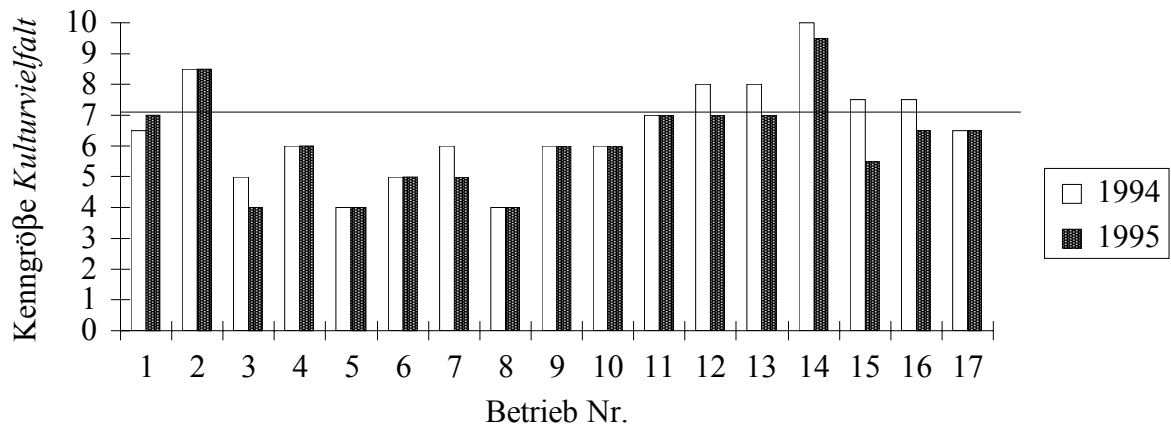


**Abbildung 2:** Werte der Kenngröße 'Stickstoffmanagement' auf Ebene der Schläge (Betrieb 15)

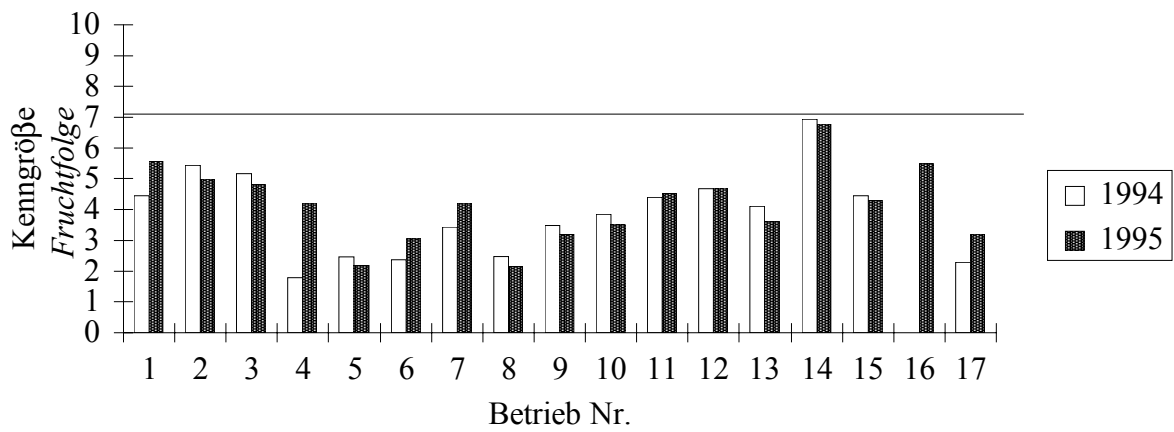


**Abbildung 3:** Werte der Kenngröße 'Fruchtfolge' für 2 Schläge (Landw. Gymn. Rouffach)

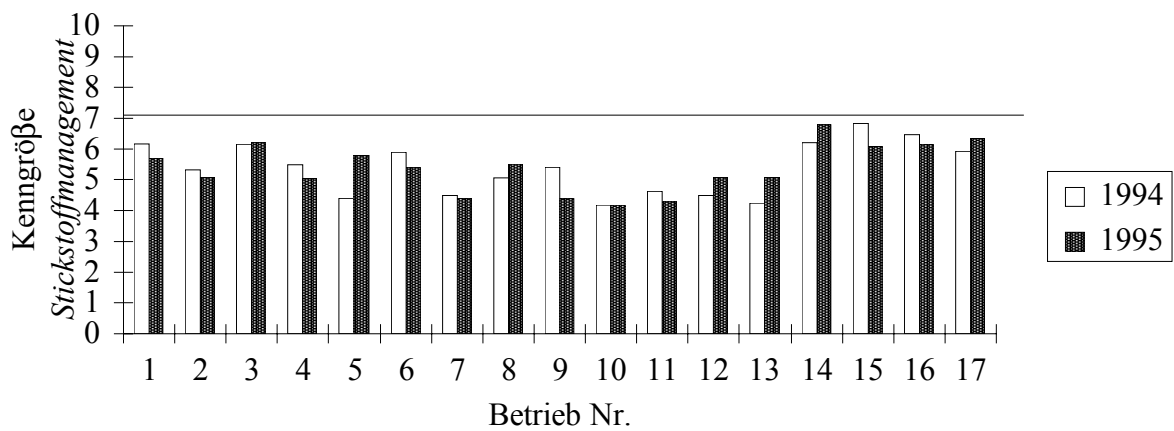
a)



b)



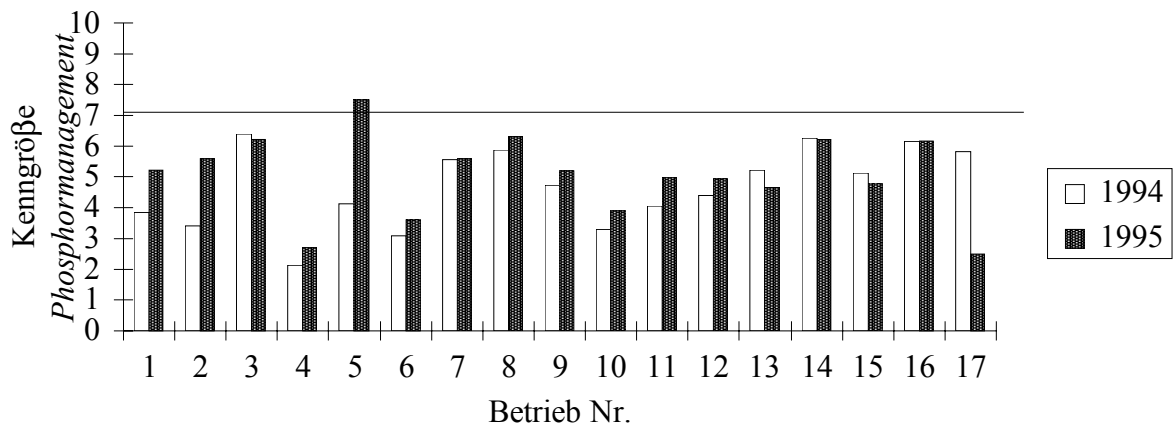
c)



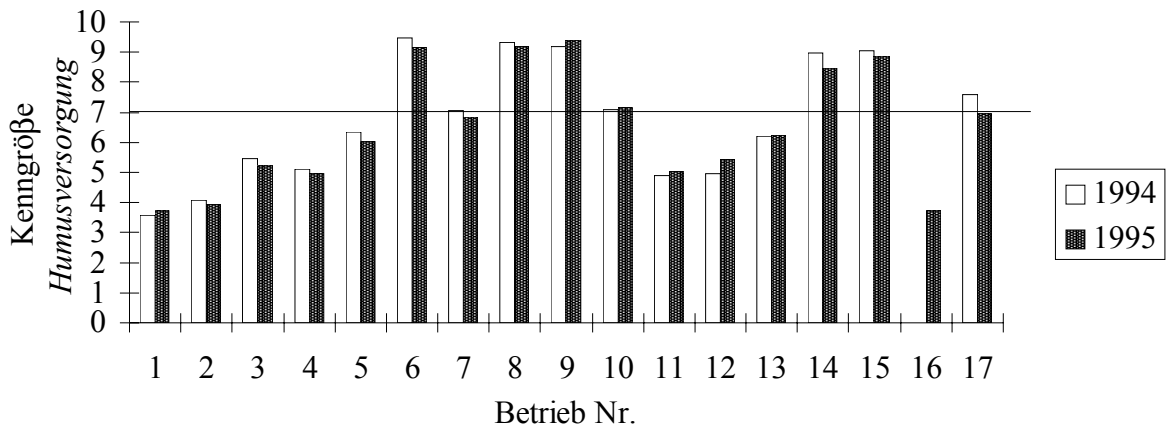
**Abbildung 4:** Werte verschiedener agrar-ökologischer Kenngrößen für das Betriebsnetz in den Jahren 1994 und 1995 (Betriebe 1 - 13: Frankreich (Elsaß); 14 - 17: Deutschland (Baden)).

Fortsetzung von Abbildung 4:

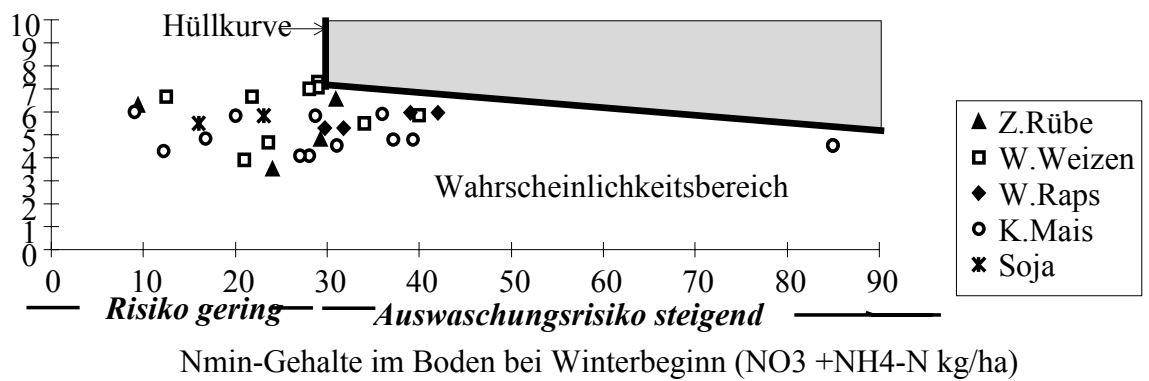
d)



e)



Kenngroße *Stickstoffmanagement*



**Abbildung 5:** Wahrscheinlichkeitstest für die Kenngroße 'Stickstoffmanagement'. Die Nmin-Werte vor Winter stammen von Messungen auf Schlägen des Betriebsnetzes in den Jahren 1994 und 1995.