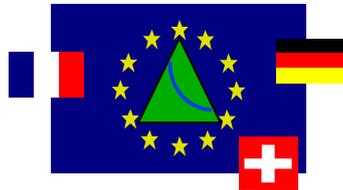


# ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique  
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



1996-1998

## Abschlussbericht zum Projekt A4

### Umsetzung der Integrierten Produktion in Ackerbaubetrieben der Rheinebene

Projektleiter:	C. Bockstaller (ARAA)	Colmar	F
Projektpartner:	G. Hanson (IfuL)	Müllheim	D
Weitere Beteiligte:	INRA (P. Girardin), ITCF (D. Lasserre)	Colmar	F
	RPFR (H. Hugger, H. Imgraben)	Freiburg	D

Projekt gefördert durch die EU-Gemeinschaftsinitiative INTERREG II 'Oberrhein Mitte-Süd'

Association pour la Relance Agronomique en Alsace, Schiltigheim (ARAA)  
Institut National pour la Recherche Agronomique, Colmar (INRA)  
Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Colmar (ITCF)  
Institut für umweltgerechte Landwirtschaft Müllheim (IfUL)  
Regierungspräsidium Freiburg (RPFR)

ITADA-Sekretariat: 2 allée de Herrlisheim, F-68000 COLMAR  
Tel.: 00333 89229550 Fax: 00333 89229559 eMail: itada@wanadoo.fr

Ausgangssituation und Problemstellung	3
Die Integrierte Produktion	4
Zielsetzungen	5
Methodik und Durchführung der Arbeiten	6
<b>Teil 1: Anwendung der agrar-ökologischen Kenngrößen</b>	<b>6</b>
1 Einführung	6
2 Ansatz	6
3 Ergebnisse	9
4 Diskussion	9
5 Umsetzung in die Praxis	11
6 Schlussfolgerungen	11
<b>Teil 2: Umsetzung der Integrierten Produktion in zwei Ackerbaubetrieben</b>	<b>12</b>
1 Einführung	12
2 Ansatz	12
2.1 Auswahl der Betriebe	12
2.2 Begleitung der beiden Betriebe	13
2.3 Durchgeführte Messungen im Rahmen der Auswertung der techn. Ansätze	14
3 Ergebnisse	14
3.1 Allgemeine Bewertung	14
3.1.1 Ertragsanalyse	14
3.1.2 Wirksamkeit der Unkrautbekämpfung	16
3.1.3 Messung der Nitratgehalte im Boden und des Auswaschungsrisikos - Wirksamkeit einer Weidelgrasuntersaat im Mais.	18
3.1.4 Begleitung der Bodenfauna	20
3.1.5 Schätzung der Bodenfruchtbarkeit	21
3.2 Analytische Auswertung.	22
3.2.1 Stickstoffdüngungsversuch	22
3.2.2 Verzicht auf Bodeninsektizide und -Fungizide	22
3.2.3 Einsatz eines Nachauflauferbizids mit Gefahr der Kulturunverträglichkeit.	22
3.2.4 Randstreifenversuch	23
3.2.5 Wirkung einer Weizenvorfucht	23
4 Allgemeine Diskussion	23
5 Umsetzung in die Praxis	24
6 Schlußfolgerungen.	25

<b>Teilthema 1: Reduzierte Bodenbearbeitung und Streifensaat in eine Graseinsaat ('Maiswiese') bei Mais in Monokultur</b>	<b>26</b>
Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung	26
Methodik und Durchführung der Arbeiten	26
1     Versuchsanlage	26
2     Ergebnisse	27
3     Diskussion	27
4     Übertragung in die Praxis	28
5     Schlußfolgerungen	28
<b>Teilthema 2: Einsatz eines Hilfsmittels zur Bemessung der Stickstoffdüngung bei Weizen</b>	<b>30</b>
Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung	30
1     Kurzdarstellung des Verfahrens	30
2     Versuchsanlage	31
3     Ergebnisse	31
4     Diskussion	32
5     Übertragung in die Praxis	32
6     Schlußfolgerungen	32
<b>Teilthema 3: Verbesserung der Pilzkrankheitsbekämpfung durch Hilfsmittel</b>	<b>34</b>
Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung	34
1     Vergleich der Verfahren	34
2     Versuchsanlage	35
3     Ergebnisse	36
4     Diskussion	37
5     Übertragung in die Praxis	38
6     Schlußfolgerungen	39
<b>Verzeichnis der Veröffentlichungen im Rahmen des Projekts</b>	<b>39</b>
<b>Verzeichnis der benutzten Literatur</b>	<b>40</b>
<b>ANHÄNGE</b>	
Anhang 1     Einzelergebnisse der verschiedenen Kenngrößen	42
Anhang 2     Verzeichnis der Anfragen für eine Anwendung der Kenngrößen	49
Anhang 3     Bodenuntersuchungsergebnisse der Beobachtungsschläge f. Anbauverfahren	50
Anhang 4     Unkrautbekämpfungsprogramme	51
Anhang 5     Unkrautbekämpfung:weitere Ergebnisse	53
Anhang 6     Nitratgehalte im Boden	54
Anhang 7     Versuch zum Buntbrachestreifen	56
Anhang 8     Teilthema 1 'Maiswiese': Maßnahmen des Landwirts 1997	58
Anhang 9     Teilthema 2: Anwendung der JUBIL-Methode	59
Anhang 10    Anwendung der Methoden PRESEPT und PROPLANT	61

## Abschlussbericht 1996-1998

<b>VORHABEN:</b>	A 4		
<b>THEMA:</b>	<b>Umsetzung der Integrierten Produktion (IP) in Ackerbau- betrieben der Rheinebene.</b>		
<b>LEITER:</b>	Chr. Bockstaller (ARAA)	Colmar	F
<b>PARTNER:</b>	H. Hanson (IfuL)	Müllheim	D
<b>MITBETEILIGTE:</b>	INRA (Ph. Girardin), ITCF (D. Lasserre)		F
	RPFR (H. Hugger)		D
<b>LAUFZEIT:</b>	1996-1998		

### Ausgangssituation und Problemstellung

Im Verlauf des letzten Jahrzehnts haben verschiedene Arbeiten die Bedeutung der Integrierten Landwirtschaft bzw. der Integrierten Produktion im Ackerbau (s. Kasten 1) für die Lösung von Umweltproblemen, die mit den enormen Produktivitätsfortschritten der europäischen Landwirtschaft verbunden waren und dies, ohne die wirtschaftlichen Leistungen in Frage zu stellen (Holland et al., 1994; Viaux, 1997) aufgezeigt. Beim aktuellen Forschungsstand bedürfen diese Ergebnisse der Überprüfung in verschiedenen Anbausystemen, darunter auch denjenigen mit einem hohen Maisanteil in der Fruchtfolge und die Erfahrungen an die landwirtschaftlichen Betriebe herangetragen werden müssen.

In einer Gegend wie der Rheinebene, mit einem hohen Anteil von Mais in Monokultur, kann man sich dagegen fragen, ob sich die Integrierte Produktion, einer derer Grundlagen in einer vielfältigen Fruchtfolge besteht, hier umsetzen läßt (Viaux, 1997). Im Gegensatz zu anderen Kulturen besitzt der Mais eine gewisse Verträglichkeit gegenüber der Monokultur (Hugger, 1997), da er keine Krankheitsbekämpfung erfordert und Alternativen zur chemischen Unkraut- und Schädlingsbekämpfung bestehen (Hacken, Trichogramma, Konzept der Maiswiese, s. Teilthema 1 dieser Arbeit, etc.). Im weiteren Verlauf dieses Berichts wird der Begriff der Integrierten Produktion nicht im strikten Sinne (s. offizielle Definition in Kasten 1) verwandt, sondern im Sinne einer Gesamtheit von Prinzipien, die der Verwirklichung der Ziele einer Nachhaltigen Landwirtschaft dienen, wie sie Viaux (1997) angeführt hat.

Der freiwillige und immer mehr zunehmende Übergang der Landwirte zu solchen, auf der Integrierten Produktion beruhenden Anbausystemen, kann nur stattfinden, wenn er begleitet wird von Bewertungsverfahren, die über die traditionellen Kriterien (z.B. Ertrag) hinausgehen und es den Landwirten erlauben, ihre Praxis anhand der landbaulichen und Umweltziele der Integrierten Produktion einzuordnen (z.B. Fruchtbarkeit der Böden). Die Bewertung darf hier nicht mit dem Begriff Kontrolle verbunden werden, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie der Überprüfung der Einhaltung von Vorschriften dient und Methoden bedarf, die leicht in großem Stil einsetzbar sind und mit nachprüfbareren Daten arbeiten. Die Bewertung beruht einerseits auf einer Diagnose, die darin besteht, den Zielerreichungsgrad für ein vom Landwirt auf freiwilliger Basis gesetztes Ziel, während einer Phase der Beratung oder Hilfestellung zur Entscheidungsfindung, die den Landwirt auf dem Weg zur Verwirklichung der ursprünglichen Ziele vorankommen lässt, zu messen oder zu schätzen.

## Kasten 1

### Die Integrierte Produktion (IP)

In den 60er Jahren sind, insbesondere im Obstbau, wo der systematische chemische Pflanzenschutz schon damals an Grenzen stieß, die Konzepte der integrierten Schädlingsbekämpfung und des integrierten Pflanzenschutzes entstanden. Im Ackerbau führten die Arbeiten der Agronomen zu einem umfassenderen Ansatz, der Integrierten Produktion oder der Integrierten Landwirtschaft, die die Abstimmung aller Anbaumaßnahmen umfaßt.

Die offizielle Definition der Internationalen Organisation für biologischen Pflanzenschutz (OILB) lautet:

'Die integrierte Produktion ist ein landbauliches Produktionssystem für Lebensmittel und andere hochwertige Produkte, das natürliche Mittel und Mechanismen nutzt um den Einsatz umweltbelastender Betriebsmittel zu vermeiden und eine langfristig gangbare Landwirtschaft gewährleistet.' (El Titi et al., 1993).

Der Schwerpunkt wird auf die Qualität der Produktion gelegt (eher am Rande beim Ackerbau), auf die Respektierung der Umwelt durch die Kombination von Techniken, die sich auf 'natürliche Mittel und Regulationsmechanismen' (Fruchtfolge, Nützlinge, etc.) sowie biotechnische Verfahren (Vorhersagemodelle, nicht-chemische Bekämpfungsverfahren, etc.) stützen sowie auf die Übertragbarkeit auf die Betriebsebene (Wirtschaftlichkeit aber auch Sozialverträglichkeit), und das langfristig. Viaux (1997) hat eine landbauliche Übersetzung der allgemeinen Definition der IP vorgeschlagen. Die OILB hat ein Pflichtenheft für mehrere Produktionssysteme insbesondere des Ackerbaus veröffentlicht (Boller et al., 1997).

Das Ziel der IP ist also eine langfristig machbare Landwirtschaft, d.h. eine nachhaltige Landwirtschaft. Die beiden Konzepte der Integrierten Produktion und Nachhaltigen Landwirtschaft haben sich parallel entwickelt und verschmelzen heute. In der Tat stellt die Integrierte Produktion für den Ackerbau eine landbauliche Übersetzung der Nachhaltigen Landwirtschaft dar (Viaux, 1997), welche noch den sozialen Aspekt hinzufügt (z.B. Erhaltung und Belebung der sozialen Beziehungen im ländlichen Raum).

Vom Konzept der ordnungsgemäßen Landwirtschaft unterscheidet sich die IP durch einen umfassenderen Ansatz, der auch die Wechselwirkungen zwischen Bewirtschaftungsmaßnahmen, zwischen Schlag und Feldrand berücksichtigt, und nicht jede Maßnahme für sich gesehen optimiert (Bonny, 1997). Im übrigen versteht sich die IP pragmatisch und lehnt den Einsatz von chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln im Gegensatz zum ökologischen Landbau nicht grundsätzlich ab, besteht jedoch auf einem begrenzten und wohlüberlegten Einsatz in Verbindung mit nicht-chemischen Methoden.

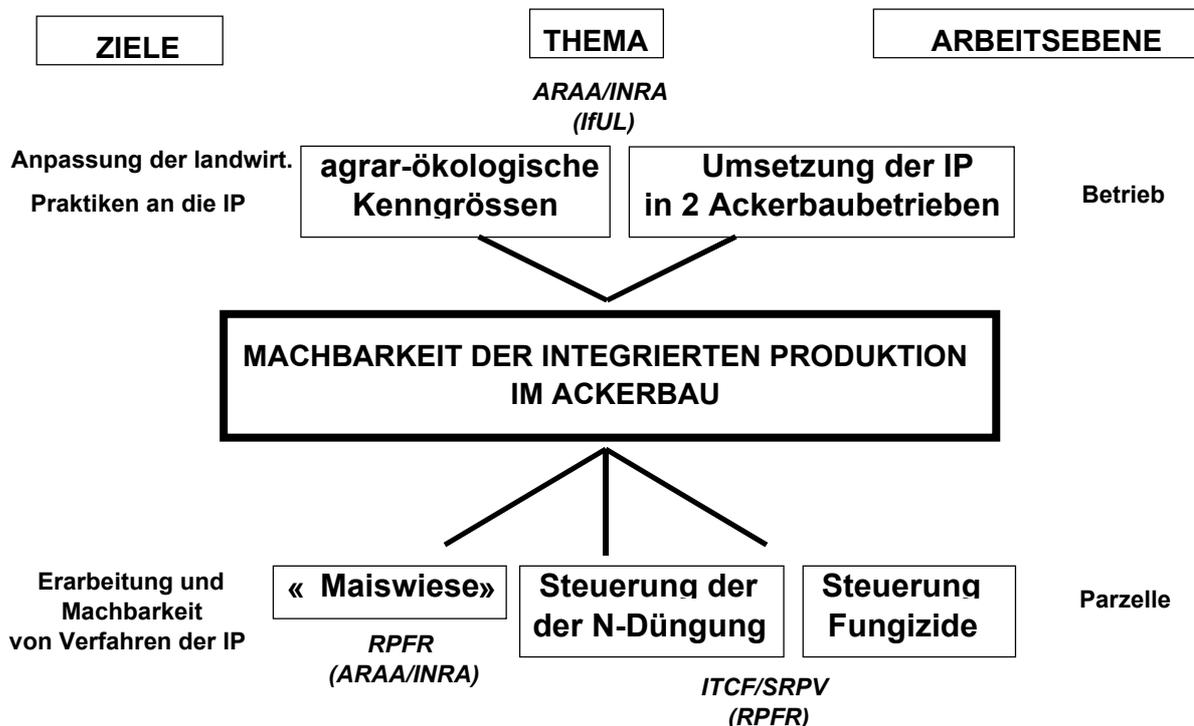
Diese Feststellung hat P. Girardin von der INRA Colmar dazu gebracht, die Entwicklung von agrar-ökologischen Kenngrößen vorzuschlagen, deren Ausarbeitung und Überprüfung im Arbeitsprogramm ITADA I in Zusammenarbeit mit der ARAA erfolgte (Girardin et al., 1997). Dieses Vorhaben mit dem Titel 'Machbarkeit der Integrierten Produktion im Ackerbau', das im ITADA-Arbeitsprogramm 2 durchgeführt wurde, hat sich in zwei ergänzende Teile mit unterschiedlichem Ansatz aufgeteilt, zu denen drei Teilprojekte mit speziellen Techniken hinzukamen (Abb. 1):

1. Begleitung eines Betriebsnetzes mit Hilfe von agrar-ökologischen Kenngrößen
2. Umsetzung der Integrierten Produktion auf zwei Ackerbaubetrieben.  
Zu diesem Teil gehören auch die drei Unterthemen mit Versuchen zu Verfahren, die in Richtung der Integrierten Produktion gehen.

Die agrar-ökologischen Kenngrößen werden als Hilfsmittel für die Diagnose und Beratung geprüft, die die Landwirte Schritt für Schritt hin zur Praxis der Integrierten Produktion (IP) führen sollen, und dies auf Freiwilligkeitsbasis. Der zweite Teil zielt auf die Anwendung von Verfahren der IP auf der Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs ab, um zusätzliche Erfahrungen zu liefern, insbesondere in Produktionssystemen mit hohem Maisanteil, und die im ersten Teil angewandten Beratungsempfehlungen zu überprüfen. Ein dritter Teil, in dem ursprünglich die Untersuchung landwirtschaftlicher Betriebe vorgesehen war, um Hindernisse für die Einführung der IP aufzuzeigen, konnte nicht verwirklicht werden.

## Ziele

1. Charakterisierung der Entwicklung landwirtschaftlicher Praktiken im Vergleich mit den Forderungen der IP mit Hilfe von agrar-ökologischen Kenngrößen. Dies soll es erlauben abzuklären, inwieweit diese Diagnose-Werkzeuge den Landwirten dabei behilflich sein können, ihre Praktiken an die Forderungen der IP anzupassen.
2. Überprüfung der Machbarkeit der IP in Ackerbaubetrieben. Behandelt wird auch die Vereinbarkeit von Mais-Monokultur und IP.



**Abb. 1:** Gliederung des Projekts A4 in zwei Hauptteile (obere Hälfte) und drei Unterthemen (untere Hälfte)

# Methodik und Durchführung der Arbeiten

## Teil 1: Anwendung der agrar-ökologischen Kenngrößen

### 1 Einführung

Bis heute wurden insgesamt sieben agrar-ökologische Kenngrößen (Kasten 2) ausgearbeitet. Eine erste Version der Berechnung wurde bereits im Rahmen des Arbeitsprogramms ITADA 1 vorgestellt. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Kenngrößen drei Jahre lang für ein Netz von 14 Betrieben (10 im Elsaß und 4 in Baden) berechnet, die bereits an den Arbeiten des ersten ITADA-Programms beteiligt waren und im Abschlußbericht (Girardin et al., 1997) vorgestellt wurden. Nach dem Abschluß des ersten Programms sind drei Betriebe aus dem südlichen Oberelsaß ausgestiegen, weil sie sich einem privaten Beratungsdienst angeschlossen haben und nicht in ein Projekt eingebunden bleiben wollten, das sie in eine unbequeme Situation gegenüber ihren Berufskollegen gebracht hatte. Ziel dieser Arbeit war die Prüfung dieser Kenngrößen für die Begleitung der landwirtschaftlichen Praktiken und deren Entwicklung in Bezug auf die Integrierte Produktion sowie als Hilfsmittel, das als Grundlage einer Beratung nach den Grundsätzen der Integrierten Produktion gemäß der Definition, die wir im Kapitel 'Ausgangssituation und Problemstellung' gegeben haben, dient.

### 2. Ansatz

Der Einsatz der agrar-ökologischen Kenngrößen erfolgte in den folgenden Schritten:

- Erhebung der Daten bei den Landwirten: In Abhängigkeit von der Vorgehensweise des Landwirts hat dies zwischen 30 Minuten und 3 Stunden gedauert. Es ist klar, daß man immer noch eine Zeit für Diskussionen rechnen muß, umso mehr, als diese Art von Verfahren zu dieser Art von Austausch Anlaß gibt. Hinzuzurechnen ist außerdem ein halber Tag für die Kontaktaufnahme, die Aufnahme des Parzellenverzeichnisses und die Vorgeschichte (im Falle des Betriebsnetzes erfolgte dies 1994).
- Berechnung der Kenngrößen mittels eines neuen Programms unter Verwendung von Access 97. Dieses Programm wurde von Informatik-Praktikanten bei der INRA in Colmar entwickelt. Im Schnitt muß man einen halben Tag für die Verarbeitung rechnen, je nach Anzahl der Parzellen.

Mitteilung der Ergebnisse: Diese erfolgt gemeinsam bei einer jährlichen Zusammenkunft und durch individuelle Bekanntgabe, wobei wir in zwei Etappen vorgehen (s. Abb. 2). Zuerst wird eine Globaldiagnose mit den Mittelwerten der Kenngrößen des Betriebs mit Hilfe einer Übersicht in Form einer Windrosen- oder 'Radar-Darstellung' gezeigt. Dann werden für bestimmte Kenngrößen die Schwankungen zwischen den Schlägen gezeigt und analysiert. Diese beiden Phasen der Erhebung werden von Ratschlägen und Vorschlägen gemäß den Grundsätzen der Integrierten Produktion begleitet, um die Werte der Kenngrößen zu verbessern. Bei diesen Ratschlägen werden die wirtschaftlichen Effekte angesprochen, ohne diese jedoch genau zu beziffern. In der Tat sorgt sich der Landwirt immer darum und die Frage wird unvermeidlicherweise angeschnitten.

## Kasten 2

### Die agrar-ökologischen Kenngrößen

Die Entwicklung der agrar-ökologischen Kenngrößen beruht auf den folgenden Feststellungen (Girardin u. Bockstaller, 1997):

- Erfordernis eines brauchbaren Bewertungsinstruments für die agronomischen und ökologischen Wirkungen landwirtschaftlicher Praktiken.
- Fehlen von funktionierenden wissenschaftlichen Modellen für die exakte Vorhersage der Auswirkungen landwirtschaftlicher Praktiken auf Landbewirtschaftung und Umwelt, die aufwendige und teure Messungen im Freiland ersetzen könnten.
- Dem interessanten Kenngrößen-Konzept, das wie folgt definiert wurde:  
⇒ "Indikatoren sind Variable [...], die Auskunft geben über andere Variablen, die schwer erfassbar sind [...]. Die Kenngrößen dienen auch als eine Grundlage für die Entscheidungsfindung" (Gras et al., 1989). "Sie liefern Informationen über ein komplexes System, um dieses für die Benutzer verständlicher zu machen [...], so daß diese für die Verwirklichung der Ziele geeignete Entscheidungen treffen können" (Mitchell et al., 1995)

Aus dieser Definition folgt, daß die Kenngrößen die folgenden Eigenschaften aufweisen müssen, welche im Pflichtenheft, das der Entwicklung der agrar-ökologischen Kenngrößen zu Grunde lag, enthalten sind:

- Handhabbarkeit (zugängliche Daten, Berechnung mit EDV-Programm, ...)  
⇒ Sie werden berechnet auf der Grundlage von technischen Angaben, die der Landwirt macht sowie von stabilen Umweltdaten, die dem Landwirt zur Verfügung stehen (Bodenuntersuchung, ...). Für ihre Berechnung sind keine Daten erforderlich, die in regelmäßigen Feldmessungen gewonnen werden müssen.
- Lesbarkeit der Darstellung  
⇒ Die agrar-ökologischen Kenngrößen werden in Form von Indexzahlen zwischen 0 und 10 dargestellt mit einem Zielwert von 7, der den Mindestempfehlungen der Integrierten Produktion entspricht.
- Sensibilität bezüglich Veränderungen der Anbaumaßnahmen  
⇒ Berechnung für jeden einzelnen Schlag (außer bei der *Kulturvielfalt*) für den Zeitraum von der Ernte der Vorfrucht bis zur Ernte des Betrachtungsjahres.
- Wiedergabe der Realität im Gelände
- Aussagefähigkeit für den Nutzer  
⇒ Wert für den Gesamtbetrieb: Nach Fläche gewichtetes Mittel der Einzelschläge.

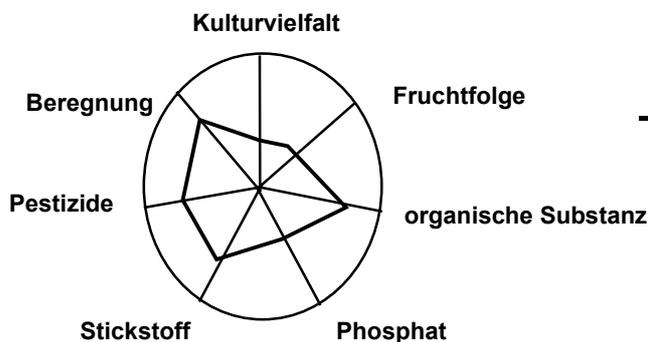
Heute sind sechs 'Wirkungs'-Kenngrößen verfügbar, zusätzlich zur Kenngröße *Fruchtfolge*, welche nicht direkt eine Wirkung bewertet sondern die Kohärenz des Systems (Bockstaller und Girardin, 1996): Es handelt sich dabei um die Kenngrößen *Kulturvielfalt* (Girardin und Bockstaller, 1997), *Stickstoff* (Bockstaller und Girardin, 1999), *Beregnung, organische Substanz* (Bockstaller et al. 1977), *Pestizide* (van der Werf und Zimmer, 1998) und *Phosphor* (Bockstaller und Girardin, 1998). Eine achte Größe wurde soeben fertiggestellt, in der vorliegenden Arbeit aber noch nicht verwendet: *Bodenbedeckung* (Keichinger und Girardin, 1998).

Zwei Kenngrößen befinden sich derzeit in der Phase der Ausarbeitung: *Energie* sowie *Ökologische Strukturen*. Eine weitere Größe ist vorgesehen: *Bodenbearbeitung*.

Die Berechnungsweise der Kenngrößen hängt vom Stand der Kenntnisse ab und beruht in einigen Fällen auf einer quantitativen Schätzung mit Hilfe eines Modells, in anderen Fällen bleibt sie qualitativ (Tab. 1).

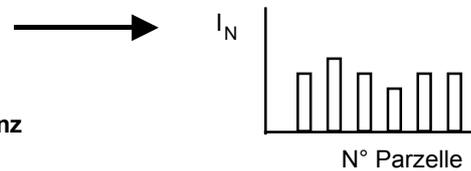
### Schritt 1: Betriebserhebung

⇒ Darstellung in Form  
**einer Zeichnung**  
(Windrose)



### Schritt 2: Aufnahme der Schläge

⇒ Darstellung der Schlag-  
Ergebnisse einzelner AÖK  
**mit Balkendiagrammen**



#### **Ziel**

⇒ *Erhebung*: Überblick über den Gesamtbetrieb  
⇒ *Entscheidungshilfe*: Darstellg. v. priorit. Handlungsbedarf bzw. Bestätigung bestimmter Entscheidungen

#### **Ziel**

⇒ *Erhebung*: Ermittlung von Mittelwerten des Betriebs  
⇒ *Entscheidungshilfe*: Anpassung der Bewirtschaftungsmaßnahmen an Kulturen und Standort

**Abbildung 2:** Darstellung der Berechnungsergebnisse von agrar-ökologischen Kenngrößen (nach Girardin und Bockstaller, 1997)

**Tabelle 1:** Bauart der Kenngrößen und Art der Schätzung des Einflusses landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Umwelt.

<b>Kenngröße</b>	<b>Bauart</b>	<b>Art der Schätzung des Einflusses auf die Umwelt</b>
<i>Organische Substanz</i>	Einfaches Modell <sup>1</sup>	<u>quantitativ</u> , Berechnung mit Modell
<i>Beregnung, Stickstoff</i>	Einfaches Modell <sup>1</sup> + Bonus-Malus-System	<u>quantitativ</u> , Berechnung mit Modell + halb-quantitative Schätzungen
<i>Phosphat</i>	Bonus-Malus-System	halb-quantitative Schätzungen
<i>Kulturvielfalt, Fruchfolge</i>	Einteilung in Klassen	<u>qualitativ</u>
<i>Pestizide</i>	Expertensystem auf Fuzzy-Logic-Basis	<u>qualitativ</u>

<sup>1</sup> Héning-Dupuis-Modell für *organische Substanz*, Modell der vereinfachten Wasserbilanz für *Beregnung*, besonderes Modell mit Burns-Formel für *Stickstoff* (Bockstaller u. Girardin, 1999).

### 3. Ergebnisse

Bei der Mehrzahl der sieben berechneten Kenngrößen (*Kulturvielfalt, Stickstoff, Beregnung, organische Substanz, Pestizide, Phosphat und Fruchtfolge*) kam eine verbesserte Kenngrößenversion zur Anwendung. Um den Ergebnissen im Zuge dieser Weiterentwicklung mehr Gewicht zu verleihen, haben wir die überarbeiteten Werte der Jahre 1994 und 1995 hinzugefügt.

Beispiele für die Kenngrößen *Kulturvielfalt, Stickstoff* und *Pestizide* werden in den Abbildungen 3, 4 und 5 gegeben, wobei die Gesamtheit der Ergebnisse im Anhang 1 vorgestellt und diskutiert wird. Im vorliegenden Kapitel beschränken wir uns darauf, die grundlegenden Tendenzen für die Gesamtheit der Kenngrößen aufzuzeigen:

- Im Allgemeinen liegt die Mehrzahl der Werte unter 7 und damit unterhalb der Minimalempfehlung für die Integrierte Produktion. Dies gilt insbesondere für die Kenngrößen *Fruchtfolge, Phosphat* und *Stickstoff*
- Bezüglich der Weiterentwicklung gibt es keine großen Veränderungen, sieht man einmal von den Fortschritten beim *Phosphat*-Indikator, von denen des Betriebes 5 beim *Stickstoff* und den Abnahmen bei den Kenngrößen *Kulturvielfalt* und *Pestizide* ab, wobei beim letztgenannten zu nuancieren wäre (vgl. Kommentare im Anhang).

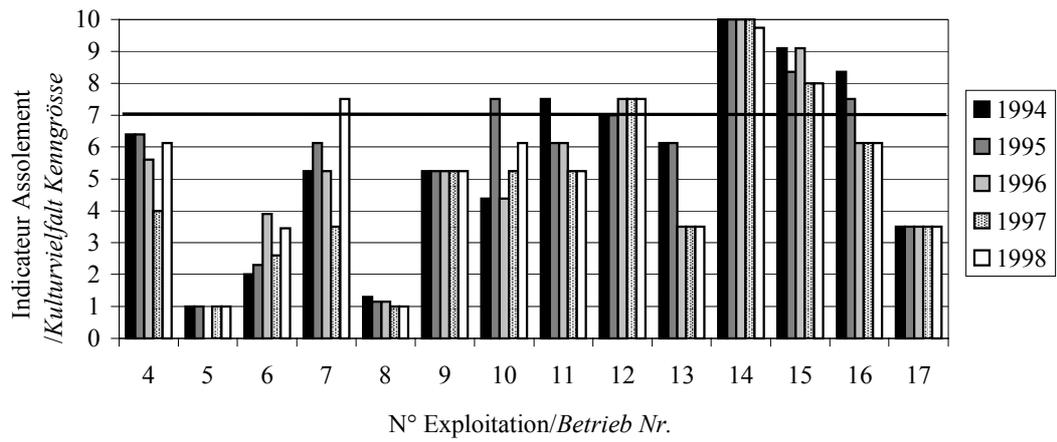
### 4. Diskussion

Wegen des hohen Maisanteils in den Betrieben hat diese Kultur einen großen Einfluß auf die Ergebnisse. Negative Entwicklungen bei bestimmten Kenngrößen wie *Kulturvielfalt* und *Fruchtfolge* lassen sich mit der Tendenz zur zunehmenden Monokultur infolge der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erklären. Dasselbe gilt für die Kenngröße *Stickstoff*, weil im Mais Harnstoff bevorzugt wird, da er billiger ist als andere N-Dünger. Auch die Probleme mit der Einsaat von Zwischenfrucht sind eine Schwäche des Mais, obwohl auch in anderen Kulturen ohne Zwischenfrucht das Auswaschungsrisiko erhöht ist. Auf der anderen Seite gibt es auch positive Ergebnisse bei Betrieben mit einem hohen Maisanteil bei der Kenngröße *organische Substanz* und in manchen Fällen auch bei *Pestiziden* und *Beregnung*. Es ist also nicht alles schlecht an dieser Kultur und es bestehen Verbesserungsspielräume.

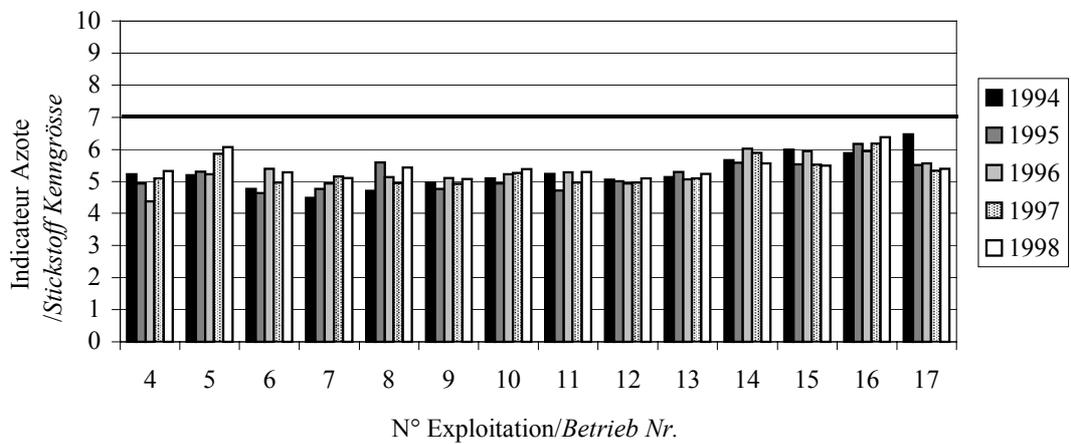
Hingegen sind, was die Weiterentwicklung der Anbaumaßnahmen angeht, wenig Fortschritte zu verzeichnen. Das weist zuerst einmal auf den freiwilligen Charakter der Teilnahme dieser Landwirte hin, ohne eine Verpflichtung zur Befolgung der Ratschläge, die auf Grundlage der mit den Kenngrößen durchgeführten Erhebung gegeben wurden. Einige Empfehlungen, so auch die für eine Diversifizierung der Fruchtfolgen, stoßen sich an den ökonomischen Rahmenbedingungen, die in Anhang 1 dargestellt werden. In diesem Fall ist es alleine Sache des Landwirts als Unternehmer zu entscheiden und es ist ganz normal, daß er wirtschaftlichen Überlegungen Vorrang einräumt.

Nicht alle Empfehlungen stehen aber im Gegensatz zu ökonomischen Zwängen: So lassen sich durch die Vermeidung von standardisierten Pflanzenschutzmaßnahmen sowie durch Reduzierung der Düngergaben die Betriebsmittelkosten senken. Andere Verfahren kosten zwar zuerst einmal, haben dann aber auch positive agronomische Effekte, die wenn man genau hinschaut, Einsparungen mit sich bringen oder dem Ertrag zugute kommen. Dies gilt beispielsweise für Zwischenfrüchte (Noël, 1999 und Aussagen der Landwirte N° 15 und 16).

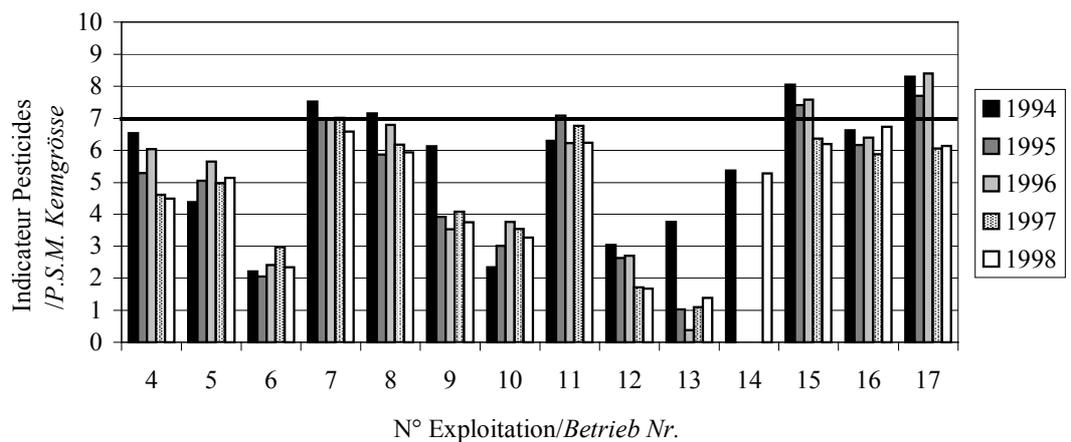
3)



4)



5)



**Abbildungen 3, 4, 5:** Werte der berechneten Kenngrößen im Betriebsnetz (4-13 = elsäss. Betriebe, 14-17 = dt. Betriebe) in den Jahren 1994-1998:

3) Kulturvielfalt 4) Stickstoff 5) Pestizide (siehe Kommentare im Anhang 1)

Die geringen Veränderungen bei den Bewirtschaftungsmaßnahmen lassen sich aber auch noch mit anderen Faktoren erklären:

- Im Bereich des Landwirts kann es Probleme mit der Flächenstruktur (Parzellierung) oder der Arbeitswirtschaft geben (z.B. kann Landwirt 10 eine Nachauflauf-Unkrautbekämpfung nicht gleichzeitig in seinem Mais und in seinen Zuckerrüben durchführen.)
- Eine weitere Erklärung liegt auch in den Umsetzungsbedingungen des Verfahrens. Zunächst ist festzustellen, daß die am Betriebsnetz beteiligten Landwirte sich vorher weder individuell noch als Mitglied einer Gruppe mit der Integrierten Produktion auseinandergesetzt haben. Ihr Interesse an dieser Art der Landwirtschaft und an einer Berücksichtigung der Umwelt war nicht zwangsläufig mit einem wirklichen Willen zur Umstellung verbunden. Im übrigen hat sich unser Einfluß auf zwei Besuche pro Jahr im Winter beschränkt. Es handelte sich also nicht um eine ständig begleitete Beratungsaktion wie im zweiten Teil unserer Arbeit. Wir beabsichtigten nicht, den Platz der traditionellen Beratungseinrichtungen (Landwirtschaftskammer, Genossenschaften etc.) einzunehmen. Dies war weder das ursprüngliche Ziel, noch war es im Rahmen einer Forschungsarbeit leistbar. Schliesslich sollte der Terminplan der Besuche überdacht werden: Die Erhebungen und insbesondere die Rückmeldung muß zu den Zeiten stattfinden, in denen der Landwirt die Entscheidungen über den Kauf von Betriebsmitteln trifft. Dies war im Rahmen dieser Arbeit, was die Rückmeldungen betrifft, nicht möglich. Zur Präzisierung dieser Punkte haben wir eine Gruppe von Soziologen des Labors C3ED der Universität Versailles unter der Leitung von Sylvie Faucheux mit einer Umfrage bei den Landwirten des Betriebsnetzes beauftragt.

## 5. Umsetzung in die Praxis

Aufgrund der Feststellung im vorherigen Abschnitt lassen sich einige Empfehlungen für die Verwendung der agrar-ökologischen Kenngrößen ableiten:

- Zuerst beruht das Verfahren auf einer freiwilligen Beteiligung der Landwirte, die eine gewisse Motivation für Fortschritte in Richtung auf die Integrierte Produktion mitbringen müssen.
- Die Kenngrößen sind keine Kontrollinstrumente zur Überprüfung der Einhaltung von Auflagen eines Pflichtenheftes oder einer Verordnung, welche je nach Ergebnis über die Gewährung oder Erhebung von Geldern (Prämien/Abgaben) entscheiden.
- Bei der Anwendung durch Berater kann dieses Instrument nur eingesetzt werden, wenn zwischen Landwirt und Berater ein Vertrauensverhältnis besteht, da der Berater den Wahrheitsgehalt der Informationen, die ihm der Landwirt mitteilt, nicht überprüfen kann.
- Um wirksam sein und Einfluß auf die Bewirtschaftungsmaßnahmen ausüben zu können, müssen die Kenngrößen als Begleitinstrument in einem Beratungskonzept eingesetzt werden, welches auch Fortbildungsmaßnahmen und Hilfestellung bei der Kulturführung umfaßt.
- Außerdem muß die Ergebnismitteilung der Kenngrößenberechnung an den Landwirt in dem Zeitraum erfolgen, in dem dieser seine Entscheidungen über den Kauf von Betriebsmitteln trifft.

## 6. Schlußfolgerungen

Diese Arbeit hat es gestattet, die agrar-ökologischen Kenngrößen als Evaluierungs- und Beratungsinstrument unter Praxisbedingungen zu testen. Durch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit konnte die Bandbreite der verschiedenen Situationen vergrößert werden.

Die Umsetzungsbedingungen waren nicht optimal, was, neben den regionalen ökonomischen und strukturellen Rahmenbedingungen mit erklären kann, daß der Einfluss dieser Methode auf die Weiterentwicklung der Anbauverfahren der Landwirte in Richtung der integrierten Produktion schwach war. In der Tat sind diese Instrumente dafür bestimmt, parallel zu Beratungsaktionen für die Bestandesführung (Warnaufrufe, Felderbegehungen), Vorhaben von Einzellandwirten oder Gruppen von Landwirten, die sich in Richtung der Integrierten Produktion orientieren möchten zu begleiten, wie es in einigen in Auftrag gegebenen Fällen von Erhebungen außerhalb Frankreichs erfolgt ist (s. Anhang 2).

Auf jeden Fall war es uns im Rahmen dieser Arbeit möglich, eine Reihe von Verbesserungen zu dieser Methode und ihrer Anwendung beizusteuern.

## Teil 2: Umsetzung der Integrierten Produktion in zwei Ackerbaubetrieben

### 1. Einführung

Der Einsatz der Kenngrößen als Beratungsinstrument für die Integrierte Produktion geht davon aus, daß agrarwissenschaftliche Referenzen verfügbar sind. Es existieren jedoch nur wenige Arbeiten zu derartigen Anbausystemen in Ackerbaubetrieben mit einem hohen Maisanteil in der Fruchtfolge. Außerdem muß sich eine Beratungsmaßnahme, wenn sie erfolgreich sein soll, auf Versuche stützen, die den Landwirten des anvisierten Gebiets als Demonstration dienen können. Dies fehlte bisher in der Rheinebene und insbesondere im Elsaß. Dieser zweite Teil der Arbeit verfolgt deshalb diese beiden Ziele und ergänzt somit den vorherigen Teil.

Die zitierten Arbeiten von Viaux (1997) oder Holland et al. (1994) gehen hauptsächlich von folgenden Ansätzen aus:

- Exaktversuche zur Kulturführung, welche verschiedene Anbausysteme an einem Standort miteinander vergleichen. Die von El Titi (1992) in der Nähe von Stuttgart durchgeführten Arbeiten stützen sich auf diese Art von Versuchen.
- Eine Arbeit im 'Mikro-Betrieb'. Diese kann auf einem Betrieb stattfinden, ist aber vom restlichen Betriebsablauf losgelöst. In diesem Fall arbeitet man separat auf mehreren Gruppen von Schlägen, wobei jede Schlaggruppe auf einer begrenzten Fläche die Bedingungen eines Betriebes mit einem gegebenen System, konventionell oder integriert, darstellt (Massé et al., 1996).

### 2. Vorgehensweise

#### 2.1 Auswahl der Betriebe

Von den 14 Betrieben des Betriebsnetzes wurden 2 ausgewählt, ein elsässischer (N° 5) und ein deutscher (N° 15), um dem grenzüberschreitenden Rahmen dieser Arbeit Rechnung zu tragen. Der elsässische Betrieb ist repräsentativ für die Hardt mit Maismonokultur und Beregnung, während der Landwirt auf dem deutschen Betrieb versucht, die Fruchtfolge so vielseitig wie möglich zu gestalten, obwohl der Mais eine starke Stellung innehat (Tab. 2). Die Erhebung mit Hilfe der Kenngrößen ergab, daß der Landwirt bereits einige Anbaumaßnahmen in Richtung der Integrierten Produktion durchführte: Nmin-Untersuchung für die Bemessung der Stickstoffdüngung, Zwischenfruchtanbau, Unkrautbekämpfung im Mais. Der elsässische Landwirt war zu Beginn der Arbeit weniger weit fortgeschritten.

Diese begrenzte Anzahl von Betrieben mag als zu gering erscheinen, um Ergebnisse extrapolieren zu können. In Anbetracht des erforderlichen Aufwands an Untersuchungen und an Arbeitszeit war jedoch nicht viel mehr möglich. Häni (1993), von dem wir inspiriert wurden, hat auch zuerst mit zwei Betrieben gearbeitet, bevor er einen dritten Betrieb einbezogen hat. Die Übertragung auf andere Betriebe kann für einen zweiten Abschnitt des Pilotbetriebsnetzes ins Auge gefaßt werden, wobei der Umfang der Messungen zu reduzieren wäre.

Im übrigen erfolgte die Auswahl der Betriebe nicht unter dem Aspekt, möglichst für die Rheinebene 'typische' Betriebe finden, sofern es die überhaupt gibt. Es wäre wünschenswert gewesen, sich auf eine Betriebstypologie stützen zu können. Wir haben es jedoch vorgezogen, Betriebe aus dem bestehenden Betriebsnetz aufzugreifen, um von der in der ersten Phase des Projekts geleisteten Arbeit profitieren zu können. Der elsässische Betrieb nähert sich hingegen dem Modellbetrieb 'M. Hardt' an (87 ha, Mais in Monokultur, davon 50% beregnet und 50 % Cribs), der von der betriebswirtschaftlichen Beratung im Oberelsaß verwendet wird. Der einzige Unterschied liegt im Fehlen von Cribs-Mais auf dem Betrieb N° 5.

## 2.2 Begleitung der beiden Betriebe

Da unter den tatsächlichen Bedingungen eines Betriebes gearbeitet wurde, war es nicht möglich, Anbauverfahren von heute auf morgen radikal umzustellen - aus wirtschaftlichen Gründen, und weil der Landwirt nicht zum ausführenden Organ einer Versuchsstation gemacht werden sollte, sondern seinen Betrieb gemäß seinen Vorstellungen weiterführen soll. (Es ist Aufgabe des Versuchsanstellers, ihn zu überzeugen).

Unser Ansatz hat sich also auf mehrere Flügel gestützt:

- Die Erhebung mit Hilfe der Kenngrößen dient als Grundlage zur Erkennung von Stärken und Schwächen in Bezug auf die IP.
- Eine intensivere Beratungsaktion während der Vegetationszeit mit regelmäßigen Beratungsgesprächen als Hilfe zur Bestandesführung
- Demonstrationen, die zum Ziel haben, den Landwirt davon zu überzeugen, Maßnahmen der Integrierten Produktion einzusetzen. Dies kann im Extremfall die Form eines Streifenversuchs annehmen.

### Beispiele:

- Versuche: N-Düngung 1996, Trichogramma 1996 und 1998, Unkrautbekämpfung 1998 (Betrieb N° 5)
  - Versuch 'Buntbrachestreifen' 1996-1997 und 1998 (Betrieb N° 15)
  - Null-N-Düngungsversuch in beiden Betrieben 1997 und 1998.
- 
- Eine Überprüfung gewisser Empfehlungen der IP unter Rahmenbedingungen mit hohem Maisanteil oder Mais-Monokultur. Diese stützt sich auf eine Auswertung von Versuchen (s. Kasten 3) zu den Anbauverfahren unter Einbeziehung von Verfahren der Integrierten Produktion, die der Landwirt aufgrund unserer Ratschläge spontan erprobt hat.

Wir legen großen Wert auf diese letzte Etappe, die die Gewinnung von Referenzen erlaubt.

### **Kasten 3: Ein Ansatz für die versuchsmäßige Bewertung von Anbauverfahren (Meynard et al., 1996)**

- Diese Art der Versuchsauswertung geht weiter als die Arbeit mit den Kenngrößen und beruht auf einer Gesamtheit von Maßnahmen, die nicht auf einer großen Anzahl von Betrieben durchgeführt werden können. Sie umfaßt folgende Abschnitte:
- Die Gesamtauswertung des Produktionsverfahrens die darin besteht, die Erreichung im voraus festgelegter Ziele zu überprüfen, entweder absolut oder im Vergleich mit anderen Betrieben. Bsp.: Erreichung des Ertragsziels, Begrenzung des Nitratauswaschungsrisikos, etc.
- Die landbauliche Auswertung gestattet es, die vorherige Auswertung mit Erklärungen zu versehen. Bsp.: Erfassung der Ertragskomponenten.
- Die Analytische Auswertung der spezifischen Entscheidungsregeln hat zum Ziel, die Gültigkeit dieser Regeln zu verifizieren. Bsp.: Verzicht auf Bodeninsektizide bei Mais.

Bei den ersten beiden Abschnitten wird eine Gesamtheit von Entscheidungen gleichzeitig bewertet. So fragt man sich beispielsweise beim Problem der Nitratauswaschung gleichzeitig nach den Terminen, der Aufteilung und der Gesamtmenge der Stickstoffdüngung. Der dritte Abschnitt betrifft dagegen nur eine Einzelentscheidung.

**Tabelle 2: Darstellung der beiden untersuchten Betriebe (Angaben für 1996)**

	Betrieb 5	Betrieb 15
Ort	F-68 Munchhouse	D-79 Breisach-Hochstetten
LN	67 ha	84 ha
Bodentypen	flachgründige Hardt (>50 %) tiefgründige Hardt III-Ebene (5 %)	sandig-lehmige bis lehmig-tonige B. auf Sand von mittlerer Gründigkeit humose Böden (10 %)
Parzellierung	gruppiert: 3 Parzellen > 15 ha = 57 ha	zersplittert, ≈ 30 Parzellen von max. 6 ha
Anbau 96	Mais 60 ha (57 ha beregnet) Stillegung (Gras) 7 ha	Mais 48 ha (43 ha beregnet) Weizen 7 ha, Braugerste 7 ha Zuckerrüben 3 ha Stillegung 17 ha, Wiesen 2ha
IP-Verfahren im Jahr 1996	kein Bodeninsektizid	Herbizid im Nachauflauf + Hacke Nitratinformationsdienst f. N-Düng. Zwischenfrucht

### 2.3 Durchgeführte Messungen im Rahmen der Bewertung der Anbauverfahren

Einen Überblick über die im Rahmen der Evaluierung der Produktionsverfahren durchgeführten Maßnahmen mit den dazugehörigen ökonomischen, agronomischen und ökologischen Zielen gibt Tabelle 3. Die untersuchten Schläge mit hohem Ertragspotential sind mit beregnetem Mais bestellt und werden in Anhang 3 vorgestellt. Im Betrieb 15 kam jedes Jahr noch ein Schlag mit Vorfrucht Weizen dazu.

Was die wirtschaftlichen Aspekte angeht beschränken wir uns auf die Erreichung eines wirtschaftlich vertretbaren Ertragszieles, das leicht über oder auf dem Niveau liegt, welches für diesen Standort bei Ferti-Mieux-Aktionen als beispielhaft angegeben wird. Wenn man davon ausgeht, daß bei diesen Aktionen die Beteiligten bestrebt sind, die Imperative der Einkommenserhaltung und der im Hinblick auf eine Begrenzung der Nitrat auswaschung angemessenen Düngung miteinander zu vereinbaren, kann man annehmen, daß diese Werte einem wirtschaftlich vertretbaren und realistischen Ertrag entsprechen. Auf die Kosten der für die IP spezifischen Maßnahmen werden wir in der allgemeinen Diskussion zurückkommen.

In dieses Kapitel haben wir auch die Ergebnisse der ausgewerteten Versuche einbezogen. Es handelt sich dabei um die Versuche N-Düngung 1996 und Unkrautbekämpfung 199 bei Betrieb N° 5 sowie um den Buntbrachestreifen bei Betrieb N° 15.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Allgemeine Bewertung

#### 3.1.1 Ertragsanalyse

Dabei geht es um die Überprüfung, ob das ökonomisch akzeptable Ertragsziel erreicht wurde. Dieses wurde für alle untersuchten Schläge mit 115 dt/ha angenommen und entspricht dem Beispielswert bei den Ferti-Mieux-Aktionen (vgl. 2.3). Eine Abweichung von weniger als 3 dt/ha wurde als nicht signifikant gewertet.

In 5 von 6 Fällen wurde das Ertragsziel bei Betrieb N° 5 erreicht oder übertroffen. Bei Betrieb N° 15 ist dies nur in 6 von 12 Fällen der Fall (Tab. 4).

Die Gesamtheit der Messungen und Feldbonituren (Fritfliegenschäden, Kulturverträglichkeit, Fußkrankheiten und Kopfbrand) sowie die Beobachtungen der Landwirte zeigen, daß es nicht die für die IP spezifischen Maßnahmen sind (Verzicht auf Bodeninsektizide, Nachauflauf-Herbizide, Aufwandmengenreduzierung und Hacke), die zu Ertragsverlusten führen. Die Ursachen hierfür lagen 1996 bei Fusariose, 1997 bei Bodenverdichtung infolge von Klärschlammasubstrat unter ungünstigen Befahrbarkeitsbedingungen und 1998 bei Problemen der Saatgutqualität mit schlechtem Feldaufgang bei einer Sorte. (b. Betrieb N° 15)

**Tabelle 3: Durchgeführte Messungen auf Maisschlägen der zwei Betriebe**

Parameter	Anzahl Schläge	
<b>Globalevaluierung: Überprüfung der Zielerreichung:</b>		
Ertrag <sup>1</sup>	6	Akzeptables Produktionsniveau (ökonomisch)
Verunkrautung <sup>2</sup>	6	Wirksamkeit der Unkrautbekämpf. (agronomisch)
Nitratgehalt im Boden	6	Begrenzung des NO <sub>3</sub> -Auswasch.risikos (ökol.)
Bodenfauna (Zählung)	5	Erhaltung der Artenvielfalt (ökologisch)
Biomasse der Mikroorganism.	7	Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (agronomisch)
<b>Agronomische Evaluierung: Beiträge zur Erklärung von:</b>		
Bestandesdichte <sup>3</sup>	6	Ertrag
Ertragskomponenten <sup>4</sup>	6	Ertrag
Erfolg der Untersaat	4	Begrenzung des NO <sub>3</sub> -Auswaschungsrisikos
<b>Analytische Evaluierung: der folgenden Entscheidungen:</b>		
Stickstoffdüngungsversuch <sup>4</sup>	1	Vergleich v. empfohlen. und betriebsübl. Düngung
Bonitur von		
- Fritfliegenschäden <sup>3</sup>	6	Verzicht auf Bodeninsektizide
- Kulturverträglichkeit <sup>3</sup>	6	Unkrautbekämpfung im Nachauflauf
- Kopfbrand <sup>3</sup>	6	Verzicht auf Bodenfungizide, Sortenwahl
Bodenfauna, Schädlinge <sup>3</sup>	1	Buntbrachestreifen. »
Vorfruchteffekt von Weizen		

<sup>1</sup> Angabe des Landwirts

<sup>2</sup> hinzu kommt ein Unkrautbekämpfungsversuch auf Betrieb 5 anno 1998 auf zwei Schlägen

<sup>3</sup> nur 1996 und 1997

<sup>4</sup> 1996

**Tabelle 4: Häufigkeitsanalyse der Ertragszielerreichung (115 dt/ha)**

Betrieb	Parzelle	Ertragsziel		
		erreicht	übertroffen	verfehlt
<i>Häufigkeit (Jahre)</i>				
5	1	2/3	1/3	0
	3	2/3	0	1/3
15	1	0	2/2	0
	3	0	1/1	0
	6	1/3	0	2/3
	7	1/2	0	1/2
	9	0	0	1/1
	19	0	1/3	2/3

### 3.1.2 Wirksamkeit der Unkrautbekämpfung

#### **Bonitur von Schlägen (Betrieb N° 15, 1996-1998)**

Wegen des Anwendungsverbots in Deutschland verwendet der deutsche Landwirt seit 1991 kein Atrazin mehr und ist auf eine Nachauflaufbekämpfung mit anschließender Hacke (seit 1993) umgestiegen, was nach der Kenngröße *Pflanzenschutzmittel* von den Umweltwirkungen günstiger als das herkömmliche Verfahren zu beurteilen ist (s. Anhang 4). Diese Kombination geht in Richtung der integrierten Produktion (s. Kasten 1) obwohl man noch weiter gehen könnte, indem man eine chemische Unkrautbekämpfung in der Maisreihe mit einer später folgenden Hacke zwischen den Reihen verbindet. Dieses Verfahren wurde im vorangehenden Arbeitsprogramm des ITADA erprobt, führte aber nicht zu befriedigenden Ergebnissen.

Die Unkrautbekämpfungsverfahren sind in Anhang 4 beschrieben. Seit 1997 wird auf einigen Schlägen doppelt behandelt, wobei zuerst die Winde bekämpft wird, was die Unkrautbekämpfung verteuert und die Umweltbelastung erhöht, gegen Winde aber wirksam ist. Die Auszählung erfolgte auf 6 Probeflächen je Schlag (50 x 75 cm in der Reihe) vor und nach der chemischen Behandlung sowie nach der Hacke (Anhang 5). Die Probeflächen waren innerhalb eines Jahres fix.

Die in den Tabellen 5 und 6 dargestellten Ergebnisse zeigen, daß

- der Unkrautdruck vor der Unkrautbekämpfung gering bis mittel war. Es handelte sich dabei überwiegend um Kräuter und einige Gräser (immer weniger als 5 Gräser/m<sup>2</sup>).
- es zu keiner Unkrautexplosion kam. Die Schwankungen waren jahresbedingt (aufgangsfördernde Verschlammung 1997, trockene Witterung 1998).
- die chemische Bekämpfung wirksam war, mit Ausnahme einiger Wurzelunkräuter und von Bingelkraut auf einigen Schlägen (Tab. 6). Mit der nachfolgenden Hacke lassen sich diese Wirkungslücken in einigen Fällen beheben.
- Die Auszählungen im Juli und im September zeigen, daß es nach den Bekämpfungsmaßnahmen zum Auflaufen weiterer Unkräuter kommt. Diese werden jedoch soweit unterdrückt, daß sie oft nicht zur Blüte kommen (Anhang 5).

Die Ergebnisse sind, was die Durchführbarkeit (witterungsbedingt) und Wirkung betrifft, in jedem Fall ermutigend und besser als die der Versuche ohne Atrazin in der Bretagne (Méhats-Démazure, 1998). Neue fünfjährige Ergebnisse aus dem Elsaß bestätigen die unsrigen (Juncker-Schwing, 1999). In unserer Arbeit zeigt sich die Hacke als ergänzende Maßnahme, mit der sich gewisse Wirkungsmängel der Herbizide reparieren lassen. Die Einführung einer vorangehenden Windenbekämpfung hat, wie es scheint, im Vergleich mit der einmaligen Behandlung keine verbesserte Wirkung gegenüber den einjährigen Unkräutern gebracht. Im übrigen scheinen die nach den Bekämpfungsmaßnahmen aufgelaufenen Unkräuter kein großes Samenproduktionspotential aufzuweisen, was aber durch spezifische Untersuchungen zu bestätigen wäre.

In den drei Jahren dieser Untersuchung kam jedesmal dieselbe Unkrautbekämpfungsstrategie zum Einsatz. Die Unkrautbekämpfungsversuche ohne Atrazin in der Bretagne haben gezeigt, daß nach 3 Jahren offenbar bereits ein neues Gleichgewicht der Unkrautflora erreicht ist (Méhats-Démazure, 1998). Unsere Ergebnisse beruhen also auf einer ausreichend langen Beobachtungszeit. Nichtsdestotrotz sind die Feldränder insgesamt weniger sauber. Auf einigen Schlägen treten besondere Arten auf (Potentilla, Veronika, Minze). Die gefährlichste, nämlich Potentilla, konnte 1997 mit einer speziellen Behandlung unter Kontrolle gebracht werden. Ein anderes mit dem hohen Maisanteil verbundenes Problem ist die Winde. Sie läßt sich aber mit einer Doppelbehandlung in den Griff bekommen. Möglicherweise können diese Behandlungen zukünftig reduziert und auf die Befallsnester beschränkt werden, wie es schon auf Schlag 6 erfolgte.

Jedenfalls ist der Landwirt mit dem Ergebnis zufrieden. Er verlangt keine 100%ig sauberen Flächen. Er gesteht ein, daß diese Art der Unkrautbekämpfung schwieriger ist. Die Kosten dieses Verfahrens sind jedoch höher, insbesondere wegen der Windenbekämpfung, und das

auch wenn auf die spezielle Vorbehandlung verzichtet wird. Diese Kosten erhöhten sich 1998 noch, weil der Landwirt die Aufwandmenge erhöht hat. Unserer Meinung nach könnten sie im Inneren der Schläge wieder reduziert werden und wären lediglich an den Feldrändern zu erhöhen.

**Tabelle 5: Verunkrautung der Schläge vor der Unkrautbekämpfung**

a) gesamt (hauptsächlich *Gänsefuß* und *Bingelkraut*, bei Parz. 1 und 3 außerdem *Nachtschatten*)

Parzelle	1	3	6	7	9	19
	<i>Pfl./m<sup>2</sup></i>					
1996	-	-	27	113	56	16
1997	87	-	68	166	-	20
1998	31	66	30	-	-	5

b) *Bingelkraut*

Parzelle	1	3	6	7	9	19
	<i>Pfl./m<sup>2</sup></i>					
1996	-	-	9	57	20	4
1997	34	-	26	94	-	4
1998	10	13	10	-	-	2

**Tabelle 6: Wirkungsgrad bei *Bingelkraut* nach chem. Bekämpfung und nach Hacke**  
(ausgedrückt im Verhältnis zur Unkrautdichte vor der chemischen Behandlung)

Parzelle	1	3	6	7	9	19
	%					
1996 n. chem. Beh.	-	-	<b>95</b>	90	33	58
n. Hacke	-	-	<b>98</b>	<b>96</b>	51	92
1997 n. chem. Beh.	53	-	<b>100</b>	27	-	73
n. Hacke	93	-	<b>100</b>	69	-	<b>93</b>
1998 n. chem. Beh.	60	91	91	-	-	75
n. Hacke	60	<b>100</b>	<b>100</b>	-	-	<b>100</b>

**Unkrautbekämpfungsversuch (Betrieb N° 5, 1998)**

Dieser Versuch wurde auf zwei Schlägen von etwa 1 ha durchgeführt. Er wird in Anhang 5 beschrieben. Ursprünglich war geplant, dem Mittel gegen breitblättrige Unkräuter ein Gräsermittel in geringer Menge beizufügen. Aufgrund der Auszählungen wurde das Programm schließlich stark reduziert, so daß auf Schlag 1 schließlich nur gehackt wurde. Wegen der aufgrund der Niederschläge von Ende April späten Bodenbearbeitung und Saat sowie der nachfolgenden Trockenheit gab es nur einen geringen Auflauf von Unkraut (< 1 Pfl./m<sup>2</sup>).

Auf Schlag 1 haben wir absichtlich Probeflächen mit wenigstens 1 Pflanze gewählt. Mit Ausnahme dieser Beprobungsflächenwahl wurden die Auszählungen nach genau demselben Protokoll durchgeführt, wie bei Betrieb N° 15.

Die zweikeimblättrigen Unkräuter wurden gut unter Kontrolle gehalten. Die überwiegende Mehrheit der am 18. Juni nach der Hacke gezählten Unkräuter ist spät aufgelaufen. Bei der Bonitur im September wies nur eine Minderheit dieser Pflanzen Blütenstände auf. Dieser Versuch zeigt die Bedeutung der Nachauflaufverfahren, welche eine Anpassung der Verfahren an die Unkrautflora ermöglichen. Die Bedingungen des Jahres 1998 waren jedoch außergewöhnlich und es wird wahrscheinlich nicht möglich sein, die rein mechanische Bekämpfung auf Schlag 1 in den folgenden Jahren zu wiederholen. Das Bekämpfungsprogramm auf Schlag 3 erscheint realistischer. Bei einer früheren Behandlung hätte die Aufwandmenge sogar auf 1,5 kg/ha reduziert werden können (Anhang 5). Dies hätte uns einen Aufwand von 250 FF/ha beschert, was gegenüber dem Aufwand eines klassischen Verfahrens nicht überhöht ist (Anhang 5).

Bei diesem insgesamt positiven Ergebnis ist jedoch auf zwei Punkte hinzuweisen: Das Mittel kann trotz günstiger Umwelteigenschaften (nicht auswaschungsgefährdet) und einer Formulierung mit wasserlöslichem Beutel Probleme mit der Feldspritze verursachen (verstopfende Filter). Außerdem können die später auflaufenden Unkräuter zur Samenreife gelangen, wenn es größere Fehlstellen gibt (z. B. Wildschweinschaden). Dies stellt den Herbologen vor die schwierige Frage, wie groß die Gefahr der Erhöhung des Samenvorrats auf dem Feld durch spät auflaufende Unkräuter ist (INRA Dijon, persönliche Mitteilung).

Jedenfalls hat unter anderem diese Arbeit den Landwirt dazu gebracht, ein Hackgerät zu beschaffen und dieses mit einem Spritzgerät für die Behandlung in der Reihe auszustatten, obwohl er bei Vorauflaufmitteln (Alachlor + Atrazin mit 1/3 Aufwandmenge) bleiben möchte.

**Tabelle 7: Unkrautbekämpfungsversuch im elsäss. Betrieb (N° 5): Unkrautzählung**

Parzelle	1	3
	<i>Pfl./m<sup>2</sup></i>	
Vor Herbizidbeh. (25/5/98)	-	58 <sup>1</sup>
Nach Herbizidbeh. (2/6/98)	4 <sup>2</sup>	0
Nach Hacke (18/6/98)	3	10
23/7/98	10	8
02/09/98	10	7

1 hauptsächlich *Gänsefuß* und *Amaranth*, keine Ungräser

2 *Amaranth*, *Gänsefuß*, *Nachtschatten* und *Gräser* (1 Pfl. /m<sup>2</sup>).<sup>2</sup>

### 3.1.3 Nmin-Gehalt des Bodens und NitratAuswaschungsrisiko - Effekt einer Weidelgrasuntersaat im Mais

Für die Verfolgung des Nitratgehalts im Boden wurden zu Schlüsselterminen (Machet et al., 1997) Bodenproben gezogen: Bei der Ernte, vor Winter und zu Frühjahrsbeginn. Zu jedem der Termine wurde jeder Schlag mit 4 Wiederholungen, bestehend aus einer Mischprobe von 4 Einstichen, beprobt. Die Beprobungstiefe betrug 90 cm auf den Schlägen von Betrieb N° 15 (bei Schlag 3 nur 60 cm) und lediglich 30 cm auf den Schlägen von Betrieb N° 5.

Die in Abbildung 6 sowie in Anhang 6 dargestellten Ergebnisse zeigen, daß:

- die Werte bei Betrieb N° 15 insgesamt über denjenigen von Betrieb N° 5 liegen.
- die Werte zur Ernte 1998 bei Betrieb N° 5 niedriger liegen als in den vorangegangenen Jahren.
- 1996 der Streifen mit empfohlener Düngung ( 3 PI in der Abb. in Anhang 6) einen leichten Unterschied in den Nmin-Werten gegenüber der Fläche mit betriebsüblicher Düngung (3 C in der Abb. in Anhang 6) aufwies, was für die Belastung des Sickerwassers nicht ohne Konsequenzen blieb (Tab. A6.1).
- 1996 und 1997 der Schlag mit Vorrucht Weizen gefolgt von einer gelungenen Zwischenfrucht mit Ölrettich einen deutlich höheren Nmin-Gehalt aufwies als die anderen Schläge.
- das Niveau der Nmin-Gehalte in Abhängigkeit von der Jahreswitterung schwankt.

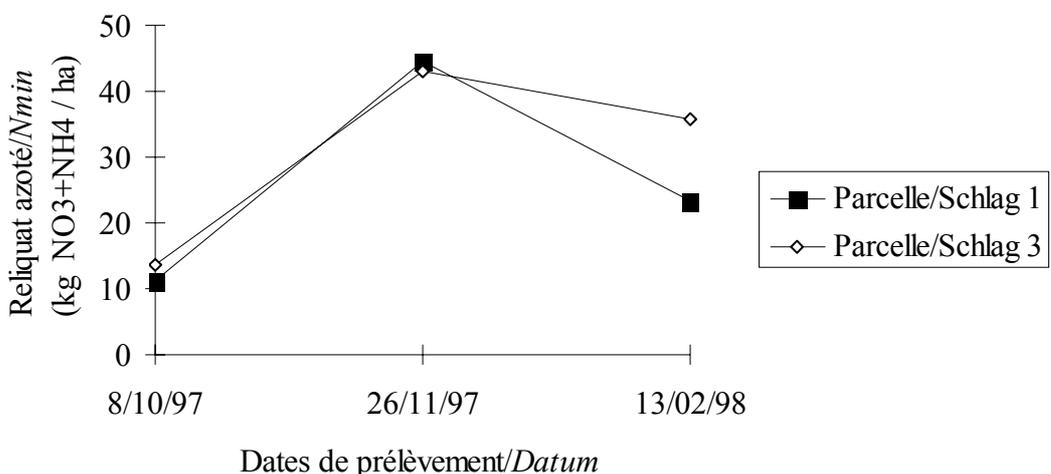
Die niedrigeren Werte auf Betrieb N° 5 sind auf dessen flachgründige und kiesige Schläge zurückzuführen. Bei diesen auswaschungsgefährdeten Böden zeigen Simulationen mit dem STICS-Modell (Brisson et al., 1998), daß die Nitratkonzentrationen tatsächlich erhöht sind (Tab. A6.1 im Anhang 6). Die Auswaschung kann bereits unmittelbar nach der Ernte erfolgen. Es wäre interessant, diese Untersuchung mit den Nmin Werten von 1998 fortzusetzen, da diese niedriger liegen als in den vorigen Jahren. Zurückzuführen könnten diese auf die auf die Ferti-Mieux-Empfehlung reduzierte Düngung von 215 kg N/ha sowie auf den erhöhten Ertrag von 1998 sein. Trotzdem kann es in Jahren mit einem feuchten Herbst wie 1996 auf diesen Böden zu einer erheblichen Auswaschung kommen.

Bei Betrieb N° 15 liegen die Auswaschungswerte wegen den tiefgründigeren Böden niedriger. Die Aussaat einer Weidelgrasuntersaat im Juni hat keinerlei Auswirkung auf die Entwicklung der Nmin-Werte. Die aufgenommenen Stickstoffmengen sind sehr gering oder sogar Null (Tab. 8). Die Zwischenfrucht hat keine Zeit sich zu entwickeln, wegen der zu späten Maisernte. Sie überlebt nicht unter Sorten mit starker vegetativer Entwicklung (z.B. Clarica, DK 300, DK 312). Auch im ITADA-Projekt A1.2 enttäuschten die Ergebnisse. Gibt es jedoch Probleme mit dem Maisbestand, so kann sich das Weidelgras im Bereich von Lücken entwickeln und dort den nicht genutzten Stickstoff aufnehmen.

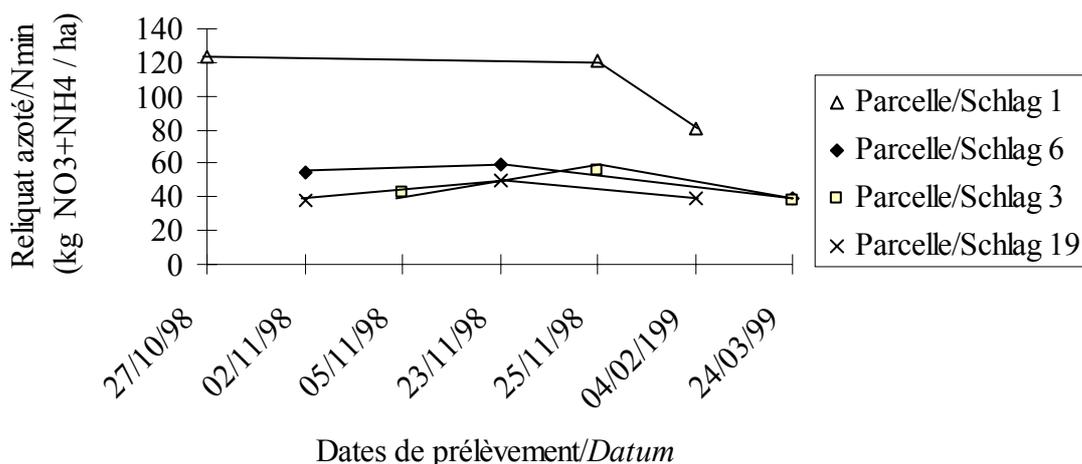
Fälle mit einem hohem Nmin-Wert in Betrieb N° 15 lassen sich mit der Mineralisierung der Zwischenfrucht Ölrettich erklären. Der Landwirt hat dies durch seine Nmin-Untersuchungen im Mai 1998 bestätigt. Andererseits hat der Schlag 3 mit einer weniger gut entwickelten Phacelia nach Weizen diesen Trend nicht gezeigt.

## Abbildung 6: Nmin-Gehalte im Boden

### a) 1998 Betrieb 5



## b) 1998 Betrieb 15



**Tabelle 8: Trockenmasseproduktion und Stickstoffaufnahme der Weidelgrasuntersaat**

Parzelle	1	3	6	7	9	19
<u>1996</u>						
TM dt. Weidelgr. (t/ha) -	-	-	0,14	≈ 0	0,15	≈ 0
N-Aufnahme (kg N/ha) <sup>1</sup>	-	-	-	4,3	≈ 0	5,6
<u>1998<sup>2</sup></u>						
TM dt. Weidelgr. (t/ha) ≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	-	-	-
N-Aufnahme (kg N/ha) <sup>1</sup>	≈ 0	≈ 0	≈ 0	-	-	-

<sup>1</sup> incl. Wurzeln

<sup>2</sup> 1997 auf allen Schlägen vernachlässigbar

### 3.1.4 Bodenfauna

Die Erhaltung der Artenvielfalt in den bestellten Feldern ist eine der Grundlagen der integrierten Produktion, um ein besseres Gleichgewicht des Systems sicherzustellen und die natürlichen Regulierungsmechanismen zu unterstützen.

Die Laufkäfer, von denen die Mehrzahl der Arten Nützlinge sind, wurden ausgewählt, weil sie leicht zu fangen sind und bereits von vielen Autoren als Indikatoren verwendet wurden (Houper et Clement, 1994), wenn auch gewisse Autoren wie Duelli (1997) diese Wahl in Frage stellen. Die Bestimmung wurde von Alain Clement (ENSAIA, Nancy) vorgenommen. Die verwendeten Fallen entsprechen den von Houper und Clement (1994) verwendeten. Auf jedem Schlag wurden vier Fallen aufgestellt. Nach Duelli et al. (1990) genügt diese Anzahl für eine gute Schätzung der Vielfalt der Arten und deren relative Bedeutung. Zu beachten ist, daß mit diesem Verfahren nicht die Dichte der Arten geschätzt werden kann. Die Fallen werden von Mai bis Juli wöchentlich aufgesucht, da in dieser Zeit die Vielfalt der Laufkäfer im Mais am höchsten ist (Duelli et. al., 1990).

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Ergebnisse. Insgesamt war die Diversität 1996 höher als in den anderen Jahren. Zwischen den Schlägen gibt es wenig Unterschiede. Die höchste Artenvielfalt wurde 1996 auf einem Schlag (N°9) von Betrieb N° 15 mit Weizenvorfrucht beobachtet. In den Folgejahren findet sich dieser Effekt jedoch nicht wieder.

Die niedrigeren Werte 1997 und 1998 lassen sich mit den ungünstigen Witterungsbedingungen im Frühjahr erklären (Houpert et Clément, pers. Mittlg.). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist also Vorsicht angebracht. Vergleicht man die Ergebnisse von 1996 bezüglich Artenzahl und Shannon-Index mit denjenigen anderer Autoren (Matthey et al., 1990; Baguette et Hance, 1997; Duelli et al., 1990), so stellt man fest, daß die Artenvielfalt der Laufkäfer eher unter den Werten dieser Autoren für Mais oder andere Getreidearten liegt. Nachdem keine Bodeninsektizide ausgebracht wurden ist wohl das Pflügen einer der wichtigsten Gründe für diese Artenverarmung (Baguette et Hance, 1997). Das Umfeld des Schrages (Vorhandensein von Wiesen und natürlichen Strukturen) könnte auch eine Rolle spielen (Duelli, 1990) und wäre die Ursache für die erhöhte Artenvielfalt auf Schlag 9 im Jahre 1996.

### 3.1.5 Abschätzung der Bodenfruchtbarkeit

Die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und insbesondere der biologischen Aktivität des Bodens ist auch eines der Ziele der Integrierten Produktion. Im Herbst 1998 wurden deshalb Bodenproben gezogen und vom Labor der SADEF auf Biomasse untersucht, nach der von Chaussod (INRA, Dijon) vorgeschlagenen Fumigationsmethode.

Die in Tabelle 10 wiedergegebenen Ergebnisse lassen für den Betrieb N° 15 höhere Werte erkennen. Jedenfalls liegen die Werte von Betrieb N° 5 in der Nähe von Werten dieses Bodentyps mit beregnetem Mais und Bodeninsektizid und die von Betrieb N° 15 in der Nähe von Schlägen mit Mais in der Fruchtfolge auf anderem Boden (nicht kiesig und nicht humos) von denen einer gepflügt und die anderen nicht gepflügt wurden (Dutzi, tiefgreifend)

**Tabelle 9: Artenzahl und Shannon-Index verschiedener Parzellen**  
( $\Sigma$  von 4 Fallen / Parzelle)

Parzelle	Betrieb 5		Betrieb 15			
	1	3	1 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	6	9 <sup>1</sup>
<u>Anzahl Arten</u>						
1996	14	13	-	-	11	17
1997	9	13	10	-	7	-
1998	8	9		8	8	-
<u>Shannon - Index <sup>2</sup></u>						
1996	2,11	1,84	-	-	2,21	2,26
1997	1,85	1,95	1,27	-	1,76	-
1998	1,61	1,63	-	1,48	1,81	-

<sup>1</sup> Parzelle mit Vorfrucht Weizen

<sup>2</sup> Index der Artenvielfalt (Populationsdiversität) (Beisel et Moreteau, 1997) :

$S = \sum p_i \cdot \log(p_i)$  mit  $p_i$  : relative Häufigkeit der Art i

**Tabelle 10: Biomasse des Bodens C-b- $\mu$  (mg C Biomasse /kg trockener Boden) nach Chaussod-Fumigationsmethode (INRA Dijon)**

Parzelle	Betrieb 5		Betrieb 15			
	1	3	1	3 <sup>1</sup>	6	19
C-b- $\mu$ <sup>1</sup> (mg C Biomasse kg <sup>-1</sup> trock. Boden)	80	79	141	109	92	108

<sup>1</sup> Die Standardabweichung wird vom Labor mit  $\pm 13,0$  angegeben

### 3.2 Analytische Bewertung

Hierbei geht es um die Evaluierung der spezifischen Auswirkungen gewisser Entscheidungen. In dieses Kapitel einbezogen haben wir die Ergebnisse zweier Versuche: Stickstoffdüngung und Acker-Buntbrachestreifen.

#### 3.2.1 Stickstoffdüngungsversuch

Der 1996 angelegte Streifenversuch zum Vergleich der betriebsüblichen (250 kg N/ha) und der empfohlenen (210 kg N/ha) Düngung hat keine signifikanten Ertragsunterschiede ergeben (gemessen an 4 x 10 Pflanzen). Die Stickstoff-Bodenuntersuchungsergebnisse wurden in Kapitel 3.1.3 vorgestellt.

#### 3.2.2 Verzicht auf Bodeninsektizide und -fungizide

Bodeninsektizide sind vor allem bei der Gefahr von Drahtwurmbefall (nach Stilllegung auf humosen Flächen) gerechtfertigt, was bei den untersuchten Flächen jedoch nicht der Fall war. Sie können auch dem selteneren Fritfliegenbefall vorbeugen. Die Auszählungen an 4 x 10 m je Schlag in den Jahren 1996 und 1997 haben keinerlei signifikanten Drahtwurm- oder Fritfliegenschaden erkennen lassen. Auch 1998 konnten keine Schäden festgestellt werden. Der elsässische Landwirt hat uns lediglich Auflaufprobleme auf Schlag 3 mitgeteilt, die auf Nematoden zurückzuführen sein könnten. In diesem Fall wäre jedoch in jedem Fall eine spezifische Maßnahme erforderlich.

Kopfbrandsymptome wurden praktisch keine festgestellt, was den Verzicht auf Bodenfungizide bestätigt. Der deutsche Betrieb liegt in einem Gebiet mit relativ geringem Befallsrisiko und auch im Elsaß wurden in den letzten drei Jahren kaum Befallssymptome festgestellt (ITCF et AGPM, 1999).

#### 3.2.3 Einsatz von Nachauflaufherbiziden mit Gefahr der Kulturschädigung

Im Betrieb N° 15 wurden in einigen Fällen leichte Kulturschäden nach dem Einsatz von Nachauflaufherbiziden beobachtet (Anhang 4). In 4 von 8 Fällen waren mehr als 10% der Pflanzen betroffen, **ohne daß jedesmal Ertragseinbußen aufgetreten wären oder diese ausschließlich auf diese Ursache zurückzuführen gewesen wären.**

### **3.2.4 Versuch mit blühendem Ackerstreifen**

Blühende Ackerstreifen, auch Acker-Buntbrache genannt, haben drei Ziele: Schaffung eines Lebensraums für Nützlinge, Erhaltung einiger Pflanzenarten (Kornblume, ...) und Bereicherung der Mais-Kulturlandschaft, was auch positive Auswirkungen auf das Image der Landwirtschaft in der Gesellschaft haben kann.

Ein Streifen von etwa 3m Breite wurde am 29. April 1996 auf Schlag 7 des deutschen Betriebs (N° 15) über die gesamte Schlaglänge der Straße entlang (ca. 200m) angelegt. Die von einem schweizer Spezialisten der Integrierten Produktion (F. Häni) vorgeschlagene Zusammensetzung der Mischung ist in Anhang 7 dargelegt.

Im ersten Jahr dominierte der Buchweizen. Kornblumen und Klatschmohn kamen zur Blüte. Im zweiten Jahr kamen dann auch die anderen Arten zum Zuge.

Eine Zunahme von Unkräutern oder Schädlingen (Schnecken) mit negativen Effekten auf den Ertrag konnte nicht festgestellt werden. Einige Unkräuter, die sich entwickelten, wurden Ende Juli abgemulcht.

Der Streifen scheint vor allem im zweiten Jahr seine Rolle als Lebensraum für Laufkäfer gespielt zu haben (Anhang 7). Im übrigen bekam der Landwirt positive Rückmeldungen aus der Bevölkerung.

Diese Verfahren kann also sowohl auf der Ebene der Ökologie als auch auf der Ebene der Öffentlichkeitsarbeit zur Verbesserung des Images der intensiven Landwirtschaft eine positive Rolle spielen. Neben den Saatgutkosten (4.000 FF/ha) und den Verlusten an Ernteertrag bzw. Stilllegungsprämie ist auch die Ansaat ein Problem. So hat sich 1998 die Ansaat auf einem anderen Schlag wegen ungünstigen Bedingungen schlecht entwickelt. Unter den aktuellen Bedingungen kann dieses Verfahren nur auf kleinen und weniger fruchtbaren Flächen zum Einsatz kommen (z.B. kiesige und/oder schlecht beregnete Flächen), sofern keine Ausgleichszahlungen geleistet werden.

### **3.2.5 Wirkung einer Weizenvorfrucht**

Die Schläge mit Vorfrucht Weizen (1996 = 9, 1997 = 1, 1998 = 3) auf Betrieb N° 15 unterschieden sich nicht wesentlich von anderen Schlägen, weder ertraglich (Tab. 4), noch bezüglich des Unkrautdrucks vor der Unkrautbekämpfung (Tab. 5), weder bezüglich der Bodenfauna (Tab. 9) noch bezüglich der Bodenfruchtbarkeit (Tab. 10). Lediglich eine Wirkung auf die Nmin-Gehalte des Bodens (Abb. 6) konnte festgestellt werden. Diese dürfte aber mehr auf die Zwischenfrucht nach Weizen zurückzuführen sein. Das Fehlen solcher Wirkungen läßt sich möglicherweise z. T. dadurch erklären, daß der Landwirt keine echte Fruchtfolge verwirklicht sondern gelegentlich einmal einen Weizen einschiebt.

## **4 Allgemeine Diskussion**

Der von uns gewählte Untersuchungsansatz ermöglichte eine Durchführung unter den Bedingungen eines landwirtschaftlichen Praxisbetriebs. Dabei war auch gewissen Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen und es konnten bestimmte Phänomene beobachtet werden, die in Exaktversuchen kaum in Erscheinung treten. Als Beispiele seien genannt die Auswirkung von Bestandeslücken aufgrund von schlechtem Feldaufgang oder wegen Wildschweinschäden auf die Verunkrautung oder die Entwicklung einer Weidelgras-Untersaat oder auch die Verunkrautungsprobleme am Feldrand. Dies verleiht einigen Ergebnissen ein besonderes Gewicht, insbesondere denjenigen, die sich mit Unkrautbekämpfung ohne Atrazin auf dem deutschen Betrieb befassen, wo insgesamt 6 Jahre Versuchserfahrung vorliegen, davon drei vor Beginn unserer Versuchsreihe.

Den Rahmenbedingungen des Betriebes Rechnung zu tragen, kann auch lästig sein, weil nicht jede Freiheit bezüglich der Kosten gegeben ist. Das Problem der Weidelgrasuntersaat in Mais wurde im elsässischen Betrieb nicht behandelt. Ebenso hätte im deutschen Betrieb intensiver behandelt werden müssen: die Termine der Zwischenfruchtsaat, die Sortenwahl und die Erntetermine.

Im Grunde sind wir in den Rahmenbedingungen der Mais-Monokultur mit ihren offensichtlichen Grenzen geblieben: den Problemen des N-Managements, eines intensiven Pflanzenschutzes wegen der Ungräser und Winden, einer relativ geringen Artenzahl bei der Bodenfauna, auch wenn nicht alles so schlecht ist. Möglichkeiten für den Fortschritt wurden aufgezeigt, insbesondere bei der Unkrautbekämpfung im Nachauflauf, die schon ein gewisses Können verlangt. Diese Arbeit hat den elsässischen Landwirt dazu animiert, in seinem Stickstoff- und Pflanzenschutzmanagement Fortschritte zu machen. Der deutsche Landwirt wurde in gewissen Fällen in seinen Entscheidungen bestätigt. Es ist zu beachten, daß er 1999 den Anteil der Winterfrüchte durch die Einführung von Raps und die Ausdehnung von Winterweizen erhöht hat, nachdem eine Erhöhung der MEKA-Fläche möglich wurde. Er hat deshalb auf Schlag 19, einem Schlag mit Bodenstrukturproblemen, die ebenfalls ein begrenzender Faktor für Mais-Monokultur darstellen, Weizen angebaut.

## 5 Umsetzung in die Praxis

Diese Arbeit hat gezeigt, daß gewisse Techniken der Integrierten Produktion (IP) technisch machbar und unter landbaulichen und Umweltgesichtspunkten interessant sind. Bleibt das Problem der Kosten gewisser Maßnahmen. In Tabelle 11 haben wir versucht, eine ökonomische Bilanz der Gesamtheit der IP-Maßnahmen zu ziehen. Hinzugefügt haben wir die Anpassungen der P und K-Düngung (Schätzung der möglichen Einsparungen bei gut versorgtem Boden auf Grundlage der COMIFER-Empfehlungen (1994)), der Saatstärke, bei der es nach unseren Beobachtungen beim deutschen Landwirt auch noch einige Einsparungsmöglichkeiten gibt sowie die Zünslerbekämpfung, für die wir den Einsatz von Trichogramma empfehlen. Ohne Fruchtwechsel belaufen sich die Kosten auf eine Größenordnung von 370 FF/ha, da gewisse Maßnahmen durch Einsparungen bei anderen Maßnahmen kompensiert werden. Gestützt auf die Ergebnisse dieser Arbeit haben wir die Hypothese aufgestellt, daß es keine negativen Ertragseffekte gibt.

Diese Bezifferung erfordert einige zusätzliche Bemerkungen:

- Die Düngereinsparungsmöglichkeiten sind grobe Schätzungen.
- Wir haben die Unkrautbekämpfung mit einem Gräsermittel (217 FF/ha) aufgebläht, was nach dem Unkrautbekämpfungsversuch (Kap. 3.2.1) nicht unbedingt nötig ist.
- Die Kosten der Einführung einer Zwischenfrucht müssen präzisiert werden: Um eine bessere Wirkung zu erzielen, müßten frühere Sorten verwendet werden, damit früher geerntet werden kann. Von daher kommt es zu einem Ertragsverlust. Im Gegenzug erlaubt diese Verfrühung eine Ernte unter günstigeren Bedingungen, vermindert dadurch die Gefahr von Bodenverdichtungen und erlaubt somit einen Gewinn bei der Bodenstruktur wegen der guten Entwicklung der Untersaat (Noël, 1999), was sich nicht leicht beziffern läßt.
- Der Einsatz von Trichogramma bleibt weiterhin teuer, trotz der technischen Verbesserungen (Ausbringung in einem Arbeitsgang). Eine chemische Alternative wäre der Einsatz eines Insektizids einer neuen umweltverträglicheren Wirkstofffamilie ('Axor'; Lufenuron) mit lediglich 100 FF/ha Aufpreis.
- Aufgrund der Prämiensituation ist die Einführung von Getreide ökonomisch ungünstig, auch wenn nicht nur Deckungsbeiträge verglichen werden, sondern in die Rechnung auch mögliche Fruchtfolgewirkungen einbezogen werden. Dies gilt insbesondere für Soja, womit sich Stickstoff sparen läßt und auch noch eine Zwischenfrucht möglich wäre (Reau et al., 1997) und nach den Aussagen gewisser Landwirte auch die Bodenstruktur verbessert wird.

## 6 Schlussfolgerungen

In dieser Arbeit haben wir einen, verglichen mit klassischen landwirtschaftlichen Versuchen, originellen Ansatz gewählt, indem wir als Versuchs- und Beobachtungsfläche einen existierenden landwirtschaftlichen Betrieb gewählt haben. Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit hat uns die Einbeziehung von Schlägen ermöglicht, auf denen Verfahren, die in Richtung der Integrierten Produktion gehen, eingesetzt wurden (Zwischenfrucht, Unkrautbekämpfung im Nachauflauf ohne Atrazin). So konnten die Vor- und Nachteile von bestimmten Verfahren, die in Richtung der Integrierten Produktion gehen, für Ackerbau und Umwelt aufgezeigt werden, und dies bei Mais in Monokultur. Wir konnten technische Daten gewinnen, die für spätere Arbeiten, insbesondere für die Beratung von Landwirten auf Grundlage von Erhebungen mit den agrar-ökologischen Kenngrößen, nützlich sein könnten.

Ein genauere wirtschaftliche Betrachtung, die auch die Fruchtfolgeeffekte durch die Einführung anderer Kulturen berücksichtigt, ist dagegen noch zu leisten. Eine Wahl in Abhängigkeit der Vor- und Nachteile jeder Möglichkeit lässt sich mit Hilfe der Multikriterien-Technik (Loyce, 1998) treffen. Dies gilt auch im Falle der Verfügbarkeit von mehreren Kenngrößen für den Vergleich von landwirtschaftlichen Betrieben oder Anbauverfahren.

**Tabelle 11: Versuch einer ökonomischen Bilanz der wichtigsten vorgenommenen Maßnahmen**

Maßnahme	Zusatzkosten	Gewinn	Bemerkungen
	<i>FF/ha</i>	<i>FF/ha</i>	
Anpassung der P-Düngung		73	- 25 kg/ha <sup>1</sup>
Anpassung der K-Düngung		44	- 30 kg/ha <sup>1</sup>
Anpassung der N-Düngung		105	- 35 kg/ha
Anpassung der Saatstärke		50	- 10 %
Verzicht auf Carbofuran		200	- 10 kg/ha
NA-Unkrautbekämpfung ohne Atrazin <sup>2</sup>	113		Verz. auf klass. Progr. (Anhang 4)
Hacke	70		
Untersaat in Mais	250		Saatgutkosten gesät mit and. Maßn.
blühender Ackerstreifen	227 <sup>3</sup>		auf 2% der Fläche
Trichogramma	180		chem. Behandlg. = 100 FF
<b>Total</b>	<b>840</b>	<b>472</b>	
<b>Ergebnis</b>	<b>368</b>		

<sup>1</sup> Schätzung der möglichen Einsparungen bei Anwendung der Empfehlungen des COMIFER (1994) für gut versorgten Boden

<sup>2</sup> 1,5 kg Duogranol (1998 in Instant umbenannt) + 0,7 kg Motivel

<sup>3</sup> Diese Kosten beinhalten die Saatgutkosten (4000 FF/ha) alle 3 Jahre sowie 10000 FF/ha Ertragsverlust auf 2% der Fläche

## **Unterthema 1: Reduzierte Bodenbearbeitung und Streifensaat in eine Graseinsaat ('Maiswiese') bei Mais in Monokultur**

### **Ausgangssituation und Problemstellung**

Bei der 'Maiswiese' handelt es sich um ein Verfahren, das in der Schweiz entwickelt wurde. Dabei wird nicht gepflügt sondern der Mais wird in Frässtreifen in eine Graseinsaat (evtl. in Verbindung mit Leguminosen) aus dem Vorjahr eingesät (Bigler et al., 1995a). Dieses Verfahren stimmt dank zweier Merkmale, die es miteinander verbindet, völlig mit den Prinzipien der Integrierten Produktion überein:

- Verzicht auf das Pflügen, wegen der möglichen Einsparung von Arbeitszeit und Energie und den positiven Wirkungen auf die biologische Aktivität der Bodenfauna sowie im Kampf gegen die Erosion (Viaux, 1997).
- Eine Bodenbedeckung über den ganzen Winter, die der Nitratbindung dient und den Boden in Hanglagen vor Erosion schützt. Außerdem kann diese Verknüpfung zweier Verfahren gut für die Fruchtbarkeit und Struktur des Bodens sowie für die Bodenfauna sein, welche den Zünslerdruck reduziert, der ansonsten durch nicht-pflügende Verfahren erhöht wird (Bigler et al., 1995b). Es handelt sich hierbei also um ein interessantes Beispiel für eine Technik, welche die von der IP empfohlenen natürlichen Regulierungsmechanismen unterstützt (s. Kasten 1 im Hauptteil).

Verschiedene Arbeiten in der Schweiz haben den ökologischen Nutzen und die ökonomische Machbarkeit dieses Verfahrens nachgewiesen (Ammon et al., 1995; Bigler et al., 1995 c), und dies im Silomaisgebiet mit deutlich höheren Niederschlägen als in der Region am Oberrhein. Es war also interessant, dieses Verfahren unter den Rahmenbedingungen der Rheinebene und des Körnermaisbaus zu erproben. In diesem Fall ist der Ausdruck 'Maiswiese' ein wenig mißbräuchlich, da die Graseinsaat nicht zur Futtergewinnung dient, sondern nur eine ökologische Rolle bei der Nitrataufnahme oder der Erosionsbekämpfung spielt.

Dieser Teil der Arbeit ergänzt also den vorhergehenden Teil um die Suche nach neuen Alternativen, mit einer weitergehenden Berücksichtigung von Umweltzielen.

### **Zielsetzung**

Prüfung der Machbarkeit von Pflugverzicht und 'Maiswiese' bei Mais in Monokultur.

### **Methodik und Durchführung der Arbeiten**

#### **1. Versuchsanlage:**

Auf einem gepflügten Schlag des deutschen Betriebes N° 15 aus dem vorherigen Projektabschnitt wurden vier Behandlungen mit 2 Wiederholungen auf Schlägen von 72 x 9 m (12 Reihen) über drei Jahre hinweg am selben Standort geprüft:

T1: Pflügen und konventionelle Bodenbearbeitung

T2: Pfluglose Bodenbearbeitung (Grubber im Herbst und Rüttelegge im Frühjahr)

T3: Maiswiese 1 mit Abtötung der Graseinsaat zur Saat (3,5 l Glyphosat)

T4: Maiswiese 2 ohne Abtötung der Gräser zur Saat (Abtötung mit Sulfonylharnstoff, Ende Mai, Anfang Juni)

Die Arbeiten des Landwirts sowie die durchgeführten Maßnahmen sind in Anhang 8 dargestellt. Der Schlag wurde nicht beregnet. Mit der Versuchsbetreuung beauftragte das Regierungspräsidium Freiburg eine Privatfirma (Martin).

## 2. Ergebnisse

### 1996

Die Versuchsanlage erfolgte wegen dem verspäteten Start des zweiten ITADA-Arbeitsprogramms unter ungünstigen Verhältnissen. Die Graseinsaat erfolgte im Frühjahr 1996 auf gepflügten Flächen, so daß also alle weiteren Maßnahmen nicht unter pfluglosen Verhältnissen durchgeführt wurden. Hinzu kam ein Problem mit ungleichmäßiger Bestandesdichte, was dazu führte, daß die Ergebnisse nicht korrekt interpretierbar waren. Sie werden deshalb nicht vorgestellt.

### 1997 und 1998

In diesen beiden Jahren war die Rangfolge der Varianten sowie die Differenz der Absolutwerte fast identisch: Die gepflügte Kontrolle lag an der Spitze mit 11 dt/ha Ertragsvorsprung gegenüber ungepflügt und 18-20 dt/ha gegenüber der früh abgespritzten Maiswiese sowie 25 dt/ha 1997 bzw. 90 dt/ha gegenüber der nicht abgetöteten Maiswiese (Tab. 12).

Die Untersuchung der Ertragskomponenten zeigt, daß die Ertragsunterschiede 1997 und 1998 bei den ersten drei Varianten hauptsächlich durch die Anzahl der Körner je Kolben bedingt sind, während sich die Variante 4 im Jahr 1998, beginnend mit der Bestandesdichte, in jeder Beziehung davon abhebt.

Die N<sub>min</sub>-Werte nach der Ernte sind kaum verschieden, während die Werte im Mai vor der Stickstoffdüngung bei Variante 4 in jedem Jahr, insbesondere aber 1998 deutlich tiefer liegen. 1997 nimmt Variante 3 eine Mittelstellung zwischen T1 und T2 einerseits und T4 andererseits ein.

## 3. Diskussion

Eine allgemeine bibliographische Bilanz der zahlreichen zum Thema erschienen Artikel zeigt sehr wechselnde Ergebnisse bezüglich dem Ertrag in Vergleichsuntersuchungen mit pflügender und pflugloser Bodenbearbeitung zu Mais (Cannell et Hawes, 1994). Als kritische Phase und Ursache von Ertragsverlusten bei pflugloser Bodenbearbeitung gilt die Bestandesimplementierung (Feldaufgang). In unserem Fall lassen sich die in zwei aufeinanderfolgenden Jahren aufgetretenen Ertragseinbußen bei pflugloser Bodenbearbeitung ohne Graseinsaat nicht mit unterschiedlichen Bestandesdichten infolge Auflaufschwierigkeiten erklären. Die Ertragskomponente die abfällt ist die Kornzahl je Kolben, was auf frühen Stress vor oder in der Blüte hinweist, wie bei den beiden Varianten mit Graseinsaat. Für die letztgenannten erklärt sich dieser Stress viel leichter mit der Konkurrenz durch die Gräser, insbesondere in Variante T4, wo sich das Gras bis Anfang Juni entwickelt. 1998 hat sich diese Einsaat dank einem feuchten April kräftig zu einer Konkurrenz entwickeln können. Dies führte auch zu niedrigen Bodennitratwerten Ende Mai infolge starker N-Aufnahme. Auch die Unkräuter konnten sich gut entwickeln, insbesondere 1997 in der Maisreihe bei den beiden Varianten mit Einsaat, und konkurrenzten den Mais.

Diese Auswirkung der 'Maiswiese' auf den Maisertrag wurde auch in zahlreichen Fällen in der Schweiz bei Silomais beobachtet (Ammon et al., 1995; Garibay et al., 1997). Indem man jedoch den Trockenmasseertrag der Gräser hinzuzählte, kam man jedoch auf ähnliche Erträge. Für einen Tierhalter mag das angehen, da er auch dieses Futter brauchen kann. Bei Körnermais und in viehlosen Betrieben wiegen die Ertragseinbußen jedoch schwer und stellen ein Problem dar.

Es ist anzumerken, daß dieser Konkurrenzeffekt der Gräser aus denselben Gründen wie im vorigen Abschnitt 3.1.3 beschrieben, sehr ungleichmäßig war. Die Ertragsmessungen wurden in Zonen mit gut entwickelter Graseinsaat vorgenommen.

Eine exakte Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde nicht vorgenommen. Berücksichtigt man jedoch die durchschnittliche Ertragsdifferenz (19 dt/ha) zwischen T1 (mit Pflug) und T3 ('Maiswiese', günstiger Fall) und nimmt die schweizer Werte für die variablen Kosten, so ergibt sich eine Deckungsbeitragsdifferenz von 1700 FF/ha (Tab. 14). Die Maschinenkosten für die Streifenfrässaat sind hoch und erlauben keine Einsparungen gegenüber dem traditionellen Verfahren. Bei dieser Rechnung haben wir die von den Autoren genannte Differenz der variablen Kosten zugunsten der 'Maiswiese'-Variante angenommen, die in unserem Fall nicht unbedingt gerechtfertigt ist (s. Anhang 8) und die den Deckungsbeitragsunterschied begrenzt.

#### 4. Übertragung in die Praxis

Beim aktuellen Stand der Dinge läßt sich dieses Verfahren nicht in die Rheinebene übertragen.

#### 5. Schlussfolgerungen

Auch wenn es immer schwierig ist, ein an einem Standort erzielt Ergebnis auf ein ganzes Gebiet zu übertragen, so scheint uns doch die Konkurrenz der Graseinsaat ein grundsätzliches Problem zu sein, was im trockenen Klima der Rheinebene unzumutbare Ertragseinbussen zur Folge hat. Die Kontrolle dieser Einsaat ist demnach eine Grundvoraussetzung. Verschiedene Ansätze sind denkbar:

- Die Beregnung: Sie verursacht jedoch Kosten und müßte früh und hoch sein, um die Konkurrenz zu beseitigen, wobei wiederum mit Auswaschung zu rechnen ist.
- Eine frühere Abtötung der Graseinsaat vor der Maissaat. Garibay et. al. (1997) haben die Vorzüge einer Frühjahrsfurche aufgezeigt, was in der Rheinebene jedoch nicht immer möglich ist und die positiven ökologischen Wirkungen auf die Bodenfauna einschränken würde (Bigler et al.; 1995b). Andererseits wäre auch eine totale Abtötung mit Roundup vor der Maissaat denkbar, was noch zu prüfen wäre.
- Verwendung einer weniger konkurrenzstarken Art als Weidelgras wie z.B. der Gemeinen Risppe (Garibay et al., 1997).
- Schließlich könnte man auch je zwei Maisreihen zueinander rücken, damit die Untersaat mehr Licht bekommt, was insbesondere bei späten Maissorten ein Problem darstellt. Diese Alternative wird derzeit von P. Girardin im Rahmen einer Arbeit zur Verbesserung des Wildäsungsangebots an der INRA Colmar erprobt (d'Aranda, 1998)

**Tabelle 12:** Versuchsergebnisse

##### a) 1997

Variante	Bestandes- dichte (Pfl./ha)	Anzahl Kolben (Kolb./ha)	Anzahl Reihen/ Kolben	Anzahl Körner/ Kolben	TKG <sup>1</sup> <sub>1</sub> (g)	Ertrag <sup>1</sup> (dt/ha)	Nmin Ernte (kg N/ha)
T1	85000	88000	15,4	376	357	117,9	41
T2	85000	88000	14,8	350	346	106,5	41
T3	88000	88000	13,8	337	336	99,9	31
T4	87000	85000	13,9	320	<b>335</b>	91,2	47

<sup>1</sup> bei 14% Wasser

**b) 1998**

Variante	Bestandes- dichte (Pfl./ha)	Anzahl Kolben (Kolb./ha)	Anzahl Reihen/ Kolben	Anzahl Körner/ Kolben	TKG <sup>1</sup> (g)	Ertrag <sup>1</sup> (dt/ha)	Nmin Ernte (kg N/ha)
T1	88000	88000	15,4	454	313	124,8	
T2	85000	85000	14,6	413	323	113,5	
T3	82000	88000	15,2	415	309	104,3	
T4	60000	57000	12,4	223	271	34,3	

<sup>1</sup> bei 14% Wasser

**Tabelle 13: Nmin im Boden Ende Mai (27.05.97 bzw. 02.06.98).**

Variante	1997	1998
	— kg NO <sub>3</sub> -N/ha —	
T1	80	71
T2	85	66
T3	61	59
T4	47	18

**Tabelle 14: Schätzung der Deckungsbeitragsdifferenz zwischen T1 (Pflug) und T3 ('Maiswiese')**

Variante	Pflug (T1)	«Maiswiese» T3
	— FF / ha —	
Marktleistung	P <sup>1</sup>	P-1330 <sup>2</sup>
Veränderl. Kosten <sup>3</sup>	C <sup>1</sup>	C-740
Maschinenkosten <sup>3</sup>	1420	3040
Arbeitskosten <sup>3</sup>	1000	510
<b>NETTODIFFERENZ</b>		<b>-1720</b>

<sup>1</sup> nicht näher angegeben, da es auf die Differenz ankommt

<sup>2</sup> durchschnittlich 19 dt/ha (à 70 FF/dt)

<sup>3</sup> Zahlen nach Bigler et al. (1995c) (gerundet)

## **Unterthema 2: Einsatz eines Hilfsmittels zur Bemessung der Stickstoffdüngung bei Weizen**

### **Ausgangssituation und Problemstellung**

Die Stickstoffdüngung muß nach Menge und Termin möglichst genau bemessen werden, um eine Überdüngung, die zu erhöhten Nitratrückständen nach der Ernte führen kann, zu vermeiden. Das von INRA und ITCF entwickelte Bemessungsverfahren JUBIL erlaubt eine verfeinerte Berechnung der Stickstoffdüngung zu Winterweizen (Laurent et al.; 1996). Dieses Verfahren beruht auf der Kombination einer Stickstoffdüngungsberechnung mittels der Bilanzmethode mit Messungen des Nitratgehaltes im Pflanzensaft an der Halmbasis (Justes, 1994). Die Bemessung der N-Düngung kann so verbessert werden, indem sie gleichzeitig Stickstoffmangel aufdecken und Überdüngungen vermeiden und damit Stickstoffverlusten infolge Ungenauigkeiten der Düngeberechnung mit lediglich der Bilanzmethode (Laurent et al., 1996) vermeiden kann.

Dieses Verfahren wird damit zu Recht in die Reihe der Hilfsmittel zur Integrierten Produktion aufgenommen und es war von daher interessant, es in unserer Region mit anderen Klimabedingungen als im Pariser Becken, wo sie entwickelt wurde, zu prüfen. Dieser Projektteil steht in der Fortführung des Hauptteils, indem es neue Verfahren, die in Richtung der IP gehen testet und das in einer Kultur, die in der Rheinebene einen recht bedeutenden Platz einnimmt.

### **Ziele:**

Die Machbarkeit dieses Verfahrens unter realistischen Betriebsbedingungen zu testen. Vergleich mit anderen Verfahren (NID, Chlorophyllmeßgerät N-Tester).

(Dieses ursprünglich vorgesehene zweite Ziel wurde wegen fehlender Verfügbarkeit nicht weiter verfolgt).

### **Methodik und Durchführung der Arbeiten**

#### **1. Kurze Darstellung der Methodik**

- Die Methodik beruht auf der Berechnung einer Düngergabe X mit der Bilanzmethode. Diese Gabe X wird um 40 kg N/ha reduziert und zu den üblichen Stadien (Bestockung und 1cm-Ährenstadium) des Weizens verabreicht.
- Nach diesen beiden Gaben beginnt die JUBIL-Methode mit einer ersten Messung des Nitratgehaltes im Pflanzensaft der Halmbasis im 1-Knoten-Stadium.
- In Abhängigkeit vom Meßwert und bezogen auf einen sortenspezifischen Schwellenwert werden die zurückbehaltenen 40 kg N/ha (oder mehr bei gravierendem Mangel) gedüngt oder aber aufbewahrt bis zum nächsten Meßtermin u.s.f. bei den beiden späteren Terminen.
- Wenn beim dritten Termin der Meßwert immer noch über dem Schwellenwert liegt, werden die 40 kg N/ha definitiv nicht gegeben, da der Pflanze genügend Stickstoff zur Verfügung steht.

Die Einzelheiten zur Anwendung dieses Verfahrens finden sich in Laurent et al. (1996).

## 2. Versuchsanlage

### 1996

Dieses Verfahren wurde auf dem deutschen Betrieb (N° 15) des vorhergehenden Unterthemas und auf Betrieb N° 3 des ursprünglichen Betriebsnetzes zu den agrar-ökologischen Kenngrößen, der im Südsaß am Fuße der Vogesen liegt, getestet.

Die Anwendung dieses Verfahrens wurde begleitet durch Messungen von Erträgen und Eiweißgehalten auf den beiden Schlägen von Betrieb N° 3.

Um die JUBIL-Empfehlung mit der ursprünglichen Düngestrategie des Landwirts zu vergleichen, wurde auf dem deutschen Betrieb ein Streifenversuch mit folgenden 3 Varianten angelegt:

Betriebsüblich:	80 + 0 + 66 kg	N/ha
JUBIL :	80 + 50 + 0 kg	N/ha
JUBIL + Betriebsüblich:	80 + 50 + 66 kg	N/ha

Gemessen wurden die Erträge, die Ertragskomponenten sowie die Nmin-Rückstände.

### 1997

Das Verfahren wurde auf einem Schlag des elsässischen Betriebes N° 7 des Kenngrößen-Betriebsnetzes getestet. Der Betrieb liegt in der Nähe von Colmar und hat recht schwere Böden.

Auf Betrieb N° 15 des Hauptteils hätte das Verfahren auch 1997 wieder getestet werden sollen. Wegen des trockenen Frühjahrs konnten aber die Proben nicht rechtzeitig gezogen werden und der Landwirt hat mit seiner ersten Düngergabe nicht gewartet.

### 1998

Der Versuch konnte 1998 wegen mangelnder Verfügbarkeit der Partner nicht fortgesetzt werden.

## 3. Ergebnisse

In drei von vier Fällen wurde die Anwendung des Verfahrens durch Trockenheit gestört und in einem Fall war es sogar zu spät um zu messen (1997 auf Betrieb N° 15). In den beiden anderen Fällen war eine Messung beim dritten Termin möglich (s. Anhang 9).

Die Vergleichsergebnisse sind unglücklicherweise unvollständig. 1996 fehlen die Ertrags und Nmin-Ergebnisse der Kontrollparzelle auf dem elsässischen Betrieb (N° 3). Trotzdem war der Landwirt mit der Methode und dem Ertrag zufrieden. Zu beachten ist der Anstieg des Eiweißgehalts im Vergleich zur Kontrolle (Tab. 15).

Was die beiden anderen Betriebe betrifft, so sind die Ergebnisse nicht überzeugend. Die Strategie des deutschen Landwirts (Var. 1 in Tab. 16) scheint sich ausgezahlt zu haben, auch wenn die Ertragsunterschiede nicht signifikant sind. Die Nmin-Werte nach der Ernte blieben niedrig.

Auf dem elsässischen Betrieb N° 7 wurde die Empfehlung, 40 kg zu düngen befolgt, er fand es jedoch nicht angezeigt, dies auch auf seinen anderen Weizenschlägen zu tun. Im übrigen ist der Nmin-Wert nach der Ernte sehr hoch (Tab. 17).

#### 4. Diskussion

Aus diesem Projekt wie auch aus anderen, in anderen Gegenden durchgeführten Untersuchungen ergibt sich, daß dieses Verfahren durch Frühjahrstrockenheit erheblich gestört wird, da die Aufnahme des Düngerstickstoffs durch die Pflanze gestört ist. (Gilet, 1997). In einer solchen Situation ist es nicht möglich, aus Messungen des Nitratgehalts im Pflanzensaft der Halmbasis Schlüsse zu ziehen.

Die zwei negativen Ergebnisse der Methode (Tab. 16 und 17) verlangen nach einem Kommentar:

- Im Jahr 1996 war der feuchte Juni nach Trockenheit zu Beginn des Frühjahrs günstig für den Weizen und es mag sein, daß eine späte Gabe besser aufgenommen wurde als die erste Gabe und möglicherweise einen kurzfristigen Mangel kompensiert hat, was sich wohl auf das TKG ausgewirkt hat (Tab. 16). Eine höhere Gabe in Variante 3 hat ertraglich nichts gebracht, aber den Eiweißgehalt erhöht, was zu verifizieren gewesen wäre.
- Auf dem Schlag des elsässischen Betriebes schien aufgrund der Trockenheit, die die Stickstoffaufnahme behindert hat, die Bestandesdichte des Weizens 1997 etwas niedrig. Trotz einer Gabe von 40 kg N/ha konnte der Weizen den Rückstand aufgrund der weniger günstigen Bedingungen als 1996 nicht wieder aufholen. Diese beiden Ursachen könnten die hohen Nmin-Gehalte nach der Ernte erklären.

#### 5. Übertragung in die Praxis

Bei der Anwendung der JUBIL-Methode müssen die Witterungsbedingungen, soweit sie die Stickstoffaufnahme beeinflussen, berücksichtigt werden.

#### 6. Schlußfolgerungen

Um zu endgültigen Schlußfolgerungen zu kommen gab es in diesem Projekt nicht genügend Messungen. Das Vorhaben war bescheiden in seiner Konzeption. Infolge von Arbeitsüberlastung konnten die Bearbeiter dieses Vorhaben aber nicht so bearbeiten, wie es sich gehörte. Wir konnten die Bedeutung des Witterungsverlauf vor der Anwendung dieses Verfahrens aufzeigen, welches dann an Grenzen stößt, wenn das Frühjahr zu Beginn trocken ist und der Stickstoff der ersten beiden Düngergaben schlecht aufgenommen wird. Es wäre interessant nachzuschauen, wie häufig solche Situationen auftreten.

**Tabelle 15:** Einsatz der JUBIL<sup>®</sup>-Methode im elsässischen Betrieb (N°3) 1996

	Parzelle		
	Fridolin		Hohnacker
N-Düngung erste beiden Gaben	120 kg N/ha		80 kg N/ha
Einsatz am 24/4/96 6/5/96 13/5/96	Bei den ersten beiden Terminen konnte wegen der trockenen Witterung kein Schluß gezogen werden. 3. Termin: JUBIL-Empfehlung: 40 kg N/ha düngen		
15/5/96 3. Gabe	30 kg N/ha	0	30 kg N/ha
Gesamt-N-Düngung	150	120	110
Ertrag (dt/ha)	87	-	91
Eiweißgehalt (%)	12.4	11.9	-

**Tabelle 16:** Einsatz der JUBIL<sup>®</sup> -Methode auf dem deutschen Betrieb: Ergebnisse des Streifenversuchs 1996.

Variante	Anzahl Kolben/m <sup>2</sup> (4) <sup>1</sup>	Anzahl Körner/m <sup>2</sup> (6)	TKG (2)	Ertrag (dt/ha) (6)	Nmin Ernte (kg NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> /ha)
1 : (80+0+66 N)	794	22352	41,3	95,1	30
2 : (80+50+0 N)	801	24575	35.9	90.3	28
3 : (80+50+66 N)	762	24722	36.2	89.2	41
Varianz (p <0,05)	NS	NS	S	NS	-

<sup>1</sup>Anzahl Wiederholungen

**Tabelle 17:** Einsatz der JUBIL<sup>®</sup> -Methode auf einem elsässischen Betrieb (N° 7) 1997.

Gesamtdüngung(kg N/ha)	207	(67 + 100 + Conseil JUBIL = 40)
Ertrag (dt/ha)	68,2	Betriebsdurchschnitt
Nmin nach Ernte (kg N/ha (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> ))	132	

## **Unterthema 3: Verbesserung der Pilzkrankheitsbekämpfung durch Hilfsmittel**

### **Ausgangssituation und Problemstellung**

Die aktuelle Strategie der Krankheitsbekämpfung im Winterweizen beruht auf der Einschätzung der Befallsgefahr vor Auftreten der Krankheit einerseits und auf der Beobachtung von Symptomen, also fortgeschrittenen Schäden, andererseits. Seit kurzem gibt es Hilfsmittel zur Früherkennung und Vorhersage (Modelle) von Krankheiten. Derartige Hilfsmittel ermöglichen einerseits, die Anzahl von Behandlungen zu reduzieren und diese andererseits ziel- und zeitgerechter einzusetzen, was diese in beiden Fällen als Methoden der Integrierten Produktion auszeichnet (s. Kasten 1 im Hauptteil). Zwei Vorhersagemodelle wurden untersucht und miteinander verglichen: auf französischer Seite PRESEPT (Couleaud, 1995), ein Vorhersagemodell für Septoria, eine der bedeutendsten Krankheit im Rheintal, und auf deutscher Seite PRO-PLANT, ein Beratungsprogramm zur Vorhersage und Entscheidungshilfe bei der Wahl der Behandlungen (Meinert u. Dölz, 1996).

### **Ziele:**

Vergleich der beiden Verfahren, insbesondere unter den Rahmenbedingungen mit Verfügbarkeit der neuen Fungizidklasse der Strobilurine.

Prüfung der Anwendbarkeit dieser Verfahren unter Praxisbedingungen.

### **Methodik und Durchführung der Arbeiten**

#### **1. Vergleich der beiden Verfahren**

Die Möglichkeiten und Grenzen sowie die Besonderheiten jedes Verfahrens wurden bei einem Treffen zwischen den verschiedenen Projektpartnern (Tab. 18) erörtert. Folgende Punkte fassen das Ergebnis dieses Vergleichs zusammen:

- PRESEPT ist ein Vorhersagemodell mit dem einzigen Ziel, das Datum der ersten Behandlung gegen Septoria zu benennen, und macht keinerlei Aussage zur Mittelwahl.
- PRO-PLANT ist ein Expertensystem für die wichtigsten Krankheiten und den Wachstumsreglereinsatz in Getreide, Schädlinge in Raps, die Unkrautbekämpfung in Mais sowie für Blattkrankheiten in Rüben und gibt Ratschläge für die Mittelwahl (Termin, Produkt, Aufwandmenge)
- PRESEPT benötigt im Vergleich zu PRO-PLANT nur wenig Daten.
- PRESEPT zeichnet eine Kurve des kumulierten Risikos, was PRO-PLANT nicht tut.
- Mit PRESEPT lassen sich leicht Simulationen über mehrere Tage auf der Grundlage des Wetterberichts erstellen.
- PRO-PLANT berechnet ein tägliches witterungsbedingtes Infektionsrisiko für die wichtigsten Getreidekrankheiten.
- PRO-PLANT gibt schlagbezogene Bekämpfungsempfehlungen
- PRO-PLANT berücksichtigt Anbaufaktoren, Sortenresistenzen, Wirkstoffeigenschaften, Fungizidmischungen und Mittelkosten.

Beispiele für Ausdrucke der beiden Verfahren gibt es in Anhang 10 (Abb. A.10.1 bis A.10.4).

**Tabelle 18:** Vor- und Nachteile von PRESEPT gegenüber PRO-PLANT

	PRESEPT	PRO-PLANT
Art von Hilfsmittel	Vorhersagemodell	Expertensystem
Betroffene Krankheit	Septoria <sup>1</sup>	Getreidekrankheiten
Anwendungsmaßstab	kleines Gebiet	Schlag
Erforderliche Daten	<u>Wetterdaten:</u> T°C, Niederschläge	+ Globalstrahlung Windgeschwindigkeit + Luftfeuchte
	<u>Kultur:</u> Schlüsselstadien	+ Vorgeschichte Krankheitsbonituren
Ausdrucke:	Niveau der täglichen Kontamination Kurve des kumulierten Risikos Termin der ersten Behandlung	Witterung und tägliches Infektionsrisiko, Schnellberatung Schlagbezogene Einzelberatg. Termine der Behandlungen + Mittelwahl
Möglichkeit der Simulation	ja	ja (geringer als bei PRESEPT)

<sup>1</sup>PRESEPT ist ein Modul des Programms CLEAN welches weitere Module für andere Krankheiten enthält

## 2. Versuchsanlage

Neben dem Einsatz beim deutschen Landwirt (N° 15) im Rahmen der Umsetzung der IP im Hauptteil der Arbeit wurden Vergleiche der Behandlungsempfehlungen der beiden Verfahren vorgenommen.

Im Jahre 1996 wurden auf deutscher Seite, 1997 im unterelsässischen Schwindratzheim sowie beim Betrieb N° 16 des Kenngrößennetzes Varianten mit PRESEPT und PRO-PLANT in Kleinparzellenversuche mit 4 Wiederholungen aufgenommen, in denen verschiedene Strategien der Fungizidbehandlung miteinander verglichen wurden.

1998 wurde diese Arbeit mit zwei elsässischen Versuchen in Obernai und Rouffach und einem deutschen bei Bad Krozingen (Tab. A10.1 und A10.2) fortgeführt. Im Gegensatz zu 1996 und 1997, wo die beiden Verfahren, je nach Lage des Versuchs, nur mit einer deutschen oder einer französischen Fläche verglichen wurden, fanden sich die beiden deutschen und französischen Standardflächen sowie die beiden Verfahren PRESEPT und PRO-PLANT mit Strobilurinen 1998 in allen Versuchen.

Die elsässischen Versuche sowie die PRESEPT-Terminberechnungen wurden von Herrn Weissenberger vom elsässischen Pflanzenschutzdienst durchgeführt. Die deutschen Versuche sowie die PRO-PLANT-Berechnungen bearbeitete der Pflanzenschutzdienst Freiburg (Herr Maurath vom ALLB in Zusammenarbeit mit Herrn Imgraben vom RP).

### 3. Ergebnisse:

#### 1996:

Aufgrund von Hagel am 18. Mai 1996 konnte der Versuch nicht ausgewertet werden.

#### 1997:

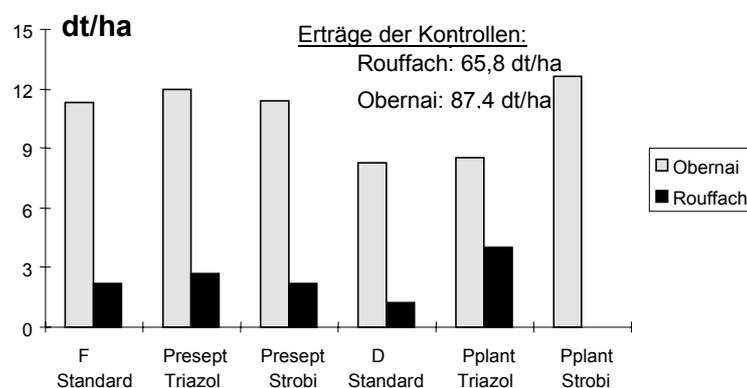
Auf dem deutschen Betrieb wiesen die Krankheitsbonituren keine Unterschiede zwischen den Behandlungen auf. Die Ertragsergebnisse konnten wegen zu großer Heterogenität des Schlages, bedingt durch die pfluglose Bodenbearbeitung, nicht ausgewertet werden.

Auf dem mit zwei Sorten durchgeführten elsässischen Versuch hat PRESEPT als Behandlungstermin den 13. Mai empfohlen, während PRO\_PLANT eine reduzierte Gabe 6 Tage früher vorschlug. Weder Brutto- noch Nettoertrag (Ertrag - Fungizidkosten) der PRESEPT und PRO-PLANT Variante unterscheiden sich statistisch vom Durchschnitt der elsässischen 2\*N-Varianten und der anderen Modalitäten, darunter auch die mit Strobilurinen (Tab. 10.3). Mit PRO-PLANT war offensichtlich ein klarer Ertragszuwachs möglich, auch wenn er statistisch nicht absicherbar war.

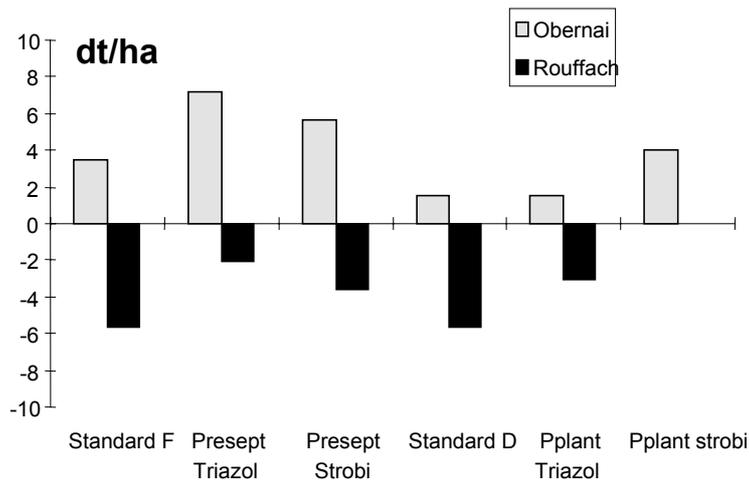
#### 1998

Auf französischer Seite waren die von beiden Methoden empfohlenen Behandlungstermine in Rouffach identisch, während in Obernai PRO-PLANT 7 Tage Vorsprung hatte (EC-Stadium 37) gegenüber PRESEPT (zum Ährenschieben). Bei beiden Versuchen konnte kein statistisch gesicherter Unterschied zwischen den Behandlungen (Abb. 7 und 8) nachgewiesen werden, obwohl beim Nettoertrag die PRESEPT-Verfahren und die PRO-PLANT-Behandlung mit Triazolen in Rouffach besser abschnitten.

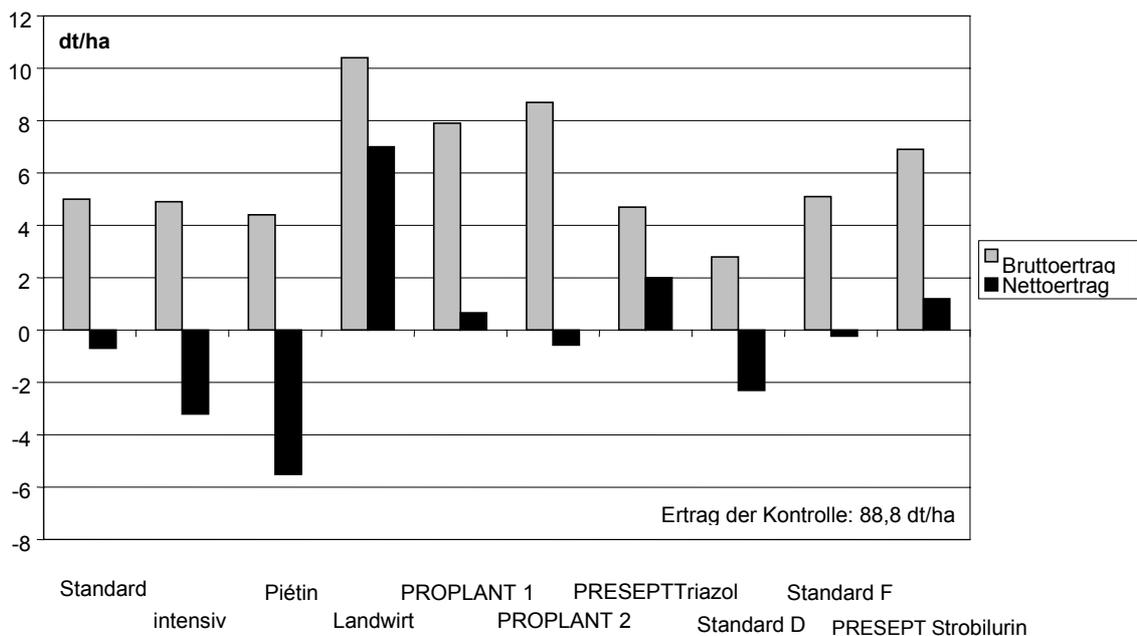
Auch auf deutscher Seite lag PRO-PLANT 11 Tage vor PRESEPT. Ertraglich lag die betriebsübliche Variante vorn und das noch deutlicher beim Nettoertrag, wobei die Unterschiede statistisch nicht signifikant waren (Abb. 9). An zweiter Stelle folgt die PRESEPT-Variante mit Triazolen. Sie liegt noch vor den deutschen und französischen Standardvarianten, wenn auch nicht signifikant. In diesem Versuch empfahl PRO-PLANT zwei Behandlungen mit reduzierter Aufwandmenge, ohne daß dies einen Nettogewinn erbracht hätte.



**Abb. 7:** Bruttoerträge der verschiedenen untersuchten Strategien (als Differenz zur Kontrolle) bei den elsässischen Versuchen 1998 (Einzelheiten der Behandlungen s. Tab. A10.1 im Anhang 10).



**Abb. 8:** Nettoerträge der untersuchten Strategien (als Differenz zur Kontrolle) bei den elsässischen Versuchen 1998 (Weizenpreis = 70 FF/dt und Ausbringungskosten = 60 FF/ha).



**Abb. 9:** Bruttoerträge der untersuchten Strategien (als Differenz zur Kontrolle), (Weizenpreis = 79 FF/dt) beim deutschen Versuch 1998 (Einzelheiten der Behandlungen s. Tab. A10.2 im Anhang 10).

#### 4. Diskussion

Diese vergleichende Arbeit erforderte den Austausch zahlreicher meteorologischer Daten und Bemühungen zur Harmonisierung der Bonitur der Stadien, was anfänglich nicht klar war. In den zwei berücksichtigten Jahren konnte kein systematischer Ertragsunterschied zwischen den beiden Methoden festgestellt werden, obwohl die Behandlungstermine nicht immer identisch waren.

Umgekehrt führten die nach den Empfehlungen von PRESEPT und PRO-PLANT durchgeführten Behandlungen in den 5 Versuchen (Doppelversuch 1997 in Schwindratzheim) auch zu keinen Ertragseinbußen, insbesondere im Vergleich zum elsässischen Standard mit zwei Behandlungen. Diese Entscheidungshilfen ermöglichen also eine Reduzierung der Zahl der Spritzungen, was sowohl der Umwelt als auch dem Image des Landwirts zugute kommt. Auch auf wirtschaftlicher Ebene läßt sich damit Gewinn erzielen, zumal es nie zu Mindererträgen kam.

Der deutsche Standard (Opus Top 1,5l) sieht eine Behandlung mit zwei Wirkstoffen (davon ist einer nach der 'Pestizid'-Kenngröße leichtflüchtig) in einem Produkt vor, im Gegensatz zur elsässischen Empfehlung mit Opus (nur ein nicht-flüchtiger Wirkstoff) auf Grundlage von PRESEPT. Dieses Verfahren wurde in den elsässischen Versuchen erst 1998 aufgenommen, brachte gegenüber den Verfahren auf Grundlage der Entscheidungshilfen jedoch keinerlei Vorteil.

Der einzige 'Mißton' ist das hervorragende Ergebnis der Behandlung des Landwirts im deutschen Versuch 1998 mit 1l Opus top. Er übertrifft alle anderen Strategien, darunter auch die von PRESEPT und PROPLANT sowie den deutschen Standard mit 1,5l desselben Mittels. Der Landwirt hat früher behandelt. Es ist wahrscheinlich, daß sich dieses Ergebnis nicht jedes Jahr wiederholen läßt, da der Landwirt den Termin in diesem Fall empirisch vorverlegt hat. Damit bestätigen diese Ergebnisse den Nutzen dieser Entscheidungshilfsmittel auch in den Fällen, wo eine einfache Behandlung gängige Praxis ist. Die beobachteten Unterschiede zwischen den beiden vorher genannten Verfahren mit einmaliger Behandlung unterstreichen die Bedeutung des Behandlungstermins. Dieser kann mit Hilfsmitteln wie PRESEPT oder PRO-PLANT besser gewählt werden.

Diese Ergebnisse wurden in zwei Jahren mit geringem Krankheitsdruck erzielt. Simulationen mit PRESEPT bis ins Jahr 1982 zurück haben jedoch gezeigt, daß nur in einem Fall die erste Behandlung bereits im 2-Knoten-Stadium erforderlich war, was eine zweite Behandlung gerechtfertigt hätte (Weissenberger, pers. Mittlg.). Was PRESEPT betrifft sind unsere Ergebnisse durch andere, seit mehreren Jahren durchgeführte elsässische Versuche bestätigt, die bei der von PRESEPT empfohlenen einmaligen Behandlung keine Ertragsverluste gegenüber zweimaliger Behandlung ergeben haben (Weissenberger, pers. Mittlg.). Lothringische Arbeiten sowie eine Zusammenstellung 13 französischer Versuche, davon mindestens die Hälfte der Standorte mit starkem Krankheitsdruck, haben 1998 den Vorteil beim Nettoertrag und damit bezüglich der Wirtschaftlichkeit einer von PRESEPT empfohlenen einmaligen Behandlung gegenüber einer zweimaligen Behandlung bestätigt (Pflanzenschutzdienst Lothringen, 1999).

## **5. Übertragung in die Praxis**

Die Anwendung von PRESEPT erfolgt durch den Pflanzenschutzdienst (SRPV), der für kleinräumige Gebiete Warnmeldungen herausgibt. Den Landwirten ist deshalb zu empfehlen, diesen Warndienst zu abonnieren. Eine Beobachtung des Entwicklungsstadiums ist jedoch auf jedem einzelnen Schlag erforderlich, um die Empfehlung den spezifischen Situationen anzupassen. Dieser Beobachtungsaufwand erfordert nicht viel zusätzliche Zeit und entspricht dem Minimum, was jeder Landwirt sowieso aufwenden sollte.

Die Anwendung von PRO-PLANT ist, da schlagbezogen, aufwendiger als die von PRESEPT, obwohl es als Instrument für den Landwirt vorgesehen ist. Es ist von daher realistischer, seine Anwendung im selben Rahmen wie die von PRESEPT vorzusehen. In Baden-Württemberg wird Pro-Plant seit drei Jahren mit Erfolg bei der Erstellungen der von den Ämtern für Landwirtschaft herausgegebenen Warnmeldungen eingesetzt.

## 6. Schlussfolgerungen

Dieses Vorhaben hat mit der Pflanzenschutzberatung befaßte Verantwortliche von beiden Seiten des Rheins zusammengeführt und war Gegenstand einer guten grenzüberschreitenden Zusammenarbeit, auch wenn die Übermittlung der für das Funktionieren der Vorhersagemodelle erforderlichen Informationen nicht immer leicht war. Der Nutzen der beiden Verfahren für die Unterstützung der Landwirte bei der besseren Terminierung ihrer ersten Fungizidbehandlung und damit einer in zahlreichen Fällen möglichen Reduzierung von bisher im Elsaß üblichen zwei Behandlungen auf eine, was sowohl der Umwelt als auch der Wirtschaftlichkeit und einem höheren Nettoertrag zugute kommt, wurde bestätigt. Ein Minimum an Bestandesbeobachtung ist hingegen erforderlich.

Im Vergleich der beiden Verfahren bietet PRESEPT viel weniger Möglichkeiten als PRO-PLANT, ist wegen seiner 'Spezialisierung' auf die Bestimmung des Termins der ersten Behandlung gegen Septoria aber auch viel leichter anzuwenden. Für diese Aufgabe ist PRESEPT ebenso gut geeignet wie PRO-PLANT, das eine Aufwandmengenreduzierung zulässt. Eine Mittel- und Aufwandmengenempfehlung gibt PRESEPT hingegen nicht. Der SRPV beabsichtigt deshalb eine Untersuchung für die Reduzierung der Aufwandsmengen zu den von PRESEPT angegebenen Terminen in Jahren mit niedrigem Krankheitsdruck, wie wir sie in den letzten Jahren erlebt haben, um die Fungizidstrategie weiter zu verfeinern.

## Veröffentlichungen zu den Kenngrößen

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1996. The crop sequence indicator; a tool to evaluate crop rotations in relation to the requirement of Integrated Arable Farming Systems. *Aspects of Applied Biology* 47, Rotations and cropping systems, pp 405-408.

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1998. Assessing the P fertilization by means of an agro-ecological indicator: the « phosphorus indicator ». *Book of abstracts (vol.1)*; Zima, M.;Bartosova,M.L.; European Society for Agronomy (FRA); 5th. ESA Congress; Nitra (SLK) 28 June-2 July 1998, 33-34

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1999. Agro-ecological indicators – instruments to assess sustainability in agriculture. *In Proceeding of Intern. Conf. « Sustainability in agriculture - tension between ecology, economics and social sciences »*; Stuttgart (GER), 28-30 oct. 1998; (*in preparation*).

Bockstaller, C., Girardin, P. et Van der Werf, H.M.G. 1997. Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy*, 7: 261-270.

Girardin, P. et Bockstaller, C. 1997. Les indicateurs agro-écologiques, outils pour évaluer les systèmes de culture. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 4 : 418-426.

Girardin, P., Bockstaller, C. et Van der Werf, H.M.G. 1999. Indicators : A tool to evaluate the environmental impact of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 13: 5-21.

Keichinger, O. et Girardin P. 1998 Example of evaluation of the impact of agricultural practices on wild fauna/ the « soil cover indicator ». *Book of abstracts (vol.1)*; Zima, M.;Bartosova,M.L.; European Society for Agronomy (FRA); 5th. ESA Congress; Nitra (SLK); 28 June-2 July 1998, 19-20

Van der Werf, H.M.G. et Zimmer, C. 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. *Chemosphere*, 36: 2225-2249.

## Weitere im Bericht zitierte Literatur

- Ammon, H. U., Bohren, C., Scherrer, C. et Wadlbürger, M. 1995. Erträge mit mechanisch oder chemisch regulierter Begrünung. *Agrarforschung*, 2: 389-392.
- Baguette, M. and Hance, T. 1997. Carabid beetles and agricultural practices: Influence of soil ploughing. *Biological Agriculture and Horticulture*, 15: 185-190.
- Beisel, J.N. and Moreteau, J.C. 1997. A simple formula for calculating the lower limit of Shannon's diversity index. *Ecological Modelling*, 99: 289-292.
- Bigler, F., Wadlbürger, M. et Frei, G. 1995a. Krankheiten und Schädlinge. *Agrarforschung*, 2: 380-382.
- Bigler, F., Wadlbürger, M. et Frei, G. 1995b. Insekten und Spinnen als Nützlinge. *Agrarforschung*, 2: 383-386.
- Bigler, F. et al.. 1995c. Ökologie und ökonomie in den Verfahren – eine Bilanz. *Agrarforschung*, 2: 389-392.
- Boller, E.F., Malavolta, C. et Jörg, E. 1997. Guidelines for integrated production of arable crops in Europe. Technical guidelines III. *IOBC/WPRS Bull.*, 20: 5-19.
- Bonny, S., 1997. L'agriculture raisonnée, l'agriculture intégrée et FARRE -Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement. *Natures Sciences Sociétés*, 5: 64-71.
- Brisson, N., et al. 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18: 311-346.
- Cannel, R.Q. et Hawes, J.D. 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Research*, 30: 245-282.
- Couleaud, G. 1995. Que peut-on attendre des outils de pilotage ? *Perspectives Agricoles n°199*, p. 20-26.
- D'Aranda, B. 1998. Du couvert dans le maïs, c'est presque gagné ! *La Chasse en Alsace 3/98*, p. 14-15
- Duelli, P. 1997. - Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 62: 81-91.
- Duelli, P., Studer, M. et Katz, E. 1990a. Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zoökologischer Daten als Fachbeiträge zu Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. *Schr-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz*: 211-222.
- Duelli, P., Studer, M., Marchand, I. and Jakob, S. 1990b. Population movement of arthropods between natural and cultivated area. *Biological Conservation*, 54 : 193-207.
- El Titi, A. 1992. Integrated Farming : an ecological farming approach in European agriculture. *Outlook on Agriculture.*, 21: 33-39.
- El Titi, A., Boller, E.F. et Gendrier, J.P. 1993. Integrated production. Principles and technical guidelines. *IOBC/WPRS Bull.*, 16: 13-38.
- Garibay, S. Y., Stamp, P., Ammon, H. U., et Feil, B. 1997. Yield and quality components of silage maize in killed and live cover crop sods. *European Journal of Agronomy*, 6: 179-190.
- Gilet, A. 1997. Que s'est-il passé depuis le 2ème apport ? *Cultivar n°442 1-15 mai 1997*, p. 24-25.
- Girardin, P., Hanson, M. et Bockstaller, C. 1997. Mise au point et validation d'indices agro-écologiques pour le diagnostic des exploitations de grande culture s'orientant vers la Production Intégrée. *Rapport de Synthèse 1994-95 du Projet 14 ITADA*, 16 p.
- Gras, R., Benoit, M., Deffontaines, J.P., Duru, M., Lafarge, M., Langlet, A., et Osty, P.L., 1989. *Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude*. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, L'Hamarttan, 184 p.
- Häni, F. 1993. Weiterentwicklung umweltschonender Bewirtschaftungssysteme - Projekt "dritter Weg". *Recherche agronomique en Suisse*, 32: 341-364.
- Holland, J.M., Frampton, G.K., Çilgi, T. et Wratten, S.D. 1994. Arable acronyms analysed - a review of integrated arable farming systems research in Western Europe. *Annals of applied Biology*, 125: 399-438.

- Houpert G. et Clement A., 1994. - Contribution à la connaissance des Coléoptères Carabidae des prairies et friches des Vosges du Nord. Annales. Scientifiques de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord, 3: 113-125.
- Hugger, H. 1997. Körnermais in monokultur. Mais, 25: 57-59.
- ITCF et AGPM. 1999 Le maïs en Alsace : résultats et préconisations. 67 p.
- Junker Schwing, F. 1999 Evolution de la flore d'une parcelle de maïs en l'absence d'atrazine dans le programme de désherbage. Synthèse des expérimentations de 1994 à 1998 au Lycée de Rouffach. Rapport AGPM, 7 p.
- Justes, E. 1994. Nutrition azotée du blé : un nouvel outil de diagnostic. Perspectives Agricoles n°188, p. 17-21.
- Laurent, F., Justes, E. et Gate, P. 1996. JUBIL® 1996 la méthode s'affine. Perspectives Agricoles n°214, p. 63-74.
- Loyce, C. (1998). Mise au point d'itinéraires techniques pour un cahier de charges multicritères : Le cas de la production de blé éthanol en champagne crayeuse. Thèse Institut National Agronomique, Paris Grignon, 242 p.
- Maba, B. et Gendrin, M. 1995. Maïs, azote et eau : peut-on les accorder ? Rapport de stage deuxième année, Département biologie appliquée, IUT Colmar, 26 p. + annexes.
- Machet, J.M., Laurent, F., Chapot, J.Y., Dore, T. et Dulout, A., 1997. Maîtrise de l'azote dans les intercultures et les jachères. dans : Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. INRA. Lemaire, G. et Nicolardot, B. (Editeurs), Les Colloques de l'INRA 83, Versailles, INRA Editions, p. 271-288.
- Masse, J., Viaux, P., Verjux, N., Retaureau, P. et Cottet, C. 1996. Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes et fermes pilotes. dans Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 99-114.
- Matthey, W., Zettel, J. et Bieri, M. (1990). Invertébrés bioindicateur de la qualité de sols agricoles. Liebefeld-Berne, Programme national de recherche "Sol" 141 p.
- Méhats-Démazure, B. 1998. Programmes herbicides, 7 ans d'observation sur l'évolution de la flore. Références Maïs, n°2 – Décembre 1998, p. 88-90
- Mengel, K., 1997. Agronomic measures for better utilization of soil and fertilizer phosphates. European Journal of Agronomy 7: 221-233.
- Meinert, G. et Dölz, A. 1996. Der PC hilft beim Pflanzenschutz. Ab 1996 PRO\_PLANT in Baden-Württemberg. LW BW 23/96: 15-18.
- Meynard, J.M., Reau, R., Robert, D. et Saulas, P. 1996. Evaluation expérimentale des itinéraires techniques, dans Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 63-72.
- Mitchell, G., May, A. et Mc Donald, A. 1995. PICABUE: a methodological framework for the development of indicators of sustainable development. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2: 104-123.
- Noël, J. M. 1999. En limon battant des engrais verts pour améliorer structure et rendements. La France Agricole, 16 avril 1999, p. 27
- Reau, R., Meynard, J.M., Robert, D. et Gitton, C. 1996. Des essais factoriels aux essais « conduite de cultures », dans Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 63-72.
- Reau, R., Cristante, P., Estragnat, A. et Jouffret, P. 1997. La culture intermédiaire après soja : une solution pour piéger les nitrates. Les rencontres annuelles du CETIOM-Soja, Toulouse, 12 décembre 1997, p. 23-31
- SRPV Lorraine 1999. Grandes cultures, bilan de campagne 1998. p.10-20.
- Taupin, P. 1996. Prévention et lutte curative, gérer le risque limace. La France Agricole, 6 septembre 1996 n°2655, p. 32
- Viaux, P., 1997. Les systèmes de production intégrés. Oléagineux Corps gras Lipide (OCL), 4 : 430-441.

## **ANHANG 1:**

### **Ausführliche Ergebnisse der einzelnen Kenngrößen**

#### **1. Kulturvielfalt (Abb. A1.1)**

- Zwischen den Betrieben gibt es große Unterschiede von 1 bis 10.
- Bei einigen Betrieben (3) sinkt der Wert im Zeitraum 1994 bis 1998 um etwa 2 Punkte. Andere (3 Betriebe) weisen ähnlich starke Schwankungen auf. Auf den restlichen Betrieben bleibt der Wert stabil.

#### Kommentar

Die Unterschiede zwischen den Betrieben mit dem Wert 1 bei Mais-Monokultur (plus begrünter Stilllegung) mit großen Schlägen (> 10 ha) und dem Wert 10 bei einem Betrieb im Schwarzwald mit großer Kulturvielfalt (aber ohne Mais und mit Schlägen mittlerer Größe) sind sehr groß.

Der Abfall der Werte bei einigen Betrieben ist vor allem auf die Aufgabe des Sonnenblumenanbaus nach 1994 zurückzuführen. Andere Landwirte hingegen versuchen ihren Anbau in Abhängigkeit von den Marktpreisen zu diversifizieren, meistens auf der Stilllegungsfläche und/oder nicht berechneten Flächen. Interessant auch die Wiedereinführung von Soja bei Betrieb 7, womit 1998 der beste Deckungsbeitrag erreicht wurde. Die Maiserträge stagnieren bei diesem Betrieb hingegen infolge für die Berechnung ungünstiger Strukturen bei 100 dt/ha.

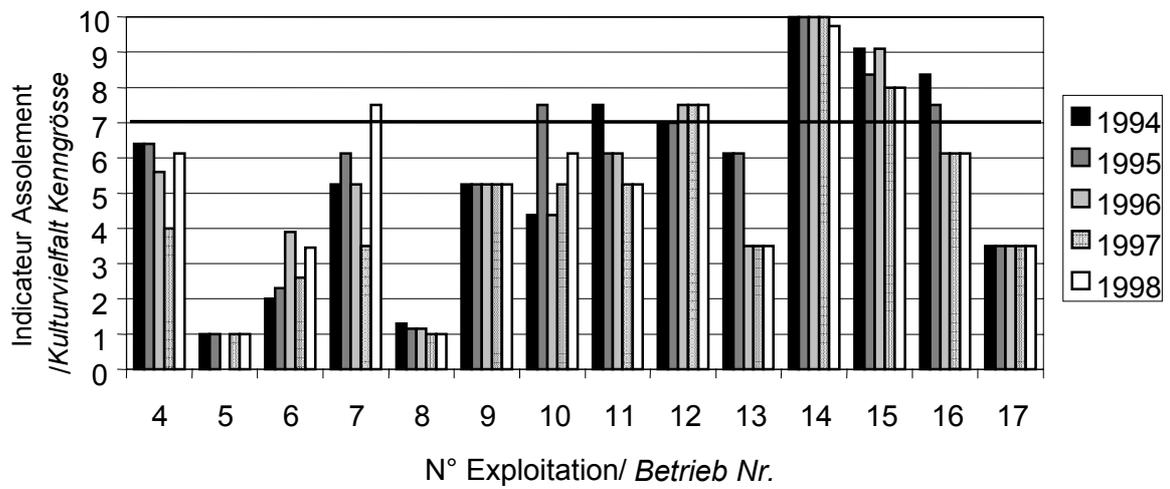
#### **2. Fruchtfolge (Abb. A1.2)**

- Insgesamt liegt der Wert dieser Kenngröße recht niedrig zwischen 2 und 4, mit Ausnahme von zwei deutschen Betrieben, wo er zwischen 6 und 7 liegt.
- Während des Beobachtungszeitraums gibt es mit Ausnahme von einem Betrieb (N° 13) nur sehr geringe Veränderungen.

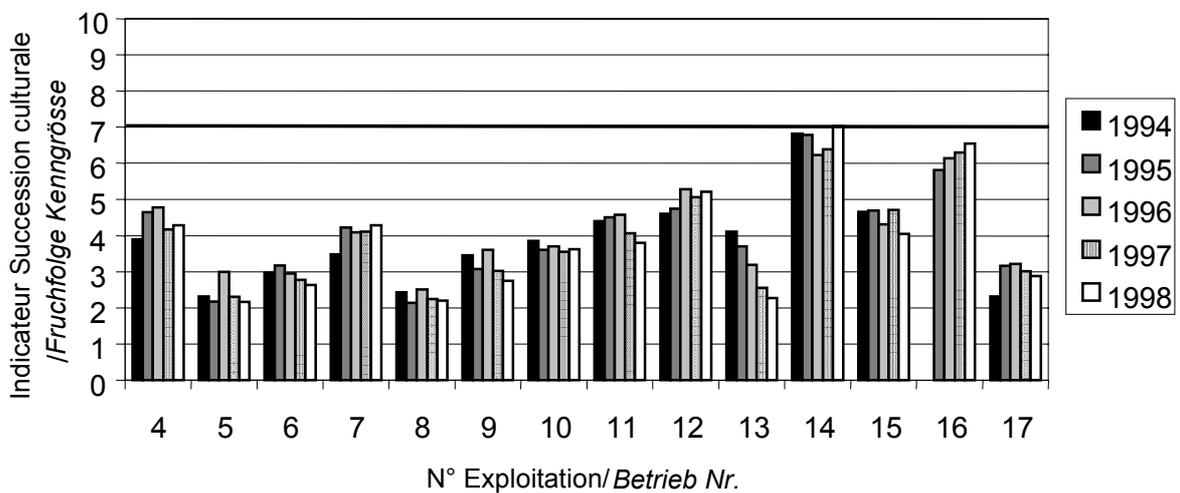
#### Kommentar

Diese Ergebnisse sind in Anbetracht des Vorherrschens von Mais in der Fruchtfolge bis hin zur Monokultur, welche sich im Beobachtungszeitraum noch ausgedehnt hat, nicht verwunderlich. Dies lässt sich mit den für den Mais sehr günstigen Rahmenbedingungen in der Rheinebene erklären. Der Betrieb mit dem besten Wert ist derselbe wie der mit dem besten Wert für Kulturvielfalt. Er liegt nicht in der Rheinebene.

Die geringen Veränderungen spiegeln den kleinen wirtschaftlichen Spielraum für eine Diversifizierung der Fruchtfolgen wider. In der Tat haben wir unsere Empfehlung für die Rückkehr zu einer vielseitigen Fruchtfolge immer gleichzeitig durch wirtschaftliche Überlegungen nuanciert. Trotzdem erlaubt die Ansprache dieses Themas eine Sensibilisierung des Landwirts bezüglich dieses Themas und bereitet sie darauf vor, sich eventuell bietende Gelegenheiten zu ergreifen, wie es einige schon getan haben.



**Abb. A1.1:** Werte der Kenngröße *Kulturvielfalt* für das Betriebsnetz (N° 4-13: elsäss. Betr., N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.



**Abb. A1.2:** Werte der Kenngröße *Fruchfolge*, berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: els. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.

### 3. Humus (Abb. A1.3)

- Bei sechs Betrieben liegen die Werte um 7 und bei vier Betrieben um den Wert 5.
- Veränderungen um einen Punkt ergaben sich nach oben bei den Betrieben 4, 11 und 16 und nach unten bei den Betrieben 7 und 17.

#### *Kommentar*

Die erhöhten Werte stammen meistens von Mais, der neben einem hohen Ertrag auch viele Ernterückstände hinterläßt oder im Falle des Betriebs N° 14 von der Direktsaat, welche die Humusanreicherung begünstigt. Bei den Betrieben 4 und 16 lassen sich die niedrigen Werte mit dem Bodentyp und bei den Betrieben 7, 12 und 16 mit der Bergung des Weizenstrohs erklären.

Mit Veränderungen in der Fruchtfolge (Zunahme von Mais in Betrieb N° 11 und von Weizen in den Betrieben 7 und 16), der Art der Bodenbearbeitung (Übergang zur pfluglosen Bestellung bei Betrieb 16 im Jahr 1994) oder mit guten Erträgen seit 1996 lassen sich diese Veränderungen erklären. Der starke Rückgang bei Betrieb 17 zwischen 1994 und 1996 könnte auch mit der Ungenauigkeit der Ertragsdaten für die Jahre vor 1994 erklärt werden (Überschätzung).

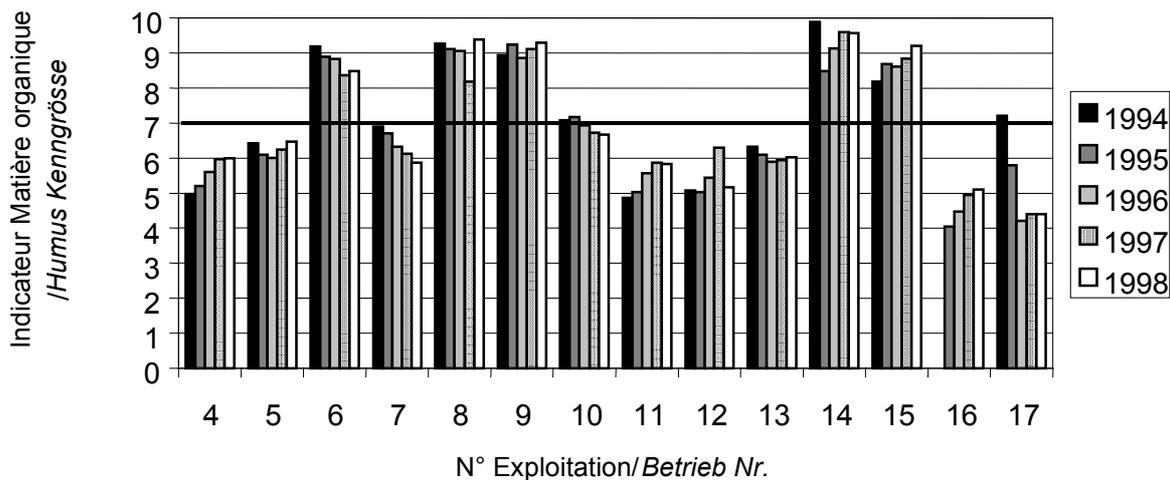
### 4. Phosphat (Abb. A1.4)

- Fünf Betriebe nähern sich mit Werten rund um 6 dem empfohlenen Wert von 7.
- Die Schwankungen sind größer als bei den vorherigen Kenngrößen und schlagen sich in signifikanten Verbesserungen bei dieser Kenngröße während des Betrachtungszeitraums sowie bei 2 Betrieben mit einem Peak bei 7 und einem anschließenden Rückfall nieder.

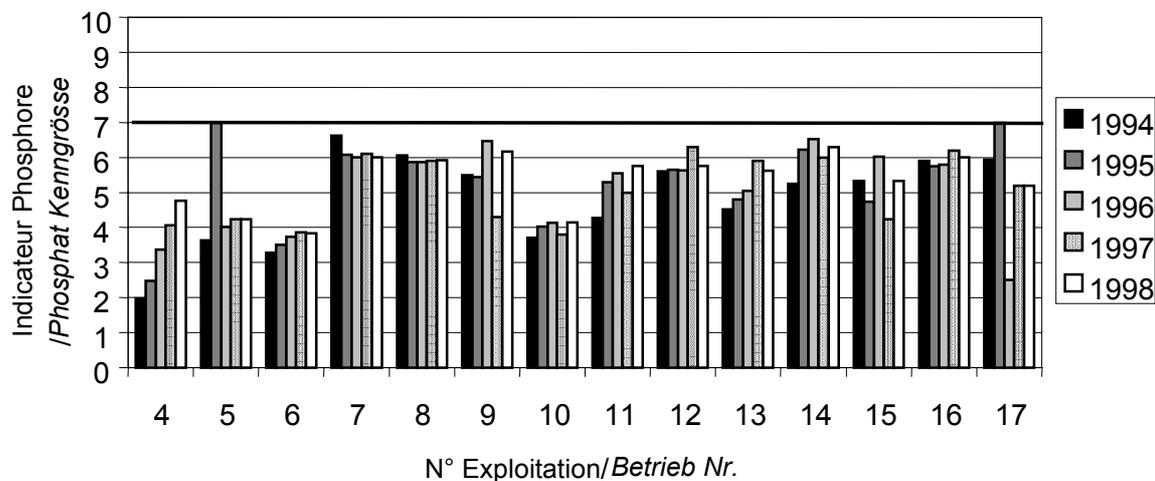
#### *Kommentar*

Der Abstand von einem Punkt zum Zielwert 7 bedeutet einen Überschuß oder Mangel an Phosphat in Höhe von 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha. Man geht davon aus, daß der Landwirt weder Phosphatdünger verschleudern noch seinen Boden übermäßig verarmen lassen sollte. Die Berechnung stützt sich auf einen Vergleich der vom Landwirt ausgebrachten mit der nach der französischen COMIFER-Methode (1994) ermittelten empfohlenen Düngung.

Die Abweichungen vom Wert 7 beruhen in der Mehrzahl der Fälle auf einer Überdüngung, die vor allem eine Verschwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe mit begrenzten Vorräten (Mengel, 1997) sowie unnötige Kosten bedeutet. Die Landwirte sind zu Verbesserungen bereit, zögern jedoch, den letzten Schritt zu tun, z.B. die Düngung auf sehr gut versorgten Schlägen während zwei Jahren mit weniger anspruchsvollen Kulturen (Weizen, Mais) auszusetzen. Dies erklärt die beiden Peaks von 7, die für ein lediglich einjähriges Aussetzen der Düngung stehen und den begrenzten Fortschritt bei diesem Wert in anderen Betrieben, wo man noch weit vom Zielwert entfernt ist. In diesem Fall haben die Landwirte zwar ihre Phosphatdüngung reduziert, ohne jedoch den Empfehlungen zu entsprechen.



**Abb. A1.3:** Werte der Kenngröße *Humus*, berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: elsäss. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.



**Abb. A1.4:** Werte der Kenngröße *Phosphat*, berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: elsäss. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.

## 5. Stickstoff (Abb. A1.5)

- Die elsässischen Betriebe liegen meistens um den Wert 5. Die deutschen Betriebe haben höhere Werte, insbesondere die Betriebe 14 und 16 mit Werten nahe von 6.
- Es gibt kaum Veränderungen mit Ausnahme einer Erhöhung bei Betrieb N° 5 und einem starken Abfall um etwa einen Punkt bei Betrieb N° 17.

### Kommentar

Der Abstand von 2 Punkten zum Zielwert 7 bedeutet nach dem Aufbau der Kenngröße eine mögliche Nitrat auswaschung von 60 kg N/ha. Der Aufbau der Kenngröße erlaubt hauptsächlich folgende Erklärungen dieser Verluste:

- Ammoniakabgasung des Harnstoffs (Verluste zwischen 1 und 20 kg N/ha in 50% der Fälle);
- Überdüngung (Verluste zwischen 1 und 19 kg N/ha in 50% der Fälle);
- Fehlen einer Zwischenfrucht (Verluste zwischen 21 und 54 kg N/ha in 50% der Fälle).

Die besseren Ergebnisse der deutschen Betriebe 14 und 16 beruhen auf dem Anbau von Zwischenfrüchten nach Weizen, was durch das MEKA-Programm unterstützt wird. Beim Betrieb N° 15 wird die Untersaat von Weidelgras in Mais wegen des zu späten Erntetermins als nicht effektiv erachtet. Unsere Feldbeobachtungen haben dies im übrigen bestätigt (s. 2. Teil).

Beim Betrieb N° 17 hat der Landwirt 1995 wegen eines Schneckenproblems keine Zwischenfrüchte mehr angebaut, was zu einem signifikanten Rückgang des Werts dieser Kenngröße geführt hat. Der Fortschritt von Betrieb N° 5 ist auf eine Reduzierung der Stickstoffdüngung sowie deren Aufteilung in 3 Gaben zurückzuführen, dies infolge einer Änderung des Düngemittels und seiner Ausbringung (Wechsel vom flüssigen, vom Lohnunternehmer ausgebrachten Ammonium zu gekörntem Dünger).

## 6. Pflanzenschutzmittel (Abb. A1.6)

- Die Unterschiede zwischen den Betrieben sind groß. Sechs Betriebe haben einen Wert nahe bei 7 oder sogar darüber, wenigstens in den Jahren 1994 und 1995. Andere weisen niedrige Werte auf.
- Insgesamt stellt man eher einen Abwärtstrend fest, ohne daß dieser die Rangfolge der Betriebe und die Größenordnung der Werte, den Bereich 7 oder den unteren Bereich, grundsätzlich in Frage stellen würde. Lediglich der Betrieb 9 weist nach 1994 eine klare Abnahme auf.

### Kommentar

Die hohen Werte für diese Kenngröße stehen in Verbindung mit einer Mais-Unkrautbekämpfung im Nachauflauf mit reduzierter Aufwandmenge von bzw. ganz ohne Atrazin in den deutschen Betrieben und nachfolgender Hacke. Die betroffenen Betriebe weisen durchschnittliche (7, 11) oder hohe (8, 15) Erträge auf. Das Hacken kann auch als ein Nachbehandlungsmittel gegen spät auflaufende Unkräuter angesehen werden. Die Landwirte 16 und 17 hacken nicht, wegen der Betriebsstruktur bzw. wegen der Hanglage der Schläge im erstgenannten Fall.

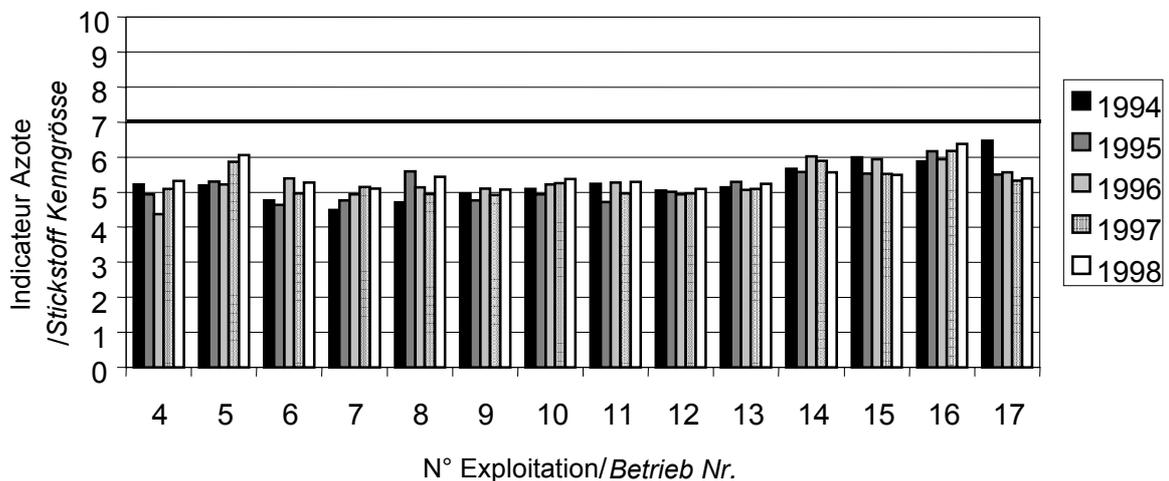
Die Abnahme der Werte bei den Betrieben der Spitzengruppe erklärt sich hauptsächlich durch die Aufnahme von Mikado in die Behandlungsprogramme, da dieses laut der Kenngröße ins Grundwasser ausgewaschen werden kann. Was die Interpretation des Kennwertes für diesen Wirkstoff angeht, sind wir jedoch wegen der schmalen Datenbasis zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften dieses Produkts immer vorsichtig geblieben. Jüngste Daten zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften lassen vermuten, daß der

Verdacht der Auswaschungsgefahr nicht begründet ist. Es war uns jedoch nicht mehr möglich, die Ergebnisse zu überarbeiten.

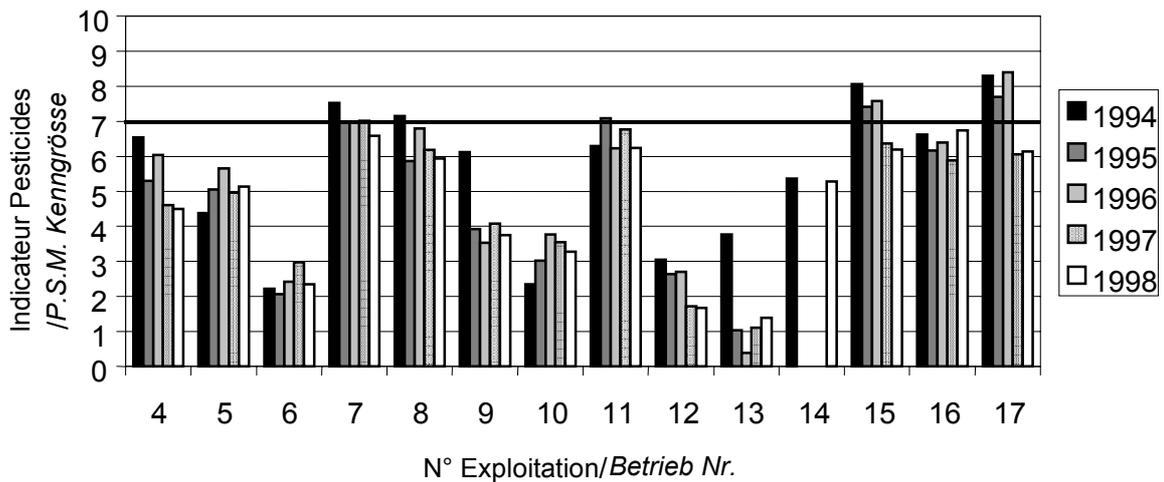
Die niedrigen Werte der Kenngröße stehen in Zusammenhang mit Mais-Unkrautbekämpfungsprogrammen im Voraufbau mit Gräsermitteln und Atrazin, in einigen Fällen gefolgt von einer Nachbehandlung gegen Winden. Der Fall von Betrieb 9, wo 1995 ein solches Programm in Verbindung mit der Ausdehnung der Maismonokultur eingeführt wurde, ist exemplarisch. Zwischen den Programmen gibt es kleine Unterschiede. Die Anwendung des Wirkstoffs Pendimethalin erhöht insbesondere die Gefahr der Verluste in die Atmosphäre. In Verbindung mit Metolachlor und Atrazin kommt man zu den Minimalwerten. Die neuen Gräsermittel wie Frontiere oder Lagon weisen eine geringere Auswaschungsgefährdung auf.

Wir haben uns auf die Mais-Unkrautbekämpfung konzentriert, weil es der größte Brocken ist, von der Kultur und der Anbaufläche her. Während die Zünslerbekämpfungsmaßnahmen keine großen Gefahren im Sinne der Verluste in die Umwelt (außer durch Abtrieb beim Helikoptereinsatz) darstellen, stellen die Bodeninsektizide wie das Carbofuran eine Gefahr sowohl für den Eintrag ins Grundwasser als auch wegen ihrer Giftigkeit dar. Dies hat uns dazu gebracht, eine vernünftige Anwendung in gefährdeten Gebieten zu empfehlen. Bei den anderen Kulturen sind die Gefahren geringer, da öfter Pflanzenbestände behandelt werden. Erwähnt seien hier die durchschnittlichen Auswaschungsverluste von Metamitron (Goltic) auf Zuckerrüben oder der Verflüchtigung/Abgasung gewisser Fungizide wie Fluzilazol (PUNCH) oder Fenpropimorph.

Diese Kenngröße hat die Landwirte stark interessiert, obwohl sie nicht ihrer Hauptsorge, nämlich der menschlichen Gesundheit entspricht. Er erfasst hauptsächlich die Ausbreitungsgefahr in der Natur (Wasser, Luft) und berücksichtigt die Anwendungsbedingungen (Menge, Einarbeitung, Bodenbedeckung). Die Anzahl gefährlicher Wirkstoffe im engeren Sinne bleibt, nach den Ergebnissen dieser Kenngröße zu urteilen, gering.



**Abb. A1.5:** Werte der Kenngröße *Stickstoff*, berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: elsäss. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.



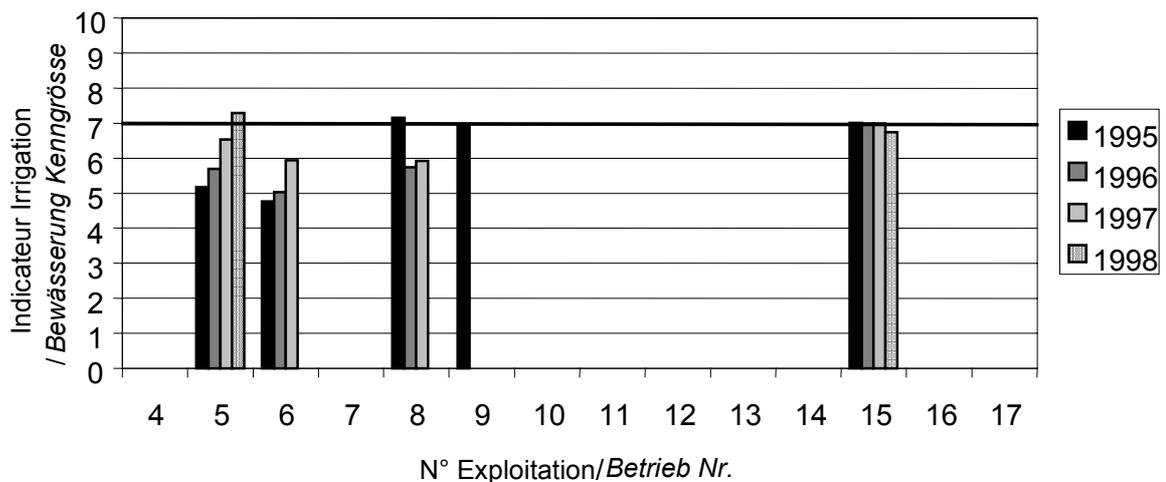
**Abb. A1.6:** Werte der Kenngröße *Pesticide*, berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: elsäss. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.

### 7. Berechnung (Abb. A1.7)

- Für diese Kenngröße liegen Ergebnisse nur zum Teil vor. Die Betriebsleiter 7 und 9 (mit Ausnahme von 1994) haben ihre Berechnung aus Gründen der Arbeitsbelastung nicht aufgezeichnet. Insgesamt zeigt sich, daß einige Berechnungsbetriebe nahe bei 7 liegen. Die niedrigsten Werte liegen um 5.
- Die Entwicklung der Betriebe 5 und 6 ist bemerkenswert.

#### Kommentar

Da diese Kenngröße auf einer Bilanzrechnung aufbaut (s. Tab. 1), weisen Abweichungen vom Wert 7 auf einen Überschuß bzw. eine Wasserversickerung während der Gesamtberechnungsdauer in Höhe von 40 mm bei einem Wert von 5 hin. Eine solche Bilanz stellt kein erhöhtes Risiko für die Nitratauswaschung dar, da die Nmin-Werte im Sommer ziemlich niedrig sind (Maba et Gendrin, 1995).



**Abb. A1.7:** Werte der Kenngröße *Berechnung* berechnet für das Betriebsnetz (N°4-13: elsäss. Betriebe, N° 14-17: dt. Betriebe) im Zeitraum 1994-98.

## ANHANG 2: Verzeichnis der Anfragen für eine Anwendung der Kenngrößen

### Anfragen bezüglich der Verwendung von agrar-ökologischen Kenngrößen

#### Landwirte oder Gruppen von Landwirten

- Indre 1 Landwirt Anwendung
- Marne Valeco = 3 + 1 Landwirte (IP-Erzeugervereinig.) Anwendung
- (CETA Marne) (Beratungsring)

#### Landwirtschaftskammern

- Eure Programm nachhaltige Entwicklung Anwendung
- Gers CREAB (Versuch im Öko-Beratungsring) Anwendung
- Indre Gruppe 'Marienkäfer' + (Beratungsring) Anwendung
- Indre et Loire Agrar-Umweltmaßnahmen-Programm Test
- Bas-Rhin (67) Erhebung zur Ferti-mieux-Aktion Kochersberg Test
- Bas-Rhin (67) Evaluierung Ferti-mieux-Aktion Piemont 67 Anwendung
- Moselle (57) Auswertung von Schlagkarteien Test
- Yonne/Côte d'Or Modellbetriebe (6) Anwendung

#### Forschungs- oder Beratungseinrichtungen

- ITCF Projekt zur Integrierten Produktion (Eure) Anwendung
- Fond. p. Progrès de l'Homme Schäfereihof Anwendung
- CIVC (Weinbauverb. Champ.) Regionale Eval. 'Pflanzenschutz' Anwendung
- Tierhaltungsinstitut Bretagne Anwendung
- Agrotransfert Picardie Regionaler Test Test
- CEMAGREF (DEULA) Midi-Pyrénées Test
- Ecocert Zertifizierungseinrichtung im Ökolandbau Anwendung

#### Landwirtschaftsgymnasien

- Rouffach (68) Anwendung
- Château-Salins (57) Anwendung

#### Regionen

- Rhône-Alpes Regionalprogramm + ISARA (FHS) Test
- Champagne-Ardennes Interreg-Programm Ard.-Wallonie

#### Bezugs- und Absatzeinrichtungen

- LORCA 57 Bewertung der Pflanzenschutzmittelpalette Anwendung

#### Ausländische Forschungseinrichtungen (D)

- Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Potsdam Kontakt
- Institut für ökologische Chemie, Berlin-Dahlem Kontakt
- Universität Göttingen Kontakt

### ANHANG 3: Bodenuntersuchung der Beobachtungsschläge für Anbauverfahren

Betr.	Parzelle	Fläche (ha)	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	org. S. (%)	pH (%)	Kalk (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>1</sup> (‰)	K <sub>2</sub> O (‰)
5	1	22,5	28,3	32,2	36,9	2,5	8,1	2,8	0,11	0,33
	3	24,0	16,2	22,6	59,9	1,4	7,4	0,2	0,10	0,22
15	1	6,2	30,2	48,4	18,0	3,4	8,2	19,9	0,10	0,16
	3	2,5	26,0	36,2	35,5	2,2	8,2	10,9	0,09	0,48
	6	3,6	18,3	39,2	40,7	1,8	8,3	22,2	0,05	0,20
	7	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	5,6	30,6	53,1	13,7	2,6	8,2	22,8	0,06	0,24

<sup>1</sup> Methode Olsen

## ANHANG 4: Unkrautbekämpfungsprogramme auf den Beobachtungsschlägen

### 1996

Alle Parzellen			
29-30/5/96	Cato	33g	166 F
	Cato	0,25 l	12 F
	Sabre <sup>1</sup>	1l	77 F
	Banvel	0,5l	156 F
15-16/6/96	Hacke		35 F <sup>2</sup>
<b>Total</b>			<b>444 F</b>
<b>ohne Banvel</b>			<b>288 F</b>
<b>Wert der Kenngröße Pflanzenschutzmittel</b>			<b>9,9</b>

<sup>1</sup> bromoxynil phenol

<sup>2</sup> Die Kosten der Hacke wurden halbiert (, da auch Stickstoff eingearbeitet wurde)

### 1997

Parzellen	Kosten	1	6	7	19
<u>15/5/97</u>					
Titus	33g	166 F		0	0
Trend	0,25 l	12 F		0	0
Banvel	0,4 l	125 F		0	0
<u>20/5/97</u>					
Titus	30g	149 F	0		
Trend	0,25 l	12 F	0		
Banvel	0,5 l	156 F	0		
<u>23/5/97</u>					
Mikado	0,75 l	190 F	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0
Motivel	0,60 l	186 F			0
Banvel	0,2 l	63 F	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0
Duagranol	0,75	80 F		01	
<u>7/6/97</u>					
Hacke		35 F <sup>2</sup>	0	0	0
<b>Total</b>			<b>605 F</b>	<b>737 F</b>	<b>417 F</b>
Total (ohne erste Windenbekämpfung)			288 F	435 F	417 F
<b>Wert d. Kenngr. Pflanzenschutzm.</b>			<b>6,5</b>	<b>5,7</b>	<b>7,0</b>

<sup>1</sup> Datum : 4/6/97

<sup>2</sup> Die Kosten der Hacke wurden halbiert (, da auch Stickstoff eingearbeitet wurde)

## 1998

Parzellen	Kosten	1	3	6	19
<u>13/5/98</u>					
Titus	25g	126 F	O		O <sup>1</sup>
Trend	0,25 l	12 F	O		O <sup>1</sup>
Banvel	0,4 l	125 F	O		
Banvel	0,5 l	156 F			O <sup>1</sup>
<u>25/5/98</u>					
Mikado	1 l	253 F	O	O	O
Motivel	0,75 l	233 F	O	O	O
Banvel	0,2 l	63 F	O	O	O
<u>1/6/98</u>					
Hacke		35 F <sup>2</sup>	O	O	O
Total			484 F	747 F	484 F 778 F
Total (ohne erste Windenbekämpfung)			484 F	484 F	484 F 484 F
<b>Wert d. Kenngr. Pflanzenschutz.</b>			<b>6,9</b>	<b>5,8</b>	<b>6,9 5,6</b>

<sup>1</sup> Datum : 18/5/98

<sup>2</sup> Die Kosten der Hacke wurden halbiert (, da auch Stickstoff eingearbeitet wurde)

## **Unkrautbekämpfungsprogramm 1998 im Versuch auf Betrieb 5**

Parzelle	1	3	KGr PSM
Herbizid	-	Duagranol 2 kg <sup>1</sup>	240 F
Hacke	2/6/98	2/6/98	70 F
<b>Total</b>	<b>70 F</b>	<b>310 F</b>	<b>8,9</b>

<sup>1</sup> Aus versuchstechnischen Gründen konnte nicht früher behandelt werden, ansonsten hätte die Menge auf 1 - 1,5 kg/ha reduziert werden können.

## **Kosten eines klassischen Behandlungsprogramms und ökolog. Bewertung**

	Kosten	Kenngr. Pflanzenschutzmittel
Atrazine 1l	21 F	
Alachlore 5l	92 F	
Atrazine 0,5l	11 F	
Lentagran 1l	160 F	
<b>Total</b>	<b>284 F</b>	<b>4,5</b>

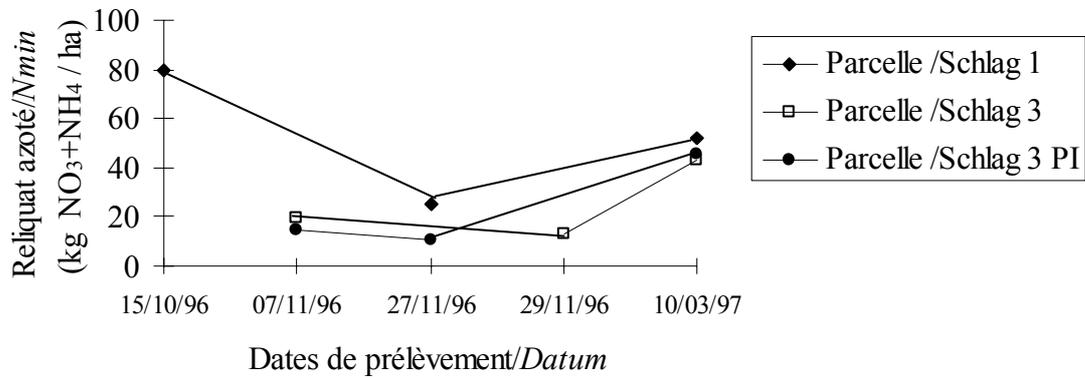
## ANHANG 5: Unkrautbekämpfung: weitere Ergebnisse

**Tabelle A4.2:** Anzahl Unkräuter nach Unkrautbekämpfung in Mais im Juli und September  
(Der Anteil von Bingelkraut liegt bei rund 50%)

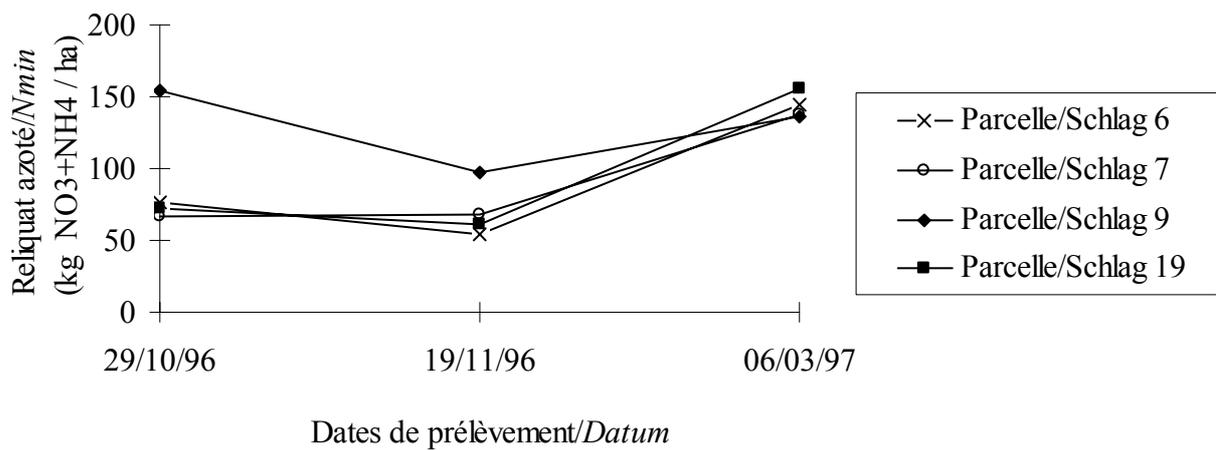
Parzelle	1	3	6	7	9	19
	Pfl./m <sup>2</sup>					
<u>1997</u>						
21/7/97	6	-	2	15	-	3
<u>1998</u>						
23/7/97	4	7	9	-	-	5
2/9/98	4	7	9	-	-	3

## ANHANG 6: Nmin-Gehalte des Bodens

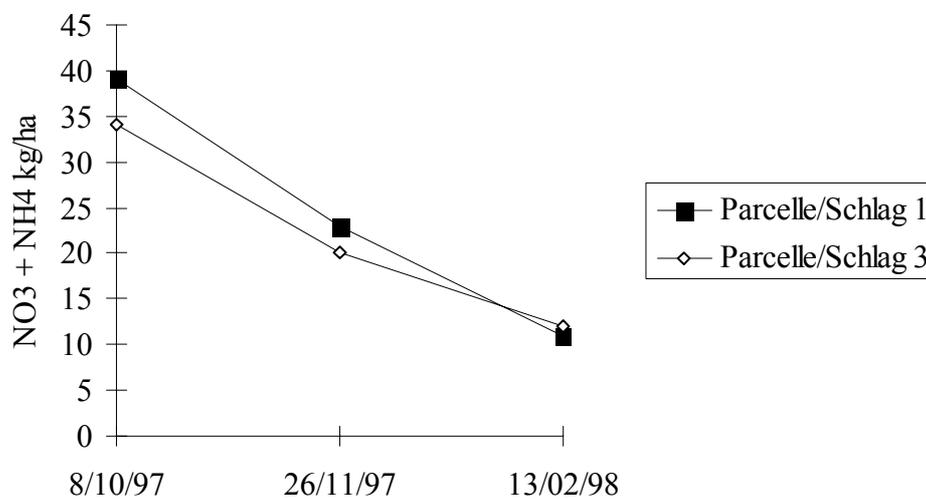
### a) 1996 Betrieb 5



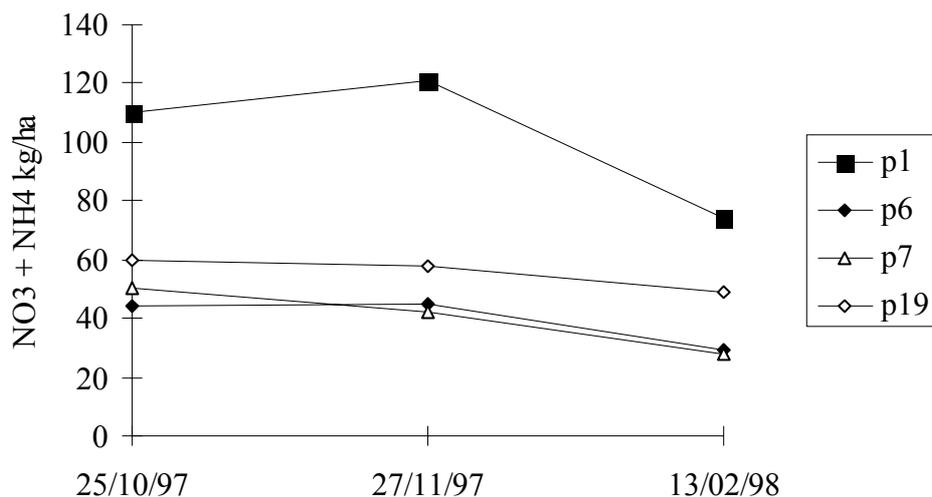
### b) 1996 Betrieb 15



### c) 1997 Betrieb 5



d) 1997 Betrieb 15



**Tabelle A6.1:** Abschätzung von Sickerwassermenge (Drain.), Stickstoffauswaschung (Nless) und der mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser ([NO3]), mit dem STICS-Modell.

Betrieb	Parzelle	Ernte - Winterbeginn			Winter		
		Drain.	Nless	[NO3]	Drain.	Nless	[NO3]
		<i>mm</i>	<i>kg/ha</i>	<i>mg/l</i>	<i>mm</i>	<i>kg/ha</i>	<i>mg/l</i>
<u>1996</u>							
5	3 (C) <sup>1</sup>	73	19	115	- <sup>2</sup>	-	-
5	3 (PI) <sup>1</sup>	78	14	79	-	-	-
15	7	63	3	21	-	-	-
<u>1997</u>							
5	1	0	0	0	-	-	-
5	3 (C) <sup>1</sup>	51	42	364	-	-	-
15	1	0	0	0	91	10	49
15	6	33	1	13	-	-	-

<sup>1</sup> 3 (C) : Parzelle 3 mit betriebsüblicher Düngung ; 3 (PI) : Parzelle 3 mit nach IP empfohlener Düngung.

<sup>2</sup> Ergebnis nicht berücksichtigt, weil das Modell eine schlechte Vorhersage des Nmin-Werts liefert

## **ANHANG 7: Versuch zu 'blühendem Ackerstreifen'**

**Zusammensetzung der Mischung** (nach Empfehlung von F. Häni, einem schweizer Spezialisten der Integrierten Produktion):

84% Speise-Buchweizen, 7% Luzerne, 4% Hybrid-Klee, 2% Kornblume, 1% Kornrade, 0,6% Wilde Möhre, 0,4% Wegwarte, 0,4% Margerite, 0,2% Klatschmohn und 0,4% Färberkamille.

### **Ansaat**

Die Aussaat erfolgte in zwei Arbeitsgängen: Während die Aussaat des Buchweizens mit einer Kombination von Rüttelegge und Sämaschine erfolgte, wurden die anderen Arten wegen ihrem feineren Saatgut von Hand ausgesät, um eine gleichmäßige Aussaat zu gewährleisten. Für die Fläche betrug die Arbeitszeit 1 Stunde mit 2 Personen und der Saatgutaufwand belief sich auf etwa 250 FF (ca. 4000 FF/ha). Hier müssen noch günstigere Lösungen gefunden werden.

Eine Regenperiode Mitte Mai hat zu einer Schneckenvermehrung im Streifen geführt. Er mußte deshalb schnell mit MESUROL behandelt werden, nachdem das die Bodenfauna schonende METARAX nicht so schnell aufzutreiben war.

### **Durchgeführte Erhebungen**

Entlang von 4 Transekten wurden Fallen für Schnecken und Laufkäfer aufgestellt, und zwar in der Mitte des Streifens, an der Grenze zwischen Buntbrache und Kultur sowie in 15 und 30 m Entfernung vom Buntbrachestreifen in der Kultur. Im Jahr 1997 wurden nur Laufkäferfallen in der Mitte des Streifens, an der Grenze zur Kultur sowie in 20 und 40 m Entfernung vom Streifen in der Kultur aufgestellt.

### **Ergebnisse**

#### **Schnecken**

Zum ersten Termin (23. Mai 1996) war die Schneckenpopulation klein (unter 5 Schnecken/m<sup>2</sup> Fallenfläche, nach den Schwellen von Taupin, 1996). Eine Woche später lag das Niveau höher (Abb. A7.1), aber in einem Stadium, wo der Mais nicht mehr so empfindlich ist. Im Übrigen läßt sich keinerlei Zunahme der Schneckenpopulation im Inneren des Buntbrachestreifens feststellen.

#### **Laufkäfer**

Der Fang der Laufkäfer erfolgte auf dieselbe Art und Weise wie in der Untersuchung der Bodenfauna auf den Versuchspartzen (s. §3.1.4). Insbesondere ist deren Individuenzahl im Inneren sowie in der Nähe des Buntbrachestreifens viel höher als in der Kultur. Bezüglich der Artenzahl ist der Effekt 1996 weniger und 1997 stärker deutlich. Dies gilt auch, wenn man die Werte der Bodenfaunakontrollflächen mit denen von 1997 vergleicht. Der Buntbrachestreifen hat also insbesondere 1997 als Zufluchtsort fungiert, im zweiten Jahr, in dem sie voll entwickelt war. Bemerkenswert ist, daß lediglich eine inmitten der Kultur entdeckte Art nicht im Streifen wiedergefunden werden konnte, wohingegen mehrere im Randstreifen gefundene Arten nicht innerhalb der Kultur auftraten.

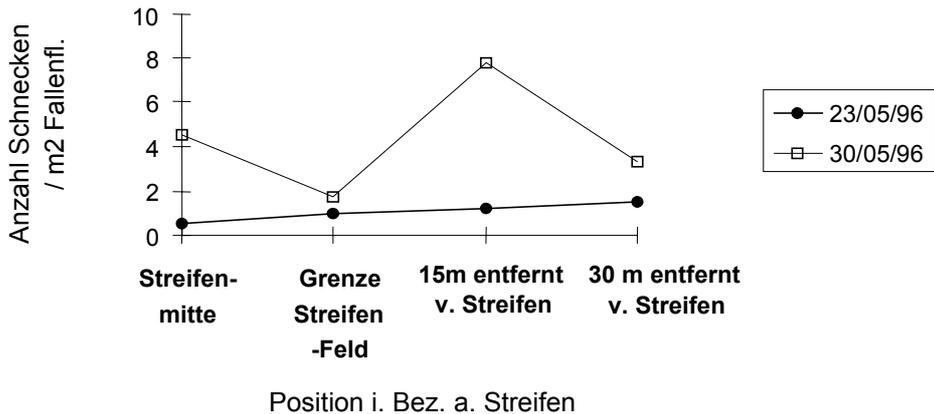


Abbildung A7.1: Anzahl Schnecken in Abhängigkeit von der Position im Streifen 1996.

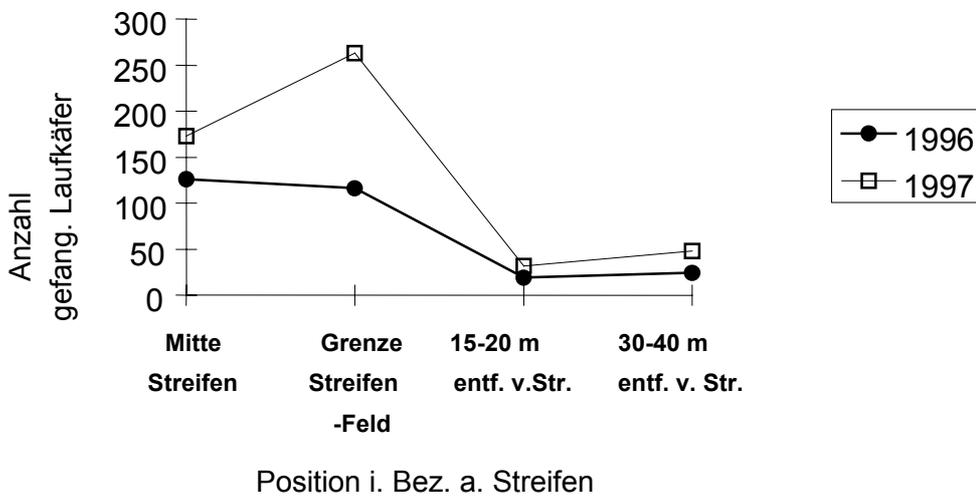


Abbildung A7.2: Anzahl Laufkäfer in Abhängigkeit von der Position im Streifen 1996 und 1997 (Parzelle 7).

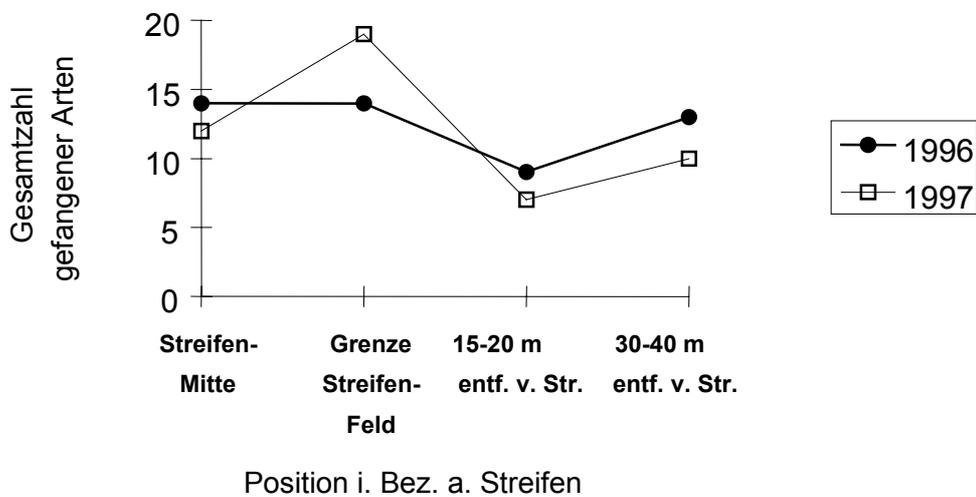


Abbildung A7.3: Gesamtartenzahl von gefangenen Laufkäfern in Abhängigkeit von der Position im blühenden Streifen 1996 und 1997 (Parzelle 7).

## ANHANG 8

### Unterthema 1: «Maiswiese»: Anbaumaßnahmen 1997

Datum	Maßnahme	Messungen
05/05/97	Saat	
27/05/97	+18 kg N / 46 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Unterfußdüng.	NO <sub>3</sub> im Boden
27/05/97	Unkrautbekämpfung Variante 4 <u>in der Reihe</u> (30 cm) 30 g CATO <sup>1</sup> 1 l MIKADO (50 % mit 2 l SAILOR PACK <sup>2</sup> )	
30/05/97	Unkrautbekämpfung Varianten 1 und 2  1 l MIKADO	30 g CATO <sup>1</sup>
20/06/97	N-Düngung nach Nmin Ende Mai Variante 1: 85 kg N/ha Variante 2: 90 kg N/ha Variante 3: 100 kg N/ha Variante 4: 100 kg N/ha	
25/06/97	Zünslerbekämpfung: 0,5 l DECIS	
28/06/97	Unkrautbekämpfung Varianten 3 und 4 3 l DUOGRANOL (BROPYR)	
25/10/97	Ernte	Bestandesdichte Ertragskompon. Ertrag
27/11/97		Nmin im Boden

<sup>1</sup> + 0,18 l FHS (Netzmittel)

<sup>2</sup> 1 l MIKADO + 1 l LENTAGRAN

1998 erfolgten in etwa dieselben Maßnahmen zu denselben Terminen:

- Saat am 6. Mai.
- Einheitliche Unkrautbekämpfung in allen Varianten: 1l MIKADO + 1l MOTIVEL ganzflächig. Die Behandlung erfolgte am 27. Mai 1998 bei T1 und T2, bzw. am 3. Juni 1998 bei T3 und T4 .
- Die Stickstoffdüngung erfolgte praktisch auf demselben Niveau wie 1997 und wurde am 16. Juni 1998 (91 auf T1 und 95 kg auf T2, 100 kg N auf T3 und T4 wie 1997).

## ANHANG 9

### Unterthema 2: Anwendung der JUBIL® - Methode

#### ELSÄSSISCHER BETRIEB (N°3) 1996

	Parzelle			Kommentar
	Fridolin	Hohnacker	Fridolin	
Fläche	15,7 ha	12,7 ha		Relativ große Flächen für die JUBIL-Methode
Vorfrucht	Raps	Raps		
Ertragsziel	80 dt/ha	75 dt/ha		
Bestandesdichte	350 Pfl./m <sup>2</sup>	340 Pfl./m <sup>2</sup>		Gute Bestände
1. N-Gabe	23/2/96 50 kg N/ha	23/2/96 50 kg N/ha		
2. N-Gabe	15/4/96 70 kg N/ha	15/4/96 30 kg N/ha		
1. JUBIL-Termin	29/4/96	29/4/97		Der Stickstoff der 2. Gabe wurde nicht aufgenommen (Trockenh.)
Stadium	1 Knoten	dto.		
Ergebnis	[NO <sub>3</sub> ]=870 mg/l			
<b>Empfehlung</b>	<b>Abwarten bis 2. Jubil@-Termin</b>			
2. JUBIL-Termin	6/5/96	6/5/96		Die Nitratkonzentration steigt, aber immer noch kein Regen
Stadium	2 Knoten	dto.		
Ergebnis	[NO <sub>3</sub> ]=1150 mg/l	[NO <sub>3</sub> ]=1990 mg/l		
<b>Empfehlung</b>	<b>Abwarten bis 3. Jubil@-Termin</b>			
3. JUBIL-Termin	13/5/96	13/5/96		Niederschläge haben die N-Aufnahme erm. Werte<Schwellen
Stadium	letztes Blatt	dto.		
Ergebnis	[NO <sub>3</sub> ]=900 mg/l	[NO <sub>3</sub> ]=1180 mg/l		
<b>Empfehlung</b>	<b>Gabe von 40 kg N/ha</b>	<b>Gabe von 40 kg N/ha</b>		
3. N-Gabe	15/5/96 30 kg	15/5/96 0(Streifen) 30 kg		
Anzahl Gaben	3	2	3	
Gesamt-N-Düngung	150	120	110	
Ertrag (dt/ha)	87	-	91	
Eiweißgehalt (%)	12.4	11.9	-	

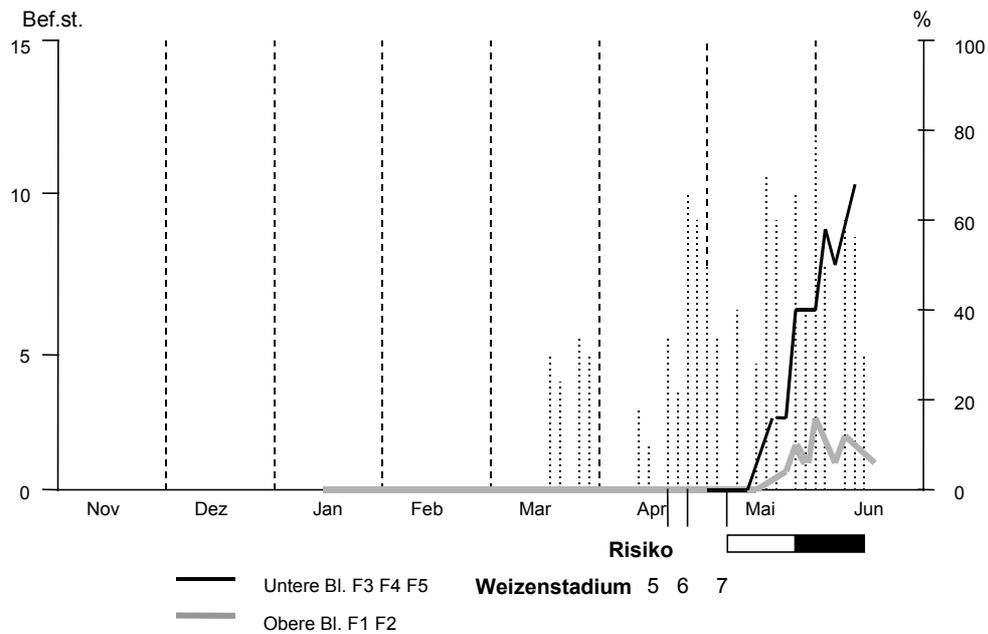
## Elsässischer Betrieb (N°7) en 1997

	Parzelle	Kommentar
Name	Bélanger	
Fläche	2,19 ha	
Vorfrucht	Mais	
Ertragsziel	70 dt/ha	
Bestandesdichte	?	etwas dünner Weizenbestand
1. N-Gabe	3/3/97 67 kg N/ha	
2. N-Gabe	14/4/96 100 kg N/ha	
1. JUBIL-Termin	nicht durchgeführt wegen Trockenheit	
2. JUBIL-Termin	nicht durchgeführt wegen Trockenheit	
3. JUBIL-Termin	13/5/96	
<b>Empfehlung</b>	<b>Gabe von 40 kg N/ha</b>	
3. N-Gabe	14/5/96 40 kg	
Anzahl N-Gaben	3	
Gesamt N-Düngung	207	
Ertrag (dt/ha)	68,2	Betriebsdurchschnitt
Nmin-Gehalt b. Ernte	132 kg N (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )/ ha	erhöht

## ANHANG 10

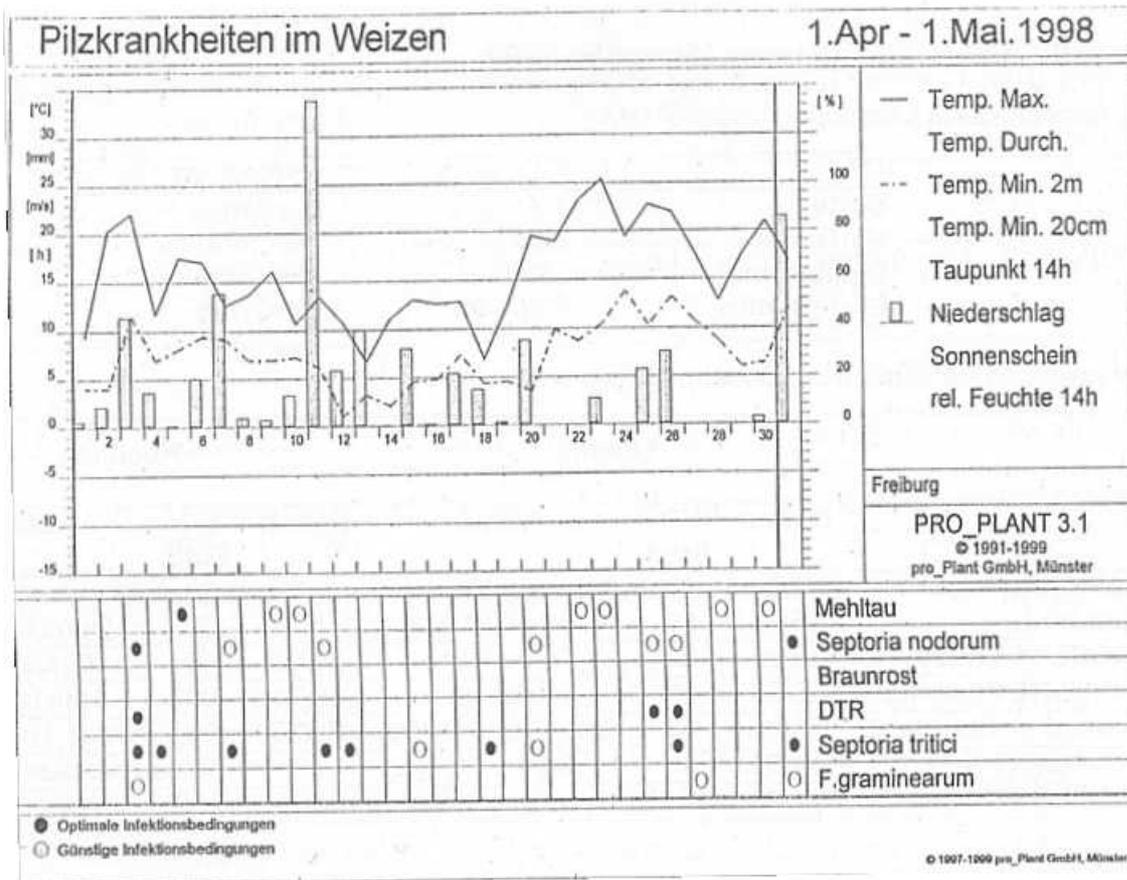
### Unterthema 3: Anwendung der Methoden PRESEPT und PRO-PLANT

#### Betrieb 15 1995/1996

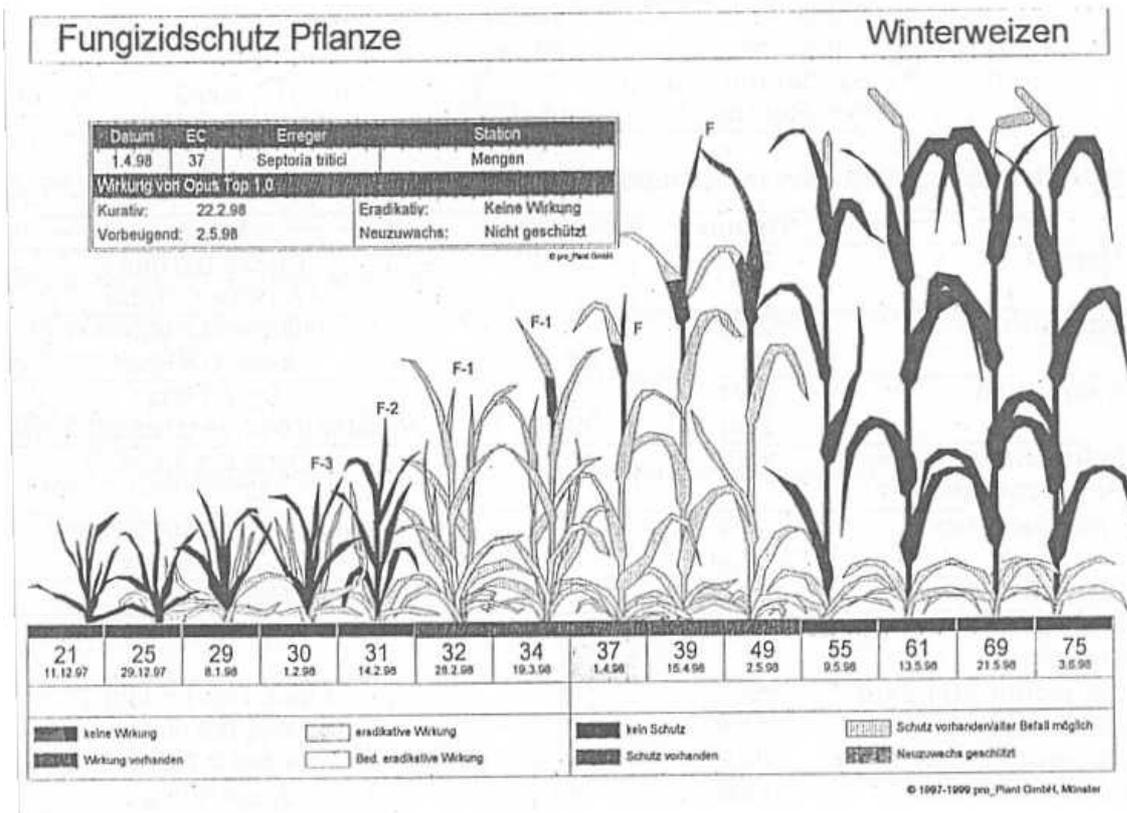


**Abb. A10.1:** Beispiel eines Ausdrucks von PRESEPT für den deutschen Betrieb: Die punktierten vertikalen Balken stellen den täglichen Sporenbefall dar; die beiden Kurven geben das kumulierte Befallsrisiko auf den unteren und oberen Blättern (% Befallsfläche) an; die Entwicklungsstadien des Weizen sind nach der Feekes-Skala angegeben (5 : 1 cm-Ähre , 6 : 1-Knoten-Stadium ; 7 : 2-Knoten-Stadium). Ein Gesamtrisiko wird durch die Balken unterhalb der Abszisse angegeben (Dunkel = großes Risiko, Behandlung erforderlich).





**Abb. A10.3:** Beispiel von Pro-Plant-Ausdruck für das witterungsbedingte Infektionsrisiko für die wichtigsten Getreidekrankheiten mit Wetterdaten der Wetterstation Freiburg des dt. Wetterdienstes (DWD)



**Abb. A10.4:** Beispiel von Pro-Plant-Ausdruck zur Schutzwirkung einer Behandlung in Weizen

**Tabelle A10.1 : Elsässische Versuche 1998**

a) Angaben zum Versuch

Ort	F-Obernai	F-Rouffach
<b>Sorte</b>	Trémie	Cadenza
<b>Vorfrucht</b>	Zuckerrüben	Körnermais
<b>Saattermin</b>	16/10/97	27/10/97
<b>Erntetermin</b>	23/07/98	20/07/98

b) Varianten (zusätzlich zur unbehandelten Kontrolle)

	Obernai			Rouffach		
	Datum	EC-Stad.	Mittel	Datum	EC-Stad.	Mittel
<b>Französischer Standard</b>	28/04	32	Diapazon 0,75l/ha	29/04	32	Diapazon 0,75 l/ha
	25/05	59	Opus 0,75 l/ha	25/05	60	Opus 0,75 l/ha
<b>PRESEPT Triazol</b>	25/05	59	Opus 1 l/ha	25/05	60	Opus 1 l/ha
<b>PRESEPT Strobilurin</b>	25/05	59	Amistar 1 l/ha	25/05	60	Amistar 1 l/ha
<b>Deutscher Standard</b>	25/05	59	Opus Top 1,5 l/ha	25/05	60	Opus Top 1,5 l/ha
<b>PROPLANT Triazol</b>	14/05	37	Ogam 1 l/ha			Keine Angaben
<b>PROPLANT Strobilur.</b>	14/05	37	Opus Top 1,5 l/ha	25/05	60	Ogam 1 l/ha

**Tabelle A10.2: Deutscher Versuch 1998**

a) Angaben zum Versuch

Ort	D-Offnadingen
<b>Sorte</b>	Tilbury
<b>Vorfrucht</b>	Silomais
<b>Saattermin</b>	22/10/97
<b>Erntetermin</b>	07/08/98

b) Varianten (zusätzlich zur unbehandelten Kontrolle)

	Datum	EC-Stadium	Mittel
<b>Normal</b>	20/5	39-49	Pronto 0,6 l/ha +Amistar 0,6 l/ha
<b>Intensiv</b>	20/4	32	Juwel 0,5 l/ha
	20/5	39-49	Juwel 0,8 l/ha
<b>Halmbruch</b>	20/4	32	Unix 1 l/ha
	20/5	39-49	Amistar 0,6 l/ha+ Gladio 0,5 l/ha
<b>betriebsüblich D = Pro-Plant-gestützt</b>	11/5	37	Opus top 1 l/ha
<b>Französischer Standard</b>	T1 : 20/04	32	Diapazon (Gladio) 0,75l/ha
	T2 : 25/05	51	Opus 0,75 l/ha
<b>PRESEPT Triazol</b>	25/05	51	Opus 1 l/ha
<b>PRESEPT Strobilurin</b>	14/05	37	Amistar 1 l/ha
<b>Deutscher Standard</b>	25/05	59	Opus Top 1,5 l/ha
<b>PROPLANT 1 (kostengünstig)</b>	11/05	37	Alto 0,8 l/ha
	28/5	51-55	Juwel 0,7 l/ha
<b>PROPLANT 2 (intensiv)</b>	11/05	37	Juwel 1 l/ha
	28/5	51-55	Juwel 0,5 l/ha

**Tabelle A10.3:** Versuchsergebnisse Schwindratzheim 1997 für zwei Sorten (Trémie und Sidéral). PRESEPT und PRO\_PLANT-Behandlungen sind fett gedruckt.

Sorte	Behandlung	Trémie		Sidéral	
		Netto-Ertrag <sup>1</sup> 85 F	Brutto-Ertrag	Netto-Ertrag 85 F	Brutto-Ertrag
-----dt / ha -----					
Te	Kontrolle	93,7	93,7b <sup>2</sup>	84,6b	84,6b
2*N	1 l Diapazon später 1 l Opus	101,3	108,2a	97,7a	104,4a
2*0,75N	0,75 l Diapazon später 0,75 l Opus	96,3	101,4ab	96,8a	101,9a
2*0,5N	0,5 l Diapazon später 0,5 l Opus	101,8	105,3a	95,9a	99,4a
Az1	Amistar <sup>3</sup> 1 l (7/5) <sup>4</sup>	101,3	105,3a	94,1a	98,1a
Az2	Amistar 1 l (13/5)	102,9	106,9a	93,6a	97,6a
Ke1	Juwel <sup>3</sup> 1 l (7/5)	99,0	104,1a	96,4a	101,6a
Ke2	Juwel 1 l (13/5)	104,7	109,8a	98,4a	103,6a
<b>PRE</b>	<b>Opus 1 l (13/5) mit PRESEPT</b>	<b>99,8</b>	<b>103,2a</b>	<b>96,5a</b>	<b>99,9a</b>
PREst	Opus 1 l (7/5) mit PRESEPT-6 Tage	98,4	101,9ab	100,7a	104,1a
<b>PRO_PLANT</b>	<b>Juwel 0,7 l (7/5)</b>	<b>105,3</b>	<b>108,9a</b>	<b>99,9a</b>	<b>103,4a</b>

<sup>1</sup> = Ertrag (85 FF/dt) – Fungizidkosten

<sup>2</sup> Die vom selben Buchstaben gefolgten Werte sind nicht signifikant verschieden (Newman-Keuls-Test p=0,05)

<sup>3</sup> Strobilurine (Juwel = Ogam in Frankreich)

<sup>4</sup> 07.05.97 : Ligulastadium (EC 39); 13/5/97 : Aufplatzen der Blattscheide (EC 45)