

Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen im Gewässerschutz

Markus BRAUN, Caroline WÜTHRICH-STEINER, Ernst SPIESS, Werner STAUFFER und Volker PRASUHN, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) - Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld, CH-3003 Bern

Was bewirken die «besonderen ökologischen Leistungen» nach Artikel 31b des Landwirtschaftsgesetzes (= «Öko-Massnahmen») und die damit verbundenen Direktzahlungen für unsere Umwelt? Führen sie zu einer Verminderung der Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer? Um diese Fragen zu klären, laufen seit 1996 am Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL) zwei Projekte. In diesem Artikel wird das methodische Vorgehen für die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer vorgestellt und informiert, welche Untersuchungen wo durchgeführt werden.

Der Artikel 31b des Landwirtschaftsgesetzes sowie die Öko-Beitragsverordnung bilden die rechtsverbindlichen Grundlagen für die Förderung von besonders umweltschonenden Produktionsformen in der Landwirtschaft. Zu den Programmen, welche für den Gewässerschutz von Bedeutung sind, gehören der «Ökologische Ausgleich», die «Integrierte Produktion» und der «Biologische Landbau». Seit 1993 erhalten Betriebe Direktzahlungen für «besondere ökologische Leistungen» nach Art. 31b des Landwirtschaftsgesetzes (= «Öko-Massnahmen»). Als Mindestanforderungen müssen die Bestimmungen der Umweltschutz- und Gewässerschutz-Gesetzgebung eingehalten sowie gewisse Auflagen in den Bereichen Fruchtfolge, Bodenschutz, Düngung, Pflanzenschutz und Ökologischer Ausgleich erfüllt werden.

In der Öko-Beitragsverordnung wird das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) verpflichtet, eine Wirkungskontrolle (= «Evaluation», «Erfolgskontrolle») der Öko-Massnahmen durchzuführen. Sie soll dazu dienen, festzustellen, inwieweit gesteckte Ziele erreicht werden. Die Wirkungskontrolle soll auch dazu beitragen, die Öko-Massnahmen weiterzuentwickeln (BLW 1997). Die Arbeiten zur Wirkungskontrolle hat man in verschiedene Module aufgeteilt. Das Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL) wurde mit der Bearbeitung von vier Modulen beauftragt, welche die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer betreffen.

In Zusammenhang mit der Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer stehen

folgende Fragen im Vordergrund: Was bringen die Öko-Massnahmen für die Gewässer (Abb. 1)? Gehen die Phosphorfrachten aus der Landwirtschaft in den Bächen zurück? Nimmt die Eutrophierung der Mittellandseen ab? Können der Anteil der Flächen, die von Bodenerosion betroffen sind, und die durchschnittlich pro Hektare abgetragene Bodenmenge reduziert werden? Kann dadurch der Phosphoreintrag über erodierte Bodenpartikel in die Gewässer verringert werden? Sinkt der Nitratgehalt im Trinkwasser in belasteten Gebieten unter den Toleranzwert oder sogar unter das Qualitätsziel (Abb. 2)?

Eine erste Prognose bezüglich der Wirkung der Öko-Massnahmen zeigt, dass je nach Region mit einer Reduktion der Phosphorbelastung der Gewässer von 15 bis 40 % zu rechnen ist. Beim Stickstoff liegt die prognostizierte Reduktion zwischen 2 und 24 %. Würden die effektivsten Massnahmen als *tatsächliche* «besondere ökologische Leistungen» gezielt gefördert, wären die möglichen Reduktionen höher (Braun und Prasuhn 1997).

Projekte auf nationaler und regionaler Ebene

Die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer ist in zwei Projekte aufgeteilt (BLW 1997): In einem ersten Projekt wird das Augenmerk auf die nationale Ebene gelegt, in einem zweiten Projekt auf die regionale.

Auf nationaler Ebene werden periodisch die Phosphor- und Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft berechnet (nach der

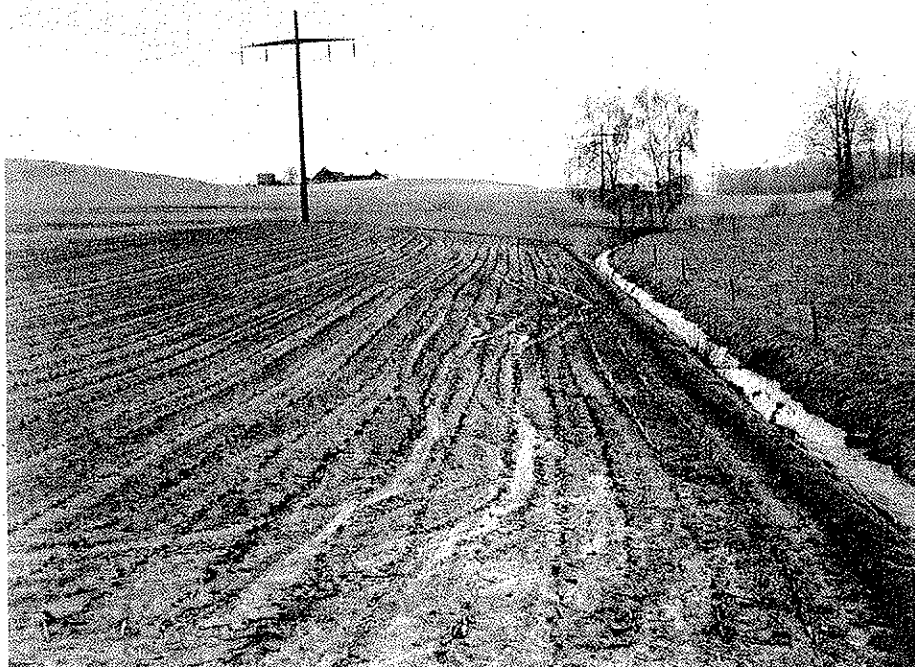


Abb. 1. Intensive landwirtschaftliche Nutzung der Böden, ohne Rücksicht auf die Gewässer.

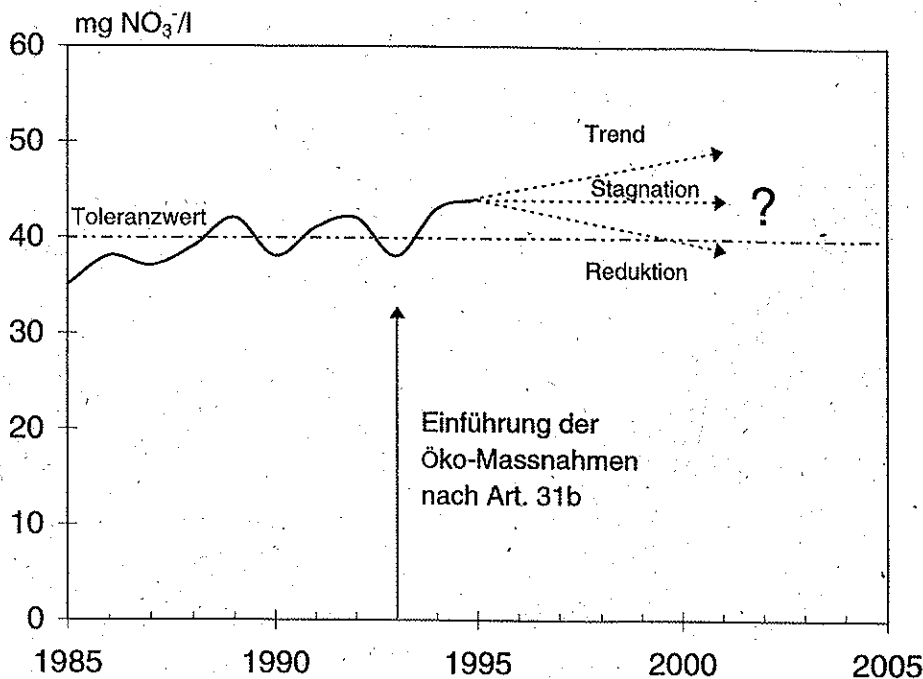


Abb. 2. Welchen Einfluss haben die Öko-Massnahmen auf den Nitratgehalt im Grundwasser einer Trinkwasserfassung?

anderen Regionen (Teilprojekte C und D; Tab. 1) ist die Auswaschung von Stickstoff Schwerpunkt der Untersuchungen. Alle Teilprojekte bestehen aus drei Elementen:

- Erfassung wichtiger Parameter in der Landwirtschaft,
- Messungen in der Umwelt und
- Verknüpfung beider Seiten mit Hilfe von Modellrechnungen.

Die wichtigen Parameter in der Landwirtschaft beziehen sich auf diejenigen Massnahmen, welche für die Gewässer die höchsten Reduktionspotentiale versprechen (Braun *et al.* 1997 und Prasuhn *et al.* 1997).

Regionen

Bei der Auswahl der Regionen stellen sich im wesentlichen folgende Probleme:

- Messungen: Um Vergleichsmöglichkeiten mit der Zeit vor dem Ergreifen der Öko-Massnahmen zu haben, sollten langjährige Messungen vorliegen. In vielen Regionen fehlen jedoch solche.
- Einzugsgebiete: Um die Kausalzusammenhänge zwischen Öko-Massnahmen und Gewässerbelastung zuverlässig aufzeigen zu können, ist es notwendig, genau definierte Einzugsgebiete zu finden. Das Einzugsgebiet vieler Grundwasserströme ist allerdings nur annähernd bekannt.
- Äussere Einflüsse erschweren die Interpretation von Kausalzusammenhängen. Dazu gehören andere Verschmutzungsquellen (z.B. Kläranlagen) oder die Änderung des Pumpregimes einer Trinkwasserfassung. Regionen mit bedeutenden äusseren Einflüssen fallen ausser Betracht.

Methode in Braun *et al.* 1994). Überschuss 1 ist die Differenz des Inputs (importierte Futtermittel, Mineral- und Abdünger, Deposition und Stickstoff-Fixierung) und des Outputs (tierische und pflanzliche Lebensmittel) von Phosphor und Stickstoff ins beziehungsweise aus dem System der Schweizer Landwirtschaft. Überschuss 2 ist die Summe der Bodenvorratsänderung und der Phosphor- und Stickstoffverluste in die Umwelt (Abb. 3). Aus Bilanzierungsüberlegungen sind Überschuss 1 und 2 gleich gross. Mittels statistischen Daten ist es möglich, Überschuss 1 jährlich abzuschätzen und dessen Entwicklung zu verfolgen. Damit wird es

auch möglich, indirekt eine Aussage in bezug auf den Überschuss 2 und die Umweltbelastung durch die Schweizer Landwirtschaft zu machen.

Auf regionaler Ebene sollen Kausalzusammenhänge zwischen den Öko-Massnahmen und der Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer aufgezeigt werden. In zwei Regionen (Teilprojekte A und B; Tab. 1) stehen die Verluste von gelöstem Phosphor durch Abschwemmung (und Drainageabfluss) beziehungsweise die Verluste von partikulär gebundenem Phosphor durch Bodenerosion im Vordergrund, beides wichtige Prozesse für die Phosphorbelastung der Gewässer. In zwei

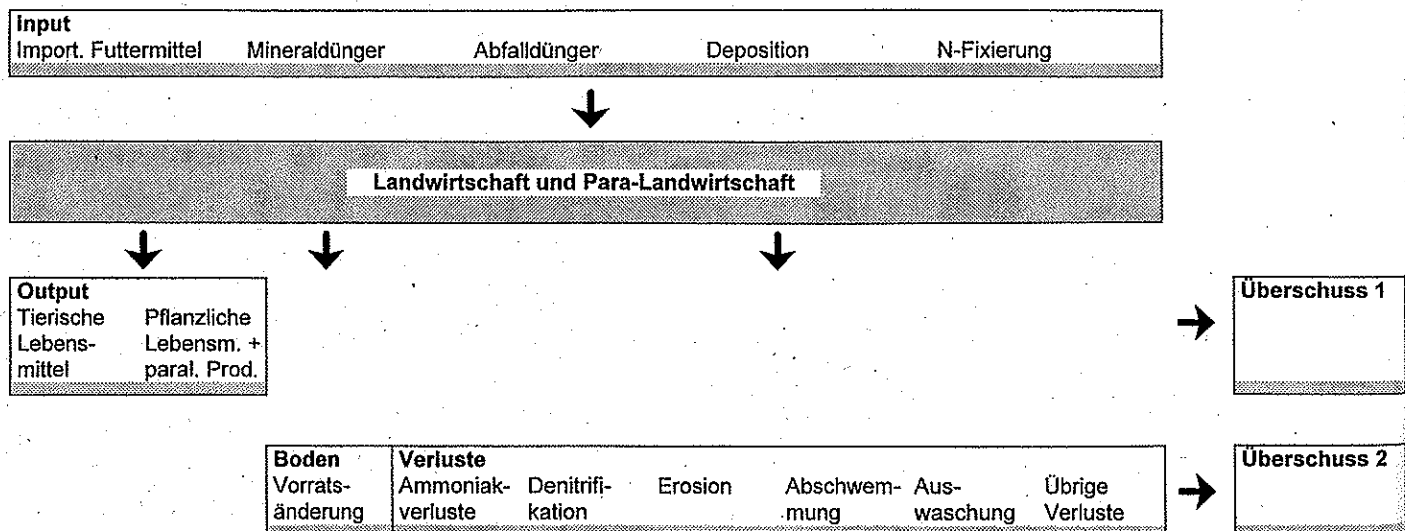


Abb. 3. Abschätzung der zeitlichen Entwicklung von Überschuss 1 und 2 im Rahmen des Projektes auf nationaler Ebene.

Tab. 1. Überblick über die Teilprojekte für die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer in verschiedenen Regionen

	Teilprojekt A	Teilprojekt B	Teilprojekt C	Teilprojekt D
Nährstoff Bereich Region	Phosphor Abschwemmung Lippenrütibach, LU	Phosphor Bodenerosion Frienisberg, BE	Stickstoff Auswaschung noch offen	Stickstoff Auswaschung Kanton Bern
Landwirtschaft	Standort Phosphorhaushalt Düngung	Standort Bodenbearbeitung Fruchtfolgen	Standort Stickstoffhaushalt Fruchtfolgen	IP/BIO-Beteiligung Stickstoffhaushalt Kulturanteile
Umwelt	Messungen im Bach	Schadenkartierung	Messungen im Einzugsgebiet	Messungen in den Gemeinden
Modell	Potentielle Gefährdung Aktuelle Gefährdung	Potentielle Gefährdung Aktuelle Gefährdung	Potentielle Gefährdung Aktuelle Gefährdung	Belastungen Massnahmen

■ Sicherheit: Die Wahl des methodischen Vorgehens und die Auswahl der Regionen geschehen unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Dies ist ein Hauptgrund, weshalb im Teilprojekt D ein anderer methodischer Ansatz als in Teilprojekt C gewählt wurde (siehe unten).

Teilprojekt A: Als Region mit dem Untersuchungsschwerpunkt «Abschwemmung» wurde das Einzugsgebiet des Lippenrütibaches (ca. 330 ha), ein Zufluss zum Sempachersee, ausgewählt. Die Wahl fiel auf diese Region, weil dort umfangreiche Untersuchungen gemacht wurden (z.B. AGBA 1988) sowie kontinuierliche Messungen im Bach vorliegen, welche bis in die achtziger Jahre zurückreichen. Im Ein-

zugsgebiet des Lippenrütibaches werden Daten zu folgenden Parametern flächendeckend und parzellengenau erhoben (Tab. 1): standortgerechte Bodennutzung (Parzellengrösse, Boden, topographische sowie hydrologische Verhältnisse usw.), gesamtbetrieblicher Phosphorhaushalt (Kultur, Nutzungsintensität, Düngung, Phosphordeckungsgrad usw.) sowie zeitgerechte Düngung (Lagervolumen, Ausbringungszeitpunkt, Witterungsbedingungen, Bodenzustand usw.). Mittels Modellrechnungen werden die potentielle und die aktuelle Abschwemmungsgefährdung sowie die Phosphorverluste für jede Parzelle abgeschätzt. Die potentielle Gefährdung ergibt sich durch Faktoren, welche nicht vom Menschen beeinflusst werden (z.B.

Niederschläge, Bodenart, Bodentyp, Hangneigung usw.), die aktuelle Gefährdung durch Faktoren, welche der Mensch direkt beeinflussen kann (z.B. Bodenbearbeitung, Kulturwahl usw.). Die Messungen im Lippenrütibach werden durch das Amt für Umweltschutz (Luzern) durchgeführt. Es begleitet zusammen mit der Fachstelle für Ökologie (Sempach) das Teilprojekt A.

Teilprojekt B: Als Region mit dem Schwerpunkt «Bodenerosion» wurde der Nordabhang des Frienisberges im Kanton Bern gewählt. In fünf Gebieten (Frienisberg, Lobsigen, Seedorf, Suberg und Schwanden) mit zusammen rund 350 Hektaren Ackerfläche werden die Erhebungen durchgeführt. Diese Region wurde bereits vor zehn Jahren im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 22 «Boden» untersucht (z.B. Mosimann *et al.* 1990). In den Gebieten werden folgende Erhebungen flächendeckend und parzellengenau durchgeführt: Standortkartierungen (Parzellengrösse, Hangneigung, -länge, -form, Boden usw.), Landnutzungskartierungen (Kultur, Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Ökoflächen usw.), Erosionsschadenkartierungen (Erosions- und Akkumulationsformen, -mengen, -ursachen) sowie Befragungen der Betriebsleitenden (Fruchtfolgen, Anbauverfahren, IP/BIO-Beteiligung usw.). Daneben werden Modellrechnungen durchgeführt, denen die erhobenen Parzellendaten zugrunde liegen. Mit den Modellen können die potentielle und aktuelle Erosionsgefährdung sowie

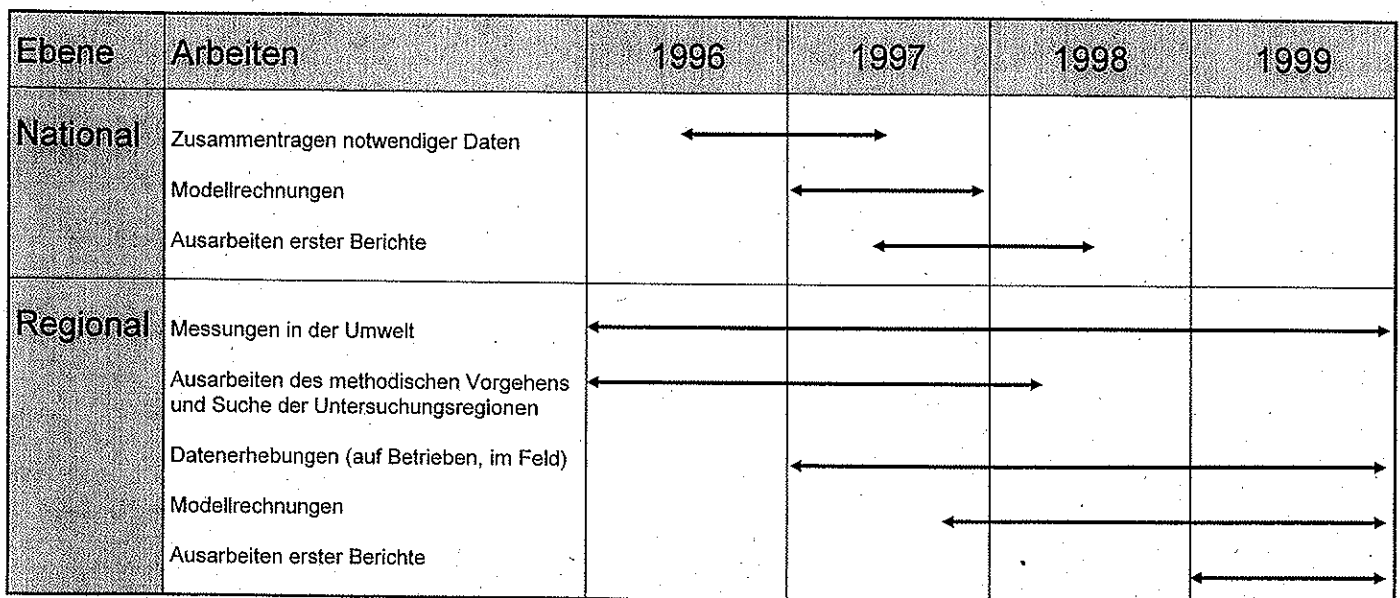


Abb. 4. Zeitliche Staffelung der Arbeiten für die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der Gewässer (erste Phase).

die Gewässerbelastung durch Erosion abgeschätzt werden. Die Arbeiten werden von der Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern (Zollikofen) begleitet.

Teilprojekt C: Die Wahl einer Region mit dem Untersuchungsschwerpunkt «Auswaschung» (Tab. 1) steht kurz bevor. Flächendeckend und parzellengenau sollen in der Region des Teilprojektes C folgende Arbeiten gemacht werden: Standortkartierungen (Parzellengrösse, Boden, hydrologische Verhältnisse usw.), Landnutzungskartierungen (Kultur, Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Ökoflächen usw.) sowie gesamtbetrieblicher Stickstoffhaushalt (Fruchtfolgen, Nutzungsintensität, Düngung, Stickstoffdeckungsgrad usw.). Mittels Modellrechnungen sollen die potentielle und die aktuelle Auswaschungsgefährdung sowie die Stickstoffverluste für jede Parzelle abgeschätzt werden. Die Entwicklung des Nitratgehaltes in der Trinkwasserfassung der ausgewählten Region wird fortlaufend überwacht.

Teilprojekt D: Für das Teilprojekt D, das ebenfalls die Stickstoffauswaschung als Schwerpunkt beinhaltet, wurde ein überregionaler Ansatz gewählt, weil damit die Sicherheit für zuverlässige Ergebnisse steigt. Als Untersuchungsgebiet wurde flächendeckend der Kanton Bern ausgewählt. Für dieses Gebiet liegen folgende Vorarbeiten vor: eine Abschätzung der Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer (Prasuhn und Braun 1994) und eine Abschätzung der Wirkung von Massnahmen zur Verminderung der Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer (Prasuhn *et al.* 1997). Im Teilprojekt D können keine parzellengenauen Erhebungen durchgeführt werden. Es ist vorgesehen, folgende Daten gemeindeweise zusammenzutragen: Beteiligungsgrad an den Programmen nach Art. 31b (Integrierte Produktion, Biologischer Landbau und Ökologischer Ausgleich) sowie gesamtbetrieblicher Stickstoffhaushalt in kritischen Gebieten (Kulturannteile, Nutzungsintensität, Stickstoffdeckungsgrad usw.). Die Wasserproben in den Grund- und Quellwasserfassungen werden wie bisher durch das Kantonale Laboratorium (Bern) entnommen, analysiert und zur Verfügung gestellt.

Zeitlicher Ablauf

Die beiden Projekte zur Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen in den Bereichen Phosphor- und Stickstoffbelastung der

Gewässer auf nationaler und regionaler Ebene wurden 1996 gestartet. Sie dauern in einer ersten Phase bis ins Jahr 1999; eine detaillierte Zeitplanung gibt Abbildung 4. Eine Fortsetzung der Wirkungskontrolle ist bis 2005 vorgesehen, da zuverlässige Aussagen erst nach vielen Jahren möglich sind: von Jahr zu Jahr unterschiedliche Witterungsbedingungen, zeitliche Verzögerung der Wirkung der Öko-Massnahmen infolge langer Fliesswege des Grundwassers usw.

Die Wirkungskontrolle der Öko-Massnahmen dient nicht nur dem Schutz der Umwelt, sondern auch dem Schutz der Landwirtschaft. Es kann durchaus sein, dass zum Beispiel infolge regenreicher Jahre die Gewässerbelastung vorläufig zunehmen könnte, obwohl die Öko-Massnahmen wirkungsvoll sind. Um so wichtiger ist es, eine wissenschaftlich abgestützte Untersuchung der Kausalzusammenhänge sicherzustellen.

Abschliessend soll noch festgehalten werden, dass im Rahmen der Teilprojekte A bis D eine Kontrolle der Wirkung der Öko-Massnahmen durchgeführt wird; es wird keine Kontrolle des Vollzugs oder der Betriebe gemacht. Die Betriebe werden auch nicht beraten.

LITERATUR

AGBA (Arbeitsgemeinschaft Beratender Agronomen), 1988. Konzept für Schutzmassnahmen im Einzugsgebiet des Lippenrütibaches. Schlussbericht, Ebikon. 22 Seiten und Anhang.

BLW (Bundesamt für Landwirtschaft, Bern), 1997. Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. Erster Zwischenbericht, Entwurf Juni 1997.

Braun M., Hurni P. und Spiess E., 1994. Phosphor- und Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft und Para-Landwirtschaft. Schriftenreihe der FAC Nr. 18, Liebfeld-Bern. 70 Seiten.

Braun M., Kopše Rolli D. und Prasuhn V., 1997. Verminderung des Nährstoffeintrags in Gewässer durch Massnahmen in der Landwirtschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 293, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 100 Seiten.

Braun M. und Prasuhn V., 1997. Massnahmen, um die Gewässerbelastung zu vermindern. *Agrarforschung* 4 (8), 339-342.

Mosimann Th., Crole-Rees A., Maillard A., Neyroud J.-A., Thöni M., Musy A., Rohr W., Clement J.-P., Frick R., Müller B., Pellet D., Perrotet-Müller J. und Vacheron C., 1990. Bodenerosion im Schweizer Mittelland. Ausmass und Gegenmassnahmen. Bericht Nr. 51 des Nationalen Forschungsprojektes «Nutzung des Bodens in der Schweiz», Liebfeld-Bern. 262 Seiten.

Prasuhn V. und Braun M., 1994. Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Schriftenreihe der FAC Nr. 17, Liebfeld-Bern. 113 Seiten und Anhang.

Prasuhn V., Braun M. und Kopše Rolli D., 1997. Massnahmen zur Verminderung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer - dargestellt am Beispiel von 20 hydrologischen Einzugsgebieten im Kanton Bern. Bericht des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern (GSA), Bern. 216 Seiten.

RÉSUMÉ

Contrôle de l'effet des mesures écologiques

Qu'est-ce que les paiements directs pour les «prestations écologiques particulières» selon l'article 31b de la Loi sur l'agriculture apportent-ils à l'environnement? En résulte-t-il une diminution de la charge en phosphore et en azote dans les eaux? Pour répondre à ces questions, l'Institut de recherches en protection de l'environnement et en agriculture a mis deux projets sur pied en 1996. Le but de cette publication est de présenter l'approche méthodologique pour le contrôle de l'effet des mesures écologiques selon l'article 31b et d'informer sur les études en cours en fonction des sites choisis.

SUMMARY

Evaluation of effects of ecological measures

What are the effects of ecological measures taken in accordance with the Swiss Federal Law on Agriculture (Art. 31b)? Is it possible to reduce the excess phosphorus and nitrogen loading of waters from agriculture? In order to study these questions, two projects have been started in 1996 at the Institute of Environmental Protection and Agriculture. The aim of this article is to present the methodology and to describe the ongoing investigations.

KEY WORDS: water pollution, nutrients, agriculture, ecological measures, evaluation of effects