



# Umweltindikatoren - Scharnier zwischen Ökonomie und Ökologie<sup>1</sup>

Beat HESS, Hansjörg SCHMID und Bernard LEHMANN, Institut für Agrarwirtschaft, Gruppe Betriebswirtschaft und Ökonomie des ländlichen Raumes, ETH Zürich, CH-8092 Zürich  
 Auskünfte: Hansjörg Schmid, e-mail: schmid@iaw.agrl.ethz.ch, Fax +41 (0)1 632 10 86, Tel. +41 (0)1 632 53 96

**In der Schweiz werden seit 1993 Gelder für ökologische Leistungen der Landwirtschaft ausgeschüttet. Über die Wirkung und Wirksamkeit dieser Gelder kann bis jetzt noch keine zuverlässige Aussage gemacht werden. Eine Befragung von Fachleuten liefert Grundlagen für ein Monitoring der Umweltwirkung ökologischer Direktzahlungen und erste Antworten bezüglich konkreter Umweltwirkungen.**

Im Laufe der letzten Jahre hat sich das agrarwirtschaftliche Umfeld in der Schweiz entscheidend verändert. Auslöser waren die Sättigung der Märkte für Agrarprodukte sowie Wertewandel und eine gestiegene Umweltsensibilität der Bevölkerung. Im Zusammenhang mit Herausforderungen auf internationaler Ebene (WTO, EU) hat diese Entwicklung zu einer Neuausrichtung der schweizerischen Agrarpolitik geführt, indem zur Einkommenssicherung von einem System mit administrativ festgelegten Produktpreisen auf ein Direktzahlungssystem umgestellt wurde. Im Zusammenhang mit dieser Neuausrichtung der schweizerischen Agrarpolitik wurden auch Direktzahlungen für ökologische Leistungen eingeführt. Diese Direktzahlungen sollen die Landwirte und Landwirtinnen für ökologische Leistungen entschädigen und über eine Extensivierung der Produktion zu verminderten Umweltbelastungen durch die landwirtschaftliche Produktion führen.

Aufgrund des Betrages der für ökologische Leistungen ausgeschütteten Gelder und mit Blick auf die zunehmende Bedeutung dieser ökologischen Direktzahlungen ist die Frage nach dem Ausmass der Wirkung zu erwarten. Eine Abgeltung ökologischer Leistungen ist gerechtfertigt, wenn die damit angestrebten Umweltziele erreicht werden können. Da die Frage nach der Wirkung und Wirksamkeit agrarökologischer Direktzahlungen mit dem bisherigen Wissensstand noch nicht beantwortet werden konnte, waren diese Fragestellungen

Gegenstand einer vierstufigen Befragung von Fachleuten mit der Methode der Delphi-Technik.

## 453 Umweltindikatoren - ein umfassendes Set

Um die Wirkung und Wirksamkeit agrarökologischer Direktzahlungen beurteilen zu können, müssen in einem ersten Schritt Instrumente bereitgestellt werden, welche ein Monitoring der Wirkung dieser Zahlungen erlauben und auch für eine ökonomische Analyse geeignet sind. Diese Scharnierfunktion zwischen Ökologie und Ökonomie kann durch Umweltindikatoren wahrgenommen werden (bez. Definition von Umweltindikatoren vgl. Kasten).

In einem **ersten Umfrageschritt** wurden Indikatoren für die belebte und unbelobte Umwelt zusammengestellt. Die fünf Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Biodiversität und Landschaft wurden zu diesem Zweck in zehn Unterbereiche aufgeteilt. Insgesamt resultierten aus dieser Sammlung 453 unterschiedliche Indikatoren, wobei die Anzahl zwischen den Unterbereichen variiert. Weitaus am meisten Indikatoren weist der Bereich Wasserqualität auf, die geringste Anzahl der Bereich Wasserverbrauch mit 29 Indikatoren.

## Nicht jeder Indikator geeignet für Monitoring

Da es eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Umweltindikatoren gibt und sich diese nach Eignung für ein Umweltmonitoring unterscheiden, müssen die zuverlässigsten Indikatoren bestimmt werden. Daher wurden alle Indikatoren der ersten Runde in der **zweiten Umfragerunde** bezüglich ihrer Eignung für ein Umweltmonitoring

bewertet. Den Fachleuten stand hierfür ein Massstab zwischen 1 (sehr schlecht) und 4 (sehr gut) zur Verfügung.

Die Eignungsbewertungen der zweiten Runde wurden erfasst, um damit statistisch eine Gruppenantwort zu erstellen. Die Experten und Expertinnen hatten anschliessend in einer **dritten Runde** die Möglichkeit, die eigenen Einschätzungen anhand der mitgelieferten Gruppenantwort anzupassen. Zusätzlich wurden die Fachleute aufgefordert schriftlich zu begründen, warum eine Anpassung vorgenommen wurde oder nicht.

Die Eignungsbewertung ergab klare Unterschiede zwischen den Indikatoren. Die Bewertung der Indikatoren war dabei konsistent, das heisst ähnliche Indikatoren wurden in aller Regel auch ähnlich bewertet. Aufgrund der erhaltenen Eignungsbewertung ist die Auswahl besonders geeigneter Indikatoren für ein Umweltmonitoring möglich. Da auf die Nachteile der einzelnen Indikatoren von den Fachleuten schriftlich hingewiesen wurde, können zudem Massnahmen ergriffen werden, um Schwächen der ausgewählten Indikatoren zu quantifizieren oder durch geeignete Massnahmen zu kompensieren.

Die Umwelteffekte, welche auf die ökologischen Direktzahlungen zurückgeführt werden können, standen im Zentrum der abschliessenden **vierten Umfragerunde**. Ziel war eine Evaluation der Umweltwirkung dieser Gelder.

## Konzept der vierten Umfragerunde

Dieses basiert auf drei Pfeilern: auf der Grundidee der Delphi-Technik, auf den Resultaten der ersten drei Runden sowie auf den strukturellen Veränderungen und auf Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis, welche auf die Ausschüttung ökologischer Direktzahlungen zurückgeführt werden können.

■ **Die Delphi-Technik:** Die Idee, welche der Delphi-Technik zugrunde liegt, ist die Tatsache, dass aggregierte Einschätzungen

<sup>1</sup> Die Untersuchungsergebnisse, welche diesem Artikel zugrunde liegen, sind in Buchform erschienen: HESS B., LEHMANN B. (1998): Umweltindikatoren - Scharnier zwischen Ökonomie und Ökologie; Eignungsbewertung von Indikatoren für ein Umweltmonitoring und Evaluation der Umweltwirkung agrarökologischer Erlasse - Resultate einer Delphi-Studie; vdf-Verlag Zürich; ISBN 3 7281 2657 8.

## Was sind Umweltindikatoren?

Ganz allgemein sind Indikatoren Kennzahlen, welche Veränderungen in einem System oder in einem Prozess abbilden. Umweltindikatoren sind ausgewählte Schlüsselzahlen, welche den Zustand eines wichtigen Teils der Umwelt, die Beanspruchung der natürlichen Ressourcen und der damit verbundenen menschlichen Aktivitäten spiegeln oder summarisch wiedergeben. Sie sind ein Werkzeug, um wissenschaftlich glaubhafte Information in einer prägnanten, verständlichen und für EntscheidungsträgerInnen brauchbaren Form wieder- und weiterzugeben.

## Was ist die Delphi-Technik?

Die Delphi-Technik ist eine noch junge Umfragemethode. Diese Befragungsmethode unterscheidet sich in verschiedenen Punkten markant von bekannteren und häufig verwendeten Umfragetechniken. Folgende Merkmale sind charakteristisch für die Delphi-Technik:

- es wird ein Fragebogen verwendet;
- die TeilnehmerInnen der Umfrage und ihre Antworten sind anonym;
- es wird statistisch eine Gruppenantwort hergestellt;
- es werden mehrere Befragungsrunden durchgeführt.

Eine Delphi-Umfrage setzt diese Merkmale gezielt ein und läuft normalerweise folgenderweise ab: Ein kleines Umfrageteam entwirft einen Fragebogen. Dieser Fragebogen wird einer grösseren Antwortgruppe zugestellt. Nachdem das Umfrageteam die ausgefüllten Formulare zurückerhalten hat, werden die Antworten ausgewertet und, basierend auf diesen Resultaten, wird ein neuer Fragebogen für die Antwortgruppe entwickelt. Der Antwortgruppe wird normalerweise mindestens eine Gelegenheit geboten, die Antworten, basierend auf den mitgelieferten Antworten der gesamten Gruppe, anzupassen.

## Wie war das Panel der Experten und Expertinnen zusammengesetzt?

Das Panel dieser Befragung bestand aus 48 Personen, welche ausnahmslos Fachleute in Zielbereichen dieser Untersuchung sind. Es wurde darauf geachtet, dass das Panel das ganze Spektrum von Forschungsbereichen, Forschungsinstitutionen und Forschungsanstalten in der Schweiz repräsentiert. Rund ein Drittel des Panels sind Professoren der ETH Zürich, Schweizerischer Universitäten und Technischer Lehranstalten.

von Fachleuten eines real unsicheren Sachverhalts den wahrscheinlichen Tatsachen recht nahe kommen können. Im vorliegenden Fall kann gesammeltes Wissen der Fachleute zwar nicht ein Monitoring von Umweltmedien ersetzen. Aus der Aggregation von Einschätzungen der Experten und Expertinnen der Umweltwirkung ökologischer Direktzahlungen lassen sich aber Trends ableiten, welche aufgrund der Kompetenz der Fachleute dem tatsächlichen Sachverhalt recht nahe kommen sollten.

■ Aussagekräftige Indikatoren: Als Resultat der ersten drei Umfragerunden stehen Listen mit Indikatoren zur Verfügung, welche bezüglich Eignung für ein Umweltmonitoring bewertet waren. Im Hinblick auf die vierte Umfragerunde konnten für bekannte Umweltprobleme, welche auch durch die ökologischen Direktzahlungen tangiert werden, geeignete Indikatoren ausgewählt werden (Tab. 1). Diese ausgewählten Indikatoren dienen als Basis der vierten Runde.

■ Strukturwandel und Änderung der landwirtschaftlichen Praxis: Entscheidend für die Umweltwirkung agrarökologischer Direktzahlungen sind strukturelle Veränderungen (z.B. Trend zu grösseren Parzellen, stärkere Mechanisierung usw.) sowie Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis (z.B. Zunahme von Hecken/

Ackerrandstreifen/Bunbrachen, Vermeidung von Schwarzbrachen usw.), welche auf die Ausschüttung ökologischer Direktzahlungen zurückgeführt werden können. Basierend auf den Anforderungen, welche zum Bezug ökologischer Direktzahlungen berechtigen, konnten derartige Kriterien zusammengestellt werden.

## Ökologische Auswirkungen...

In der vierten Umfragerunde wurden die Fachleute aufgefordert, die Auswirkungen des Strukturwandels und von Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis auf bestimmte Zielwerte (Indikatoren) in insgesamt 159 Teilfragen zu quantifizieren. Dafür stand ein Massstab von -4 bis +4 zur Verfügung.

**Tab. 1. Übersicht über die Indikatoren, welche in der vierten Umfragerunde als Zielwerte verwendet wurden**

ausgewählte Indikatoren		ausgewählte Indikatoren	
Bodenqualität	Porenvolumen	Landschaftsbild	Landschaftliche Diversität
	Biologische Aktivität		Veränderte Fläche
	Gefügeform		Naturnähe
Wasserqualität	Nitrat-Konzentration	Artenzahl	Artenzahlen von Indikatorgruppen
	Luftqualität		Primärproduktion
Treibhausgase	Ammoniak-Bilanz	Gen. Vielfalt	Anpassungsfähigkeit von Arten
	Methan-Bilanz		Morphologische Variation
	Lachgas-Bilanz		

## ...veränderter landwirtschaftlicher Praxis

Die Resultate der vierten Umfragerunde zeichnen ein differenziertes Bild der Wirkung agrarökologischer Gelder auf ausgewählte Umweltindikatoren. Auszugsweise können die Ergebnisse wie folgt zusammengefasst werden:

■ Ein Rückgang der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsintensität, zum Beispiel über Ökoausgleichsflächen, wird als positiv für die gesamte Umwelt und auch für die Landschaft eingestuft: Abb. 1 für die Wirkung einer Zunahme von Ökoausgleichsflächen auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorarten» und Abb. 2 für die Wirkung einer Zunahme von Ökoausgleichsflächen auf die «Naturnähe von Landschaften». Die Wirkung eines Rückgangs der Bewirtschaftungsintensität über eine Verringerung des Hilfsstoffeinsatzes wurde ebenfalls evaluiert. Auch im Hilfsstoffbereich wird eine Extensivierung als ökologisch positiv bewertet: Abb. 3 für den Einfluss einer Abnahme des Pestizideinsatzes auf den Indikator «Morphologische Variation» im Bereich Genetische Vielfalt.

■ Hecken und Feldgehölzen sowie Hochstammfeldobstbäumen wurde eine durchwegs positive Umweltwirkung attestiert. Besonders positiv wurde hierbei die Wirkung im Bereich Artenzahl (auf den Indikator «Habitatdiversität» vgl. Abb. 4) und im Bereich Landschaftsbild (auf den Indikator «Naturnähe» vgl. Abb. 5) bewertet. Einer Zunahme derartiger Landschaftselemente wird tendenziell auch eine positive Wirkung auf den Indikator «Nitratkonzentration im Grundwasser» im Bereich Wasserqualität zugesprochen (Abb. 6).

■ Mit agrarökologischen Direktzahlungen werden Veränderungen im Ackerbau angestrebt. In der Umfrage wurde neben den Auswirkungen von weiten Fruchtfolgen, von Veränderungen der Anbauflächen von Kulturen und von bestimmten Kulturmassnahmen auch nach den Effekten eines verminderten Hilfsstoffeinsatzes gefragt.

So wurde ein Verzicht auf Herbizide von den Fachleuten unter anderem mit einem positiven Effekt auf die Bodenqualität verbunden. Am ausgeprägtesten positiv beurteilt wurde die Wirkung auf den Indikator «Biologische Aktivität» (Abb. 7).

■ Die Umweltwirkung der Freilandhaltung von Nutztieren interessierte in den Bereichen Luftqualität, Treibhausgase und Landschaftsbild. Eine Zunahme weidender Tiere wurde bezüglich «Ammoniak-Bilanz» kontrovers eingeschätzt (Abb. 8), und tendenziell negativ bezüglich Indikator «Lachgas-Bilanz» im Bereich Treibhausgase (Abb. 9).

■ Ebenfalls in der Umfrage berücksichtigt wurden Veränderungen in den Tierhaltungssystemen. Der Einfluss einer Zunahme von Haltungssystemen auf Tiefstreu auf den Indikator «Ammoniak-Bilanz» wurde tendenziell positiv beurteilt (Abb. 10), eine Zunahme der pro GVE<sup>2</sup> verfügbaren Stallfläche auf denselben Indikator negativ (Abb. 11).

■ Mit der Ausschüttung ökologischer Direktzahlungen sind vielfältige Änderungen der Kulturmassnahmen verbunden. Diese Änderungen der Kulturmassnahmen weisen in den Bereichen Bodenqualität und Wasserqualität positive Auswirkungen auf, im Bereich der Genetischen Vielfalt ergaben sich aber damit kontrastierende Resultate. So wurden die Auswirkungen einer Vereinheitlichung von Kulturmassnahmen auf den Indikator «Anpassungsfähigkeit von Arten» im Bereich Genetische Vielfalt negativ beurteilt (Abb. 12). Der Einfluss einer Zunahme der Spezifität von biologischen, mechanischen und chemischen Eingriffen auf denselben Indikator wurde uneinheitlich eingeschätzt (Abb. 13).

■ Die Auswirkungen einer Zunahme der durchschnittlichen Parzellengrößen waren umstritten. So wurden zum Beispiel die Auswirkungen auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen» mit Werten zwischen -3 und +3 eingeschätzt (Abb. 14).

■ Eine Zunahme von Monokulturen beziehungsweise eine Abnahme der Vielfalt landwirtschaftlicher Kulturen wurde im Bereich Landschaftsbild und auch im Bereich Artenzahl stark negativ bewertet. So erwarten die Fachleute unter anderem einen negativen Effekt auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen» (Abb. 15).

■ Die Umweltwirkung einer Zunahme biologisch bewirtschafteter Flächen wurde positiv beurteilt. So wurde zum Beispiel die

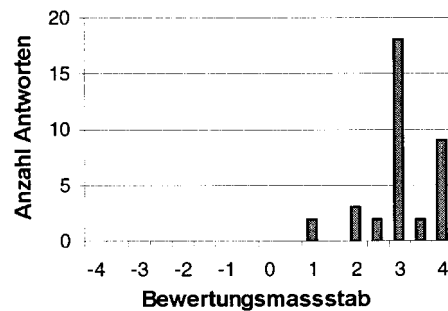


Abb. 1. Wirkung der Zunahme von Ökoausgleichsflächen auf Indikator «Artenzahl Indikatorenarten».

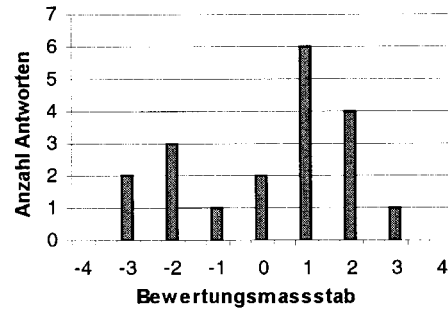


Abb. 2. Wirkung der Zunahme von Ökoausgleichsflächen auf Indikator «Naturnähe von Landschaften».

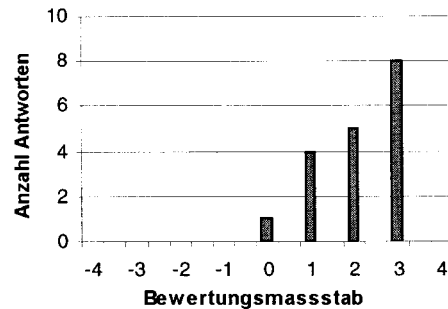


Abb. 3. Wirkung der Abnahme von Pestizideinsatz auf Indikator «Morphologische Variation».

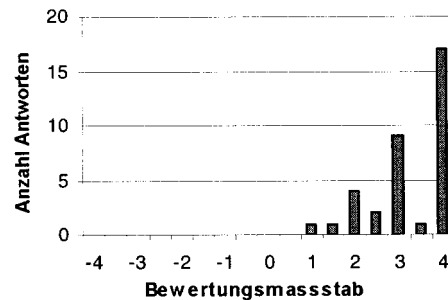


Abb. 4. Wirkung von Hecken, Feldgehölzen u. Hochstammbäumen auf Indikator «Habitatdiversität».

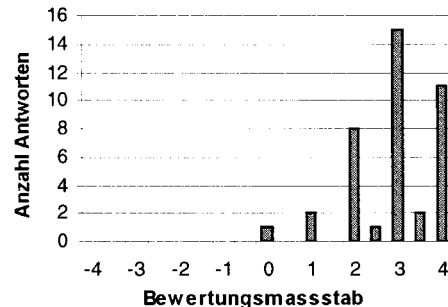


Abb. 5. Wirkung von Hecken, Feldgehölzen u. Hochstammbäumen auf Indikator «Naturnähe».

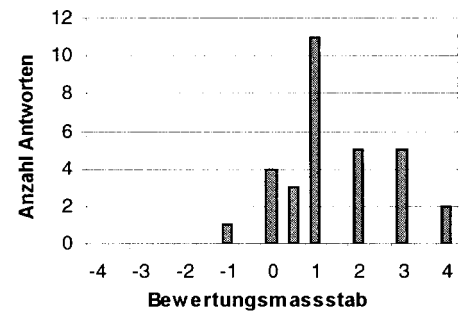


Abb. 6. Wirkung von Hecken, Feldgehölzen u. Hochstammbäumen auf Indikator «Nitratkonzentration im Grundwasser».

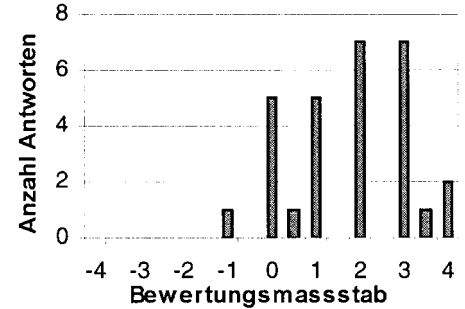


Abb. 7. Wirkung Herbizidverzicht auf Indikator «Biologische Aktivität».

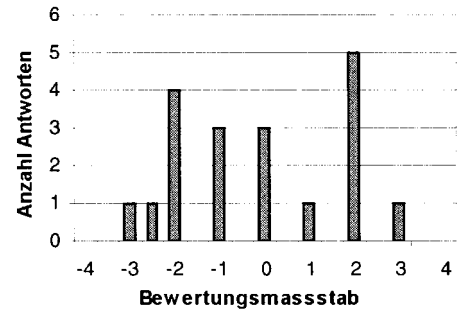


Abb. 8. Wirkung der Zunahme weidender Tiere auf Indikator «Ammoniakbilanz».

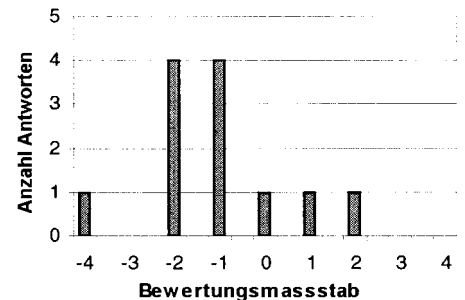


Abb. 9. Wirkung der Zunahme weidender Tiere auf Indikator «Lachgas-Bilanz».

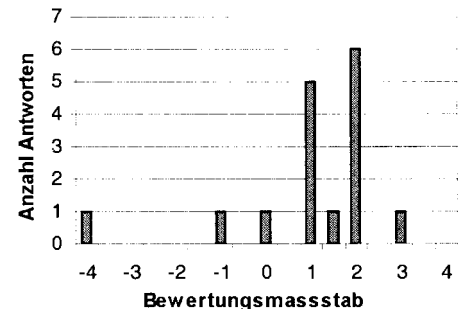


Abb. 10. Wirkung der Zunahme von Haltungssystemen auf Tiefstreu auf Indikator «Ammoniak-Bilanz».

Wirkung einer Zunahme biologisch bewirtschafteter Flächen auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen» als klar vorteilhaft eingestuft (Abb. 16).

## Einsatzmöglichkeiten der Ergebnisse

Die Einsatzmöglichkeiten der vorliegenden Ergebnisse sind in der agrarwirtschaftlichen Forschung vielfältig. Zwei Ansätze liegen dabei im Vordergrund:

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht spielt das Erfassen des Einflusses von veränderten Nutzungsformen auf wichtige Indikatoren im Bereich der natürlichen Ressourcen eine wichtige Rolle. Die Kenntnis der möglichen mittelfristigen Konsequenzen können zu politischen Massnahmen führen (Restriktion oder Förderung). Der Ansatz eignet sich auch sehr gut für betriebliche oder kollektive Massnahmen im Bereich der Kommunikation. Kurz zusammengefasst liefert die vorliegende Arbeit eine Basis zur Definition der «best practices».

Aus agrarpolitischer Sicht kann aufgezeigt werden, wie sich verschiedene Massnahmen der Agrar- und Umweltpolitik, die eine Veränderung der Nutzungsart bei der Landwirtin und dem Landwirt zur Folge haben, auf den Zustand der natürlichen Ressourcen auswirken. In dieser Wirkungsanalyse bildet die Frage nach der Effektivität und der Effizienz öffentlicher Massnahmen den Schwerpunkt.

## RÉSUMÉ

### Indicateurs environnementaux - Trait d'union entre économie et écologie

Une enquête basée sur la méthode Delphi réalisée par des experts avait pour objectif de contrôler l'impact écologique de la législation nationale et, en outre de déterminer l'impact et l'efficacité des réglementations applicables. L'enquête comprenait tout de l'environnement actif et inanimé (sol, eau, air, bio-diversité et paysage). Dans un premier stade, on a évalué l'aptitude de 453 indicateurs pour le contrôle environnemental. Ensuite, les effets de la législation agricole suisse ont été examinés en vérifiant leurs effets sur certains indicateurs environnementaux sélectionnés.

Pour tous les compartiments de l'environnement examinés, il existe des indicateurs efficaces et valables qui permettent de contrôler l'impact environnemental des mesures agri-politiques. Une évaluation de l'aptitude de l'indicateur pour un contrôle environnemental permet de sélectionner un groupe idéal parmi toutes les possibilités. La vérification de l'impact environ-

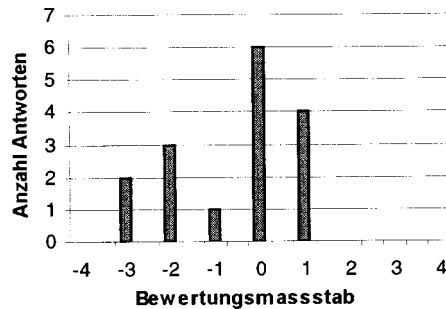


Abb. 11. Wirkung der Zunahme der Stallfläche pro GVE auf Indikator «Ammoniak-Bilanz».

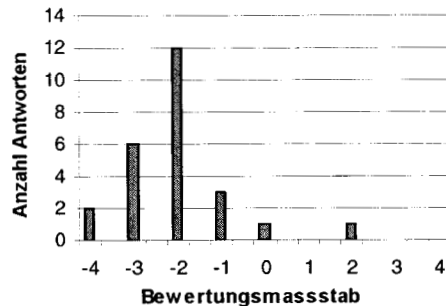


Abb. 12. Wirkung der Vereinheitlichung von Kulturmassnahmen auf Indikator «Anpassungsfähigkeit von Arten».

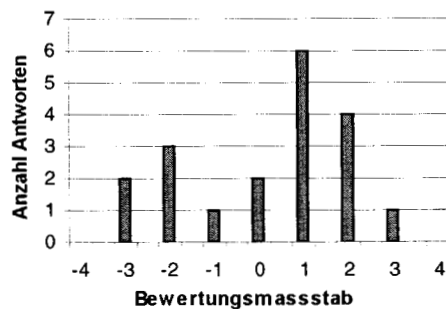


Abb. 13. Wirkung der Zunahme spezifischer Eingriffe auf den Indikator «Anpassungsfähigkeit von Arten».

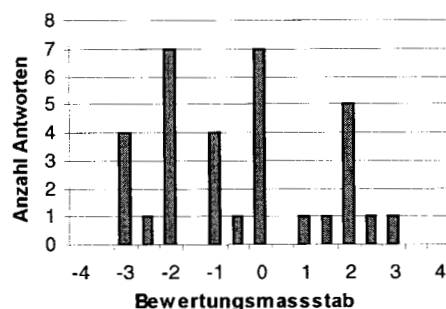


Abb. 14. Wirkung der Zunahme der Parzellengrösse auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen».

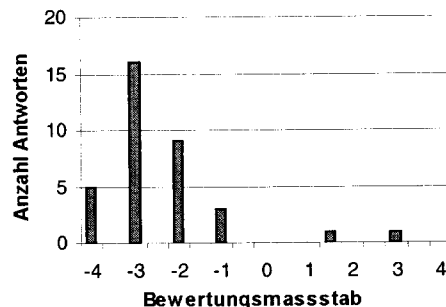


Abb. 15. Wirkung der Zunahme der Monokulturen auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen».

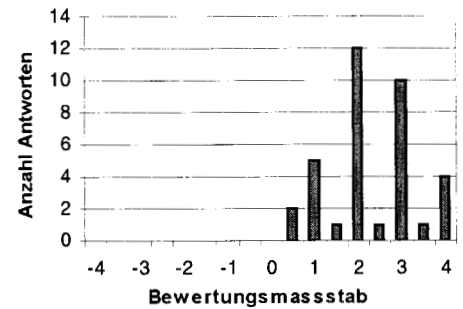


Abb. 16. Wirkung der Zunahme biologisch bewirtschafteter Flächen auf den Indikator «Artenzahlen von Indikatorengruppen».

nemental des stipulations agri-politiques n'a décelé aucun effet négatif perceptible. Normalement, les mesures qui mènent à une extension de la production agricole déclenchent un impact écologique favorable sur l'environnement actif et inanimé et, par conséquent, sont des éléments de compensation écologique. Au cours de l'enquête, les impacts environnementaux des modifications structurales (augmentation des dimensions moyennes des parcelles, augmentation des monocultures, etc.) n'ont pas été définis clairement comme étant positifs ou négatifs. Toutefois, les modifications de structure tendent à avoir une influence écologique négative.

## SUMMARY

### Environmental indicators - Interface between economy and ecology

Experts carried out a survey using the Delphi method in order to obtain reliable instruments for monitoring the environmental consequences of national legislation and, at the same time, to determine the impact and effectiveness of the applicable regulations. The survey included both the active and inanimate environment (soil, water, air, bio-diversity and landscape). The first phase entailed an assessment of the suitability of 453 indicators for environmental monitoring. A further stage involved an investigation of the effects of Swiss agricultural legislation on selected, relevant indicators.

There are reliable, conclusive indicators in all the environmental sectors covered by the survey with which the environmental impact of agri-political measures can be monitored. An assessment of the suitability of the individual indicators permits an ideal set to be selected from among all those possible. The investigation of the environmental impact of Swiss agri-political measures revealed no significantly negative effects. As a rule, regulations which encourage extension of agricultural activities have a favourable impact on both the active and inanimate environment, as do elements of ecological compensation. The environmental impacts of structural changes in agriculture (increase in average parcel area, increase in mono-cultures, etc.) were not shown by the survey to be either clearly negative or positive. However, the structural changes do tend to generate negative impacts.

**KEY WORDS:** monitoring, ecological indicators, Delphi-inquiry, expert-opinion, ecology, economy, ecological payments, environment

<sup>2</sup>GVE: Grossvieheinheiten