



0 0 0



Schriftenreihe der FAL 47  
Les cahiers de la FAL 47

## Agrar-Umweltindikatoren

Machbarkeitsstudie für die Umsetzung  
in der Schweiz



1878  
-2003

125|FAL  
Landwirtschaft  
und Natur

**Projektleitung: Gérard Gaillard**  
**Redaktion: Martin Ramsauer, Urs Peter Vonarburg**

**Eidgenössische Forschungsanstalt für  
Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz**  
*Forschung für Landwirtschaft und Natur*

**Station fédérale de recherches en agroécologie  
et agriculture, Zurich-Reckenholz**  
*Recherche pour l'agriculture et la nature*

**Impressum:**

ISSN	1421-4393 Schriftenreihe der FAL
ISBN	3-905608-69-3
Herausgeberin	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL Reckenholz, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich Tel. ++41 (0)1 377 71 11 info@fal.admin.ch www.reckenholz.ch
Projektoberleitung:	Paul Steffen (Vorsitz), Michael Winzeler (Stv), Gérard Gaillard, Felix Herzog, Martin Ramsauer, Urs Peter Vonarburg
Redaktion	Andreas Vonmoos, CH-6000 Luzern; Marianne Bodenmann, FAL
Gestaltung	Iris Turke, CH-9506 Lommis; Ursus Kaufmann, FAL
Preis	CHF 30.00 / € 20.00; inkl. Mwst
Copyright	by FAL 2003





## **Agrar-Umweltindikatoren**

### **Machbarkeitsstudie für die Umsetzung in der Schweiz**

Projektleitung:  
Gérard Gaillard

Redaktion:  
Martin Ramsauer und Urs Peter Vonarburg

Autorinnen/Autoren:  
Otto Daniel, André Desaulles, René Flisch, Gérard Gaillard,  
Felix Herzog, Gabriela Hofer, Philippe Jeanneret,  
Thomas Nemecek, Hansrudolf Oberholzer, Volker Prasuhn,  
Martin Ramsauer, Walter Richner, Beatrice Schüpbach,  
Ernst Spiess, Urs Peter Vonarburg, Thomas Walter und  
Peter Weisskopf

**Eidgenössische Forschungsanstalt für  
Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz**  
*Forschung für Landwirtschaft und Natur*

**Station fédérale de recherches en agroécologie  
et agriculture, Zurich-Reckenholz**  
*Recherche pour l'agriculture et la nature*

# Inhalt

<b>Zum Geleit</b>	4
<b>Vorwort</b>	5
<b>Zusammenfassung</b>	7
<b>Résumé</b>	12
<b>Summary</b>	17
<b>1 Auftrag, Ziele und Vorgehen</b>	21
<b>2 Schweizer System von Agrar-Umweltindikatoren</b>	23
2.1 Beurteilung der Nachhaltigkeit	23
2.2 Gesetzlicher Auftrag	24
2.3 Konzept des BLW	24
2.3.1 Indikatorentypen	26
2.3.2 Themenbereiche	26
2.3.3 Beobachtungsebene	27
2.3.4 Entwicklungsgrad und Schlüsselindikatoren	27
2.3.5 Veröffentlichung der Ergebnisse	28
2.4 Synergie und Abgrenzung zur Evaluation der Ökomassnahmen	28
2.4.1 Unterschiede zwischen Evaluationsprojekten und Agrar-Umweltindikatoren (AUI)	29
2.4.2 Ablösung der Evaluationsprojekte durch die Agrar-Umweltindikatoren?	29
2.4.3 Ausblick und Fazit	31
<b>3 Fachliche Beschreibung der Indikatoren</b>	32
3.1 Themenbereich «Stickstoff»	32
3.1.1 Indikator 1: Stickstoffbilanz der Landwirtschaft	32
3.1.2 Indikator 2a: Potenzielle Stickstoffemissionen	33
3.1.3 Indikator 2b: Ammoniakemissionen	33
3.1.4 Indikator 3: Nitratbelastung des Grundwassers	34
3.2 Themenbereich «Phosphor»	34
3.2.1 Indikator 4: Phosphorbilanz der Landwirtschaft	34
3.2.2 Indikator 5: Phosphorgehalt der Böden	35
3.2.3 Indikator 6: Phosphorbelastung der Seen aus der Landwirtschaft	36
3.3 Themenbereich «Energie und Klima»	36
3.3.1 Indikator 7: Energieverbrauch	36
3.3.2 Indikator 8a: Energieeffizienz	37
3.3.3 Indikator 8b: Treibhausgase	37
3.4 Themenbereich «Wasser»	38
3.4.1 Indikator 9a: Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln (PSM)	38
3.4.2 Indikator 9b: Gebrauch von Tierarzneimitteln (TAM)	39
3.4.3 Indikator 10: Risiko aquatischer Ökotoxizität	39
3.4.4 Indikator 11a: Pflanzenschutzmittel (PSM) im Grundwasser	40
3.4.5 Indikator 11b: Tierarzneimittel (TAM) im Wasser	41

3.5	Themenbereich «Boden»	41
3.5.1	Indikator 12: Bodenbedeckung	42
3.5.2	Indikator 13: Erosionsrisiko	42
3.5.3	Indikator 14a: Mikrobielle Biomasse	43
3.5.4	Indikator 14b: Schwermetallgehalte	44
3.6	Themenbereich «Biodiversität und Landschaft»	44
3.6.1	Indikator 15: Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität	45
3.6.2	Indikator 16: Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität	46
3.6.3	Indikator 17a: Vielfalt der Wildarten	46
3.6.4	Indikator 17b: Vielfalt der Lebensräume	47
3.6.5	Indikator 17c: Prägende Landschaftselemente	48
3.7	Eignungskriterien	48
3.7.1	OECD-Kriterienkatalog	48
3.7.2	Regionalisierbarkeit	50
3.7.3	Kriterien der Nachhaltigkeit	50
<b>4</b>	<b>Organisation</b>	<b>51</b>
4.1	Daten: Erhebung, Management und Archivierung	51
4.1.1	Datenerhebung	51
4.1.2	Synergien	51
4.1.3	Synergien mit der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen	53
4.1.4	Datenorganisation/-verwaltung	53
4.1.5	Aggregierungsgrad der Daten	55
4.1.6	Datenfluss	55
4.2	Akteure: Definition und Rolle	55
4.2.1	Zuständigkeiten	55
4.2.2	Notwendige Vereinbarungen	58
4.3	Kommunikation	58
4.3.1	Produkte	58
4.3.2	Zielpublikum	58
4.3.3	Kommunikationsmittel	59
4.3.4	Rollen der verschiedenen Akteure	59
4.4	Zeitplan	59
4.5	Ressourcenbedarf	60
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>64</b>
	<b>Abkürzungen</b>	<b>66</b>
	<b>Literatur</b>	<b>68</b>
	<b>Anhänge (auf CD-ROM)</b>	
	<b>A Detaillierte Beschreibung der Agrar-Umweltindikatoren</b>	
	<b>B Datenkonzept</b>	
	<b>C Synergien zu den Evaluationsprojekten</b>	
	<b>D Synergien mit der ZA-ÖB</b>	
	<b>E Indikatorenübersicht</b>	

## Zum Geleit

### **Machbarkeitsstudie zur Ausgestaltung des agrarökologischen Monitorings**

«Die Schweizer Landwirtschaft auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung» – eine Realität?

Die Bundesverfassung wie auch eine breit abgestützte öffentliche Meinung fordern die Ausrichtung der Landwirtschaft auf die Grundsätze der Nachhaltigkeit. Die vor zehn Jahren eingeleitete Reform der Agrarpolitik setzte diese Vorgaben schrittweise um. Um zu prüfen, ob die Entwicklung zielkonform ist, hat das Parlament einen gesetzlichen Rahmen gesteckt und der Bundesrat die Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft verabschiedet. Diese verlangt eine periodische Beurteilung der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen der Agrarpolitik und der Leistungen der Landwirtschaft. Ergebnisse dieser Beurteilung werden jährlich im Agrarbericht dargestellt. Ab 2005 ist geplant, alle vier Jahre eine Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft mit Hilfe gezielt ausgewählter Indikatoren vorzunehmen.

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) hat in Zusammenarbeit mit Vertretern der Zivilgesellschaft sowie Bundes- und Kantonsstellen die Indikatoren für den ökologischen Aspekt definiert. Insgesamt wurden 17 Agrar-Umweltindikatoren bestimmt, von denen sechs für die alle vier Jahre geplante Standortbestimmung herangezogen werden sollen. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Zürich-Reckenholz (FAL) wurde beauftragt, die technisch-wissenschaftliche Machbarkeit im Hinblick auf die konkrete Umsetzung zu prüfen. Es liegt nun eine wissenschaftlich fundierte Studie vor. In dieser Arbeit werden die komplexen Verhältnisse aufgezeigt, die beim Aufbau eines sachgerechten agrarökologischen Monitorings beachtet werden müssen.

Das BLW verfügt mit dieser Studie über eine gute Grundlage für die Planung der weiteren Arbeiten im Zusammenhang mit der Einführung der quantitativen Indikatoren im ökologischen Bereich. Das Monitoring soll u.a. folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Die agrarpolitische Agenda ist einzuhalten; eine Beurteilung auf Grund unvollständiger Information als Input zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ist dem Auslassen einer Zwischenbilanz vorzuziehen.
- Aktualität und Flexibilität haben einen hohen Stellenwert. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse sollen in die Umsetzung einfließen und zwar mit dem Ziel, das Monitoring unter den Aspekten Zielkonformität und Kosteneffizienz laufend zu verbessern.
- Zur Zeit knapper öffentlicher Finanzen gilt noch mehr denn je das Gebot schlanker, effizienter Lösungen und klarer Zuständigkeitszuordnungen; Synergien aus bestehenden Datenerhebungen sollen voll ausgenutzt werden und Doppelspurigkeiten sind tunlichst zu vermeiden; im Konkreten ist auch eine optimale Abstimmung mit dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft eingeleitet, das für das übergreifende Monitoring des Umweltzustandes zuständig ist.

Das BLW wird die Arbeiten zügig vorantreiben, damit die Agrar-Umweltindikatoren unter den genannten Prämissen wie geplant eingeführt werden können.

Wir danken allen involvierten Mitarbeitenden der Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Zürich-Reckenholz ganz herzlich für ihren grossen Einsatz im Zusammenhang mit dieser Studie. Besten Dank auch an die MitarbeiterInnen weiterer Stellen, die ebenfalls engagiert an diesem Prozess teilgenommen haben.

Bundesamt für Landwirtschaft  
Der stellvertretende Direktor



Jacques Chavaz

## Vorwort

Die Ausrichtung der Politik auf eine nachhaltige Entwicklung ist spätestens seit der UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung von 1992 in Rio eine zentrale Forderung der Staatengemeinschaft. Mit der Aufnahme des Nachhaltigkeitsartikels in die Bundesverfassung im Jahre 1999 unterstrich die Schweiz auf unmissverständliche Weise, welch hohen Stellenwert sie der Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens beimisst. Zur Erreichung dieser Zielsetzung ist einerseits die Politik aufgerufen, geeignete Massnahmen zu treffen, andererseits werden von der Wissenschaft aussagekräftige Fakten benötigt, welche die tatsächliche Entwicklung und davon abgeleitet auch den weiteren Handlungsbedarf aufzuzeigen vermögen. Denn die Entscheidungsträger aus Verwaltung, Politik und Wirtschaft können ihre Steuerungsfunktion und Verantwortung nur dann in einer effektiven und effizienten Weise wahrnehmen, wenn ihnen die erforderlichen Sachinformationen und Zusammenhänge von einer unabhängigen und glaubwürdigen Stelle dargelegt werden.

Im Sektor Landwirtschaft – als ein prägendes Element der schweizerischen Landschaft mit direktem Einfluss auf die Umwelt – hat die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) Zürich-Reckenholz als agrarökologisches Zentrum die Aufgabe, für wissenschaftlich fundierte Grundlagendaten zu sorgen. Deshalb stellte sich die FAL der Herausforderung, eine Machbarkeitsstudie für ein Monitoring der ökologischen Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft mittels Agrar-Umweltindikatoren zu erarbeiten, und nahm einen entsprechenden Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) im Herbst letzten Jahres an.

Unter Berücksichtigung der auf internationaler Ebene im Rahmen der UNO, OECD und EU stattfindenden Aktivitäten und abgegebenen Empfehlungen erarbeitete die FAL in enger Kooperation mit diversen in diesem Themenbereich versierten Forschungsinstitutionen, Bundesämtern, Kantonsvertretern und Beratungsinstitutionen detaillierte Beschreibungen des Systems von 24 Agrar-Umweltindikatoren, für welches sich das BLW im Sinne der Umsetzung der Nachhaltigkeitsverordnung des Bundesrates entschieden hat. Einen besonderen Dank möchte ich an dieser Stelle an die FAT, die FAW, die EAWAG und die WSL für ihre aktive Unterstützung in diesem Projekt aussprechen. Die vorliegende Machbarkeitsstudie ist das Ergebnis eingehender wissenschaftlicher Analysen in Kombination mit mehrfacher Konsultation externer Experten und darf somit als ein in der Schweiz in Fachkreisen breit abgestütztes Konsenspapier betrachtet werden.

Mit der Umsetzung der Agrar-Umweltindikatoren würde dem grossen Bedarf an Informationen über die landwirtschaftlichen Praktiken und deren Auswirkungen auf die Umwelt sowie den Umweltzustand im landwirtschaftlich genutzten Gebiet sowohl von Seite der Entscheidungsträger und Interessenvertreter aus Verwaltung, Politik und Wirtschaft als auch der Landwirte und der breiten Öffentlichkeit Rechnung getragen. Insofern erhofft sich die FAL, auf nationaler und internationaler Ebene einen Beitrag in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft geleistet zu haben.

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL Reckenholz)  
Zürich-Reckenholz, im Juli 2003



Paul Steffen, Direktor

# Zusammenfassung

## Auftrag

Internationale Vereinbarungen wie auch die schweizerische nationale Gesetzgebung fordern eine Ausrichtung der Politik nach den Grundsätzen einer nachhaltigen Entwicklung. Gestützt auf das Landwirtschaftsgesetz von 1998 regelt die Nachhaltigkeitsverordnung die «Beurteilung der Agrarpolitik und der Leistungen der Landwirtschaft unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit» (Bundesrat 1998a, Art. 1 Abs. 1).

Auf dieser Grundlage diskutierte das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein Konzept zur Entwicklung von Agrar-Umweltindikatoren und beschloss am 9. September 2002 dessen Umsetzung (Phase I des Projektes). Es beauftragte darauf die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) mit der Erstellung einer Machbarkeitsstudie für eine Langzeitbeobachtung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft (Phase II des Projektes). Dabei ging es um die detaillierte Ausarbeitung der in der vorhergehenden Projektphase bestimmten Agrar-Umweltindikatoren (AUI), die Erstellung eines Datenkonzeptes und einer Organisationsstruktur sowie die Ermittlung von Synergien und Ressourcenbedarf.

## Konzept des BLW

Um die Vergleichbarkeit mit anderen Staaten zu gewährleisten, wurde in der Phase I des Projektes ein Indikatorenmodell entwickelt, welches sich stark an das DSR-Modell der OECD<sup>1</sup> (Antriebskraft – Zustand – Reaktion) sowie das DPSIR-Modell der Europäischen Kommission (Antriebskraft – Belastung – Zustand – Auswirkung – Reaktion) anlehnt. Darauf basierend wird das System «Landwirtschaft – Mensch – Umwelt» durch vier verschiedene Indikatorentypen abgebildet:

1. Indikatoren zu den landwirtschaftlichen Praktiken (entspricht den Antriebskräften im europäischen Modell),
2. Indikatoren zu den landwirtschaftlichen Prozessen (entspricht den Belastungen im europäischen Modell),
3. Indikatoren zum Zustand der durch die Landwirtschaft beeinflussten Umwelt (wie europäisches Modell),
4. Indikatoren zum Umweltverhalten der Gesellschaft (entspricht den Reaktionen im europäischen Modell).

Die Indikatoren des Typs 4 werden formell nicht zu den Agrar-Umweltindikatoren gezählt und deshalb im Rahmen dieser Studie nicht bearbeitet. Für die Typen 1 bis 3 wurden in der Phase I des Projektes unter Berücksichtigung der nachträglich vorgenommenen Präzisierungen für die im Konzept offen gelassenen Punkte insgesamt 24 Indikatoren ausgewählt. Diese lassen sich wiederum nach sechs Themenbereichen unterteilen: Stickstoff, Phosphor, Energie/Klima, Wasser, Boden und Biodiversität/Landschaft. Jeweils ein Indikator pro Themenbereich soll als so genannter «Schlüsselindikator» zur Darstellung der ökologischen Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft dienen. Die sechs Schlüsselindikatoren werden alle vier Jahre im jährlich erscheinenden Agrarbericht des BLW veröffentlicht. Zusätzlich wird jedes Jahr über einen bis zwei Themenbereiche detaillierter berichtet, sodass sich in einem Vierjahresturnus die Themenbereiche wiederholen.

<sup>1</sup> Organisation for Economic Cooperation and Development



## Beziehung zwischen den Evaluationsprojekten und den Agrar-Umweltindikatoren

Konzeptionell sind die AUI und die Projekte zur Evaluation der Ökomassnahmen des Bundes getrennt zu betrachten. Während es sich bei Ersteren um ein Monitoringprojekt mit dem Ziel der Beobachtung von Entwicklungen über die Zeit handelt, werden bei den Evaluationsprojekten Ursache-Wirkungs-Beziehungen untersucht. In der Praxis sind die Übergänge jedoch fliessend: Die seit 1996 laufenden und vorerst bis 2005 befristeten Evaluationsprojekte sind in Wirklichkeit eine Kombination von Monitoring und Evaluation. Mit den AUI wird die Monitoring-Komponente, welche sich in der so genannten «sektoralen Entwicklungsanalyse» der Evaluationsprojekte findet, deutlich verbessert und gestärkt. Der Bereich der punktuellen Wirkungsanalyse – die Evaluationsprojekte im engeren Sinne – wird von den AUI jedoch nicht abgedeckt. Überdies ist das inhaltliche Spektrum der Evaluationsprojekte nicht deckungsgleich mit jenem der AUI. Insofern lassen sich zwar Synergien zwischen den beiden Projekten nutzen, ein Ersatz für die Evaluationsprojekte können die AUI hingegen nicht sein.

## Erarbeitung und Beschreibung der Indikatoren

Für die sechs Themenbereiche wurden folgende Indikatoren so weit als möglich entwickelt:

**Stickstoff:** Stickstoffbilanz der Landwirtschaft (1), Potenzielle Stickstoffemissionen (Nitrat-, Ammoniak- und Lachgasemissionen) (2a), Ammoniakemissionen (2b), Nitratbelastung des Grundwassers (3);

**Phosphor:** Phosphorbilanz der Landwirtschaft (4), Phosphorgehalt der Böden (5), Phosphorgehalt in Seen (6);

**Energie/Klima:** Energieverbrauch in der Landwirtschaft (7), Energieeffizienz (8a), Treibhausgasemissionen (8b);

**Wasser:** Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln (9a), Gebrauch von Tierarzneimitteln (9b), Risiko aquatischer Ökotoxizität (10), Pflanzenschutzmittel im Grundwasser (11a), Tierarzneimittel im Wasser (11b);

**Boden:** Bodenbedeckung (12), Erosionsrisiko (13), Mikrobielle Biomasse (14a), Schwermetallgehalte (14b);

**Biodiversität/Landschaft:** Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität (15), Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität (16), Vielfalt der Wildarten (17a), Vielfalt von Lebensräumen (17b), Prägende Landschaftselemente (17c).

In enger Zusammenarbeit mit verschiedenen Bundesämtern, Forschungs- und Beratungsinstitutionen sowie weiteren interessierten Kreisen klärte die FAL die Realisierbarkeit dieser 24 Agrar-Umweltindikatoren ab. Der Auftrag des BLW lautete, für jeden Indikator eine für den Agrarraum Schweiz repräsentative, wissenschaftlich fundierte und möglichst kostengünstige Erhebungs- und Auswertungsmethode zu erarbeiten. Dieser Prozess beinhaltete mehrfache Konsultationen und Überarbeitungen und resultierte in den detaillierten Indikatorbeschreibungen, welche sich im Anhang A dieses Berichtes befinden. Jeder Indikator wird darin nach folgendem Schema beschrieben:

1. Indikator (Definition, Einheit, Aussagekraft, Interpretationsgrenzen),
2. Politische Relevanz (landwirtschaftliche Relevanz, Bedeutung für die Nachhaltigkeit, betroffene nationale Gesetzgebung und internationale Übereinkommen, Zielsetzungen),

3. Methodik (Konzepte, Mess-/Berechnungsmethode, Beurteilungsschema, Einschränkungen, Begründung der Methodenwahl, Beziehung zu anderen Indikatoren, Plausibilisierungsmöglichkeit),
4. Datenerhebung (Periodizität, benötigte Daten, Herkunft und Verfügbarkeit der Daten, Datenverwaltung),
5. Fachliche Umsetzung (Vorstudien/Methodenentwicklung, Implementierung, Erhebung, mögliche Partner),
6. Fazit (wissenschaftliche Beurteilung, Beurteilung der Machbarkeit und Synergien),
7. Referenzen.

Mit Ausnahme des Indikators 11b (Tierarzneimittel im Wasser) konnte für alle Agrar-Umweltindikatoren eine wissenschaftlich vertretbare und in Fachkreisen breit abgestützte Methode gefunden werden. Bezüglich des Indikators 11b waren sich die Fachexperten einig, dass die wissenschaftlichen Grundlagen zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichen, um einen derartigen Indikator zu definieren.

## Datenerhebung und -verwaltung

Im Projekt «Agrar-Umweltindikatoren» werden grosse Datenmengen benötigt, welche methodisch sauber und effizient erhoben, verarbeitet, verwaltet und archiviert werden müssen. Bei der Datenbeschaffung wird wo möglich und wissenschaftlich vertretbar auf bereits bestehende Erhebungen zurückgegriffen. Für 16 der 24 Agrar-Umweltindikatoren müssen dennoch zusätzliche Rohdaten erhoben werden, weil a) die benötigten Daten generell nicht vorhanden sind oder b) die zur Verfügung stehenden Daten für die zu erstellenden Auswertungen auf Grund der Stichprobenzahl oder Stichprobenverteilung nicht repräsentativ sind.

Die Entwicklung einer zentralen Datenbank zur Verwaltung und Archivierung sämtlicher im Projekt AUI anfallenden Daten ist infolge der Datenheterogenität und -menge mit vertretbarem Aufwand nicht möglich. Aus diesem Grund wird auf eine kombinierte Lösung gesetzt, welche einerseits auf einem verteilten System voneinander unabhängiger Datenbanken zur Sicherung der Rohdaten, andererseits auf einer zentralisierten Indikatoren- und Metadatenbank beruht.

## Synergien

Bei der Ausarbeitung der Indikatoren wurde grosser Wert auf die Nutzung potenzieller Synergien gelegt. Die vorgeschlagenen Methoden berücksichtigen sowohl Synergien zwischen den einzelnen Agrar-Umweltindikatoren als auch Synergien mit anderen BLW- und externen Projekten. Diesbezüglich spielt insbesondere das von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) in Zusammenarbeit mit der FAL betriebene Projekt «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» eine wesentliche Rolle: Zehn Indikatoren werden voraussichtlich für die Datenerhebung daran gekoppelt sein.

## Projektstruktur

Entsprechend der Komplexität des Projektes AUI ist auch eine Vielzahl an Akteuren involviert. Die Projektstruktur unterscheidet zwischen fünf funktionellen Ebenen: 1) Datenproduzenten, 2) indikatorberechnenden Institutionen, 3) indikatorauswertenden Institutionen, 4) koordinierenden Institutionen und 5) Auftraggeber (BLW). Die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden grundsätzlich nach dem Subsidiaritätsprinzip gehandhabt. In der Ebene 4 angesiedelt ist eine Koordinationsstelle AUI,

welche sich der administrativ-organisatorischen Koordinationsaufgaben annimmt, sowie eine für die wissenschaftliche Gesamtauswertung zuständige Institution.

## **Kommunikation**

Nebst der Publikation der Ergebnisse im jährlich erscheinenden Agrarbericht durch das BLW ist eine ausführlichere Berichterstattung zum Beispiel im Rahmen einer Schriftenreihe AUI denkbar. Zudem ist eine Veröffentlichung der Indikatorendaten im Internet vorgesehen. Weitere Arten der Berichterstattung in Form von Fachartikeln, Referaten, Pressekonferenzen usw. sind in Absprache mit der für die Gesamtauswertung zuständigen Institution möglich.

## **Zeitlicher Ablauf**

Die Realisierung des gesamten Sets von 24 Agrar-Umweltindikatoren wird noch einige Jahre in Anspruch nehmen. Insbesondere für die Indikatoren «Potenzielle Stickstoffemissionen» (2a), «Ammoniakemissionen» (2b), «Bodenbedeckung» (12), «Erosionsrisiko» (13) und die Indikatoren des Bereiches «Biodiversität/Landschaft» (mit Ausnahme von 17a: Vielfalt der Wildarten) sind Einführungsphasen notwendig. Vorausgesetzt, das Projekt kann 2004 starten, wären bis 2006 insgesamt 15 Indikatoren in Betrieb, 2009 würden noch die letzten Indikatoren von der Implementierungs- in die Betriebsphase wechseln.

## **Ressourcenbedarf**

Für die Umsetzung des Projektes «Agrar-Umweltindikatoren» ist die Bereitstellung der erforderlichen finanziellen Ressourcen notwendig. Im Sinne einer Vollkostenüberlegung ist zu unterscheiden zwischen 1) spezifisch für die AUI notwendigen Sondermitteln, 2) Eigenleistungen der beteiligten Institutionen, 3) Aufwendungen für Aktivitäten und Resultate, die auf Grund anderer Verpflichtungen durchgeführt werden müssen (insbesondere Datenerhebungen), sowie 4) Vorleistungen in Form von Forschung und Entwicklung, welche die Grundlagen für die Ermittlung und Interpretation der Indikatoren bereitstellen und die bereits geplant sind. Die für die Ressourcentypen 1 und 2 geschätzten erforderlichen Aufwendungen belaufen sich auf 4 bis 6 Millionen Franken pro Jahr oder rund 36,5 Millionen bis ins Jahr 2010.

Die gezielte Nutzung der möglichen Synergien hat zur Folge, dass die Gesamtkosten für die Realisierung des Indikatorensystems deutlich tiefer liegen als die Summe der Kosten für die einzelnen Indikatoren. Allein durch die Verwendung von Daten derselben Erhebung für mehrere Indikatoren können jährlich 1,2 bis 2 Millionen Franken eingespart werden. Somit darf angenommen werden, dass mit der bestehenden Ausgestaltung des Systems von Agrar-Umweltindikatoren ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht worden ist.

## **Fazit**

Die vorliegende Machbarkeitsstudie ist ein Vorschlag zur Realisierung eines von Seite des Gesetzgebers geforderten Monitoringprogrammes zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Schweizer Landwirtschaft gemäss den Vorgaben des Auftraggebers. Mit Ausnahme des Indikators 11b, für dessen Entwicklung die wissenschaftliche Grundlage noch unzureichend ist, konnte für sämtliche aus der Phase I des Projektes vorgegebenen Indikatoren auftragsgemäss eine fachlich fundierte und breit abgestützte Methode erarbeitet und beschrieben werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Realisierung des vom Bundesamt für Landwirtschaft vorgesehenen Systems von Agrar-Umweltindikatoren sowohl aus technischer und organisatorischer wie auch aus wissenschaftlich-fachlicher Sicht machbar ist, sofern gewissen Indikatoren aus den Themenbereichen «Stickstoff», «Boden» und «Biodiversität/Landschaft» die benötigte längere Einführungsphase zugestanden wird und die erforderlichen finanziellen Mittel für das Gesamtprojekt aufgebracht werden.

Dieser Bericht ist das Ergebnis intensiver wissenschaftlicher Auseinandersetzungen zahlreicher FAL-Mitarbeitenden mit den Agrar-Umweltindikatoren. Für die Erarbeitung der Indikatorenbeschreibungen wurde die Meinung diverser externer Experten berücksichtigt. Im Rahmen von bilateralen Gesprächen, Begleitgruppensitzungen und eines breit angelegten Fachtreffens wurden die Mitglieder der Begleitgruppe des BLW für Agrar-Umweltindikatoren (GA-EEA) sowie weitere Institutionen aus dem Fachbereich konsultiert. Mit wenigen Ausnahmen – die wichtigste betrifft die Meinung der Bundesämter über den Indikator 11a (Pflanzenschutzmittel im Grundwasser) – konnten die eingegangenen Rückmeldungen berücksichtigt werden. Mit Blick auf das Resultat der Phase II des Projektes AUI darf somit als äusserst positiv gewertet werden, dass bezüglich der Erhebungs- und Berechnungsmethoden der 24 Agrar-Umweltindikatoren wie auch des Gesamtkonzeptes ein weitgehender fachlicher Konsens erreicht wurde. Bei allenfalls notwendigen Anpassungen ist auf die Wahrung dieses Konsenses zu achten, da er zusammen mit der wissenschaftlichen Akzeptanz der Methoden die Voraussetzung für die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse bildet.

## Résumé

### Mandat

Les conventions internationales et la législation nationale suisse exigent une orientation de la politique selon les principes du développement durable. Au vu de la Loi sur l'agriculture de 1998, l'Ordonnance sur la durabilité de l'agriculture règle «l'évaluation de la politique agricole et des prestations de l'agriculture sous l'angle de la durabilité» (Conseil fédéral 1998a, art. 1 alinéa 1).

C'est sur cette base que l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) a discuté un concept portant sur le développement d'indicateurs agro-environnementaux et décidé, le 9 septembre 2002, de sa réalisation (phase I du projet). L'OFAG a ainsi chargé la Station fédérale de recherches en agroécologie et en agriculture (FAL) de confectionner une étude de faisabilité portant sur une observation longue durée visant à évaluer la durabilité de l'agriculture (phase II du projet). Il s'agit de décrire précisément les indicateurs agro-environnementaux (IAE) sélectionnés durant la phase de projet antérieure, d'établir un concept de données et une structure organisationnelle, ainsi que d'évaluer les synergies et les ressources nécessaires.

### Concept de l'OFAG

Pour permettre la comparaison avec d'autres pays, un modèle d'indicateurs a été établi durant la phase I du projet, qui s'inspire largement du modèle DSR de l'OCDE<sup>2</sup> (Force motrice – Etat – Réponse) et du modèle DPSIR de la Commission européenne (Force motrice – Pression – Etat – Impact – Réponse). A partir de là, le système «Agriculture – Homme – Environnement» est décrit à l'aide de quatre types d'indicateurs différents:

1. Indicateurs sur les pratiques agricoles (correspond aux forces motrices du modèle européen),
2. Indicateurs sur les processus agricoles (correspond aux pressions du modèle européen),
3. Indicateurs sur l'état de l'environnement influencé par l'agriculture (idem modèle européen),
4. Indicateurs sur le comportement environnemental de la société (correspond aux réponses du modèle européen).

Les indicateurs de type 4 ne sont formellement pas compris dans les indicateurs agro-environnementaux. C'est pourquoi ils ne seront pas abordés au cours de la présente étude. En ce qui concerne les types 1 à 3, 24 indicateurs au total ont été sélectionnés pendant la phase I du projet, compte tenu des précisions apportées ultérieurement par rapport aux points laissés en suspens dans le concept. Ces 24 indicateurs peuvent à leur tour être subdivisés en six domaines thématiques différents: Azote, Phosphore, Energie/Climat, Eau, Sol et Biodiversité/Paysage. Pour chaque domaine thématique, un indicateur doit faire office «d'indicateur-phare» et servir à la représentation de la durabilité écologique de l'agriculture. Les six indicateurs-phares seront publiés tous les quatre ans dans le rapport agricole annuel de l'OFAG. Par ailleurs, chaque année un rapport plus détaillé sera consacré à un ou deux des domaines thématiques, de sorte que chaque thème sera traité tous les quatre ans.

<sup>2</sup> Organisation de coopération et de développement économiques

## Rapport entre les projets d'évaluation et les indicateurs agro-environnementaux

Sur le plan conceptuel, les indicateurs agro-environnementaux et les projets d'évaluation des mesures écologiques de la Confédération sont deux choses distinctes. Tandis que les premiers s'inscrivent dans le cadre d'un projet de monitoring visant à suivre les évolutions dans le temps, les seconds étudient des rapports de cause à effet. En pratique, il existe cependant des recoupements: les projets d'évaluation, en place depuis 1996 et pour l'instant reconduits jusqu'en 2005, combinent en réalité monitoring et évaluation. Avec les indicateurs agro-environnementaux, la composante monitoring, qui se retrouve dans l'analyse d'évolution dite sectorielle des projets d'évaluation, est clairement améliorée et renforcée. Toutefois, les indicateurs agro-environnementaux ne couvrent pas le domaine de l'analyse d'impact ponctuelle – les projets d'évaluation au sens strict du terme. Il faut également ajouter que, quant au contenu, les projets d'évaluation ne se recoupent pas avec les indicateurs agro-environnementaux. S'il est possible de dégager des synergies entre les deux projets, les indicateurs agro-environnementaux ne peuvent en aucun cas remplacer les projets d'évaluation.

### Elaboration et description des indicateurs

Les indicateurs suivants ont été développés autant qu'il fut possible pour les six domaines thématiques suivants:

**Azote:** bilan de l'azote de l'agriculture (1), émissions potentielles d'azote (émissions de nitrate, d'ammoniac et de protoxyde d'azote) (2a), émissions d'ammoniac (2b), charge en nitrates des eaux souterraines (3);

**Phosphore:** bilan du phosphore de l'agriculture (4), teneur en phosphore des sols (5), teneur en phosphore dans les lacs (6);

**Energie/Climat:** consommation d'énergie en agriculture (7), efficacité énergétique (8a), émissions de gaz à effet de serre (8b);

**Eau:** utilisation de produits phytosanitaires (9a), utilisation de médicaments vétérinaires (9b), risque d'écotoxicité aquatique (10), produits phytosanitaires dans les eaux souterraines (11a), médicaments vétérinaires dans l'eau (11b);

**Sol:** couverture du sol (12), risque d'érosion (13), biomasse microbienne (14a), teneurs en métaux lourds (14b);

**Biodiversité/Paysage:** surfaces de compensation écologiques de qualité minimale (15), impact potentiel des activités agricoles sur la biodiversité (16), diversité des espèces sauvages (17a), diversité des habitats (17b), éléments marquants du paysage (17c).

En collaboration étroite avec différents offices fédéraux, organismes de recherches et institutions de conseil ainsi que d'autres milieux intéressés, la FAL a étudié les possibilités de réalisation de ces 24 indicateurs agro-environnementaux. Le mandat de l'OFAG consistait à établir pour chaque indicateur une méthode de relevé et d'interprétation qui fût représentative de l'espace agricole suisse, reposât sur des bases scientifiques et coûtât le moins possible. A l'issue de plusieurs consultations et de plusieurs remaniements, les indicateurs ont fait l'objet d'une description détaillée, annexée au présent rapport. Chaque indicateur y est décrit selon le schéma suivant:

1. Indicateur (définition, unité, pertinence, limites d'interprétation),
2. Pertinence politique (pertinence agricole, signification pour la durabilité, législation nationale et accords internationaux concernés, objectifs),

3. Méthodologie (concepts, méthodes de mesure/de calcul, schéma d'évaluation, restrictions, justification du choix de la méthode, rapport aux autres indicateurs, possibilité de vérifier la plausibilité),
4. Relevé des données (périodicité, données nécessaires, origine et disponibilité des données, gestion des données),
5. Mise en œuvre technique (études préalables/développement de la méthode, mise en pratique, relevé, partenaires possibles),
6. Récapitulatif (évaluation scientifique, étude de la faisabilité et des synergies),
7. Références.

A l'exception de l'indicateur 11b (médicaments vétérinaires dans l'eau), une méthode éprouvée dans les milieux spécialisés et acceptable sur le plan scientifique a pu être trouvée pour chacun des indicateurs agro-environnementaux. En ce qui concerne l'indicateur 11b, les experts sont unanimes: à l'heure actuelle, les connaissances scientifiques ne sont pas suffisantes pour permettre de définir un tel indicateur.

## Relevé et gestion des données

Le projet «Indicateurs agro-environnementaux» requiert de grandes quantités de données qui doivent être relevées méthodiquement correctement et efficacement avant d'être traitées, gérées et enfin, archivées. Lorsque c'est possible et scientifiquement acceptable, l'on a recours à des relevés existants. Seize des vingt-quatre indicateurs agro-environnementaux nécessitent néanmoins la saisie de données brutes supplémentaires, parce que a) les données nécessaires ne sont généralement pas disponibles ou b) les données disponibles ne sont pas représentatives et ne peuvent pas servir aux dépouillements en raison du nombre d'échantillons prélevés ou de la répartition de ces échantillons.

Etant donné l'hétérogénéité et le volume des données, il est impossible d'envisager avec un engagement de moyens raisonnable le développement d'une base de données centrale pour la gestion et l'archivage de l'ensemble des données réunies dans le cadre du projet «Indicateurs agro-environnementaux». C'est la raison pour laquelle une solution mixte a été choisie, comprenant d'une part un système regroupant des bases de données indépendantes pour la sauvegarde des données brutes, et d'autre part une métabase de données et d'indicateurs centralisée.

## Synergies

Lors de l'élaboration des indicateurs, une grande importance a été accordée à l'exploitation des synergies potentielles. Les méthodes proposées tiennent compte aussi bien des synergies entre les différents indicateurs agro-environnementaux que de celles avec les autres projets de l'OFAG ou externes. A ce propos, le projet géré par la Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT) en collaboration avec la FAL et intitulé «Dépouillement centralisé de bilans écologiques de l'exploitation agricole» joue un rôle particulièrement important: il est en effet prévu d'y associer dix indicateurs pour la saisie des données.

## Structure du projet

Au vu de la complexité du projet IAE, un grand nombre d'acteurs sont également impliqués. Le projet est structuré en cinq niveaux fonctionnels différents: 1) producteurs de données, 2) institutions calculant les indicateurs, 3) institutions évaluant les indicateurs, 4) institutions coordinatrices 5) mandant (OFAG). Les compétences et les responsabilités sont en principe attribuées selon le principe de subsidiarité. Le

niveau 4 comprend un organe de coordination IAE, chargé des tâches de coordination sur le plan administratif et organisationnel, ainsi qu'une institution responsable de l'interprétation scientifique globale.

## Communication

Outre la publication des résultats dans le rapport agricole publié chaque année par l'OFAG, est envisagée la rédaction de rapports plus détaillés, dans le cadre de cahiers IAE par exemple. En outre, il est également prévu de publier les données relatives aux indicateurs sur Internet. Enfin, les résultats peuvent également être communiqués sous la forme d'articles spécialisés, d'exposés, de conférences de presse, etc., en coordination avec l'institution responsable de l'interprétation scientifique globale.

## Calendrier

L'élaboration de l'ensemble des 24 indicateurs agro-environnementaux prendra encore quelques années. Des phases d'introduction sont d'ailleurs nécessaires notamment pour les indicateurs sur les émissions potentielles d'azote (2a), les émissions d'ammoniac (2b), la couverture du sol (12), le risque d'érosion (13) ainsi que les indicateurs du domaine «Biodiversité / Paysage» (à l'exception de l'indicateur 17a: diversité des espèces sauvages). A condition que le projet démarre en 2004, on compterait un total de 15 indicateurs jusqu'en 2006. En 2009, les derniers indicateurs seraient en mesure de passer de la phase de test à la phase de mise en service.

## Ressources nécessaires

Pour que le projet «Indicateurs agro-environnementaux» puisse être mis en pratique, les moyens financiers nécessaires doivent être réunis. Au sens d'une estimation totale des coûts, il faut distinguer entre 1) les fonds spéciaux nécessaires aux IAE, 2) les prestations propres des institutions participantes, 3) les dépenses consacrées à des activités et des résultats nécessaires dans le cadre d'autres obligations (notamment relevés de données), et 4) les prestations préalables sous forme de recherche et de développement, qui constituent les bases nécessaires pour la mesure et l'interprétation des indicateurs et qui sont déjà planifiées. Les sommes estimées nécessaires pour les niveaux 1 et 2 sont comprises entre 4 et 6 millions de francs par an, soit près de 36,5 millions jusqu'en 2010.

Grâce à l'exploitation ciblée des synergies potentielles, les coûts totaux dus à la réalisation du système d'indicateurs sont nettement plus bas que la somme des coûts de chaque indicateur. Rien que l'utilisation des données issues du même relevé pour plusieurs indicateurs permet déjà d'économiser de 1,2 à 2 millions de francs par an. On peut donc en conclure que, tel qu'il est conçu, le système des indicateurs agro-environnementaux présente un bon rapport coût-utilité.

## Récapitulatif

La présente étude de faisabilité est une proposition en vue de la réalisation d'un programme de monitoring exigé par la législation visant à évaluer la durabilité de l'agriculture suisse selon les indications préalables du mandant. Conformément à l'énoncé du mandat, une méthode éprouvée et scientifiquement largement acceptée a pu être élaborée et décrite pour tous les indicateurs prévus par la phase I du projet, sauf pour l'indicateur 11b, pour lequel les connaissances scientifiques ne sont pas encore suffisantes.

En conclusion, on peut donc retenir que le système d'indicateurs agro-environnementaux prévu par l'Office fédéral de l'agriculture est tout à fait réalisable, tant sur le



plan technique, organisationnel que sur le plan scientifique, sous la réserve que certains indicateurs issus des domaines thématiques «Azote», «Sol» et «Biodiversité/Paysage» puissent bénéficier d'une phase d'introduction plus longue et que les moyens financiers nécessaires au projet soient réunis.

Le présent rapport est le produit de discussions scientifiques intensives entre de nombreuses collaboratrices et de nombreux collaborateurs de la FAL sur la question des indicateurs agro-environnementaux. Les descriptions des indicateurs tiennent compte de l'avis de divers experts externes. Les membres du groupe d'accompagnement de l'OFAG sur les indicateurs agro-environnementaux (GA-EEA), ainsi que d'autres institutions spécialisées sur la question, ont également été consultés dans le cadre d'entretiens bilatéraux, de séances d'accompagnement et d'une réunion scientifique au sommet. A quelques exceptions près – la plus importante portant sur l'opinion des offices fédéraux sur l'indicateur 11a (produits phytosanitaires dans les eaux), les réactions reçues ont pu être prises en compte. Sous l'angle des résultats de la phase II du projet IAE, il est extrêmement positif de constater que les présents travaux ont débouché sur un large consensus scientifique en ce qui concerne les méthodes de relevé et de calcul des 24 indicateurs agro-environnementaux ainsi que le concept global. Il est essentiel de veiller à ce que ce consensus soit préservé, si jamais des adaptations nécessaires devaient être apportées, sachant que, avec la reconnaissance scientifique des méthodes, il est le garant de la crédibilité des résultats.

## Summary

### Mandate

International agreements and the national legislation of Switzerland demand that policies comply with the principles of sustainable development. Based on the Agriculture Act of 1998, the sustainability ordinance governs the «Assessment of agricultural policy and agricultural performance with respect to sustainability» (Federal Council 1998a, art. 1 paragraph 1).

On the basis of that ordinance the Federal Office for Agriculture (FOAG) discussed a concept designed to establish agri-environmental indicators and decided to implement it on September 9<sup>th</sup> 2002 (stage I of the project). The Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture (FAL) was commissioned to elaborate a feasibility study for a long-term observation in order to assess agricultural sustainability (stage II of the project). This stage aimed to elaborate clearly defined agri-environmental indicators (AEI) selected during the previous project stage, to establish a data concept and organizational structure as well as to determine synergies and the need of funds.

### FOAG Concept

In order to ensure compatibility with other countries, an indicator model was elaborated in project stage I similar to the DSR model of the OECD<sup>3</sup> (driving force – state – response) and the DPSIR model of the European Commission (driving force – pressure – state – impact – response). Based on that, the «agricultural – man – environment» system is represented by four different types of indicators:

1. Indicators related to agricultural practices (corresponds to the driving forces in the European model),
2. Indicators related to agricultural processes (corresponds to the pressures in the European model),
3. Indicators related to the state of the environment impacted by agriculture (same as European model),
4. Indicators related to the environmental behaviour of society (corresponds to the responses in the European model).

Type 4 indicators are officially not part of the agri-environmental indicators and therefore excluded from this study. As to type 1–3, a total of 24 indicators were selected during stage I of the project under consideration of the exact definitions established later for the items unaccounted for in the concept. Those indicators may be grouped into six thematic categories: Nitrogen, Phosphorus, Energy/Climate, Water, Soil and Biodiversity/Landscape. One of the indicators in each group is used as a so-called «key indicator» to demonstrate ecological sustainability in agriculture. Those six key indicators will be published in the annual Agriculture Report of the FOAG every four years. Moreover, there will be each year a detailed report on one or two of the thematic categories so that all the categories will be repeatedly analyzed in a four-year turn.

<sup>3</sup> Organisation for Economic Cooperation and Development

## Relation between the Evaluation Projects and the Agri-Environmental Indicators

As to their design the AEI and the projects to evaluate ecological measures of the Swiss Confederation have to be considered as two separate entities. Whereas the AEI is a monitoring project aimed to observe developments over time, the evaluation projects are supposed to examine cause-impact relations. In practice, however, those areas partly overlap: Started in 1996 and limited up to 2005 so far, the evaluation projects consist, in fact, of monitoring and evaluation combined. With the AEI the monitoring element – which is within the so-called «sectorial evolution study» of the evaluation projects – shall be markedly improved and enhanced. The point-focal impact study – the evaluation projects as such – will, however, not be covered by the AEI. Moreover, the content matter of the evaluation projects and the AEI are not congruent, which means that synergies between the two projects may well be utilized, but the AEI are by no means supposed to replace the evaluation projects.

## Elaboration and Description of the Indicators

The following indicators have been elaborated for the six thematic categories as comprehensively as possible:

**Nitrogen:** Nitrogen balance of agriculture (1), potential nitrogen emissions (nitrate, ammonia and nitrous oxide emissions) (2a), ammonia emissions (2b), nitrate load in groundwater (3);

**Phosphorus:** Phosphorus balance of agriculture (4), phosphorus content in soils (5), phosphorus content in lakes (6);

**Energy/Climate:** Energy consumption in agriculture (7), energy efficiency (8a), greenhouse gas emissions (8b);

**Water:** Use of pesticides (9a), use of veterinary medicinal products (9b), risk of aquatic ecotoxicity (10), pesticides in groundwater (11a), veterinary medicinal products in water (11b);

**Soil:** Soil surface coverage (12), risk of erosion (13), microbial biomass (14a), heavy metal contents (14b);

**Biodiversity/Landscape:** Ecological compensation areas of minimum quality standards (15) potential impact of agricultural activities on biodiversity (16), diversity of wildlife species (17a), diversity of habitats (17b), characteristic landscape markers (17c).

In close cooperation with various Federal Offices, research and advisory organisations and other bodies interested FAL investigated as to whether those 24 agri-environmental indicators could be realized. According to the mandate commissioned by FOAG FAL had to elaborate a representative, scientifically sound and cost-effective data collection and assessment method for each indicator for the agricultural area of Switzerland. This process involved repeated consultations and revisions and resulted in detailed descriptions of the indicators which can be found in annex A of this report. Each indicator has been described according to the following pattern:

1. Indicator (definition, unit, meaningfulness, limits of interpretation),
2. Political relevance (agricultural relevance, importance for sustainability, national legislation and international agreements affected, aims),
3. Methodology (designs, measuring/computation methods, assessment scheme, limitations, justification of the method chosen, relationship to other indicators, plausibility check),

4. Data collection (periodicity, data required, source and availability of data, data management),
5. Scientific realization (preliminary studies/development of methods, implementation, collection, potential partners),
6. Conclusion (scientific assessment, feasibility and synergy assessment),
7. References.

For all the agri-environmental indicators a scientifically sound method widely supported by experts could be elaborated with the exception of indicator 11b (veterinary medicinal products in water). Experts agree that at present scientific research is still insufficient to define indicator 11b.

## **Data Collection and Management**

The project «agri-environmental indicators» requires a large amount of data which must be gathered methodically and efficiently, processed and stored. If possible and scientifically justifiable existing data collections will be used. For 16 of the 24 AEI, however, additional raw data needs to be collected for the following reasons: a) There is no data, b) due to the number of samples or their distribution pattern the data available is not representative for the assessment.

Due to the heterogeneity and the amount of data the elaboration of a centralized database for administration and archiving of all AEI considered in the project cannot be reasonably planned. Instead there will be set up on the one hand a combined system of locally distributed and independent databases to store the raw data and on the other hand a centralized indicator data and meta-database.

## **Synergies**

While those indicators were being elaborated, great emphasis was placed on the utilization of potential synergies. The methods suggested consider both synergies between the individual agri-environmental indicators and synergies with other FOAG and external projects. The project «Integrating Life Cycle Assessments into the Swiss Farm Accountancy Data Network» by the Swiss Federal Research Station for Agricultural Economics and Engineering (FAT) in cooperation with FAL plays an essential role in this respect: Ten indicators are supposed to be involved in that data collection.

## **Project Design**

The complexity of the AEI project requires that a number of institutions shall be involved. There will be five distinct functional levels: 1) data producers, 2) institutions calculating the indicators, 3) institutions evaluating the indicators, 4) coordinating institutions, and 5) FOAG as the responsible authority. Both competence and responsibility are being handled according to the principle of subsidiary. On level 4 there is a coordination office AEI that will deal with administrative and organisational tasks and an institution responsible for the overall scientific evaluation.

## **Communication**

Apart from the publication of the results in the annual Agriculture Report by the FOAG there might be detailed reporting on the project, for example within AEI proceedings. Moreover, indicator data is planned to be published on the internet. Other kinds of publications, i.e. articles in scientific journals, talks, press conferences might be launched in coordination with the institution responsible for the overall scientific evaluation.

## Time Frame

The implementation of the whole set of 24 agri-environmental indicators will have to be pursued for another few years. Introductory stages will be required for the following indicators: potential nitrogen emissions (2a), ammonia emissions (2b), soil surface coverage (12), risk of erosion (13) and those of the category «Biodiversity/Landscape» (except 17a: diversity of wildlife species). Provided that the project starts in 2004, a total of 15 indicators monitored would be operational up to 2006, and the last indicators would change from the implementation to the operational stage in 2009.

## Resources Required

In order to be realized the AEI project requires adequate financial funding. As to the overall full costs, some distinctions have to be made between 1) special funds specifically allocated for the AEI, 2) own funding of the institutions involved, 3) expenses for activities and results which have to be undertaken and obtained because of other obligations (especially data gathering) as well as 4) preliminary research and development, which provides the basis for measuring and interpreting the indicators and which are already planned. The required funds for resource type 1 and 2 are estimated at CHF 4–6 million per annum or roughly CHF 36.5 million up to 2010.

By making judicious use of possible synergies the total costs for implementing the indicator system are markedly lower than the sum of the costs for the individual indicators. Merely to utilize data of the same collection for several indicators will result in saving of CHF 1.2 up to 2 million each year. Hence, the existing system design of agri-environmental indicators may be assumed to offer a good cost-benefit ratio.

## Conclusion

The present feasibility study is a proposal how to implement a monitoring programme – required by legislative acts – to assess sustainability of Swiss agriculture as defined by FOAG. A scientifically sound and widely recognized method could be elaborated and described in accordance with the mandate for all the indicators chosen in stage I of the project, with the exception of indicator 11b, whose scientific basis is insufficient as yet.

To sum it up, the implementation of the AEI system as planned by the Swiss Federal Office of Agriculture may be considered to be feasible from the technical, organisational and scientific point of view, provided that certain indicators related to the thematic categories «Nitrogen», «Soil» and «Biodiversity/Landscape» are granted a longer introductory period and that the funds required for the whole project are made available.

This report has been drawn up after intensive scientific discussions with numerous FAL collaborators involved in AEI work. Various external experts have been approached for the establishment of the indicator descriptions. Within bilateral talks, attendant group sessions and a broadly designed expert meeting, the members of the attendant FAOG group for agri-environmental indicators (GA-EEA) as well as other specialist institutions have been consulted. Apart from a few exceptions – the most important one being the opinion of the federal offices regarding indicator 11a (pesticides in groundwater) –, their feedback could be taken into consideration. The fact that the compilation and calculation methods of the 24 agri-environmental indicators and of the whole study design are based on broad expert consensus may be considered as highly positive with regard to the stage II result of the AEI project. Potential project modifications will have to take that consensus into account since both agreement and scientific acceptance of the methods are prerequisites for the credibility of the results.

# 1 Auftrag, Ziele und Vorgehen

In einem Beschluss der Geschäftsleitung des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) vom 9. September 2002 wurden die Stabsstelle Ökologie des BLW und die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) mit der Durchführung der Phase II des Projektes «Entwicklung von Agrar-Umweltindikatoren» beauftragt. Während das Ziel der ersten Phase in der Zusammenstellung eines Indikatorensets bestand, ging es in der Phase II um die detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Indikatoren, die Erstellung eines Datenkonzeptes, eine Kostenabschätzung und die Projektkoordination.

Konkret wurden sieben Aufgaben bzw. Ziele definiert, welche im Rahmen der Phase II bis Mitte 2003 erreicht werden sollen:

- a) Detaillierte Beschreibung der Methoden, der benötigten Daten, der Aussagekraft und der Betriebskosten für jene Indikatoren, deren Umsetzung relativ rasch erfolgen kann;
- b) Skizzierung der Methode für die Indikatoren mit weiterem Entwicklungsbedarf, präzise Information über die nötigen methodischen Ergänzungen und ihre Interpretation sowie eine Betriebskostenabschätzung.  
Die Methodenwahl soll die Betriebskosten berücksichtigen. Diese müssen so tief wie möglich gehalten werden, ohne jedoch die wissenschaftliche Seriosität zu gefährden.
- c) Koordination der Arbeiten für die prioritären Indikatoren und Vorbereitung eines umfassenden Interpretations- und Publikationskonzeptes;
- d) Ausarbeitung der Synergien der Agrar-Umweltindikatoren mit den Projekten «Evaluation der Ökomassnahmen», «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» und weiteren;
- e) Erarbeitung einer Organisationsstruktur, welche eine koordinierte Erhebung, Verwaltung und (wenn möglich zentralisierte) Archivierung der Daten erlaubt;
- f) Erarbeitung eines Vorschlags für die Verteilung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten zwischen den diversen Akteuren sowie Vorbereitung der abzuschliessenden Verträge zwischen dem BLW und den Partnerinstitutionen;
- g) Vorbereitung eines Antrags an die Geschäftsleitung des BLW, in welchem die Resultate der Phase II und die Arbeiten und Kosten der Phase III dargelegt werden.

Die FAL wurde im Sinne der Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie mit der Ausführung der Aufgaben a bis e betraut; die Stabsstelle Ökologie hat die Aufgaben f und g zu lösen. Die Würdigung der in der Phase I getroffenen Auswahl der Indikatoren und ihrer Anordnung im Themenbereich ist nicht Bestandteil des Auftrags der FAL.

Zurzeit steht das Projekt am Ende der Phase II. Im Falle eines positiven Entscheides der Geschäftsleitung des BLW kann mit Phase III gestartet werden, welche die erforderlichen methodischen Weiterentwicklungen und insbesondere die Realisierung des Monitorings zum Ziel hat.

Der vorliegende Bericht ist das Resultat intensiver wissenschaftlicher Auseinandersetzungen zahlreicher FAL-Mitarbeitenden mit den Aufgaben a bis e. Für die Erarbeitung der Indikatorenbeschreibungen wurde die Meinung diverser externer Experten berücksichtigt. Im Rahmen von bilateralen Gesprächen, Begleitgruppensitzungen und eines breit angelegten Fachtreffens wurden die Mitglieder der Begleitgruppe des BLW für Agrar-Umweltindikatoren (GA-EEA) konsultiert. Darin vertreten sind neben BLW und FAL die folgenden Institutionen: Bundesamt für Statistik (BFS), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bundesamt für Veterinärwesen (BVET), Kantonale Natur- und Wasserschutzämter, Kantonschemiker, Kommission Leistungs-

auftrag (KOLA), Kantonale Vereinigung der Umweltämter (KVU), Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz (KBNL), Schweizerischer Bauernverband (SBV), World Wildlife Fund (WWF; als Vertreter der Nichtregierungsorganisationen aus dem Umweltbereich).

Weitere bilaterale und multilaterale Gespräche wurden mit folgenden Institutionen geführt: Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Ökobüro Hintermann & Weber, Institut für Agrarwirtschaft (IAW) und Institut für Terrestrische Ökologie (ITÖ) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH), Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL), Service Romand de Vulgarisation Agricole (SRVA).

In einem mehrstufigen Verfahren wurden die Indikatorenbeschreibungen auf Grund der Rückmeldungen und Anregungen wiederholt überarbeitet und ergänzt. Auch für das Datenkonzept, die Berichte zu den Synergien mit den Evaluationsprojekten und dem Projekt «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» sowie diesen Hauptbericht fanden FAL-externe Konsultationen statt. Mit wenigen Ausnahmen konnten die eingegangenen Bemerkungen berücksichtigt werden. In diesem Sinne darf das vorliegende Dokument als ein in Fachkreisen breit abgestütztes Konsenspapier betrachtet werden.

## 2 Schweizer System von Agrar-Umweltindikatoren

### 2.1 Beurteilung der Nachhaltigkeit

Gemäss der an der UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 verabschiedeten Agenda 21 kommt in erster Linie den Regierungen der einzelnen Staaten die Aufgabe zu, auf nationaler Ebene eine nachhaltige Entwicklung umzusetzen und entsprechende Instrumente in Form von Strategien, nationalen Umweltplänen und Umweltaktionsplänen auszuarbeiten. In der Schweiz wurde mit der Revision der Bundesverfassung im Jahre 1999 das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung explizit in das Grundgesetz aufgenommen. Der darin verankerte Nachhaltigkeitsartikel (Art. 73) hält das allgemeine Bestreben von Bund und Kantonen fest, «ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits» zu erreichen.

Es existiert eine Vielzahl an Definitionen des Begriffs «Nachhaltigkeit». Gemäss der wohl bekanntesten Definition aus dem Brundtland-Bericht von 1987 (WCED 1987) wird eine Entwicklung als nachhaltig bezeichnet, wenn sie «den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen».

Somit bezieht sich der ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammende Begriff längst nicht mehr allein auf die natürlichen Ressourcen; vielmehr basiert eine nachhaltige Entwicklung nach heutigem Verständnis auf den drei Säulen Ökologie, Ökonomie und Soziales. Versucht man die Säule der Ökologie, um welche es im Rahmen des Projektes «Agrar-Umweltindikatoren» geht, weiter aufzusplitten, lassen sich wiederum drei Bereiche erkennen:

- a) **Natürliche Ressourcen:** Hierbei geht es um die Schonung nichterneuerbarer Ressourcen sowie die nachhaltige Nutzung der erneuerbaren Ressourcen. Das BLW hat diesbezüglich ein Konzept erarbeitet (vgl. Kapitel 2.3).
- b) **Schutz des Lebens und der Lebensräume:** Alle Lebewesen sind sowohl vor direkten schädlichen Einwirkungen (durch toxische Substanzen usw.) wie auch vor negativen Beeinträchtigungen ihres Lebensraumes (Boden, Wasser usw.) zu schützen. Es gilt das natürliche Gleichgewicht bezüglich Klima, Stoffhaushalt usw. zu wahren bzw. wieder herzustellen.
- c) **Schutz des Menschen:** Auch der Mensch ist vor gesundheitsschädigenden Einflüssen möglichst zu schützen und sein natürlicher Lebensraum mit all seinen Funktionen (inkl. Landschaftsästhetik) ist zu erhalten.

Das Gesamtsystem der in diesem Projekt erarbeiteten Agrar-Umweltindikatoren versucht, alle drei Aspekte ökologischer Nachhaltigkeit einzubeziehen und mit einem Monitoring zu erfassen. Mit dieser Absicht einher geht die Tatsache, dass teilweise auch wissenschaftliches Neuland betreten werden muss. Somit kommen nicht nur altbewährte statistische Methoden zum Einsatz, sondern sind auch Forschung und Entwicklung notwendig; es kann folglich nicht von Beginn weg mit mathematischer Exaktheit gerechnet werden. Bevor das Instrument der Agrar-Umweltindikatoren in einer Weise verwendet werden kann, wie dies in anderen Bereichen der Politik üblich ist (zum Beispiel bei den Indikatoren zur Teuerung oder Arbeitslosigkeit), bedarf es gewisser Erfahrungen – insbesondere was den Umfang der zu erhebenden Stichproben anbelangt. Dem Instrument der Plausibilisierung durch das Beiziehen unabhängiger Informationen aus demselben Fachgebiet ist dabei grosse Bedeutung beizumessen.



## 2.2 Gesetzlicher Auftrag

Gestützt auf Artikel 185 des Landwirtschaftsgesetzes von 1998, in welchem sich der Bund zur Erhebung von Daten unter anderem «als Beitrag zur Beurteilung von Auswirkungen der Landwirtschaft auf die natürlichen Lebensgrundlagen und die Pflege der Kulturlandschaft» (Absatz 1d) verpflichtet, trat noch im selben Jahr die Nachhaltigkeitsverordnung in Kraft. Sie regelt «die Beurteilung der Agrarpolitik und der Leistungen der Landwirtschaft unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit» (Bundesrat 1998a, Art. 1 Abs. 1). Die Artikel 8 und 9 dieser Verordnung bilden die direkte rechtliche Grundlage für den Aufbau eines Nachhaltigkeits-Monitorings mittels Agrar-Umweltindikatoren. Das BLW wird darin zur periodischen Beurteilung der ökologischen Leistungen sowie der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die natürlichen Lebensgrundlagen unter Zuhilfenahme von Ökoindikatoren angehalten. Diese Indikatoren sollen quantitative wie qualitative Aussagen über die Auswirkungen der Agrarpolitik auf gesamtschweizerischer, regionaler und Betriebsebene erlauben und internationale Vergleichbarkeit garantieren. Thematisch haben sie sich auf folgende Bereiche zu beziehen (ib., Art. 9):

- Stoff- und Energieumsatz,
- Emissionen umweltschädigender Stoffe,
- Ertragsfähigkeit der Böden,
- biologische Vielfalt und
- Nutztierhaltung.

Dem BLW wurde die Aufgabe zugewiesen, zusammen mit anderen Bundesstellen und weiteren interessierten Institutionen ein entsprechendes Indikatorensystem auszuarbeiten.

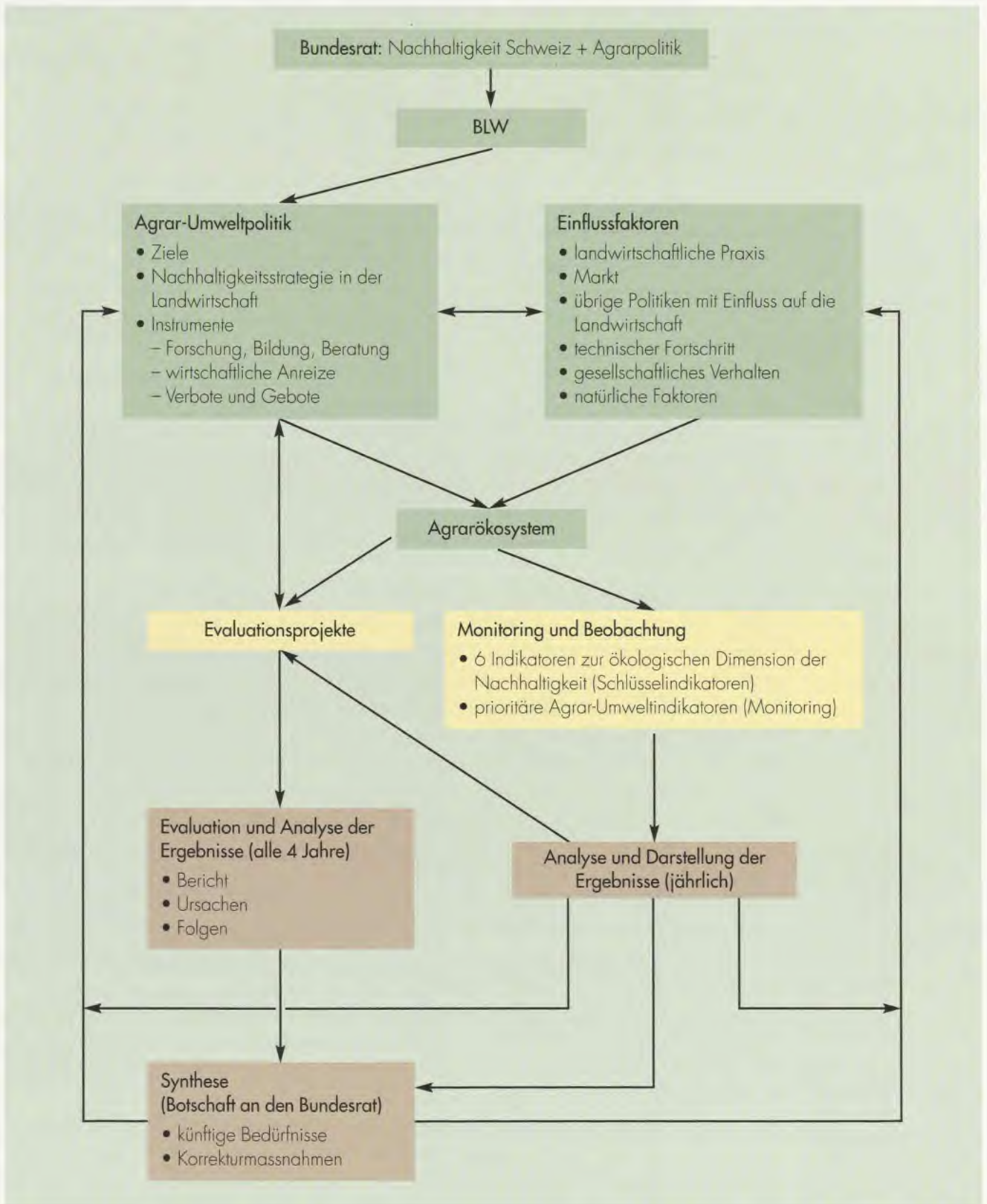
## 2.3 Konzept des BLW

Im Sinne dieses gesetzlichen Auftrags und der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundesrates hat das BLW eine Strategie für eine nachhaltige Entwicklung festgelegt, die im ökologischen Bereich von verschiedenen Instrumenten Gebrauch macht: von Forschung, Bildung und Beratung, aber auch Anreizen, Verboten und Geboten. Diese Strategie wird durch eine Gesamtbeurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft anhand von wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Indikatoren ergänzt (BLW 2001).

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt beschloss das BLW die Durchführung eines Monitorings anhand von 24 prioritären Agrar-Umweltindikatoren – dies als eine Auswahl aus ursprünglich 35 Indikatoren, welche mehr oder weniger alle Aspekte der Umwelt abzudecken vermochten. Zur Darstellung der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit wurden in der Phase I des Projektes aus dem ganzen Set insgesamt sechs Schlüsselindikatoren ausgewählt (vgl. Kapitel 2.3.4 / BLW 2002).

Anhand der Agrar-Umweltindikatoren lässt sich verfolgen, wie die Landwirtschaft die Umweltqualität beeinflusst und wie sich die Umwelt im Zusammenhang mit den landwirtschaftlichen Praktiken entwickelt. Das Monitoring zeigt die Bereiche auf, in welchen Probleme bestehen, und kann als Alarmsignal und Entscheidungshilfe bei der Wahl neuer Instrumente dienen. Dabei sind aber auch die Ergebnisse der Massnahmeevaluation einzubeziehen (vgl. Abb. 1).

Mit der Evaluation des Vollzuges, der Kontrolle und der Instrumente der Agrarpolitik, wie sie in der Strategie zur Nachhaltigkeit beschrieben sind, lassen sich die Effektivität und die Effizienz der Agrarpolitik überprüfen. Es werden damit die Ursachen der im Rahmen des Monitorings beobachteten Entwicklungen bestimmt. Die



in der Strategie erwähnten agrarpolitischen Instrumente können nötigenfalls, je nach den Ergebnissen der Nachhaltigkeitsevaluation und des Agrar-Umweltmonitorings, durch nichtagrarpolitische Instrumente ergänzt werden (z.B. Kampagnen zur Sensibilisierung der Konsumentinnen und Konsumenten).

Die 24 Agrar-Umweltindikatoren sollen dazu beitragen, die wichtigsten agroökologischen Fragen zu identifizieren, die Wechselbeziehungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt zu verstehen, die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf

Rahmen und Struktur für die Evaluation der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (BLW 2002)  
Abbildung 1

die Umwelt zu verfolgen und den ökologischen Beitrag einer nachhaltigen Landwirtschaft auf regionaler Ebene zu beurteilen. Ausserdem unterstützen sie die politischen Entscheidungsträger in der Information der Öffentlichkeit und ermöglichen Vergleiche auf internationaler Ebene.

### 2.3.1 Indikatortypen

Um diese Vergleichbarkeit mit anderen Staaten zu gewährleisten, wurde ein Indikatorenmodell entwickelt, welches sich stark an das DSR-Modell<sup>4</sup> der OECD<sup>5</sup> (Antriebskraft – Zustand – Reaktion) (OECD 2001) sowie das DPSIR-Modell<sup>6</sup> der Europäischen Kommission (Antriebskräfte – Belastungen – Zustand – Auswirkungen – Reaktion) (Commission Européenne 2002) anlehnt. Darauf basierend wird das System «Landwirtschaft – Mensch – Umwelt» durch vier verschiedene Indikatortypen abgebildet:

1. Indikatoren zu den landwirtschaftlichen Praktiken (entspricht den Antriebskräften im europäischen Modell),
2. Indikatoren zu den landwirtschaftlichen Prozessen (entspricht den Belastungen im europäischen Modell),
3. Indikatoren zum Zustand der durch die Landwirtschaft beeinflussten Umwelt (wie europäisches Modell),
4. Indikatoren zum Umweltverhalten der Gesellschaft (entspricht den Reaktionen im europäischen Modell).

Die Indikatoren für die landwirtschaftlichen Praktiken werden direkt von den Landwirtinnen und Landwirten beeinflusst. Sie bilden die Antriebskraft des Systems und umfassen die Produktionsfaktoren (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Tierarzneimittel usw.) sowie die Bodennutzung (Kulturen und Produktionsmethoden).

Mit den Indikatoren für die landwirtschaftlichen Prozesse werden anhand von Modellen die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Praktiken auf die Umwelt analysiert. Es handelt sich dabei um die Umweltbelastungen durch die Bewirtschaftung, die unerwünschte oder günstige Veränderungen hervorruft. Diese Indikatoren ermöglichen eine Einschätzung der potenziellen Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt (Risikoindikatoren zur Früherkennung).

Die Indikatoren zum Zustand der von der Landwirtschaft beeinflussten Umwelt ergeben sich aus konkreten Beobachtungen. Hier geht es also nicht um einen potenziellen, sondern um einen effektiv ermittelten Zustand, der aus vergangenen landwirtschaftlichen Praktiken resultiert (vergangenheitsorientiert).

Die Indikatoren zum Umweltverhalten der Gesellschaft umfassen die Beteiligung der Landwirtinnen und Landwirte an den verschiedenen agrarökologischen Programmen des Bundes und der Kantone sowie das Verhalten und die Ernährungsgewohnheiten der Konsumentinnen und Konsumenten, die umweltfreundliche landwirtschaftliche Praktiken fördern. Diese themenübergreifenden Indikatoren (siehe Kapitel 2.3.2) gehören formell nicht zu den Agrar-Umweltindikatoren und werden im vorliegenden Bericht deshalb nicht weiter behandelt<sup>7</sup>.

### 2.3.2 Themenbereiche

Die Agrar-Umweltindikatoren lassen sich nicht nur nach Typen (landwirtschaftliche Praxis, landwirtschaftliche Prozesse, Zustand der Umwelt), sondern auch nach folgenden sechs Themenbereichen unterscheiden:

- Stickstoff,
- Phosphor,
- Energie und Klima,

<sup>4</sup>Driving Force – State – Response.

<sup>5</sup>Organisation for Economic Cooperation and Development.

<sup>6</sup>Driving Force – Pressure – State – Impact – Response.

<sup>7</sup>Konkret sind es folgende Indikatoren: Einsatz von Hofdüngern, Einsatz von Mineraldüngern (Stickstoff und Phosphor), Verkauf von Pflanzenschutzmitteln, Verkauf von Arzneimitteln für Nutztiere, Einfuhr von Futtermitteln, Ökologische Ausgleichsflächen, nach den Regeln des ökologischen Leistungsnachweises und des biologischen Landbaus bewirtschaftete Flächen.

Prioritäre Agrar-Umweltindikatoren (BLW 2002; angepasst für die im Konzept offen gelassenen Punkte)			
Themenbereiche	Antriebskräfte: landwirtschaftliche Praktiken	Umweltauswirkungen: Landwirtschaftliche Prozesse	Umweltzustand
Stickstoff	Stickstoffbilanz der Landwirtschaft (1)	<i>Potenzielle Stickstoffemissionen (Nitrat-, Ammoniak- und Lachgasemissionen) (2a)</i> Ammoniakemissionen (2b)	Nitratbelastung des Grundwassers (3)
Phosphor	Phosphorbilanz der Landwirtschaft (4)	<i>Phosphorgehalt der Böden (5)</i>	Phosphorgehalt in Seen (6)
Energie/Klima	Energieverbrauch (7)	<i>Energieeffizienz (8a)</i> Treibhausgase (8b)	
Wasser	Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln (PSM) (9a) Gebrauch von Tierarzneimitteln (TAM) (9b)	<i>Risiko aquatischer Ökotoxizität (10)</i>	Pflanzenschutzmittel im Grundwasser (11a) Tierarzneimittel im Wasser (11b)
Boden	Bodenbedeckung (12)	<i>Erosionsrisiko (13)</i>	Mikrobielle Biomasse (14a) Schwermetallgehalte (14b)
Biodiversität/ Landschaft	<i>Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität (15)</i>	<i>Potenzielle Auswirkungen auf die Biodiversität (16)</i>	Vielfalt der Wildarten (17a) Vielfalt von Lebensräumen (17b) Prägende Landschaftselemente (17c)

Kursiv dargestellt sind die sechs Schlüsselindikatoren zur Darstellung der ökologischen Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft. Für den Themenbereich «Biodiversität/Landschaft» muss noch zwischen den Indikatoren 15 und 16 entschieden werden.

Tabelle 1

- Wasser,
- Boden,
- Biodiversität und Landschaft.

Eine detaillierte Auflistung der Agrar-Umweltindikatoren und ihre Einteilung nach Themenbereichen (und Indikatorentypen) finden sich in Tabelle 1.

Vom System her könnten einzelne Indikatoren mehreren Typen oder Themenbereichen zugeordnet werden. So beziehen sich beispielsweise die Indikatoren 3 und 6 nebst den Bereichen «Stickstoff» bzw. «Phosphor» auch auf den Themenbereich «Wasser» oder der sich im Bereich «Phosphor» befindende Indikator 5 auch auf den Themenbereich «Boden».

### 2.3.3 Beobachtungsebene

Je nach Indikator können verschiedene Beobachtungsebenen gewählt werden:

- Internationale Ebene: Vergleich mit Ländern insbesondere der EU und der OECD.
- Nationale Ebene:
  - a) Vergleich der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt und deren Zustand im Zusammenhang mit den landwirtschaftlichen Praktiken mit jenen anderer Sektoren und dem globalen Umweltzustand,
  - b) Entwicklung des Agrarsektors in der Schweiz.
- Regionale Ebene: Beobachtung auf Ebene der Regionen, deren Einteilung auf Produktionszonen, biogeografischen oder politisch-administrativen Einheiten beruht.
- Betriebsebene: Aggregation der Ergebnisse nach Betriebstyp oder Produktionssektor (in repräsentativen Referenzbetrieben erhobene Daten).

### 2.3.4 Entwicklungsgrad und Schlüsselindikatoren

Der Entwicklungsgrad der Agrar-Umweltindikatoren ist sehr unterschiedlich: Während einzelne bereits regelmässig berechnet werden (zum Beispiel Stickstoff- und

Phosphorbilanz), muss für gewisse Indikatoren die genaue Erhebungsmethode noch mittels einer Vorstudie abgeklärt werden.

Von den 24 Agrar-Umweltindikatoren wurden in Phase I sechs Schlüsselindikatoren definiert, welche zusammen mit sozialen und ökonomischen Schlüsselindikatoren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft beigezogen werden. Für jeden einzelnen Indikator sind nach BLW (2002) überdies qualitative und quantitative Ziele festzulegen<sup>8</sup>.

Folgende Indikatoren wurden auf Vorschlag der Begleitgruppe (GA-EEA) als Schlüsselindikatoren zur Darstellung der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft ausgewählt (vgl. Kapitel 2.3):

- a) Potenzielle Stickstoffemissionen (2a),
- b) Phosphorgehalt der Böden (5),
- c) Energieeffizienz (8a),
- d) Risiko aquatischer Ökotoxizität (10),
- e) Erosionsrisiko (13),
- f) Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität (16) oder ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität (15).

Im Themenbereich «Biodiversität/Landschaft» ist der Indikator «Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität» als Schlüsselindikator vorgesehen. Dieser Indikator weist jedoch noch zu viele Unbekannte auf, weshalb die definitive Bestimmung des Schlüsselindikators in diesem Themenbereich erst im Jahr 2004 erfolgen wird.

### 2.3.5 Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Veröffentlichung der Ergebnisse im Agrarbericht des BLW ist wie folgt geplant:

- a) Produktionsmittel und Bodennutzung: jährliche Darstellung der Resultate.
- b) Schlüsselindikatoren zur ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit: Die aktualisierten Resultate werden alle vier Jahre publiziert, erstmals voraussichtlich 2005 oder 2006.
- c) Besondere Bereiche: In einem Vierjahresturnus (mit Beginn 2002) werden jedes Jahr ein oder zwei Themenbereiche behandelt:
  - 1. Jahr: Phosphor und Boden,
  - 2. Jahr: Energie/Klima,
  - 3. Jahr: Stickstoff und Wasser,
  - 4. Jahr: Biodiversität/Landschaft.

## 2.4 Synergie und Abgrenzung zur Evaluation der Ökomassnahmen

Wie aus Abbildung 1 (Kapitel 2.3) ersichtlich, baut die Beurteilung der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft auf zwei Komponenten auf: einem Teil «Monitoring und Beobachtung» einerseits (welcher die Agrar-Umweltindikatoren umfasst) und den Evaluationsprojekten andererseits.

Die Evaluationsprojekte wurden seit 1996 entwickelt und umgesetzt (Bötsch 1998, Forni *et al.* 1999) und dienen dazu, die Umweltwirkungen der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme des Bundes bzw. des ökologischen Leistungsnachweises zu überprüfen; sie beschränken sich somit auf die Direktzahlungsverordnung (DZV) bzw. auf Teile davon. Die Konzeption der Evaluationsprojekte reicht bis ins Jahr 2005.

Ein detaillierter Bericht über die Synergien AUI – Evaluationsprojekte findet sich im Anhang C.

<sup>8</sup>Für die Indikatoren Stickstoff- und Phosphorbilanz (1 und 4), Ammoniakemissionen (2b), Nitratbelastung des Grundwassers (3) und Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln (9a) bestehen in der Botschaft des Bundesrates zur Agrarpolitik 2007 (Bundesrat 2002) bereits quantitative Ziele; für andere (zum Beispiel Indikator 14b: Schwermetallgehalte, oder Indikator 15: Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität) geben die Gesetzgebung oder internationale Vereinbarungen Anhaltspunkte. Für jene Indikatoren, für welche noch grösserer methodischer Entwicklungsbedarf vorhanden ist, sind diese Ziele noch festzulegen.

### 2.4.1 Unterschiede zwischen Evaluationsprojekten und Agrar-Umweltindikatoren (AUI)

Monitoring mittels Indikatoren und Evaluation sind konzeptionell getrennt zu betrachten. Monitoringprojekte haben die Beobachtung der Veränderung von Umweltzuständen zum Gegenstand («Fieberthermometer»), während in Evaluationsprojekten entweder die Ursachen für beobachtete Veränderungen untersucht werden (Diagnose) oder die Wirksamkeit von (agrar-) politischen Massnahmen geprüft wird.

Die Evaluationsprojekte beschränken sich auf Massnahmen des Bundes, in ihrer aktuellen Ausgestaltung auf die Untersuchung der Auswirkungen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN). Demgegenüber sollen die AUI die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Aktivitäten generell abbilden; unabhängig davon, ob sie eine Konsequenz der Bundespolitik sind oder nicht.

Bei den Evaluationsprojekten steht die Untersuchung der kausalen Zusammenhänge zwischen dem ökologischen Leistungsnachweis ÖLN (und einzelnen Massnahmen des ÖLN) und den Auswirkungen auf die Zielbereiche (vgl. Tab. 2) im Vordergrund. So stellt sich in den Evaluationsprojekten zum Beispiel die Frage, welche Typen ökologischer Ausgleichsflächen mehr zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität beitragen als andere. Dagegen sind die AUI in erster Linie ein Monitoringinstrument und erlauben, die Agrarpolitik als Ganzes zu beurteilen, nicht jedoch eine spezielle Massnahme oder Verordnung.

Die Evaluationsprojekte sind in verschiedene Zielbereiche strukturiert, welche den Themenbereichen der AUI nahe kommen. Die Themen- bzw. Zielbereiche der Projekte decken sich jedoch nur teilweise (Tab. 2). Im Projekt AUI kommen neu die Bereiche «Energie/Klima» und «Boden» hinzu; der Themenbereich «Wasser» deckt sich tendenziell mit dem Zielbereich «Pflanzenschutzmittel» der Evaluationsprojekte. «Tierwohl» und «Akzeptanz/Wirtschaftlichkeit» sind hingegen nicht Gegenstand der AUI.

Zu jedem Zielbereich der Evaluationsprojekte wurden Wirkungs- und Umsetzungsziele festgelegt. Die Erreichung der Umsetzungsziele wird mit einer Beteiligungsanalyse überprüft, welche das BLW selber auf Grund von statistischen Daten durchführt, die bei der Umsetzung der Direktzahlungsverordnung (DZV) anfallen (AGIS-Statistik<sup>9</sup>). Für jeden Zielbereich werden zudem eine punktuelle Wirkungs- und eine sektorale Entwicklungsanalyse vorgenommen. Die punktuellen Wirkungsanalysen haben eher Fallstudiencharakter; ihr Zweck ist die Untersuchung von kausalen Zusammenhängen zwischen dem ökologischen Leistungsnachweis nach DZV und Umwelteffekten. Die sektoralen Entwicklungsanalysen zielen auf den landwirtschaftlichen Sektor der ganzen Schweiz ab – sie haben eher Monitoringcharakter.

### 2.4.2 Ablösung der Evaluationsprojekte durch die Agrar-Umweltindikatoren?

#### Fachliche Gesichtspunkte

Ein wichtiger Kritikpunkt der laufenden Evaluationsprojekte besteht darin, dass sie keine für die landwirtschaftlich genutzte Fläche der gesamten Schweiz repräsentativen Ergebnisse liefern, sondern eher Fallstudiencharakter haben und/oder auf das

Abdeckung der Themen- bzw. Zielbereiche durch das Projekt AUI bzw. die Evaluationsprojekte		
Themen- bzw. Zielbereich	Projekt AUI	Evaluationsprojekte
Stickstoff	✓	✓
Phosphor	✓	✓
Energie/Klima	✓	
Wasser	✓	(✓) z.T. im Bereich PSM
Boden	✓	(✓) z.T. im Bereich Phosphor
Biodiversität/Landschaft	✓	✓
Pflanzenschutzmittel	✓ (im Bereich Wasser)	✓
Tierhaltung		✓
Wirtschaftlichkeit		✓

Tabelle 2

<sup>9</sup> AGIS: Agrarpolitisches Informationssystem des BLW (Datenbank)

Mittelland beschränkt sind. Diesbezüglich bringen die AUI eine klare Verbesserung, da sie gemäss ihrer Konzeption den gesamten Sektor Landwirtschaft sowohl in seiner räumlichen Ausdehnung als auch in der betrieblichen Differenzierung abdecken.

Somit stellt sich die Frage, ob die AUI die Evaluationsprojekte ersetzen können. Zur Beantwortung dieser Frage gilt es folgende fachliche Überlegungen einzubeziehen:

- a) Wie bereits erläutert, sind Indikatoren und Evaluation konzeptionell getrennt zu betrachten. Der Hauptzweck von Indikatoren besteht in einem Monitoring (Umweltbeobachtung), während Evaluationsprojekte dazu dienen, die Ursachen für anhand von Indikatoren festgestellte Entwicklungen zu identifizieren.
- b) Trotz der konzeptionellen Unterschiede zwischen Indikatoren und Evaluationen schliessen einzelne Agrar-Umweltindikatoren ziemlich direkt an gewisse Module der Evaluationsprojekte an; dabei handelt es sich um die Module zur sektoralen Entwicklungsanalyse.
- c) Würden sämtliche Evaluationsprojekte 2005 definitiv beendet, hätte dies im Bereich der punktuellen Wirkungsanalyse (welche die kausalen Beziehungen zwischen einzelnen Massnahmen und Umwelteffekten untersucht) Lücken zur Folge, welche durch die AUI nicht geschlossen werden können. So ist bereits absehbar, dass für verschiedene AUI Zusatzuntersuchungen notwendig sein werden, um sie im Hinblick auf die Wirkung der Agrar-Umweltpolitik interpretieren zu können.

Insgesamt wird deutlich, dass mit den AUI die sektorale Entwicklungsanalyse gestärkt wird, während die punktuellen Wirkungsanalysen nicht berührt werden (ausser z.T. im Bereich «Biodiversität/Landschaft»).

Bei der Diskussion darüber, welche Module oder Teilprojekte der laufenden Evaluationsprojekte weitergeführt werden sollen, ist zu beachten, dass in einigen Projekten Messreihen über mehrere Jahre bestehen, die ausgezeichnete Voraussetzungen für eine Fortsetzung der Wirkungskontrolle bieten. Dies betrifft Themenbereiche wie Wasserqualität, Biodiversität und Boden (Erosion), in welchen die gemessenen Indikatoren verzögert auf Massnahmen reagieren und deren Wirkung auch von externen Faktoren – insbesondere der Witterung – stark überlagert wird. Für derartige Themen können nur mit langen Zeitreihen Aussagen über die Wirkung agrarpolitischer Massnahmen gemacht werden. Solche Zeitreihen werden mit den meisten AUI erst begonnen, und es wird Jahre dauern, bis sie aussagekräftige Ergebnisse liefern werden. Die Entscheidung darüber, welche Teilprojekte weitergeführt werden und in welcher Form – teilweise sind vereinfachte Erhebungen oder grössere Zeitabstände zwischen Messkampagnen denkbar –, muss nach der für 2005 geplanten Synthese der Ergebnisse der Evaluationsprojekte getroffen werden.

### **Zeitlicher Ablauf**

Die Berichterstattung über die AUI wird – wie in Kapitel 2.3.5 ausgeführt – im Vierjahresturnus erfolgen. In der ersten Berichtsperiode (2002 bis 2005) werden erst wenige Indikatoren operativ sein. Es handelt sich dabei in erster Linie um Indikatoren, welche in den Modulen zur sektoralen Entwicklungsanalyse der Evaluationsprojekte verwendet wurden (z.B. Stoffbilanzen). Auch die weiteren Informationen zu den Themenbereichen werden in erster Linie aus den Evaluationsprojekten stammen. Parallel zum Abschluss der Evaluationsprojekte (bis 2005) beginnt die Entwicklung und Datenerhebung derjenigen Indikatoren, für welche Vorabklärungen notwendig sind. Diese Entwicklungsarbeit soll 2004 beginnen, sodass während mindestens zwei Jahren beide Vorhaben – Evaluationsprojekte und AUI – parallel laufen werden.

Im Falle einer ersatzlosen Streichung der Evaluationsprojekte entfallen einerseits Informationen zur Wirkungsanalyse (Kausalitäten), andererseits wird für bestimmte

Themenbereiche (insbesondere Wasser/Pflanzenschutzmittel, Boden [Erosion] und Biodiversität/Landschaft) eine Informationslücke bis zirka 2010 entstehen, während der keine aktuellen Daten verfügbar sein werden.

### **2.4.3 Ausblick und Fazit**

Der vorliegende Bericht beschränkt sich auf die laufenden Evaluationsprojekte nach BLW (1999). Diese sind auf den ökologischen Leistungsnachweis und die Direktzahlungsverordnung zugeschnitten, decken jedoch nur einen Teil dieser Instrumente ab.

Über die ökologischen Direktzahlungen hinaus haben auch die allgemeinen Direktzahlungen, mit denen mittels Flächen-, Hang- und Tierhalterbeiträgen sowie mit Zusatzbeiträgen für das offene Ackerland die flächendeckende Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzfläche gesichert werden soll, Auswirkungen auf die Umwelt. Inwiefern die Umweltziele «Schutz und Pflege der Kulturlandschaft» und «Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen» erreicht werden, wurde bisher nicht evaluiert.

Umweltwirkungen haben ausserdem die Produktion und Absatz stützenden Instrumente wie die Milchkontingentierung und die Milchpreisstützung oder die Strukturverbesserungen und Betriebsbeihilfen. Diese Beispiele zeigen, dass immer wieder Evaluationsbedarf für einzelne agrarpolitische Instrumente besteht. Die AUI werden diesen Bedarf nicht befriedigen können, nicht zuletzt, weil sie auch nicht dafür konzipiert sind. In der Planung wurde jedoch darauf geachtet, dass sie so angelegt werden, dass durch einen vergleichsweise geringen Zusatzaufwand gezielte Evaluationsfragen beantwortet werden können. Die AUI genügen dem Anspruch, von direkten politischen Massnahmen, welche sich in vergleichsweise kurzen Zeiträumen ändern, unabhängig und damit robust und langfristig aussagekräftig zu sein (Bunce *et al.* 1996). Die Evaluation der politischen Instrumente kann kurzfristig und fallweise, je nach Interessenlage, auf das Grundgerüst der AUI aufgesetzt werden.



## 3 Fachliche Beschreibung der Indikatoren

Im Folgenden werden die 24 vorgesehenen Agrar-Umweltindikatoren der sechs Themenbereiche kurz erläutert. Die detaillierten Beschreibungen finden sich im Anhang A.

### 3.1 Themenbereich «Stickstoff»

Anhand der Indikatoren im Themenbereich «Stickstoff» wird versucht, den Stoffkreislauf dieses Nährstoffes zu erfassen und dadurch schädigende Effekte in den Umweltkompartimenten Luft, Wasser und Boden frühzeitig zu erkennen. Es lassen sich verschiedene Querverbindungen zwischen den vier Indikatoren dieses Bereichs ausmachen. Das Ziel des Indikators 2a (Potenzielle Stickstoffemissionen) besteht darin, den positiven Saldo der nationalen Stickstoffbilanz (Indikator 1) auf die einzelnen umweltrelevanten Verlustpfade aufzuteilen. Die gesamtschweizerischen Ammoniakemissionen (Indikator 2b) sind wiederum eine Komponente der umweltrelevanten Stickstoffemissionen gemäss Indikator 2a (Potenzielle Stickstoffemissionen). Der Agrar-Umweltindikator «Nitratbelastung des Grundwassers» (3) steht über die Komponente Nitratauswaschung in Beziehung mit den potenziellen Stickstoffemissionen (Indikator 2a): Je grösser die gesamte Stickstoffauswaschung, desto höher müssen die Nitratgehalte im Grundwasser liegen.



Themenbereich  
«Stickstoff».  
Abbildung 2

#### 3.1.1 Indikator 1: Stickstoffbilanz der Landwirtschaft

Die Stickstoffbilanz ist definiert als Differenz zwischen dem Stickstoffeintrag in und dem Stickstoffaustrag aus dem landwirtschaftlich genutzten Boden. Zu den Inputgrössen zählen die tierischen Ausscheidungen (Hofdünger), Mineraldünger, Recycling- und andere Dünger, die biologische Stickstoff-Fixierung (Leguminosen) sowie die Deposition. Die Outputgrössen bestehen aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln und den inländischen pflanzlichen Futtermitteln.

Der Saldo der Stickstoffbilanz setzt sich aus der Änderung der Stickstoffmenge im Boden und den Stickstoffverlusten in die Luft und ins Wasser zusammen. Da sich der Humusgehalt in den schweizerischen Böden nur langsam ändert, ist der Stickstoffüberschuss ein guter Indikator für die Stickstoffverluste in die Luft (Ammoniakverflüchtigung und Denitrifikation [ $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{N}_2$ ]) und die Gewässer (Nitratauswaschung). Ein Teil der Stickstoffverluste ist jedoch unvermeidbar, wenn die Landwirtschaft ihre produktive Funktion zu erfüllen hat.

Die zur Berechnung benötigten statistischen Ausgangsdaten und Hofdüngerrichtwerte werden von verschiedenen Institutionen bereits regelmässig ermittelt. Eine Regionalisierung der Bilanz ist auf Grund der räumlichen Auflösung vieler Eingangsgrössen zurzeit jedoch nicht möglich. Zur Plausibilisierung des Indikators kann die Input-Output-Bilanz gemäss OSPAR (Oslo-Paris-Kommission) oder die «Suisse-Bilanz» (Stickstoff-Bilanz gemäss ÖLN) beigezogen werden.

Die Methode zur Berechnung der Stickstoffbilanz ist breit abgestützt und wird in den OECD-Ländern einheitlich verwendet. In der Schweiz berechnet das BFS die Stickstoffbilanz bereits seit einigen Jahren.

### **3.1.2 Indikator 2a: Potenzielle Stickstoffemissionen**

Bei den potenziellen Stickstoffemissionen handelt es sich um die Summe des Stickstoffs, welcher mutmasslich in die Umwelt entweichen kann und damit nicht pflanzenverfügbar ist. Sie setzen sich aus den Stallverlusten der Tierhaltung, den Verlusten bei der Hofdüngerlagerung, den Ausbringverlusten bei Hof-, Mineral- und Recyclingdüngern sowie dem Anteil des in den Boden gelangenden und von den Pflanzen nicht aufgenommenen Stickstoffs zusammen. Generell wird zwischen umweltrelevanten (Lachgas  $\text{N}_2\text{O}$ , Ammoniak  $\text{NH}_3$  und Nitrat  $\text{NO}_3^-$ ) und anderen Stickstoffemissionen (z.B.  $\text{N}_2$ ) unterschieden; der Indikator berücksichtigt nur die Ersteren.

Gemäss Botschaft des Bundesrates zur Agrarpolitik 2007 (Bundesrat 2002) gilt folgende nationale Zielvorgabe: Die potenziellen Stickstoffemissionen von 96 000 Tonnen pro Jahr im Jahre 1994 sollen bis 2005 (ursprüngliche Zielsetzung 2002) um zirka 22 000 Tonnen auf 74 000 Tonnen Stickstoff pro Jahr reduziert werden.

Die Erhebung des Indikators beruht auf Modellrechnungen auf der Basis von gesamtschweizerischen statistischen Daten und detaillierten Standort-, Betriebs- und Produktionsdaten von 200–300 Buchhaltungsbetrieben bzw. Betrieben der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen (vgl. Kapitel 4.1.3).

Das Institut für Agrarwirtschaft (IAW) der ETH Zürich hat den Indikator bereits mehrmals berechnet. Auf Grund noch ausstehender detaillierter Informationen über die Berechnungsmethode ist eine Vorstudie für eine definitive Beurteilung und allfällige methodische Modifikationen des Indikators unerlässlich.

### **3.1.3 Indikator 2b: Ammoniakemissionen**

Ammoniakemissionen sind der quantitativ wichtigste umweltrelevante Verlustweg von Stickstoff aus der Landwirtschaft. Es geht dabei um die aus der Landwirtschaft durch die Verflüchtigung von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) in die Atmosphäre freigesetzte Menge an Stickstoff. Der Indikator wird mit Modellrechnungen anhand eines Stickstoffflussmodells unter Berücksichtigung der relevanten und erfassbaren produktionstechnischen Einflussvariablen ermittelt (Emission = Aktivitätsrate x Emissionsfaktor). Bei der Berechnung werden folgende landwirtschaftliche Faktoren berücksichtigt: Tierhaltung, Hofdüngerewirtschaft, Düngung, landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Es liegen verschiedene Zielsetzungen auf nationaler und internationaler Ebene vor. Gemäss Botschaft des Bundesrates zur Agrarpolitik 2007 (Bundesrat 2002) sollen die Ammoniakemissionen bis 2005 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um 9% gesenkt werden.

<sup>10</sup>Das nationale Netz zur Beobachtung der Grundwasserqualität (NAQUA) besteht aus zwei Modulen: Das Teilprojekt NAQUA<sub>TREND</sub> mit rund 50 Messstellen dient der langfristigen Beobachtung der Grundwasserqualität, während für spezifische Untersuchungen im Rahmen von NAQUA<sub>SPEZ</sub> rund 500 Messstellen zur Verfügung stehen; in Zusammenarbeit mit den Kantonen werden aus dieser Auswahl entsprechend der Fragestellung die geeignetsten beprobt.

Grundlage für die Berechnung des Indikators bilden regelmässige repräsentative Umfragen über die aktuelle Produktionstechnik. Der methodische Ansatz wird zurzeit an der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) in Zollikofen im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) von Grund auf überarbeitet. Der Abschluss dieser Arbeiten ist für Herbst 2003 vorgesehen.

### 3.1.4 Indikator 3: Nitratbelastung des Grundwassers

Der Nitratgehalt des Grundwassers in landwirtschaftlichem Einzugsgebiet ist ein guter Indikator für die Nitratauswaschung aus Landwirtschaftsflächen und damit auch für eine standortgerechte landwirtschaftliche Bodennutzung hinsichtlich des Grundwasserschutzes. Zu beachten ist allerdings, dass der Indikator – auf Grund des manchmal jahre- bis jahrzehntelangen Aufenthaltes des Wassers im Boden – mit teilweise beträchtlicher Verzögerung auf Änderungen der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung reagiert.

Als agrarökologisches Ziel der Agrarpolitik 2007 (Bundesrat 2002) wird angestrebt, dass der Nitratgehalt bis 2005 in 90% der Trinkwasserfassungen, deren Zuströmbereich landwirtschaftlich genutzt wird, unter 40 Milligramm pro Liter zu liegen kommt. Die Erhebung des Indikators 3 erfolgt im Rahmen des von BUWAL und BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie) betriebenen nationalen Netzes zur Beobachtung der Grundwasserqualität (NAQUA). Die rund 400 Standorte des Messnetzes NAQUA<sub>SPEZ</sub><sup>10</sup> werden in zwei Gruppen aufgeteilt:

- a) in Wasserfassungen, deren Einzugsgebiet vollständig oder zumindest hauptsächlich ganzjährig landwirtschaftlich genutzt wird (die Mehrheit der Fassungen), und
- b) in Wasserfassungen, in deren Einzugsgebiet überwiegend Wald, Siedlungen und/oder unproduktive Flächen vorkommen.

Die erste Gruppe ist die Basis für die Indikatorberechnung, die zweite dient als Kontrollgruppe. Mit Hilfe der Werte dieser Gruppe kann untersucht werden, ob eine allfällige Abnahme der Nitratgehalte in der Gruppe 1 auf Änderungen in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und/oder andere Einflüsse (z.B. Klima) zurückzuführen ist.

## 3.2 Themenbereich «Phosphor»

Analog dem Themenbereich «Stickstoff» wird auch der Phosphorkreislauf partiell untersucht, um umweltschädigende Effekte frühzeitig wahrzunehmen. Die drei Indikatoren dieses Bereiches weisen ebenfalls enge Verknüpfungen auf. So haben Vorzeichen und Ausmass der Saldi der nationalen Phosphorbilanz (Indikator 4) Auswirkungen auf Richtung und Geschwindigkeit der Veränderung der gesamtschweizerisch aggregierten Phosphorgehalte in den Böden (Indikator 5). Die Höhe der Phosphorgehalte in den Böden beeinflusst wiederum Risiko und Ausmass des Phosphoreintrags in die Seen und somit auch deren Phosphorgehalt (Indikator 6).

### 3.2.1 Indikator 4: Phosphorbilanz der Landwirtschaft

Der Agrar-Umweltindikator «Phosphorbilanz der Landwirtschaft» bildet die Differenz zwischen dem Phosphoreintrag in und dem Phosphorausstrag aus dem landwirtschaftlich genutzten Boden ab. Zu den Inputgrössen zählen die tierischen Ausscheidungen (Hofdünger), Mineraldünger, Recycling- und andere Dünger sowie die Deposition. Die Outputgrössen setzen sich aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln und den inländischen pflanzlichen Futtermitteln zusammen. Die Saldi der nationalen Phosphorbilanz geben Auskunft darüber, ob Phosphor in der Landwirtschaft ineffizient eingesetzt wird und das Risiko von umweltrelevanten Phosphorverlusten steigt (positive Saldi), oder ob Phosphorvorräte in den Böden abgebaut werden und Pflanzen allenfalls Phosphormangel zeigen (negative Saldi).



Themenbereich  
«Phosphor».  
Abbildung 3

Die Datengrundlage und Methodik der Phosphorbilanz entspricht jener der Stickstoffbilanz (Indikator 1). Eine Plausibilisierung kann ebenfalls mittels Input-Output-Bilanz gemäss OSPAR oder der «Suisse-Bilanz» (Phosphorbilanz nach ÖLN) erfolgen.

Der Indikator wird in der beschriebenen Weise nächstens von der OECD eingeführt und in vielen Ländern erhoben werden, was auch internationale Vergleiche ermöglichen wird.

### 3.2.2 Indikator 5: Phosphorgehalt der Böden

Die Phosphorgehalte im Boden spiegeln die Düngungsmassnahmen vergangener Jahre wider. Während Phosphorbilanzen meist nur Auskünfte auf Betriebsebene liefern, erlauben parzellenbezogen erhobene Phosphorgehalte in Böden eine räumlich differenziertere Beurteilung der Auswirkungen der Phosphordüngung, insbesondere auch bezüglich der Verteilung von Hofdüngern innerhalb eines Betriebes.

Der Indikator zeigt die Verteilung landwirtschaftlich genutzter Böden auf die Phosphor-Versorgungsklassen A (phosphorarm) bis E (mit Phosphor angereichert) nach GRUDAF (Walther *et al.* 2001). Er macht deutlich, ob in der Vergangenheit dem Pflanzenbedarf entsprechend gedüngt, überdüngt (mit dem Risiko von Phosphorverlusten ins Gewässer) oder zu wenig gedüngt (mit der Folge von Ertrags- und Qualitätseinbussen) wurde. Damit sind Rückschlüsse auf die regionale Entwicklung der Phosphorgehalte im Boden möglich. Aus Sicht der Pflanzenernährung ist die Phosphor-Versorgungsklasse C (genügend Phosphor) anzustreben. Ob dieses Ziel auch bezüglich Umweltrisiken in einem akzeptablen Bereich liegt, muss im Rahmen einer Vorstudie noch genauer abgeklärt werden.

Die Haupteinschränkung dieses Indikators besteht in dessen Trägheit in Bezug auf Veränderungen des Düngungsregimes: Eine Änderung der Phosphorgehalte – vor allem in angereicherten Böden – ist ein mittel- bis langfristiger Prozess, der von mehreren weiteren Einflussfaktoren wie Standorteigenschaften (pH-Wert, Tongehalt, Humusgehalt) und der Bewirtschaftungsintensität abhängig ist.

<sup>11</sup> Artikel 62a des Gewässerschutzgesetzes regelt Abgeltungen des Bundes für Massnahmen der Landwirtschaft zur Verhinderung der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen.

Die zur Indikatorberechnung notwendigen Daten werden voraussichtlich aus zwei Quellen stammen: a) von den im Rahmen des ÖLN untersuchten Bodenproben und b) von parzellenscharf erhobenen Bodenproben eines für die Schweiz repräsentativen landwirtschaftlichen Betriebsnetzes – möglicherweise der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen.

### 3.2.3 Indikator 6: Phosphorbelastung der Seen aus der Landwirtschaft

Phosphor gilt als limitierendes Element für die Algenproduktion in den meisten Seen und ist somit Hauptursache der in der Schweiz anzutreffenden Eutrophierung. Nachdem andere Quellen drastisch reduziert wurden, stammt der Phosphoreintrag heute überwiegend aus der Landwirtschaft.

Mit Indikator 6 wird die Entwicklung des Gehaltes an Gesamtphosphor im Wasser ausgewählter Seen verfolgt. Dabei wird innerhalb einer Stichprobe der Anteil der Seen mit signifikanter Abnahme des Phosphorgehaltes im Vergleich zu einem Referenzjahr ausgewiesen. Der Phosphorgehalt in den untersuchten Seen wird als Jahresmittelwert des Gesamtphosphors im durchmischten Freiwasser ( $\mu\text{g P/l Wasser}$ ) definiert.

Für die Indikatorerhebung kommen nur ausgewählte Seen in Frage, bei welchen einerseits der Einfluss der Landwirtschaft sehr gross ist und andererseits der Beitrag der anderen Quellen abgeschätzt werden kann. Weiter sollten die Seen alljährlich durchmischt sein. Für sechs mittelgrosse Seen, welche diese Kriterien erfüllen, bestehen bereits Messreihen zum Phosphorgehalt: Sempacher-, Baldegger-, Hallwiler-, Greifen-, Zuger- und Pfäffikersee. Auf Grund der räumlichen Konzentration auf das zentrale Mittelland, der unterschiedlichen Zielgrössen, der teilweisen künstlichen Belüftung und der speziellen Massnahmen zur Seesanieung im Rahmen der 62a-Projekte<sup>11</sup> sind sie jedoch nicht repräsentativ für die Schweizer Landwirtschaft. Es wird deshalb der Einbezug weiterer Seen empfohlen, sodass Daten von insgesamt 15–20 Seen berücksichtigt werden (für sechs zusätzliche sind bereits geeignete Messreihen vorhanden).

Die Methode zur Bestimmung der Phosphorgehalte ist etabliert und stellt keine Schwierigkeiten dar; Probenahmen im See wie Analytik im Labor erfolgen nach Standardmethoden.

## 3.3 Themenbereich «Energie und Klima»

Im Themenbereich «Energie und Klima» interessieren insbesondere der sparsame Einsatz an nichterneuerbarer Energie sowie die treibhausrelevante Emissionen aus der Landwirtschaft. Mit dem Indikator 7 «Energieverbrauch in der Landwirtschaft» wird der Einsatz fossiler Energie ermittelt. Der Indikator 8a (Energieeffizienz) baut darauf auf und berechnet – wie es der Name sagt – die Effizienz des Energieeinsatzes. Die in der Landwirtschaft ausgestossenen klimawirksamen Treibhausgase Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) werden mit Indikator 8b erfasst.

### 3.3.1 Indikator 7: Energieverbrauch

Dieser Indikator gibt Auskunft über den Verbrauch des Sektors Landwirtschaft an nichterneuerbaren Energieressourcen (Kohle, Gas, Rohöl, Uran usw.). Berücksichtigt werden sowohl der direkte Energieeinsatz in Form von Diesel, Elektrizität usw. (inklusive der Aufwendungen für die Bereitstellung) wie auch der indirekte Energieeinsatz (Herstellungenergie der Inputs wie Dünger über ihren gesamten Lebensweg, graue Energie in den Gebäuden usw.).

Die Berechnung erfolgt im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen gemäss der im Bericht Pfefferli *et al.* (2001) beschriebenen Methode. Es wird der Energiebedarf ausgewählter Landwirtschaftsbetriebe bestimmt und auf den

gesamten Landwirtschaftssektor Schweiz hochgerechnet. Plausibilisiert werden die Ergebnisse mittels nationaler statistischer Daten.

### 3.3.2 Indikator 8a: Energieeffizienz

Die Schweizer Landwirtschaft hat im internationalen Vergleich eine tiefe Energieeffizienz. Conforti und Giampetro (1997) ermittelten, dass die Schweiz in den Jahren 1990–1991 unter 78 untersuchten Ländern den drittletzten Rang belegte.

Mit dem Indikator 8 soll nun die Effizienz des Einsatzes an nichterneuerbaren Energien in der Landwirtschaft eruiert werden. Dazu wird die eingesetzte fossile Energie zur «verdaulichen» (in Nahrungsmitteln enthaltenen) Energie in Beziehung gesetzt. Bei Futtermitteln erfolgt eine Umrechnung auf Grund von Standardszenarios, wie in Rossier und Gaillard (2001) beschrieben.

Die Berechnung des Indikators basiert auf den Daten von Indikator 7 und wird ebenfalls in das Projekt Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen integriert.



Themenbereich  
«Energie und Klima».  
Abbildung 4

### 3.3.3 Indikator 8b: Treibhausgase

Die Reduktion der Treibhausgase ist ein zentrales Umweltanliegen. Mit dem Indikator 8b werden die Emissionen der Treibhausgase Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) aus der Landwirtschaft ermittelt (in  $\text{CO}_2$ -Äquivalenten). Basierend auf dem Energiebedarf ausgewählter Landwirtschaftsbetriebe (gemäss den Berechnungen für Indikator 7) wird der  $\text{CO}_2$ -Ausstoss bestimmt. Die Ermittlung der  $\text{CH}_4$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen erfolgt nach der Methode, wie sie in Minonzo *et al.* (1998) und Schmid *et al.* (2000) beschrieben und in Rossier und Gaillard (2001) angewandt wurde. Ebenfalls berücksichtigt werden die  $\text{CH}_4$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen, welche anlässlich der Bereitstellung der Inputs und der Energieträger entstehen. Letztere werden auf der gleichen Basis wie die  $\text{CO}_2$ -Emissionen bestimmt.

Die Emissionsdaten der Betriebe werden wie für die Indikatoren 7 und 8a im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen erhoben und nach deren Grundsätzen auf den Landwirtschaftssektor Schweiz hochgerechnet. Die Gewichtung der Treibhausgase untereinander erfolgt gemäss der IPCC-Methode<sup>12</sup> (IPCC 2001).

<sup>12</sup>Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen).

### 3.4 Themenbereich «Wasser»

Anhand von fünf Indikatoren werden im Themenbereich «Wasser» verschiedene Aspekte des Gewässerschutzes untersucht. Dabei werden die zwei Substanzklassen Pflanzenschutzmittel (PSM) und Tierarzneimittel (TAM) berücksichtigt. Bezüglich PSM werden mit dem Indikator 9a (Gebrauch von PSM) und den darauf aufbauenden Indikatoren 10 (Risiko aquatischer Ökotoxizität) und 11a (PSM im Grundwasser) alle drei Indikatorentypen (Antriebskraft, Umweltauswirkung, Umweltzustand) abgedeckt. Im Bereich der TAM kann mit dem «Gebrauch von TAM» (Indikator 9b) nur der Typ «Antriebskraft» untersucht werden, da der geplante Zustandsindikator TAM (11b)

Themenbereich  
«Wasser».  
Abbildung 5



<sup>13</sup>Die Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerates (UREK-S) beauftragte mit dieser Motion den Bundesrat 1994 mit der Ausarbeitung einer Gesetzesvorlage für die Einführung von Lenkungsabgaben auf Mineraldünger, Hofdünger-Überschüsse und Pflanzenschutzmittel innerhalb von fünf Jahren, «falls mit den neu eingeführten umwelt- und agrarpolitischen Instrumenten für eine umweltverträgliche Landwirtschaft nicht die beabsichtigte Wirkung erzielt worden ist» (Bundesrat 2003).

<sup>14</sup>Beispielsweise durch die Vermeidung von Mykotoxinen.

auf Grund fehlender wissenschaftlicher Grundlagen zurzeit nicht realisierbar ist. Die Indikatoren 9a (Gebrauch von PSM) und 10 (Risiko aquatischer Ökotoxizität) sind thematisch von der Antwort des Bundesrates auf die Motion UREK-S betroffen<sup>13</sup>. Demnach haben BUWAL und BLW dafür zu sorgen, dass die Anwendung der PSM repräsentativ erfasst und die damit verbundene Entwicklung des Risikos für die Umwelt mit geeigneten Indikatoren geschätzt wird (Bundesrat 2003). Zwei weitere Indikatoren, welche das Element «Wasser» betreffen, sind aus konzeptuellen Gründen in den Themenbereichen «Stickstoff» (Indikator 3: Nitratbelastung des Grundwassers) und «Phosphor» (Indikator 6: Phosphorgehalt in Seen) angesiedelt.

#### 3.4.1 Indikator 9a: Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist sowohl mit einem Nutzen (Sicherung der landwirtschaftlichen Produktion und der Konsumentengesundheit<sup>14</sup>) als auch mit Risiken für Umwelt, Konsumenten und Anwender verbunden. Auf Grund dieses Zielkonfliktes zwischen Nutzen und Risiko kommt der Ermittlung zuverlässiger Informationen zum PSM-Gebrauch grosse Bedeutung zu.

Der Indikator 9a erfasst die Mengen der in der Landwirtschaft eingesetzten einzelnen Wirkstoffe, Wirkstoffgruppen (wie Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren) sowie das Total der eingesetzten PSM. Die Mengenangaben werden kulturspezifisch ermittelt und beziehen sich auf die gesamte Anbaufläche oder eine einzelne Hektare.

Mit diesen Daten sind Aussagen über die Menge der eingesetzten Pflanzenschutzmittel (Wirkstoffe und Produkte) auf der Ebene der Schweiz, der Kulturen und eventuell der Regionen möglich. Weiter erlauben sie die Darstellung nationaler Trends des PSM-Gebrauchs sowohl in Abhängigkeit von der Zeit als auch als Funktion kulturspezifischer Änderungen (zum Beispiel neue PSM-Spektren, andere Kulturen, neue Anbautechniken).

Wegen der sehr grossen Unterschiede zwischen den einzelnen Wirkstoffen bezüglich ihrer ökotoxischen Eigenschaften und ihres Verhaltens in der Umwelt erlaubt der Indikator keine Rückschlüsse auf die Gefährdung der Umwelt, sondern nur auf den potenziellen Druck, den die Landwirtschaft auf sie ausübt.

Gemäss Zielsetzung der Agrarpolitik 2007 (Bundesrat 2002) soll der Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln bis 2005 gegenüber dem Referenzjahr 1991/92 um 30% gesenkt werden.

Die Datenerhebung erfolgt mittels repräsentativer Umfragen – basierend auf a) den Feldkalendern der Landwirte (evtl. in elektronischer Form) oder b) dem Projekt «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen»; im Rahmen einer Vorstudie soll die geeignetere Methode eruiert werden. Die PSM-Verkaufszahlen dienen der Plausibilisierung der Umfrageergebnisse.

Der Indikator bildet die Grundlage für die Berechnung der ökotoxikologischen Risiken in Gewässern (Indikator 10) und der PSM im Grundwasser (Indikator 11a<sup>15</sup>).

### **3.4.2 Indikator 9b: Gebrauch von Tierarzneimitteln (TAM)**

Eine nachhaltige Tierproduktion setzt voraus, dass nur so viele TAM eingesetzt werden, wie aus Sicht des Wohlergehens der Tiere erforderlich sind. Der Einsatz für eine Förderung des Wachstums widerspricht dem Gedanken der Nachhaltigkeit. Der Indikator «Gebrauch von TAM» gibt Hinweise über die Einhaltung dieser Grundsätze.

Dafür werden die Mengen der in der Tierhaltung eingesetzten einzelnen medizinischen Wirkstoffe, Wirkstoffgruppen (Antibiotika, Antiparasitika, Hormone, TAM mit spezieller Bedeutung) sowie das Total der eingesetzten TAM erfasst. Die gesamtschweizerischen Mengenangaben beziehen sich auf alle Tiere der Nutztierkategorien Rindvieh, Schweine, Geflügel und Pferde/Schafe/Ziegen.

Der Indikator erlaubt nutztierspezifische Aussagen über die Menge der eingesetzten TAM in der Schweiz sowie die Darstellung nationaler Trends beim Einsatz von TAM. Aussagen über Risiken für die Umwelt sind jedoch nur bedingt möglich, da die Mengen allein kein Mass für schädigende Effekte sind; Umweltverhalten und ökotoxikologische Risiken wenig bekannter Stoffe müssten bei Bedarf durch zusätzliche Studien abgeklärt werden.

Die Datenerhebung geschieht im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen, wodurch die Qualität der Angaben gezielt hoch gehalten werden kann. Die Auswahl der rund 240 auf TAM-Gebrauch untersuchten Betriebe erfolgt zwar nicht zufällig, aber die Art der Stratifizierung und die Anzahl der Stichproben scheinen für den Indikator durchaus geeignet zu sein. Zur Plausibilisierung werden die Angaben über die TAM-Verschreibung herangezogen, sobald diese erhältlich sind. Das Auswertungsverfahren und die Berechnungsmethoden müssen in einer Vorstudie noch festgelegt werden.

### **3.4.3 Indikator 10: Risiko aquatischer Ökotoxizität**

Mit diesem Indikator werden die ökotoxikologischen Risiken von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässern modelliert. Dies geschieht auf der Basis des Verhältnisses zwischen Toxizität und Exposition (TER: toxicity/exposure ratios) der jeweiligen Wirkstoffe. Die Toxizität umfasst die akute und chronische Toxizität bei Algen, Daphnien und Fischen. Als Mass für die kurzfristige und langfristige Exposition werden theoretische Konzentrationen der Stoffe in den Gewässern (PEC: predicted envi-

<sup>15</sup> Sofern für diesen Indikator auf die GUS-Methode zurückgegriffen wird (siehe dazu Kapitel 3.4.4).



ronmental concentration) verwendet, welche sich aus für die Schweiz tauglichen EU-Szenarien ergeben.

Das Verhältnis von Exposition zu Toxizität ist ein Mass für das kulturspezifische Risiko eines Wirkstoffes. Durch Addition der kulturspezifischen Risiken der Wirkstoffe wird ein aggregierter Risikoindikator berechnet (OECD 2000a; 2002).

Der Indikator ist ein relativer Wert und erlaubt Aussagen über kumulierte ökotoxische Risiken der eingesetzten PSM auf nationaler Ebene. Die Risiken können desaggregiert werden auf die Ebenen Kultur, betroffene Organismen und akute/chronische Effekte. Eine Aufzeichnung von Risikotrends ist sowohl retrospektiv (mit realen PSM-Verbrauchszahlen) als auch prospektiv (mit prognostizierten PSM-Verbrauchszahlen) möglich. Absolute Risikoabschätzungen sind aber auf Grund der Aggregation der Risiken verschiedener Wirkstoffe in den Organismen nicht realisierbar.

Die Datengrundlage für die Indikatorberechnung bildet einerseits der Indikator 9a (Gebrauch von PSM), andererseits werden Angaben aus Datenbanken und Registrierungsdossiers verschiedener Quellen benötigt. Die enge Anlehnung an die Konzepte des EU-Bewilligungsverfahrens bietet nebst weiteren Vorteilen durch die Vergleichbarkeit mit Resultaten anderer Länder auch eine Plausibilisierungsmöglichkeit für den Indikator.

Ein Vorprojekt zur Adaptierung des Indikators an die für die Schweiz spezifischen Rahmenbedingungen ist für eine erfolgreiche Implementierung notwendig.

#### **3.4.4 Indikator 11a: Pflanzenschutzmittel (PSM) im Grundwasser**

Der Indikator 11a soll einen Umweltzustand abbilden und sich deshalb möglichst auf Messwerte abstützen. In einem früheren Vorschlag wurde aus diesem Grund die Verwendung von Daten des Nationalen Netzes zur Qualitätsbeobachtung des Grundwassers (NAQUA) vorgesehen. Im Verlauf von Konsultationen mit Fachexperten des BUWAL, der EAWAG, der FAW und des BLW hat sich jedoch herausgestellt, dass die gemessenen Werte aus NAQUA<sub>spez</sub> aus mehreren Gründen (siehe Indikatorbeschreibung im Anhang A) den spezifischen Anforderungen eines Agrar-Umweltindikators nur teilweise genügen. Im Folgenden wird deshalb eine machbare Alternative für den Indikator 11a auf rechnerischer Basis vorgestellt, deren Vorteile zum jetzigen Zeitpunkt die Nachteile überwiegen<sup>16</sup>. Die Daten aus NAQUA<sub>spez</sub> finden auch bei diesem Vorschlag Verwendung: sie spielen eine wichtige Rolle bei der Plausibilisierung der berechneten Indikatorwerte.

Mit Hilfe des «Groundwater Ubiquity Score» (GUS) nach Gustafson (1989) wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass ein PSM-Wirkstoff ins Grundwasser gelangt. Berücksichtigt werden dabei der Abbau (über die Halbwertszeit) und die Sorption (anhand von Konstanten) der Wirkstoffe im Boden. Die GUS-Scores der einzelnen PSM-Wirkstoffe (ggf. auch wichtiger Metaboliten) werden mit den Verbrauchszahlen (aus Indikator 9a) gewichtet und pro Kultur und/oder pro Region aggregiert. Ebenfalls berücksichtigt werden kann die Applikationsart, da zum Beispiel bei Blattapplikationen nur ein Teil der applizierten Wirkstoffmenge auf den Boden gelangt.

Der Indikator erlaubt Aussagen über das kumulierte, relative Potenzial für die Grundwasserbelastung der eingesetzten PSM auf nationaler Ebene. Je nach Detaillierungsgrad der zur Verfügung stehenden Verbrauchsdaten besteht die Möglichkeit, den Indikator auf die Ebenen «Kultur» und/oder «Region» zu desaggregieren. Trends über mehrere Jahre können verglichen und die für Veränderungen vorwiegend verantwortlichen Anwendungen identifiziert werden (Verschiebung im Spektrum von Kulturen, Verschwinden von Krankheiten, Auftauchen neuer Schädlinge, Markteinführung neuer PSM usw.). Die Interpretationsgrenzen hängen in hohem Ausmass von der Qualität der Angaben zum Gebrauch der PSM (Indikator 9a) ab.

Die zur Berechnung notwendigen Daten sind den geplanten Umfragen für Indikator 9a sowie bestehenden Datenbanken und Registrierungsdossiers zu entnehmen.

<sup>16</sup>Der Indikator wechselt dabei den Typ von Umweltzustand zu Umweltauswirkungen.

Während der GUS als einfaches Werkzeug zur Abschätzung des Verlagerungspotenzials einzelner Wirkstoffe im Boden hinreichend etabliert ist, sind aggregierte, auf GUS basierende Indikatoren in der Literatur nicht beschrieben; es muss daher noch Entwicklungsarbeit geleistet werden.

### 3.4.5 Indikator 11b: Tierarzneimittel (TAM) im Wasser

Unter dieser Bezeichnung sollte ein Indikator definiert werden, welcher den Status der Umwelt bezüglich den TAM beschreibt. Über die Art der Realisierung des Indikators bestanden am Ende der Projektphase I jedoch keine konkreten Vorstellungen. Um abzuklären, wie ein solcher Indikator auszusehen hätte, wurden in der Phase II mit Fachleuten verschiedener Institutionen Gespräche geführt. Die konsultierten Institutionen umfassen FAW, EAWAG, BUWAL, BVET und BLW.

Die Fachexperten waren sich einig, dass die wissenschaftlichen Grundlagen bei diesem Thema nicht ausreichen, um einen Indikator zu definieren. Chemischanalytische Messungen sind – wie bei den Pflanzenschutzmitteln – aufwendig und teuer. Sie sind nur sinnvoll, wenn in definierten Umweltkompartimenten gezielt nach bestimmten Verbindungen gesucht wird. Auch eine Modellierung des Verhaltens der Tierarzneimittel ist zurzeit schlecht möglich, da wichtige Parameter wie etwa die Abbau-geschwindigkeit oder Sorptionskapazität bisher kaum untersucht worden sind.

Die Definition eines Indikators zu diesem Thema zu einem späteren Zeitpunkt ist denkbar. Vorerst müssten aber mittels angewandter Forschungsprojekte, in welchen das Verhalten von ausgewählten TAM in genau definierten Umwelt-/Landwirtschafts-kompartimenten untersucht wird, die nötigen Grundlagen erarbeitet werden.

Aus den dargelegten Gründen soll der Indikator 11b nicht im Themenbereich «Wasser» der Agrar-Umweltindikatoren bearbeitet werden. Allenfalls könnte seine spätere Bearbeitung durch die Unterstützung angewandter Forschungsprojekte vorbereitet werden.

## 3.5 Themenbereich «Boden»

Der Themenbereich «Boden» berücksichtigt Aspekte der nachhaltigen Bodennutzung in Bezug auf das Gefährdungspotenzial durch physikalische Beeinträchtigungen sowie hinsichtlich der Bodenqualität. Mit den vier ausgearbeiteten Indikatoren Bodenbedeckung (12), Erosionsrisiko (13), Mikrobielle Biomasse (14a) und Schwermetallgehalte (14b) werden diese beiden Aspekte mit räumlich unterschiedlichem Auflösungsgrad und da-



Themenbereich  
«Boden».  
Abbildung 6

mit verbunden auch unterschiedlichem Standort- und Bewirtschaftungsbezug abgebildet. Ein weiterer Indikator, welcher über einen Teilbereich der Bodenqualität Auskunft gibt, ist aus konzeptuellen Gründen im Themenbereich «Phosphor» (Indikator 5: Phosphorgehalt der Böden) angesiedelt.

### **3.5.1 Indikator 12: Bodenbedeckung**

Bedeckung und Durchwurzelung durch landwirtschaftliche Kulturen haben für den Boden sowohl eine physikalische Schutzfunktion als auch eine günstige Wirkung auf dessen Gefüge und Organismen. Bodenbearbeitungsverfahren bzw. Bestelltechniken mit reduzierter Bearbeitungsintensität verbessern den Bedeckungsgrad und vermindern gleichzeitig mechanische Belastungen des Gefüges.

Der Indikator 12 ist ein Mass für den Bodenbedeckungsgrad der landwirtschaftlichen Nutzfläche ohne Spezialkulturen, Dauerkulturen und Kulturen in geschütztem Anbau (nachstehend als LN\* bezeichnet). Dieser wird bestimmt durch die Kulturwahl, die Fruchtfolgegestaltung sowie die Bestelltechniken. Die Gesamtaussage ergibt sich aus zwei Teilindikatoren:

- a) dem Bedeckungsgrad, der durch das Bodennutzungssystem erreicht wird – berücksichtigt wird hierfür die Art und der Flächenanteil der Hauptkulturen bei der Nutzung der LN\*;
- b) dem Ausmass an Kompensation fehlender Bodenbedeckung – basierend auf dem Einsatz besonders bodenschonender Anbautechniken bei der Bewirtschaftung der Ackerflächen (ohne Spezialkulturen).

Der Bedeckungsgrad der LN\* durch die Hauptkulturen wird mit der flächengewichteten Summe der einzelnen Bedeckungsgrade aller Hauptkulturen der LN\* ermittelt. Letztere berücksichtigen den Bedeckungsindex auf Grund von Bedeckungsintensität x Bedeckungsdauer.

Die Anteile an Zwischenkulturen und bodenschonenden Bodenbearbeitungsverfahren bzw. Bestelltechniken werden auf der Basis ihres Flächenanteils an der Ackerfläche bzw. jenes der Zwischenkulturen an der offenen Ackerfläche berechnet.

Das Hauptproblem des Indikators besteht darin, dass dieser zwei Teilindikatoren umfasst, die sich nicht zu einer einzigen Kennzahl aggregieren lassen; fehlende Detailangaben zum Zeitpunkt der Anwendung bodenschonender Bestelltechniken, der Dauer von Zwischenkulturen usw. verunmöglichen die Berechnung eines integralen Bodenbedeckungsgrades. Dennoch sollten beide Aspekte berücksichtigt werden: Der Bedeckungsgrad durch die Hauptkulturen gibt Hinweise auf einen grundsätzlichen Wandel der Bodennutzung, während die Flächenanteile von Zwischenkulturen und bodenschonenden Bearbeitungsverfahren und Bestelltechniken zeigen, wie weit sich bodenschonende Anbautechniken verbreitet haben. Zudem dient der Indikator auch als statistische Bezugsgrösse für die gesamtschweizerische Einordnung der Ergebnisse aus dem auf Testgebiete bezogenen Indikator 13 (Erosionsrisiko).

Die Datenbasis für die Indikatorberechnung bilden Daten einer erweiterten Betriebszählung des BFS kombiniert mit Literaturdaten. Die Erhebung der notwendigen Zusatzdaten durch das BFS sowie weitere offene Fragen bezüglich der Datenbeschaffung und -auswertung müssen im Rahmen einer Vorstudie geklärt werden. Eine Plausibilisierungsmöglichkeit ergibt sich voraussichtlich mit den Daten der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen.

### **3.5.2 Indikator 13: Erosionsrisiko**

Das potenzielle Erosionsrisiko ist durch die Boden- und Klimaeigenschaften sowie die Topografie gegeben. Der Indikator 13 gibt Aufschluss darüber, wie dieses potenzielle

Erosionsrisiko durch landwirtschaftliche Massnahmen sowie weitergehende meliorative Eingriffe in das Abflussregime ackerbaulich genutzter Flächen beeinflusst wird. Der berechnete Indikator besteht aus einem dimensionslosen Faktorwert zwischen 0 und 1. Gemäss zugrunde liegender Modellvorstellung setzt sich das aktuelle Erosionsrisiko aus den Komponenten «potenzielles Erosionsrisiko» und «Reduktion durch Bodenbedeckung bzw. Bewirtschaftung» zusammen. Während Ersteres den standortgegebenen maximal möglichen Bodenabtrag beziffert, gibt Letzteres an, wie stark dieses maximale Erosionsrisiko durch Bewirtschaftungsmassnahmen verringert werden kann.

Konkret werden für den Indikator «Erosionsrisiko» zwei methodische Ansätze parallel verfolgt und deren Resultate miteinander verglichen:

- Indirektes Monitoring: Berechnung des bewirtschaftungsbedingten Erosionsrisikos (unter Einbezug der Faktoren Bodenbearbeitung, Fruchtfolge und Erosionsschutzmassnahmen) auf Grund der an Schweizer Verhältnisse angepassten Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG);
- Direktes Monitoring: Kartierung aktueller Erosionsschäden im Feld (und somit Erfassung der realen Bodenabträge).

Die Kombination von indirektem und direktem Monitoring ist notwendig, da das ABAG-Modell für die Schweiz nicht validiert ist, nur langjährige mittlere Bodenabträge wiedergibt und schwerpunktmässig nur die flächenhafte Erosion erfasst. Die Kartierung ist dagegen stark witterungsabhängig und erfasst schwerpunktmässig die lineare Erosion sowie mögliche Schäden ausserhalb einzelner Parzellen (zum Beispiel Gewässerverschmutzung durch Phosphoraussträge usw.). Beide Ansätze ergänzen sich und liefern zusammen ein umfassendes Bild über das Erosionsrisiko bzw. die realen Bodenabträge.

Sowohl für die Betriebsbefragungen zu Fruchtfolge und Bodenbearbeitungsverfahren wie auch für die Erosionskartierungen ist eine Anlehnung an die Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen bzw. die NABO-Standorte weiter zu prüfen. Eine Erosionsgefährdungskarte der Schweiz müsste als Vorstudie zur Auswahl repräsentativer, erosionsgefährdeter Gebiete für die Detailuntersuchungen erarbeitet werden.

### **3.5.3 Indikator 14a: Mikrobielle Biomasse**

Die mikrobielle Biomasse umfasst die Menge (Masse) aller Bodenmikroorganismen; dazu gehören Bakterien, Pilze, Algen und Protozoen. Für die biologische Charakterisierung der Bodenqualität spielen die Menge, die Zusammensetzung und die Aktivität der Mikroorganismen eine zentrale Rolle. Bestimmungen der mikrobiologischen Eigenschaften eines Bodens (das Resultat chemischer, physikalischer und biologischer Prozesse) stellen somit Indikatoren der Bodenqualität dar, die deren kurz-, mittel- und langfristige Veränderungen integrierend anzeigen können. Sie vermögen Informationen über Wirkungen zu liefern, die auf Grund rein chemisch-physikalischer Analysen nicht erkennbar sind.

Der Indikator 14a ermittelt den Zustand und die Entwicklung der Menge der Bodenmikroorganismen und damit eine wichtige biologische Komponente des Bodens. Zusätzlich zur Biomasse werden der  $C_{org}$ -Gehalt, der pH-Wert und die Körnung des Bodens bestimmt, da sie zur Interpretation der Ergebnisse notwendig sind.

Der Indikatorwert ist ein durchschnittlicher Relativwert der an den untersuchten Standorten gemessenen Biomasse-Kohlenstoffgehalte bezogen auf die jeweils nach bodenchemischen und -physikalischen Eigenschaften zu erwartenden Gehalte (gemessener Wert / Erwartungswert in %).

Der Indikator gibt Hinweise auf die Qualität der Funktion des Bodens als Lebensraum für eine standorttypische Lebensgemeinschaft. Eine Abnahme der mikrobiellen

Biomasse zeigt eine Gefährdung der biologischen Aktivität und der Abbaufähigkeit eines Bodens an und damit langfristig auch die Gefahr für negative physikalische und chemische Veränderungen des Bodens sowie schwerwiegende Beeinträchtigungen der Stoffkreisläufe.

Die erforderlichen Beprobungen zur Bestimmung der mikrobiellen Biomasse und der Begleitparameter werden voraussichtlich im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen (ZA-ÖB) oder der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) stattfinden; weitere Vorabklärungen sind diesbezüglich nötig. Das Vorgehen, die Auswahl der Parameter und Methoden sowie die Durchführung der Bestimmungen sind bereits festgelegt.

#### **3.5.4 Indikator 14b: Schwermetallgehalte**

Schwermetalle können im Boden akkumuliert werden und ab einer kritischen Konzentration für Pflanzen, Tiere und Menschen wie auch Mikroorganismen toxisch wirken. Für die Landwirtschaft sind Cadmium (Cd), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) von besonderer Bedeutung, da sie unter anderem massgeblich durch die landwirtschaftliche Praxis in die Böden gelangen. Alle drei Elemente finden sich in Abfalldüngern; Cadmium bzw. Kupfer sind zudem in Rohphosphatdüngern bzw. in Pflanzenschutzmitteln vorhanden. Schliesslich gelangen Kupfer und Zink auch durch den Einsatz von Kraftfutterzusätzen in die Böden. Aus diesen Gründen werden diese Schwermetalle für den Indikator ausgewählt.

Der Indikator 14b ist definiert als die Veränderung der Anzahl Richtwertüberschreitungen für Totalgehalte der untersuchten Böden, einzeln bei Cd, Cu und Zn. Werden entsprechende Richtwerte überschritten, so gilt die Bodenfruchtbarkeit langfristig als nicht mehr gewährleistet und die Kantone haben die Ursachen der Belastung zu eruiieren (Art. 8 VBBö, Bundesrat 1998b). Dies gilt auch bei einem deutlichen Anstieg der Schwermetallgehalte. Werden entsprechende Prüfwerte überschritten, so ist zu untersuchen, ob die Belastung des Bodens Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet (Art. 9 VBBö, Bundesrat 1998b).

Die Aussagekraft einer Richtwert-Überschreitung ist element- und standortbezogen und im Rahmen ihrer Unsicherheit zu interpretieren. Eine der Hauptschwierigkeiten für die Interpretation der Messergebnisse stellt die Tatsache dar, dass neben der Landwirtschaft zahlreiche weitere Eintragsquellen für Schwermetalle existieren, unter anderem die Lufteinträge. Zudem gelangen Schwermetalle nicht nur zivilisationsbedingt in den Boden, sondern kommen auch natürlich in der Umwelt vor.

Als Erhebungsmethode ist die Nutzung des landesweit bestehenden Referenzmessnetzes zur langfristigen Beobachtung der Schwermetallgehalte im Boden (NABO) vorgesehen. Laboranalysen der 72 landwirtschaftlich genutzten NABO-Standorte (von insgesamt 105) bilden den Kern der Datenbasis dieses Indikators. Mittels verschiedener Literaturdaten (u.a. zum nationalen Moos-Monitoring und aus dem nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe) sowie der Bewirtschaftungsprotokolle der Betriebe werden die Labormessungen plausibilisiert.

Infolge der Anlehnung des Indikators 14b ans NABO ist er ohne Zusatzaufwand realisierbar.

### **3.6 Themenbereich «Biodiversität und Landschaft»**

Die fünf Indikatoren des Themenbereichs «Biodiversität und Landschaft» bilden Entwicklungen im Bereich der Artenvielfalt, der Lebensraumvielfalt und des Landschaftsbildes ab. Die Indikatoren ergänzen sich sowohl konzeptionell als auch bezüglich der Datenerhebung. Konzeptionell wird der Indikator der Sparte «Landwirtschaftliche Praktiken» (Indikator 15: Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität)



Themenbereich  
«Biodiversität und  
Landschaft».  
Abbildung 7

durch den Zustandsindikator 17b «Vielfalt der Lebensräume», der Indikator der Sparte «Landwirtschaftliche Prozesse» (Indikator 16: Potenzielle Auswirkungen landwirtschaftlicher Tätigkeiten auf die Biodiversität) durch den Zustandsindikator 17a «Vielfalt der Wildarten» ergänzt. Während die beiden Indikatoren zur Artenvielfalt (16, 17a) notwendigerweise auf Gefässpflanzen und ausgewählte faunistische Gruppen beschränkt bleiben, erlauben die Indikatoren zur Lebensraumvielfalt (15, 17b) eine Ausweitung auf die gesamte Biodiversität und erschliessen auch den Einfluss der Landschaftsstruktur auf sie. Darüber hinaus wird mit dem Indikator 17c «Prägende Landschaftselemente» die rein naturwissenschaftliche Betrachtung unter Einbezug der Gesellschaft auf das Landschaftsbild ausgeweitet.

Die Datenerhebung ist so geplant, dass eine starke Vernetzung dieser Indikatoren untereinander und mit externen Erhebungen zu grossen Synergieeffekten führt.

### 3.6.1 Indikator 15: Ökologische Ausgleichsflächen mit Mindestqualität

Die ökologischen Ausgleichsflächen stellen eine wesentliche Anstrengung des Sektors Landwirtschaft zur Erhaltung der Biodiversität in der Agrarlandschaft dar. Mit dem Indikator wird beabsichtigt, den Anteil ökologischer Ausgleichsflächen (öAF) mit ökologischer Mindestqualität an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) zu bestimmen. Die Mindestqualität wird dabei nach der Öko-Qualitätsverordnung (ÖQV) definiert. In dieser Konzeption erlaubt der Indikator eine Aussage über den Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, auf welchem mit dem Instrument der öAF ein Beitrag zur Erhaltung bzw. zur Förderung der Artenvielfalt geleistet wird.

Grundlage für die Indikatorerhebung bildet die für den Indikator 17b zu erstellende Lebensraumkartierung von Testflächen. Innerhalb dieser Testgebiete werden die ökologischen Ausgleichsflächen lokalisiert und anschliessend wird aus diesen eine Stichprobe gezogen. Auf den ausgewählten Flächen werden Vegetations- und gegebenenfalls faunistische Aufnahmen durchgeführt. Durch die gleichartige Beprobung intensiv genutzter Flächen (Nicht-öAF) als Kontrollgruppe wird eine Einschätzung der Ergebnisse möglich.

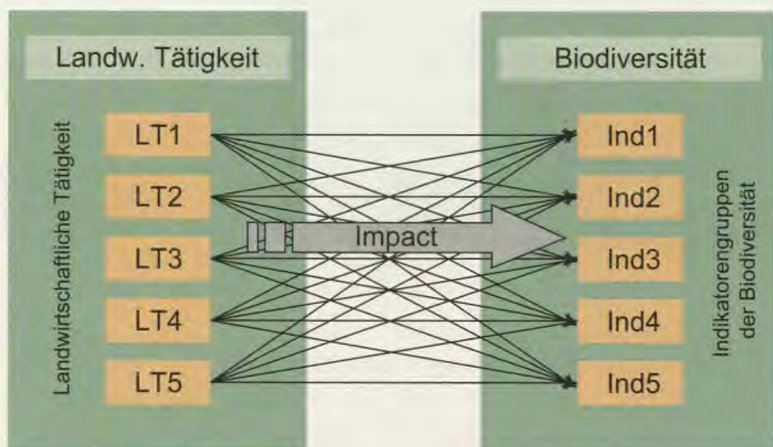
Die Nutzung der vom BLW geführten AGIS-Statistik als Basis für die Indikatorberechnung wird unter anderem aus Gründen der Robustheit gegenüber Änderungen der

Politikmassnahmen nicht empfohlen. Die AGIS-Daten werden jedoch für die Plausibilisierung der Indikatorwerte herangezogen.

Bis zur Implementierung des Indikators ist noch Forschungsarbeit erforderlich; in einer Vorstudie sollen die Indikatoren 15, 17b und 17c gemeinsam entwickelt werden.

### 3.6.2 Indikator 16: Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität

Beim Indikator 16 geht es um die Modellierung möglicher Auswirkungen der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität im Sinne der Vielfalt an Pflanzen und Tieren; dabei ist der vorausschauende Charakter dieses Indikators zu beachten. Der Indikator basiert auf dem laufenden FAL-Projekt über die Biodiversität in Ökobilanzen.



Zusammenhänge zwischen landwirtschaftlichen Tätigkeiten (LT) und ihren Auswirkungen auf ausgesuchte Pflanzen- und Tierarten(-gruppen)  
Abbildung 8:

Eine repräsentative Stichprobe von Landwirtschaftsbetrieben liefert regelmässig die Angaben zu ihren Aktivitäten wie Zeitpunkt der Mahd, ausgebrachte Düngermenge, verwendete Insektizide usw. Sämtliche dieser Aktivitäten werden mittels Literaturangaben und Expertenkonsultationen gemäss ihren Auswirkungen auf die verschiedenen vom Indikator berücksichtigten Organismen klassifiziert (Abb. 8). Darauf folgt die eigentliche Bewertung nach einheitlichen Kriterien mit Hilfe einer von 0–5 reichenden Notenskala (0 = keine Relevanz, 1–5 = negativer

bis positiver Effekt). Eine anschliessende Gewichtung erlaubt eine realitätsnähere Abbildung der Wirklichkeit: Da zum Beispiel das Vorhandensein ökologischer Ausgleichsflächen für die Schmetterlinge wichtiger ist als der Zeitpunkt der Mahd, werden die zwei Aspekte entsprechend unterschiedlich gewichtet. Die aggregierte Endnote charakterisiert die Auswirkungen landwirtschaftlicher Aktivitäten auf die Biodiversität auf Stufe Parzelle, Betrieb oder Produktionstyp.

Die Hauptschwierigkeit des Indikators besteht in der Tatsache, dass die Gewichtung und Aggregation nur teilweise auf wissenschaftliche Weise erfolgen kann; ein gewisses Mass an Subjektivität ist hierbei unvermeidlich.

Die Datenerhebung soll im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen erfolgen. Eine Plausibilisierung ist durch ein Expertenkomitee vorgesehen.

Da es sich bei diesem Indikator um einen komplett neuen und ambitionösen Ansatz handelt, ist noch viel Forschungsarbeit im Sinne einer Vorstudie und von Pilotprojekten zu leisten.

### 3.6.3 Indikator 17a: Vielfalt der Wildarten

Mit dem Indikator «Vielfalt der Wildarten» wird das Vorkommen von Wildpflanzen und Wildtieren – unter Berücksichtigung ihres Artwertes – untersucht, welche auf Grund ihrer Lebensweise und Ansprüche typische Arten der Agrarlandschaft sind. Der Indikatorwert ist ein Punkteindex, welcher sich beispielsweise folgendermassen berechnen liesse: (Anzahl Einheiten mit Vorkommen) \* (aus Roter Liste abgeleiteter Artwert) \* (evtl. Häufigkeit). Details zur Skalierung sind noch zu klären.

Der Indikator erlaubt Aussagen zur Entwicklung der Verbreitung der für Landwirtschaftsgebiete typischen Flora und Fauna unter besonderer Berücksichtigung der gefährdeten Arten. Die Veränderung des Indexwertes ist mit Hilfe der Zu- bzw. Abnahme einzelner Arten und Artengruppen interpretierbar. Bei entsprechender Stichprobe

können auch unterschiedliche regionale Entwicklungen aufgezeigt und auf Grund der Lebensweise der einzelnen Arten möglicherweise auch Rückschlüsse auf Wirkungen von veränderten landwirtschaftlichen Praktiken gezogen werden (analog der Interpretation von Börsenindizes).

Sollten sich im Laufe der Zeit für gewisse Arten Änderungen im Gefährdungsstatus der Roten Listen ergeben, besteht die Möglichkeit, die Indexwerte rückwirkend mit den aktualisierten Wertgebungen neu zu berechnen.

Der Indikator ist auf mittel- bis langfristige Aussagen zur Entwicklung der Wildarten angelegt. Entsprechend verfügt er im kurzfristigen Bereich nur über sehr beschränkte Aussagekraft.

Die Feldmethodik kann voraussichtlich weitgehend aus dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) übernommen werden. Als mögliche Indikatorgruppen werden Gefässpflanzen, Vögel und Tagfalter im Indikator Z7 des BDM bereits erhoben. Gefässpflanzen, Moose und Schnecken werden für den Indikator Z9 erfasst (Hintermann *et al.* 2002). Die Feldaufnahmen erfolgen alle fünf Jahre am selben Ort. Es bleibt zu prüfen, inwieweit die BDM-Daten direkt nutzbar und interpretierbar sein werden. Unklar ist auch, ob die BDM-Daten allein bereits genügen bzw. in welchem Ausmass die Anzahl Aufnahmeflächen im BDM erhöht werden müsste, um eine gewünschte Aussageschärfe für das Landwirtschaftsgebiet zu erreichen. Sollte sich herausstellen, dass die BDM-Daten nicht nutzbar sind, so müsste ein neues Konzept erstellt werden.

Eine Vorstudie soll die noch offenen Fragen klären sowie die detaillierte Ausarbeitung des Beurteilungsschemas anhand der bestehenden BDM-Datensätze ermöglichen.

#### **3.6.4 Indikator 17b: Vielfalt der Lebensräume**

Dieser Indikator ist definiert als Flächenanteil von Lebensräumen in der Agrarlandschaft, welche auf Grund ihrer Struktur und ihrer Artenzusammensetzung einen Beitrag zur Artenvielfalt leisten und Lebensraum für wild lebende, typische Arten bieten. Gemessen wird der prozentuale Flächenanteil «halbnatürlicher» Lebensräume an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Anzahl und die Gesamtfläche der vorkommenden Lebensraumtypen lassen auf die gesamte Artenvielfalt in einem Gebiet und auf das Potenzial der Arterhaltung schliessen. Der Indikator ist somit komplementär zum Indikator 17a (Wildarten), der sich auf die Untersuchung des Vorkommens einzelner Arten(gruppen) beschränkt. Er ergänzt den Indikator 15 (öAF mit Qualität), welcher nur einen Teil der «halbnatürlichen Lebensräume» abdeckt; denn die ökologischen Ausgleichsflächen sind nicht deckungsgleich mit wertvollen Habitaten: Einerseits ist ein beträchtlicher Anteil der öAF zum jetzigen Zeitpunkt nur von beschränktem Wert für die Erhaltung der Biodiversität (z.B. Dreier *et al.* 2002, Hofer *et al.* 2002), andererseits wird der effektive Umfang der noch bestehenden wertvollen Habitate in der Agrarlandschaft von keinem der laufenden Monitoringprogramme (BDM, Arealstatistik, Trockenwiesen und -weiden [TWW] usw.) erfasst. Der Indikator «Vielfalt von Lebensräumen» schliesst diese Lücke.

Basierend auf dem nationalen Klassifizierungssystem der Lebensräume nach Delarze *et al.* (1999) sowie dem europäischen Klassifizierungssystem EUNIS (2002) wird eine Lebensraumtypologie für das Landwirtschaftsgebiet erstellt. In den bestehenden Standardmethoden für Lebensraumkartierungen werden in der Regel nach einem Stichprobenverfahren definierte Untersuchungsflächen (z.B. 1 km<sup>2</sup>) ausgewählt und auf der Basis von Orthofotos Lebensräume abgegrenzt, welche dann im Feld durch festzulegende Kriterien beschrieben werden (z.B. Bailey und Herzog 2003). Diese Methode kann für das schweizerische Mittelland unter Nutzung der Orthofotos der Swisstopo angewendet werden, für das Berggebiet sind jedoch Anpassungen erforderlich. Ausserdem werden Aufwand und Ertrag von Fernerkundungsmethoden (Einsatz von Luftbildern) und Feldkartierungen optimiert.



### 3.6.5 Indikator 17c: Prägende Landschaftselemente

Die Landwirtschaft ist ein prägender Faktor des Landschaftsbildes. Ziel des Indikators 17c ist eine quantitative Erhebung der Qualität und Entwicklung des Landschaftsbildes im ländlichen Raum unter Berücksichtigung des Wertewandels. In Anlehnung an die Methode von Hoisl *et al.* (1989) besteht der Indikator aus einem Gesamtwert für das Landschaftsbild (0–50 Punkte), welcher sich aus einem Wert für den Erlebnisfaktor «Vielfalt» (0–50 Punkte), einem Wert für «Naturnähe» (0–50 Punkte) und einem Wert für «Eigenart» (0–25 Punkte) zusammensetzt.

Der Indikator gibt Aufschluss über den Wert des Landschaftsbildes, dessen Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen und dessen Entwicklung in diesen Regionen über die Zeit. Da einzelne für die jeweilige Region charakteristische Landschaftselemente erfasst werden, können auch Aussagen darüber gemacht werden, warum die Qualität des Landschaftsbildes zwischen den Regionen variiert bzw. sich im Laufe der Zeit verändert. Indirekt erhält man damit auch Rückschlüsse über die Auswirkungen landwirtschaftspolitischer Massnahmen auf das Landschaftsbild.

Eine quantitative Erhebung der Qualität des Landschaftsbildes umfasst einerseits die Erfassung und Bewertung des Landschaftswandels, andererseits den Einbezug des Wertewandels innerhalb der Bevölkerung in die Bewertung des Landschaftswandels. Mittels einer repräsentativen Befragung soll alle zwölf Jahre eine Überprüfung der Gewichtung der signifikanten Faktoren durchgeführt werden.

Die Kombination der Methode von Hoisl *et al.* (1989) mit Befragungen erlaubt es, den Wandel des Landschaftsbildes mit einer auf Empirie und fundierter Theorie basierenden Methode zu bewerten und den Wertewandel in der Bevölkerung bezüglich des bevorzugten Landschaftsbildes zu berücksichtigen. Dabei können die Wertvorstellungen nach unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen aufgliedert werden (ländliche Bevölkerung, städtische Bevölkerung usw.).

Grundlage für die Indikatorerhebung bildet unter anderem die für den Indikator 17b erstellte Lebensraumkartierung. Bis zur Implementierung des Indikators ist noch Forschungsarbeit erforderlich; in einer Vorstudie sollen die Indikatoren 15, 17b und 17c gemeinsam entwickelt werden.

## 3.7 Eignungskriterien

Die 24 Agrar-Umweltindikatoren wurden im Laufe der Phase II des Projektes mehrfach anhand verschiedener Kriterien auf ihre Eignung in Bezug auf die Projektziele geprüft.

### 3.7.1 OECD-Kriterienkatalog

Im Rahmen eines AUI-Fachtreffens am 18. März 2003 wurden die einzelnen Indikatoren mittels eines an die OECD-Kriterien für Agrar-Umweltindikatoren (OECD 2000b) angelehnten Kataloges hinterfragt. Der Kriterienraster beinhaltete folgende Elemente:

#### **Politische Relevanz:**

- Nationale Gesetzgebung betroffen
- Internationale Abkommen betroffen
- OECD-Verpflichtungen

#### **Wissenschaftlichkeit:**

- Technisch und fachlich fundiert
- Methode national bzw. international anerkannt
- Landwirtschaftsspezifisch

Regionalisierbarkeit und Kriterien der Nachhaltigkeit nach BLW (2001)

Themenbereich	Indikator	Regionalisierungskriterien					Kriterien der Nachhaltigkeit des BLW (gemäss Agrarbericht 2001, S. 117-126 (BLW 2001))			
		national	kantonal	Produktionszone	biogeografisch	betriebsstypisch	Nutzung der natürlichen Ressourcen unter Bewahrung von Mindestbeständen	Substitution von nicht erneuerbaren natürlichen Ressourcen durch erneuerbare natürliche Ressourcen	Kontinuierliche Erneuerung aller erneuerbaren natürlichen Ressourcen	Effizienz im Transformationsprozess zwischen Inputs und Outputs auf allen Stufen des Leistungserbringungsprozesses
Stickstoff	1	x					(x) <sup>1</sup>			x
	2a	x	(x) <sup>5</sup>	x		x	(x) <sup>1</sup>			x
	2b	x	x	x		x	(x) <sup>1</sup>			x
	3	x	x				(x) <sup>1</sup>			
Phosphor	4	x					(x) <sup>1</sup>			x
	5	x	x	x		(x) <sup>2</sup>	(x) <sup>1</sup>			
	6	(x) <sup>3</sup>					(x) <sup>1</sup>			
Energie/ Klima	7	x	(x) <sup>5</sup>	x		x		(x) <sup>4</sup>		
	8a	x	(x) <sup>5</sup>	x		x		(x) <sup>4</sup>		x
	8b	x	(x) <sup>5</sup>	x		x				
Wasser	9a	x				(x) <sup>7</sup>				x
	9b	x				(x) <sup>8</sup>				x
	10	x				(x) <sup>7</sup>	x			x
	11a	x				x	x			x
	11b									
Boden	12	x	x				(x) <sup>9</sup>			
	13	(x) <sup>11</sup>			(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>9</sup>		(x) <sup>10</sup>	
	14a	(x) <sup>11</sup>			(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>9</sup>		(x) <sup>10</sup>	
	14b	(x) <sup>12</sup>			(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>6</sup>	(x) <sup>9</sup>		(x) <sup>10</sup>	
Biodiversität/ Landschaft	15	x	x	x	x		x			
	16	x		x	(x) <sup>6</sup>	x	x		x	
	17a	x	(x) <sup>13</sup>	x	x		x		x	
	17b	x		x	x		x		x	
	17c	x		x	x		x		x	

X = Aussage möglich      (X) = Aussage nur bedingt möglich

Tabelle 3

- (x)<sup>1</sup> Trifft zu, jedoch ohne Berücksichtigung von Mindestbeständen.
- (x)<sup>2</sup> Hängt davon ab, ob beide möglichen Untersuchungsansätze (ÖLN-Daten und Betriebsnetz) implementiert werden.
- (x)<sup>3</sup> Nationale Aussagekraft hängt von der Zahl und Repräsentativität der dann effektiv untersuchten Seen ab.
- (x)<sup>4</sup> Nur ein Teil des Ziels: Information über die nicht erneuerbaren Energieressourcen.
- (x)<sup>5</sup> Wegen der Grösse der Stichprobe nur für einzelne Kantone möglich.
- (x)<sup>6</sup> Wegen der Grösse der Stichprobe wahrscheinlich nur für gewisse biogeografische Zonen möglich.
- (x)<sup>7</sup> Aussage kulturspezifisch.
- (x)<sup>8</sup> Aussage nutztierspezifisch.
- (x)<sup>9</sup> «Mindestbestände» ist qualitativ zu interpretieren (nur bei Indikator 12 ist eine flächenbezogene Aussage möglich).
- (x)<sup>10</sup> Interpretation bezüglich Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit möglich.
- (x)<sup>11</sup> Da bei der Auswahl der Betriebe der Bodentyp nicht berücksichtigt wird, darf nicht ausgeschlossen werden, dass keine statistisch signifikante nationale Aussage möglich ist.
- (x)<sup>12</sup> Stichprobe zu klein, um statistisch signifikante nationale Aussagen zu erlauben.
- (x)<sup>13</sup> teilweise, dort wo das BDM-Erhebungsnetz entsprechend verdichtet wird.

**Messbarkeit:**

- Vorgehen zur Erhebung der Rohdaten bekannt
- Berechnungs-/Aggregierungsverfahren vorhanden
- Verfügbarkeit der Daten vorstellbar

**Aussagekraft:**

- Beurteilungsschema vorhanden
- Regionalisierung möglich
- Verständlich kommunizierbar

Das Resultat über sämtliche Indikatoren fiel insgesamt sehr positiv aus (vgl. Anhang A) und bestätigte die Relevanz der AUI sowie die Qualität der einzelnen Konzepte und Methoden.

**3.7.2 Regionalisierbarkeit**

Das Kriterium der Regionalisierung wurde noch genauer betrachtet und in die nationale, regionale und betriebstypische Ebene differenziert. Bei der regionalen Ebene kann weiter zwischen politisch-administrativen Regionen (Kantonen), Produktionszonen (BFS 2002a) und biogeografischen Regionen (BFS 2002b) unterschieden werden.

Die Möglichkeiten für regional differenzierte Aussagen anhand der einzelnen Indikatoren lassen sich aus Tabelle 3 ersehen.

**3.7.3 Kriterien der Nachhaltigkeit**

Tabelle 3 zeigt ebenfalls, welche Schwerpunkte bzw. Kriterien aus dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung des BLW (2001) von den Agrar-Umweltindikatoren erfüllt werden. Anzumerken ist hierzu allerdings, dass die vier in der Tabelle dargestellten Kriterien allesamt hauptsächlich den Aspekt der natürlichen Ressourcen berücksichtigen; die zwei anderen Bereiche der ökologischen Nachhaltigkeit – der Schutz des Lebens und der Lebensräume sowie der Schutz des Menschen (vgl. Kapitel 2.1) – sind darin kaum vertreten.

## 4 Organisation

### 4.1 Daten: Erhebung, Management und Archivierung

Im Projekt «Agrar-Umweltindikatoren» werden grosse Datenmengen anfallen, welche methodisch sauber und effizient erhoben, verarbeitet, verwaltet und archiviert werden müssen. Das Datenkonzept (Anhang B) legt diesbezüglich die Leitlinien fest.

#### 4.1.1 Datenerhebung

Wo immer möglich und wissenschaftlich vertretbar werden für die Indikatoren Daten aus schon bestehenden Erhebungen verwendet. Dabei muss aber gewährleistet sein, dass eine bestehende Datenbasis auch mit einer für die beabsichtigte Auswertung geeigneten Methode erhoben wurde und die Erhebung langfristig weitergeführt wird.

Für 16 der 24 Agrar-Umweltindikatoren müssen zusätzliche Rohdaten erhoben werden, weil a) die benötigten Daten generell nicht vorhanden sind oder b) die zur Verfügung stehenden Daten für die zu erstellenden Auswertungen auf Grund der Stichprobenzahl oder -verteilung nicht repräsentativ sind. Bei zehn dieser Indikatoren ist eine Erhebung im Rahmen der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen (ZA-ÖB) denkbar bzw. vorgesehen (vgl. Kapitel 4.1.3).

Weiter werden Rohdaten benötigt, die zwar grösstenteils vorhanden wären, aber zurzeit nicht verfügbar sind. Dazu gehören einerseits Daten, die im Zusammenhang mit dem ÖLN erhoben werden, andererseits die Verkaufszahlen von Tierarzneimitteln. Erstere bilden eine Grundlage für die Berechnung des Indikators 5 (Phosphorgehalt der Böden) sowie möglicherweise auch für den Indikator 9a (Gebrauch von PSM) und wären für die Plausibilisierung der Indikatoren 1 und 4 (Stickstoff- und Phosphorbilanz) von grossem Nutzen. Für die Verwendung dieser Daten fehlt jedoch bis anhin die rechtliche Grundlage. Die Verkaufszahlen von Tierarzneimitteln werden für die Plausibilisierung des Indikators 9b benötigt. Sie könnten möglicherweise mittels der sich in der Vernehmlassung befindenden neuen Tierarzneimittelverordnung verfügbar gemacht werden.

#### Erhebungsrhythmus

Der Vierjahresturnus der Publikation der Indikatorendaten stellt für insgesamt sechs Indikatoren (2b, 14b, 15, 17a, 17b, 17c) ein Problem dar, da deren Periodizität auf Grund der Abhängigkeit von bestehenden Datenerhebungsprogrammen (NABO, BDM, Swisstopo Ortho-Luftbilder) bzw. der Anbindung der Erhebung an Referenzjahre im Rahmen internationaler Abkommen (im Falle von Indikator 2b) mehr als vier Jahre beträgt. Unter den gegebenen Umständen ist für diese Indikatoren die vierjährige Berichterstattung jeweils nur über Teildatensätze möglich, bzw. muss (für Indikator 2b) auf die Daten der letzten Vollerhebung zurückgegriffen werden. Eine Verkürzung der Periodizität ist vorstellbar, aber mit Zusatzkosten verbunden (zusätzliche Befliegungen, Probenahmen usw.).

#### 4.1.2 Synergien

Bei der Ausarbeitung der Indikatoren wurde darauf geachtet, potenzielle Synergien wenn immer möglich auszunutzen. Es können drei Arten von Synergien unterschieden werden (vgl. Abb. 9):

### 1) Synergien zwischen den einzelnen Agrar-Umweltindikatoren

Verschiedene Datensätze werden gleichzeitig für mehrere Indikatoren verwendet. Einige Indikatoren dienen auch selbst als Datengrundlage für die Berechnung oder Plausibilisierung eines anderen Indikators.

### 2) Synergien mit BLW-Projekten

Grosse Synergien ergeben sich mit dem Projekt der «Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» (ZA-ÖB): Die Datenerhebungen für zehn Indikatoren werden voraussichtlich an die ZA-ÖB angeknüpft werden. Für einen weiteren Indikator (12) werden ZA-ÖB-Daten eventuell zur Plausibilisierung herangezogen (vgl. Kapitel 4.1.3).

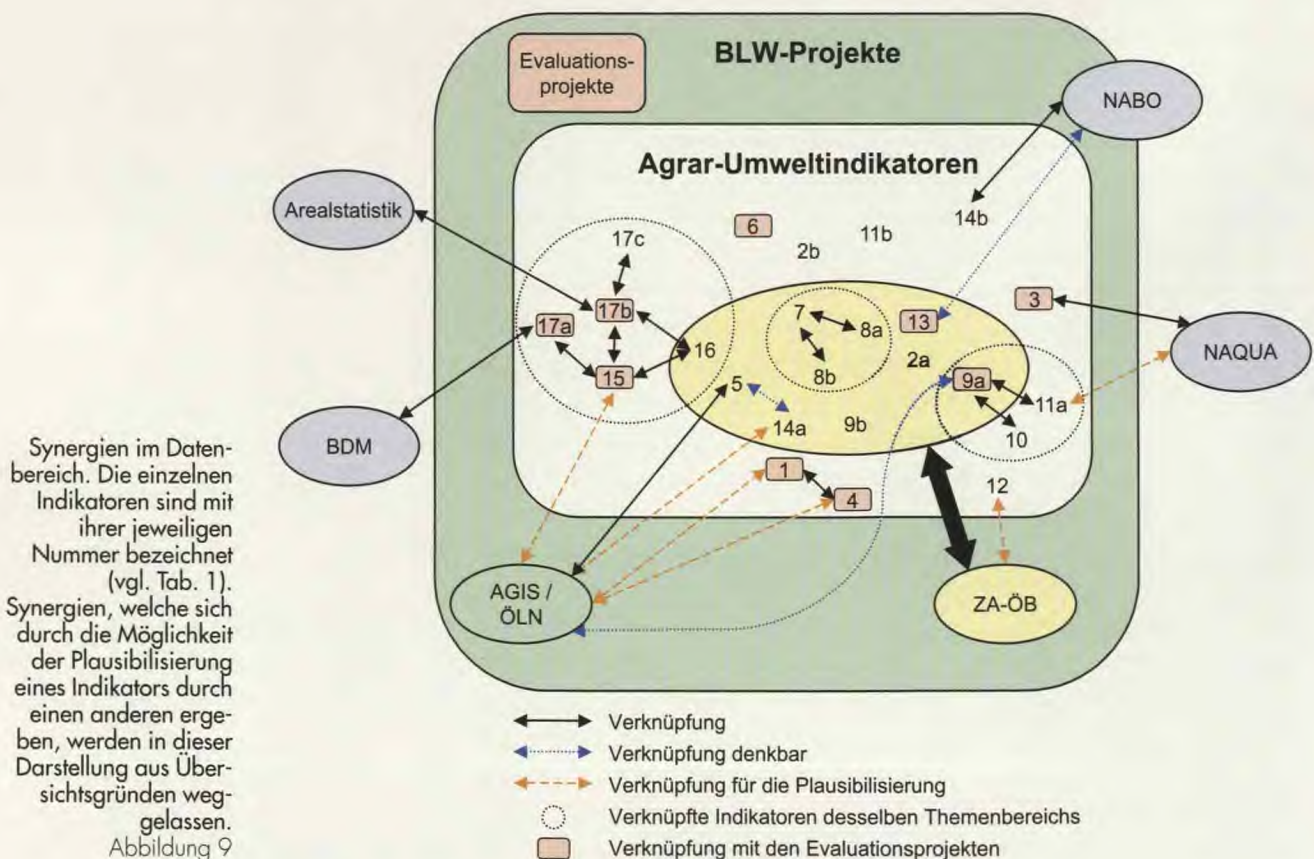
Zusätzliche Synergiemöglichkeiten bestehen für neun Indikatoren mit den Evaluationsprojekten des BLW.

Die AGIS-Statistik des BLW spielt für verschiedene Indikatoren ebenfalls eine Rolle. Wie bereits erwähnt, ist es wichtig, dass die ÖLN-Daten verfügbar gemacht werden.

### 3) Synergien mit externen Projekten

Die Synergien mit externen Projekten (im Sinne des Datenbezugs aus anderen Projekten) sind sehr zahlreich. Besonders erwähnenswert sind diesbezüglich das Nationale Netz zur Qualitätsbeobachtung des Grundwassers (NAQUA), das Nationale Bodenbeobachtungsnetz (NABO), das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) sowie die Arealstatistik der Schweiz.

Mit dem Projekt MONET (Monitoring der nachhaltigen Entwicklung), in welchem ebenfalls an der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren gearbeitet wird, lassen sich zurzeit keine Synergien erkennen. Zumindest ein Teil der AUI wird jedoch voraussichtlich in die Berichterstattung von MONET aufgenommen werden.



### **4.1.3 Synergien mit der Zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen**

Das FAT/FAL-Projekt «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» (ZA-ÖB) hat zum Ziel, jährlich Daten von mindestens 300 Landwirtschaftsbetrieben zu erheben, deren Ökobilanzen zu berechnen und – mittels Hochrechnung – die Umweltwirkungen des Landwirtschaftssektors abzuschätzen (Pfefferli *et al.* 2001).

Zwischen den beiden Projekten «Agrar-Umweltindikatoren» und «ZA-ÖB» ergeben sich Synergien bei der Datenerhebung auf den Betrieben und dem Umweltmonitoring.

Die Nutzung der ZA-ÖB ist insgesamt bei zehn Indikatoren vorgesehen. Bei den Indikatoren 2a (Potenzielle Stickstoffemissionen), 7 (Energieverbrauch in der Landwirtschaft), 8a (Energieeffizienz), 8b (Treibhausgasemissionen), 9b (Gebrauch von Tierarzneimitteln) und 16 (Potenzielle Auswirkungen auf die Biodiversität) ist die Nutzung der ZA-ÖB als Hauptdatenquelle vorgesehen. Beim Indikator 9a (Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln) ist diese Nutzung erst in zweiter Priorität vorgesehen.

Bei den Indikatoren 5 (Phosphorgehalt der Böden), 13 (Erosionsrisiko von Ackerflächen) und 14a (Mikrobielle Biomasse) wird die ZA-ÖB als ergänzende Datenquelle genutzt. Beim Indikator 12 (Bodenbedeckung) können die Daten zur Plausibilisierung verwendet werden.

### **Konsequenzen für das Projekt ZA-ÖB**

Zur Nutzung der Daten aus dem Projekt ZA-ÖB für die Agrar-Umweltindikatoren sind folgende Anpassungen notwendig:

- *Inhaltliche Ergänzungen:*

1. Erweiterung des Betriebsnetzes (evtl. notwendig für Indikator 9a),
2. Zusätzliches Kriterium für die Auswahl von Betrieben: biogeografische Region (Indikator 16),
3. Ergänzungen des Merkmalkatalogs (Indikatoren 5, 9b und 16).

Für die Indikatoren 2a, 7, 8a, 8b, 13 und 14a sind voraussichtlich keine Ergänzungen notwendig.

- *Anpassung der Auswertung:* Die Auswertung ist so anzupassen, dass die Indikatoren 2a, 7, 8a, 8b und 16 direkt innerhalb der ZA-ÖB berechnet werden können. Andererseits werden gewisse Teile des Monitoringkonzepts und insbesondere der Bericht über die potenziellen Umweltwirkungen der Landwirtschaft (PUWL, siehe Pfefferli *et al.* 2001) durch die Agrar-Umweltindikatoren ersetzt.
- *Anpassung der Verträge mit den Landwirten:* Die Verträge müssen zusätzliche Erhebungen auf den Betrieben zulassen.
- *Verlängerung der Betriebsphase:* Die Betriebsphase des Projekts ZA-ÖB muss um drei Jahre bis 2010 verlängert werden.

Bei einer Erweiterung des Projektes ZA-ÖB ist den zeitlichen und fachlichen Anforderungen an die Betriebe Beachtung zu schenken; um das Projekt nicht zu gefährden, dürfen diese nicht zu hoch angesetzt und muss dem Informationsbedarf der teilnehmenden Landwirte Rechnung getragen werden.

### **4.1.4 Datenorganisation /-verwaltung**

Zur Berechnung der Agrar-Umweltindikatoren werden grosse Datenmengen benötigt, welche von diversen öffentlichen und privaten Institutionen erhoben werden. Sämtliche dieser Daten – inklusive der berechneten Indikatorwerte – müssen zuver-

lässig gespeichert und langfristig verfügbar gemacht werden. Weiter ist eine gute und laufend aktualisierte Dokumentation der Daten äusserst wichtig.

### Datenbanktyp

Bei der Organisation der Datenverwaltung war zwischen der Verwendung eines zentralen und eines dezentralen Datenbanksystems zu entscheiden. Obwohl eine zentrale Datenbank einen grossen Vorteil in Bezug auf Übersicht und Kontrollmöglichkeiten aufweist, ist die Entwicklung einer solchen für die Verwaltung und Archivierung sämtlicher im Projekt «Agrar-Umweltindikatoren» anfallenden Daten (inkl. Rohdaten) vom Aufwand her kaum realisierbar. Wie sich auch in Konsultationen mit Fachleuten des BFS und der FAL gezeigt hat, scheint sich auf Grund der komplexen Struktur des Projektes mit einer Vielzahl an datenliefernden Institutionen mit teilweise bereits bestehenden Datenbanken sowie den sehr unterschiedlichen Datentypen eine dezentrale Datenverwaltung besser zu eignen.

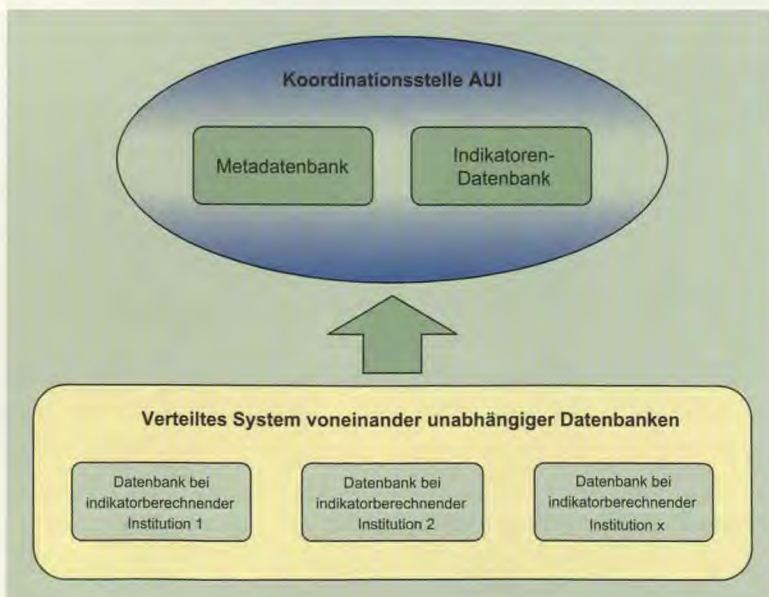
Die Verantwortung für die Datenverwaltung und -archivierung wird deshalb grundsätzlich den indikatorberechnenden Institutionen übertragen (siehe Kapitel 4.2.1). Da die Daten normalerweise höchstens ein Mal pro Jahr an die Koordinationsstelle AUI und die auswertenden Institutionen übermittelt werden müssen, ist ein direkter Zugriff auf die sich physisch an verschiedenen Orten befindenden Datenbanken durch eine Verknüpfung derselben nicht zwingend. Damit bestünde im Prinzip ein System von untereinander unabhängigen Datenbanken; man kann deshalb eigentlich nicht mehr von *einer* Datenbank sprechen.

Viele Vorteile eines verteilten Systems (wie lokale Autonomie, erhöhte Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit, Erweiterbarkeit usw.) können auf diese Weise effizient genutzt werden. Gleichzeitig kann auf komplexe (und somit teure) Software-Lösungen, welche eine Verknüpfung der Datenbanken mit sich bringen würde, weitgehend verzichtet werden.

Die berechneten Indikatorwerte werden hingegen mit gewissen anderen für die Gesamtauswertung notwendigen aggregierten Daten in einer zentralen Datenbank (Indikatoren-Datenbank) an der Koordinationsstelle AUI zusammengeführt.

Für die äusserst wichtige Datendokumentation ist schliesslich ein drittes Datenbanksystem notwendig. Dem Aufbau einer solchen Metadatenbank kommt grosse Bedeutung zu, da sie durch ihre Organisation als zentrale Datenbank eine Übersicht über die für die Berechnung der Indikatoren verwendeten Daten, deren Herkunft usw. erlaubt. Für die Koordination des Projektes «Agrar-Umweltindikatoren» ist sie deshalb unabdingbare Voraussetzung.

Datenhaltung  
Abbildung 10



Insgesamt erfordert das Projekt «Agrar-Umweltindikatoren» folglich drei Datenbanksysteme (Abb. 10):

- ein **verteilt**es Datenbanksystem, bestehend aus diversen voneinander unabhängigen Datenbanken, welche sämtliche für die Berechnung eines oder mehrerer Indikatoren benötigten Roh- und (teil)aggregierten Daten beinhalten,
- eine **zentrale Indikatoren-Datenbank** mit den berechneten Werten sämtlicher Indikatoren inklusive anderer für die Auswertung notwendiger aggregierter Daten und
- eine **zentral organisierte Metadatenbank** zur Datendokumentation.

#### 4.1.5 Aggregierungsgrad der Daten

Ein Monitoring ist eine Langzeitbeobachtung und muss folglich – um neue Erkenntnisse und Umstände einbeziehen zu können – neue Wertungssysteme (wie zum Beispiel Landschaftsbild-Bewertungen) und Auswertungsmöglichkeiten (z.B. Phosphor-Versorgungsklassen) zulassen. Als Konsequenz dieser Forderung ist unter anderem sicherzustellen, dass die Agrar-Umweltindikatoren desaggregierbar sind. Zudem sind die für die Berechnung der Indikatoren verwendeten Rohdaten aufzubewahren und der Zugriff auf sie ist langfristig zu gewährleisten. Auf diese Weise ist es möglich, im Falle einer Veränderung der Berechnungsweise oder dafür benötigter Parameter/Modelle einen Indikator rückwirkend mit der neuen Methode zu berechnen und dadurch einen Bruch in der Zeitreihe zu verhindern.

Im verteilten Datenbanksystem müssen aus diesem Grund sämtliche für die Berechnung eines Indikators notwendigen Rohdaten vorhanden sein.

#### 4.1.6 Datenfluss

Die Struktur des Projektes AUI lässt sich im Hinblick auf Datenfluss und Aufgabenverteilung zwischen den Institutionen vereinfacht als Fünf-Ebenen-System darstellen (vgl. Abb. 11, Kapitel 4.2.1). Auf der ersten Ebene befinden sich die Datenproduzenten, gefolgt von den indikatorberechnenden Institutionen. Die Indikatorwerte werden zusammen mit weiteren für die Auswertung benötigten Daten einerseits an die indikatorauswertenden Institutionen (Ebene 3), andererseits an eine noch zu schaffende «Koordinationsstelle AUI» (Ebene 4) weitergeleitet. Die wissenschaftlich ausgewerteten Daten der einzelnen Indikatoren gelangen an die für die wissenschaftliche Gesamtauswertung zuständige Institution (Ebene 4). Von Ebene 4 gelangen die im Gesamtzusammenhang wissenschaftlich ausgewerteten und interpretierten Indikatordaten schliesslich an das sich auf der fünften Ebene befindende BLW.

Die Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen den institutionellen Ebenen müssen auf Grund der heterogen vorliegenden Datenformate mit den jeweils betroffenen Institutionen bilateral definiert werden. Der Datenfluss wird nur in wenigen Fällen automatisiert. Die Institutionen, welche auf die Datenlieferung anderer angewiesen sind, fordern die Daten frühzeitig an.

## 4.2 Akteure: Definition und Rolle

Entsprechend der Komplexität des Projektes AUI ist auch eine Vielzahl an Akteuren involviert. Im Folgenden werden die Aufgabenbereiche der verschiedenen Akteure/Akteursgruppen erläutert.

### 4.2.1 Zuständigkeiten

Die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden grundsätzlich nach dem Subsidiaritätsprinzip gehandhabt: Was nicht zentral geregelt werden muss, wird auf die unteren Ebenen delegiert.

An erster Stelle bezüglich Daten bzw. Datenfluss stehen die **Datenproduzenten**. Ihre Aufgabe besteht in der regelmässigen Datenerhebung und/oder -lieferung an die entsprechende indikatorberechnende Institution. Mit der Bereitstellung qualitativ hochwertiger Daten legen sie den Grundstein für ein glaubwürdiges Agrar-Umweltindikatorensystem. Die für die einzelnen Indikatoren vorgesehenen Datenproduzenten sind aus der Übersichtstabelle im Datenkonzept (Anhang B) ersichtlich.

Durch die dezentrale Datenhaltung kommt in Bezug auf die Datenverwaltung insbesondere den **indikatorberechnenden Institutionen** eine grosse Bedeutung zu. Sie



sind hauptverantwortlich für die Datenqualität (nebst den Datenproduzenten) sowie für die Aktualisierung und sorgfältige Archivierung der Daten (inkl. der für die Berechnung erforderlichen Rohdaten und Parameter/Modelle) der von ihnen berechneten Indikatoren. Das Pflichtenheft der indikatorberechnenden Institutionen besteht zusammengefasst in:

- der Anforderung der für die Indikatorberechnung notwendigen Daten bei den entsprechenden Datenproduzenten,
- der Indikatorberechnung gemäss den in den Indikatorbeschreibungen festgelegten Methoden,
- der Qualitätssicherung für den gesamten Indikator (von der Überprüfung der erhaltenen Rohdaten bis zur Plausibilisierung der Indikatorwerte),
- der sicheren und langfristigen Datenhaltung aller zur Berechnung eines Indikators herangezogenen bzw. der sich daraus ergebenden Daten (Rohdaten, [teil]aggregierte Daten, Parameter/Modelle, Indikatordaten),
- der termingerechten Lieferung der Indikatordaten sowie weiterer für die Auswertung benötigter Daten an die Koordinationsstelle AUI und die zuständige indikatorauswertende Institution,
- der Meldung von Änderungen der in der Meta- und Indikatordatenbank erfassten Informationen an die Koordinationsstelle AUI.

Als indikatorberechnende Institutionen in Frage kommen sowohl Bundesämter, Kantone, landwirtschaftliche Beratungsinstitutionen und Forschungsanstalten/-institute als auch private Büros und Firmen mit Fachkompetenz im Bereich Ökologie.

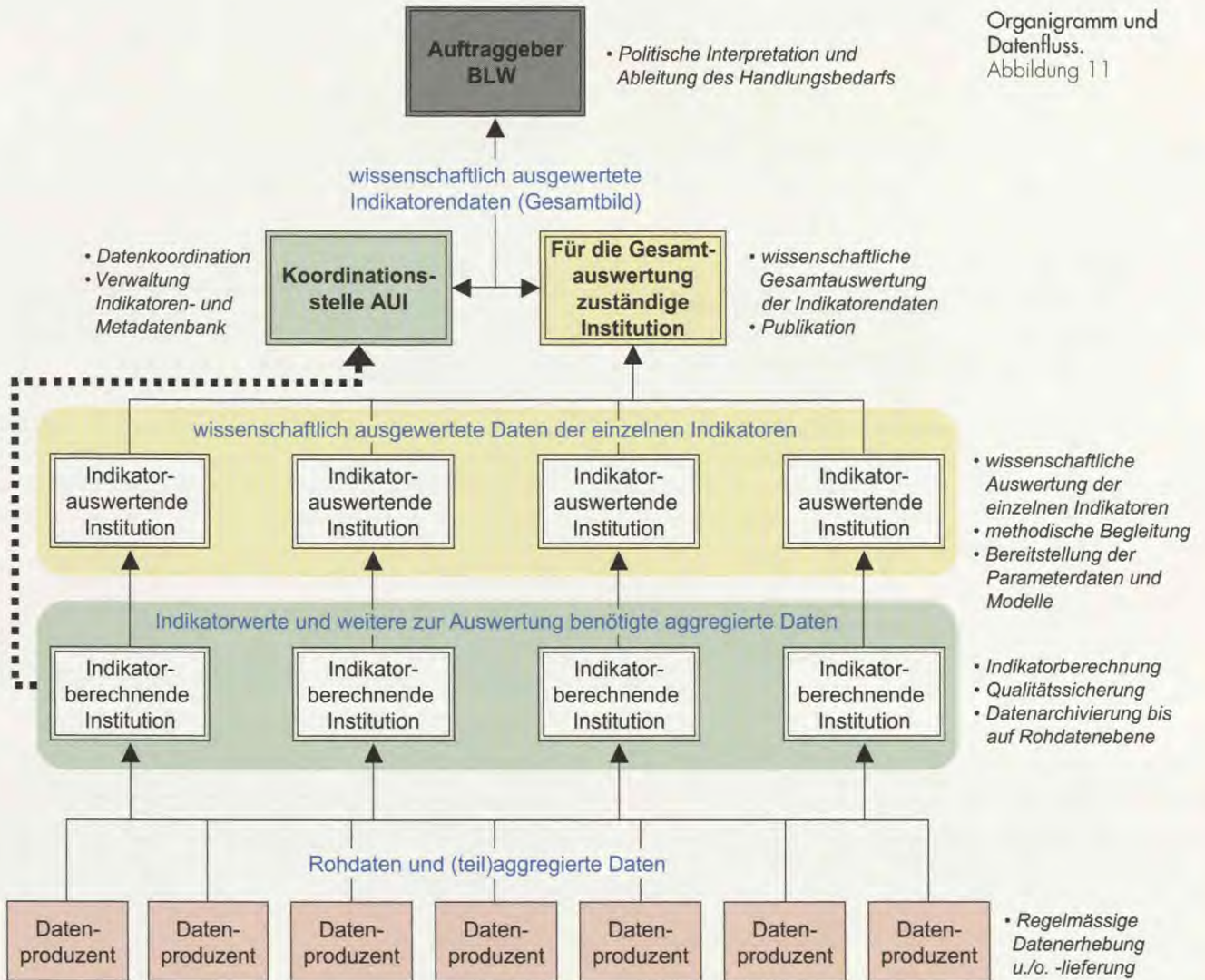
Die wissenschaftliche Auswertung und Interpretation der einzelnen Agrar-Umweltindikatoren wird von den **indikatorauswertenden Institutionen** vorgenommen. Ihr Verantwortungsbereich beinhaltet:

- die korrekte wissenschaftliche Auswertung der einzelnen Indikatoren und die Weiterleitung der Ergebnisse an die für die Gesamtauswertung zuständige Institution,
- die methodische Begleitung,
- die Bereitstellung der Parameter und Modelle für die Indikatorberechnung.

Die Rollen der indikatorauswertenden Institutionen dürften voraussichtlich mehrheitlich von Bundesämtern und Forschungsinstitutionen übernommen werden. Berechnende und auswertende Institutionen eines Indikators können identisch sein.

Die zentral organisierte Indikatoren-Datenbank sowie die Metadatenbank werden der Verantwortung der **Koordinationsstelle AUI** unterstellt. Der Aufgabenbereich der Koordinationsstelle AUI umfasst:

- die Administration und laufende Aktualisierung der Metadatenbank im Kontakt mit den indikatorberechnenden Institutionen,
- die Anforderung und Archivierung sämtlicher Indikatorenwerte sowie weiterer für die Auswertung notwendiger (teil)aggregierter Daten in der Indikatoren-Datenbank,
- die Archivierung der Daten einzelner Indikatoren bis auf Rohdatenebene, falls die indikatorberechnende Institution die langfristige Verfügbarkeit der Daten nicht garantieren kann,
- die Ausübung von Controlling- und Verwaltungsfunktionen sowie die Vorbereitung der Verträge mit den Partnerinstitutionen,
- die Administration einer Internetseite über die AUI und die Bereitstellung von Unterlagen.



Die Koordinationsstelle AUI ist die offizielle Anlaufstelle bezüglich des Projektes AUI für die Öffentlichkeit; sie steht in engem Kontakt mit der für die Gesamtauswertung zuständigen Institution. Für die vor allem für organisatorische Belange zuständige Stelle kommen insbesondere mit der Thematik vertraute Bundesämter oder private Büros und Firmen in Frage.

Der **für die Gesamtauswertung zuständigen Institution** kommt die Aufgabe zu, die von den indikatorauswertenden Institutionen erarbeiteten Auswertungsergebnisse zu einem Gesamtbild zusammenzufügen. Dafür gilt es, die interpretierten Daten der einzelnen Indikatoren miteinander in Beziehung zu setzen und eine wissenschaftliche Gesamtauswertung und -interpretation über sämtliche Indikatoren vorzunehmen. Die Publikation der Ergebnisse fällt ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich dieser Institution – in enger Partnerschaft mit sämtlichen involvierten Akteuren (vgl. Kapitel 4.3.4).

Mögliche Kandidaten für die Übernahme dieser auf wissenschaftlicher Arbeit basierenden Funktion sind im Landwirtschafts-/Umweltbereich angesiedelte Forschungsinstitutionen.

In den Verantwortungsbereich des **Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW)** als Auftraggeber des Projektes «Agrar-Umweltindikatoren» fallen die politische Interpretation der Indikatoren und die Ableitung des Handlungsbedarfs auf Bundesebene.

## 4.2.2 Notwendige Vereinbarungen

Mit allen in Kapitel 4.2.1 aufgeführten Institutionen müssen Vereinbarungen ausgearbeitet werden, welche die Rechte und Pflichten der einzelnen Institutionen festhalten und dadurch das langfristige Funktionieren des Indikatorensystems garantieren. Innerhalb der Verwaltungseinheiten des Bundes reicht eine Absprache in Form eines Schreibens auf Direktionsebene, während für den Datenbezug von Privaten, Verbänden usw. eine vertragliche Regelung getroffen werden muss.

## 4.3 Kommunikation

### 4.3.1 Produkte

Die Aktivitäten im Projekt «Agrar-Umweltindikatoren» bringen fünf Hauptprodukte hervor, welche in geeigneter Form zu kommunizieren sind:

- Methoden (zur Indikatorberechnung, inklusive deren Parameterdaten wie Emissionsfaktoren, Gewichtungskoeffizienten, Richtwerte usw.),
- Daten (Rohdaten, mehr oder weniger aggregierte Daten, Indikatordaten usw.),
- Auswertungen (Analyse, Evaluation usw.),
- Empfehlungen/Ermittlung des politischen Handlungsbedarfs,
- Kompetenzzentrum/Anlaufstelle.

Der Schwerpunkt der Kommunikation liegt im Bereich der Analyse und Interpretation sowohl jedes einzelnen Indikators als auch der Indikatorenwerte der ganzen Themenbereiche.

### 4.3.2 Zielpublikum

Die Hauptzielgruppen der Kommunikation umfassen:

- die Behörden/Verwaltung (Bund und Kantone),
- die Meinungsbildner und Interessengruppen (politische Parteien, Berufsorganisationen, Nichtregierungsorganisationen usw.),
- die Bürger (unabhängig davon, ob sie zum Landwirtschaftssektor gehören oder nicht; dabei sind die Rahmenbedingungen der Kommunikation über die Medien zu berücksichtigen) sowie
- die wissenschaftlichen Fachkreise.

Tabelle 4

Kommunikationsmittel der Hauptprodukte					
	Methoden	Daten (ausser Indikatoren- daten)	Auswertungen (inkl. Indikatoren- daten)	Empfehlungen	Kompetenz- zentrum
Agrarbericht des BLW			●	●	
Schriftenreihe/Bericht AUI	× ✓		× ✓		
Artikel in der Fachpresse	× ✓		× ✓		
Ad-hoc-Kommunikationskanäle (Zeitungsinterviews, Medienmitteilungen, Pressekonferenzen...)			× ✓	●	
Vorträge (an Konferenzen)	× ✓		× ✓		
Internet		❖	× ✓		❖ ×
Verantwortlichkeit:					
● BLW			❖ Koordinationsstelle AUI		
× Für die Gesamtauswertung zuständige Institution			✓ Jeweils betroffene indikatorauswertende und -berechnende Institution		

### 4.3.3 Kommunikationsmittel

Die vorgesehenen Kommunikationsmittel bzw. -kanäle für die Hauptprodukte sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

Eine breite Kommunikation der der Indikatorberechnung zugrunde liegenden Daten ist aus Aufwand- und Datenschutzgründen nicht vorgesehen.

### 4.3.4 Rollen der verschiedenen Akteure

Die Publikation der Ergebnisse nach beschriebener Muster im jährlich erscheinenden Agrarbericht (Kapitel 2.3.5) liegt im Zuständigkeitsbereich des BLW.

Eine ausführlichere Berichterstattung zum Beispiel im Rahmen einer Schriftenreihe AUI durch die für die Gesamtauswertung zuständige Institution zusammen mit den jeweils betroffenen indikatorberechnenden bzw. -auswertenden Institutionen ist denkbar. Fest steht, dass die Indikatorenwerte und eine Interpretation derselben zusammen mit weiteren Projektinformationen durch die für die Gesamtauswertung zuständige Institution (Inhalt) in Kooperation mit der Koordinationsstelle AUI (technische Umsetzung) im Internet publiziert werden. Diese zwei Institutionen sollen auch gemeinsam als Kompetenzzentrum für Agrar-Umweltindikatoren auftreten.

In Partnerschaft mit der für die Gesamtauswertung zuständigen Institution steht es den indikatorberechnenden und indikatorauswertenden Institutionen frei, ergänzende Veröffentlichungen (in Form von Fachartikeln, Vorträgen usw.) vorzunehmen.

Es liegt im Verantwortungsbereich des BLW und der für die Gesamtauswertung zuständigen Institution, in unregelmässiger Abfolge weitere Kommunikationskanäle/-mittel (Pressekonferenzen, Zeitungsinterviews, Fachtagungen usw.) einzusetzen.

## 4.4 Zeitplan

Tabelle 5 gibt einen Überblick über den Zeitaspekt bei der Realisierung der Agrar-Umweltindikatoren. Dabei wird zwischen drei Phasen unterschieden: Für etwas mehr als die Hälfte aller Indikatoren sind weitere Abklärungen im Sinne einer Vorstudie bzw. eines Vorprojektes vorzunehmen. Unter der anschliessenden Implementierungsphase ist die eigentliche Einführung und Anwendung der Methode mit wissenschaftlicher Begleitung zu verstehen, während der möglicherweise auch noch gewisse Korrekturen vorgenommen werden müssen. Der Start der Betriebsphase kennzeichnet jenen Zeitpunkt, zu welchem die Methoden und Verfahren vollständig bekannt und erprobt sind und mit der standardisierten Datenerhebung begonnen werden kann. Für vier Indikatoren sind weder Vorstudie noch Implementierungsphase erforderlich, da sie auf bestehenden Erhebungen beruhen und die Methoden bestens bekannt sind; sie könnten bereits im Jahre 2004 als AUI in Betrieb genommen werden. Die Mehrheit der AUI ist bis 2006 betriebsbereit. Für acht Indikatoren aus den Bereichen «Stickstoff», «Boden» und «Biodiversität/Landschaft» ist jedoch eine längere Übergangsphase erforderlich. Ab dem Jahr 2009 befinden sich schliesslich sämtliche Indikatoren in der Betriebsphase, sofern mit der Umsetzung des Projektes tatsächlich im Januar 2004 (bzw. für die Indikatoren im Bereich Stickstoff im vierten Quartal 2003) begonnen werden kann und das ambitionöse Vorhaben auch auf Grund der übrigen Rahmenbedingungen planmässig voranschreitet.

Ebenfalls aus Tabelle 5 ersichtlich sind die gemäss Konzept des BLW aus Projektphase I vorgesehenen Publikationsjahre der Themenbereiche im Agrarbericht. Diese können auf Grund der Datenlage zum jetzigen Zeitpunkt teilweise nicht eingehalten werden und bedürfen für gewisse Indikatoren der Themenbereiche «Stickstoff», «Wasser», «Boden» und «Biodiversität/Landschaft» einer Anpassung. Eine erste vollständige Berichterstattung über die einzelnen Themenbereiche ist bei planmässigem Projektstart in folgenden Jahren möglich:

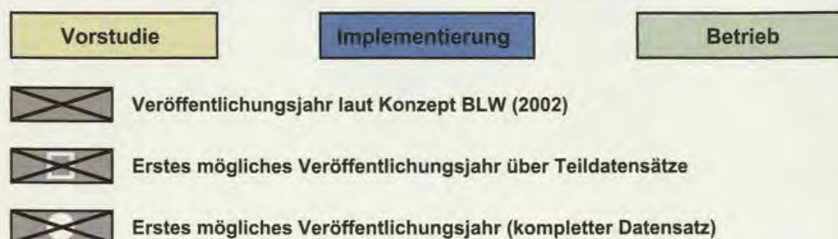
- Stickstoff 2008
- Phosphor 2006
- Energie/Klima 2007
- Wasser 2008
- Boden 2010
- Biodiversität/Landschaft 2013

Für die früheren vorgesehenen Veröffentlichungsjahre müssten Zwischenlösungen gefunden werden. Denkbar ist diesbezüglich eine Berichterstattung über Teildatensätze bzw. über Vorstudien oder Konzepte; zudem sind einzelne Indikatoren eines Themenbereiches teilweise auch bereits zu einem früheren Zeitpunkt mit vollständigem Datensatz publikationsbereit.

Derartige Übergangslösungen wurden bisher allerdings nicht im Detail abgeklärt und haben zusätzliche (nicht budgetierte) Kosten zur Folge (vgl. Kapitel 4.5).

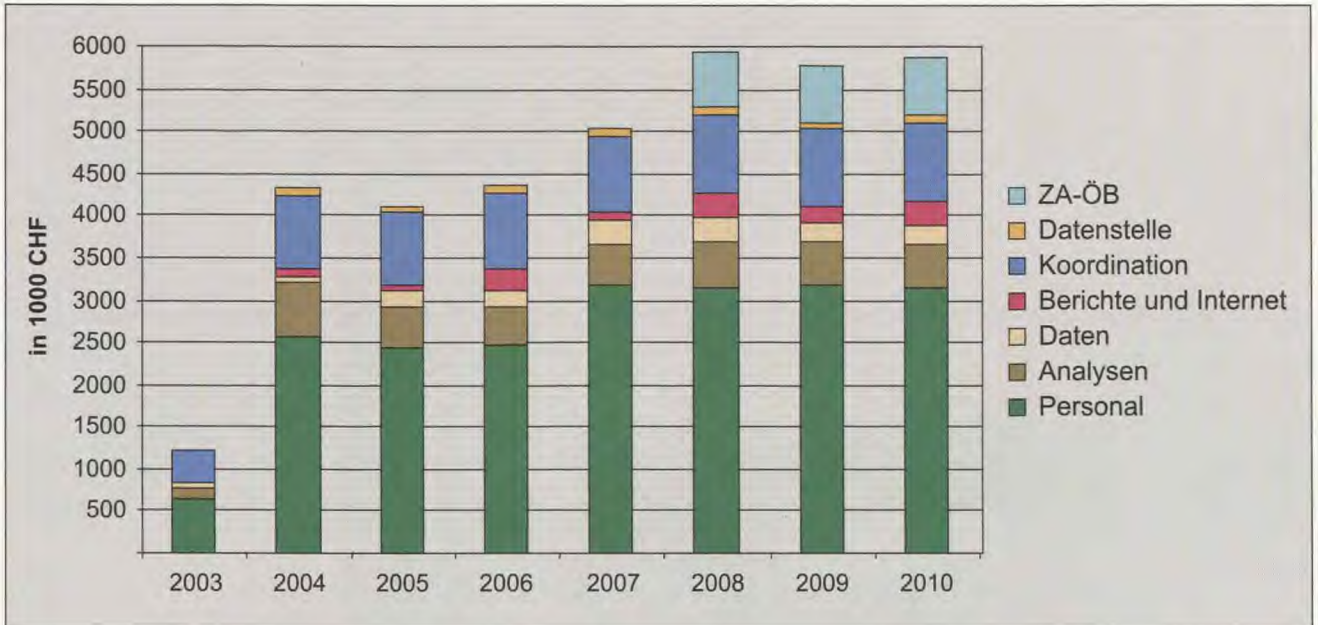
Themenbereich	Indikator	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Stickstoff	1										
	2a										
	2b										
	3										
Phosphor	4										
	5										
	6										
Energie/Klima	7										
	8a										
	8b										
Wasser	9a										
	9b										
	10										
	11a										
	11b										
Boden	12										
	13										
	14a										
	14b										
Biodiversität/ Landschaft	15										
	16										
	17a										
	17b										
	17c										

Umsetzungsphasen der einzelnen Agrar-Umweltindikatoren  
Tabelle 5



## 4.5 Ressourcenbedarf

Für die Umsetzung des Projektes «Agrar-Umweltindikatoren» ist die Bereitstellung der entsprechenden finanziellen Ressourcen notwendig. Die geschätzten erforderlichen Aufwendungen bis ins Jahr 2010 sind in Abbildung 12 zusammengefasst – auf-



gelöst nach den einzelnen Budgetposten. Auffallend ist insbesondere der dominierende Anteil der Personalkosten an den Gesamtausgaben.

Im Sinne einer Vollkostenüberlegung sind folgende vier Ressourcentypen zu unterscheiden:

1. Sondermittel, welche spezifisch für die Realisierung der AUI zur Verfügung gestellt werden müssen (für neue Datenerhebungen, Methodenentwicklung usw.),
2. Eigenleistungen, die vom BLW und den Forschungsinstitutionen erwartet werden dürfen (zum Beispiel administrative Aufwendungen des BLW, koordinierende Betreuung und Infrastrukturbereitstellung durch Forschungsinstitutionen usw.),
3. Aufwendungen für Aktivitäten und Resultate (insbesondere Datenerhebungen), die auf Grund anderer Verpflichtungen (zum Beispiel NABO, BDM, NAQUA usw.) und bereits bewilligter Projekte (ZA-ÖB für 2004 bis 2007) durchgeführt werden müssen sowie die damit verknüpften Eigenleistungen von Bundesämtern und Kantonen,
4. Vorleistungen in Form von Forschung und Entwicklung, welche die Grundlagen für die Ermittlung und Interpretation der Indikatoren bereitstellen und die bereits geplant sind (zum Beispiel die Ermittlung von Emissionsfaktoren usw.).

Eine Kostenermittlung von genügender Genauigkeit war nur für die Typen 1 und 2 möglich. Bei den Ressourcentypen 3 und 4 geht es nicht primär um die Freistellung neuer Finanzmittel, da davon ausgegangen werden kann, dass diese in den meisten Fällen bereits zur Verfügung stehen.

Die der Abbildung 12 zugrunde liegenden Berechnungen basieren folglich auf aktuellen marktüblichen Angaben für Saläre, Analysen usw. unter Berücksichtigung der Ressourcentypen 1 und 2 sowie einer jährlichen Teuerung von 1,5%. Ebenfalls in die Kalkulationen eingeflossen sind die Synergien, welche aus der Verwendung gleicher Datensätze in den Bereichen «Wasser», «Energie/Klima» und «Biodiversität/Landschaft» entstehen.

In Tabelle 6 sind die finanziellen Aufwendungen auf derselben Basis wie in Abbildung 12 einerseits nach den einzelnen Indikatoren, andererseits nach den Umsetzungsphasen (Vorstudie, Implementierung, Betrieb) aufgliedert.

Von 2003 bis 2010 belaufen sich die durchschnittlichen jährlichen AUI-spezifischen Gesamtkosten auf 4 bis 6 Millionen Franken; aufsummiert ergeben sich bis 2010 somit Kosten in der Höhe von 36,5 Millionen Franken.

Geschätzte jährliche AUI-spezifische Kosten für Vorstudien, Implementation und Betrieb, aufgliedert nach den einzelnen Budgetposten. Berücksichtigt sind die Ressourcentypen 1 und 2 (Sondermittel und Eigenleistungen von BLW und Forschungsinstitutionen), eine Teuerung von 1,5% pro Jahr sowie die sich aus der Verwendung gleicher Datensätze ergebenden Synergien in den Themenbereichen «Wasser», «Energie/Klima» und «Biodiversität/Landschaft». Nicht dargestellt sind dagegen die Kosten für die Ressourcentypen 3 und 4 (Aufwendungen auf der Basis anderer Verpflichtungen und damit verknüpfte Eigenleistungen von Bundesämtern und Kantonen sowie die Vorleistungen der Forschungsinstitutionen).

Abbildung 12

Geschätzte Kosten pro Indikator und Umsetzungsphase (Angaben in 1000 CHF). Berücksichtigt sind die Ressourcentypen 1 und 2 (Sondermittel und Eigenleistungen von BLW und Forschungsinstitutionen), eine Teuerung von 1,5% pro Jahr sowie die sich aus der Verwendung gleicher Datensätze ergebenden Synergien in den Themenbereichen «Wasser», «Energie/Klima» und «Biodiversität/Landschaft». Nicht dargestellt sind dagegen die Kosten für die Ressourcentypen 3 und 4 (Aufwendungen auf der Basis anderer Verpflichtungen und damit verknüpfte Eigenleistungen von Bundesämtern und Kantonen sowie die Vorleistungen der Forschungsinstitutionen).

Tabelle 6

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Vorstudie <sup>1</sup>	Implementierung <sup>1</sup>	Betrieb <sup>1</sup>	Total ohne Synergien ohne Teuerung	Total ohne Synergien mit Teuerung	Total mit Synergien ohne Teuerung	Total mit Synergien mit Teuerung <sup>4</sup>	
Koordination	358	356	339	356	339	356	339	356			5299	6299	6666	6299	6666	
Datenstelle	28	84	64	84	84	84	84	84			588	588	652	588	652	
Themenbereich Stickstoff	1	16	43	8	8	16	23	8	8	0	0	130	130	136	130	136
	2a	236	6	3	75	172	54	3	75	320	172	132	624	651	624	651
	2b	189	6	3	26	196	54	3	26	195	225	83	503	524	503	524
	3	16	74	8	8	16	45	8	8	0	0	183	183	191	183	191
Themenbereich Phosphor	4	8	12	16	41	8	12	16	41	0	0	154	154	164	154	164
	5	16	697	590	626	590	590	590	615	713	590	3011	4314	4575	4314	4575
	6	30	279	260	285	260	260	260	285	0	309	1610	1919	2036	1919	2036
Themenbereich Energie/Klima	7	6	35	19	27	48	27	19	23	0	60	144	204	216		
	8a	8	48	24	32	64	32	24	24	0	80	176	256	270	675 <sup>7</sup>	712 <sup>7</sup>
	8b	18	122	58	81	128	62	54	54	0	198	379	577	608		
Themenbereich Wasser	9a		183	251	251	251	270	251	251	183	251	1274	1708	1817		
	9b		133	43	43	43	67	43	43	133	43	239	415	437		
	10		282	309	312	311	359	309	309	282	309	1600	2191	2328	2768 <sup>8</sup>	2945 <sup>8</sup>
	11a <sup>2</sup>		269	286	287	279	347	286	286	269	286	1485	2040	2168		
	11b <sup>3</sup>															
Themenbereich Boden	12		58	50	104	51	51	43	105	58	152	252	462	492	462	492
	13		58	219	105	51	51	128	105	58	321	338	717	760	717	760
	14a		328	439	490	421	439	439	490	0	328	2718	3046	3241	3046	3241
	14b		165	130	22	48	11	84	66	44	0	570	570	593	570	593
Themenbereich Bio-diversität/Landschaft	15	26	219	235	417	575	649	699	649	480	992	1997	3469	3720		
	16		104	102	84	120	252	254	137	206	456	391	1053	1127		
	17a	189	65	88	65	65	65	88	65	254	0	436	690	721	9681 <sup>9</sup>	10324 <sup>9</sup>
	17b	141	503	509	720	644	798	834	798	1153	1364	2430	4947	5269		
	17c		914	905	798	1037	1133	1103	1033	2617	1037	3289	6923	7367		
Internet (alle Indikatoren)		24	9	9	9	9	9	9			78	78	82	78	82	
ZA-ÖB (10 Indikatoren)		-90	-90	-90		600	600	600			1530	1530	1690	1530	1690	
Vorstudie <sup>1</sup>	797	3497	1754	873	0	0	0	0	6921							
Implementierung <sup>1</sup>	62	812	1852	1247	2846	354	0	0		7173						
Betrieb <sup>1</sup>	591	1133	1683	3672	3443	6919	7060	7023			31496					
Total ohne Synergien	ohne Teuerung	1450	5442	5289	5792	6289	7273	7060	7023			45618				
	mit Teuerung	1450	5524	5448	6058	6673	7833	7717	7796				48497 <sup>5</sup>			
Total mit Synergien	ohne Teuerung	1227	4252	3986	4156	4725	5482	5269	5278					34374		
	mit Teuerung	1227	4315	4105	4347	5013	5904	5759	5859							36529 <sup>6</sup>

1 ohne Teuerung

2 Kosten gemäss Beschreibung im Anhang A ab Seite 87

3 Die Kosten für die Erarbeitung der nötigen Grundlagen sind separat zu ermitteln

4 Totale Einsparungen durch Synergien: 12 066 (in 1000 CHF)

5 Totalkosten ohne Synergien und inklusive Teuerung von 1,5% ab 2004 pro Jahr

6 Totalkosten mit Synergien (in den Bereichen Energie/Klima, Wasser und Biodiversität/Landschaft) und inklusive Teuerung von 1,5% ab 2004 pro Jahr

7, 8, 9 Die Synergien können nur pro Themenbereich ausgewiesen werden

7 Synergien im Bereich Energie/Klima: 8a mit Synergien = (8a ohne Synergien) - (7), 8b mit Synergien = (8b ohne Synergien) - (7)

8 Synergien im Bereich Wasser: 10 mit Synergien = (10 ohne Synergien) - (9a), 11a mit Synergien = (11a ohne Synergien) - (9a)

9 Synergien im Bereich Biodiversität/Landschaft: Summe 15+17b+17c = 17b + (15-17b/2) + (17c-17b)

Bei der methodischen Ausarbeitung der Indikatoren wurde grosser Wert auf die Nutzung von Synergiemöglichkeiten gelegt (vgl. Kapitel 4.1.2); diese bestehen in:

- der Verwendung von Daten derselben Erhebung für mehrere Indikatoren (z.B. in den Bereichen «Wasser», «Energie/Klima» und «Biodiversität/Landschaft»);
- der Koordination bzw. Anlehnung neuer Datenerhebungen an bestehende Erhebungsprogramme (z.B. an die Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen);
- der Verwendung von Daten bestehender Erhebungen (z.B. NABO, BDM, Ortholuftbilder) – dies führt allerdings dazu, dass für gewisse Indikatoren ein Problem mit der Einhaltung der Vierjahresperiodizität besteht (vgl. Kapitel 4.1.1);
- der Anwendung des Subsidiaritätsprinzips bei der Datenverwaltung und Archivierung.

Aus Tabelle 6 ersichtlich sind nur die Synergien der erstgenannten Art. Die entsprechenden Zahlen lassen erkennen, dass die Gesamtkosten für die Realisierung des Indikatorensystems deutlich tiefer liegen als die Summe der Kosten für die einzelnen Indikatoren. Ohne Einbezug der (in der Tabelle nicht bezifferten) übrigen Synergiearten kämen die Gesamtkosten für die Realisierung des Projektes wesentlich höher zu stehen. Die Aufwendungen des Bundes müssten gegenüber den hier präsentierten Zahlen mindestens verdoppelt werden, wenn sämtliche für das Projekt notwendigen Aktivitäten und Erhebungen neu zu implementieren wären. Eine planmässige Umsetzung des Systems AUI setzt dementsprechend nicht nur die Bereitstellung der projektspezifisch benötigten Gelder voraus, sondern bedingt auch, dass die anderweitig bestehenden Aufwendungen weiterhin gesichert werden.

Der FAL ist keine detaillierte Beschreibung der Gesamtkosten eines anderen Systems von Agrar-Umweltindikatoren dieser Grössenordnung mit den entsprechenden Synergien bekannt, welche einen direkten Vergleich der finanziellen Aufwendungen ermöglichen würde. Die zu erwartenden Synergien (der ersten Art) von jährlich 1,2 bis 2 Millionen Franken während der Betriebsphase sowie das systematische Zurückgreifen auf bestehende Datensätze und Erhebungssysteme in Kombination mit der angepassten Organisationsstruktur und der Berücksichtigung des in der Schweiz vorhandenen wissenschaftlichen Know-hows legen den Schluss nahe, dass mit dem vorliegenden Vorschlag die Kosten möglichst tief gehalten wurden und ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht werden konnte.



## 5 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Machbarkeitsstudie ist ein Vorschlag zur Realisierung eines von Seite des Gesetzgebers geforderten Monitoringprogrammes zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der Schweizer Landwirtschaft. Mit Ausnahme des Indikators 11b, für dessen Entwicklung die wissenschaftliche Grundlage noch unzureichend ist, konnte für sämtliche aus der Phase I des Projektes vorgegebenen Indikatoren auftragsgemäss eine fachlich fundierte und breit abgestützte Methode erarbeitet und beschrieben werden.

Die Realisierung des gesamten Sets von 24 Agrar-Umweltindikatoren wird aber noch einige Jahre in Anspruch nehmen. Vorausgesetzt, das Projekt kann 2004 starten, wären bis 2006 insgesamt 17 Indikatoren in Betrieb; 2009 würde der letzte Indikator von der Implementierungs- in die Betriebsphase wechseln.

Bei der Ausarbeitung der AUI wurde grosser Wert auf die Nutzung möglicher Synergien gelegt – sowohl zwischen den Indikatoren als auch mit anderen Erhebungen. Die Anlehnung von insgesamt zehn Indikatoren an das Projekt «Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen» erlaubt nicht nur beträchtliche Einsparungen, sondern auch zusätzliche Auswertungsmöglichkeiten. Die Abklärungen bezüglich der Synergien mit den Evaluationsprojekten des BLW ergaben, dass die AUI zwar den Teil der sektoralen Entwicklungsanalyse der Evaluationsprojekte ablösen können, die punktuellen Wirkungsanalysen (Evaluationen im engeren Sinne) jedoch nicht abdecken.

Durch die Ausgestaltung des Systems von Agrar-Umweltindikatoren in einer Weise, welche eine effiziente Nutzung der verschiedenen Datensätze erlaubt, darf angenommen werden, dass ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht worden ist. Trotz beträchtlicher Einsparungen infolge der somit erreichten Synergien (zwischen 1,2 und 2 Millionen Franken jährlich allein durch die Verwendung von Daten derselben Erhebung für mehrere Indikatoren) sind für die Umsetzung des Projektes AUI aber finanzielle Ressourcen in Form von Sondermitteln, Eigenleistungen, Aufwendungen im Zusammenhang mit bestehenden Erhebungen sowie Vorleistungen bereitzustellen. Für die ersten zwei Kategorien macht dies schätzungsweise einen Betrag von jährlich 4 bis 6 Millionen Franken aus, oder aufsummiert rund 36,5 Millionen Franken bis ins Jahr 2010.

Aus organisatorischer Sicht lassen die riesigen Datenmengen unterschiedlichsten Typs wie auch die grosse Zahl involvierter Akteure (Landwirte, private Büros und Firmen, Beratungs- und Forschungsinstitutionen, Bundesämter, Kantone usw.) mit entsprechenden Aufgaben das Projekt AUI zu einem äusserst komplexen und anspruchsvollen Vorhaben werden. Durch die Anwendung des Subsidiaritätsprinzips wird der administrative Aufwand jedoch in Grenzen gehalten. Mittels der zu schaffenden Koordinationsstelle AUI und der (zu ernennenden) für die Gesamtauswertung zuständigen Institution ist dennoch für einen möglichst reibungslosen Projektverlauf und eine wissenschaftlich koordinierte Datenerhebung und -auswertung gesorgt.

Die Berichterstattung wird einerseits die regelmässige Publikation der Ergebnisse im Agrarbericht (durch das BLW) beinhalten, andererseits kommt der partnerschaftlichen Berichterstattung durch die beteiligten Akteure in Form eines Internetauftrittes, von Fachartikeln usw. oder möglicherweise einer Schriftenreihe AUI ebenfalls grosse Bedeutung zu.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Realisierung des vom Bundesamt für Landwirtschaft vorgesehenen Systems von Agrar-Umweltindikatoren sowohl aus technischer und organisatorischer wie auch wissenschaftlich-fachlicher Sicht machbar ist, sofern gewissen Indikatoren aus den Themenbereichen «Stickstoff», «Boden» und «Biodiversität/Landschaft» die benötigte längere Einführungsphase zugestanden wird und die erforderlichen finanziellen Mittel für das Gesamtprojekt aufgebracht werden.

Mit Blick auf das Resultat der Phase II des Projektes AUI darf als äusserst positiv gewertet werden, dass bezüglich der Erhebungs- und Berechnungsmethoden der 24 Agrar-Umweltindikatoren wie auch des Gesamtkonzeptes ein weitgehender fachlicher Konsens erreicht wurde. Bei allenfalls notwendigen Anpassungen ist auf die Wahrung dieses Konsenses zu achten, da er zusammen mit der wissenschaftlichen Akzeptanz der Methoden die Voraussetzung für die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse bildet.

## Abkürzungen

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
AGIS	Agrarpolitisches Informationssystem des BLW
AUI	Agrar-Umweltindikatoren
BDM	Biodiversitätsmonitoring Schweiz
BFS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BVET	Bundesamt für Veterinärwesen
BWG	Bundesamt für Wasser und Geologie
Cd	Cadmium
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
Cu	Kupfer
DPSIR	Driving Force – Pressure – State – Impact – Response
DSR	Driving Force – State – Response
DZV	Direktzahlungsverordnung
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
EU	Europäische Union
FAL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
FAT	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik
FAW	Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau
GA-EEA	Groupe d'accompagnement sur l'évaluation du volet environnemental de la durabilité de l'agriculture (Begleitgruppe AUI)
GUS	Groundwater Ubiquity Score
IAW	Institut für Agrarwirtschaft (ETH)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)
ITÖ	Institut für terrestrische Ökologie (ETH)
KOLA	Kommission Leistungsauftrag
KVU	Kantonale Vereinigung der Umweltämter
LBL	Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LN*	Inoffizielles Kürzel für die landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Spezialkulturen, Dauerkulturen und Kulturen in geschütztem Anbau
MONET	Monitoring der nachhaltigen Entwicklung
N <sub>2</sub>	Stickstoff
N <sub>2</sub> O	Lachgas
NABO	Nationale Bodenbeobachtung
NAQUA	Nationales Netz zur Qualitätsbeobachtung des Grundwassers
NAQUA <sub>SPEZ</sub>	Modul von NAQUA (siehe oben) für spezifische Messkampagnen (rund 500 Messstellen)
NAQUA <sub>TREND</sub>	Modul von NAQUA (siehe oben) für Langzeitbeobachtungen (rund 50 Messstellen)
NH <sub>3</sub>	Ammoniak

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
öAF	ökologische Ausgleichsflächen
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
ÖQV	Öko-Qualitätsverordnung
OSPAR	Oslo-Paris-Kommission
PEC	Predicted Environmental Concentration
PSM	Pflanzenschutzmittel
SBV	Schweizerischer Bauernverband
SHL	Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft
SRVA	Service Romand de Vulgarisation Agricole
TAM	Tierarzneimittel
TER	Toxicity/Exposure Ratios
TSD	Treuhandstelle der Schweizerischen Dünger-Pflichtlagerhalter
TWW	Trockenwiesen und -weiden
UREK-S	Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WWF	World Wildlife Fund
ZA-ÖB	Zentrale Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen
Zn	Zink

## Literatur

- Bailey D. und Herzog F., 2003. Landscape monitoring. In: Wiersma B. (ed.), Environmental monitoring. Boca Raton/London; CRC Press (in print).
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2002a. Landwirtschaftliche Zonengrenzen. Neuchâtel.
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2002b. Biogeographische Regionen der Schweiz. Neuchâtel.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 1999. Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. Konzeptbericht, Fassung 1.2. Bern.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2001. Agrarbericht 2001. Bern, 117–126.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2002. Projekt «Entwicklung von Agrar-Umweltindikatoren und Monitoring». <http://www.blw.admin.ch/fakten/texte/d/agrarumwelt.pdf>. Bern, 1–14.
- Bötsch M., 1998. Das Agrar-Umweltprogramm der Schweiz. Mainz, Schriftenreihe – Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Heft 6, 25–43.
- Bundesrat, 1998a. Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft. Bern.
- Bundesrat, 1998b. Verordnung über Belastungen des Bodens. Bern.
- Bundesrat, 2002. Botschaft des Bundesrates zur Agrarpolitik 2007. Bern.
- Bundesrat, 2003. Bericht über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln (Antwort auf die Motion 94.3005 UREK-S). Bern.
- Commission Européenne, 2002. Fiches de synthèse pour les 35 indicateurs proposés dans la Communication COM (2001)144.
- Conforti P. und Giampetro M., 1997. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65, 231–243.
- Delarze R., Gonseth Y. und Galland P., 1999. Lebensräume der Schweiz. Ott Verlag, Thun, 413 S.
- Dreier S., Hofer G. und Herzog F., 2002. Qualität der Wiesen im ökologischen Ausgleich. *Agrarforschung* 9(4), 140–145.
- EUNIS (European University Information Systems), 2002. Habitat Classification. <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/N2000/> (European Environment Agency).
- Forni D., Gujer H.U., Nyffenegger L., Vogel S. und Gantner U., 1999. Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. *Agrarforschung* 6(3), 107–110.
- Gustafson D.I., 1989. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry* 8, 339–357.
- Hintermann U., Weber D., Zangger A. und Schmill J., 2002. Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Zwischenbericht, BUWAL Bern, *Schriftenreihe Umwelt*, Nr. 342. 89 S.
- Hofer G., Herzog F., Spiess M. und Birrer S., 2002. Vegetation und Brutvögel als Ökoindikatoren im Mittelland. *Agrarforschung* 9(4), 152–157.
- Hoisl R., Nohl W., Zerkon S. und Zöllner G., 1989. Landschaftsästhetik in der Flurbereinigung. Materialien zur Flurbereinigung – Heft 11, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2001. *Climate Change 2001, The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton *et al.* (eds.)]. Cambridge University Press, 881 pp.
- Minozzi G., Grub A. und Fuhrer J., 1998. Methan-Emissionen der schweizerischen Landwirtschaft. BUWAL (Hrsg.) *Schriftenreihe Umwelt*, Nr. 298. Bern.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), 2000a. Report of the OECD pesticide aquatic risk indicators expert group. Paris.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), 2000b. Background information on future OECD work on agri-environmental indicators. Paris.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), 2001. Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. Paris.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), 2002. Evaluating progress in pesticide reduction: Summary report of OECD project on pesticide risk indicators. Paris.
- Pfefferli S., Graf M., Nemecek Th. und Gaillard G., 2001. Monitoring und Management der potentiellen Umweltwirkungen der Landwirtschaft – Machbarkeitsstudie zur zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen. Bericht FAT, LBL, FAL.
- Rossier D. und Gaillard G., 2001. Bilan écologique de l'exploitation agricole: Méthode et application à 50 entreprises. Rapport SRVA et FAL, 105 pp. et annexes.
- Schmid M., Neffel A. und Fuhrer J., 2000. Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft. *Schriftenreihe der FAL* 33. Zürich.
- Walther U., Ryser J.-P. und Flisch R., 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2001.
- WCED (World Commission on Environment and Development), 1987. Unsere gemeinsame Zukunft. Greven.

22 - 29	siehe im Internet unter <a href="http://www.reckenholz.ch">www.reckenholz.ch</a> >Publikationen >Schriftenreihe der FAL voir à l'internet sous <a href="http://www.reckenholz.ch">www.reckenholz.ch</a> >Publications >Les cahiers de la FAL		
30	Wirkung erhöhter UV-B-Strahlung auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen und Risikoabschätzung für die Schweiz Effet des rayons UV-B élevés sur des plantes agricoles et évaluation des risques pour la Suisse 1999 <i>Christoph Haldemann</i>	D	sFr. 30.-
31	Landschaftsökologie und Artenvielfalt in der Landwirtschaft 2000 FAL-Tagung vom 28. Januar 2000	D	sFr. 20.-
32	Arsen in Böden der Schweiz L'arsenic dans les sols en Suisse 2000 <i>Kajsa Knecht, Thomas Keller und André Desaulles</i>	D	sFr. 20.-
33	Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft Emissions de protoxyde d'azote de l'agriculture suisse 2000 <i>Martin Schmid, Albrecht Neftel und Jürg Fuhrer</i>	D	sFr. 30.-
34	Ökologische Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft: Ergebnisse mehrjähriger Versuche zur Anlage und Pflege blütenreicher Buntbrachen Surfaces de compensation écologique dans l'agriculture: résultats de plusieurs années d'essais relatifs à la mise en place et à l'entretien des jachères florales 2000 <i>Daniel Schaffner, Markus Günter, Fritz Häni und Michael Keller</i>	D	sFr. 30.-
35	GIS-gestützte Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Zürich Estimation basée sur le SIG des apports en phosphore et en azote dans les eaux du canton de Zurich en provenance de sources diffuses 2001 <i>Cornelia Schmid und Volker Prasuhn</i>	D	sFr. 30.-
36	Ertrags- und Umweltleistungen integrierter und biologischer Anbausysteme des Ackerbaus Rendements et prestations environnementales des systèmes de production intégré et biologique en grandes cultures 2001 FAL-Tagung vom 26. Januar 2001 / Journée FAL du 26 janvier 2001	D	vergriffen
37	Evaluation der Ökomassnahmen – Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Bodenerosion Evaluation des mesures écologiques – La charge des eaux de surface en phosphore liée à l'érosion des sols 2001 <i>Volker Prasuhn und Kaspar Grünig</i>	D	sFr. 30.-
38	Ökobilanzen – Beitrag zu einer nachhaltigen Landwirtschaft Bilans écologiques: Contribution à une agriculture durable 2002 FAL-Tagung vom 18. Januar 2002 / Journée FAL du 18 janvier 2002	D F	sFr. 30.-
39	Artenreiche Wiesen Prairies à haute diversité biologique 2002 <i>Thomas Walter et al.</i>	D	sFr. 30.-
40	Ausmass und mögliche Auswirkungen der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln auf ökologische Ausgleichsflächen Dimension et possible effets de la dérive des produits phytosanitaires sur des surfaces de compensation écologiques 2002 <i>Rudolf Büchi und Franz Bigler</i>	D	sFr. 20.-
41	Bodengefüge – Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln Structure du sol – classification et évaluation visuelle 2002 <i>Jakob Nievergelt, Milan Petrusek und Peter Weisskopf</i>	D	sFr. 40.-
42	Biogene VOC und Aerosole – Bedeutung der biogenen flüchtigen organischen Verbindungen für die Aerosolbildung COV biogènes et aérosols – Les composés organiques volatils biogènes et leur contribution aux aérosols 2002 <i>Christoph Spirig und Albrecht Neftel</i>	D	sFr. 20.-
43	Stickstoff in Landwirtschaft und Umwelt – Probleme, Lösungswege und Perspektiven im internationalen, nationalen und lokalen Umfeld L'azote dans l'agriculture et l'environnement – Problèmes, voies de solution et perspectives à l'échelon international, national et local 2003 FAL-Tagung vom 24. Januar 2003 / Journée FAL du 24 janvier 2003	D	sFr. 30.-
44	Carbon stocks and carbon sequestration potentials in agricultural soils in Switzerland 2003 <i>Jens Leifeld, Seraina Bassin und Jürg Fuhrer</i>	E	sFr. 30.-
45	Forschung für den biologischen Landbau Recherche en agriculture biologique 2003 <i>Beat Boller et al.</i>	D F	sFr. 30.-
46	Von der Kontrollstation zum Nationalen Zentrum für Agrarökologie Zur Geschichte der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt Zürich-Reckenholz 1878–2003 2003 <i>Josef Lehmann</i>	D	sFr. 30.-