

2014

AGRARBERICHT



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

1.3 Ökologie und Ethologie

1.3.1 Ökologie

Zur Einführung in das Kapitel Ökologie des Agrarberichts wird eine Übersicht über die Flächennutzung und den Einsatz von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln gegeben. Anschliessend werden zentrale Themen in einem Turnus von vier Jahren wiederkehrend vertieft behandelt.

Basierend auf der Verordnung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft betreibt das BLW ein Agrarumweltmonitoring (AUM). Anhand von Agrarumweltindikatoren (AUI) beurteilt es periodisch die Entwicklung der ökologischen Leistungen der Landwirtschaftsbetriebe und die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die natürlichen Lebensgrundlagen. Nach 2002, 2006 und 2010 stehen dieses Jahr die Aspekte Phosphor und Boden zum vierten Mal im Fokus des Agrarberichts. Bei beiden Themen stehen die entsprechenden Resultate der AUI im Zentrum des Kapitels.



Systematische Rekapitulation der AUI:

	Antriebskräfte Landwirtschaftliche Praxis	Umweltauswirkung Landwirtschaftlicher Prozess	Umweltzustand
Stickstoff (N)	N-Bilanz der Landwirtschaft	Potenzielle N-Verluste Ammoniakemissionen	Nitrat im Grundwasser
Phosphor (P)	P-Bilanz der Landwirtschaft	P-Gehalt der Böden	P-Belastung Seen
Energie / Klima	Energieverbrauch	Energieeffizienz Treibhausgasemissionen	
Wasser	Einsatz von Pflanzenschutz- mitteln (PSM) Einsatz von Tierarzneimitteln (TAM)	Risiko von aquatischer Ökotoxizität	Belastung Grundwasser durch PSM und TAM
Boden	Bodenbedeckung	Erosionsrisiko Humusbilanz Schwermetallbilanz	Schadstoffgehalte Bodenqualität
Biodiversität/ Landschaft	Biodiversitäts- förderflächen Landschaftsqualitäts- projekte	Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität	Arten und Lebensräume Landwirtschaft (ALL-EMA) Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES)

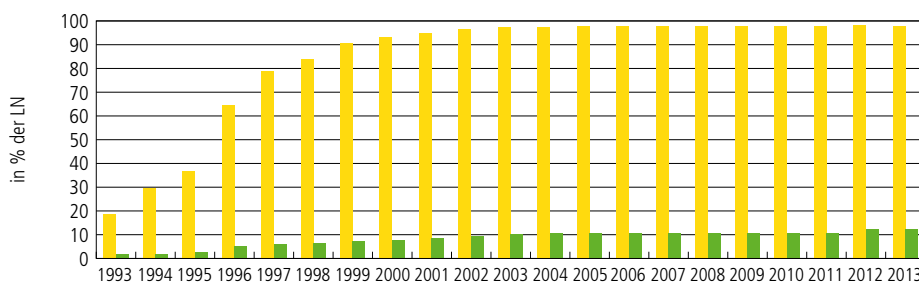
Beim Agrarumweltmonitoring ist das BLW namentlich für die AUI zu den Antriebskräften (landwirtschaftliche Praxis) und Umweltauswirkungen (landwirtschaftliche Prozesse) zuständig. Zudem arbeitet das BLW mit dem BAFU an der Entwicklung und Überwachung der Indikatoren zur Beurteilung des Umweltzustandes. Beim Phosphor handelt es sich hier um den Indikator «P-Belastung Seen», beim Boden werden die Grössen berücksichtigt, die im Rahmen der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) erhoben werden.

Zur Berechnung der AUI auf nationaler Ebene dienen in erster Linie die schweizweiten Verkaufs- und Importzahlen; die regionalen und betriebsbezogenen Daten liefern die rund 300 Landwirtinnen und Landwirte, die an der Zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) teilnehmen. Das Sammeln der Daten für die ZA-AUI ist eine wissenschaftliche Herausforderung. Sowohl von Seiten der Landwirtinnen und Landwirte als auch von Seiten der Forschung ist viel Engagement gefragt. Mit der Verknüpfung von Betriebstyp und Umweltauswirkung ergibt sich eine wichtige Informationsgrundlage für die Beurteilung der umweltbezogenen Aspekte der Agrarpolitik.

Die AUI, die anhand der Daten der an der ZA-AUI teilnehmenden Betriebe berechnet werden, sind noch mit Vorsicht zu geniessen. Die Ergebnisse unterliegen häufig grossen Schwankungen und gewisse Betriebstypen sind im Berechnungsmodell noch untervertreten. Da das Projekt erst 2009 lanciert wurde, ist die Zeitreihe für eine Tendenzbestimmung heute noch nicht ausreichend. Die Ergebnisse der ZA-AUI werden deshalb in diesem Kapitel jeweils in Kastengrafiken dargestellt, die sämtliche Jahre umfassen und die Variabilität der AUI aufzeigen (Kasten vom ersten bis zum dritten Quartil mit Median, untere und obere Stäbe zur Angabe des Tiefst- und Höchstwertes innerhalb des 1,5-Fachen des Quartilabstandes).

1.3.1.1 Flächennutzung und Produktionsmittel

Entwicklung des Anteils der Fläche mit umweltschonender Bewirtschaftung

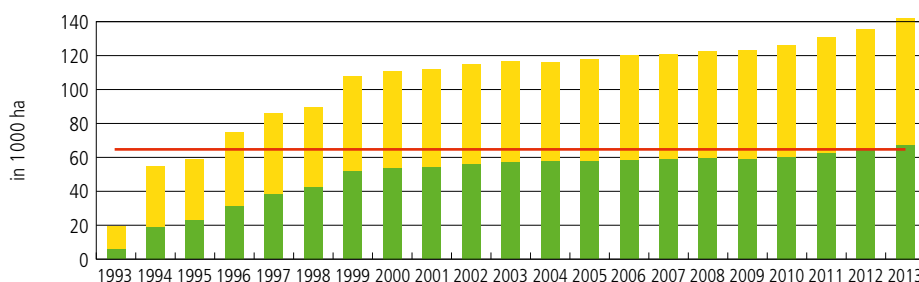


umweltschonende Bewirtschaftung¹
davon Bio

1 1993 bis 1998: IP+Bio; ab 1999: ÖLN

Quelle: BLW

Anrechenbare Biodiversitätsförderflächen¹

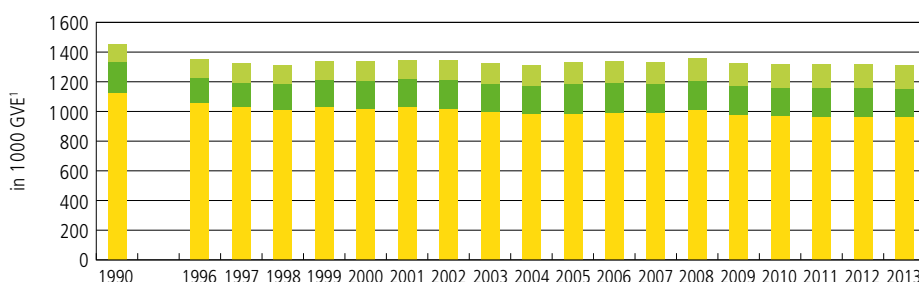


Berggebiet
Talgebiet
Zielwert 65 000 ha im Talgebiet seit 1990

1 ohne Hochstamm-Feldobstbäume; vor 1999 nur zu Beiträgen berechnete Biodiversitätsförderflächen

Quelle: BLW

Entwicklung des Tierbestandes

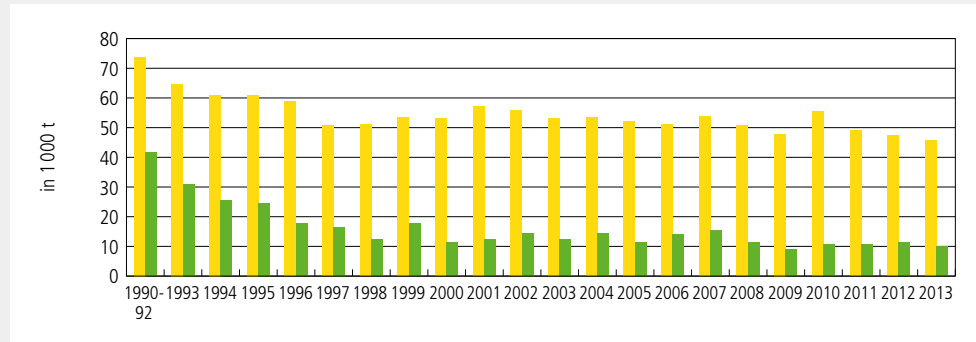


Übrige
Schweine
Rindvieh

1 GVE: Grossvieheinheit

Quelle: BFS

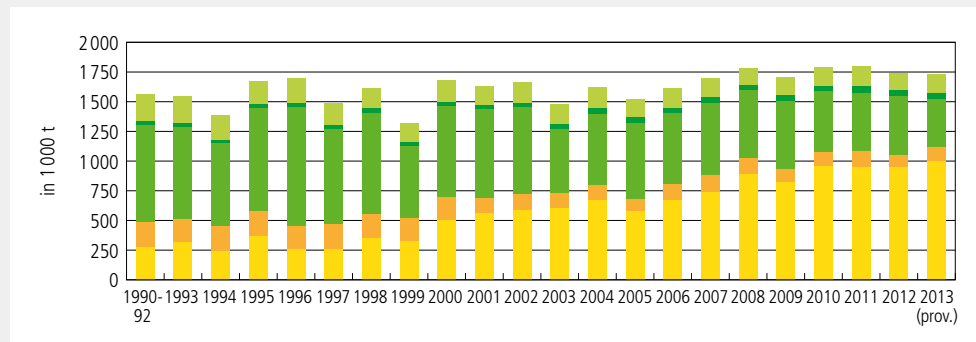
Entwicklung des Mineräldüngerverbrauchs



- Stickstoff (N) (inkl. Paralandwirtschaft)
- Phosphor (angegeben als P₂O₅)

Quelle: SBV/Agricura

Entwicklung des Kraftfutterverbrauchs

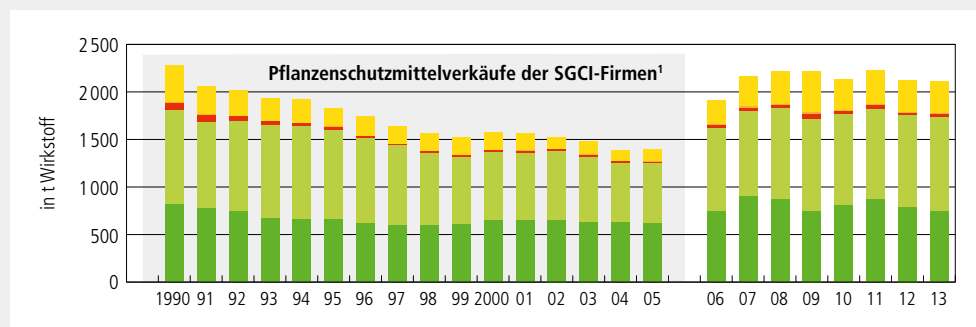


- CH andere
- Kuchen CH Ölsaaten
- CH Futtergetreide
- Veredelung von Importen¹
- Importfuttermittel

¹ Nebenprodukte aus in der Schweiz verarbeiteten, importierten Agrarrohstoffen (z.B. Ölsaaten, Braugerste)

Quelle: SBV

Entwicklung der Pflanzenschutzmittelverkäufe



- Insektizide
- Rodentizide
- Fungizide
- Herbizide
- Wachstumsregulatoren

¹ Bis 2005 basierten die Angaben zu den Pflanzenschutzmittelverkäufen auf Daten der Mitgliedsfirmen der Schweizerischen Gesellschaft für Chemische Industrie. Seit 2006 sind die Daten für alle Firmen, die Pflanzenschutzmittel verkaufen, verfügbar. Diese Werte sind nicht direkt vergleichbar mit der Statistik bis 2005.

Quellen: Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie, BLW

1.3.1.2 Phosphor

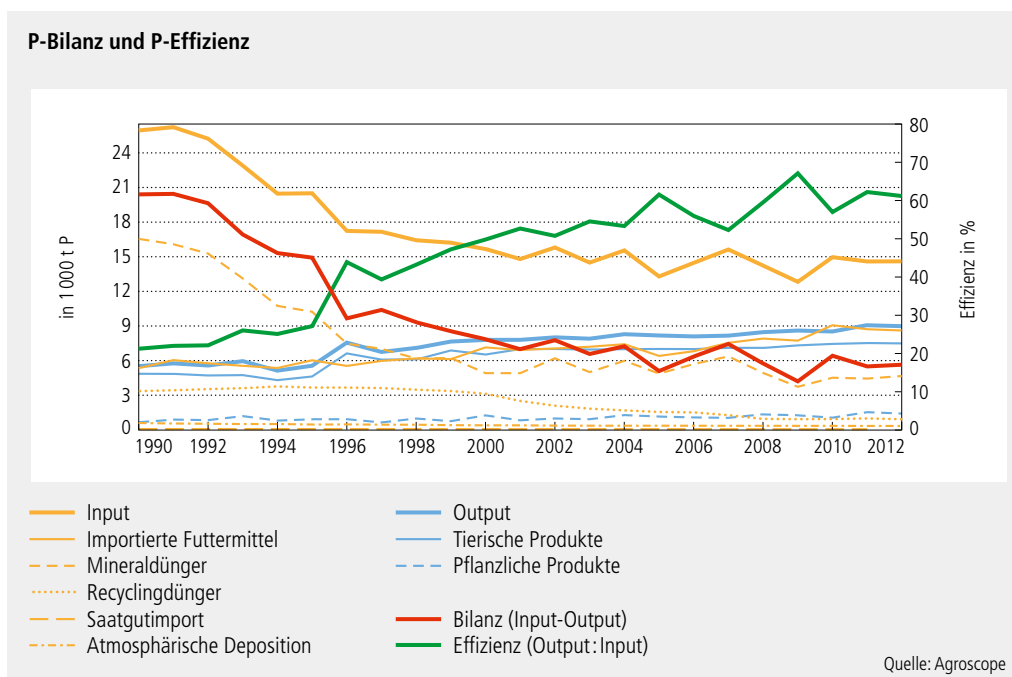
Im Agrarbericht 2010 wurde Phosphor als Hauptnährstoff für die Pflanzen- und Tierentwicklung ausführlich dargestellt. In der südlichen Hemisphäre sind grosse Flächen landwirtschaftlich genutzter Böden zur Erzeugung hoher Erträge zu wenig gut mit Phosphor versorgt. In industrialisierten Ländern wie der Schweiz tendieren hingegen viele Flächen zu übermässiger P-Anreicherung in den Böden, weil hier über Jahrzehnte gezielt P-Dünger zur besseren Versorgung der Böden eingesetzt wurden. Damit verbunden ist ein erhöhtes Risiko für Gewässerbelastungen durch Phosphor. Eine zentrale Herausforderung für die Landwirtschaft besteht darin, die Effizienz des P-Einsatzes weiter zu verbessern. Dies hat insbesondere auch damit zu tun, dass Phosphor ein essenzieller und nicht-substituierbarer Pflanzennährstoff ist, und P-Dünger grösstenteils aus dem nicht-erneuerbaren, endlichen mineralischen Rohstoff Rohphosphat gewonnen werden. Es sind unter anderem Fragen zur Lebensdauer globaler Rohphosphatvorkommen, ein stabiler wirtschaftlicher Zugang, als auch Verteilungsgerechtigkeitsaspekte, die Anlass zur Sorge hinsichtlich eines nachhaltigen Umgangs mit der Ressource geben. Hinzu kommen Qualitätsfragen, da P-Dünger mit unterschiedlichen Mengen unerwünschter Begleitelemente, darunter Cadmium und Uran, verunreinigt sein können (zu diesem Thema siehe auch Abschnitt 2.3.3.3 Marktkampagne Dünger 2011/12). Die Vermeidung zu hoher P-Inputs verlangsamt somit nicht nur den Abbau der Rohphosphatvorräte sondern schützt die Böden auch vor unerwünschtem Schadstoffeintrag. Ideal wäre eine ausgeglichene P-Bilanz (P-Effizienz von 100 %), das heisst, dass genau so viel Phosphor in der Landwirtschaft eingesetzt wird wie effektiv benötigt. Aufgrund von Bodenproben kennen viele Landwirte die P-Versorgung ihrer Böden und können zielgerichtet handeln. Würden wir alle einheimischen P-Quellen verwenden, darunter Klärschlamm und Abfälle aus der Fleischproduktion, könnte die Schweizer Landwirtschaft theoretisch auf mineralische P-Dünger verzichten.

■ P-Bilanz und P-Effizienz

Für die Analyse der Entwicklung der P-Bilanz der schweizerischen Landwirtschaft über die Jahre wird die Hoftorbilanz nach OSPAR (Oslo-Paris-Kommission zum Schutz der Nordsee und des Nordostatlantiks) verwendet. Bei dieser Bilanzierungsmethode denkt man sich die gesamte Landwirtschaft der Schweiz als einen einzigen Betrieb. Als Input gilt alles, was von aussen in diesen «Betrieb» gelangt, also z.B. die importierten, nicht jedoch die in der einheimischen Landwirtschaft selbst produzierten Futtermittel. Ebenso werden der Anfall und der Einsatz von Hofdüngern nicht betrachtet, da diese innerhalb der Landwirtschaft selbst anfallen. Auf der Seite des Outputs wird die aus der Landwirtschaft weggeführte P-Menge erfasst, die vor allem in Form von pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln anfällt. Nicht berücksichtigt werden hingegen die im Futter- und Ackerbau produzierten Futtermittel, die in der Landwirtschaft verbleiben.

Die Entwicklung zeigt, dass der P-Input zwischen 1990 und 2012 um fast die Hälfte abgenommen hat. Die Mineraldüngerezufuhr ist vor allem in den neunziger Jahren massiv zurückgegangen. Im Jahr 2012 betrug sie weniger als ein Drittel im Vergleich zu 1990. Der Einsatz von Recyclingdüngern sank vor allem wegen dem Verbot der Klärschlammverwendung in der Landwirtschaft anfangs des Jahrhunderts stark. Auf der anderen Seite haben die importierten Futtermittel seit Mitte der neunziger Jahre stark zugenommen. Sie dominieren seit 2000 den P-Input in der Schweizer Landwirtschaft. Der P-Output nahm in der untersuchten Periode zu. Der grösste Teil des Anstiegs ist allerdings darauf zurückzuführen, dass seit Mitte der neunziger Jahre Tiermehl ausserhalb der Landwirtschaft entsorgt (verbrannt) werden muss.

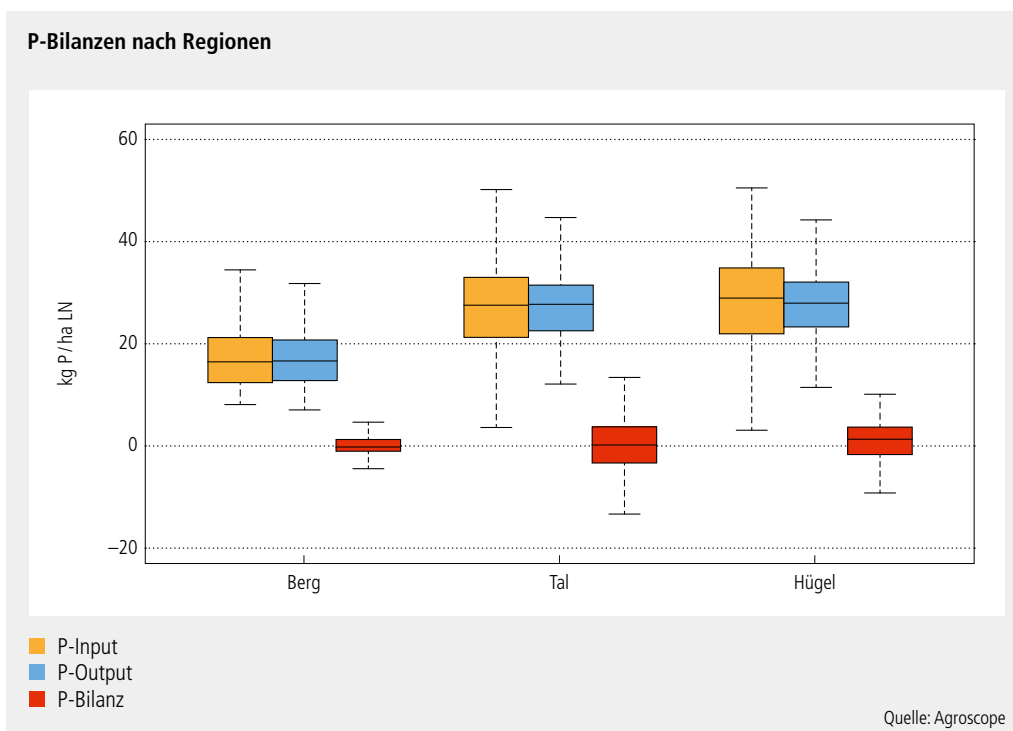
Die P-Effizienz gibt das Verhältnis zwischen dem Input und dem Output von Phosphor bei der landwirtschaftlichen Produktion an. Die P-Effizienz konnte zwischen 1990/92 und 2010/12 von knapp 22 auf 60 % gesteigert werden. In absoluten Zahlen hat der jährliche P-Überschuss zwischen 1990/92 und 2010/12 von rund 20 200 t auf rund 5 900 t abgenommen. Aufsummiert über die Zeit ergibt das einen Überschuss von mehr als 200 000 t Phosphor. Gemäss Agrarpolitik 2014–2017 soll die P-Effizienz bis 2017 auf 68 % verbessert werden und der jährliche P-Überschuss auf 4 000 t Phosphor abnehmen.



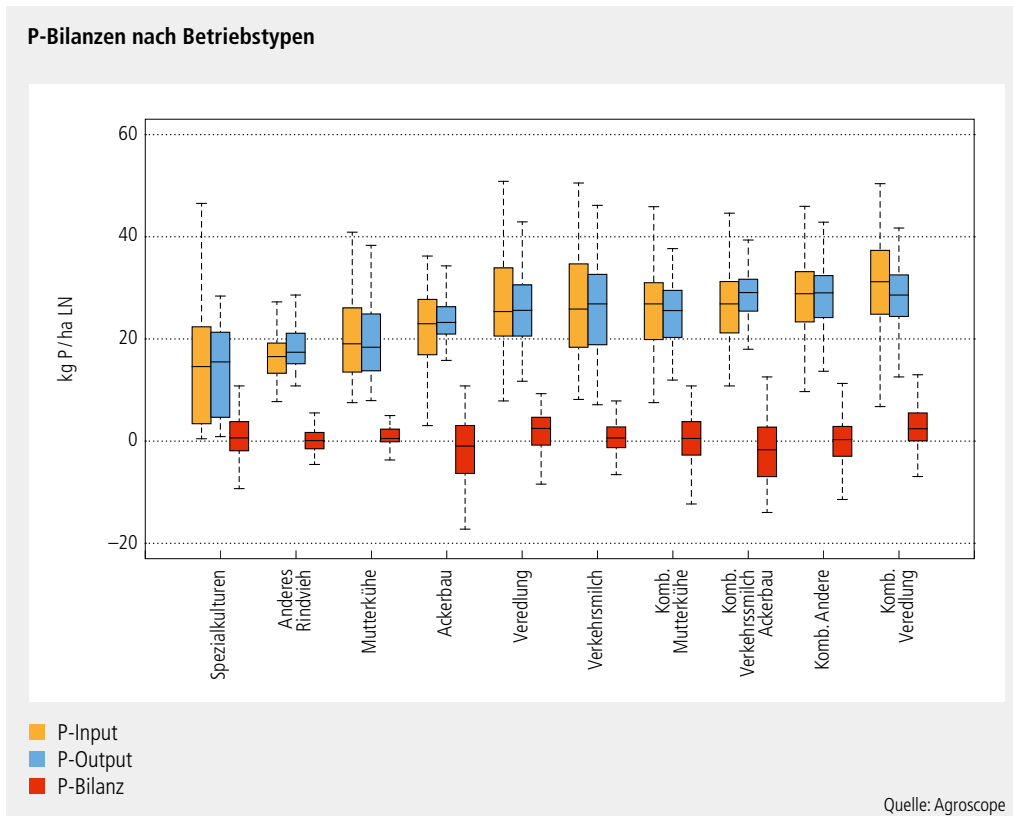
■ P-Bilanzen auf den ZA-AUI-Betrieben

Die Berechnung der P-Bilanz auf den ZA-AUI-Betrieben erfolgt gemäss der OECD-Methode «P-Bilanz an der Bodenoberfläche». Dabei wird die Differenz berechnet zwischen der gesamten, während eines Jahres auf den Boden ausgebrachten P-Menge (zu den bereits in der OSPAR-«Hoftorbilanz» berücksichtigten Grössen kommen noch die Hofdünger hinzu) und der dem Boden entzogenen P-Menge durch Acker- und Futterbauprodukte (im Gegensatz zur OSPAR Bilanz werden auch die auf dem Betrieb verbleibenden, den Tieren verfütterten Produkte einbezogen). Die wichtigste Inputgrösse sind die Hofdünger mit einem Anteil von durchschnittlich 80–90 %, die wichtigste Outputgrösse die Futterbauprodukte mit etwa 80 %. Die Ergebnisse der P-Bilanz nach OSPAR und OECD können aufgrund der erwähnten methodischen Unterschiede nicht direkt miteinander verglichen werden.

In den Jahren 2009 bis 2012 konnten die Daten von jährlich knapp 300 ZA-AUI-Betrieben ausgewertet werden. Es wird deutlich, dass in der Tal- und Hügellregion der P-Input (28 bzw. 29 kg P/ha) und der P-Output (je 28 kg P/ha), ausgedrückt als Mediane, praktisch gleich hoch sind. Die Bergbetriebe produzieren hingegen wegen der kürzeren Vegetationsperiode und dem dadurch geringeren Ertragsniveau deutlich weniger intensiv. Dementsprechend betragen der Input und der Output jeweils nur 17 kg P/ha. Die Bilanz ist in den drei Regionen fast ausgeglichen und der Überschuss liegt nahe beim Idealzustand von 0 kg P/ha. Der gesamtschweizerische Überschuss gemäss OSPAR-Hoftorbilanz liegt dagegen bei fast 6 kg P/ha. Die Gründe für den Unterschied können heute noch nicht abschliessend erklärt werden. Eine infolge zu hoher Mineralstoffzufuhr für die Fütterung überdurchschnittliche P-Menge in den Hofdüngern oder ein überschätzter Wiesenertrag können mit der verwendeten Methode nicht nachgewiesen werden. Die heute noch oft vorkommenden Erfassungsfehler im Betriebsnetz dürften im Laufe der Jahre deutlich zurückgehen.



Die Auswertung nach Betriebstypen zeigt teilweise grössere Unterschiede. Der Median liegt beim P-Input zwischen 16 und 32 kg P/ha und beim P-Output zwischen 16 und 30 kg P/ha. Niedrige Werte werden hauptsächlich bei den Betriebstypen «Spezialkulturen» und «Anderes Rindvieh» festgestellt. Ein hohes Niveau wird häufig auf Verkehrsmilch- und kombinierten Betrieben beobachtet. Der Überschuss hingegen ist durchwegs klein und variiert zwischen den verschiedenen Betriebstypen nur wenig.



■ P-Gehalt der Böden

Für eine gezielte Düngung sind nebst den Nährstoffbedürfnissen der Pflanzen auch verschiedene Bodeneigenschaften sowie die Risiken der Belastung der Gewässer zu berücksichtigen. Die Bodeneigenschaften können mittels periodischer Bodenuntersuchungen ermittelt werden. Für die Abschätzung der Wassergefährdung sind verschiedene Grundlagen erarbeitet worden, z.B. die Gewässeranschlusskarte basierend auf der Erosionsrisikokarte. Bei den periodischen Bodenuntersuchungen geht es nicht um die Erfassung des Gesamtnährstoffgehalts des Bodens, sondern darum, die für die Pflanzen mittelfristig verfügbaren Nährstoffe abzuschätzen. Man spricht von der Nährstoffversorgung der Böden. Gemäss den Vorschriften der Direktzahlungsverordnung müssen – mit gewissen Ausnahmen – die Parzellen aller Betriebe, welche Direktzahlungen erhalten, mindestens einmal in zehn Jahren untersucht werden.

Für ÖLN-Bodenproben zugelassene Labors sind verpflichtet, dem BLW die Untersuchungsergebnisse zur statistischen Auswertung zur Verfügung zu stellen. Von den total rund 130 000 gelieferten Datensätzen der Jahre 2010–2012 konnten rund 74 000 oder knapp 60 % ausgewertet werden. Die hauptsächlichsten Gründe, weshalb Proben für die Auswertung nicht verwendet werden konnten, waren: fehlende Angaben zu Kultur bzw. Kulturgruppe, Probenahmetiefe, Tongehalt und Postleitzahl oder Anwendung einer Analysenmethode, für die keine Interpretationsgrundlage vorliegt. Insgesamt haben zehn Labors Daten geliefert. Die Anzahl der untersuchten Proben pro Labor variierte stark, sie reichte von wenigen Hundert bis zu rund 30 000. Auch die Verwendbarkeit der gelieferten Proben schwankte sehr stark. Bei zwei der Labors konnten z.B. über 90 %, bei zwei andern jedoch gar keine Daten verwendet werden. Der grösste Anteil der Proben wurde mit der CO₂-Methode untersucht, gefolgt von der Ammoniumacetat-EDTA-Methode (AAE10) (beide Methoden vom ÖLN anerkannt). Bei der AAE10-Methode konnten über 13 000 Proben nicht interpretiert werden, weil der pH-Wert der Böden über 6,8 lag und damit gemäss den Vorgaben die CO₂-Methode zur Anwendung hätte kommen müssen. Insgesamt musste die Qualität der zur Verfügung stehenden Daten als ungenügend beurteilt werden. Nach Abschluss dieser ersten Datenlieferungen sollen nur noch Laboratorien zugelassen werden, welche die geforderten Kriterien erfüllen.

Über die Hälfte der Proben stammte aus dem Futterbau, knapp die Hälfte konnte dem offenen Ackerland zugeteilt werden. Auf die langjährigen Spezialkulturen entfiel ein Anteil von weniger als 5 % der Proben. Aufgrund der Anzahl Proben mit interpretierbaren Daten kann der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche abgeschätzt werden, der bezüglich der P-Versorgung beurteilt werden kann. Unter der Annahme, dass die mittlere Parzellengrösse bei den untersuchten Proben 1,5 ha beträgt, deckt der interpretierbare Datensatz etwa 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz ab, wobei der Anteil in den Kantonen bzw. Gemeinden zwischen 2 und knapp 20 % variiert. Die beste Abdeckung liegt im zentralen und östlichen Mittelland sowie im Tessin vor.

Versorgungsklassen gemäss den GRUDAF

Versorgungsklasse	Beurteilung
A	arm (stark unterversorgt)
B	mässig (unterversorgt)
C	genügend (angestrebter Versorgungszustand)
D	Vorrat (überversorgt)
E	angereichert (stark überversorgt)

Quelle: Agroscope

Zur Beurteilung der P-Versorgung eines Standortes wird der Messwert der Bodenanalyse gemäss den «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau» (GRUDAF), Ausgabe 2009, einer der fünf Versorgungsklassen A–E zugewiesen. Damit einzelne Regionen miteinander verglichen werden können, wird aus der Verteilung der Versorgungsklassen einer Region (z.B. Kanton oder Gemeinde) die sogenannte Masszahl ermittelt. Das Vorgehen wurde gemäss einem Vorschlag des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg, Baden-Württemberg, gewählt. Dazu wird der prozentuale Anteil der jeweiligen Versorgungsklasse mit einem gewählten Gewichtungsfaktor multipliziert, um die Unterschiede zwischen den Versorgungsklassen besser sichtbar zu machen, und die fünf Produkte werden summiert. Die Summe entspricht dann der Kennzahl einer Region. Die Kennzahl erlaubt die Zuordnung zu einer der fünf Zustandsstufen, welche die Böden einer Region in Gebiete mit sehr häufigem P-Mangel (Zustandsstufe I) bis zu Gebieten mit sehr häufiger P-Übersorgung (Zustandsstufe V) klassiert. Anhand der Kennzahlen wurden Karten erstellt, welche die mittlere P-Versorgung der Böden pro Gemeinde darstellen.

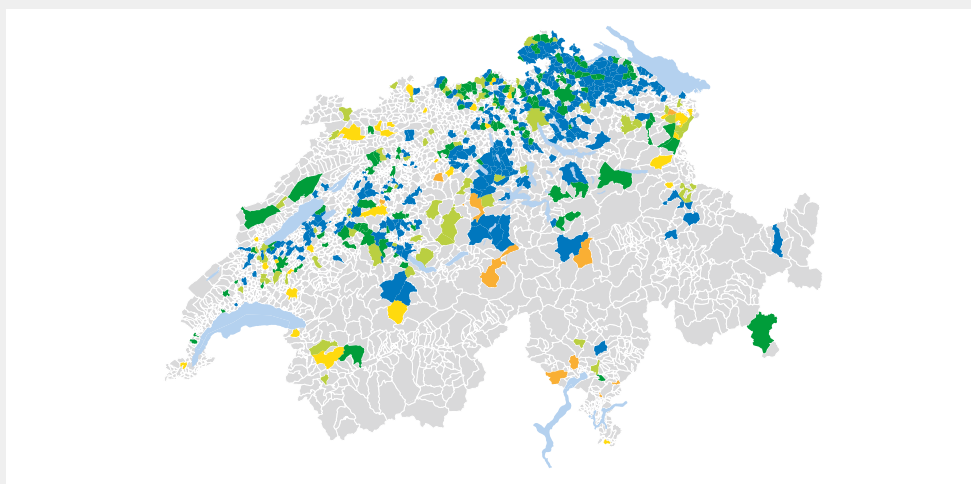


Beispiel zur Berechnung der Masszahl				Einstufung der Kennzahlen		
Versorgungs- klasse	Prozentanteil	Gewichtungs- faktor	Masszahl (Produkt)	Zustandsstufe (entspricht der Farbe auf den Karten)	Kennzahl	Einstufung
A	7,7	1	7,7	■ I	≤240	Gebiete mit sehr häufigem Mangel
B	27,6	2	55,2	■ II	241–280	Gebiete mit häufigem Mangel
C	34,1	3	102,3	■ III	281–320	Gebiete mit gelegentlichem Mangel und gelegentlicher Überversorgung
D	17,6	4	70,5	■ IV	321–360	Gebiete mit häufiger Überversorgung
E	13,0	5	65,1	■ V	>360	Gebiete mit sehr häufiger Überversorgung
Summe Kennzahl	100		300,8			

Quelle: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTA), Baden-Württemberg

Die P-Versorgung der Böden wird für das offene Ackerland und die Futterbauflächen pro Gemeinde dargestellt, für die übrigen Kulturgruppen sind zu wenige Daten vorhanden. Die Darstellung erfolgt getrennt für die Bodenanalysen, welche mit der CO₂- bzw. AAE10-Methode untersucht wurden. Da die AAE10-Methode nur für Böden mit einem pH-Wert ≤6,8 interpretiert werden kann, sind in den entsprechenden Grafiken keine alkalischen Böden enthalten. Gemeinden mit weniger als zehn analysierten Bodenproben werden nicht dargestellt, da die Bestimmung des Versorgungszustandes mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund von Einzelproben erfolgte und dieser somit für die Region nicht repräsentativ ist.

P-Versorgung der offenen Ackerflächen in Schweizer Gemeinden 2010–2012 (CO₂-Methode)

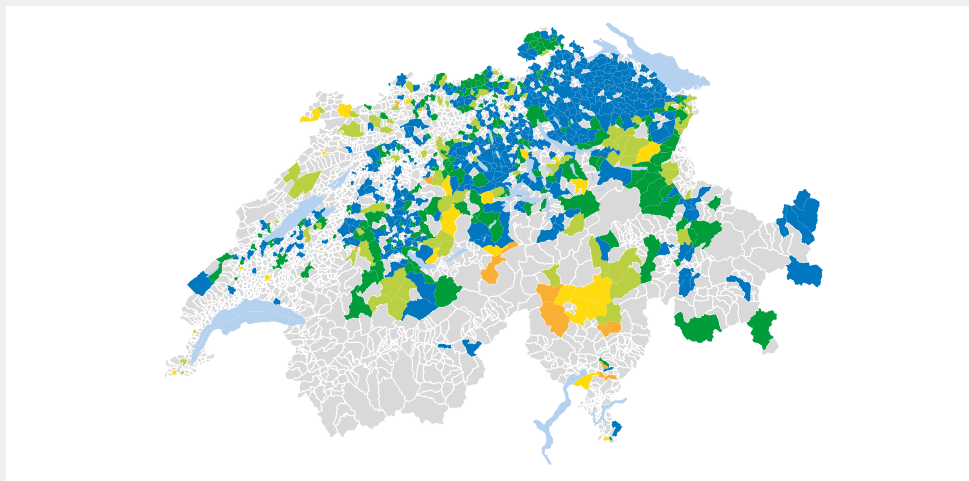


Ackerfläche CO₂-P (N= 15 468):

- Sehr häufiger Mangel
- Häufiger Mangel
- Gelegentlicher Mangel und gelegentliche Überversorgung
- Häufige Überversorgung
- Sehr häufige Überversorgung

Quelle: Agroscope

P-Versorgung von Futterbauflächen in Schweizer Gemeinden 2010–2012 (CO₂-Methode)



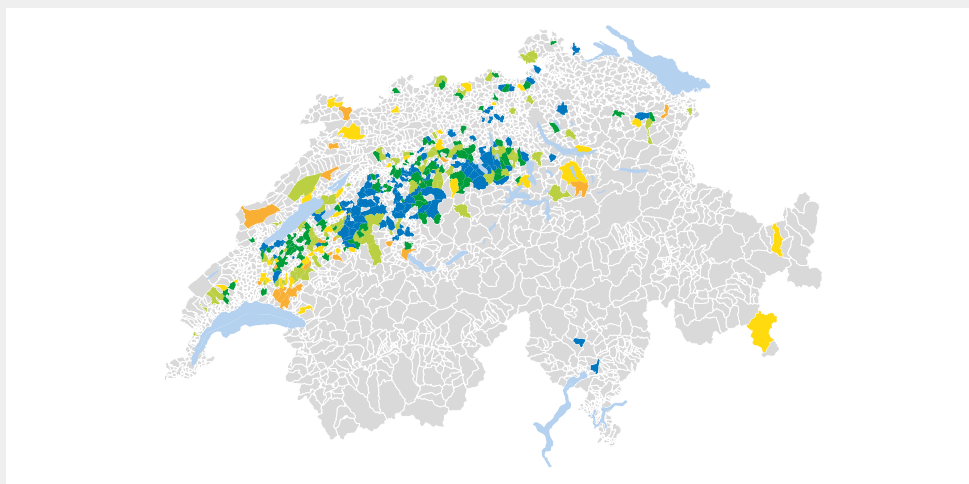
Futterbau CO₂-P (N = 33 779):

- Sehr häufiger Mangel
- Häufiger Mangel
- Gelegentlicher Mangel und gelegentliche Überversorgung
- Häufige Überversorgung
- Sehr häufige Überversorgung

Quelle: Agroscope

Die Karten der P-Versorgung der Böden auf der Basis der CO₂-Methode zeigen sowohl beim Ackerbau wie auch beim Grünland, dass Gebiete mit sehr häufiger Überversorgung dominieren und vor allem in der Ost- und Zentralschweiz liegen. Auffällig ist auch, dass in der Westschweiz und im Wallis weniger Gemeinden die nötige Anzahl von 10 Untersuchungsergebnissen aufweisen. Dies könnte damit zu tun haben, dass dort die AAE10-Methode verbreiteter ist als die CO₂-Methode.

P-Versorgung von offenen Ackerflächen in Schweizer Gemeinden 2010–2012 (AAE10-Methode)

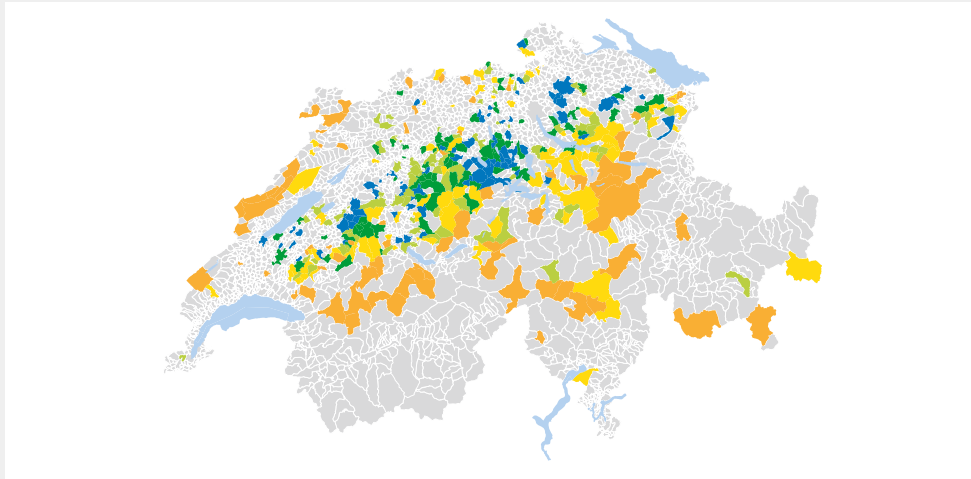


Ackerfläche AAE10-P (N = 9088):

- Sehr häufiger Mangel
- Häufiger Mangel
- Gelegentlicher Mangel und gelegentliche Überversorgung
- Häufige Überversorgung
- Sehr häufige Überversorgung

Quelle: Agroscope

P-Versorgung von Futterbauflächen in Schweizer Gemeinden 2010–2012 (AAE10-Methode)



Futterbau AAE10-P (N = 13 390):

- Sehr häufiger Mangel
- Häufiger Mangel
- Gelegentlicher Mangel und gelegentliche Überversorgung
- Häufige Überversorgung
- Sehr häufige Überversorgung

Quelle: Agroscope

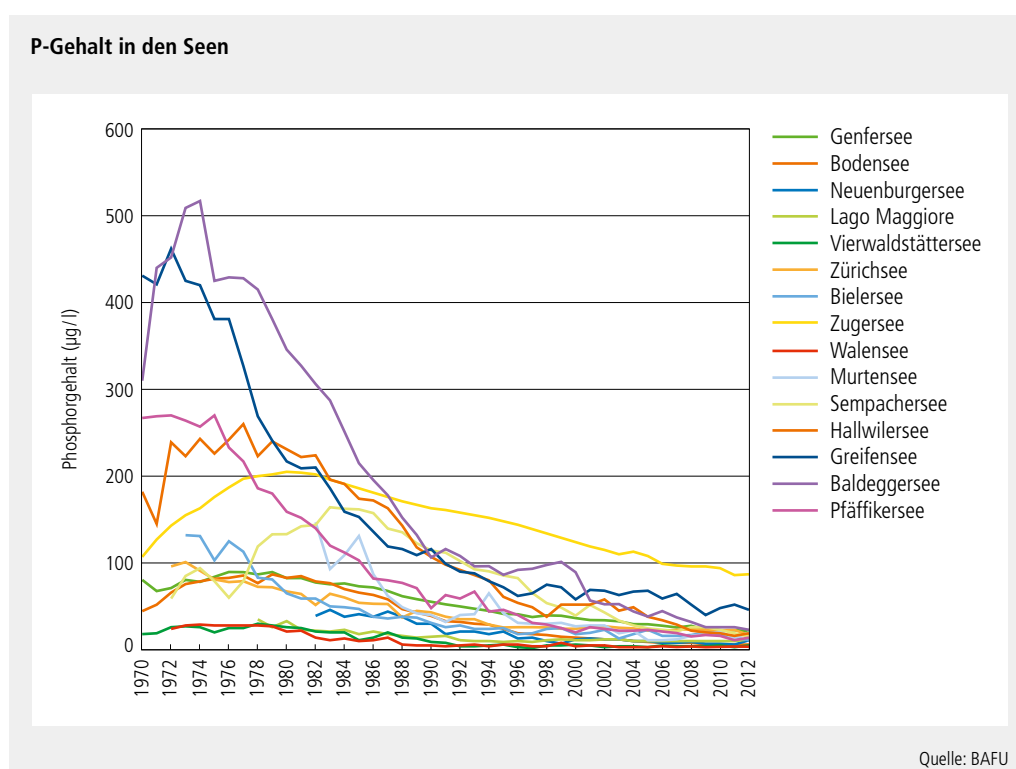
Die Karten der P-Versorgung der Böden auf der Basis der AAE10-Methode zeigen vor allem im Futterbau-gebiet ein etwas anderes Bild. Im Jura, den Voralpen und Alpen gibt es nach dieser Methode grosse Gebiete mit häufigem und sehr häufigem Mangel. Aus dem Wallis fehlen auch bei dieser Methode interpretierbare Proben.

Der Vergleich der P-Versorgung der Böden gemäss der CO₂- und der AAE10-Methode zeigt, dass mit der AAE10-Methode die P-Versorgung häufig tiefer eingeschätzt wird. Dies entspricht auch Beobachtungen, die in anderen Projekten und in der Praxis gemacht werden. Eine Erklärung dafür kann häufig nicht gegeben werden. Insbesondere in Gebieten mit hohem Tierbesatz und jahrzehntelangem, regelmässigem Einsatz von Hofdüngern dürfte die Beurteilung nach der CO₂-Methode eher den realen Verhältnissen entsprechen. Sicht- und messbarer P-Mangel bei den Kulturen tritt in der Praxis äusserst selten und nur in speziellen Fällen auf.

■ P-Gehalt der Seen

Der P-Gehalt in den Seen ist ein wichtiger Indikator für die Beurteilung der Wasserqualität. Hohe P-Gehalte in Seen fördern die Produktion von Biomasse. Beim Abbau der abgestorbenen Biomasse wird Sauerstoff verbraucht. Ein Überschuss an Biomasse führt so zu Sauerstoffmangel im Tiefenwasser oder an der Sedimentoberfläche. Phosphor gelangt grundsätzlich auf zwei Wegen in die Seen, entweder über Punktquellen (Kläranlagen, Industrie, Haushalte, Regenentlastungen der Kanalisationen) oder über diffuse Quellen (Landwirtschaft, Wald und Atmosphäre). Weil deutlich über 95 % der Punktquellen in Kläranlagen behandelt werden und insbesondere der darin enthaltene Phosphor zu einem sehr hohen Grad aus dem Abwasser entfernt wird, sowie weil seit 1986 die Verwendung von Phosphat in Textilwaschmitteln verboten ist, haben die P-Einträge in die Seen und die P-Gehalte in den Seen seit Mitte der siebziger Jahre stark abgenommen. Auch die P-Einträge aus der Landwirtschaft haben abgenommen, allerdings nicht in gleichem Ausmass.

Trotz aller Massnahmen wird die Anforderung der Gewässerschutzverordnung an den Sauerstoffgehalt von mindestens 4 mg/l zu jeder Zeit und in jeder Tiefe noch nicht in allen Seen eingehalten. In gewissen Seen muss darum noch langfristig Sauerstoff mittels Belüftung oder Zirkulationshilfe künstlich zugeführt werden.



1.3.1.3 Boden

Der Boden ist die Grundlage für den weitaus grössten Teil der Nahrungsmittelproduktion. Regenwasser, das auf die Erde fällt, wird im Boden gespeichert und ermöglicht es den Pflanzen zu gedeihen oder es sickert durch den Boden in den Untergrund, wobei es gefiltert wird und z.B. als Trinkwasser gewonnen werden kann. Ein unvorstellbar reiches Bodenleben sorgt dafür, dass organische Verbindungen, die auf und in den Boden gelangen, wieder in ihre Grundbausteine zerlegt werden und damit den Pflanzen wiederum als Nähr- und Baustoffe zur Verfügung stehen. Gleichzeitig bauen die Bodenlebewesen auch neue organische Verbindungen auf und bilden dadurch fruchtbaren Humus. Der Boden prägt zudem die Landschaft, in der wir leben und er dient als Fläche für die Erstellung von Siedlungen.

Im Agrarbericht 2010 wurde aufgezeigt, dass die weltweite Nachfrage nach fruchtbarem Boden ständig steigt, angetrieben durch das Bevölkerungswachstum und beispielsweise auch den zunehmenden Konsum von tierischen Lebensmitteln, welche pro Nahrungskalorie bedeutend mehr Fläche benötigen als pflanzliche. Gleichzeitig steht die der Landwirtschaft für die Produktion aktuell zur Verfügung stehende Fläche sehr stark



unter Druck. Einerseits werden oft die agronomisch besten Flächen für Siedlungszwecke verwendet – bis 2050 sollen es gemäss Umweltprogramm der Vereinten Nationen weltweit rund 200 Mio. ha sein. Dies entspricht dem 200-fachen der in der Schweiz verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche. Andererseits nimmt die Bodenfruchtbarkeit aufgrund der Bodendegradation auf riesigen Flächen ab. Im Vordergrund steht dabei die Erosion durch Wasser und Wind, wovon weltweit rund 1 500 Mio. ha. Boden betroffen sind. Weil nur noch relativ wenige zusätzliche gute Ackerböden gewonnen werden können – die FAO rechnet mit etwa 500 Mio. ha – muss eine Hektare Boden immer mehr Menschen ernähren. Zum Thema quantitativer Bodenschutz sei auf den Abschnitt 1.2.6 Schutz des Kulturlandes verwiesen.

Im Sommer 2013 wurde von BAFU und BLW das Modul Bodenschutz der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft veröffentlicht. Darin werden die beiden grössten Gefahren, die der Bodenfruchtbarkeit durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung in der Schweiz drohen, die Erosion und die Unterbodenverdichtung, thematisiert. Es wird detailliert beschrieben, wie die Bewirtschaftenden ihrer Verpflichtung zur Vermeidung von Erosion und Bodenverdichtung nachkommen müssen und welche Aufgaben dem Bund und den Kantonen diesbezüglich obliegen.

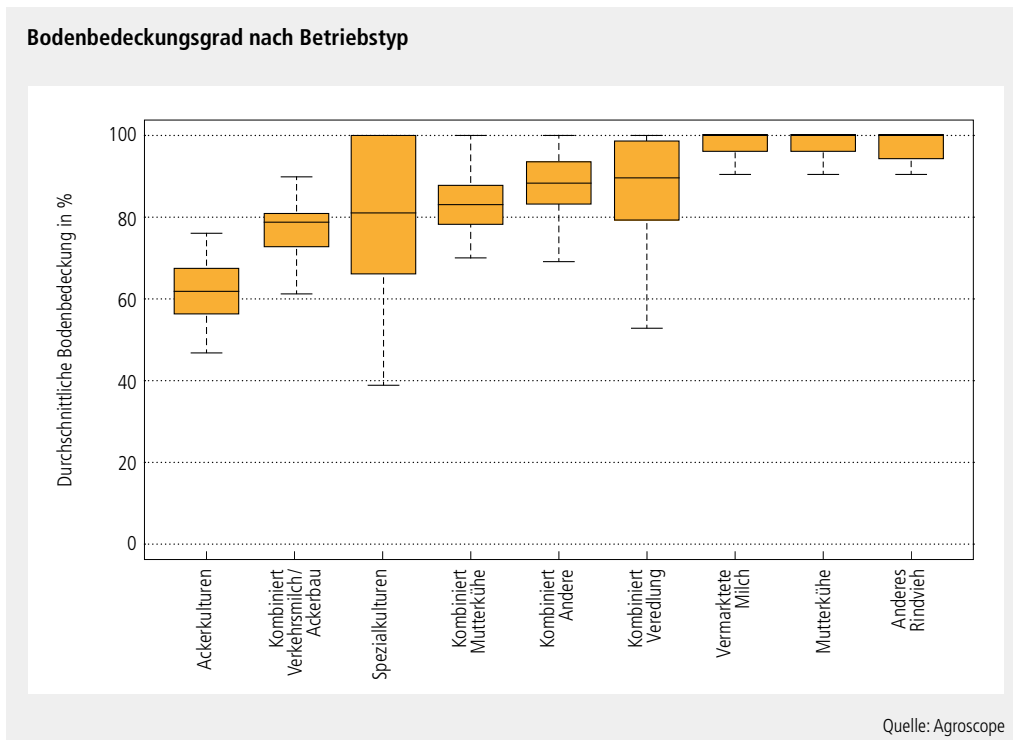
■ Bodenbedeckung auf den Betrieben der ZA-AUI

Die Bodenbedeckung variiert das Jahr über: die Feldarbeit aber auch die Entwicklung der Vegetation und das Vorhandensein von oberflächlichen Pflanzenrückständen beeinflussen den Bodenbedeckungsgrad. Der Zustand der Bodenoberfläche gilt als eine der Antriebskräfte der Agrarpraxis, da er für mehrere Umweltwirkungen massgebend ist. Eine hohe Bodenbedeckung trägt zum physikalischen und chemischen Schutz des Bodens bei. Das Erosionsrisiko wird vermindert und der Verlust von mineralischen und organischen Stoffen (Nährstoffe, Pestizide und Schwermetalle) reduziert. Bodenbedeckung und angebaute Kultur stehen in direktem Zusammenhang. Die Fruchtfolge, die saisonale Entwicklungsdynamik (von der Saat bis zur Ernte) und der Umgang mit Zwischenkulturen spielen hier eine entscheidende Rolle. Auch die Anbaupraktiken – darunter die Bodenbearbeitung – haben Auswirkungen auf die Bodenbedeckung. Die Gesamtheit dieser Faktoren führt zu einer vielfältigen Bodenschutzpraxis, deren Beurteilung und Dokumentierung anhand der AUI aufschlussreich sein können.

Zur Beschreibung der zwei Hauptphasen der Bodenbedeckung einer landwirtschaftlichen Parzelle wurde ein neuer Indikator entwickelt. Zu den Hauptphasen zählen die Zwischenkulturphase (von der Ernte der Vorkultur bis zur Saat der Hauptkultur) und die Hauptkulturphase (von der Saat der Hauptkultur zu deren Ernte). Die Zwischenkulturphase berücksichtigt die Rückstände der Vorkultur, ihre Eintragung in den Boden während der Bearbeitung (Stoppelbearbeitung), ihr Zersetzungsgrad, das Vorkommen von Zwischenkulturen (Gründünger, Zwischenbegrünung) und ihre Bewirtschaftung. Die Hauptkulturphase beschreibt das Vorkommen von Rückständen zum Zeitpunkt der Saat der Hauptkultur, das Wachstum der Kultur zwischen Saat und Ernte und den Zersetzungsgrad der Rückstände der Vorkultur. Anhand von Modellen und Referenzwerten kann die Bodenbedeckung einer landwirtschaftlichen Parzelle über eine abgegrenzte Zeitspanne hinweg beurteilt werden.

Die vorliegende Analyse umfasst die Jahre 2010 bis 2012 mit durchschnittlich 236 Betrieben und insgesamt 4 804 Parzellen. Auf Stufe der Parzelle wird das Ergebnis mit einem Index der bedeckten Tage (Anzahl Tage mit 100 %iger Bedeckung; 2 Tage mit 50 %iger Bedeckung = 1 Tag mit 100 %iger Bedeckung) oder mit dem durchschnittlichen Bedeckungsgrad wiedergegeben. Auf Betriebsstufe entspricht der Bedeckungsgrad dem Mittelwert aus sämtlichen Parzellen (Ackerfläche und Dauerwiesen) bewertet nach der jeweiligen Fläche.

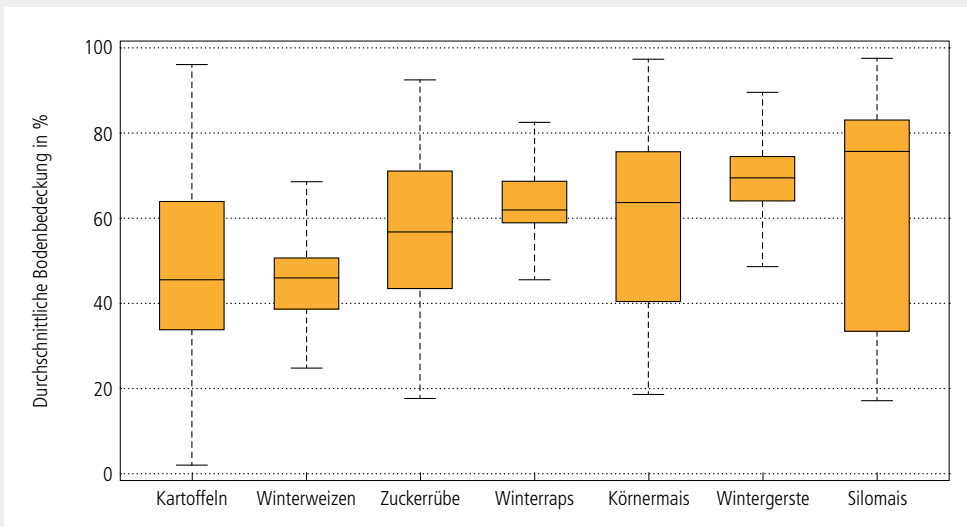
Ein Graslandbetrieb weist eine nahezu 100 %ige Bedeckung auf, insofern der Boden als Dauerwiese angelegt ist. Milchbetriebe sind hier ein gutes Beispiel. Ein Ackerbaubetrieb erreicht hingegen einen Bodenbedeckungsgrad von ca. 60 %, wobei dieser Wert je nach Betrieb stark variieren kann. Ackerflächen liegen während der Zwischenkulturphase und während des Anbaus der neuen Kultur teilweise unbedeckt. Kombinierte Betriebe (Verkehrsmilch/Ackerbau) liegen mit einer rund 80 %igen Bodenbedeckung dazwischen.



Da in der Talzone häufig offene Flächen vorkommen, liegt der Bodenbedeckungsgrad hier auf einem tiefen Niveau, kann jedoch sehr unterschiedlich ausfallen. Talbetriebe weisen Bodenbedeckungsgrade zwischen 50 und 100 % auf, die Hälfte bewegt sich zwischen 70 und 90 %. Drei Viertel der Hügelbetriebe erreichen einen Bedeckungsgrad von 90 % oder mehr, dieser Wert ist vergleichbar mit demjenigen der Bergzonen mit ausschliesslich Grünlandfläche.

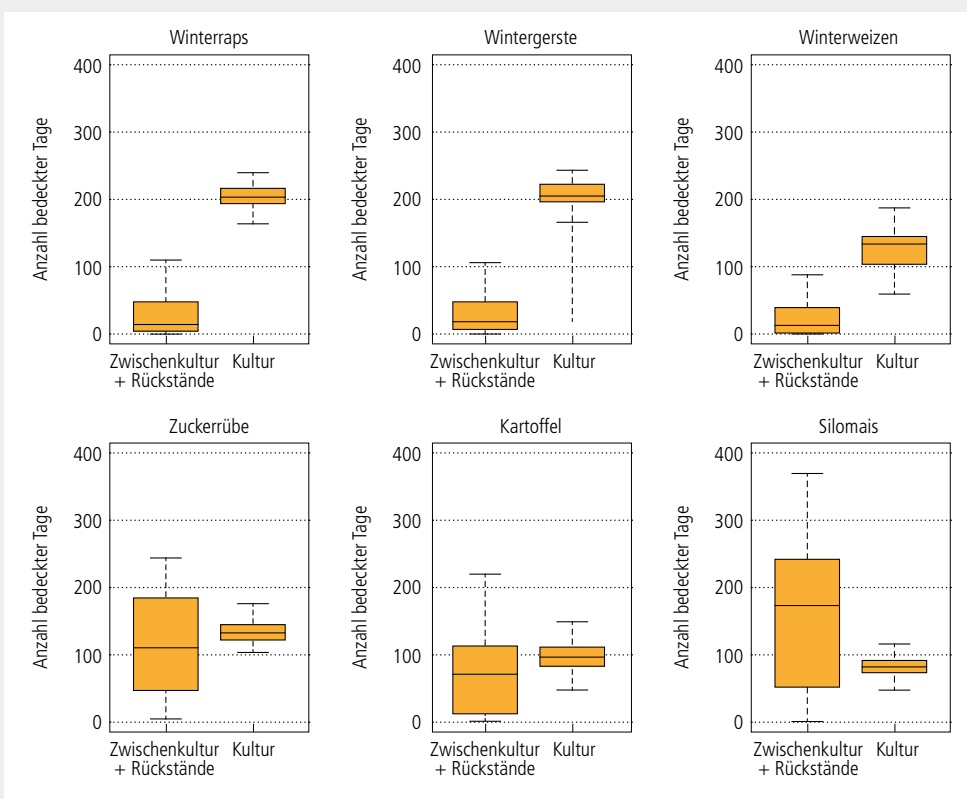
Die unterschiedlichen Bodenbedeckungsgrade der Parzellen mit offenen Ackerflächen sind in erster Linie auf die Wahl der Rotations- und Fruchtfolgekulturen zurückzuführen. Winterweizen weist einen der niedrigsten Bedeckungsgrade auf: In der Zeitspanne von der Ernte der Vorkultur zur Ernte des Winterweizens ist der Boden die Hälfte der Zeit bedeckt (Bodenbedeckungsgrad von 50 %). Die Anbaupraktiken vor der Weizen-saat können die Bodenbedeckung positiv beeinflussen, dennoch liegen nur 5 % der Parzellen – und somit ein kleiner Anteil – bei einem Bedeckungsgrad von ≥ 70 %. Dieser Wert entspricht der Bodenbedeckung einer frühreifen Winterkultur wie der Wintergerste. Mit einem relativ begrenzten Saatzeitfenster während der aktiven Vegetationsphase zeigt diese Getreideart, wie auch Raps, geringe Schwankungen zwischen den Parzellen. Bei den Sommerkulturen verfügen die Kartoffeln über den niedrigsten Bedeckungsgrad. Dieser variiert jedoch je nach Zeitpunkt der Verwendung der Kultur im Rotationszyklus. Bei den Sommerkulturen werden zwischen den einzelnen Parzellen weit grössere Unterschiede beobachtet als bei den Winterkulturen. Diese Unterschiede liegen namentlich in der grossen Variabilität der Zwischenkulturphase begründet. Bei den Winterkulturen hat vor allem die Vegetationsphase Einfluss auf den Bedeckungsgrad. Bei den Sommerkulturen fällt die Zwischenkultur ebenso stark wenn nicht gar stärker ins Gewicht.

Durchschnittlicher Bodenbedeckungsgrad der Parzellen nach Hauptkultur



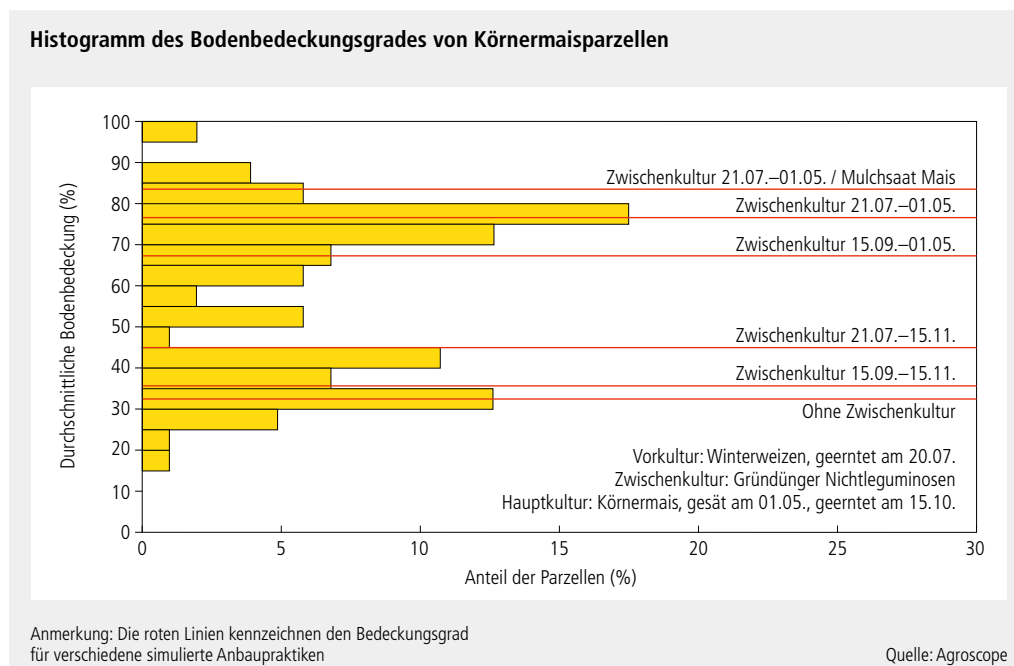
Quelle: Agroscope

Anzahl bedeckter Tage je Parzelle für die Haupt- und Zwischenkulturphase (+Rückstände)



Quelle: Agroscope

Die grossen Schwankungen beim Körnermais verdeutlichen, welche Auswirkungen die Rotation und die Anbautechniken auf die Bodenbedeckung haben. Der Vergleich der Parzellen mit simulierten Szenarien zeigt, dass viele der Kulturen von einer Zwischenkultur begleitet werden, die bis zum Frühling stehen bleibt. Hierdurch kann ein Gesamtbedeckungsgrad von $\geq 70\%$ erreicht werden. Das Abräumen der Zwischenkultur vor dem Winter senkt den Bodenbedeckungsgrad auf unter 50% . Wird keine Zwischenkultur angebaut, reduziert sich der Bedeckungsgrad gegenüber den schonendsten Praktiken um mindestens 50% . Der Anbau einer Zwischenkultur und ihre optimale Bewirtschaftung sind somit entscheidende Faktoren bei der Verbesserung der Bodenbedeckung.



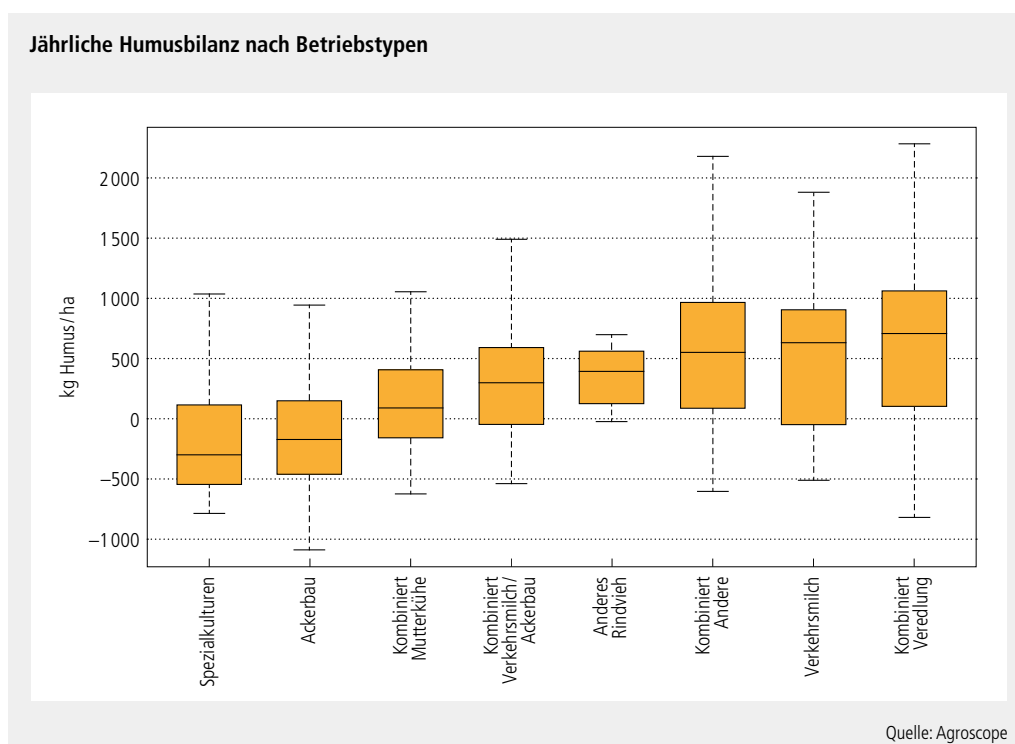
■ Humusbilanz auf den ZA-AUI-Betrieben

Neben der Bodenstruktur, dem Anteil an Ton, Schluff und Sand und dem pH-Wert ist der Humusgehalt ein wichtiges Kriterium für die Qualität eines Landwirtschaftsbodens und wird als Agrarumweltindikator für ackerbaulich genutzte Böden verwendet. Als «Humus» wird die tote organische Substanz im Boden bezeichnet. Sie besteht im Wesentlichen aus frisch dem Boden zugeführten organischen Substanzen, die leicht abbaubar sind, und dem Dauerhumus aus mehr oder weniger stabilen organischen Substanzen. Menge und Zusammensetzung des Humus beeinflussen direkt oder indirekt die meisten Bodenfunktionen. So ist der Humus beispielsweise wichtig für die Bildung von stabilen Krümeln, wodurch die Bodenoberfläche vor Verschlämmung und Erosion geschützt wird. Die Stabilität des Bodengefüges und damit die Erhaltung eines günstigen Porenraums ist wichtig für einen funktionierenden Wasser- und Luftaushalt. Zudem sind Humusbestandteile ausgezeichnete Speicher für Pflanzennährstoffe. Auch für die Bodenorganismen sind Menge und Qualität der organischen Bodensubstanz von zentraler Bedeutung.

Klima- und Bodenverhältnisse bestimmen den Humusgehalt. In Ackerböden wird die Humusdynamik zusätzlich durch die Bewirtschaftung beeinflusst, hauptsächlich durch die Intensität der Bodenbearbeitung (z.B. Pflügen, Fräsen oder Eggen), den Anfall von Ernteresten und die Zufuhr von organischen Düngern. Obwohl der Humusgehalt für die Bodenqualität sehr wichtig ist, lässt sich der optimale Humusgehalt an einem bestimmten Standort nicht zweifelsfrei festlegen. Trotzdem herrscht Einigkeit, dass eine Humus mehrende Bewirtschaftung für die Bodenqualität besser ist als eine Humus zehrende.

Bei ackerbaulicher Bodennutzung ist es wichtig, Humusumsatz und -gehalt im Auge zu behalten. Für diesen Zweck wurden so genannte «Humusbilanzierungs-Methoden» entwickelt. Ziel dieser Methoden ist es, mit Hilfe von Bewirtschaftungsangaben abschätzen zu können, ob die Humusmenge im Boden erhalten bleibt, zu- oder abnimmt. Die in der Schweiz häufig verwendete Humusbilanzierungs-Methode ist als Beratungshilfsmittel entwickelt worden. Sie vergleicht die Humuszufuhr mit dem Humusabbau: Der Humusabbau wird aufgrund von Bodeneigenschaften und Bearbeitungsintensität abgeschätzt und mit dem Humusaufbau durch Zufuhr von organischen Substanzen als Erntereste und organische Dünger verglichen. Die Methode ist in der Lage, deutliche Bewirtschaftungsunterschiede grundsätzlich richtig zu bewerten, sie ist aber nicht geeignet, eine zuverlässige Abschätzung des Humusgehaltes zu machen.

Für die Berechnung der Humusbilanzen auf den Ackerflächen der ZA-AUI-Betriebe waren die zur Verfügung stehenden Daten ausreichend, obwohl nicht in jedem Fall genaue Angaben zu den auf den einzelnen Parzellen ausgebrachten Hofdüngern vorlagen. Sie wurden durch Durchschnittswerte der auf dem Betrieb ausgebrachten Hofdünger ersetzt. Da Betriebe mit sehr geringer Ackerfläche die Ergebnisse verzerren könnten, wurden nur Betriebe in die Auswertung übernommen, die eine offene Ackerfläche (das heisst ohne Kunstwiesen) von mehr als 5 ha aufwiesen und deren Ackerfläche einen Anteil von mehr als 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausmachte. Die Ergebnisse wurden nach Betriebstyp, Region (Tal-/Hügelzone) und Klima (ausgeglichen, trocken, feucht) ausgewertet.



Die Ergebnisse zeigen grosse und signifikante Unterschiede zwischen den Betriebstypen, jedoch keine gesicherten Unterschiede zwischen Tal- und Hügelbetrieben oder zwischen Klimaregionen. Die Medianwerte der Humusbilanzen von Ackerbaubetrieben mit oder ohne Spezialisierung auf einzelne Kulturen sind deutlich negativ, auf den tierhaltenden Ackerbaubetrieben hingegen durchwegs positiv. Verursacht werden die negativen Humusbilanzen vor allem durch Fruchtfolgen mit höherem Anteil an Hackfrüchten und weniger Kunstwiesen. Das führt einerseits zu einem geringeren unterirdischen Kohlenstoffeintrag durch die Kulturen und andererseits erhöht die intensivere Bodenbearbeitung den Humusabbau. Zusätzlich sind die Mengen an zugeführten organischen Düngern auf Ackerbaubetrieben geringer, was selbst durch die höheren Mengen an oberirdischen Ernteresten (Stroh, Gründüngungen) nicht kompensiert werden konnte.

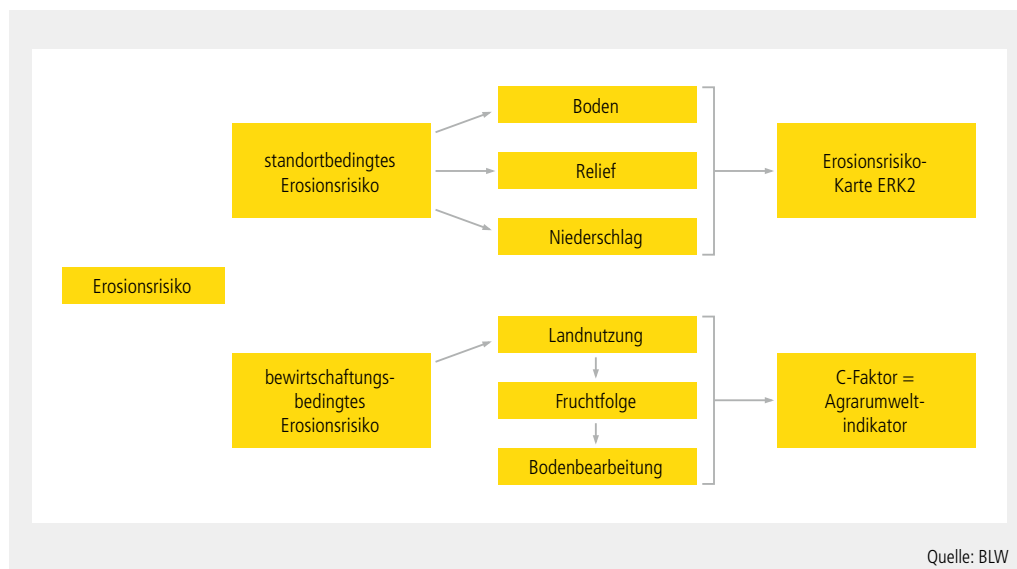
Im Durchschnitt beträgt die Menge Humus in ackerbaulich genutzten Parzellen in der Schweiz 70 t pro ha. In einem Langzeitversuch an Agroscope betrug die durchschnittliche jährliche Abnahme während 60 Jahren auf nicht oder nur mineralisch gedüngten Parzellen und bei Abfuhr aller Erntereste rund 230 kg Humus pro ha. Unter Berücksichtigung der relativ groben Humusbilanzierungs-Methode mit einer entsprechend hohen Unsicherheit wird bei Bilanzwerten zwischen -200 und $+200$ kg Humus pro ha kein Einfluss auf die Bodenqualität angenommen. Erst bei stärker negativen Bilanzen wird von einer Beeinträchtigung der Bodenqualität ausgegangen. Weil zudem bei der Prüfung der Methode beobachtet wurde, dass sie meistens eher zu positive Ergebnisse liefert, sind langfristig negative Humusbilanzen der Ackerbaubetriebe ernst zu nehmen. Die Ergebnisse aus dem AUI-Betriebsnetz zeigen, dass viele Ackerbaubetriebe deutlich negativere Bilanzen aufweisen. Um eine ausgeglichene oder sogar positive Bilanz anzustreben, besteht auf vielen dieser Ackerbaubetriebe Handlungsbedarf; vor allem zusätzliche organische Dünger wären wünschenswert. Weitere geeignete Massnahmen, die bereits teilweise angewandt werden, sind der Anbau von Zwischenkulturen und Strohdüngung. Bei stark negativer Humusbilanz ist weiter zu prüfen, ob die Intensität der Bodenbearbeitung reduziert und so der Humusabbau vermindert werden kann.

■ Erosionsrisiko auf den ZA-AUI-Betrieben

Das Erosionsrisiko einer Parzelle wird durch standortbedingte und bewirtschaftungsbedingte Faktoren bestimmt. Das standortbedingte Erosionsrisiko bildet die weitgehend natürliche Erosionsdisposition aufgrund der Boden- und Reliefeigenschaften sowie der Erosivität der Niederschläge ab. Sie ist durch die Erosionsrisikokarte (ERK2) flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz erfasst. Das bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko ergibt sich aus der Art der Landnutzung (Ackerland, Grasland, Dauerkultur etc.) und der Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Art und Intensität der Bodenbearbeitung etc.). Es wird durch den sogenannten C-Faktor der «Allgemeinen Bodenabtragsgleichung», dem weltweit verbreitetsten Erosionsmodell bestimmt. Der C-Faktor gibt die relative Veränderung des Bodenabtrages bei einer bestimmten Bewirtschaftung gegenüber dem Abtrag bei langjähriger Schwarzbrache an. Der C-Faktor ist ein dimensionsloser Wert zwischen 0 und 1, wobei der Wert 0 den grösstmöglichen Erosionsschutz (100%ige Bodenbedeckung, keine Bodenbearbeitung, gute Durchwurzelung etc.) und der Wert 1 das grösste Erosionsrisiko (vollständig nackter Boden, feines Saatbett) darstellt. Der C-Faktor ist vor allem im Acker- und Gemüsebau sowie bei einigen Dauerkulturen hoch, während er im Grünland in der Regel sehr gering ist.

Beim AUI Erosionsrisiko wird der C-Faktor für jede landwirtschaftlich genutzte Parzelle eines Betriebes des ZA AUI-Betriebsnetzes berechnet und als flächengewichteter Mittelwert aller Parzellen des Betriebes angegeben. Die Berechnung erfolgt immer genau über ein Jahr (365 Tage) vom 1. Juli des Vorjahres bis zum 30. Juni des Erfassungsjahres und umfasst somit eine Periode der Vorkultur, eine allfällige Zwischenkultur oder Brache und eine Periode der Hauptkultur. Für jede Kultur wurden kulturspezifische Angaben zur Dauer von sechs Entwicklungsphasen (z.B. die Bodenbearbeitung bis Saat, Saat bis 10 % Bodenbedeckung usw.) festgelegt. Diese Phasen werden mit aus der Literatur stammenden relativen Bodenabtragswerten jeder Kultur und Entwicklungsphase sowie der in dieser Zeitspanne zu erwartenden Erosivität der Niederschläge verrechnet, welche aus langjährigen Meteodaten ermittelt wurde. Bei den verwendeten relativen Bodenabtragswerten wird zwischen vier Bodenbearbeitungsverfahren bei jeder Kultur und Entwicklungsphase unterschieden (Pflug; pfluglos < 30 % Mulchbedeckung; Mulchsaat > 30 % Mulchbedeckung; Streifenfräss- oder Direktsaat). Verschiedene Korrekturfaktoren fliessen zusätzlich in die Berechnungen ein. So verringert Kunstwiese in der Fruchtfolge das Erosionsrisiko, während ein hoher Anteil von Blattfrüchten oder der Anbau von Getreide oder Raps nach Wurzelfrüchten das Erosionsrisiko erhöht.

Der Indikator erfasst also nicht die aktuelle Erosion auf einer Parzelle, sondern das Risiko, wie viel Erosion auf einer Parzelle bei einer bestimmten Nutzung und Bewirtschaftung langfristig zu erwarten ist. Verändert sich die Nutzung oder Bewirtschaftung im Mittel aller Parzellen eines Betriebes, ändert sich der berechnete C-Faktor bzw. das Erosionsrisiko. So kann anhand der Analyse von Zeitreihen aller Betriebe erkannt werden, ob Änderungen in der Landnutzung oder Bewirtschaftung (z.B. Änderung der Bodenbearbeitungsverfahren im Rahmen der Ressourcenprogramme bzw. Ressourceneffizienzbeiträge oder Änderungen bei der Winterbegrünung) sich positiv oder negativ auf das Erosionsrisiko auswirken. Dadurch kann die Wirksamkeit agrarpolitischer Massnahmen im Bereich Erosionsschutz überprüft werden und es kann frühzeitig Handlungsbedarf bei falschen Entwicklungen erkannt werden. Der AUI Erosionsrisiko befindet sich derzeit in der Programmierungs- und Testphase, Ergebnisse liegen daher noch nicht vor.



Gesetzliche Anforderungen an den Erosionsschutz in der Landwirtschaft bestehen seit vielen Jahren sowohl auf der Basis des Umweltschutz- wie des Landwirtschaftsgesetzes. Mit der Agrarpolitik 2014–2017 treten auf 2015 erweiterte Bestimmungen beim ÖLN in Kraft. Es geht nicht um eine Verschärfung, sondern darum, die bestehenden Vorschriften vollzugstauglicher zu machen. Weil die Berechnung von C-Faktoren auf den einzelnen Parzellen relativ aufwändig ist, wurde eine vereinfachte Methode gewählt, welche es erlaubt zu beurteilen, ob die Bewirtschaftung standortgerecht erfolgt oder nicht. Diese Methode wurde im Modul Bodenschutz der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft beschrieben, welche im Sommer 2013 von BAFU und BLW veröffentlicht wurde.

Neu gilt bereits das erstmalige Auftreten von relevanter, bewirtschaftungsbedingter Erosion als Verstoß gegen die ÖLN-Richtlinien. Relevant ist ein Bodenabtrag dann, wenn mehr als 2 t/ha und Jahr erodiert werden, was im Feld gut sichtbar ist. Bewirtschaftungsbedingt ist eine Erosion, wenn sie weder ausschliesslich naturbedingt noch ausschliesslich infrastrukturbedingt ist oder auf eine Kombination dieser beiden Ursachen zurückzuführen ist. Beim Auftreten von relevanter Erosion, die weder auf Infrastrukturmängel noch aussergewöhnliche Niederschläge zurückzuführen ist, erfolgt jedoch nicht automatisch eine Kürzung der Direktzahlungen. Kann der Bewirtschafter zeigen, dass spezifische Massnahmen gegen Erosion auf der betroffenen Parzelle ergriffen wurden, wird auf eine Kürzung verzichtet.

Diese neue Regelung stellt für die Landwirtschaft eine grosse Herausforderung dar. Um den Bewirtschaftern die Zeit für nötige Anpassungen zu gewähren, wird bis Ende 2016 noch keine Kürzung der Direktzahlungen im Fall von Erosion erfolgen. In dieser Zeit werden Erosionsfälle sorgfältig dokumentiert und die so gewonnenen Erfahrungen genutzt, um Grundlagen für eine praxistaugliche Umsetzung zu gewinnen, insbesondere die Bewertung erosionsmindernder Massnahmen.

■ Schwermetallbilanz auf den ZA-AUI-Betrieben

Für alle Schwermetalle gilt, dass ein zu hoher Eintrag zu unerwünschten Umweltwirkungen führt. Die Elemente Kupfer (Cu) und Zink (Zn) sind essenzielle Spurenelemente für Menschen, Pflanzen und Tiere und finden im Gegensatz zu anderen Schwermetallen ein breites Einsatzgebiet in der Landwirtschaft, sowohl in der Pflanzen- als auch Tierproduktion. Weitere Schwermetalle wie beispielsweise Cadmium (Cd), Blei (Pb), Nickel (Ni) oder Chrom (Cr) können je nach Anwendungsspektrum von Mineral- oder Recyclingdünger ebenfalls für einzelne Betriebe relevant sein. Aufgrund der langjährigen Erkenntnisse aus dem Messnetz der Nationalen Bodenbeobachtung Schweiz (NABO) sind die Einträge dieser Schwermetalle weniger bedeutsam als jene von Cu und Zn. Der Eintrag von Uran (U) in landwirtschaftliche Böden über bestimmte Phosphor-Mineraldünger kann bislang nicht bilanziert werden, da hierzu in der Schweiz keine Untersuchungen zur Qualität dieser Mineraldünger durchgeführt wurden. Studien aus dem Ausland lassen vermuten, dass insbesondere für Acker- und Gemüsebaugebiete die Anreicherung von U in Böden nicht ausgeschlossen werden kann. Die Anreicherung von Schwermetallen in landwirtschaftlich genutzten Böden ist ein langfristiger Prozess und deshalb schwierig zu erfassen. Mit dem AUI Schwermetallbilanzen werden für die landwirtschaftlichen Betriebe jährlich vereinfachte Stoffbilanzen für jede Parzelle des Betriebes berechnet. Damit kann ein zu hoher Eintrag von Cu und Zn in der Landwirtschaft frühzeitig erkannt werden.

Berücksichtigt werden Einträge über Hof-, Mineral- und Recyclingdünger, Pflanzenschutzmittel und atmosphärische Deposition sowie Austräge über das Erntegut. Dies entspricht einer vereinfachten Stoffbilanz an der Bodenoberfläche. Die Verlagerung von Cu und Zn in tiefere Bodenschichten z.B. über Sickerwasser oder Bodenlebewesen wird mit dieser Bilanzmethode nicht berücksichtigt. Die für die Jahre 2009 bis 2012 pro Jahr gemittelten Ein- und Austräge werden als Fluxe, das heisst in g/ha Jahr, berechnet. Der Nettoflux eines Stoffes bezeichnet die Differenz aus Ein- und Austrägen dieses Stoffes im Boden. Positive Werte geben eine Nettoanreicherung des Stoffes an, negative Werte einen Nettoentzug. Die Werte für die Cu- und Zn-Konzentrationen der landwirtschaftlichen Hilfsstoffe sowie des Ernteguts stammen aus der Literatur, von entsprechenden Studien in der Schweiz oder aus eigenen Untersuchungen von Agroscope. Die Einträge durch die atmosphärische Deposition wurden aus Depositionsmessungen entnommen bzw. aus Messungen des Moosmonitorings in der Schweiz abgeleitet. Bei dem AUI Schwermetallbilanzen wurde nicht nach Betriebstyp und Region, sondern nach Tierdichte unterschieden, weil bei dieser Betrachtung die Unterschiede viel deutlicher zutage treten.

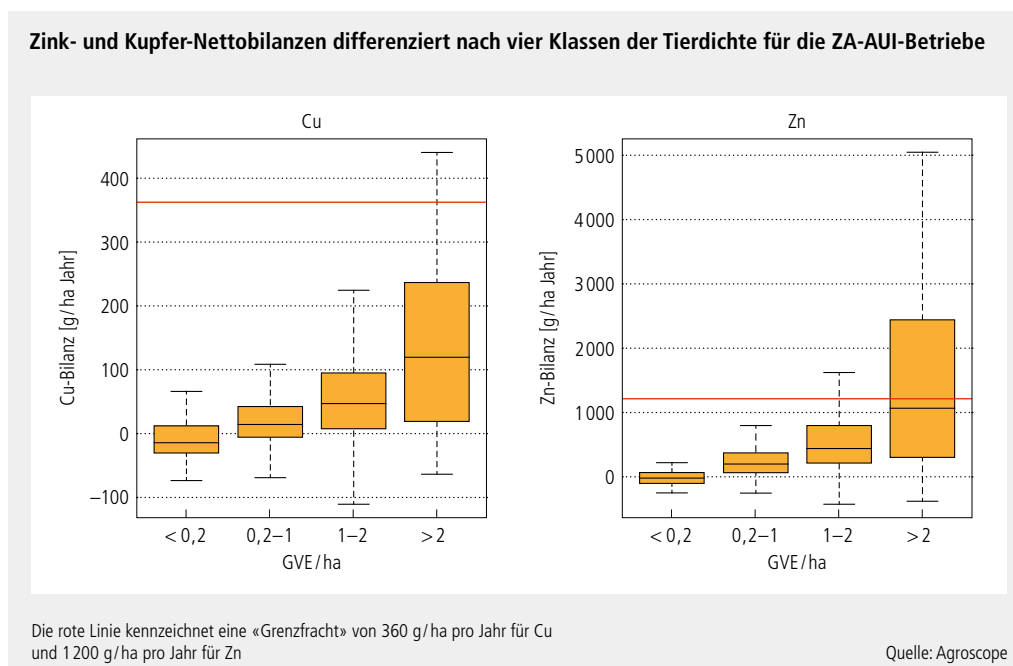
Für die meisten Betriebe lagen die Cu-Nettobilanzen zwischen -100 und $+100$ g/ha und Jahr und zeigten somit meist geringe Cu-Entzüge oder Anreicherungen. Auf einigen Betrieben wurden stark erhöhte Einträge von Cu über Pflanzenschutzmittel oder Hofdünger festgestellt.

Um die Umweltrelevanz von Schwermetallbilanzen beurteilen zu können, wird eine vorsorgeorientierte Grenzfracht definiert. Diese Fracht wird in der Fachliteratur die Summe aller Eintragspfade genannt, um langfristig eine schädliche Anreicherung von Cu im Boden zu vermeiden. Beim Überschreiten der Grenzfracht über einen längeren Zeitraum wird angenommen, dass die Bodenqualität beeinträchtigt wird.

Anreicherungen über Pflanzenschutzmittel erfolgen vor allem bei Spezialkulturen wie Obst- und Rebbau. Die Cu-Einträge über Hofdünger sind vor allem durch den Einsatz von Futtermitteln und Futtermittelzusatzstoffen bedingt, welche aus Gründen der Tiergesundheit und zur Leistungsförderung mit Spurenelementen angereichert sind. Infolgedessen waren in der Regel die Cu-Nettofluxe von Parzellen der Betriebstypen mit höherem Viehbesatz, das heisst kombinierte Veredlungsbetriebe und Betriebe für Verkehrsmilch, am höchsten. Für Betriebe mit einem Viehbesatz von > 2 GVE/ha war der mittlere Cu-Nettoflux mit 140 g/ha und Jahr etwa zweimal so hoch als für jene mit einem Viehbesatz von $1-2$ GVE/ha. Nur für wenige Betriebe lagen die über den ganzen Betrieb gemittelten Nettoeinträge über 360 g/ha und Jahr, was aus Gründen der Vorsorge als kritischer Wert gilt.

Einen vertieften Einblick in die Stoffkreisläufe erlauben die nach der Landnutzung differenzierten Cu-Bilanzen auf Parzellenebene. Vor allem Graslandparzellen von tierintensiven Betrieben und solche von Spezialkulturen mit Einsatz von kupferhaltigen Fungiziden weisen Nettobilanzen oberhalb der genannten Grenzfracht auf. Von den über 6 000 bilanzierten Parzellen der insgesamt 333 verschiedenen Betriebe über die Jahre 2009 bis 2012 wurde in 5,2 % der Fälle die Grenzfracht überschritten. Der Anteil der erfassten Parzellen mit Spezialkulturen lag bei 3 bis 6 %. Für diese rund 300 Parzellen lagen die Cu-Nettobilanzen in der Regel über 1 000 g/ha Jahr.

Mit Ausnahme der Spezialkulturen gleicht das Muster der Zn-Einträge für die Betriebstypen dem der Cu-Einträge. Bedingt durch die Zn-Zusatzstoffe in Futtermitteln dominiert für Tierhaltungsbetriebe der Zn-Eintrag über Hofdünger.



Für die Berechnung lagen keine Gehaltsangaben der Hofdünger vor. Die Zusammensetzung der ausgebrachten Hofdünger wurde aufgrund der Tierzahlen der Betriebe geschätzt. Es wurden zudem mittlere Zn-Gehalte in Hofdünger aufgrund von Untersuchungen in der Schweiz herangezogen. Je nach Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen auf den einzelnen Betrieben können die Gehalte in Hofdüngern beträchtlich variieren. Dies wurde bisher in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Die hier gezeigten Nettofluxe der Betriebe für Cu und Zn stellen somit durchschnittliche Verhältnisse dar. Für die Bilanz ist ausserdem der Austrag von Zn über das Erntegut bedeutend. Negative Zn-Nettofluxe, das heisst Entzüge, wurden in der Regel für Parzellen mit keinem oder geringem Hofdüngereinsatz festgestellt. Die höchsten Zn-Nettofluxe wiesen die Parzellen der Betriebe mit der höchsten Tierdichte auf. Im Vergleich mit der «Grenzfracht» von 1 200 g/ha pro Jahr überschreitet beinahe die Hälfte der Betriebe mit einer Tierdichte von über 2 GVE/ha diesen Vorsorgewert, während fast alle anderen Betriebe (<0,2–2 GVE/ha) einen deutlich geringeren Zn-Nettoflux aufweisen. Von über 6 000 bilanzierten Parzellen wurde in 14,2 % der Fälle die Grenzfracht für Zn überschritten.

Eine veränderte Zusammensetzung der Futtermittelzusätze könnte eine Reduzierung der Zn-Frachten über den Hofdünger bewirken. Insbesondere ist das Management der Hofdünger und die Abgabe und Abnahme von Hofdünger mit anderen Betrieben ein wichtiges Instrument um die Stoffkreisläufe bezüglich Cu und Zn ausgewogener gestalten zu können.

■ Ergebnisse aus der NABO: Zeitliche Veränderungen von Nährstoffen, Humus und Schadstoffgehalten in Böden

Während die Indikatoren zu den Antriebskräften im AUM rasch reagieren und eine Früherkennung von Veränderungen ermöglichen, liefert die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) Antworten über die langfristige Entwicklung des Bodenzustands anhand von Feldmessungen. Die NABO überwacht seit 1985 die Qualität und die Schadstoffbelastung des Bodens. Dazu betreibt sie ein Messnetz mit rund 100 Standorten, die über die ganze Schweiz verteilt sind, und erfasst die Bewirtschaftungsdaten von knapp 50 Landwirtschaftsbetrieben. Davon liegen 33 im Ackerland und 25 im Grasland. Die Standorte werden jeweils im Abstand von 5 Jahren beprobt. Die Proben stammen jeweils aus dem Oberboden (0–20 cm). Derzeit liegen die Ergebnisse der ersten fünf Erhebungszyklen vor (1985–2009). Es wird stets dieselbe Fläche à 10 m x 10 m beprobt.



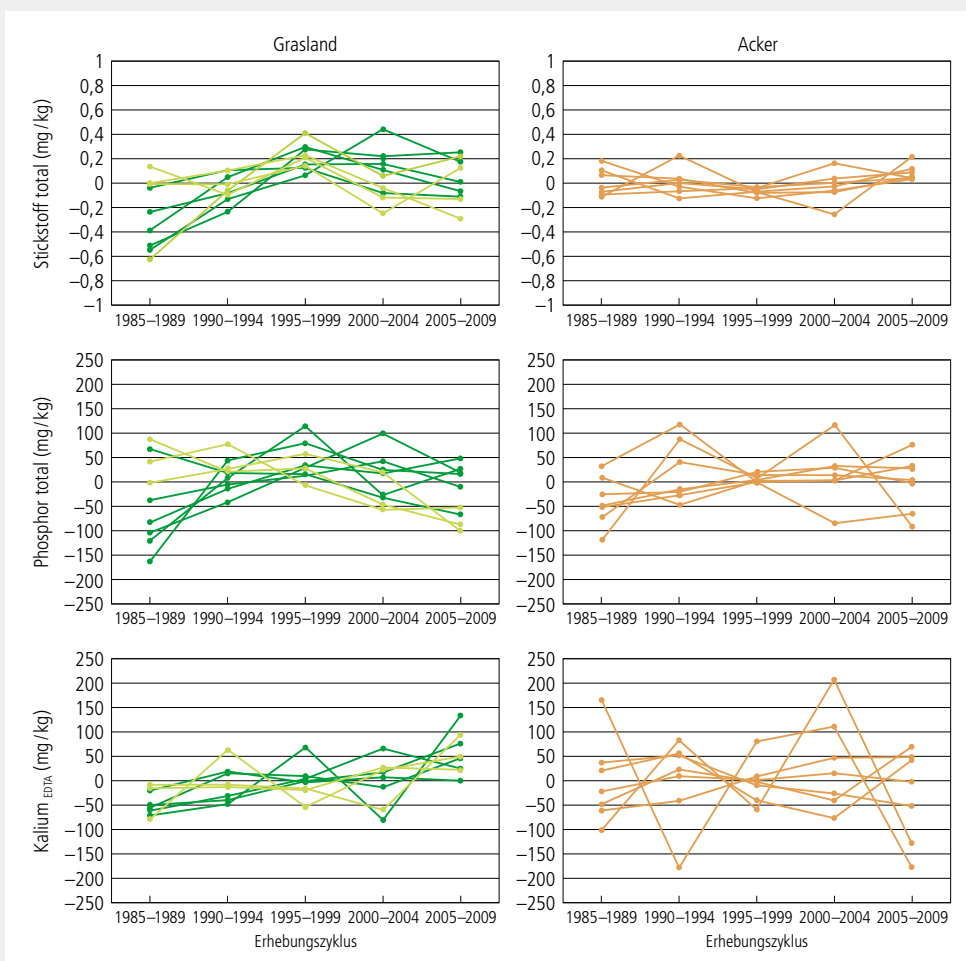
Nährstoffe

Für 9 Grasland- sowie 7 Ackerstandorte wurden die Veränderungen der Nährstoffgehalte untersucht. Für die Graslandstandorte zeigen sich bei den totalen Stickstoff- und Phosphorgehalten identische Tendenzen: Bei intensiver Nutzung nahmen die Gehalte bis Ende der neunziger Jahre zu, danach stagnierten sie. Bei extensiver Nutzung waren sie bis Ende der neunziger Jahre konstant, danach nahmen sie ab. Die Ackerstandorte zeigen bei den Phosphorgehalten dieselben Tendenzen wie intensiv genutztes Grasland (Zunahmen mit anschließender Stagnation). Die Stickstoffgehalte hingegen zeigen eine leichte Abnahme bis Ende der neunziger Jahre, gefolgt von einer leichten Zunahme.

Ein anderes Bild ergibt sich für die Gehalte an pflanzenverfügbarem Kalium: Während sich die Gehalte im Ackerland insgesamt kaum veränderten, nahmen sie unter Grasland stetig zu. Die Zunahmen scheinen bei intensiver Nutzung grösser zu sein als bei extensiver. Verantwortlich dafür ist vor allem die Zufuhr über Hofdünger.

Bisher konnten nur wenige NABO-Standorte auf Nährstoffe analysiert werden. Diese Standorte widerspiegeln typische Schweizer Verhältnisse im Sinne eines Referenzmessnetzes. Zusätzliche Analysen in den nächsten zwei Jahren werden zeigen, ob sich die Befunde verallgemeinern lassen.

Entwicklung der Gehalte an Stickstoff, Phosphor und Kalium

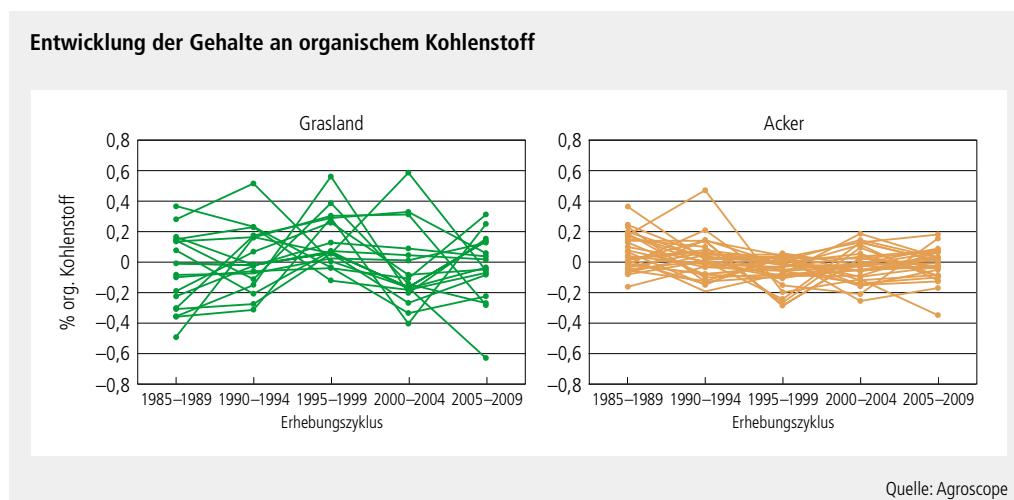


Anmerkung: Intensiv genutztes Grasland: dunkelgrün,
wenig intensiv bis extensiv genutztes Grasland: hellgrün und Acker: braun

Quelle: Agroscope

Organischer Kohlenstoff

Die organische Substanz im Boden ist von zentraler Bedeutung für vielfältige Bodenfunktionen. Abnehmende Kohlenstoffgehalte führen in der Regel zu verminderter Fruchtbarkeit und Qualität des Bodens.



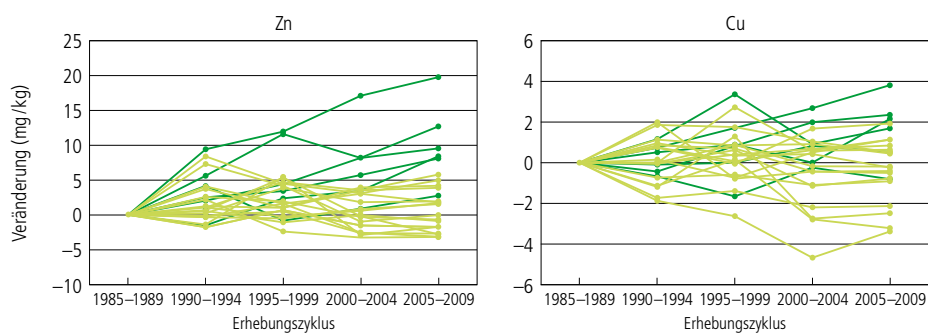
Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der Kohlenstoffgehalte auf 17 Grasland- und 29 Ackerstandorten des NABO-Messnetzes fällt auf, dass die Streuung der Werte beim Grasland deutlich grösser ist als beim Ackerland. Beim Grasland scheint eine Zunahme über die ersten zehn Jahre, gefolgt von einer Abnahme erkennbar. Aufgrund der grossen Streuungen – zwischen den Standorten, aber auch zwischen den Erhebungen – sind die Tendenzen jedoch nicht signifikant, wie weiterführende Auswertungen zeigten. Beim Ackerland hingegen scheint insgesamt eine leichte Abnahme bis Ende der neunziger Jahre erkennbar, gefolgt von einer leichten Zunahme. Die Veränderungen des Medians liegen im Bereich von 0,1 % Kohlenstoff.

Schwermetallbelastung

Die Entwicklung der Schwermetallgehalte über die letzten 20 Jahre ist gesamthaft erfreulich. So nahmen die Gehalte von Blei und Quecksilber im Oberboden seit den achtziger Jahren deutlich ab. Schwermetalle werden im Boden allerdings nicht abgebaut, sie werden lediglich verlagert oder wegtransportiert – in tiefere Bodenhorizonte, partikelgebunden in die Gewässer oder mit dem Erntegut. Abnehmende Gehalte bedeuten, dass die Einträge im Vergleich zu den achtziger Jahren abgenommen haben, die damals getroffenen Massnahmen zur Luftreinhaltung sowie das Klärschlammausbringungsverbot zeigen Wirkung. Auch beim Cadmium nahmen die atmosphärischen Einträge deutlich ab, die Gehalte im Boden sind jedoch konstant geblieben. Die Ursachen dafür sind unklar; allerdings weisen die NABO-Standorte seit jeher tiefe Cadmiumgehalte auf, sodass Abnahmen der Gehalte im Boden bei diesem Element schwierig zu detektieren sind.

Bei Zink und Kupfer hingegen erfolgten an einigen Standorten deutliche Zunahmen. Diese Zunahmen treten vorwiegend unter intensiv genutztem Grasland auf. Die Bewirtschaftungsdaten zeigen, dass auf den betroffenen Parzellen grosse Mengen an Hofdünger ausgebracht wurden. Stoffflussbilanzierungen ergeben, dass Zink und Kupfer dort grösstenteils als Bestandteil des Hofdüngers in den Boden gelangten, was auch bei der AUI-Schwermetallbilanz klar zutage trat.

Veränderungen von Zink und Kupfer auf Grasland



Anmerkung: Intensiv genutztes Grasland: dunkelgrün und wenig intensiv bis extensiv genutztes Grasland: hellgrün

Quelle: Agroscope



1.3.1.4 Fazit

Phosphor

Der Umweltzustand der Seen hat sich seit den siebziger Jahren bezüglich der Nährstoffbelastung stetig verbessert und ist heute in den meisten Gewässern auf einem guten Stand. In einzelnen Seen wird immer noch zu viel Phosphor eingetragen und in wenigen Einzelfällen müssen Seen künstlich mit Sauerstoff versorgt werden. Die nationale OSPAR-Bilanz zeigt, dass die landwirtschaftlichen P-Überschüsse in der Schweiz seit 1990 sehr stark abgenommen haben. Seit dem Jahr 2000 gehen sie jedoch nur noch geringfügig zurück. Die P-Effizienz verbleibt seit etwa 2004 auf einem Niveau von rund 60 %, nachdem sie über Jahre stetig zugenommen hatte. 68 % sollen gemäss Zielen der AP 2014–2017 im Jahr 2017 erreicht werden. Die beiden Schlüsselgrößen zur Verbesserung der Situation sind die importierten Futtermittel, die in den letzten zehn Jahren zunahmten, und die Mineraldünger, die trotz einer deutlichen Abnahme immer noch einen wichtigen Beitrag an den gesamten P-Import leisten.

Die Betrachtung der P-Bilanz auf der Basis der Betriebsergebnisse aus der zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) zeigt ein etwas anderes Bild. Die P-Bilanzen sind in allen Regionen nahezu ausgeglichen. Bei den verschiedenen Betriebstypen lassen sich aber deutliche Unterschiede erkennen. Während Ackerbaubetriebe leicht negative P-Bilanzen aufweisen, finden sich vor allem bei Betriebstypen mit hoher Tierproduktion P-Überschüsse. Die Ergebnisse gemäss diesen beiden Betrachtungen sind nicht direkt vergleichbar, weil unterschiedliche Bilanzierungsmethoden angewendet werden. Die Ergebnisse aus den ZA-AUI-Betrieben tragen jedoch dazu bei, einen tieferen Einblick vor allem in die Auswirkungen von Bewirtschaftungsmassnahmen zu erhalten.

Die Resultate der Bodenuntersuchungen zeigen die grosse Vielfalt in der P-Versorgung der Böden in den verschiedenen Regionen. Es ist auch weiterhin wichtig, dass die Betriebsleitenden den P-Gehalt ihrer Böden kennen und ihre Düngung entsprechend und standortgerecht planen. Die heutige Datenlage entspricht allerdings noch nicht den Erwartungen des Gesetzgebers. Verbesserungen auf der Ebene verschiedener Laboratorien sind nötig.

Boden

Der Boden ist sowohl in seiner Fläche wie der Fruchtbarkeit bedroht. Bei der Belastung mit Schwermetallen spielen heute aus landwirtschaftlicher Sicht nur noch Kupfer und Zink eine bedeutende Rolle. Durch den Einsatz von Futterzusatzstoffen und Pestiziden ergeben sich auf den entsprechend spezialisierten Betrieben oft Schwermetalleinträge in den Boden, die aus Sicht der Vorsorge kritisch zu betrachten sind. Auch die Humusbilanz zeigt auf gewissen Betrieben, vor allem Ackerbaubetrieben ohne oder mit geringer Tierhaltung, eine Tendenz zum Humusabbau, welche langfristig zu einer Verringerung der Bodenfruchtbarkeit führen kann. Die weiteren Agrarumweltindikatoren, Bodenbedeckung und Erosionsrisiko, lassen noch keine weitergehenden Schlussfolgerungen zu. Die Informationen aus dem Langfristmonitoring über den Umweltzustand, die NABO, bestätigen die Befunde aus der ZA-AUI weitestgehend und verstärken damit die Sicherheit der gemachten Aussagen.

Dank der Daten der ZA-AUI kann heute die Bodenbedeckung der landwirtschaftlichen Betriebe und Parzellen in Abhängigkeit ihrer Bewirtschaftungsform beziffert werden. Die Parzellen mit der geringsten Bodenbedeckung finden sich in den Ackerbauregionen. Die Wahl der Kultur, ihre Einbindung in die Rotation und die Anbautechnik können beachtliche Auswirkungen auf die Bodenbedeckung haben. Die Handhabung der Zwischenkulturen, namentlich der Anbauzeitpunkt und die Art des Abräumens, ist ein Schlüsselfaktor. Für die Zukunft gilt es deshalb zu klären, ob bei den Zwischenkulturen noch Optimierungspotenzial besteht.