

Agrarumweltindikator für die Bodenbedeckung auf Landwirtschaftsbetrieben

Lucie Büchi¹, Alain Valsangiacomo², Enguerrand Burel^{1,3} und Raphaël Charles^{1,4}

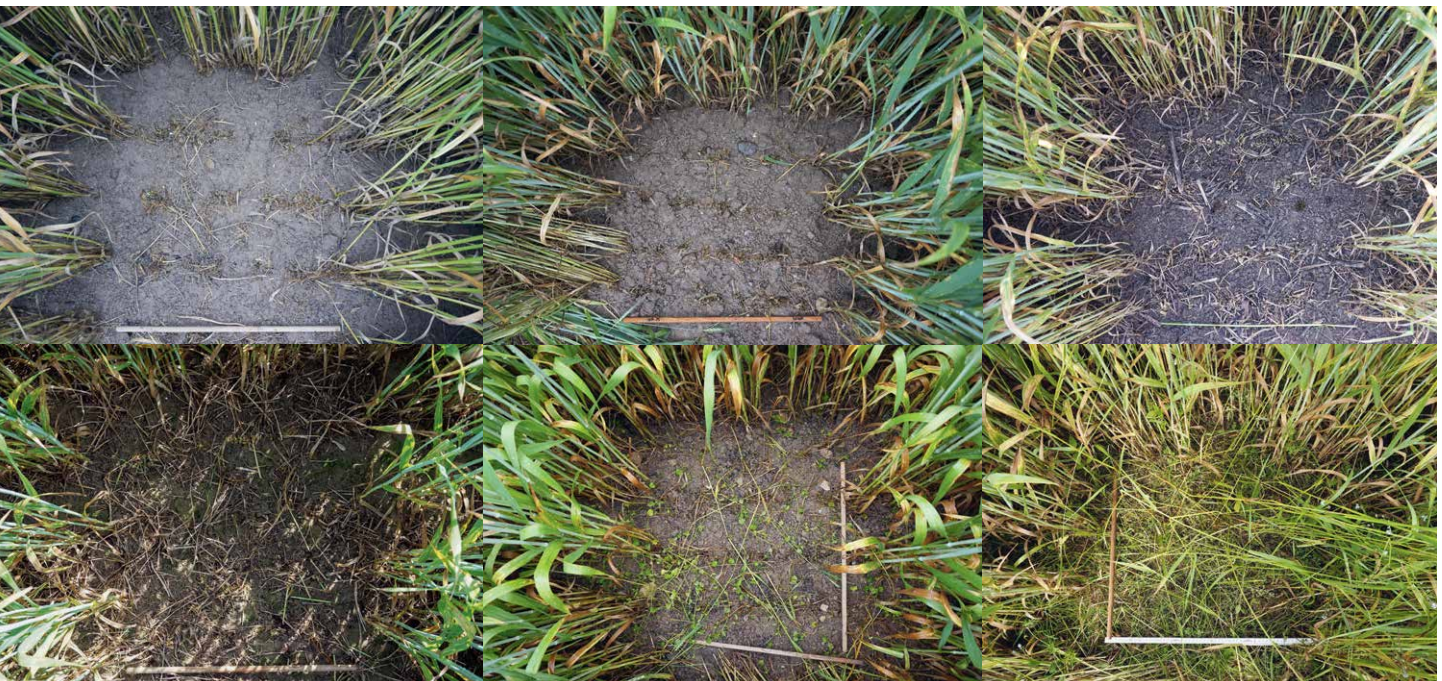
¹Agroscope, 1260 Nyon, Schweiz

²Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

³Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère UMR 5126, 32000 Auch, Frankreich

⁴Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 1001 Lausanne, Schweiz

Auskünfte: Lucie Büchi, E-Mail: lucie.buchi@agroscope.admin.ch



Der Bodenbedeckungsgrad schwankt stark je nach Vorkultur, angebaute Kultur und Anbautechnik. Diese Bilder zeigen die auf verschiedenen Parzellen beobachtete Bodenbedeckung.

Einleitung

Seit mehreren Jahren werden in Europa und weltweit Programme zum Agrarumweltmonitoring lanciert. Diese dienen dazu, die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt zu untersuchen. In diesem Zusammenhang wurden sowohl von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD 2013) als auch von der Europäischen Union (Eurostat 2016), der Welternährungsorganisation und der UNO verschiedene Agrarumweltindikatoren entwickelt. In zahlreichen Ländern wurden auch nationale Programme ins Leben gerufen. In der Schweiz hat das Bundesamt für Landwirtschaft

(BLW) sechs Hauptthemen festgelegt, die mit Hilfe von Indikatoren beobachtet werden: Stickstoff, Phosphor, Energie/Klima, Wasser, Boden und Biodiversität/Landschaft (Tab. 1).

Seit mehreren Jahren ist der Schutz der Ressource Boden in der Schweiz ein prioritäres Ziel. Die Agrarpolitik hat Mittel für bodenschonende Anbauverfahren bereitgestellt (BLW 2016a). Der Schweizerische Nationalfonds hat die wissenschaftliche Gemeinschaft mit der Lancierung des Nationalen Forschungsprogramms Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden NFP68 (SNF 2016)

mobilisiert. Die Bodenbedeckung durch Vegetation oder Ernterückstände ist eine allgemein anerkannte Antriebskraft zum Schutz des Bodens. Eine Quantifizierung der Bodenbedeckung aufgrund einfacher Indizes oder generischer Daten auf der Ebene der wichtigsten Kulturen vermag jedoch die effektiven Schwankungen in der Praxis nicht repräsentativ zu widerspiegeln. Ein Indikator zur Bodenbedeckung muss die landwirtschaftliche Praxis miteinbeziehen, damit er evaluiert und verbessert werden kann.

Der Bodenbedeckungsgrad verändert sich über die Vegetationsperiode in Abhängigkeit der Entwicklung der Vegetation (Abb. 1), der Feldarbeiten und auf der Oberfläche zurückgebliebener Pflanzenreste. Diese Bodenbedeckung hängt direkt ab von der Wahl der kultivierten Arten und ihrer Position in der Fruchtfolge, von der Dynamik ihrer Entwicklung von der Aussaat bis zur Ernte, und von den Modalitäten der Bewirtschaftung der Zwischenkultur. Die Anbaumethoden, wie beispielsweise die Bodenbearbeitung, bestimmen ebenfalls den Bodenbedeckungsgrad. Es besteht ein Interesse daran, die Schwankungen des Bodenschutzes, die durch die Gesamtheit dieser Faktoren verursacht werden, zu prüfen und aufzuzeichnen. Wie die Bedeckung der Bodenoberfläche gehandhabt wird, hat bedeutende Auswirkungen auf die Umwelt. So reduziert ein hoher Bodenbedeckungsgrad das Risiko der Bodenerosion und des Verlusts organischer und mineralischer Stoffe (Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle) durch Oberflächenabfluss oder Auswaschung, er verbessert die Bodenstruktur, unterstützt die Unkrautbekämpfung und fördert die Artenvielfalt (Thorup-Kristensen *et al.* 2003; Scholberg *et al.* 2010; Justes *et al.* 2013).

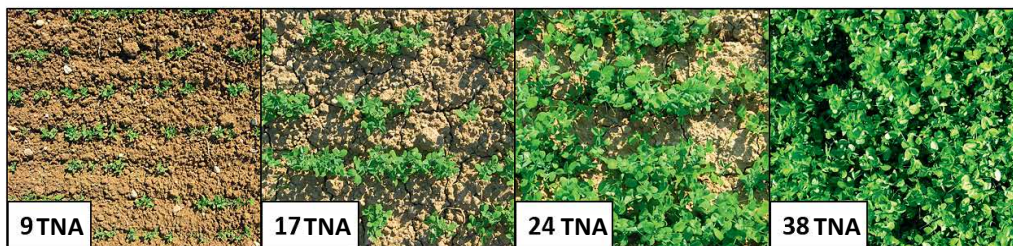
Zusammenfassung

In dieser Studie wird ein auf dem Bodenbedeckungsgrad beruhender Agrarumweltindikator vorgestellt, der im Rahmen des vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) lancierten Agrarumweltmonitorings entwickelt wurde. Dieser Indikator ist so angelegt, dass er die landwirtschaftliche Praxis – wie die Art der Kultur, die Fruchtfolge und die Anbaumethode – einbezieht. Er berücksichtigt gleichzeitig technische Daten und Daten aus einem Simulationsmodell. Dieser Indikator wurde auf Daten der Zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) angewendet, in der durchschnittlich 226 Betriebe über fünf Jahre erfasst sind. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Ackerbaubetrieb nur einen durchschnittlichen Bodenbedeckungsgrad von 62% erreicht, deutlich weniger als der fast 100%ige Bodenbedeckungsgrad eines Graslandbetriebs. Einige Kulturen weisen einen mangelhaften Bodenbedeckungsgrad auf, namentlich Winterweizen, der nur einen durchschnittlichen Bedeckungsgrad von 44% erreicht. Mit bestimmten Anbaumethoden wie der Anbau einer Zwischenkultur zwischen zwei Hauptkulturen und die Nutzung von Ernterückständen kann aber die durchschnittliche Bodenbedeckung deutlich verbessert werden.

Tab. 1 | Im Rahmen des Agrarumweltmonitorings des Bundesamts für Landwirtschaft entwickelte Agrarumweltindikatoren (BLW 2016b).

	Antriebskräfte	Umweltauswirkung	Umweltzustand
Stickstoff	N-Bilanz der Landwirtschaft	Potenzielle N-Verluste Ammoniakemissionen	Nitrat im Grundwasser
Phosphor	P-Bilanz der Landwirtschaft	P-Gehalt der Böden	P-Belastung Seen
Energie/Klima	Energieverbrauch	Energieeffizienz Treibhausgasemissionen	
Wasser	Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Einsatz von Tierarzneimitteln	Risiko von aquatischer Ökotoxizität	Belastung Grundwasser durch Pflanzenschutzmittel Tierarzneimittel
Boden	Bodenbedeckung	Erosionsrisiko Humusbilanz Schwermetallbilanz	Schadstoffgehalte Bodenqualität
Biodiversität/Landschaft	Biodiversitätsförderflächen Landschaftsqualitätsprojekte	Potenzielle Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf die Biodiversität	Arten und Lebensräume Landwirtschaft Landschaftsbeobachtung Schweiz

Futtererbsen



Rauhafer

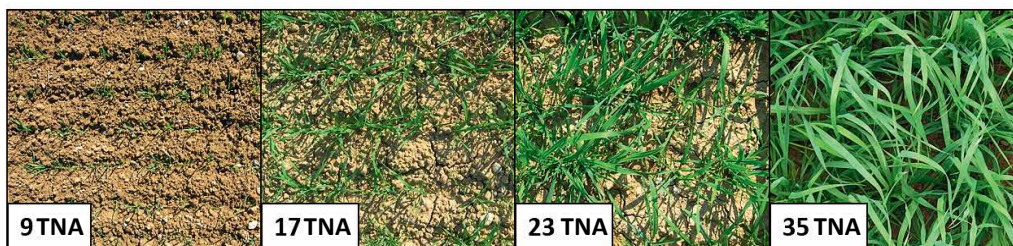


Abb. 1 | Entwicklung des Bodenbedeckungsgrads als Funktion des Wachstums der Kultur für Futtererbsen und Rauhafer (TNA = Tage nach der Aussaat).

In dieser Studie wird der Bodenbedeckungsgrad als Indikator vorgestellt, wobei Daten aus dem Simulationsmodell STICS (Brisson *et al.* 2009), sowie aus dessen Anwendung auf Daten der Zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) einbezogen wurden.

Material und Methode

Es wurde ein Indikator entwickelt, mit dem die beiden wichtigsten Zeiträume der Bodenbedeckung auf der Ebene der landwirtschaftlichen Parzelle beschrieben werden: die Zwischenkulturphase und die Hauptkulturphase (Abb. 2). Für diese beiden Phasen wurde der Bodenbedeckungsgrad zu bestimmten Schlüsselmomenten geschätzt. Das Endergebnis wird als Bodenbedeckungsgrad ausgedrückt, der dem Verhältnis zwischen der Anzahl Tage mit bedeckter Oberfläche (SCD: *soil cover days*) und der Gesamtzahl der Tage entspricht, gemäss einer in Kanada entwickelten Methode (Huffman *et al.* 2000, 2012). Die SCD entsprechen dabei der Anzahl Tage, an denen der Boden zu 100% bedeckt ist und sie werden für einen gegebenen Zeitraum errechnet, indem der Bodenbedeckungsgrad mit der Anzahl Tage multipliziert wird, an denen dieser Bedeckungsgrad vorliegt (zum Beispiel 2 Tage mit 50%-iger Bedeckung = 1 Tag mit 100%-iger Bedeckung = 1 SCD)

Während der Zwischenkulturphase wird der Bodenbedeckungsgrad bestimmt durch die Ernterückstände der

Vorkultur, deren Einarbeitung in den Boden (Stoppelbearbeitung) und ihre Zersetzung im Verlaufe der Zeit sowie durch den möglichen Anbau einer Zwischenfrucht und ihre Bewirtschaftung (Abb. 2: #1, #2, #6). Die Werte für den Bodenbedeckungsgrad im Zusammenhang mit diesen Faktoren wurden aus Daten gewonnen, die von verschiedenen landwirtschaftlichen Diensten in den USA gesammelt und von Büchi *et al.* (2016) detailliert beschrieben wurden.

Während der Hauptkulturphase wird der Bodenbedeckungsgrad festgelegt durch die Ernterückstände der Vorkultur zum Zeitpunkt der Aussaat der Hauptkultur und deren Zersetzung sowie durch das Wachstum der Hauptkultur von der Aussaat bis zur Ernte (Abb. 2: #3, #4, #5). Mit dem Simulationsmodell STICS (Brisson *et al.* 2009) konnte das Wachstum der Kultur in Abhängigkeit von Boden- und Klimabedingungen dynamisch berücksichtigt werden. Es wurden mit Hilfe dieses Modells insgesamt 96228 Anbauszenarien (11 Kulturen mit 3 Daten der Aussaat pro Kultur, 12 klimatische Regionen, 3 Bodentexturen und 3 Bodentiefen, 27 Anbaujahre) simuliert und der von einer gegebenen Kultur unter den betreffenden Bedingungen erreichte Bodenbedeckungsgrad abgeschätzt.

Der hier vorgestellte Indikator wurde anschliessend auf Daten der Zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) angewendet. Die eingesetzten Daten betreffen den fünfjährigen Zeitraum von 2010 bis 2014 und umfassen durchschnittlich 226 Betriebe mit zusam-

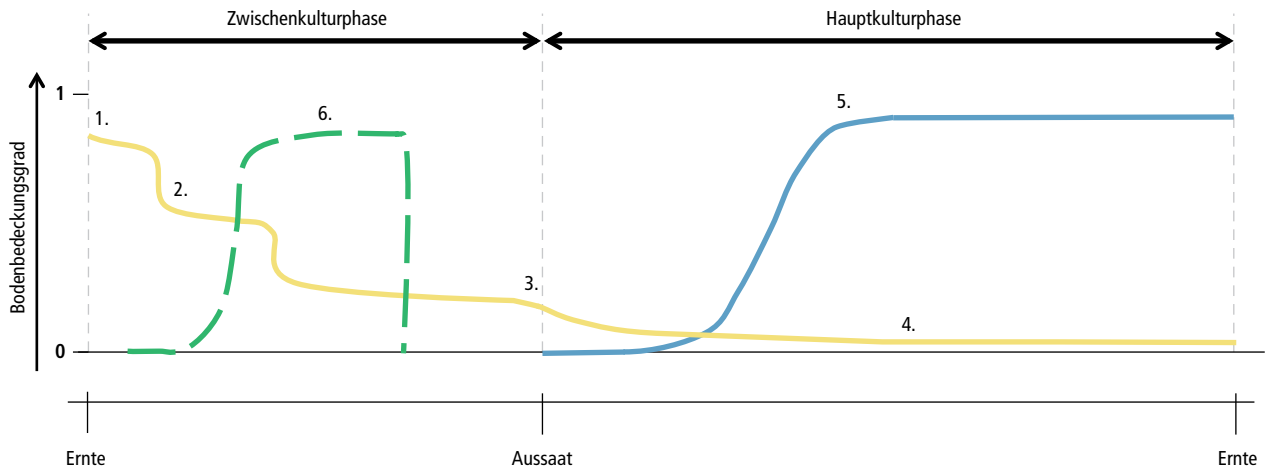


Abb. 2 | Schematische Darstellung der Entwicklung des Bodenbedeckungsgrads von der Ernte der Vorkultur bis zur Ernte der Hauptkultur. Schlüsselfaktoren: #1: Bodenbedeckungsgrad aufgrund von Ernterückständen; #2: Einarbeitung der Ernterückstände durch Bodenbearbeitung; #3: Bodenbedeckungsgrad aufgrund von Rückständen zum Zeitpunkt der Aussaat der Hauptkultur; #4: Zersetzung der Ernterückstände; #5: Dynamik des Bodenbedeckungsgrads aufgrund der Entwicklung der Kultur; #6: möglicher Anbau einer Zwischenkultur.

men im Durchschnitt 5328 Parzellen pro Jahr. Die Anzahl Tage mit bedeckter Oberfläche (SCD) wurde jeweils für die Zwischenkultur- beziehungsweise Hauptkulturphase getrennt bestimmt und anschliessend für den gesamten Zeitraum von der Ernte der Vorkultur bis zur Ernte der nachfolgenden Hauptkultur addiert. Für die Hauptkulturphase wurde die STICS-Simulation, die der betreffenden Parzelle bezüglich geografischer Lage, Bodentyp und Art der Kultur am stärksten glich, als Bezugspunkt für die Berechnung der SCD gewählt, wobei die Bodenbedeckung durch Ernterückstände der Vorkultur zum Zeitpunkt der Aussaat berücksichtigt wurde. Es wurden nur Parzellen der Kategorie «Acker- und Grasland» untersucht.

Der durchschnittliche Bodenbedeckungsgrad eines Betriebs entspricht dem Durchschnitt der Werte aller Parzellen des Betriebs, gewichtet nach ihrem Flächenanteil. Um den Bodenbedeckungsgrad auf der Ebene der Betriebe zu untersuchen, wurden sie gemäss der Typologie FAT9953 von Meier (2000) drei verschiedenen Typen zugeordnet. Der erste Typ entspricht Ackerbaubetrieben (>70% Ackerfläche), der zweite Typ Betrieben mit vorwiegender Graslandbewirtschaftung (<25% Ackerfläche) und mit Viehzucht (Verkehrsmilch, Mutterkühe usw.), und der dritte Typ kombinierten Betrieben. Der Bodenbedeckungsgrad der Betriebe wurde auch nach den landwirtschaftlichen Regionen untersucht. Die Talregion umfasst dabei die Talzone, die Hügellregion die Hügellzone und Bergzone 1 und die Bergregion die Bergzonen 2, 3 und 4 gemäss der offiziellen schweizerischen Definition (BFS, 2016).

Resultate und Diskussion

Bodenbedeckung auf der Stufe Betrieb

Der durchschnittliche Bodenbedeckungsgrad pro Betrieb hängt stark vom Betriebstyp ab. Ein Futterbaubetrieb weist einen Abdeckungsgrad von nahezu 100% auf, weil er hauptsächlich Wiesen umfasst, die den Boden ständig bedecken (Abb. 3). Diese Situation ist für Milchviehbe-

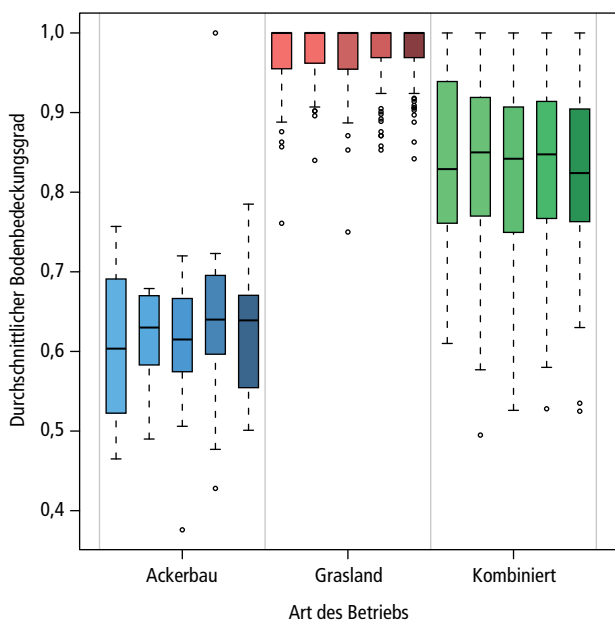


Abb. 3 | Durchschnittlicher Bodenbedeckungsgrad pro Betrieb nach Art des Betriebs für die Jahre 2010, 2011, 2012, 2013 und 2014 (in jeder Kategorie in dieser Reihenfolge).

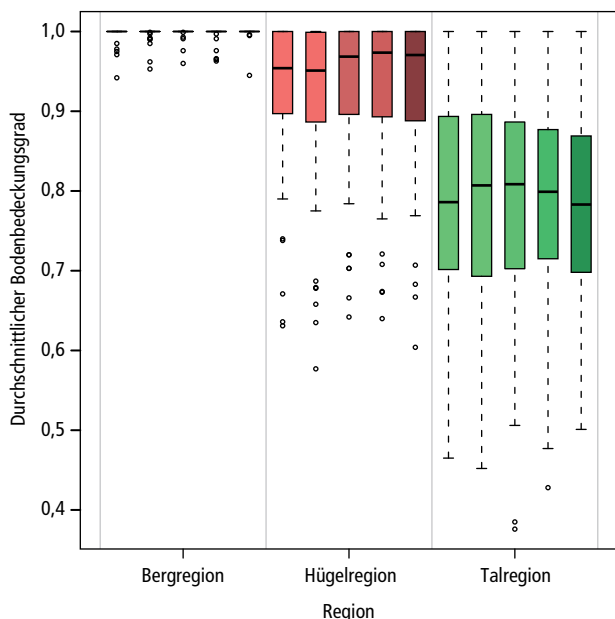


Abb. 4 | Durchschnittlicher Bodenbedeckungsgrad pro Betrieb nach Region für die Jahre 2010, 2011, 2012, 2013 und 2014 (in jeder Kategorie in dieser Reihenfolge).

triebe typisch. Dagegen erreicht ein Ackerbaubetrieb im Durchschnitt nur einen Bodenbedeckungsgrad von 62%, wobei starke Abweichungen von Betrieb zu Betrieb auftreten. So sind Ackerflächen während der Phase der Zwi-

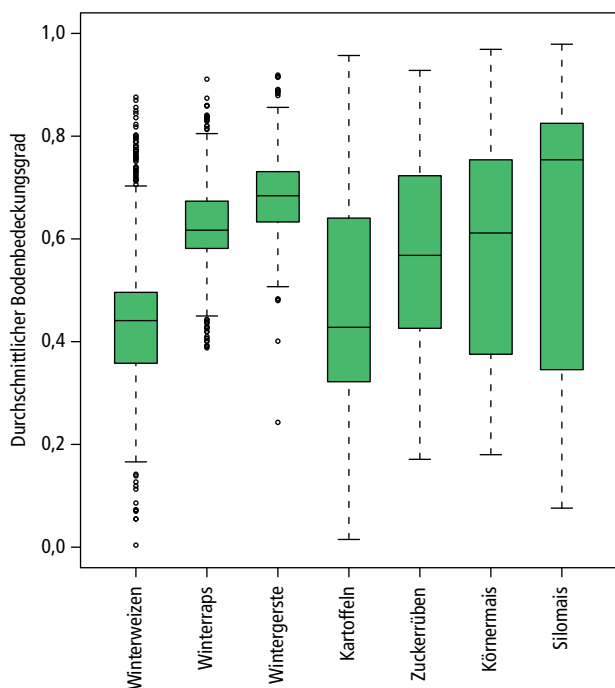


Abb. 5 | Durchschnittlicher Bodenbedeckungsgrad pro Parzelle nach der Hauptkultur.

schenkultur und während der Einrichtung einer neuen Kultur teilweise unbedeckt. Bei kombinierten Betrieben beträgt der durchschnittliche Bodenbedeckungsgrad 84%. Zwischen den einzelnen Jahren treten relativ geringe Schwankungen auf, was die Robustheit des Indikators für diese Betriebstypologie zeigt.

Die Bodenbedeckung der landwirtschaftlichen Betriebe variiert auch nach der betrachteten Region. Wie zu erwarten war, führt die starke Vertretung offener Ackerflächen in den Betrieben der Talregion zu einer tieferen Bodenbedeckung, jedoch mit einer sehr grossen Variabilität (Abb. 4). Drei Viertel der Betriebe in der Hügelregion erreichen einen Bodenbedeckungsgrad von mindestens 89% und damit eine ähnliche Bedeckung wie die fast ausschliesslichen Graslandbetriebe der Bergregion (100%).

Bodenbedeckung auf der Stufe Parzelle

Die Schwankungen des Bodenbedeckungsgrads von Parzellen mit offener Ackerfläche sind in erster Linie auf die verschiedenen Kulturen in der Fruchtfolge zurückzuführen (Abb. 5). Winterweizen gehört zu den Kulturen mit dem tiefsten Bedeckungsgrad, weil der Boden während der Hälfte des Anbauzeitraums zwischen der Ernte der Vorkultur bis zur Ernte des Weizens nur wenig bedeckt ist (durchschnittlicher Bodenbedeckungsgrad von 44%).

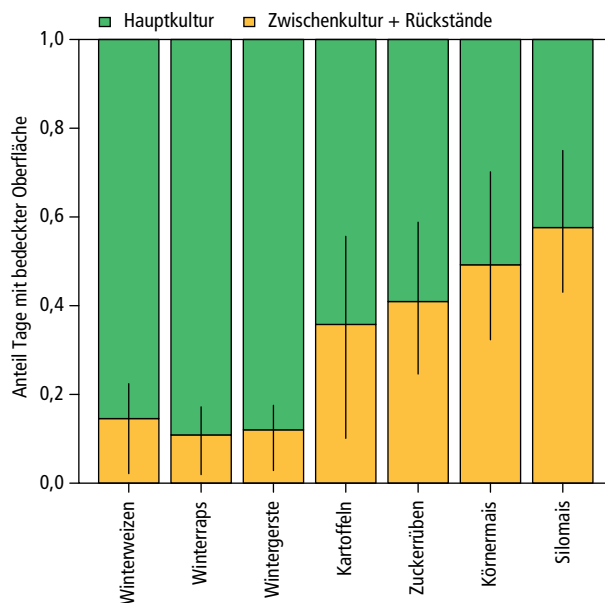


Abb. 6 | Durchschnittlicher Beitrag der Zwischenkulturphase (einschliesslich allfällige Ernterückstände der Vorkultur) bzw. der Hauptkulturphase zur Anzahl Tage mit bedeckter Oberfläche je nach Hauptkultur. Durchschnitt über fünf Jahre. Die vertikalen Linien geben die Variabilität der Werte wieder (Abstand zwischen den 1. und den 3. Quartil).

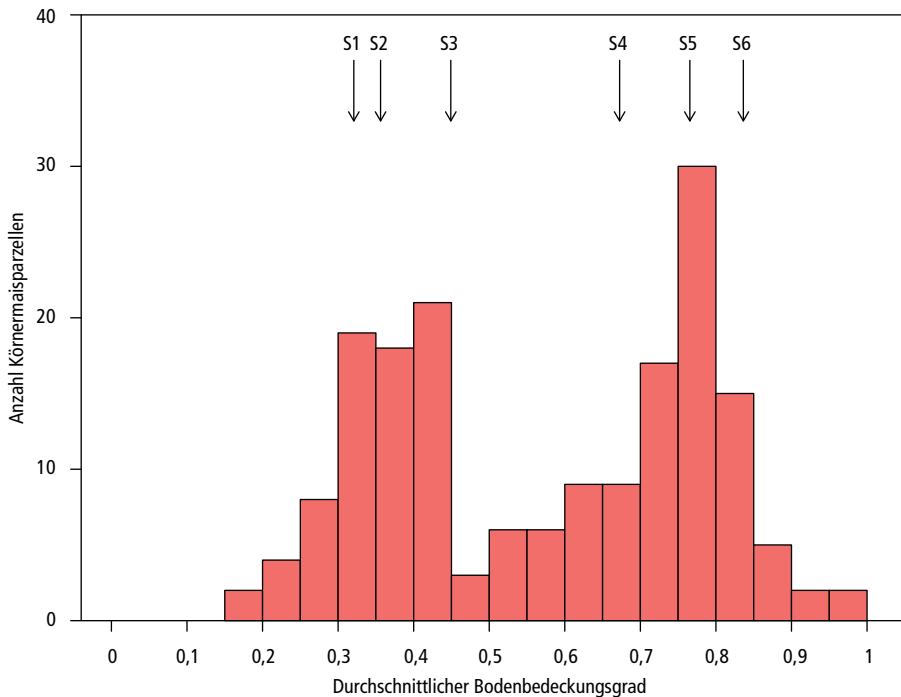


Abb. 7 | Histogramm des Bodenbedeckungsgrades pro Parzelle für alle Körnermaisparzellen (alle Jahre gemischt, n=176). Die Pfeile zeigen die Werte, die von den sechs simulierten Szenarien mit unterschiedlichen Anbaumethoden erreicht wurden.

Mit bestimmten Anbaumethoden vor der Aussaat (zum Beispiel Anbau einer Zwischenkultur, Direktsaat) kann jedoch die Bodenbedeckung verbessert werden, sie werden allerdings nur bei einem beschränkten Teil der Parzellen angewendet: Nur 4% der Parzellen mit Weizen erreichen einen Bedeckungsgrad von mindestens 70%. Dieser Wert ist vergleichbar mit der Bodenbedeckung bei einer frühen Winterkultur wie Wintergerste. Mit einer relativ kurzen Aussaatperiode in einem Zeitraum, in dem die Vegetation noch aktiv ist, weist Gerste genau wie Raps nur geringe Schwankungen zwischen den Parzellen auf.

Von den Sommerkulturen weist Kartoffel den niedrigsten Bodenbedeckungsgrad auf, wobei die Bedeckung je nach (dem) Platz dieser Kultur in der Fruchtfolge variiert. Bei Kartoffeln, und sogar noch ausgeprägter bei Silomais, ist der Bodenschutz besser, wenn die Kultur im Frühling nach einer Wiese angelegt wird, als nach einer Zwischenfrucht, die im vorangehenden Sommer angelegt und anfangs Winter oder im Frühling vernichtet wurde.

Über den gesamten Anbauzyklus gesehen, leistet die Vegetation der Winterkulturen den grössten Beitrag zur Bodenbedeckung, während bei Sommerkulturen die Phasen der Zwischenkultur und der Hauptkultur fast zu gleichen Teilen zur Bodenbedeckung beitragen (Abb. 6).

Sommerkulturen bewirken viel grössere Schwankungen als Winterkulturen (Abb. 5). Dieser Unterschied ist hauptsächlich auf die grosse Variabilität des Beitrags der Zwischenkulturphase zur Anzahl Tage mit bedeckter Oberfläche bei Sommerkulturen zurückzuführen (Abb. 6).

Einfluss der Anbaumethoden

Die grossen Schwankungen des Bodenbedeckungsgrads bei Sommerkulturen zeigen sich bei Körnermais besonders deutlich (Abb. 7). Bei der Verteilung des Bodenbedeckungsgrads lassen sich zwei Gruppen von Parzellen mit einer durchschnittlichen Bedeckung von 35% beziehungsweise 75% deutlich unterscheiden.

Um die Faktoren der Zwischenkultur zu finden, die den Bodenbedeckungsgrad am stärksten beeinflussen, wurden die bei Körnermais beobachteten Werte mit den Werten aus sechs simulierten Szenarien mit verschiedenen Anbaumethoden verglichen (Abb. 7). Bei allen Szenarien ist Körnermais die Hauptkultur (ausgesät am 1. Mai und geerntet am 15. Oktober) mit Winterweizen als Vorkultur (geerntet am 20. Juli). Im ersten Szenario (S1) wird in der Zwischenkulturphase keine Zwischenkultur angebaut. Die anderen Szenarien enthalten eine Nicht-Leguminosen-Zwischenkultur (z.B. Senf) mit verschiedenen Daten für die Aussaat und Vernichtung. In den Szenarien S2 (späte Aussaat) und S3 (frühe Aussaat)

wird die Zwischenkultur vor dem Winter vernichtet. In den Szenarien S4 (späte Aussaat), S5 (frühe Aussaat) und S6 (frühe Aussaat) wird die Zwischenkultur bis zur Mais-Aussaat belassen. Die Zwischenkultur wird bei allen Szenarien durch Pflügen vernichtet, ausser bei S6 mit einer simulierten Mulchsaat. Anschliessend wurde der Bodenbedeckungsgrad für jedes Szenario berechnet. Die von den simulierten Szenarien erreichten Bodenbedeckungen zeigen die Bedeutung einer bis zum Frühjahr belassenen Zwischenkultur. Durch eine solche Zwischenkultur erreicht Körnermais einen Bodenbedeckungsgrad von mindestens 70% (Abb. 7). Die Vernichtung der Zwischenkulturen vor dem Winter reduziert den Bodenbedeckungsgrad auf einen Wert unter 50%, während durch den vollständigen Verzicht auf eine Zwischenkultur die Bodenbedeckung weniger als die Hälfte der Werte bei den besten Methoden erreicht.

Die Gegenüberstellung der beobachteten mit den simulierten Werten zeigt, dass die erste Gruppe von Parzellen aus den Szenarien ohne Zwischenkultur oder mit Vernichtung der Zwischenkultur vor dem Winter besteht, während die zweite Gruppe die Szenarien mit über den Winter belassenen Zwischenkulturen umfasst. Die Einrichtung einer Zwischenkultur sowie der Zeitpunkt ihrer Vernichtung sind also Faktoren, welche den Bodenbedeckungsgrad bei Körnermais und Sommerkulturen im Allgemeinen stark beeinflussen.

Schlussfolgerungen

Mit dem hier vorgestellten Indikator kann die Bodenbedeckung von Landwirtschaftsbetrieben und einzelner Parzellen nach der Anbaumethode quantifiziert werden. Der Betriebstyp hat einen grossen Einfluss auf die Bodenbedeckung. Dagegen sind die Abweichungen von

Jahr zu Jahr relativ beschränkt, weil sich die innerhalb eines Betriebs vorliegenden Strukturen und angebauten Kulturen von einem Jahr zum nächsten wenig verändern. Erwartungsgemäss finden sich in den Ackerbauregionen die am wenigsten bedeckten Parzellen mit den grössten Schwankungen der Bodenbedeckung, die damit das grösste Verbesserungspotenzial aufweisen. Die Wahl der Kulturen, ihre Reihenfolge in der Fruchtfolge und die eingesetzten Anbaumethoden beeinflussen den Bodenbedeckungsgrad ebenfalls stark. Auch der Anbau von Zwischenkulturen ist ein wichtiger Faktor bei Sommerkulturen und bei Winterweizen. Die Anbaumethode bei Zwischenfrüchten ist dabei ein Schlüsselfaktor, insbesondere der Zeitpunkt der Aussaat und die Modalitäten der Vernichtung vor der nachfolgenden Kultur. Winterweizen ist in der Fruchtfolge oft vorherrschend und der Zeitraum zwischen der Ernte der Vorkultur und der Aussaat von Winterweizen ist manchmal relativ lang und bietet die Möglichkeit, mit der Wahl einer geeigneten Methode einen guten Bodenschutz sicherzustellen. Der hier vorgeschlagene neue Ansatz bietet eine objektive und belegte Methode, mit welcher der Bodenbedeckungsgrad und der Bodenschutz geprüft werden kann. Dank den Referenzwerten, die mit Hilfe zahlreicher berechneter Szenarien gewonnen wurden, steht im Übrigen eine quantitative Indikator zur Verfügung, der reproduzierbare Ergebnisse liefert und sich leicht auf der Ebene der Parzelle, eines Betriebs oder eines Gebietes anwenden lässt.

Dank

Die Autoren danken Pierluigi Calanca (Agroscope) und dem Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz für den Zugang zu den täglichen meteorologischen Daten. Diese Studie wurde teilweise finanziert durch das Bundesamt für Landwirtschaft und den Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» NFP68, Beitrag 406840–143063.

Riassunto

Indicatore agro-ambientale della copertura del suolo nelle aziende agricole

Questo studio presenta un indicatore agro-ambientale della copertura del suolo sviluppato nell'ambito del programma di monitoraggio agro-ambientale dell'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG). Questo indicatore tiene conto delle pratiche agricole come il tipo di coltura, la rotazione e le pratiche colturali, ed integra sia dati tecnici che dati provenienti da simulazioni eseguite con un modello colturale. L'indicatore è stato applicato ai dati provenienti dall'analisi centralizzata degli indicatori agro-ambientali (AC-IAA), che provengono da mediamente 226 aziende agricole su cinque anni. I risultati mostrano che le aziende a vocazione campicola raggiungono in media soltanto il 62% di copertura del suolo, nettamente meno delle aziende dedite principalmente alla pastorizia, che raggiungono una copertura di quasi il 100%. Alcune colture presentano una scarsa copertura del suolo: il frumento autunnale, in particolare, non raggiunge in media che il 44% di copertura. Tuttavia, alcune pratiche colturali quali l'introduzione di colture intercalari e la gestione dei residui colturali permettono di migliorare considerevolmente il tasso medio di copertura del suolo.

Summary

Agri-environmental indicator for soil cover on Swiss farms

This study presents an indicator for soil cover, developed within the framework of the Federal Office for Agriculture agri-environmental monitoring programme. The indicator takes aspects such as crop type as well as cultivation practices such as rotation and tillage into account, incorporating technical data as well as data from crop model simulations. The indicator was applied to a dataset obtained from the Swiss agri-environmental data network (SAEDN), which represented an average of 226 farms over five different years. The results show that, at farm level, arable farming achieves an average of only 62% soil cover, compared to nearly 100% soil cover for grassland farming. At field level, some crops do not allow sufficient cover to be achieved – in particular winter wheat, with a mean soil cover of just 44%. Despite this, certain crop-management practices, such as the introduction of cover crops during the pre-sowing period or good residue management, allow the improvement of overall soil cover.

Key words: soil protection, conservation agriculture, farm network survey, agri-environmental monitoring.

Literatur

- Brisson N., Launay M., Mary B. & Beaudoin N., 2009. Conceptual basis, formalisations and parameterization of the STICS crop model. Editions Quae, Versailles.
- Büchi L., Valsangiacomo A., Burel E. & Charles R., 2016. Integrating simulation data from a crop model in the development of an agri-environmental indicator for soil cover in Switzerland. *European Journal of Agronomy* **76**, 149–159.
- Eurostat, 2016. Agrarumweltindikatoren. Zugang: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agri-environmental-indicators> [01.09.2016].
- Huffman E., Eilers R. G., Padbury, G., Wall G. & MacDonald K. B., 2000. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: integrating census and biophysical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **81**, 113–123.
- Huffman E., Coote D. R. & Green M., 2012. Twenty-five years of changes in soil cover on Canadian Chernozemic (Mollisol) soils, and the impact on the risk of soil degradation. *Canadian Journal of Soil Sciences* **92**, 471–479.
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J. P., Souchère V., Tournebise J., Réchauchère O., Savini I., Barbier M. & Leiser H., 2013. Les cultures intermédiaires pour une production agricole durable. Editions Quae, Versailles.
- Meier, B., 2000. Neue Methodik für die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten an der FAT. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Schweiz.
- OCDE, 2013. OECD Compendium of Agri-environmental Indicators. http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-compendium-of-agri-environmental-indicators_9789264186217-en [01.09.2016].
- BLW, 2016a. Beitrag für schonende Bodenbearbeitung. Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/ressourceneffizienz-beitraege/beitrag-fuer-schonenede-bodenbearbeitung.html> [28.12.2016].
- BLW, 2016b. Agrarumweltmonitoring. Zugang: <https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Umwelt/Agrarumweltmonitoring/Flyer%20%C3%BCber%20Agrarumweltmonitoring.pdf> [01.09.2016].
- OFS, 2016. Definitionen: Zonen (Landwirtschaft). Zugang <https://www.media-stat.admin.ch/web/apps/glossary/index.php?n=glo-232-de> [28.12.2016]
- Scholberg J.M.S., Dogliotti S., Leoni C., Cherr C. M., Zotarelli L. & Rossing W. A. H., 2010. Cover crops for sustainable agrosystems in the Americas. In: Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming, Sustainable Agriculture Reviews (Ed. E. Lichtfouse). Springer, Netherlands, 23–58.
- SNF, 2016. Nationales Forschungsprogramm «Nachhaltige Nutzung der Resource Boden» NFP68. Zugang: <http://www.nfp68.ch> [28.12.2016].
- Thorup-Kristensen K., Magid J. & Jensen L. S., 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy* **79**, 227–302.