

Bodenmikrobiologische Untersuchungen

Françoise Okopnik | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Die Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau (AfU) überwacht seit 1991 die stoffliche Belastung der Aargauer Böden im kantonalen Beobachtungsnetz (KABO). Das KABO-Netz umfasst heute 20 Standorte in der Landwirtschaft und 53 im Wald. Einige Standorte dienen der Bestimmung der Grundbelastung und andere liegen im Einflussbereich von Emittenten – stark befahrene Strassen, ehemalige Klärschlammasbringungsflächen usw. In den bisherigen KABO-Beprobungen 1991, 1996 und 2006 wurden einzig Schadstoffe gemäss der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 in der Langzeitbeobachtung erhoben. Neu soll auch die biologische Aktivität der Böden erfasst werden.

Begriffe

- **Mikrobielle Biomasse:** Die mikrobielle Biomasse ist ein Mass zur Beschreibung des Belebtheits- und Aktivitätszustandes des Bodens. Die Grösse des mikrobiellen Biomassepools ist von verschiedenen Umweltfaktoren abhängig (Klima, Bodeneigenschaften, Bodennutzung und -bewirtschaftung). Die Menge an Mikroorganismen ist eine wichtige Kenngrösse des Bodens, da diese Organismen sowohl für die Abbauleistung des betreffenden Bodens ausschlaggebend sind als auch einen Pool von schnell umsetzbaren Nährstoffen darstellen.
- **Basalatmung:** Beim Abbau organischer Substanz entsteht CO₂ wie bei der Atmung. Das produzierte CO₂ ist ein Mass für die aerobe Atmungsaktivität aller Bodenorganismen. Unter ungestörten Bedingungen stellt sich im Boden ein ökologisches Gleichgewicht zwischen den Organismen und deren Tätigkeit ein. Die Respiration in diesem Zustand wird als Basalatmung bezeichnet. Bei einer Störung des Gleichgewichts ändert sich die Respiration infolge einer Veränderung der mikrobiellen Biomasse und deren Mineralisierungstätigkeit.
- **Metabolischer Quotient:** Dieser Quotient ist ein Mass für die energetische Effizienz einer Mikroorganismengemeinschaft und entspricht dem Verhältnis zwischen Basalatmung und mikrobieller Biomasse BM-SIR. Der Quotient ist eine Kenngrösse für den physiologischen Zustand der Mikroorganismen und gibt einen Näherungswert für den Erhaltungsbedarf der Mikrobenzönose eines Bodens an. Je grösser der metabolische Quotient ist, desto mehr Substrat wird zu CO₂ veratmet und desto kleiner ist der Substratanteil, der in die mikrobielle Biomasse eingebaut wird.
- **Verhältnis mikrobieller Kohlenstoff (Cmik) – organischer Kohlenstoff (Corg):** Dieser Quotient erlaubt Aussagen über die Kohlenstoffdynamik von Böden. Der Cmik/Corg-Quotient ist ein Indikator für die mikrobielle Verfügbarkeit des organischen Substrates. Der Quotient verdeutlicht, in welchem Ausmass die Mikroorganismen den Kohlenstoff des Bodens zum Aufbau und zur Erhaltung ihrer Biomasse nutzen können.

Im Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässer (EG Umweltrecht, EG UWR) vom 4. September 2007 ist der Auftrag formuliert, dass der Kanton ein Messnetz zur Überwachung der Bodenbelastung betreibt und an ausgewählten Standorten Untersuchungen über die Bodenbelastung durchführt. In regelmässigen Abständen sollen physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Bodens erhoben werden.

Ziel der Abteilung für Umwelt (AfU) ist es, die biologische Aktivität der Böden als Bodenfruchtbarkeitsindikator einzuführen und die Basalatmung und die mikrobielle Biomasse ins kantonale Bodenbeobachtungsprogramm (KABO) aufzunehmen.

Da in der Schweiz nur wenige Labors bodenbiologische Untersuchungen durchführen, sollte die Methode zur Bestimmung der Basalatmung im Labor der Abteilung für Umwelt (AfU) aufgebaut werden. Die AfU startete daher im Frühling 2005 in einem internen Pilotprojekt erste bodenbiologische Untersuchungen mit eigenen Messungen auf KABO-Standorten. Dabei wurden folgende Ziele verfolgt:

- Aufbau der Analytik zur Bestimmung der Basalatmung im Labor der AfU und Abschätzung der dafür benötigten personellen und finanziellen Ressourcen;
- Aufbau der Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART;
- erste Auswertungen hinsichtlich bodenbiologischer Kenngrössen.

Methoden

Die Probenahme erfolgte nach der Referenzmethode zwischen Ende Winter und Anfang Frühling. In den fünf Untersuchungsjahren variierte die Zeitspanne von Ende Februar bis Anfang April, da teilweise noch spät Schnee fiel und lange liegen blieb. Auch innerhalb einer Probenahme-

runde beträgt der Zeitraum der Probenahme auf dem ersten Standort bis zum Abschluss mehrere Wochen, da die Standorte unterschiedliche klimatische Eigenschaften aufweisen. Die Basalatmung wurde im Labor der AfU und bei der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (ART Reckenholz) gemessen, die mikrobielle Biomasse nur bei der Forschungsanstalt ART Reckenholz. Jede Bodenprobe wurde in zwei Unterproben aufgeteilt, die je im Labor der AfU und in der ART Reckenholz gemessen wurden. Durch die Parallelmessungen von ART Reckenholz wurde sichergestellt, dass der AfU von Anfang an zuverlässige Daten für die Auswertung zur Verfügung stehen würden.

Laborvergleich

Die Resultate der Labors der AfU und der Agroscope ART Reckenholz weisen teilweise nahezu identische Werte auf. In anderen Serien gab es jedoch erhebliche Abweichungen. Die Gründe dafür konnten noch nicht he-

rausgefunden werden. Es sind weitere Untersuchungen dazu im Gang.

Untersuchte Böden

Bei den untersuchten Flächen handelt es sich um KABO-Standorte. Bei der Auswahl der Standorte wurde versucht, alle Landschafts- und ver-

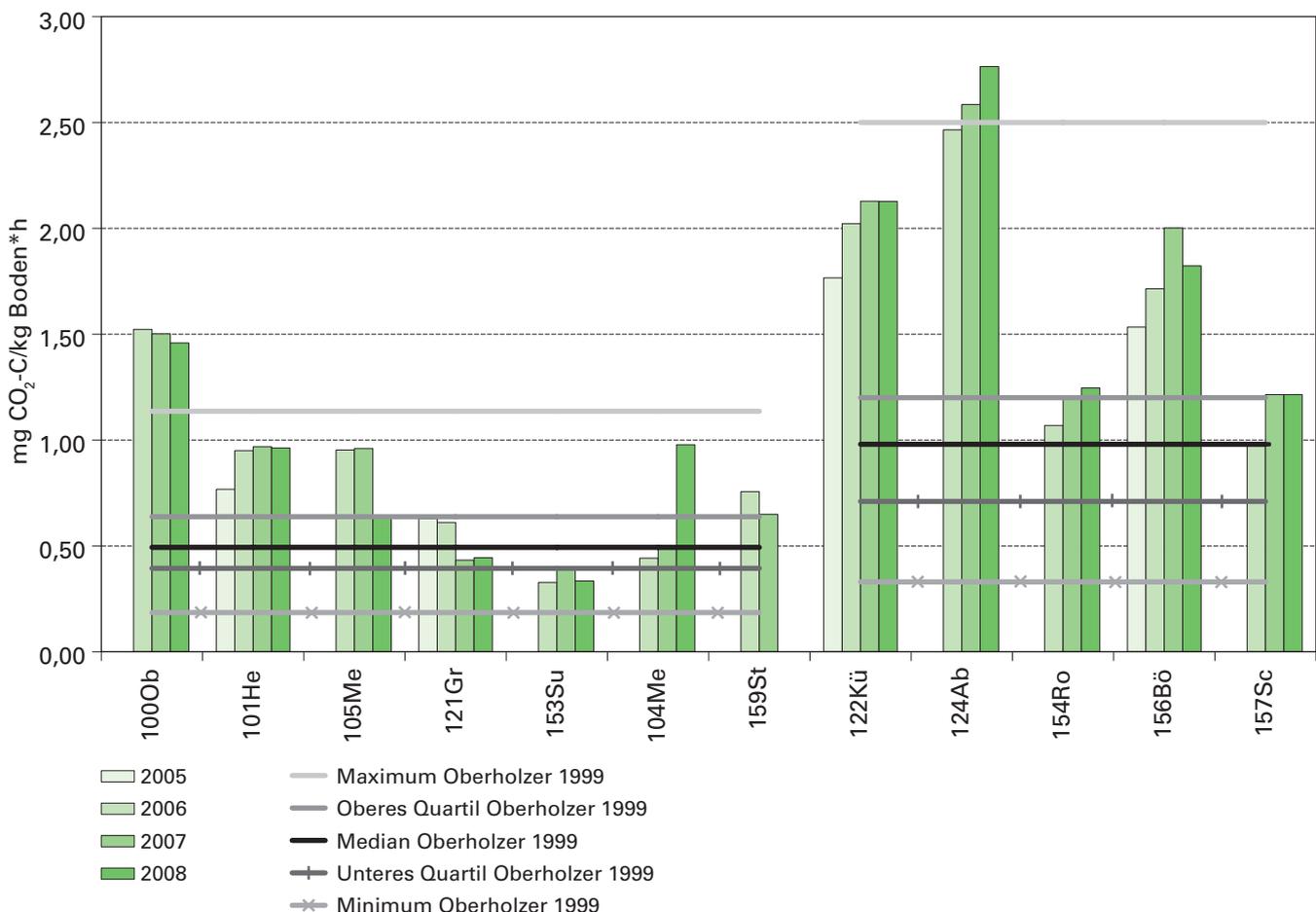
schiedene Bewirtschaftungstypen abzudecken. Etwa die Hälfte sind Ackerstandorte, davon zwei Gemüsekulturen, die andere Hälfte sind Grünlandstandorte verschiedener Bewirtschaftungsintensität. Der Rebbaustandort wird als Grünlandstandort untersucht und beurteilt.

KABO-Standorte

Standort	Gemeinde	Beschreibung
100ob	Obermumpf	Ackerland, Bio
101he	Hellikon	Ackerland
104me	Merenschwand	Ackerland, Gemüse
105me	Merenschwand	Ackerland
121gr	Gränichen	Ackerland, viel Kunstwiese in Fruchtfolge
122ku	Küttigen	Dauerwiese, Magerwiese
124ab	Abtwil	Dauergrünland, organischer Boden
153su	Suhr	Ackerland
154ro	Rohr	Dauergrünland, kein Dünger
156bo	Bözen	Weide
157sc	Schafisheim	Weinbau
159st	Stetten	Ackerland, Gemüse

Diese 12 Standorte wurden untersucht.

Vergleich Basalatmung auf Acker- und Grünlandstandorten



Wenig intensiv bewirtschaftete Flächen weisen oft eine höhere Basalatmung auf.

Basalatmung

Die Ackerflächen weisen wie erwartet gegenüber den Grünlandflächen kleinere Aktivitäten auf. Unter den Ackerflächen stechen die Gemüsebauflächen (104me, 157st) gegenüber den Fruchtfolgeflächen nicht besonders negativ hervor. Was die extrem tiefen Werte beim Standort 153su verursacht, muss Gegenstand weitergehender Analysen sein, da der Standort 121gr mit vergleichbaren Bodeneigenschaften fast doppelt so hohe Werte zeigt. Der Standort 100ob wird biologisch bewirtschaftet, was die sehr hohen Werte erklären könnte, jedoch noch durch andere Untersuchungen bestätigt werden muss. Die Grünlandstandorte (122ku, 124ab, 154ro, 156bo und 157sc [Reben]) weisen wie erwartet alle höhere Werte auf als die Ackerstandorte. Die Magerwiese 122ku fällt durch besonders hohe Aktivität auf. Der Standort zeigt gleichzeitig eine sehr niedrige mikrobielle Biomasse. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Nährstoffe für die

Mikroorganismen nicht ausreichen, um sich vermehren zu können.

Mikrobielle Biomasse

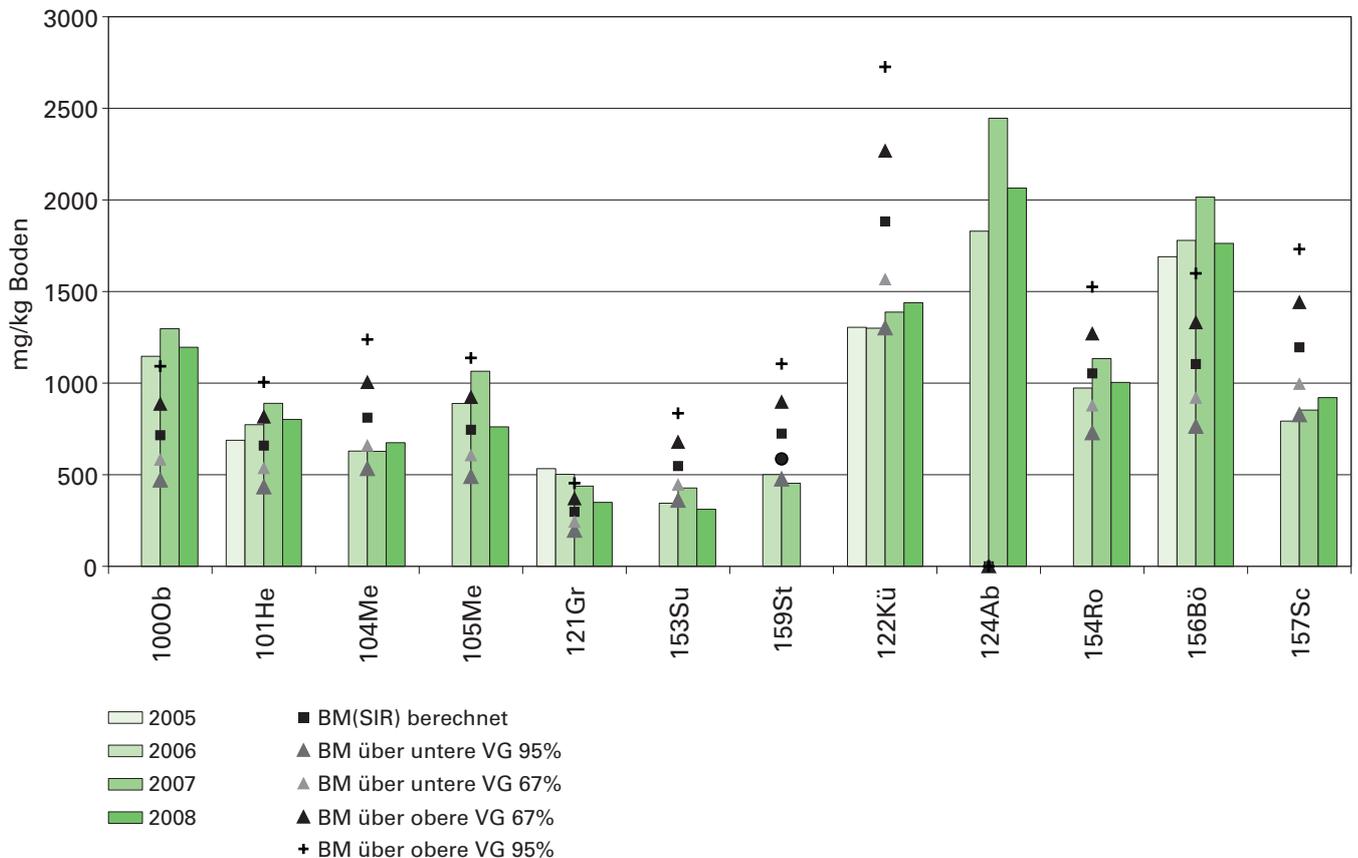
Die mikrobielle Biomasse wurde nur bei Agroscope ART Reckenholz gemessen. Im Gegensatz zur Basalatmung besteht für die Biomasse ein Referenzwertsystem, sodass die Standorte anhand ihrer Bodeneigenschaften bewertet werden können. Die untersuchten Standorte liegen in allen Bewertungsstufen des Referenzwertsystems. Wie schon bei der Basalatmung fällt auch hier der Standort 153su negativ auf. Der ähnliche Standort 121gr weist hingegen eine höhere Biomasse auf, als aufgrund seiner Bodeneigenschaften zu erwarten wäre. Unter den Grünlandstandorten fällt 124ab auf. Es handelt sich um einen Boden, der einen höheren Gehalt organischen Kohlenstoffs aufweist, als durch das Referenzsystem abgedeckt wird. Ausserhalb der Norm befinden sich auch die Standorte 156bö und 157sc. Die Vermutung

liegt nahe, dass der hohe Kupfergehalt im Rebberg 157sc auch im Boden eine gewisse antibiotische Wirkung ausübt. Der «zu» hohe Wert bei 156bö kann durch keine bekannten Besonderheiten des Standorts erklärt werden.

Metabolischer Quotient

Zwar besteht (noch) kein Referenzwertsystem oder ein anderes Bewertungssystem für den metabolischen Quotienten, hingegen existieren aus den Jahren 2001 bis 2003 gesamtschweizerische Erhebungen auf 68 Grünland- und auf 220 Ackerstandorten. Die Mittelwerte der untersuchten Standorte sind nahezu deckungsgleich mit den Mittelwerten der gesamtschweizerischen Erhebung. Auffallend sind die Grünlandstandorte Küttigen (122ku), Abtwil (124ab) und Bözen (156bo), die stark vom Mittelwert abweichen. Basalatmung und Biomasse zeigten an diesen Standorten bereits auffällige Werte. In Küttigen scheint ein gewisser Nährstoff-

Vergleich mikrobielle Biomasse auf Acker- und Grünlandstandorten



Vergleich der Messungen mit Referenzwerten: Es zeigt sich, dass Grünlandstandorte in der Regel eine höhere mikrobielle Biomasse aufweisen.

stress möglich zu sein, im Gegensatz zu Böden, wo die Nährstoffe reichlich und leicht verfügbar vorhanden sein dürften.

Auch bei den Ackerstandorten gibt es grosse individuelle Abweichungen. So liegt der tiefste Wert unterhalb des tiefsten Wertes aus der gesamtschweizerischen Untersuchung, aber ebenso der höchste über dem höchsten. Bei den betroffenen Standorten handelt es sich um die Gemüseanbaustandorte 104me und 159st.

Verhältnis mikrobieller Kohlenstoff zu organischem Kohlenstoff

Die Daten wurden mit den Durchschnitten aus einer Untersuchung und dem 90-Prozent-Vertrauensintervall von 220 Ackerböden und 152 Grünlandstandorten verglichen.

Die Aargauer Ackerstandorte liegen bis auf den biologisch bewirtschafteten Standort alle ausserhalb des 90-Prozent-Vertrauensintervalls. Die Grünlandstandorte zeigen dasselbe Bild.

Eine genauere Analyse der Situation ist hier unbedingt nötig. Insbesondere sind wohl die Bodeneigenschaften in die Bewertung einzubeziehen.

Diskussion und weiteres Vorgehen

Die kurze Zeitspanne reicht selbstverständlich nicht aus, um bereits statistisch und agronomisch erhärtete Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Auffälligkeiten auf den Gemüseanbauflächen und dem Rebstandort dürften durchaus auf die Bewirtschaftung zurückzuführen sein. Ob jedoch die hohen Werte auf der biologisch bewirtschafteten Fläche tatsächlich nur auf die Biobewirtschaftung zurückzuführen sind oder ob noch andere Bewirtschaftungsfaktoren und die Landtechnik eine Rolle spielen, muss mit gesamtbetrieblichen Untersuchungen erhärtet werden. Um die bodenmikrobiologischen Eigenschaften besser interpretieren zu können, ist geplant, die betroffenen Betriebe genauer zu untersuchen, und zwar nach der Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen.

