

## BIOLOGISCHE AKTIVITÄT UNTERSCHIEDLICH GENUTZTER BÖDEN

Ursula Hofmann-Schultheis und Christian Kunze

### ABSTRACT

Activities of microbial populations in soils are determined in a complex manner by local conditions like moisture, temperature and biotic components.

This study investigates different influences on microbial activities (respiration, stability) and biomass of an agricultural soil.

Therefore, under laboratory conditions, the respiration of soils was measured by quantitative evaluation of the metabolite "CO<sub>2</sub>". Soil respiration, respectively the extent of carbon turnover, pass for a certain feature to describe the total activity of microorganisms in soil. In this case we investigated the influence of groundwater conditions (with natural and with lowered groundwater level) on soils used as tillage and grass land depending on the season.

keywords: *soil respiration, soil biomass, fields, grassland*

### 1. EINLEITUNG

Die biologische Aktivität von Böden wird im jahreszeitlichen Verlauf in äußerst komplexer Weise durch Standortbedingungen wie Feuchtigkeitsverhältnisse, Temperatur und biotische Faktoren bestimmt.

Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchung ist die Beschreibung verschiedener Einflüsse auf die biologische Aktivität (Atmung, Stabilität) und Biomasse in einem landwirtschaftlich genutzten Boden. Hierzu wurde unter Laborbedingungen die mikrobiell bedingte "Bodenatmung" ermittelt, indem das Stoffwechselendprodukt CO<sub>2</sub> quantitativ erfaßt wurde. Die Bodenatmung bzw. das Ausmaß des Kohlenstoffumsatzes gilt als sicheres Merkmal, um die Gesamtaktivität der Bodenorganismen zu erfassen (BECK 1974; JÄGGI 1976). Im Mittelpunkt steht die Frage, inwieweit Standortbedingungen wie Grundwasserferne und Grundwassernähe auf Acker- und Grünlandparzellen, in Abhängigkeit von der Jahreszeit, die bodenbiologische Aktivität beeinflussen.

### 2. MATERIAL UND METHODEN

#### 2.1 Untersucher Boden

Für die Untersuchungen standen Bodenproben aus Acker- und Grünlandparzellen eines Grundwasserstandsversuchsfeldes zur Verfügung. Das Versuchsfeld besteht aus einer Teilfläche mit natürlichen Grundwasserverhältnissen (ca. 0,7 - 0,9 m unter Flur) und einer Teilfläche mit abgesenktem Grundwasser (mind. 3 m unter Flur), wobei letztere zur Hälfte beregnet werden kann; nähere Angaben zu dem Versuchsfeld bei BÄHR (1973).

#### 2.2 Probenbehandlung

Die Proben wurden im Frühjahr und Sommer des Jahres 1987 als Mischprobe aus ca. 8 Einzeleinsteichen pro Untersuchungsfläche aus einer Tiefe von 5-20 cm gezogen.

Anschließend wurde der Boden für mindestens zwei Wochen bei einer Temperatur von -28 °C aufbewahrt, da es aus technischen Gründen nicht möglich war, alle Proben gleichzeitig zu bearbeiten. Nach dem Auftauen (24 Std. bei 10 °C) wurden die Bodenproben auf 2 mm, mit Ausnahme der sehr feuchten Sommerproben 1987 (4 mm), gesiebt. Der aufgetaute Boden wurde zwischen den einzelnen Untersuchungen bei 10 °C für jedoch höchstens 12 Tage gelagert. Für die Atmungsmessungen wurden die Proben auf jeweils 60 % der maximalen Wasserkapazität gebracht.

Die Untersuchungen wurden an Bodenproben aus 12 Parzellen (s. Tab. 1), mit jeweils 4 Parallelen, entnommen im Frühjahr und Sommer, durchgeführt.

### 2.3 Ermittlung der "Bodenatmung"

Die Bodenatmung wurde in Form des O<sub>2</sub>-Verbrauchs (Sapromat, Voith) über 96 Stunden bei einer Temperatur von 22 °C im Labor ermittelt (JÄGGI 1976).

### 2.4 Ermittlung der Biomasse

Die Bestimmung der mikrobiellen Biomasse erfolgte nach der von ANDERSON und DOMSCH (1978) vorgeschlagenen Methode, modifiziert nach BECK (1984a). Die Modifizierung besteht darin, daß nicht die nach Glucosesättigung auftretende CO<sub>2</sub>-Entwicklung sondern die O<sub>2</sub>-Aufnahme gemessen wird. Die Messung erfolgte über vier Stunden bei einer Temperatur von 22 °C.

### 2.5 Ermittlung der relativen Stabilität

Die relative Stabilität der organischen Substanz wurde nach der Methode von BECK (1984b) aus Gesamtkohlenstoffgehalt (C<sub>t</sub>-Gehalt) und Biomasse bestimmt. Liegen die Werte der relativen Stabilität unter 100 %, so überwiegt bei Stoffumsatz die mineralisierende Komponente. Werte über 100 % weisen auf ein Überwiegen der humufizierenden Komponente hin.

Der C<sub>t</sub>-Gehalt der Bodenproben wurde über nasse Veraschung nach RAUTERBERG und KREMKUS (1951) ermittelt.

Tab. 1: Bodenkennwerte 1987 (Abkürzungen: F = Frühjahr, S = Sommer)

Nutzung (Parzellen-Nr.)	pH (KCl)		% Ct		% WK	
	F	S	F	S	F	S
<b>Acker:</b>						
-ohne Grundwasser (1-4)	6,0	6,0	2,1	1,8	64	62
-mit Grundwasser (11-12)	5,7	5,6	2,5	2,8	68	64
<b>Grünland ohne Grundwasser:</b>						
-ohne Kalk (5/7)	6,0	6,1	2,6	2,9	80	74
-mit Kalk (6/8)	6,2	6,3	3,0	3,4	89	79
<b>Grünland mit Grundwasser:</b>						
-ohne Kalk (9)	5,9	5,9	3,7	4,2	99	82
-mit Kalk (10)	6,3	6,0	3,4	4,0	90	74

### 3. KENNZEICHNUNG DES UNTERSUCHTEN BODENS

- Boden: schwach bis mäßig pseudovergleyte Grundwasserböden
- Ackerfruchtfolge: Wintergerste, Phacelia
- Grünland: Mahd
- Witterung: insgesamt sehr feuchtes Jahr mit Staunässe im Boden
- Beregnung: dieser Faktor blieb unberücksichtigt, da diese nur an zwei Tagen erfolgte und keinen signifikanten Effekt bei der statistischen Auswertung zeigte
- Kalkung: Nachwirkung einer Kalkung der Grünlandparzellen aus dem Jahr zuvor (1986)

### 4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Im folgenden werden die Ergebnisse des Jahres 1987, die sich bei einer Varianzanalyse als signifikant herausgestellt haben, vorgestellt. Statistisch untersucht wurden die Einflüsse von Grundwasserstand, Jahreszeit, Kalknachwirkung und Nutzungsstufen (Acker, Grünland). Als nicht statistisch relevant erwiesen sich dabei "Beregnung" und "Kalknachwirkung".

#### 4.1 "Bodenatmung"

Die statistische Auswertung der Daten zeigt für die hier untersuchten Acker- und Grünlandparzellen signifikante Wechselwirkungen zwischen Grundwasserstand und Jahreszeit.

Im Grünland (Abb. 2) beobachtet man im Frühjahr die höchsten Atmungswerte, zudem wirkt sich vorhandenes Grundwasser generell fördernd aus. Abb. 1 stellt die Verhältnisse im Ackerboden dar; hier läßt sich auf den Flächen mit Grundwasser ebenfalls im Frühjahr der höchste Atmungswert erkennen. Auf den Parzellen ohne Grundwasser liegt die Atmungstätigkeit dagegen im Sommer höher.

Die feuchten Witterungsverhältnisse des Jahres '87 zeigen dabei einen deutlichen Einfluß auf die mikrobielle Aktivität im Boden. Die Bodenfeuchtigkeit nahm im Jahresverlauf derart zu, daß im Sommer selbst auf den Parzellen ohne Grundwassereinfluß so gut wie keine Saugspannung mehr im Boden gemessen werden konnte (s. Tab. 2).

Tab. 2: pF-Werte (Mittelwerte aus einem Zeitraum von zwei Wochen vor Probennahme gemessen in 15 cm Bodentiefe/\*) nicht meßbar)

Grundwasserverhältnisse	pF-Werte	
	Frühjahr	Sommer
Parzellen mit Grundwasser	2,58	--*)
Parzellen ohne Grundwasser	2,48	1,54

Die Bodendurchlüftung, deren wichtigster Prozeß nach RICHTER (1972) die Diffusion ist, wurde somit zum Sommer hin, vor allem auf den Parzellen mit Grundwasser, zunehmend erschwert. Hieraus scheint im Sommer auch eine Anreicherung des Gesamtkohlenstoffgehaltes (s. Tab. 1) im Boden zu resultieren (Ausnahme: Acker ohne Grundwasser), die mit einer gegenüber dem Frühjahr verminderten Atmung einhergeht. Der Ackerboden wird im Sommer durch Grundwasser stärker beeinflusst als der Grünlandboden, wohl auf Grund der unterschiedlich ausgeprägten Wurzelsysteme. Unter Grünland findet man im Oberboden einen grö-

berer Anteil an Wurzelmasse als im Ackerboden. Das Wurzelsystem unter Getreide ist im Unterboden stärker ausgeprägt und gerät daher nebst darin enthaltenem Edaphon mit zunehmender Tiefe verstärkt unter Grundwassereinfluß. Dieser ist verbunden mit vermindertem O<sub>2</sub>-Angebot und geringerem Substanzabbau.

Eine Gegenüberstellung der Nutzungsstufen (Abb. 3) zeigt, daß im Frühjahr die Atmung und damit auch die biologische Aktivität im Grünlandboden deutlich höher liegt als im Ackerboden.

#### 4.2 Biomasse

Die Höhe der Biomasse im Boden wird im vorliegenden Fall durch jahreszeitliche Effekte stark geprägt.

Nach LYNCH und PANTING (1980) nimmt die Biomasse vom Frühjahr an als Folge von Pflanzenwachstum und steigenden Bodentemperaturen zu, um schließlich im Sommer ihr Maximum zu erreichen. Dabei dienen die Pflanzenwurzeln u.a. als bedeutende Kohlenstoffquelle für die Mikroorganismen (HELAL und SAUERBECK, 1986). Abb. 4 zeigt, in Übereinstimmung mit obigen Aussagen, auf allen Grünlandparzellen im Sommer die höchsten Biomassegehalte.

Betrachtet man alle Parzellen der Variante "mit Grundwasser" (Abb. 5), so liegen im Grünland ebenfalls während des Sommers, im Ackerboden hingegen während des Frühjahrs, die höchsten Biomassewerte vor. Auch hier scheint, wie bereits bei der Atmung erwähnt, die Bodendurchlüftung in Verbindung mit dem Wurzelsystem eine Rolle zu spielen.

Ein Vergleich der Nutzungsstufen (Abb. 6) zeigt im Sommer - auf Parzellen ohne Grundwasser - für den Ackerboden einen signifikant niedrigeren Gehalt an Biomasse.

#### 4.3 Relative Stabilität der organischen Substanz

Die Stabilität der organischen Substanz ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z.B. dem Angebot an mikrobiell leicht verwertbaren organischen Stoffen. Humuszehr tritt nach BECK (1984b) auf, wenn der Stoffeintrag über die Vegetation gering ist; reichlicher Bestandesabfall führt zu verstärkter Mikrobenvermehrung und gleichzeitiger Neusynthese von Humus bzw. Humusvorstufen.

Die Stabilität der organischen Substanz wird hier sowohl im Ackerboden (Abb. 7), als auch im Grünlandboden (Abb. 8) vom Grundwasserstand beeinflusst. Dabei läßt sich jeweils auf den Parzellen mit Grundwasser eine geringere Stabilität erkennen. Dies deutet darauf hin, daß der für die Mikroflora verfügbare Stoffeintrag nur gering ist, sodaß diese gezwungen sind, den Humusvorrat anzugreifen. Bereits LIETH (1962) schrieb dem Grundwasser einen negativen Effekt auf die Humusbilanz zu.

Abb. 9 zeigt die Stabilitätsverhältnisse von Acker und Grünland im Vergleich. Im Ackerboden liegen dabei die stabileren Verhältnisse vor.

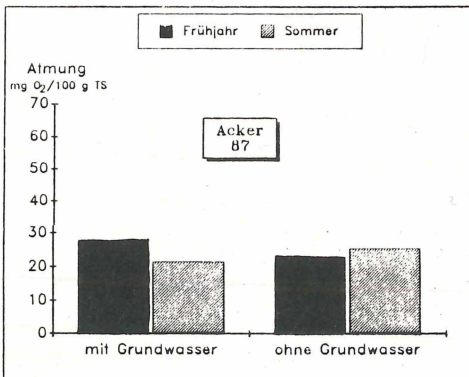


Abb. 1: Grundwasserstand und Jahreszeit im Ackerboden

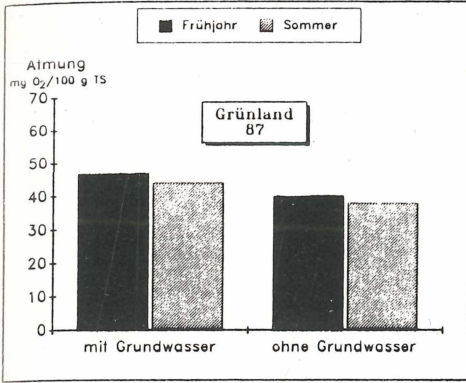


Abb. 2: Grundwasserstand und Jahreszeit im Grünland

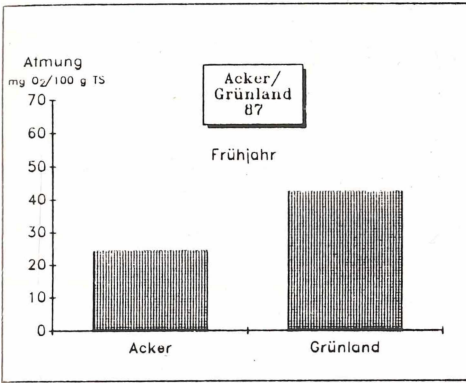


Abb. 3: Atmung von Acker- und Grünlandboden im Frühjahr

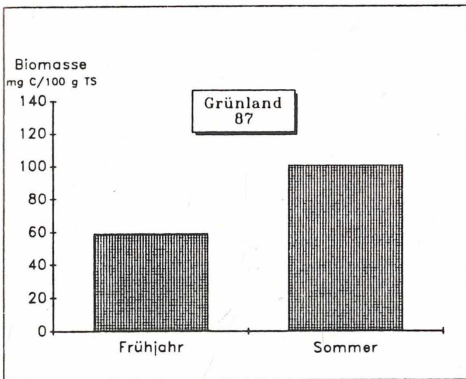
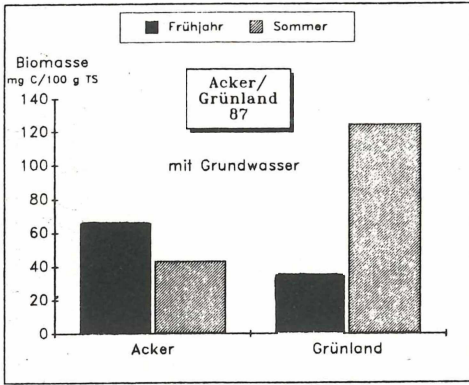
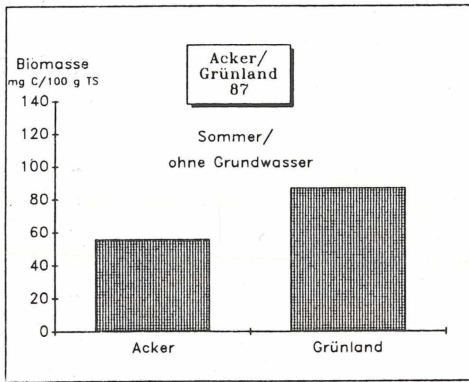


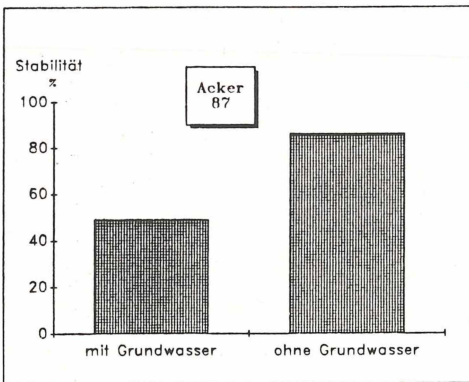
Abb. 4: Der Einfluß der Jahreszeit auf die Biomasse im Grünland



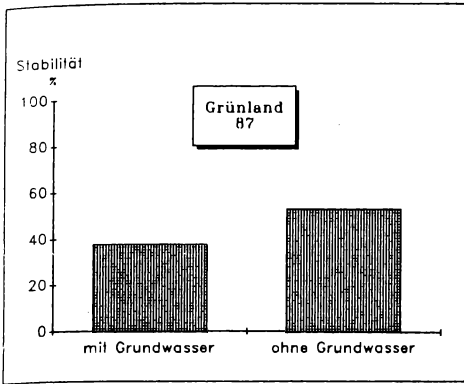
**Abb. 5:** Wechselwirkungen zwischen Nutzungsstufen und Jahreszeit



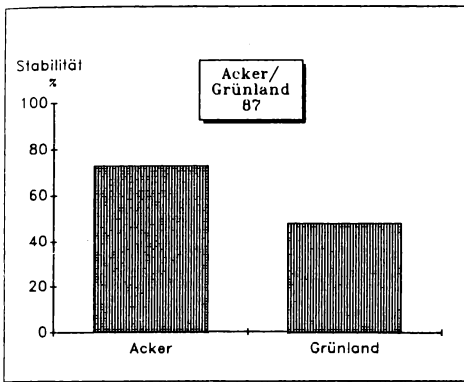
**Abb. 6:** Der Biomassegehalt von Acker- und Grünland im Sommer auf Parzellen ohne Grundwasser



**Abb. 7:** Einfluß des Grundwassers auf die Stabilität im Ackerboden



**Abb. 8:** Einfluß des Grundwassers auf die Stabilität im Grünland



**Abb. 9:** Die Stabilität in Acker und Grünland

## LITERATUR

- ANDERSON J.P.E., DOMSCH K.H., 1978: A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. - *Soil Biol. Biochem.* 10: 215-221.
- BAHR R., 1973: Das Grundwasserstandsversuchsfeld Kirchhoven. - *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Sonderheft*: 24-30.
- BECK TH., 1974: Über die Eignung von Modellversuchen bei der Messung der biologischen Aktivität von Böden. - *Bayer. Landwirtsch. Jahrbuch* 50: 270-288.
- BECK TH., 1984a: Mikrobiologische und chemische Charakterisierung landwirtschaftlich genutzter Böden. I. Mitt.: Die Ermittlung einer bodenmikrobiologischen Kennzahl. - *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 147: 456-475.
- BECK TH., 1984b: Der Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf bodenmikrobiologische Eigenschaften und die Stabilität der organischen Substanz in Böden. - *Kalibriefe (Büntehof)* 17: 331-340.
- HELAL H.M., SAUERBECK D., 1986: Effect of plant roots on carbon metabolism of soil microbial biomass. - *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 149: 181-188.
- JÄGGI W., 1976: Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Bildung als Maß für die bodenbiologische Aktivität. - *Schweiz. Landwirtsch. Forschung* 15: 371-380.
- LIETH H., 1962: Die Stoffproduktion der Pflanzendecke. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

- LYNCH J.M., PANTING L.M., 1980: Cultivation and soil biomass. - Soil Biol. Biochem. 12: 29-33.
- RAUTERBERG E., KREMKUS, 1951: Bestimmung von Gesamthumus und alkalilöslichen Humusstoffen im Boden. - Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd. 54: 240-249.

**ADRESSE**

Dipl. Biol. Ursula Hofmann-Schultheis  
Prof. Dr. Christian Kunze  
Institut für Pflanzenökologie  
Heinrich-Buff-Ring 38  
D-W-6300 Gießen



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19\\_2\\_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Kunze Christian, Hofmann-Schultheis Ursula

Artikel/Article: [Biologische Aktivität unterschiedlich genutzter Böden 254-261](#)