

EINFLUSS DER BODENBEWIRTSCHAFTUNG AUF DIE TEMPERATURVERHÄLTNISSE IN  
DER UNGESÄTTIGTEN ZONE AM BEISPIEL DER LYSIMETERANLAGE WAGNA  
(STEIERMARK, ÖSTERREICH)

M. EISENHUT, J. FANK, P. RAMSPACHER

ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge der Errichtung der Lysimeteranlage Wagna (Steiermark, Österreich) wurden zwei unterschiedliche Bodenprofile aufgenommen sowie Bodenproben aus den einzelnen Horizonten entnommen und physikalisch und chemisch untersucht. In zwei unterschiedlich bewirtschafteten Versuchsfeldern wird an je einem Bodenprofil im ungestörten Aufbau in fünf unterschiedlichen Tiefen bis nahe der Grundwasseroberfläche die Bodentemperatur registriert. Neben Fragen der Temperaturverteilung nach Tiefe und Zeit sollen v. a. Temperaturunterschiede, die aufgrund unterschiedlicher Bewirtschaftung entstehen, diskutiert werden.

ABSTRACT

During the construction of the measuring station Wagna (Lysimeteranlage Wagna, Styria, Austria) two different soil profiles were described. Soil samples from different horizons were taken and physical and chemical properties were analyzed in the laboratory. The investigation area consists of two test sites with different agricultural cultivation. Soil temperature is continuously registered in five measuring depths from top of soil down to the groundwater table. Temperature distribution in depth and time as well as temperature differences caused by special kinds of cultivation are discussed.

## 1. EINLEITUNG

Im Rahmen der Lösung der Nitratproblematik im Leibnitzer Feld wurde unter anderem das Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H. beauftragt, Vorschläge zur Schadstoffverringerung auszuarbeiten. In diesem Zusammenhang wurde einerseits, um den Weg des Schadstoffes in das Grundwasser zu verfolgen, andererseits um Informationen über die komplexen Anreicherungsmechanismen des Nitrats zu erhalten, in Wagna bei Leibnitz, eine Lysimeterstation errichtet. Seit Sommer 1991 werden an dieser Station eine Vielzahl von Parametern, die zur Lösung der angesprochenen Problematik beitragen können, erfaßt. Im Zuge der Meßdatenauswertung hat sich die Bodentemperatur als bisher unterschätzter, jedoch sehr aussagekräftiger Parameter herausgestellt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit den Temperaturverhältnissen und in welcher Form diese, durch unterschiedliche Bodenbewirtschaftung, beeinflußt werden.

## 2. DIE UNGESÄTTIGTE ZONE

Die Lysimeteranlage Wagna liegt auf der tieferen Flur der Niederterrasse (Würm) des Leibnitzer Feldes. Die Niederterrasse wird von einem mächtigen Kieskörper mit einer unruhig-welligen Oberkante aufgebaut, der von einer lehmig-sandigen Deckschicht reliefnivellierend überlagert wird. Auf der dominierenden Hauptflur, die den zentralen Teil des Feldes einnimmt, dominieren die mittel- bis seichtgründigen, leichten silikatischen Braunerden. Die tiefere Flur, sie ist ein bis zwei Meter in die Hauptflur eingesenkt, kommt überwiegend im Osten der Hauptflur, stellenweise aber auch im Westen vor, wird überwiegend von tiefgründigen (70-150 cm), leicht bis mittelschweren silikatischen Braunerden eingenommen. Charakteristisch für

die Bodenverhältnisse auf der Niederterrasse ist die engräumige Schwankung der Gründigkeit.

Die Meßbereiche beiderseits der Lysimeteranlage werden durch zwei unterschiedliche Bodenprofile charakterisiert:

● **linke Seite** (Fruchtfolgeparzelle, Meßstellenbezeichnungen LTBL04 bis LTBL25):

Ahp 0-30 cm, lehmiger Sand mit mäßigem Kies- und Schottergehalt, mittelhumos (Mull), kalkarm, neutral, undeutlich mittelkrümelig bis mittelblockig strukturiert, mittelporös, leicht zerdrückbar, dunkelgraubraun (10 YR 3.5/2), schwach durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, übergehend in

AB 30-60 cm, stark lehmiger Sand mit geringem Kies- und Schottergehalt, schwach humos (Mull), kalkfrei, neutral, deutlich mittelblockig-kantenrund strukturiert, stark grobporös, leicht zerdrückbar, dunkelbraun (10 YR 3.5/3), gut durchwurzelt, starke Regenwurmtätigkeit, allmählich übergehend in

B<sub>1</sub> 60-85 cm, stark lehmiger Sand, schwach humos (Humus in Wurmröhren und an Aggregatoberflächen), kalkfrei, neutral, undeutlich mittelblockig-kantenrund strukturiert, porös, leicht zerdrückbar, dunkelbraun (7.5 YR 4/4), gut durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, allmählich übergehend in

B<sub>2</sub> 85-110 cm, lehmiger Sand, kalkfrei, neutral, undeutlich mittelblockig-kantenrund strukturiert, schwach porös, leicht zerdrückbar, dunkelbraun (7.5 YR 4/4), schwach durchwurzelt und belebt, absetzend über

D ab 110 cm, Grobsand mit sehr hohem Anteil an Kies und Schotter (bis 10 cm Ø).

Wasserverhältnisse: gut versorgt, mäßiges Speichervermögen, hohe Durchlässigkeit.

- **rechte Seite** (Maismonokulturparzelle, Meßstellenbezeichnung LTBR04 bis LTBR25):

Ahp 0-30 cm, stark lehmiger Sand mit geringem Kies und Schottergehalt, mittelhumos (Mull), kalkfrei, schwach sauer, undeutlich mittelkrümelig und mittelblockig-kantenrund strukturiert (zwischen 20 und 30 cm mäßig verpreßt, blockig-kantenscharf strukturiert), porös, leicht zerdrückbar, dunkelgraubraun (10 YR 3.5/2), schwach durchwurzelt, mäßige Regenwurmtätigkeit, übergehend in

AB 30-50 cm, sandiger Lehm mit geringem Kies- und Schottergehalt, schwach humos (Mull), kalkfrei, schwach sauer, deutlich mittelblockig-kantenrund strukturiert, stark mittelporös, leicht zerdrückbar, dunkelbraun (10 YR 4.5/3), schwach durchwurzelt, starke Regenwurmtätigkeit, übergehend in

B 50-70 cm, lehmiger Sand mit geringem Kiesgehalt, kalkfrei, schwach sauer, undeutlich mittelblockig-kantenrund strukturiert, porös, dunkelbraun (7.5 YR 4/4), schwach durchwurzelt, geringe Regenwurmtätigkeit, absetzend über

D ab 70 cm, Grobsand mit sehr hohem Anteil an Kies und Schotter.

Wasserverhältnisse: mäßig trocken, geringes Speichervermögen, hohe Durchlässigkeit.

Betrachtet man die Analysenergebnisse (Tabelle 1), so fällt auf, daß die Humusgehalte in den Krumen mit 2 % in der Fruchtfolgeparzelle und mit 1.7 % in der Monokulturparzelle ein niedriges Niveau erreicht haben. Daraus ergeben sich bereits negative Auswirkungen auf die Bodenstruktur; auch das Sorptionsvermögen widerspiegelt diese Tatsache.

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse der Bodenproben aus dem Bereich der beiden Bodenprofile LTBL und LTBR

Parameter	LTBL				LTBR		
	24435	24436	24437	24438	24439	24440	24441
Analysenr.							
<b>Kationen</b> [mval/100 g]							
AK	13.00	9.70	7.40	6.40	7.80	7.60	4.10
Calcium	12.10	9.22	7.00	6.11	6.86	6.64	3.65
Magnesium	0.60	0.25	0.20	0.19	0.25	0.42	0.05
Kalium	0.67	0.18	0.08	0.05	0.68	0.53	0.32
Natrium	0.00	0.01	0.07	0.03	0.02	0.02	0.11
N-gesamt %	0.15	0.08	0.05	0.03	0.13	0.08	0.05
<b>Kornfraktionen</b> [%]							
Sand	54	48	60	58	50	48	72
Schluff	37	35	27	34	37	31	18
Ton	9	17	13	8	13	21	10
pH in CaCl <sub>2</sub>	6.9	6.7	6.7	6.8	5.7	5.8	5.9
Karbonat %	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kalkaktivitätstest	2						
Humus %	2.0	1.1	0.6	0.4	1.7	1.0	0.5
Phosphat-C/D mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	12	2	1	3	14	4	1
Kalium- CAL/DL mg K <sub>2</sub> O/100g	15	14	18	4	31	25	13

Tabelle 1: Fortsetzung

Parameter	LTBL				LTBR		
	24435	24436	24437	24438	24439	24440	24441
Analysennr.							
Entnahme [cm]	0-30	30-60	60-85	85-110	0-30	30-50	50-70
<b>Königswasser</b>							
Zn [mg/kg]	67	66	61	58	74	74	56
Cu [mg/kg]	20	20	19	17	21	23	15
Cr [mg/kg]	33	33	36	34	35	38	29
Pb [mg/kg]	12	7.0	2.0	0.00	10	5.0	0.00
Ni [mg/kg]	18	22	21	20	18	24	19
Co [mg/kg]	10	11	11	11	10	11	9.0
Mo [mg/kg]	0.50	0.40	0.40	0.30	0.40	0.70	0.50
Cd [mg/kg]	0.09	0.03	0.03	0.02	0.09	0.05	0.05
Hg [mg/kg]	0.20	0.11	0.12	0.14	0.20	0.16	0.14
Fe [g/kg]	26	30	36	33	28	38	34
Mn [g/kg]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P [g/kg]	1.01	0.67	0.76	0.65	1.05	0.91	0.77
Mg [g/kg]	4.4	4.7	5.1	5.5	4.5	5.0	4.0
K [g/kg]	1.4	1.0	1.1	0.90	1.5	1.5	1.1
As [mg/kg]	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	7.0	5.0
Na [mg/kg]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Die Schwermetalle entsprechen den Literaturwerten, es fällt jedoch auf, daß die Werte für Blei, Cadmium und Quecksilber in den Krümen deutlich höher liegen als in den Unterböden. Diese Tatsache läßt den Schluß auf eine geringe anthropogene Belastung (Immission) zu.

Das Speichervermögen ist auf Grund der differierenden Gründigkeit auf den beiden Standorten unterschiedlich. Wendet man die Tabellen 34 und 43-47 aus den "Bodenkundlichen Kartieranleitungen" (1982) an, so ergibt sich für den Standort LTBL eine Feldkapazität (FK) von etwa 340 mm und eine nutzbare Feldkapazität (nFK) bezogen auf eine Durchwurzelungstiefe von 110 cm, von etwa 240 mm (auf eine Durchwurzelungstiefe von 80 cm 170 mm). Die FK wäre demnach als mittel, die nFK als sehr hoch (hoch) zu bewerten. Der Standort LTBR hat nach demselben Bewertungsschlüssel eine FK von etwa 230 mm (d.i. gering) und eine nFK von etwa 150 mm (d.i. mittel bis hoch). Die Durchlässigkeit bei wassergesättigtem Boden ist bei beiden Böden hoch (>100 cm/d, Tabelle 49, Bodenk. Kartieranleitung, 1982). Das unterschiedliche Wasserspeichervermögen sollte sich - besonders in Jahren mit trockenen Sommern - im Ertrag signifikant auswirken.

### 3. DIE LANDBEWIRTSCHAFTUNG

Als Standort für die Errichtung der Lysimeteranlage wurde das Gelände der Versuchsanlage Wagna, die von der land- und forstwirtschaftlichen Fachschule Silberberg betreut wird, ausgewählt. Eines der Untersuchungsziele ist die Überprüfung zweier unterschiedlicher Bewirtschaftungsvarianten im Hinblick auf den Schadstoffeintrag in das Grundwasser. Aus diesem Grunde wurde die Meßanlage in der Fahrgasse zwischen einer herkömmlich bearbeiteten Körnermaismonokulturvariante und einer sogenannten "grundwasserschonenden" Fruchtfolgevariante mit alternativer Bodenbearbeitung errichtet.

Auf die herkömmlich bearbeitete Körnermaisvariante wird die Gülle von 3 Schweine-GVE in zwei Teilgaben (ca 90 kg  $\text{NH}_4\text{-N}$  vor dem Anbau, 90 kg im Juni) aufgebracht. Bei der Fruchtfolgevariante handelt es sich um eine vierschlägige Fruchtfolge, bei der auf zwei Maisanbaujahre Wintergetreide mit anschließendem Körnerraps folgen. Nach Mais bzw. Körnerraps wird ein winterhartes Zwischenfruchtgemenge eingesät. Je nach

Fruchtart erfolgt die Gülleaufbringung in zwei bzw. drei Teilgaben mit Gesamtaufbringungsmengen zwischen 120 und 180 kg  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

Zur Zeit der Inbetriebnahme der Lysimeteranlage im Sommer 1991 war bei der Fruchtfolgevariante der zweite Schlag mit Körnermais auf Körnermais im Gange. Beide Varianten wurden am 10.10.1991 geerntet, nach einer schonenden Bodenbearbeitung wurde auf der Fruchtfolgeparzelle Weizen eingesät, die Herbstfurche auf der Monokulturparzelle wurde am 14.11.1991 durchgeführt. Der Weizenernte (22.7.1992) kam der heiße Sommer 1992 entgegen, aufgrund der extremen Trockenheit mußte der Mais auf der Monokulturparzelle schon am 28.8.1992 notgeerntet werden.

#### 4. BODENTEMPERATUR

Im Zuge der Errichtung der Lysimeteranlage Wagna (ZOJER, RAMSPACHER & FANK, 1991) wurden im Bereich der ungesättigten Bodenzone (vgl. Kap. 2) bis knapp oberhalb des maximalen Grundwasserspiegels in beiden unterschiedlich bewirtschafteten landwirtschaftlichen Versuchsflächen (vgl. Kap. 3) Meßsonden zur Erfassung von Bodentemperaturprofilen eingebaut.

Die Bodentemperatur ist mit den heutigen Meßverfahren und Datenaufzeichnungssystemen ein sehr kostengünstig und zeitlich hoch aufgelöst zu erfassender Parameter, der in seiner Aussagekraft über Transportvorgänge und Umsetzungsprozesse bis heute stark vernachlässigt erscheint.

##### 4.1. Meßanordnung

Zur Erfassung der Temperaturverläufe von der Luft über den Boden bis ins Grundwasser wurde in Wagna folgende Meßanordnung installiert:



- Die Lufttemperatur (Meßstelle LKT20) wird bei der Klimastation in 2 m Höhe über dem Erdboden in freier Lage mittels eines handelsüblichen kombinierten Lufttemperatur und Luftfeuchtefühlers erfaßt.
- Die Bodentemperatur wird an zwei Meßprofilen, jeweils eines unter jeder unterschiedlich bewirtschafteten Versuchsfläche in fünf unterschiedlichen Tiefen mittels Bodentempertursensoren erfaßt. Die Meßtiefen und die Meßstellenbezeichnungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.
- Die Grundwassertemperatur wird in einer der Lysimeteranlage Wagna vorgelagerten Grundwassersonde mit Kunststoffverrohrung ca. 1.5 m unter dem tiefsten Grundwasserstand mit einer kombinierten Temperatur- und Leitfähigkeitssonde gemessen.

Tabelle 2: Anordnung der Bodentemperaturfühler nach Tiefe und Nutzung sowie die verwendeten Meßstellenbezeichnungen.

Meßstellenbezeichnung	Meßtiefe [cm]	Bewirtschaftung
LTBR04	40	Maismonokultur
LTBR07	70	Maismonokultur
LTBR11	110	Maismonokultur
LTBR20	200	Maismonokultur
LTBR25	250	Maismonokultur
LTBL04	40	Fruchtfolge
LTBL07	70	Fruchtfolge
LTBL11	110	Fruchtfolge
LTBL20	200	Fruchtfolge
LTBL25	250	Fruchtfolge

Die Aufzeichnung der gemessenen Temperaturdaten erfolgt auf einem zentralen, frei konfigurierbaren Datensammler, der auch die Steuerung des Meßintervalls übernimmt. Der an der Meßleitung anstehende Meßwert wird in einem Intervall von fünf Minuten abgelesen. Aus sechs Meßwerten wird das arithmetische Mittel gebildet und dieser Wert somit als Halbstundenmittelwert im Datensammler abgelegt. Aus diesen Halbstundenmittelwerten werden für die gegenständliche Auswertung Tagesmitteltemperaturen errechnet, die die Grundlage der folgenden Darstellungen bilden.

#### 4.2. Bodentemperatur nach Tiefe und Zeit unter Maisanbau

Aus den Tagesmitteln der Bodentemperatur, die im Meßzeitraum 1. Juni 1991 bis 31. Oktober 1992 im Meßprofil der Maismonokultur (siehe Tabelle 2) erfaßt wurden, wurde das in Abbildung 1 dargestellte Zeit-Tiefen-Temperaturfeld für die Bodentiefen von 40 bis 250 cm entwickelt, das aus einem Zeitraster von 7 Tagen und einem Tiefenraster von 10 cm interpoliert wurde. Die interpolierten Isolinien wurden einer manuellen Plausibilitätsprüfung und Glättung unterzogen.

Es ist deutlich erkennbar, wie rasch und mit nur geringer Dämpfung der Jahresgang der Lufttemperatur in diesem gut durchlässigen Boden unter Maismonokultur - mit einem einförmigen Wechsel von Brachezeiten zu den Zeiten verstärkter Grundwasserneubildung und der Maisbepflanzung im Sommer - von der Oberfläche über den Bereich des Bodens und die unterlagernden sandig-kiesigen Sedimente bis nahe dem Grundwasserspiegel geleitet wird, sodaß auch in 250 cm Tiefe noch eine Jahresamplitude der Bodentemperatur von mehr als 12°C gemessen werden kann.

Klar sichtbar wird die Dämpfung der Bodentemperaturganglinien mit zunehmender Tiefe in Abbildung 2. Während die Schwankungsbreite in 40 cm Tiefe etwa 23°C beträgt nimmt diese bis 250 cm auf ca. 12°C ab. Bis in Tiefen von etwa 100 cm sind Einflüsse von lokalen Temperatur-, aber in wesentlich stärkerem Ausmaß von Niederschlagsereignissen erkennbar, die besonders dann, wenn sie auf brachliegende Flächen treffen extrem rasche Auswirkungen auch in Tiefen von mehr als 100 cm haben, zumal diese Brachezeiten mit Zeiten verstärkter Grundwasserneubildung und relativ hoher Sättigung des Bodens zusammentreffen (Herbst bis Frühjahr).

Im zweiten Teilbild von Abbildung 2 sind die Wendepunkte der Jahrestemperaturganglinien im Boden herausgezeichnet. Zur Temperaturwende im Winter (Jänner 1992) zeigt sich eine sehr deutliche Zeitverschiebung in Tiefen zwischen 70 und 110 cm.

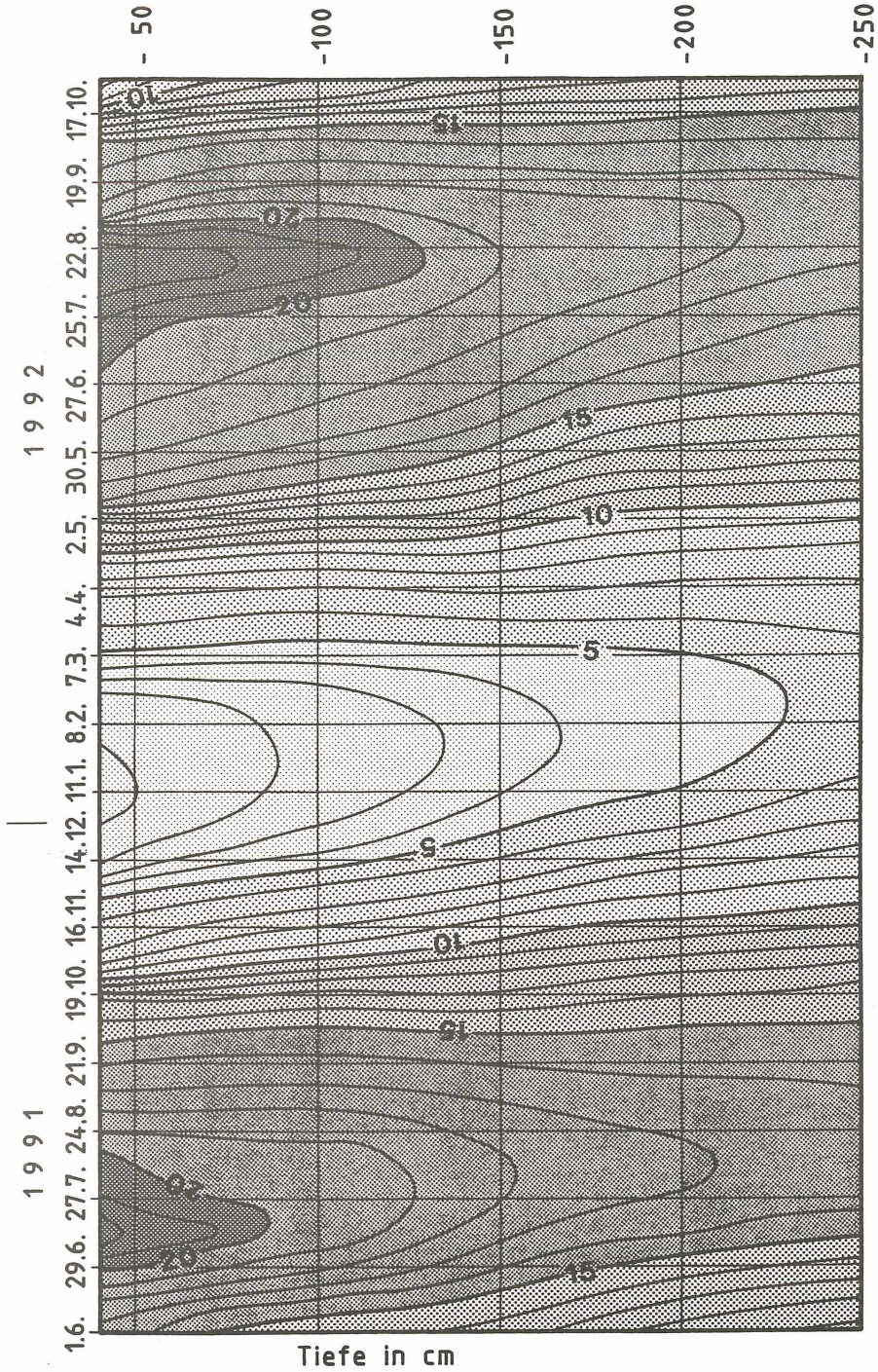


Abbildung 1 : Bodentemperaturverteilung nach Tiefe und Zeit vom 1.Juni 1991 bis 31.Oktober 1992 unter Mais ( Linien gleicher Bodentemperatur [ °C ] )

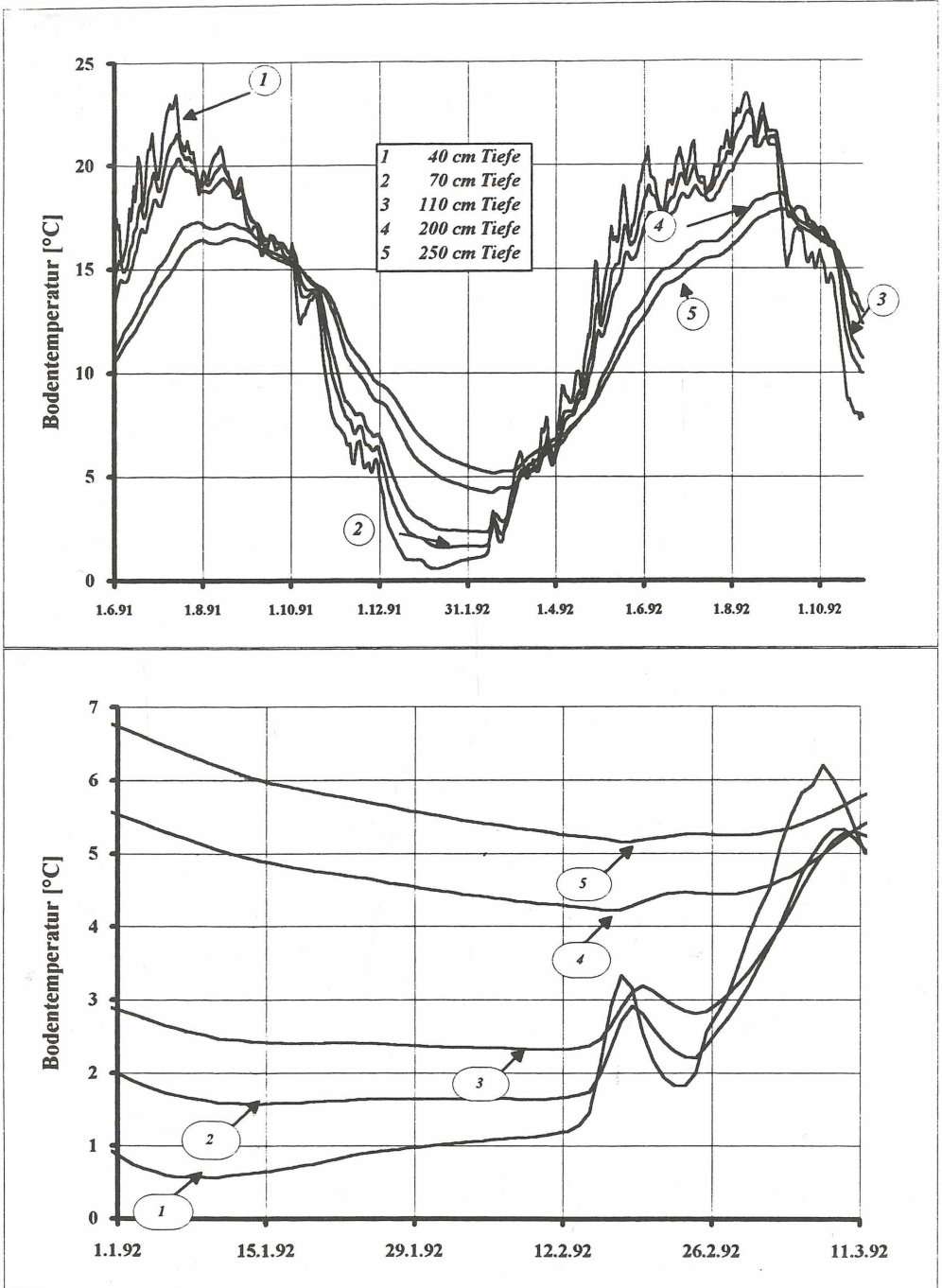


Abbildung 2: klimatisch bedingte Wendepunkte der Bodentemperaturganglinien (Jahresganglinien und Winterwende)

Während die Temperaturerhöhung in den seichten Bodenschichten durch die Erhöhung der Lufttemperatur nur langsam in die Tiefe weitergegeben wird, bewirken Niederschlagsereignisse Mitte Februar (etwa 15 mm) ein schnelles Eindringen der warmen Regenwässer in den Boden und aufgrund der relativ hohen Bodenfeuchte auch eine rasche Fortpflanzung in die tieferen Bodenschichten. Diese Niederschläge zeigen auch in 250 cm Tiefe neben dem Umdrehen der Jahresganglinie noch deutliche kurzfristigere Temperaturänderungen. Der Übergang vom fallenden zum ansteigenden Ast der Bodentemperaturganglinie ist bei der Winterwende ein sehr kontinuierlicher, so er nicht, mit Warmwettereinbrüchen verbunden, durch verhältnismäßig warme Niederschläge geprägt ist.

Auch die Umkehr der Bodentemperaturganglinien im Sommer 1991 (Mitte Juli, Abbildung 3) werden durch starke Sommerniederschläge ausgelöst. Die Temperaturverfrachtung in die Tiefe durch die einsickernden Niederschläge bewirkt eine Umkehr der Temperaturganglinie in 250 cm Tiefe mit einer Verzögerung von nur ca. 14 Tagen.

Noch deutlicher ausgeprägt ist diese Erscheinung im Sommer 1992 (Abbildung 3), wo aufgrund des Fehlens der Sommerniederschläge erst Anfang September eine wirksame Temperaturumkehr in den seichten Bodenschichten erkennbar wird. Aufgrund der frühen Ernte vom Mais Ende August (Noternte aufgrund der großen Trockenheit) trafen die Niederschläge (ca. 70 mm) hier auf brachliegenden Boden, der die Sickerwasserbewegung deutlich beschleunigte und die Temperaturinformation innerhalb von nur etwa einer Woche in Tiefen von 250 cm weitergab.

#### 4.3. Einfluß der Kultur auf die Bodentemperatur

Von besonderem Interesse - vor allem im Hinblick auf Nitrifikationsvorgänge im Boden, die neben der Feuchtigkeit und dem Vorhandensein von organischem Ausgangsmaterial in erster Linie von den Temperaturverhältnissen gesteuert werden - ist der Einfluß unterschiedlicher

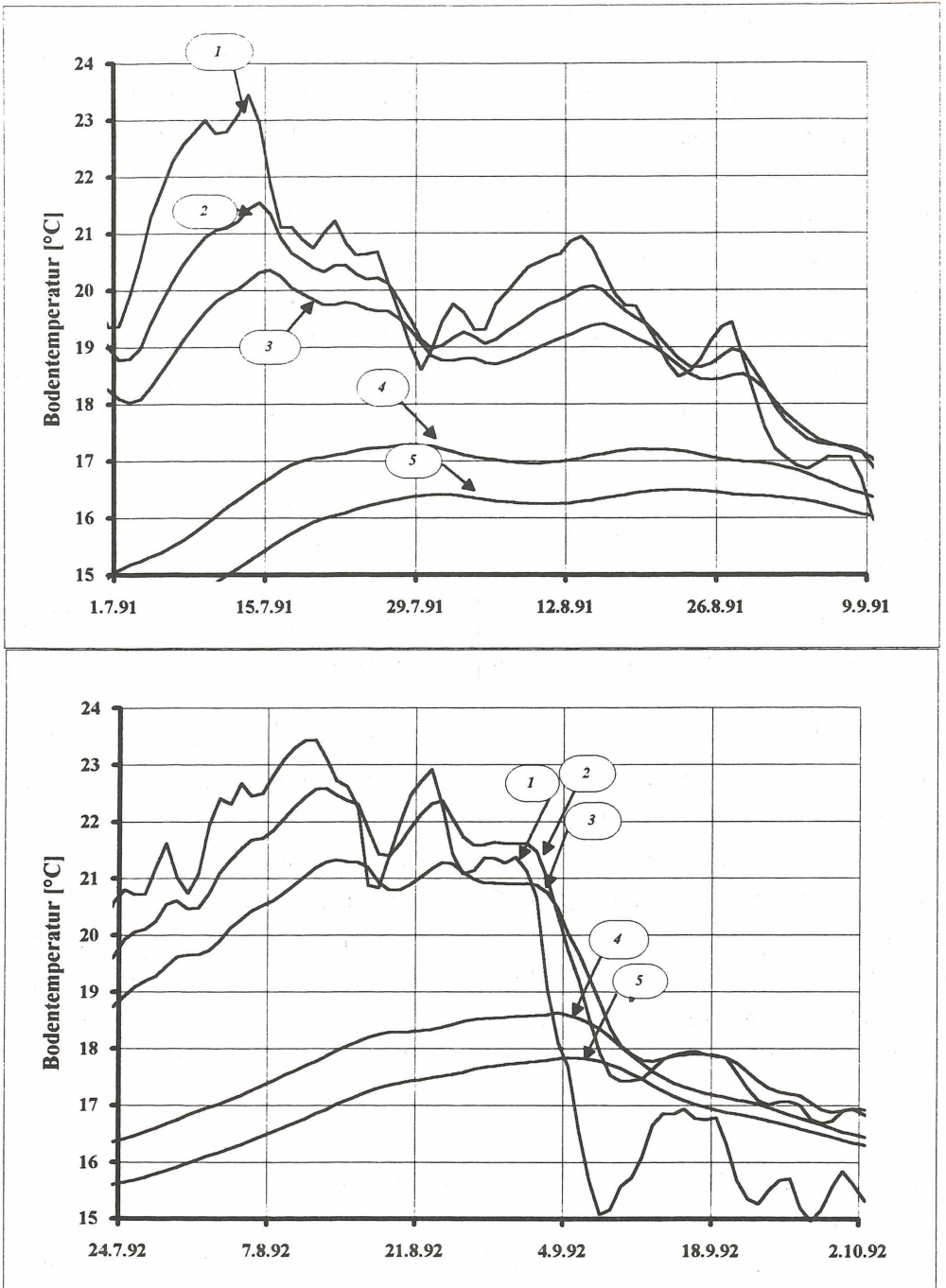


Abbildung 3: klimatisch bedingte Wendepunkte der Bodentemperaturanglinien im Sommer

Kulturen auf die jahreszeitliche Entwicklung der Bodentemperatur und die Auswirkungen unterschiedlicher Landbewirtschaftung auf die unterlagernden sandig-kiesigen Sedimente.

Wie bereits oben ausgeführt (vgl. Kap. 3) werden die landwirtschaftlichen Versuchsflächen unter denen die Bodentemperatursonden eingebaut sind, auf der einen Seite mit einer Maismonokultur mit Schwarzbrache und auf der anderen Seite mit einer vierschlägigen Fruchtfolge bewirtschaftet. Aus den bisherigen Aufzeichnungen der Bodentemperaturverläufe bieten sich Vergleiche zwischen Maismonokultur und einer Fruchtfolge von Winterweizen nach Mais an. Die Messungen wurden nach dem Einbau der Sonden im März 1991 mit 1. Juni 1991 begonnen und bis zum 31. Oktober 1992 ausgewertet.

In Abbildung 4 werden die Ganglinien der Bodentemperatur in 70 cm Tiefe aus beiden Meßprofilen miteinander verglichen. Diese Tiefe liegt auf beiden Versuchsflächen noch im Bereich des durchwurzelbaren Bodens (vgl. Kap. 2). Bis in diesen Tiefenbereich sind kurzfristige Temperatureinflüsse von der Bodenoberfläche (Tagesgang der Bodentemperatur) in Extremfällen noch meßbar.

Während die Temperaturganglinien auf den beiden unterschiedlich bewirtschafteten Seiten im Sommer 1991 (beide Seiten mit Mais bestanden) trotz der unterschiedlichen Mächtigkeit des Oberbodens nahezu gleich verläuft, und während des Winters praktisch identische Ganglinien vorliegen, zeigen sich ab dem Frühjahr 1992 deutliche Unterschiede zwischen Monokultur und Fruchtfolgewirtschaft, die auf die unterschiedliche Kultur an der Oberfläche zurückzuführen sind.

Mit der Erwärmung des Bodens im Frühjahr 1992 steigt die Bodentemperatur in 70 cm Tiefe unter der brachliegenden Fläche der Maismonokultur steil an. Eine Verflachung der Ganglinie ist erst im Juni und Juli zu erkennen, wenn der Mais aufgrund seines Entwicklungsstandes bodendeckend wirkt. Aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit bei hohem Bo-

denfeuchtegehalt bringen Niederschlagsereignisse die Temperaturinformation von der Oberfläche rasch bis in 70 cm Tiefe.

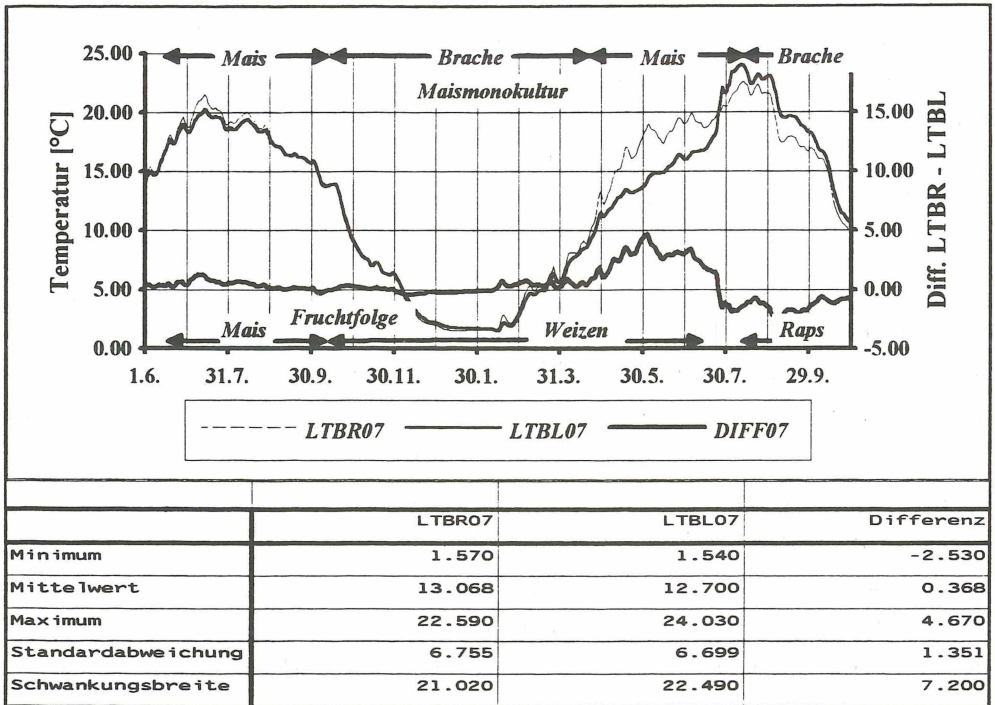


Abbildung 4: Vergleich der Bodentemperatur in 70 cm Tiefe zwischen zwei unterschiedliche bewirtschafteten Kulturen sowie Darstellung der Temperaturdifferenzen.

Im Gegensatz dazu zeigt die Versuchsfläche mit Winterweizen, auf der bereits mit Frühjahrsbeginn die bodenbedeckende Vegetation zum Tragen kommt, in 70 cm Tiefe einen deutlich ausgeglicheneren Temperaturverlauf, der durch einen langsamen kontinuierlichen Anstieg gekennzeichnet ist. Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Meßstandorten erreicht Ende Mai mit nahezu 5°C (Abbildung 4) ein Maximum.

Nach der Ernte des Winterweizens Ende Juli 1992 (vgl. Kap. 3) erfolgt ein rascher Anstieg der Temperaturganglinie LTBL07, die in der Folge sogar den Verlauf der Bodentemperatur unter der Maisfläche um bis zu 2.5°C übersteigt. Der Grund dafür ist die Einwirkung des extrem heißen



August auf den brachliegenden Boden auf der Fruchtfolgefläche im Vergleich zum Maisbestand.

Nach der Maisernte Ende August und dem Einsetzen von Niederschlägen Anfang September, die die Temperaturganglinien auf beiden Seiten stark nach unten drücken, gleichen sich die beiden Kurven immer stärker an und verlaufen im Oktober mit nur sehr geringen Unterschieden. Diese Angleichung ist eine Folge der brachen Maismonokulturfläche und dem Aufwuchs des angebauten Rapses auf der Fruchtfolgefläche.

Es ist zu erwarten, daß sich dieser Temperaturverlauf im Boden, der auch in 70 cm Tiefe - an der Grenze zum sandig-kiesigen unterlagernden Sediment - sehr eng an die Vegetationsbedeckung der Oberfläche gebunden ist, aufgrund der winterharten Gründecke auf der Fruchtfolge-seite in all den Jahren wiederholen wird, in denen nicht auf beiden Versuchsflächen Mais angebaut wird.

Von Interesse ist auch die Frage, bis in welche Tiefen sich dieser Einfluß des Bewuchses auf die Bodentemperatur nachweisen läßt. Dazu ist in Abbildung 5 der Vergleich der Temperaturganglinien in 250 cm Tiefe dargestellt.

Der Einfluß der unterschiedlichen Kultur an der Bodenoberfläche ist auch in Tiefen von mehr als 2 m noch deutlich sichtbar, allerdings kommen in dieser Tiefe auch die Einflüsse des unterschiedlichen Bodenaufbaus und damit der unterschiedlichen Speichereigenschaften etwas deutlicher zum Tragen als in oberflächennahen Bereichen.

Bei einer Jahresamplitude von etwa  $12^{\circ}\text{C}$  sind allerdings auch die Unterschiede zwischen Maismonokultur und Fruchtfolgewirtschaft, die im Maximum  $2.14^{\circ}\text{C}$  erreichen, recht beachtlich. In Jahren mit gleicher Kultur auf beiden Versuchsflächen liegen die Differenzen unter  $1^{\circ}\text{C}$ .

Die Ganglinien der Bodentemperatur in 250 cm Tiefe weisen prinzipiell die gleichen Merkmale auf, wie in 70 cm Tiefe, sind jedoch aufgrund

der Dämpfung wesentlich ausgeglichener. Einflüsse kurzfristiger Temperaturänderungen, etwa als Folge des Tagesganges der Lufttemperatur oder von Niederschlagsereignissen mit geringen Regenmengen wirken sich in dieser Tiefe nicht mehr aus.

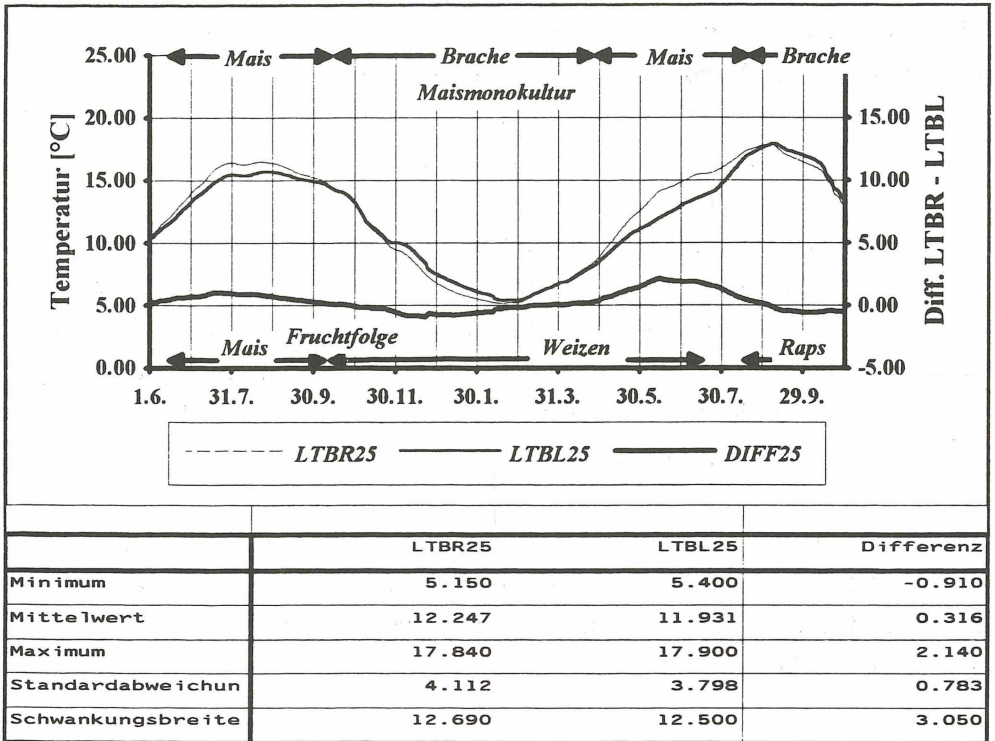


Abbildung 5: Vergleich der Bodentemperatur in 250 cm Tiefe zwischen zwei unterschiedliche bewirtschafteten Kulturen sowie Darstellung der Temperaturdifferenzen.

Insgesamt nimmt die Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftung auf die Temperaturverhältnisse im Boden absolut betrachtet mit zunehmender Tiefe deutlich ab ( $4.67^{\circ}\text{C}$  in 70 cm,  $4.17^{\circ}\text{C}$  in 110 cm,  $2.29^{\circ}\text{C}$  in 200 cm und  $2.14^{\circ}\text{C}$  in 250 cm Tiefe), bezogen auf die Amplitude der Bodentemperatur in der jeweiligen Tiefe ist diese Abnahme allerdings wesentlich weniger deutlich sichtbar (21 % - 21 % - 16 % - 17 % der Schwankungsbreite unter Fruchtfolgewirtschaft).

#### 4.4. Wertung der durchgeführten Bodentemperaturmessungen

- Die Bodentemperatur ist ein mit heutigen Mitteln einfach, preiswert und zeitlich hochaufgelöst zu erfassender Parameter, der sehr gute Informationen über verschiedenste Vorgänge im Boden liefert.
- Die Messung der Bodentemperatur liefert Informationen über Sickerverhalten und -geschwindigkeiten im Boden, da die Temperaturverteilung in erster Linie durch die Feuchteverhältnisse des Bodens gesteuert werden.
- Bei ähnlichem Sediment- und Bodenaufbau bewirken unterschiedliche Kulturen an der Oberfläche deutliche Bodentemperaturunterschiede, die auch noch in relativ großen Tiefen zum Tragen kommen.
- Winterharte Gründecken und keine oder nur sehr kurze Brachezeiten erzeugen einen gedämpften Temperaturgang in allen Bodenschichten bis 250 cm Tiefe.
- Da für die Nitrifikationsprozesse im Boden neben den Feuchteverhältnissen die Temperaturverteilungen im Boden von großer Bedeutung sind, sind Auswirkungen der Temperaturdifferenzen aufgrund unterschiedlicher Kulturen auf die chemischen Umsetzungsprozesse in der Bodenzone zu erwarten.

#### 5. LITERATUR

- BA. f. Geowissenschaft und Geol. Landesämter der BRD [Hrsg.] (1982):  
Bodenkundliche Kartieranleitung, Hannover.
- FANK, J., P. RAMSPACHER & H. ZOJER (1991): Die kombinierte  
Lysimeteranlage Wagna. - Bericht der BAL über die  
Lysimetertagung "Art der Sickerwassergewinnung und  
Ergebnisinterpretation" vom 16. bis 17. April 1991, 55-  
62, Gumpenstein.

NAMEN UND ANSCHRIFT DER AUTOREN

EISENHUT Maximilian, Dr. phil.  
BA. f. Bodewirtschaft  
Morellenfeldgasse 28  
A-8010 GRAZ

FANK Johann, Dr. phil.  
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Geothermie und Hydrogeologie  
Elisabethstraße 16-18/II  
A-8010 GRAZ

RAMSPACHER Peter, Dr. phil.  
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Geothermie und Hydrogeologie  
Elisabethstraße 16-18/II  
A-8010 GRAZ

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Eisenhut Max, Fank Johann, Ramspacher P.

Artikel/Article: [Einfluss der Bodenbewirtschaftung auf die Temperaturverhältnisse in der ungesättigten Zone am Beispiel der Lysimeteranlage Wagna \(Steiermark, Österreich\) 25-44](#)