

Beitr. Naturk. Oberösterreichs	4	219-279	13.12.1996
--------------------------------	---	---------	------------

Vegetationskundliche und bodenökologische Untersuchungen von Grünland- und Ackerböden während der Vegetationsperioden 1993/94 im Bezirk Braunau (Oberösterreich)¹

J. RESCHENHOFER

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	220
2. Lage des Untersuchungsgebietes.....	224
3. Klima	225
4. Landwirtschaftliche Nutzung.....	228
4. 1 Dauergrünland der Untersuchungsfläche	229
4. 2 Ackerland der Untersuchungsfläche.....	229
5. Vegetationskundliche Untersuchungen	232
5. 1 Grünland	232
5. 1. 2 Merkmale, Herkunft und Verbreitung von <i>Lolium multiflorum</i> LAM.	235
5. 2 Ackerunkräuter	236
6. Oberflächenform und Bodentyp	243
7. Chemische und physikalische Bodeneigenschaften	245
8. Bodenökologische Untersuchungen	246
8. 1 Probennahme und Probenvorbereitung	246
8. 2 Analysenmethoden	248
8. 2. 1 Maximale Wasserkapazität.....	249
8. 2. 2 Wassergehalt und Trockensubstanz.....	249
8. 2. 3 Mikrobielle Biomasse.....	250
8. 2. 4 Biomasse-Stickstoff.....	251

¹ Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg

9. Statistik	253
9. 1 Variationskoeffizient cv %	253
9. 2 T-Test für unabhängige Stichproben	253
9. 3 Korrelationsanalyse	254
10. Ergebnisse und Diskussion	254
11. Zusammenfassung	263
12. Literaturverzeichnis	265
13. Vegetationskundlicher Tabellenanhang.....	271
13. 1 Soziologische Tabelle.....	271
13. 2 Ökologische Tabelle.....	272
13. 3 Liste der Aufnahmeorte mit den nicht in den Tabellen enthaltenen Arten.....	273
13. 4 Zeichenerklärung zu den Einteilungen der Zeigerwerte der Pflanzen.....	274
13. 5 Liste der allgemeinen Beschreibung der Ökologischen Gruppen	274
14. Bodenökologischer Tabellenanhang.....	276
14. 1 Trockensubstanz und Wassergehalt (Frühling 1993)	276
14. 2 Trockensubstanz und Wassergehalt (Herbst 1993)	277
14. 3 Mikrobielle Biomasse bezogen auf die Trockensubstanz	278
14. 4 Mikrobielle Biomasse bezogen auf den Humusgehalt	278
14. 5 Ninhydrinreaktiver Stickstoff (Biomasse-Stickstoff)	279

1. Einleitung

Der Ackerbau hat sich in Mitteleuropa in enger Verbindung mit der Viehhaltung entwickelt. Beide Wirtschaftsformen kamen von Kleinasien über die Balkanhalbinsel nach Mitteleuropa (ELLENBERG 1982). Aus klimatischen Gründen konnte hier der Ackerbau frühestens gegen Ende des Boreals (nach WALTER 1986 ungefähr 5800 v. Chr.) beginnen. Unter den geänderten Bedingungen wurde aus dem Jäger und Sammler ein Bauer und Viehzüchter, aus dem Nomaden ein sesshafter Mensch (Neolithische Revolution). Zu dieser Zeit war fast ganz Mitteleuropa von Wald bedeckt. Die Menschen suchten anfangs die natürlich waldfrei gebliebenen Flächen auf. Die Rohdung des Waldes beschränkte sich zunächst auf kleine Gebiete am Waldrand, und erst im Laufe der letzten Jahrtausende entstand die heutige Kulturlandschaft (ELLENBERG 1982).

Für das eigentliche Untersuchungsgebiet können mit Hilfe der vorliegenden Pollendiagramme die ersten Spuren des Menschen im späten Neolithikum vor ca. 4500 Jahren (Mondseekultur) nachgewiesen werden. Die Bronzezeit ist nur angedeutet. Deutlicher zeichnet sich die Römerzeit ab, besonders am Profil Höllerersee. Erst nach der bayerischen Landnahme, ab dem 7. Jahrhundert n. Chr., wurde der Wald auf heutige, oder annähernd heutige, Ausmaße zurückgedrängt (KRISAI 1992).

Eine große Rolle spielte anfangs wohl die „Brandfeld-Wirtschaft“, bei der die durch den Brand freigesetzten Nährstoffe als Dünger genutzt wurden. Etwa im 8. Jahrhundert n. Chr. wurde die Ackerbaumethode des Landwechsels von der „Dreifelderwirtschaft“ abgelöst (ALSING 1992), die sich während des Mittelalters über fast alle Teile Mitteleuropas ausbreitete. In der Dreifelderwirtschaft lösten sich Wintergetreide, Sommergetreide und Brache in dreijährigem Turnus ab. Die Ackerkrume wurde mit primitiven Geräten flach und lückenhaft umgebrochen. Die ersten züchterischen Fortschritte beim Rotklee (*Trifolium pratense*) und die Einführung der Luzerne (*Medicago sativa*) aus der Schweiz um ca. 1765 (REICHERT 1990) führten zur Ablöse der Alten Dreifelderwirtschaft durch die neue „Verbesserte Dreifelderwirtschaft“. Die Brache wurde aufgegeben und der Ackernutzung durch den Anbau von vorwiegend Rotklee, und zum Teil auch Luzerne, zugeführt (ELLENBERG 1982). Die Einführung von Futterleguminosen in die Fruchtfolge war ein erster Schritt hin zu einer intensiveren Bodennutzung. In weiterer Folge finden noch zahlreiche andere Futterpflanzen wie Kartoffeln, Rüben, Mais und in jüngster Zeit auch Öl- und Eiweißpflanzen wie Raps, Pferdebohne und Soja Eingang in die Fruchtfolge. Im Jahr 1840 wies der deutsche Chemiker Justus von Liebig in seinem Werk „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ erstmals mit naturwissenschaftlich exakten Methoden nach, daß die Nährstofffunktion nicht dem Humus, sondern sehr einfachen chemischen Stoffen zukommt. Schon 2 Jahre später gelangte aus Südamerika konzentrierter Stickstoffdünger unter der Bezeichnung „Chilesalpeter“ nach Europa (LEWICKI & SIEBENEICHER 1989). Die Intensivierung der Landwirtschaft hatte begonnen. Ein letzter Schritt vollzieht sich nun seit Beginn der 50er Jahre dieses Jahrhunderts. Er ist gekennzeichnet durch immer stärkeren Einsatz ertragsteigernder und ertragssichernder Betriebsmittel. Die Vielseitigkeit auf den Bauernhöfen geht verloren, und es beginnt die sogenannte Spezialisierung der Betriebe. Sie findet ihren Niederschlag in einer zunehmenden Uniformierung und Monotonie der Landschaft (DIERCKS 1986).

Der Schwerpunkt der Intensivierung in Europa lag lange Zeit, aus Mangel an verfügbarem Dünger, auf den Ackerflächen. Der charakteristische Dauerwiesentyp muß also auch in Oberösterreich bis weit in die Neuzeit hinein die zeitweise beweidete Magerwiese gewesen sein. Erst eine explosionsartige Vermehrung der Zufuhr an mineralischem Dünger kombiniert mit einer fast flächendeckenden Trockenlegungseuphorie führte auch zu einer Intensivierung der Dauergrünlandflächen. (PILS 1994).

Um die Auswirkungen der intensiven Bewirtschaftung auf die floristische Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Nutzflächen zeigen zu können, wurden im Bereich der Schwandner Hochterrasse vegetationskundliche Untersuchungen während der Vegetationsperiode 1994 durchgeführt. Ziel dieser Ermittlungen war es, eine floristische Strukturanalyse des Dauergrünlandes durchzuführen und einen Überblick über die vorkommenden Ackerunkräuter zu geben. Die Nomenklatur der Pflanzenarten erfolgte nach EHRENDORFER (1973).

Da sich die intensive Bewirtschaftung auch im Boden widerspiegelt, wurden zu den vegetationskundlichen Untersuchungen bodenökologische Untersuchungen durchgeführt. Dazu wurden ebenfalls auf der Schwandner Hochterrasse unter Bewirtschaftung stehende Grünland- und Ackerböden, während der Vegetationsperiode 1993, unter anderem auf die Gehalte an mikrobieller Biomasse und Biomasse-Stickstoff untersucht; Ziel dieser bodenbiologischen Untersuchungen war, Auswirkungen von Witterung und verschiedenen Bewirtschaftungsformen auf die Entwicklung der mikrobiellen Biomasse und des Biomasse-Stickstoffs in landwirtschaftlich genutzten Böden darzustellen und zu diskutieren. Einflüsse von organischer und mineralischer Düngung auf die untersuchten Parameter in den verschiedenen Horizonten der Böden werden ebenfalls erläutert.

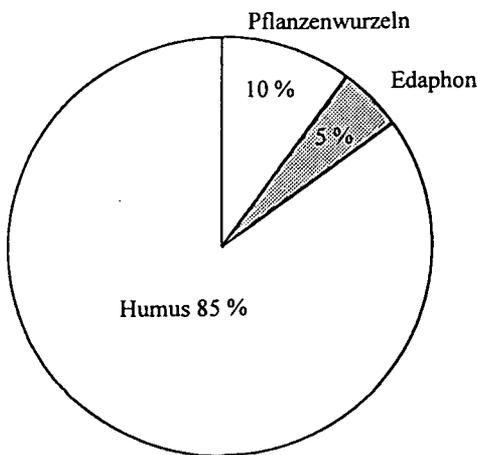


Abb. 1: Die Zusammensetzung eines typischen europäischen Grünlandbodens mit rund 7 % organischer Substanz, und deren prozentuelle Aufteilung in Humus, Pflanzenwurzeln und Edaphon. (die Werte stammen von TISCHLER und wurden entnommen aus: BRUCKER und KALUSCHE 1990)

Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß nur etwa 5 % der organischen Substanz des Bodens aus lebender, stoffwechselaktiver Biomasse besteht (JENKINSON & POWLSON 1976). FRANCE (1981) bezeichnete die Gesamtheit der lebenden Organismen im Boden als Edaphon. Den größten Anteil an der Biomasse im Boden hat die Bodenmikroflora und -fauna. Dazu zählen Organismen die kleiner sind als 0,2 mm, wie: Bakterien, Actinomyceten, Pile, Algen und Protozoen. Die Vertreter der Mesofauna wie Springschwänze (Collembolen), Hornmilben (Oribatiden), Rädertiere (Rotatoria), Fadenwürmer (Nematoden) u. a., mit einer Größe von 0,2 mm - 2 mm sind mit einem wesentlich geringeren Anteil am Edaphon vertreten. Den geringsten Anteil der Boden-

lebewesen stellt die Makrofauna dar, mit einer Größe von 2 mm-20 mm (u. a. Ameisen, Asseln, Schnecken, Doppel- und Vielfüßer sowie Borstenwürmer). Generell kann festgestellt werden, daß mit zunehmender Größe der Organismen ihre Anzahl abnimmt. Eine Sonderstellung in der Verbreitung der Organismen im Boden ist den Regenwürmern einzuräumen. Ihr Anteil kann bis zu 2t/ha betragen, und durch ihre wühlende und mischende Tätigkeit, üben sie einen wesentlichen Einfluß auf die Bodenbelebung in den tieferen Bodenschichten aus. Die Regenwurmröhren erschließen den Boden für die Durchwurzelung sowie für den Luftaustausch und die Sickerwasserbewegung. Sie vermischen und verbinden in ihrem Verdauungstrakt organische und mineralische Bestandteile, die als Ausscheidungen stabile Krümel bilden (DUNGER & FIEDLER 1989).

Die Meso- und Makrofauna im Boden zerkleinert die organischen Bestandesabfälle und bereitet so den mineralisierend wirkenden Pilzen und anderen Mikroorganismen, wie Bakterien und Actinomyceten die abbaubaren Stoffe im Boden auf.

Wir wissen heute, daß ein fruchtbarer Ackerboden Kleinstlebewesen in fast unvorstellbaren Mengen enthält. In nur einem Gramm bester Ackererde können Millionen Bodenmikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Schimmelpilze, Aktionmyceten und Protoctoen nachgewiesen werden.

Die Funktionen der Mikroorganismen im Boden sind sehr vielfältig und entscheidend für das Funktionieren von Ökosystemen (SCHINNER et al. 1993). Die wichtigste Aufgabe der Mikroorganismen im Boden liegt im Abbau und der Umwandlung von organischer Substanz und damit der Humifizierung beziehungsweise Freisetzung von Nährstoffen (SCHINNER 1986). Ihre Leistung steht also in engem Zusammenhang mit der organischen Substanz und der Humusbilanz eines Bodens. Dem unterschiedlichen Aufbau dieser Substrate zufolge unterliegen sie einem mehr oder weniger starken Abbau (SCHARPENSEEL et al. 1984, SMITH et al. 1985, ÖHLINGER 1988, BEYER 1990). Humus ist ein Folgeprodukt mikrobieller Stoffumsetzungen; aus diesem Grund ist der Gehalt an Humus im Boden sehr eng mit der Aktivität und Menge an mikrobieller Biomasse verknüpft (KUNTZE 1984), sodaß sich langfristig gesehen deutliche Beziehungen von der mikrobiellen Biomasse zur Humusbilanz ableiten lassen (BECK 1986). Allerdings läßt sich der Humusgehalt unserer Ackerböden nur begrenzt steigern, weil sich der größte Teil der mikrobiellen Biomasse durch jahreszeitlich bedingte Witterungseinflüsse sowie aus Mangel an verwertbaren Nährstoffen die meiste Zeit im Ruhestand befindet. Außerdem ist ein Großteil der abgestorbenen Biomasse leicht abbaubar und wird mineralisiert und steht damit für die Humifizierung nicht zur Verfügung.

Ohne diese Stoffwechselaktivitäten der Bodenmikroorganismen wäre das für die pflanzliche Assimilation nötige CO₂ in ca. 40 Jahren erschöpft (SCHINNER 1986), und die ganze Erdoberfläche würde von einem Berg nicht abgebauter Bestandesabfälle bedeckt.

Außerdem sind sie maßgeblich an der Ausbildung der Krümelstruktur des Bodens und somit einer optimalen Wasser- und Luftversorgung der Pflanzenwurzeln beteiligt. Aber auch die Metabolisierung von anorganischen Substanzen, wie die Nitrifikation, Denitrifikation oder die Fixierung von Luftstickstoff zählen zu den Aufgaben der Bodenmikroflora (KINZEL 1977).

Durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen werden die Lebensbedingungen der Bodenmikroorganismen stark verändert. Dies wirkt sich wiederum auf die biologische Aktivität der Böden aus (MÜLLER 1965). Die Bodenbelebung aber stellt eine wichtige Komponente der komplexen Eigenschaft „Bodenfruchtbarkeit“ dar. Als Bodenfruchtbarkeit wird die nachhaltige Ertragsfähigkeit des Bodens verstanden (BECK 1984a). Man bezeichnet damit die Auswirkungen aller

physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens, Pflanzen als Standort zu dienen, sie zu ernähren und Erträge zu liefern.

Die landwirtschaftliche Nutzung der Böden zeigt mehr oder weniger starke Auswirkungen auf das Ökosystem Boden, deshalb wird heute mehr als in früheren Jahren verstärkt die Frage diskutiert, ob bei neuzeitlicher Bodennutzung eine der wichtigsten biologischen Komponenten der Bodenfruchtbarkeit, nämlich die Bodenmikroflora, in Gefahr ist.

So erhöht zum Beispiel die Ausbringung von organischem Dünger die mikrobielle Aktivität (ALEF et al. 1988). Stickstoffdünger in richtigen Mengen steigern zwar die Biomasse im Boden (LYNCH & PAINTING 1980), aber zu hohe Stickstoffmengen, die das Pflanzenwachstum noch fördern, können die Biomasse bereits hemmen. Die mikrobielle Biomasse hat im Boden eine Doppelrolle, einerseits ist sie unentbehrlich für die Umwandlung aller natürlichen organischen Materialien, die in den Boden gelangen, und andererseits dient sie als Reservoir für Nährstoffe (JENKINSON & LADD 1981). Auch nach DOMSCH (1985) stellt die mikrobielle Biomasse für die Pflanzen ein Nährstoffreservoir dar. So sind z. B. die Elemente Stickstoff und Phosphor in der Biomasse in relativ konstanten Verhältnissen gebunden.

Generell zeigen mitteleuropäische Grünlandböden einen deutlichen jahreszeitlichen Wechsel in der Menge und Aktivität der Mikroflora und der Mikrofauna (LOUB & HAYBACH 1967, RAHNO 1978) mit Maxima im Frühling bis in den Frühsommer hinein und im Herbst. Minima der bodenbiologischen Aktivität wurden im Hochsommer (Trockenheit) und Winter (Kälte) festgestellt (FRANZ 1973). Anzumerken ist jedoch, daß bei Ackerböden die Entwicklung der Bodenmikroorganismen der jeweiligen Feldfrucht folgt. Sie steigt zum Beispiel während des Wachstums von Getreide an, bis sie nach der Ernte auf einen konstanten Wert absinkt (LYNCH & PAINTING 1980).

Zusammenfassend muß der Boden als dynamisches System angesehen werden, in dem nicht nur rein chemische, sondern sogar zum überwiegenden Teil biologische Vorgänge eine Rolle spielen (BAUMGARTEN 1988). Der Schutz der nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit von landwirtschaftlichen Kulturflächen muß eines unserer wichtigsten Ziele sein, indem ein langfristiges Stoffflußgleichgewicht angestrebt wird.

2. Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt etwa 50 km nördlich der Stadt Salzburg auf meinem Bauernhof in der Gemeinde Schwand im Innkreis (Seehöhe: 423 msm) im Bezirk Braunau (Oberösterreich).

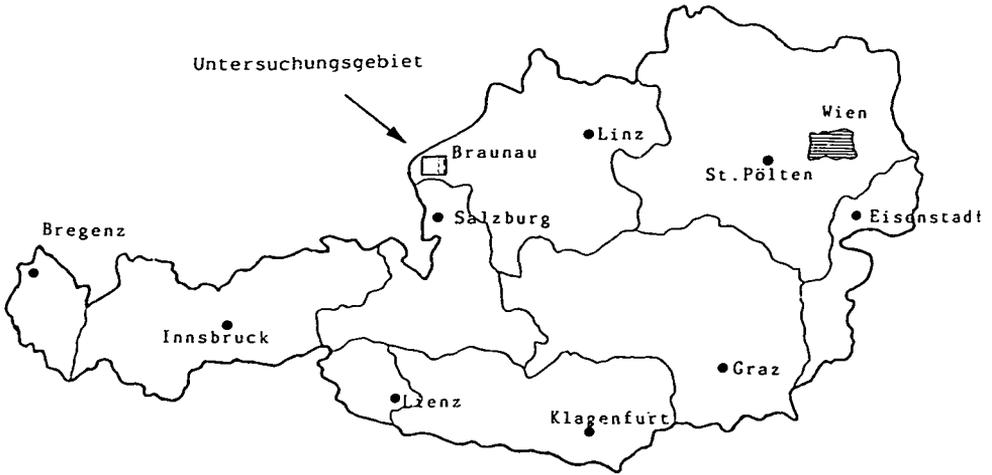


Abb. 2: Topographische Karte Österreichs

3. Klima

Pflanzenwachstum und die Aktivität der Bodenlebewesen hängen stark von Umweltbedingungen ab, deshalb ist eine Ermittlung der wichtigsten Umweltparameter (Temperatur und Niederschläge) unerlässlich (BEYER 1990).

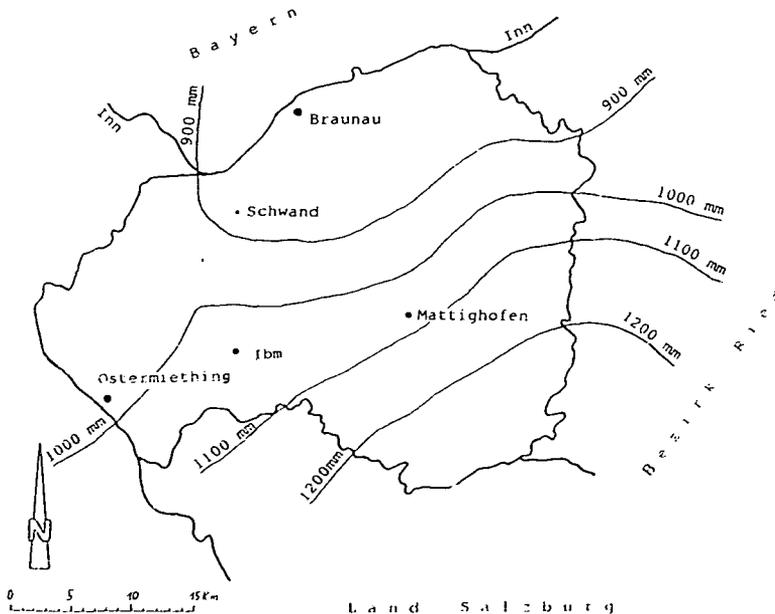
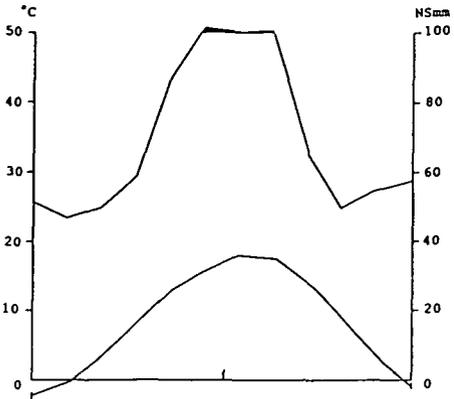


Abb. 3: Die Niederschlagsverteilung im Bezirk Braunau aus der Jahresreihe 1901-1970. (die Karte wurde entnommen aus: HIMMELBAUER & SCHAUR 1992).

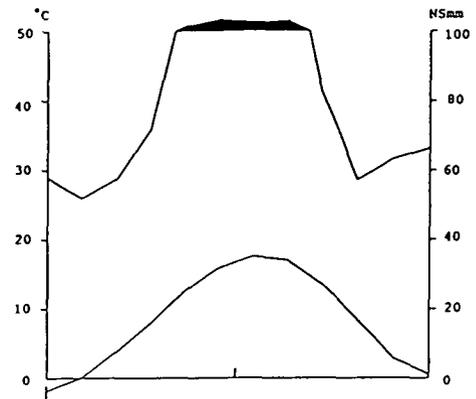
Klimatisch ist der Bezirk Braunau (zwischen 47° 58' und 48° 18' nördlicher Breite, und 12° 45' und 13° 22' östlicher Länge, gelegen) der gemäßigten Klimazone zuzuordnen. Den größten Einfluß auf die Witterung des Untersuchungsgebietes üben die vorherrschenden West- und Nord-West-Winde aus. Die häufige Westwetterlage liefert auch die Hauptmenge der Niederschläge, die mit dem Ansteigen der Hügellandschaft von Norden nach Süden zunehmen (Abb. 3).

Obwohl die Temperaturen durch den Föhn etwas beeinflusst werden, sinken sie gegen Süden hin um einige zehntel Grade (HIMMELBAUER & SCHAUR 1992).

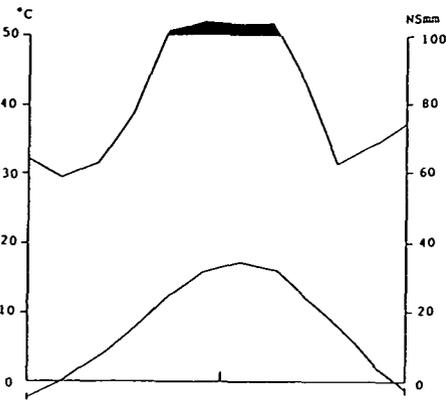
Braunau am Inn VI₃ (360m, 1961-1990)
8,3°C, 834 mm



Ostermiething VI₄ (405m, 1961-1990)
8,1°C, 1016 mm



Ibm VI₄ (425 m, 1961-1990)
7,8°C, 1079 mm



Mattighofen VI₄ (455 m, 1961-1990)
8,1°C, 1097 mm

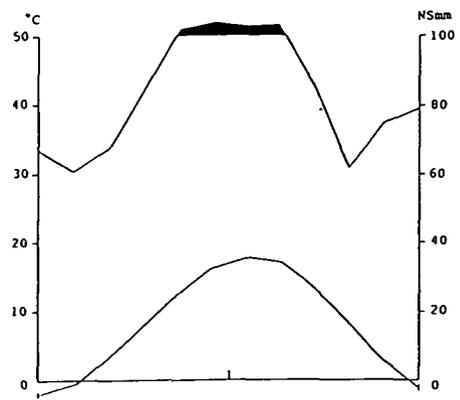


Abb. 4: Zusammenfassung der Klimawerte im Bezirk Braunau anhand der Stationen Braunau, Ostermiething, Ibm und Mattighofen in Klimadiagrammen nach WALTER (1970), mit Kontinentalitätszahlen nach REHDER (1965).

Abb. 5 und 6 zeigen den Niederschlags- und Temperaturverlauf während der 10 Wochen Probenahme im Frühjahr. Tiefe Temperaturen bis zum 12.4.1993 und eine anschließende starke Erhöhung der Temperatur auf 30°C, dazu die geringen Niederschlagsmengen waren die wesentlichen Merkmale des untypischen Frühlings 1993.

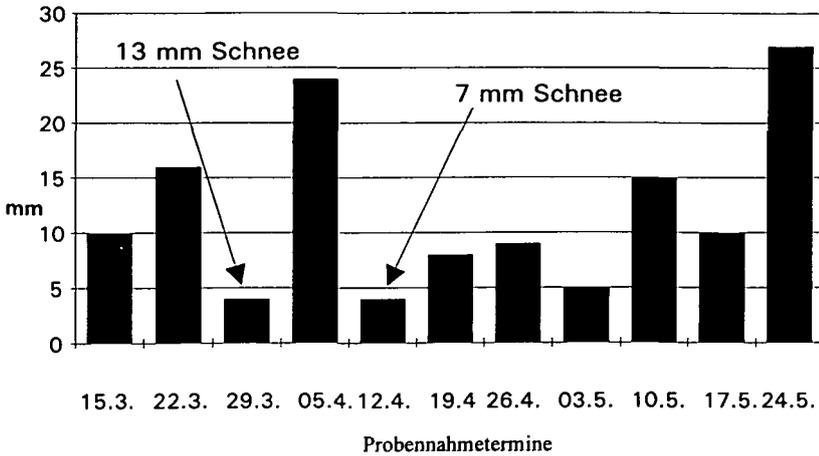


Abb. 5: Niederschlagsverlauf (mm) im Frühling 1993

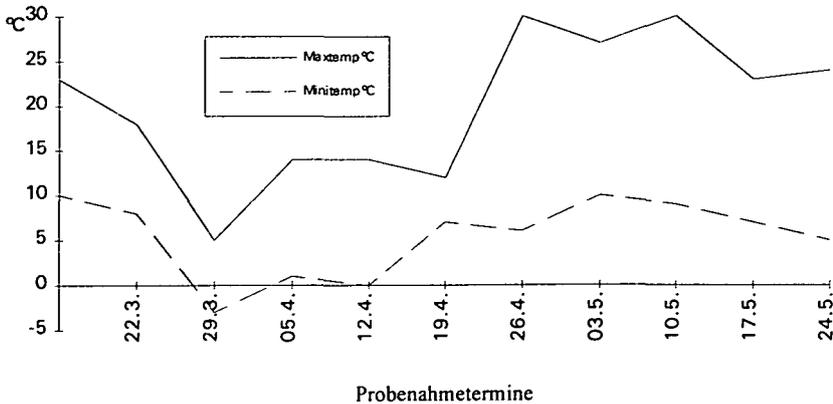


Abb. 6: Maximal- und Minimaltemperaturen im Frühling 1993

Abb. 7 und 8 zeigen den Niederschlags- und Temperaturverlauf während der 10 Wochen Probenahme im Herbst. Eine stetige Temperaturabnahme mit erstem Frost am 25.10.1993 charakterisieren die Temperaturverhältnisse im Herbst. Die Niederschlagsverteilung weist, bis auf den Nullwert am 1.11.1993, keine Besonderheiten auf.

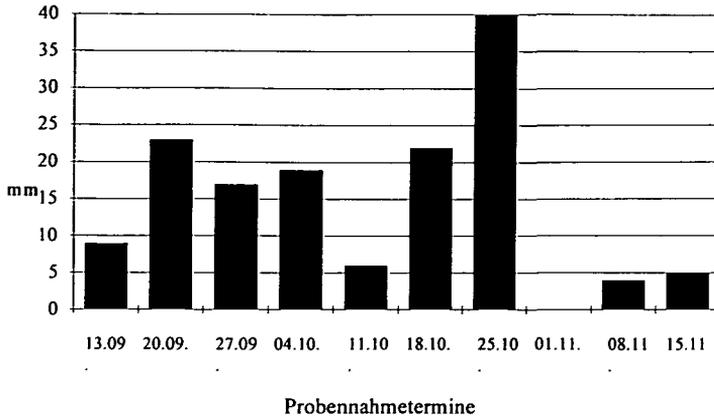


Abb. 7: Niederschlagsverlauf (mm) im Herbst 1993

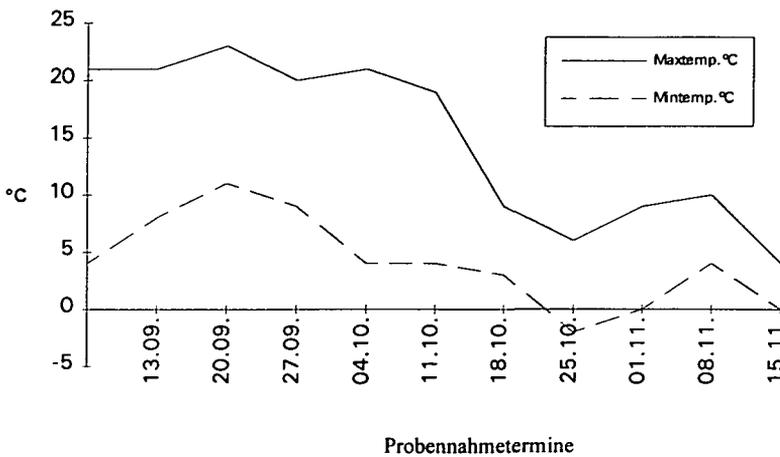


Abb. 8: Maximal- und Minimaltemperaturen im Herbst 1993

4. Landwirtschaftliche Nutzung

In der Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen des Bezirkes Braunau überwiegt mit einem 52 %igem Anteil das Grünland. Es gibt aber größere regionale Unterschiede. So ist der Ackerflächenanteil entlang des Inns größer, und der Grünlandanteil nimmt gegen Süden hin stark zu (SCHAUFLENER 1992).

4.1 Dauergrünland der Untersuchungsfläche

Am 23.3.1993 wurden ca. 10800 kg Rinderfestmist/ha auf die Wiese ausgebracht. Diese Menge Rinderfestmist enthält nach (LÖHR 1993):

54 kg Gesamtstickstoff, wovon 16 kg direkt pflanzenverfügbar sind.
 27 kg P₂O₅ } Die Mengen an Phosphor und Kali sind zur Gänze
 54 kg K₂O } pflanzenverfügbar.

Am 2.4.1993 erfolgte eine Bearbeitung mit der Wiesenegge, und am 13.4.1993 wurden die Wiesen erneut mit der Wiesenegge bearbeitet.

Am 23.4.1993 erfolgte eine Düngung mit 19 m³ Rindergülle/ha, die im Verhältnis von 1:1 mit Wasser verdünnt wurde. Diese Menge enthält nach (LÖHR 1993):

44 kg Gesamtstickstoff, wovon 29 kg direkt pflanzenverfügbar sind.
 19 kg P₂O₅ } Die Gehalte an Phosphor und Kali sind zur Gänze
 67 kg K₂O } pflanzenverfügbar.

Normalerweise werden die Wiesen in der zweiten Maihälfte zum ersten Mal gemäht. Aufgrund der schlechten Witterung im Jahre 1994 erfolgte die Mahd der Wiesen erst Anfang Juni. Der zweite Schnitt wurde Mitte Juli durchgeführt. Ende September wurden die Wiesen zum dritten Mal gemäht. Der vierte Schnitt im November wurde nur mehr zur Grünfütterung verwendet, während die ersten drei Schnitte der Heuwerbung dienten.

4.2 Ackerland der Untersuchungsfläche

Zu Beginn der Untersuchungen war der Ackerstandort mit einer zweizeiligen Wintergerste (*Hordeum vulgare*) bestellt. Ihre Ähren tragen nur zwei Kornreihen, weil lediglich das mittlere Ährchen je Spindelglied fertil ist. Die Körner sind folglich groß und vollbauchig.

Am 21.4.1993 wurde die Wintergerste mit 220 kg/ha Vollkorn gelb gedüngt. Dieser granulierten Mineraldünger ist chloridhaltig und enthält nach den Angaben der Düngerberatung folgende Nährstoffgehalte (ÖMV-Chemie 1993):

Gehalte an Hauptnährstoffen:		Gehalte an anderen Nährstoffen:	
Stickstoff(N)	15 %	CaO	5 %
als Ammonium	9 %	wasserlöslich	15 %
als Nitrat	6 %	S	2 %
Phosphat(P ₂ O ₅)	15 %		
wasserlöslich	12 %		
citratlöslich	15 %		
Kali (K ₂ O)	15 %		
MgO	1 %		

Am 3.7.1993 erfolgte die Ernte der Wintergerste.

Am 7.7.1993 wurden 14.000 kg Rinderfestmist/ha auf das Ackerland ausgebracht. Diese Menge enthält nach (LÖHR 1993):

70 kg Gesamtstickstoff, wovon 21 kg direkt pflanzenverfügbar sind.
35 kg P₂O₅ } Die Mengen an Phosphor und Kali sind zur Gänze
70 kg K₂O } pflanzenverfügbar.

Am 8.7.1993 erfolgte eine Minimalbodenbearbeitung und die Saat eines Landsberger Gemenges, das sich aus folgenden Pflanzenarten zusammensetzt:

21 kg/ha Winterwicke (*Vicia sativa*)
9 kg/ha Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum*)
30 kg/ha Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*)

Von 15.8.1993 bis 18.9.1993 erfolgte die Mahd des Landsberger Gemenges.

Schmetterlingsblütler, als natürliche Stickstofflieferanten, sind sehr gut geeignet, negative Auswirkungen mineralischer Düngung auf das Bodenleben zu kompensieren. Werden sie in höherem Ausmaß in der Fruchtfolge eingesetzt, bewirken sie eine leichte bis stärker ausgeprägte positive Humusbilanz (BECK 1991).

Am 24.9.1993 erfolgte eine Düngung mit 17m³ Rindergülle/ha. Sie war im Verhältnis von 1:1 mit Wasser verdünnt. Diese Menge enthält nach (LÖHR 1993):

39 kg Gesamtstickstoff, wovon 26 kg direkt pflanzenverfügbar sind.
17 kg P₂O₅ } Diese Mengen an Phosphor und Kali sind zur Gänze
60 kg K₂O } pflanzenverfügbar.

Die Nährstoffangaben nach LÖHR (1993) entsprechen im großen und ganzen denen des LUFA OLDENBURG (1993). Größere Unterschiede sind nur bei K₂O feststellbar.

Bodenbiologische Düngungsrichtlinien:

ÖHLINGER (1986) erstellte in einem Grünlanddüngungsversuch für die oben angeführten Düngungssysteme folgende Reihenfolge nach der besseren Förderung bodenbiologischer Aktivitäten:

Eine Düngung mit Stallmist und Jauche erbringt höhere biologische Aktivitätswerte als eine Düngung, die ausschließlich mit Gülle erfolgt. Eine Mineraldüngung ohne jegliche organische Düngung zeigt die geringsten Biomassewerte.

Die Kombination von organischer Düngung und Mineraldüngung erbringt höchste mikrobielle Biomassen, die höchsten Enzymaktivitäten und auch den höchsten Humusspiegel (TROLLDENIER 1986, GOLAFRA 1989).

Bezüglich eines geeigneten Düngungszeitpunktes im Dauergrünland gab ÖHLINGER (1988) folgende Richtlinien an:

Beim Güllesystem soll die 2. Düngung vor dem 2. Schnitt erfolgen. Für alle anderen Varianten (Stallmist-Jauche, Gülle-mineralische Düngung) ist die 2. Düngung vor dem 3. Schnitt günstiger.

Grundsätzlich geht ein großer Teil des Energieinputs in der Landwirtschaft zu Lasten der Herstellung von mineralischen Düngemitteln, vor allem Stickstoffdüngemittel. Das zwingt den Landwirt, diesen teuren Nährstoff, aber auch die anfallenden Abfallprodukte der tierischen Produktion, möglichst optimal einzusetzen (AMBERGER 1982).

Gülle, ein nährstoffreicher, organischer Dünger wirkt am besten fermentiert, oder wenn sie vor dem Ausbringen auf die Felder nochmals mit Wasser verdünnt wird. Bei der Gülleanwendung ist aber besonders auf die äußeren Verhältnisse (Niederschläge, Temperatur und Wind) zu achten, denn bei ungünstigen Bedingungen können die Nährstoffverluste beträchtliche Ausmaße annehmen (GÖRLITZ & ASMUS 1991, BAREKZAI 1992).

Der Haupteffekt der organischen Düngung mit Stallmist und vor allem mit Gülle liegt in der Intensivierung des Umsatzes der organischen Substanz (BOGUSLAWSKI 1988), was zu einem Anstieg der mikrobiellen Biomasse führen kann (KANDELER & EDER 1991). Bei der Gülleanwendung darf allerdings auch die direkte Nährstoffwirkung nicht außer acht gelassen werden.

Wichtiger aber als die Auswahl des richtigen Düngers ist, daß sich die Düngermengen an Bodenuntersuchungsergebnissen orientieren sollen. Weiters soll auf eine Düngung verzichtet werden, die auf höchste Erträge und höchste Rohproteingehalte abzielt. Mit der Düngung auf einem Höchstertragsniveau ist es nicht möglich, verlustarm zu wirtschaften, denn die Intensivierung und Spezialisierung der Landwirtschaft in den 50er Jahren führte zum Aufbrechen der jahrhunderte alten Kreislaufwirtschaft, in der die landwirtschaftlichen Betriebe eine relativ geschlossene Einheit darstellten. Der Boden ist aber ein offenes System und steht im ständigen Austausch mit der Lithosphäre (geologischer Untergrund), der Atmosphäre (Luft) und der Biosphäre (Pflanze, Tier und Mensch). Aus diesem Grund müssen wir die natürlichen Kreisläufe wieder schließen, um verlustärmer, ressourcenschonender und umweltfreundlicher zu produzieren. Zu diesem Zweck sollte auch die Umwandlung pflanzlicher Produkte in tierische Nahrungsmittel reduziert werden, denn diese sogenannte „Veredelung“ vernichtet Unmengen der primären, pflanzlichen Energieproduktion. Eine Verbesserung der Situation kann aber nur durch eine Bewußtseinsänderung aller Beteiligten (Produzenten und Konsumenten) erreicht werden.

5. Vegetationskundliche Untersuchungen

5.1 Grünland

Die Wiesen des Untersuchungsgebietes liegen im Einflußbereich des subatlantischen Klimas mit, besonders in den letzten Jahren, relativ milden Wintern. Sie werden, wie unter Punkt 4.1 dargestellt, mit Wirtschaftsdünger mäßig gedüngt. Eine Mineraldüngung wurde nicht durchgeführt. Die Nutzung der Wiesen als 4-Schnittwiesen, ist im Gegensatz zur Düngung, als intensiv zu bezeichnen.

Der Bodentyp der Parabraunerde ist im Untersuchungsgebiet am stärksten verbreitet. Pseudovergleyte Parabraunerden und typische Pseudogleye, weisen eine wesentlich geringere Verbreitung auf. Aus den Ausführungen der ÖSTERREICHISCHEN BODENKARTIERUNG (1979) ist zu entnehmen, daß die Parabraunerdeböden im Bereich der Schwandner Hochterrasse hochwertige Grünland- und Ackerböden darstellen.

Wie das Aufnahmematerial des Untersuchungsgebietes in der ökologischen Tabelle im Anhang sehr gut erkennen läßt, wird der Pflanzenbestand fast aller Wiesen vor allem von solchen Pflanzen gebildet, die eine gute Nährstoffversorgung anzeigen. Die mäßige Düngung deutet aber darauf hin, daß die Artenzusammensetzung unseres Wirtschaftsgrünlandes von mehreren Faktoren bestimmt wird (PILS 1994), wobei die guten chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften in Verbindung mit einer Steigerung der Schnittintensität den größten Einfluß ausüben dürften. OBERDORFER (1983) begründet die floristische Verarmung der intensiv genutzten Dauergrünlandflächen unter anderem auch mit einer Steigerung der Schnittintensität, wobei bis zur 3-Schnitt-Nutzung eine relativ artenreiche Flora zu beobachten ist und ab der 4-Schnitt-Nutzung eine Reihe wichtiger Bestandepartner wie z. B. der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) verloren geht. Auch KRISAI (1993) weist darauf hin, daß, wie aufgrund der Literatur anzunehmen wäre, der Glatthafer in den nährstoffreichen Talwiesen keineswegs allgemein verbreitet ist. In der Tat zieht sich der Glatthafer aus den intensiv genutzten Flächen zurück, denn er kommt auch im Untersuchungsgebiet lediglich in 4 von 30 Aufnahmen vor (Soziologische Tabelle im Anhang). Nach ELLENBERG (1982) sind die Glatthaferwiesen am artenreichsten und typischsten dort, wo sie, wie früher allgemein üblich, zweimal im Jahr geschnitten und vorwiegend mit Stallmist gedüngt worden sind.

Der Großteil der Wiesen der Hochterrasse wird allerdings, wie oben schon erwähnt, von einem artenarmen Gräsermeer beherrscht, das die soziologischen Aufnahmen (im Schnitt nicht mehr als 30 Arten pro Aufnahme) recht gut veranschaulichen.

Lolium multiflorum stellt in den Dauergrünlandflächen der Hochterrasse das derzeit dominierende Futtergras dar. Als weitere wichtige bestandesbildende Gräser sind der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), das Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), das Gemeine Rispengras (*Poa trivialis*), das Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*) und das Wollige Honiggras (*Holcus lanatus*) zu nennen.

Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium* agg.), Weiß-Klee (*Trifolium repens*), Gemeine Kuhblume (*Taraxacum officinale* agg.) sind die Kräuter mit dem höchsten Deckungsgrad.

Gleichzeitig neigen unter derart eutrophen Bedingungen einige wüchsige, großblättrige und damit sehr konkurrenzfähige Dodenblütler zu einer stärkeren Entfaltung, vor allem Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Bärenklau (*Heracleum sphondylium*).

Eine Moosschicht fehlt völlig, sie wurde wahrscheinlich weggedüngt.

Dieses Bild der sehr ertragreichen, aber monotonen Dauergrünlandflächen konnte durch zahlreiche Begehungen der Hochterrasse vielerorts bestätigt werden und ist typisch für diese Gegend. Durch die Intensivierung der Bewirtschaftung kam es auch zu einer Verarmung der jahreszeitlichen Aspekte (OBERDORFER 1983). Lediglich Anfang bis Mitte Mai fallen die gelben Blühwellen des Löwenzahn-Aspektes (*Taraxacum officinale* agg.) und des Hahnenfuß-Aspektes (*Ranunculus repens*) ins Auge. Vor der ersten Mahd dominieren vor allem die Gräser *Lolium multiflorum* und *Alopecurus pratensis*. Der Frühsommeraspekt erreicht nicht mehr diese Üppigkeit, aber *Lolium multiflorum* ist wiederum stark vertreten, *Alopecurus pratensis* dagegen erreicht nicht mehr die Dominanz des ersten Schnittes.

Im pflanzensoziologischen System werden die intensiv genutzten Wiesen der Tallagen nach dem Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) als Glatthaferwiesen bezeichnet, wobei aber der Glatthafer zunehmends an Bedeutung verliert.

Einteilung nach OBERDORFER (1983):

Klasse	Molinio-Arrhenatheretea Klasse der nährstoffreichen Mäh- und Streuwiesen, Weiden und Parkrasen.
Ordnung	Arrhenatheretalia Gedüngte Frischwiesen und Frischweiden
Verband	Arrhenatherion Tal-Fettwiesen
Assoziation	Arrhenatheretum medioeuropaeum

OBERDORFER (1983) stellt einer westlichen *Cynosurus*-Rasse eine östliche *Alopecurus*-Rasse des Arrhenatheretum gegenüber, wobei die *Alopecurus*-Rasse einen frischen Zweig der Tal-Glatthafer-Wiesen darstellt.

KRISAI (1993) bezeichnet die Wiesen ohne *Arrhenatherum elatius*, aber mit zahlreichen Fettwiesenarten als Arrhenatheretum alopecuretosum.

Alopecurus pratensis-reiche Bestände im Arrhenatheretum führten HUNDT (1958) dazu, eine *Alopecurus pratensis*-Galium mollugo-Gesellschaft einzuführen. Die

krautarmen Bestände dieser Gesellschaft heben sich deutlich gegen die farbigen, blütenreichen frischen Arrhenathereten ab. Sie zeichnen sich durch üppigen Wuchs aus, bieten während der Vegetationshöhepunkte einen saftig grünen, infolge des geringen Vorkommens von Kräutern, einen einheitlichen Anblick. Eine soziologische Einordnung, mit Hilfe guter Charakterarten im Sinne von BRAUN-BLANQUET, ist nach PILS (1994) nicht möglich.

Auch ELLENBERG (1982) weist auf die Verarmung der Glatthaferwiesen an Charakterarten durch den intensiven Mähbetrieb hin. Trotzdem hält HUNDT (1958) ihre Ausscheidung wegen der physiognomischen Besonderheit, der großen Einheitlichkeit im Artgefüge, der relativ großen Verbreitung sowohl gebietsmäßig als auch flächenmäßig, und der wirtschaftlichen Bedeutung für gerechtfertigt und notwendig.

Die Fuchsschwanzreiche Frischwiese wird auch als *Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis* beschrieben, diese hat nach ELLMAUER & MUCINA (1993) eine Höhenverbreitung von 270-720 msm. Für die Intensivgrünlandflächen mit einem hohen Anteil an *Lolium multiflorum* wird neuerdings vielfach der Ausdruck *Lolietum multiflorae* verwendet.

Die Artenarmut, sowie der Rückgang der Charakterarten in den intensiv bewirtschafteten Dauergrünlandflächen der Tallagen, bewog einige Autoren diesen Wiesen eine besondere Stellung im Verband der Glatthaferwiesen zukommen zu lassen. Aus diesem Grund, und weil nach ELLMAUER & MUCINA (1993) diese Gesellschaft in den tieferen Lagen Österreichs weit verbreitet sein dürfte, wurden die Raygras-dominierten Wiesen der Schwandner Hochterrasse auch ins *Lolietum multiflorae* gestellt.

Die geänderte Artenzusammensetzung, und die Tatsache, daß das Aussehen einer Wiese stark von der Wirtschaftsweise des jeweiligen Besitzers abhängt, fordern nach PILS (1994) manche Autoren dringend eine soziologische Neuordnung der Glatthaferwiesen. Auch KRISAI (1993) stellt in diesem Zusammenhang fest, daß zur Kä rung des Gesellschaftsschlusse weitere Untersuchungen nötig sind.

Dieses Bild der typischen Fettwiese ändert sich unter anderem, wenn der Standort trocken wird. Trockene Ausbildungen der Glatthaferwiese im Untersuchungsgebiet sind selten, weil es im Terrassenland nur wenig Südhänge gibt (KRISAI 1992). Die ökologische Tabelle im Anhang läßt erkennen, daß 3 Aufnahmen an solchen trockeneren Standorten durchgeführt worden sind. Es sind dies maschinell schwierig zu bearbeitende Böschungen, die Übergänge von Grünland- oder Ackerflächen zu Straßen oder Wassergräben darstellen. Sie werden zweimal im Jahr gemäht und eine Düngung unterbleibt. Ein möglicher Nährstoffeintrag entsteht durch ab rinnendes Oberflächenwasser, das mit Nährstoffen der angrenzenden Flächen angereichert ist. *Arrhenatherum elatius* ist hier regelmäßig zu finden, gemeinsam mit Arten die trockenere und magerere Verhältnisse anzeigen, wie: *Briza media*, *Luzula campestris* agg., *Campanula glomerata*, *Campanula patula*, *Leontodon hispidus*. In zwei Aufnahmen kommt sogar der Knollen-Steinbrech (*Saxifraga granulata*) vor. Er stellt nach

KRISAI (1992) eine kleine Besonderheit in diesem Gebiet dar. Jeweils nur einmal waren *Patinaca sativa* und *Dianthus deltoides* anzutreffen. Ausgesprochene Trockenheitszeiger wie z. B. *Bromus erectus* fehlen aber völlig. Diese Artenausstattung wird von OBERDORFER (1983) als ein wärmeliebender, mäßig trockener oder wechsell-trockener, zu den Halbtrocken- und Trockenrasen vermittelnder Flügel des Arrhenatheretum bezeichnet.

5.1.2 Merkmale, Herkunft und Verbreitung von *Lolium multiflorum* LAM.

Das Italienische Raygras, auch Welsches Weidelgras und Vielblütiger Lolch (ADLER et al. 1994) genannt, sind die Synonyme für das derzeit dominierende Futtergras (*Lolium multiflorum*) der Fettwiesen der Hochterrasse.

Das zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*) gehörende Ährengras erreicht eine Höhe von 30-100 cm, ist hellgrün gefärbt und bildet dichte Rasen. Der Stengel ist aufrecht oder am Grund etwas knickig aufsteigend. Die Ähre ist bis über 30 cm lang, die Ährenachse stets rau und die Deckspelzen sind begrannt.

Vom unbegrannten Englischen Raygras (*Lolium perenne*) unterscheidet es sich zudem durch die gerollte Knospenanlage der Laubtriebblätter und durch die beim Blühen abstehenden Ährchen. Weitere Unterscheidungsmerkmale nach ADLER et al. (1994) sind: Der Stengel von *Lolium perenne* ist bis oben hin stets glatt, während er bei *Lolium multiflorum* stets rau ist. Die Blattscheiden der Laubblätter sind beim Englischen Raygras ebenfalls glatt und beim Italienischen Raygras sind sie meist etwas rau.

Ursprünglich beheimatet ist das Italienische Raygras im westlichen und südlichen Europa, Nordafrika, Vorderasien bis Syrien. Wild kommt es aber derzeit nur mehr im Mittelmeergebiet, in Oberitalien und in den südlichen Alpentälern vor. Am ältesten ist die Kultur des Italienischen Raygrases in der Lombardai, von wo aus es sich auch im übrigen Europa verbreitete (HEGI 1965).

Hinweise auf das frühe Vorkommen von *Lolium multiflorum* im Bezirk Braunau beschreibt RITZBERGER (1904), der Funde in den Wiesen bei Hofmarkt in Ibm, Dorf Ibm und Wildshut anführt. FRITSCH berichtet allerdings bereits 1888, daß das Vorkommen von *Lolium multiflorum* im benachbartem Salzburger Raum nicht selten ist, und 1891 stellt er ein zunehmendes Auftreten des Italienischen Raygrases im Bereich der Stadt Salzburg und im Salzburger Flachgau fest.

Ursprünglich wurde es als Futtergras für die in der Fruchtfolge eingeführte Wiesen-Wechselwirtschaft (Egartwirtschaft) kultiviert, bei der sich die Ackerkulturen mit einer mehrjährigen Grünlandnutzung abwechseln. In der Folge bürgerte es sich in unsere Dauergrünlandgesellschaften ein. Hier dürfte es sich offenbar durch Selbstausaat erhalten und es ist wie kein zweites Süßgras für hohe Düngung empfänglich (PILS 1994).

Lolium multiflorum ist ein vorzügliches Mähgras, da es von allen Gräsern am schnellsten nachwächst und bei intensiver Kultur die höchsten Erträge abwirft. KLAPP et al. (1953) erstellten für den Futterwert von Grünlandpflanzen eine Bewertungsskala mit 10 Wertklassen. Die höchste Wertzahl 8 erhielten nur die hochwertigsten Arten, die Wertzahl 0 gilt für Arten ohne jeden Futterwert, während alle Giftpflanzen die Wertzahl -1 erhielten. *Lolium multiflorum* bekommt in diesem Bewertungsschema die Wertzahl 7 und ist daher als ein Süßgras mit einem sehr hohen Futterwert zu bezeichnen.

Besonders gut gedeiht es auf warmen, frischen Böden, namentlich auf humusreichen Mergelböden, sowie auf guten Kalk- und Lehmböden. Schlecht gedeiht es auf warmen Sandböden, sowie auf allen trockenen Standorten (HEGI 1965).

5.2 Ackerunkräuter

Als Unkräuter werden Pflanzen bezeichnet, die ohne den Willen und ohne das bewußte Zutun des Bewirtschafters wachsen und zu einer Minderung der Erträge führen können (HOFMEISTER & GARVE 1986). Die Definition der Unkräuter als unerwünschte und schadensverursachende Pflanzen erweist sich aus biologischer Sicht als antropomorph und einseitig wirtschaftsorientiert. Unter ökologischen Aspekten handelt es sich um Pflanzen, die zusammen mit den Nutzpflanzen auftreten und in ihrer Lebensweise und ihren Standortsansprüchen ganz den Kulturpflanzen angepaßt sind. Ihre Zusammensetzung ändern sie mit der Änderung der jeweiligen Betriebsform (HOLZNER 1981).

In letzter Zeit hat es nicht an Vorschlägen gefehlt, die Begriffe „Unkraut“ bzw. „Ackerunkraut“ zu ersetzen. Als neue Bezeichnungen werden häufig Begriffe wie Ackerwildkraut, Ackerbegleitflora, Beikraut bis hin zur Segetalflora vorgeschlagen. Die Ausdrücke Ackerunkraut und Ackerunkrautgesellschaft haben sich jedoch noch nicht verdrängen lassen. Der Begriff Ruderalflora schließlich wird für Pflanzen auf nicht bewirtschafteten, aber ebenfalls vom Menschen beeinflussten Standorten wie Wegränder oder Müll- und Schuttplätze sowie Bahn- und Industrieanlagen, verwendet.

Seit alters her begleiten Wildkräuter den Anbau unserer Nutzpflanzen. Die Ackerbegleitflora war und ist in ihrer geschichtlichen Entwicklung einem auffallenden Wechsel in ihrer floristischen Zusammensetzung unterworfen. Nur der kleinere Teil der heutigen Ackerunkräuter gehört zu den einheimischen (indigenen) Arten, die bereits in der Jungsteinzeit (Neolithikum) in Mitteleuropa vorkamen. Dazu zählen Pflanzenarten wie *Agropyron repens*, *Stellaria media*, *Lapsana communis*, *Polygonum*- und *Sonchus*-Arten. Der größte Teil unserer heutigen Ackerunkräuter ist erst viel später eingewandert. Nach dem Zeitpunkt des ersten Auftretens kann man zwischen Archäophyten und Neophyten unterscheiden. Archäophyten oder Altbürger

sind Pflanzen (z. B. *Ranunculus arvensis*, *Raphanus raphanistrum*), die von Beginn der Selbsthaftwerdung der Menschheit in der Jungsteinzeit bis zum Ende des Mittelalters in Europa eingewandert sind (aus: HOFMEISTER und GARVE 1986). Als Neophyten oder Neubürger werden Pflanzen bezeichnet, die erst in der Neuzeit eingewandert sind oder eingeschleppt wurden (ADLER et al., 1994). Bei ihnen ist nach WALTER (1986) der Zeitpunkt des ersten Auftretens und ihre Ausbreitung meistens genau bekannt (z. B. *Conyza canadensis*, *Galinsoga ciliata*).

Wie in keinem anderen Lebensraum wird die Vegetation der Äcker durch Pflügen, Eggen und Hacken immer wieder in ihrer Entwicklung beeinflusst. Unter derartig extremen Lebensbedingungen können sich nur Pflanzen halten, die dem Bewirtschaftungsrythmus angepaßt sind.

Samenunkräuter sind hinsichtlich der Lage ihrer Überdauerungsorgane und der Lebensdauer einjährige Arten (Therophyten). Dazu zählen: *Capsella bursa-pastoris*, *Galium aparine*, *Papaver rhoeas*.

Die einjährigen Wildkräuter kann man in Sommer- und Wintereinjährige unterteilen. Die Sommereinjährigen keimen im Frühling, blühen und fruchten noch im gleichen Jahr, sterben ab und ihre Samen überwintern im Boden (*Echinochloa crus-galli*). Die Wintereinjährigen keimen bereits im Herbst zur Wintergetreidesaat und überdauern den Winter als Jungpflanze. Im folgenden Jahr wird dann die Entwicklung mit der Ausbildung von Blüten und Früchten abgeschlossen (*Veronica hederifolia*, *Apera spica-venti*, *Centaurea cyanus*).

Zu den Pflanzenarten, die mit Ausnahme der Frostperioden das ganze Jahr hindurch keimen, blühen und fruchten zählen *Lamium purpureum*, *Veronica persica* (HÜGIN und HÜGIN 1994).

Die mehrjährigen Pflanzen können mit Hilfe ihrer unterirdischen Überdauerungsorgane wirtschaftlich und klimatisch bedingte Störungen überstehen: *Tulipa sylvestris* mit Zwiebeln, *Rumex crispus* mit Pfahlwurzeln, *Ranunculus repens* mit oberirdischen Ausläufern (Stolonen), *Agropyron repens* mit unterirdischen Ausläufern (Rhizomen), *Cirsium arvense* mit Wurzeläusläufern und Wurzelknospen.

Im Gegensatz zu den Geophyten, bei denen die Überdauerungsorgane bzw. Erneuerungsknospen in der Erde liegen, befinden sich diese bei den Hemikryptophyten (*Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*) in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche.

RIES (1992) beschreibt für das Innviertel und somit auch für die Hochterrasse im Bereich des untersuchten Gebietes als typische Gesellschaft das Panico-Chenopodietum. Sie ist die verbreitetste Hackfruchtgesellschaft Österreichs und besiedelt frische, nährstoffreiche in der Regel schwach saure Lehm-, Ton- und Anmoorböden. Die Bestände des Panico-Chenopodietum in Oberösterreich gehören zum Großteil der Rasse von *Echinochloa crus-galli* an (SCHUBERT 1966).

Die folgende Liste gibt einen Auszug der Ackerunkräuter der Hochterrasse wieder. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Liste der Ackerunkräuter

Zeichenerklärung:

Verbreitung (Verbr.):	Herkunft (Herk.):
+++ häufig	N Neophyt
++ zahlreich	A Archeophyt
+ vereinzelt	I Indigene Art
	- keine Angabe

Zeigerwerte:

Zeigerwerte sind zahlenmäßige Angaben über die Beziehung der Pflanzen zu ihren abiotischen Standortfaktoren. Das ökologische Verhalten von Pflanzen wird dabei gegenüber Temperatur (T), Kontinentalität (K), Feuchtigkeit (F), Bodenreaktion (B) und Stickstoffversorgung (N) in einer neunteiligen Skala angegeben. Indifferente Arten sind mit einem x versehen. Die Einteilung der Zeigerwerte von 1-9 kann dem pflanzensoziologischen Anhang entnommen werden. Die Zeigerwerte der einzelnen Arten richten sich nach ELLENBERG (1979).

Ökologische Gruppen:

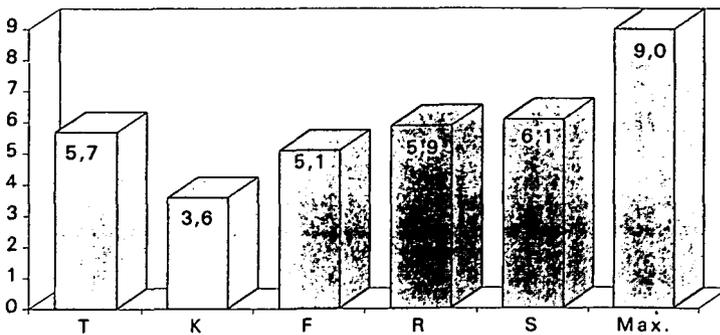
Die Aufstellung ökologischer Gruppen (insgesamt 16) geht auf ELLENBERG (1956) zurück. Dabei werden jene Pflanzenarten zu Gruppen zusammengefaßt, die in ihrem ökologischen Verhalten weitgehend übereinstimmen. Die Zugehörigkeit der einzelnen Arten zur jeweiligen ökologischen Gruppe wurde dem Buch von HOFMEISTER & GARVE (1986) entnommen, und mit den entsprechenden Zahlen von 1-16 bezeichnet; das Zeichen (--) steht für indifferente Arten.

Eine Zusammenstellung der ökologischen Gruppen, die eine Einteilung in Säure- und Kalkzeiger, sowie Stickstoff- und Feuchtezeiger beinhaltet, kann dem vegetationskundlichen Anhang entnommen werden.

	Verbr.	Herk.	Zeigerwerte					Ökolog. Gruppen
			T	K	F	R	N	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+++	N	9	7	4	x	9	10
<i>Apera spica-venti</i>	+++	-	x	4	6	x	x	4
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+++	A	x	x	x	x	5	13
<i>Cerastium holosteoides</i>	+++	-	x	x	5	x	5	--
<i>Chenopodium album</i>	+++	A	x	x	4	x	7	13
<i>Cirsium arvense</i>	+++	A	x	x	x	x	7	--
<i>Equisetum arvense</i>	+++	-	x	x	6	x	3	15
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+++	-	x	3	5	x	7	--
<i>Galinsoga ciliata</i>	+++	N	7	4	4	5	7	11
<i>Myosotis arvensis</i>	+++	-	7	4	4	5	7	11
<i>Poa annua</i>	+++	-	x	5	6	x	8	--
<i>Poa trivialis</i>	+++	-	x	3	7	x	7	15
<i>Polygonum aviculare</i>	+++	I	x	x	x	x	x	--
<i>Polygonum hydropiper</i>	+++	I	5	x	8	4	8	14

<i>Polygonum maculosa</i>	+++	I	5	3	3	x	7	13
<i>Ranunculus repens</i>	+++	-	x	x	7	x	x	15
<i>Raphanus raphanistrum</i>	+++	A	5	3	x	4	5	6
<i>Stellaria graminea</i>	+++	-	x	x	4	4	x	--
<i>Stellaria media</i>	+++	I	x	x	4	7	8	13
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+++	A	x	3	x	6	6	--
<i>Veronica arvensis</i>	+++	A	5	3	5	6	x	--
<i>Viola arvensis</i>	+++	A	5	3	x	x	x	--
<i>Achillea millefolium</i> agg.	++	-	x	x	4	x	5	--
<i>Amaranthus lividus</i>	++	A	8	3	4	x	8	10
<i>Aphanes arvensis</i>	++	A	5	2	6	x	5	4
<i>Centaurea cyanus</i>	++	A	x	5	x	x	x	--
<i>Chenopodium polyspermum</i>	++	-	5	4	6	x	8	12
<i>Convolvulus arvensis</i>	++	A	6	x	4	7	x	--
<i>Conyza canadensis</i>	++	N	x	x	4	x	4	--
<i>Daucus carota</i>	++	-	6	5	4	x	4	--
<i>Digitaria sanguinalis</i>	++	A	7	3	3	5	4	--
<i>Echinochloa crus-galli</i>	++	A	7	5	5	x	8	11
<i>Elymus repens</i>	++	I	x	7	5	x	8	--
<i>Epilobium adenocaulum</i>	++	N	x	x	x	x	x	--
<i>Erigeron annuus</i>	++	N	x	x	x	x	x	--
<i>Galium aparine</i>	++	-	5	3	x	6	8	13
<i>Glechoma hederacea</i>	++	-	5	3	6	x	7	15
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	++	-	x	x	7	4	4	14
<i>Knautia arvensis</i>	++	-	5	3	4	x	3	2
<i>Lapsana communis</i>	++	I	x	3	5	x	7	--
<i>Lolium multiflorum</i>	++	N	7	3	4	x	x	--
<i>Lolium perenne</i>	++	-	5	3	5	x	7	--
<i>Matricaria discoidea</i>	++	N	5	3	5	7	8	13
<i>Mentha arvensis</i>	++	-	x	x	8	x	x	15
<i>Papaver rhoeas</i>	++	A	6	3	5	7	6	3
<i>Plantago lanceolata</i>	++	-	x	3	x	x	x	--
<i>Plantago major</i>	++	-	x	x	5	x	6	--
<i>Polygonum lapathifolium</i>	++	I	6	4	7	x	8	13
<i>Potentilla anserina</i>	++	-	5	x	6	x	7	15
<i>Prunella vulgaris</i>	++	-	x	3	x	4	x	--
<i>Silene vulgaris</i>	++	-	x	x	4	7	2	--
<i>Solanum nigrum</i>	++	A	6	3	5	7	8	10
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	++	-	x	x	5	x	7	--
<i>Tussilago farfara</i>	++	-	x	3	6	8	6	15
<i>Veronica agrestis</i>	++	A	4	2	6	7	7	9
<i>Vicia cracca</i>	++	-	x	x	5	x	x	2
<i>Vicia hirsuta</i>	++	A	5	5	x	x	3	6
<i>Anagallis arvensis</i>	+	A	6	3	5	x	6	--
<i>Anthemis arvensis</i>	+	A	6	5	4	3	6	6
<i>Brassica campestris</i>	+	-	x	x	x	x	x	--
<i>Calystegia sepium</i>	+	-	6	5	6	7	9	--
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	-	5	5	8	8	9	--
<i>Euphorbia peplus</i>	+	A	6	3	4	x	8	9
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	A	x	x	x	x	x	--
<i>Geranium dissectum</i>	+	A	6	3	5	x	5	9
<i>Geranium molle</i>	+	A	6	3	3	5	4	--
<i>Gypsophila muralis</i>	+	-	6	5	7	3	2	14
<i>Hypericum humifusum</i>	+	-	x	2	7	3	3	14
<i>Hypericum perforatum</i>	+	-	x	5	4	x	x	--
<i>Lamium purpureum</i>	+	A	x	3	5	7	x	9
<i>Legousia speculum-veneris</i>	+	A	7	4	4	8	5	2
<i>Matricaria chamomilla</i>	+	A	5	5	6	5	5	4
<i>Odonites rubra</i> agg.	+	-	x	x	x	x	x	--
<i>Oxalis stricta</i>	+	N	6	x	5	5	7	12
<i>Oxalis dillenii</i>	+	N	x	x	x	x	x	--

<i>Panicum miliaceum</i>	+	-	x	x	x	x	x	--
<i>Ranunculus arvensis</i>	+	A	6	3	4	8	x	2
<i>Rumex crispus</i>	+	-	5	3	6	x	5	15
<i>Scleranthus annuus</i>	+	-	5	4	x	2	4	7
<i>Senecio vulgaris</i>	+	A	x	x	5	x	8	13
<i>Sherardia arvensis</i>	+	A	6	3	5	8	5	2
<i>Sonchus oleraceus</i>	+	A	5	x	4	8	8	9
<i>Spergula arvensis</i>	+	A	x	3	5	2	6	7
<i>Thlaspi arvense</i>	+	A	5	x	5	7	6	9
<i>Veronica hederifolia</i>	+	-	6	3	5	7	7	4
<i>Veronica persica</i>	+	N	x	3	5	7	7	9
Summe der Zeigerwerte			239	199	342	213	388	
Zahl der bewerteten Arten			45	55	67	36	64	
Mittlere Zeigerwerte			5,7	3,6	5,1	5,9	6,1	



T = Temperaturzahl
 K = Kontinentalitätszahl
 F = Feuchtezahl
 R = Reaktionszahl
 N = Stickstoffzahl
 Max = Höchster Wert der Zeigerwerte

Abb. 9: Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979).

Eine sehr gute Standortbeurteilung ist mit Hilfe von Zeigerwerten nach ELLENBERG (1979) möglich. Bei der praktischen Standortbeurteilung mit Zeigerwerten wird folgendermaßen vorgegangen: Aus den Einzelangaben der Zeigerwerte lassen sich die mittleren Zeigerwerte (T_m , K_m , F_m , R_m und N_m) errechnen, und diese Mittelwerte dienen der Charakterisierung der Böden.

Eine Reihe von Pflanzen mit einer mittleren Stickstoffzahl zwischen 6 und 8 (u. a. *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Galinsoga ciliata* und *Stellaria media*) deutet auf eine gute Nährstoffversorgung hin, was auch in einer relativ hohen mittleren Stickstoffzahl (N_m 6,1) zum Ausdruck kommt. Der Wert der mittleren Reaktionszahl von 5,9 zeigt mäßig saure Verhältnisse an. Die mittlere Feuchtezahl (F_m 5,1) und die mittlere Temperaturzahl (T_m 5,7) zeigen, daß es sich um einen mäßig warmen und frischen Standort handelt. Dies wird auch in der niederen, mittleren Kontinentalitätszahl (K_m 3,9) ausgedrückt, in der sich auch der Einfluß des subatlantischen Klimas zeigt.

Eine Beurteilung von Ackerstandorten mit Hilfe von ökologischen Gruppen hat sich ebenfalls gut bewährt.

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der Ackerunkräuter in den ökologischen Gruppen

Ökologische Gruppen		absolute Häufigk.	relative Häufigk.
Gr. 1	Haftdolden-Gruppe	nicht vertreten	
Gr. 2	Rittersporn-Gruppe	4 Arten	4,8 %
Gr. 3	Ackersenf-Gruppe	1 Art	1,2 %
Gr. 4	Kamillen-Gruppe	3 Arten	3,6 %
Gr. 5	Sandmohn-Gruppe	nicht vertreten	
Gr. 6	Hederich-Gruppe	3 Arten	3,6 %
Gr. 7	Knäuel-Gruppe	2 Arten	2,4 %
Gr. 8	Lammkraut-Gruppe	nicht vertreten	
Gr. 9	Erdrauch-Gruppe	7 Arten	8,4 %
Gr. 10	Bingelkraut-Gruppe	3 Arten	3,6 %
Gr. 11	Hühnerhirsen-Gruppe	3 Arten	3,6 %
Gr. 12	Gänsefuß-Gruppe (Vielsamige)	2 Arten	2,4 %
Gr. 13	Vogelmieren-Gruppe	8 Arten	9,6 %
Gr. 14	Sumpfruhrkraut-Gruppe	4 Arten	4,8 %
Gr. 15	Kriechhahnenfuß-Gruppe	8 Arten	9,6 %
Gr. 16	Sumpfkresse-Gruppe	nicht vertreten	
--	indifferente Arten	36 Arten	43,2 %

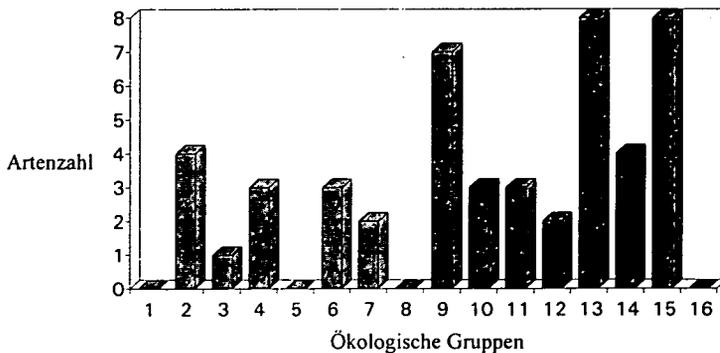


Abb. 10: Ökologische Gruppen nach ELLENBERG (1956).

Die Bedeutung der Arbeit mit ökologischen Gruppen beruht in erster Linie auf der Möglichkeit, Pflanzenbestände zu charakterisieren und die Beschaffenheit des Bodens schnell und ohne aufwendige Geräte zu beurteilen. Der Wert ökologischer Gruppen für die Standortbeurteilung wird besonders deutlich, wenn mehrere Pflanzenbestände miteinander verglichen werden. Bei dieser Arbeit sollen die ökologischen Gruppen, nur zur generellen Charakterisierung der Hochterrassenböden im Bereich der Untersuchungsflächen dienen.

In der Artenliste der Ackerunkräuter der Hochterrasse sind die Vogelmieren (Nr. 13) und die Kriechhahnenfuß-Gruppe (Nr. 15), sowohl in der Artenzahl (jeweils 8) als auch im Deckungsgrad am häufigsten vertreten. Aus der Beschreibung der ökologischen Gruppen ist zu ersehen, daß es sich dabei um Zeiger für feuchte Böden mit oft mangelnder Durchlüftung handelt, die aber gut mit Stickstoff versorgt sind. Die Kamillen-(Nr. 4), Hederich-(Nr. 6) und Knäuel-Gruppe (Nr. 7) sind nur durch 3 bzw. 2 Arten vertreten. Diese Vertreter haben aber eine starke Verbreitung und einen hohen Deckungsgrad auf der Hochterrasse, weshalb sie hier auch zur Beurteilung herangezogen werden müssen. Diese Gruppen sind Zeiger für mäßig saure, gut mit Nährstoffen versorgte, staufeuchte Böden, die stark vom subatlantischen Klima beeinflusst werden. Die Sumpfruhrkraut-Gruppe (Nr. 14), die mit 4 Arten vertreten ist, zeigt krumenfeuchte, leicht zu Verdichtung neigende Böden an.

Die Artenzahlen mit der die Rittersporn-(Nr. 2), Ackersenf (Nr. 3) und Erdrauch-Gruppe (Nr. 9) vertreten sind, sind relativ hoch. Da die Verbreitung ziemlich gering ist und deren Deckungsgrad niedrig ist, werden sie zur Charakterisierung der Hochterrassenböden nicht verwendet. Vielmehr dürfte es sich beim Vorkommen dieser Arten um stark gestörte Stellen, wie z. B. Aufbewahrungsstelle für Dünger, Wendepätze für Maschinen und dergleichen handeln.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es sich aufgrund der Bewertung mit ökologischen Gruppen, bei den Hochterrassenböden des Untersuchungsgebietes um schwere, leicht zur Verdichtung und Staunässebildung neigende, nährstoffreiche und mäßig saure Böden handelt.

Obwohl die erstellte Artenliste der Ackerunkräuter keine soziologische Vegetationsaufnahme im eigentlichen Sinne darstellt, können die begangenen Ackerflächen großräumig mit guter Genauigkeit durch beide Methoden, d. h. sowohl mit den ökologischen Gruppen nach ELLENBERG (1956) als auch mit den Zeigerwerten nach ELLENBERG (1979) charakterisiert werden. Dies zeigt auch die überraschend gute Übereinstimmung der Ergebnisse bei der Beurteilung der Böden des Untersuchungsgebietes, einerseits mit Zeigerwerten und andererseits mit ökologischen Gruppen.

In den Ausführungen der OBERÖSTERREICHISCHEN BODENKARTIERUNG (1979) werden die Böden des Untersuchungsgebietes als hochwertige, nährstoffreiche Grünland- und Ackerböden bezeichnet, die eine mäßig saure Reaktion zeigen und leicht zur Verschlammung neigen. Die Ergebnisse der Beurteilung der untersuchten Böden mit Hilfe von Zeigerwerten und ökologischen Gruppen zeigen ein ähnliches Bild, was darauf hindeutet, daß eine Standortbeurteilung mit den oben gezeigten pflanzenökologischen Methoden durchaus brauchbare Ergebnisse liefert.

So überzeugend die Beurteilung eines Standortes mit Hilfe von ökologischen Gruppen und Zeigerwerten ist, so muß an dieser Stelle doch vor einer voreiligen und unkritischen Anwendung gewarnt werden. Gerade in Ackerunkraut-Gesellschaften können leicht Arten dominieren, die gegen einen oder mehrere Standortfaktoren indifferent sind, während Arten mit guter Aussagekraft den Intensivierungsmaßnahmen zum Opfer fallen können (HOFMEISTER & GARVE 1986).

6. Oberflächenform und Bodentyp

Bei der Entstehung der Landschaft in ihrer heutigen Form haben die Eiszeiten größten Einfluß auf die Ausprägung des Erscheinungsbildes genommen. Der tiefere Untergrund des Kartierungsbereiches besteht aus Molassematerial. Es sind dies aus dem Tertiär stammende Meeresablagerungen von sandiger bis toniger Beschaffenheit, die mit dem Sammelnamen „Schlier“ bezeichnet werden. Die Oberkante des Schliers bildet unter den meist lockeren, eiszeitlichen Ablagerungen den Grundwasserhorizont. Dementsprechend tritt der Schlier in diesem Bereich nirgends bodenbildend in Erscheinung.

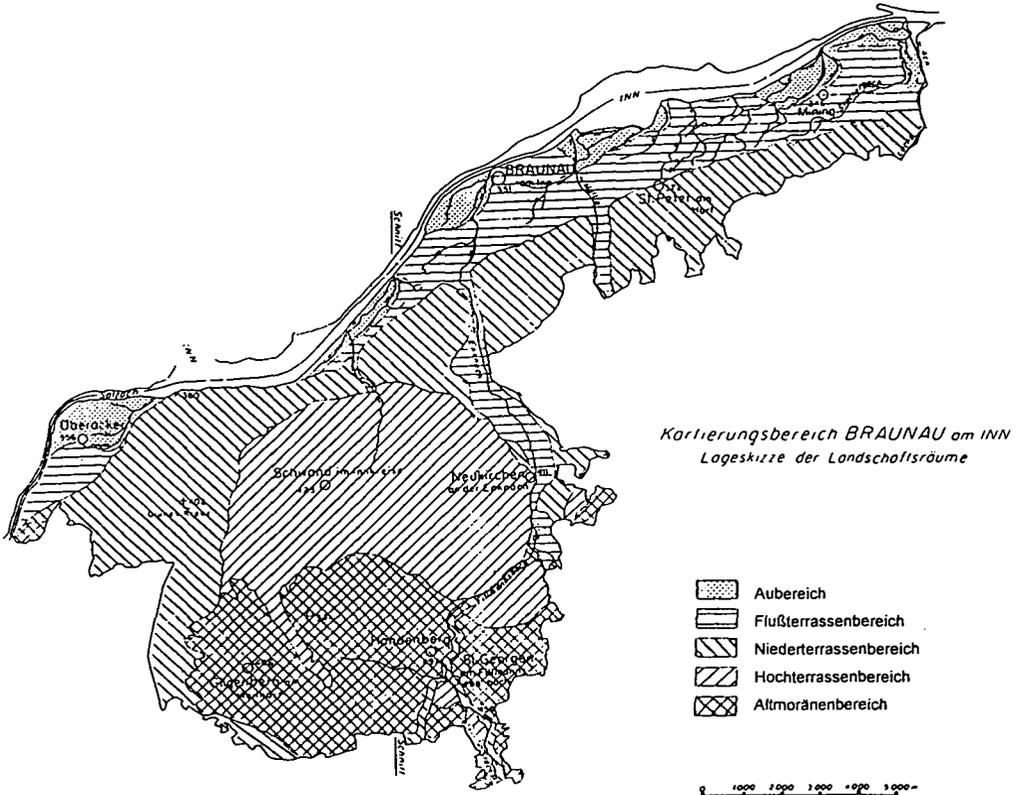


Abb. 11: Oberflächenform im Bereich der Probennahmeflächen (ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG 1979.)

Die Probeflächen liegen auf einer Hochterrasse (Abb. 11), die aus Schottern des abschmelzenden Riß-Gletschers aufgebaut ist. Infolge des hohen Alters sind die Schotter weitgehend verfestigt (konglomeriert). Über dem Schotterkörper liegt eine mächtige Lößlehmdedecke und darüber lagern wieder lehmige Deckschichten (= Staub-

lehm). Aus diesen lehmigen Deckschichten entwickelten sich teils Lockersediment-Braunerden, teils Parabraunerden. Dort wo jedoch eine stärkere Dichtlagerung des Ausgangsmaterials vorliegt, kommt es zum Wasserstau und somit zur Bildung einer pseudovergleyten Parabraunerde und in weiterer Folge zur Ausprägung des typischen Pseudogleys.

Die Parabraunerde, die für diesen Klimaraum typisch ist, zeigt zum Teil deutliche Texturunterschiede zwischen ausgewaschenem Oberboden und tonreicherem Unterboden und ist sowohl für die Acker- als auch Grünlandnutzung bestens geeignet (BÄCK et al., 1993). Sie wird in der Bodenkarte der Österreichischen Bodenkartierung (Abb. 12) als „Bodenform 32 PB“ bezeichnet, und weist unter den Böden der Schwandner Hochterrasse die größte Verbreitung auf (ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG 1979).

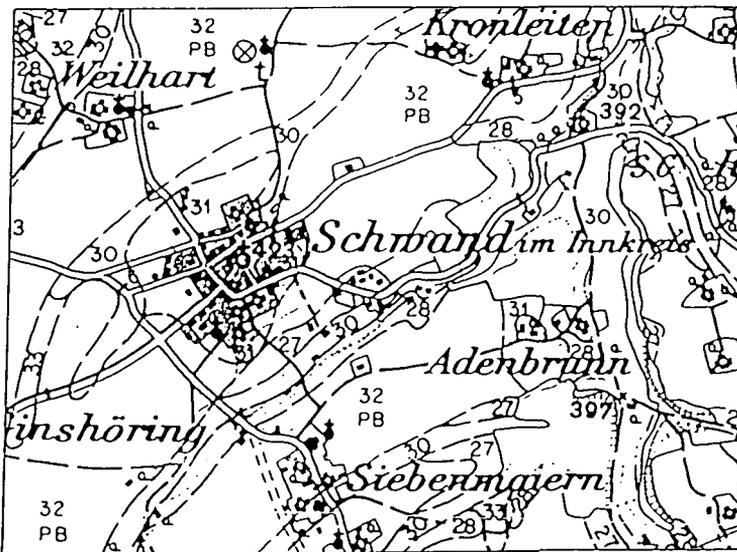


Abb. 12: Ausschnitt aus der Bodenkarte der ÖSTERREICHISCHEN BODENKARTIERUNG (1979).

Allgemeine Bodenbeschreibung:

Wasserverhältnisse:	gut versorgt, mäßige Speicherkraft, mäßige Durchlässigkeit (bei Dichtlagerung kann geringfügiger Wasserstau auftreten)
Erosionsgefahr:	nicht gefährdet
Bearbeitbarkeit:	Bei Ackernutzung gut zu bearbeiten, zeigt jedoch leichte Verschlammungsneigung und einige Schwundrisse. An der Oberfläche befindet sich ein Kiesschleier. In flachen Mulden neigt die Krume zur Pflugsohlenbildung. Bei Grünlandnutzung gut zu befahren und zu beweiden. (mündl. Mitt., BÄCK, Agrarbiologie Linz)
Natürlicher Bodenwert:	hochwertiges Ackerland hochwertiges Grünland

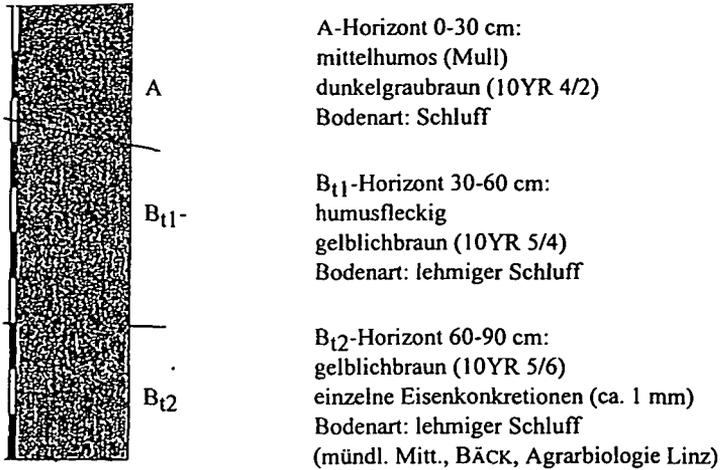


Abb. 13: Bodenprofil einer Parabraunerde im Untersuchungsgebiet

7. Chemische und physikalische Bodeneigenschaften

(Die folgenden Analysen wurden im Dezember 1992 vom Bundesamt für Agrarbiologie, Linz durchgeführt)

Tab. 2: Ergebnisse der chemischen Analyse der Hochterrassenböden

Horizont	pH-CaCl ₂	CaCO ₃ %	Humus %
Acker 0-30 cm	5,6	0,2	1,7
Acker 30-60 cm	5,6	0,0	1,0
Acker 60-90 cm	5,	0,2	0,6
Wiese 0-10 cm	5,5	0,0	3,3
Wiese 10-30 cm	5,2	0,2	1,9
Wiese 30-60 cm	5,2	0,2	1,4
Wiese 60-90 cm	5,1	0,2	0,6

Horizont	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Mg mg/100g	N %
Acker 0-30 cm	5	6	7	0,10
Acker 30-60 cm	5	4	9	0,08
Acker 60-90 cm	6	4	12	0,05
Wiese 0-10 cm	3	9	10	0,22
Wiese 10-30 cm	2	6	8	0,12
Wiese 30-60 cm	2	3	9	0,10
Wiese 60-90 cm	5	4	12	0,06

Ackerböden weisen, aufgrund der ständigen Durchmischung durch die Bodenbearbeitung, eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbestandteile in der Krume auf; Grünlandböden hingegen besitzen in der Grasnarbe durch die starke Durchwurze-

lung höhere Humusgehalte. Diese Unterschiede sind besonders bei der vergleichenden Untersuchung von Böden mit unterschiedlichen Nutzungsweisen zu beachten (BECK 1983, DORAN 1987).

C/N Verhältnis:

Die Stickstoffgehalte für die Berechnung des C/N-Verhältnisses wurden den Analysen des Bundesamtes für Agrarbiologie vom Dezember 1992 (Tab. 2) entnommen.

Unter der Annahme eines mittleren Kohlenstoffgehaltes von 58 % der organischen Substanz wird der Kohlenstoffgehalt indirekt durch Umrechnung aus den Gehalt an Humus bestimmt.

$$\text{Formel: } \%C = \% \text{Humus} / 1,724$$

Tab. 3: C/N-Verhältnisse der einzelnen Horizonte der Hochterrassenböden in Schwand

Horizont	C/N-Verhältnis
Acker 0-30 cm	10 : 1
Acker 30-60 cm	7 : 1
Acker 60-90 cm	7 : 1
Wiese 0-10 cm	9 : 1
Wiese 10-30 cm	9 : 1
Wiese 30-60 cm	8 : 1
Wiese 60-90 cm	6 : 1

Für die Beurteilung, ob ein Boden gut oder schlecht mit Stickstoff versorgt wird, kann das C/N-Verhältnis herangezogen werden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Laut der OBERÖSTERREICHISCHEN BODENZUSTANDSINVENTUR (1993) zeigt sich, daß das C/N Verhältnis in den oberösterreichischen Ackerböden auffallend eng ist. Es liegt zwischen 8-10 : 1. So kommt es zu einem hohen Anteil an dynamischen Böden (BLASL 1994), deren Stabilität der Ton-Humus-Komplexe durch einen teilweisen Zerfall der Sekundäraggregate gekennzeichnet ist (SEKERA 1984).

8. Bodenökologische Untersuchungen

8.1 Probennahme und Probenvorbereitung

Die Bodenproben wurden mit einem Bohrstock entnommen. Aus den Untersuchungsflächen (Dauergrünland und Acker) wurden repräsentative Anzahlen (20 Stück) von Stichproben entnommen, zu Mischproben vereinigt und mittels Kühtaschen ins Labor gebracht, um eine unerwünschte Nachmineralisation zu verhindern.

Die Entnahmetiefe für die biologischen Parameter wurde durch einen Vorversuch im Herbst 1992 festgestellt (Abb. 14). Die Mikrobielle Biomasse ist unter 30 cm, sowohl im Acker, als auch im Grünland vernachlässigbar klein. Auch die Untersuchungen von DUTZLER-FRANZ (1977) und KAISER und HEINEMEYER (1993) waren durch eine scharfe Grenze zwischen den Bearbeitungshorizont(0-30 cm) und dem Unterboden (30-90 cm) gekennzeichnet. Aus diesem Grund wurden die biologischen Analysen auf die obersten 30 cm beschränkt, wobei im Grünland eine Aufteilung in 2 Horizonte erfolgte (0-10 cm und 10-30 cm) und im Acker ein Horizont mit 0-30 cm gewählt wurde.

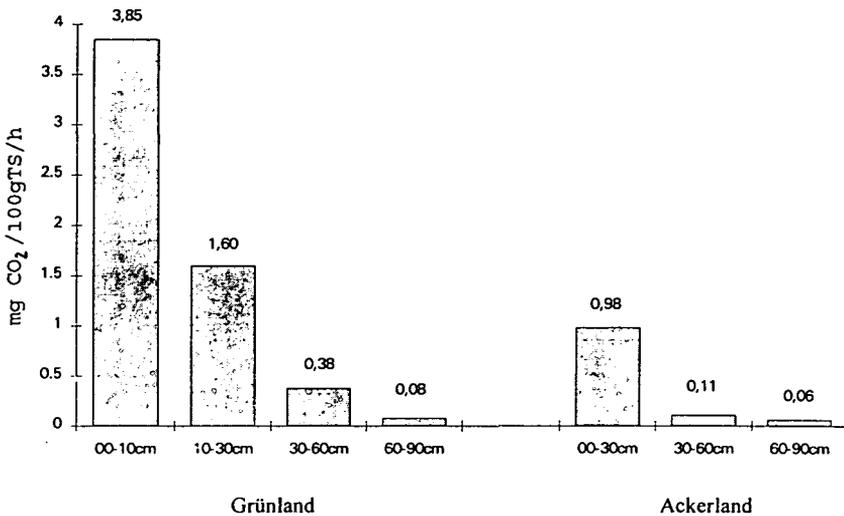


Abb. 14: Mikrobielle Biomasse (Vorversuch im Herbst 1992)

Die Probennahme erfolgte am Beginn (22.3.1993-24.5.1993) und am Ende (13.9.1993-15.11.1993) der Vegetationsperiode 1993, wobei die Proben jeweils einmal pro Woche gezogen wurden.

Die Proben wurden im Labor gesiebt. Die Maschenweite der Siebe betrug < 5 mm bzw. < 2 mm. Bei zu hohem Wassergehalt wurden die Proben bei Zimmertemperatur bis zur Siebbarkeit getrocknet.

Für die Herstellung der Mischproben, den Transport, die Probenvorbereitung im Labor und die Lagerung der Bodenproben muß genau soviel Exaktheit aufgebracht werden, wie für die Probennahme selbst.

Es ist wohl nur in den seltensten Fällen möglich, die Proben am Tag der Probennahme zu verarbeiten. In meinem Fall wurden die Analysen innerhalb von 2 Wochen durchgeführt. Die gesiebten und naturfeuchten Proben wurden bei 4° C gelagert.

Abb. 15 zeigt, daß die Biomasse- und Keimzahlwerte, bei Gefrierschranksaufbewahrung nur wenig, bei Kühlschrankschlagerung jedoch deutlicher abfallen.

Wird aber bei der Kühlschrankschlagerung eine Lagerdauer von 3-4 Wochen nicht überschritten, so ist die Abnahme mikrobiologischer Kennwerte vergleichsweise gering (BECK 1986).

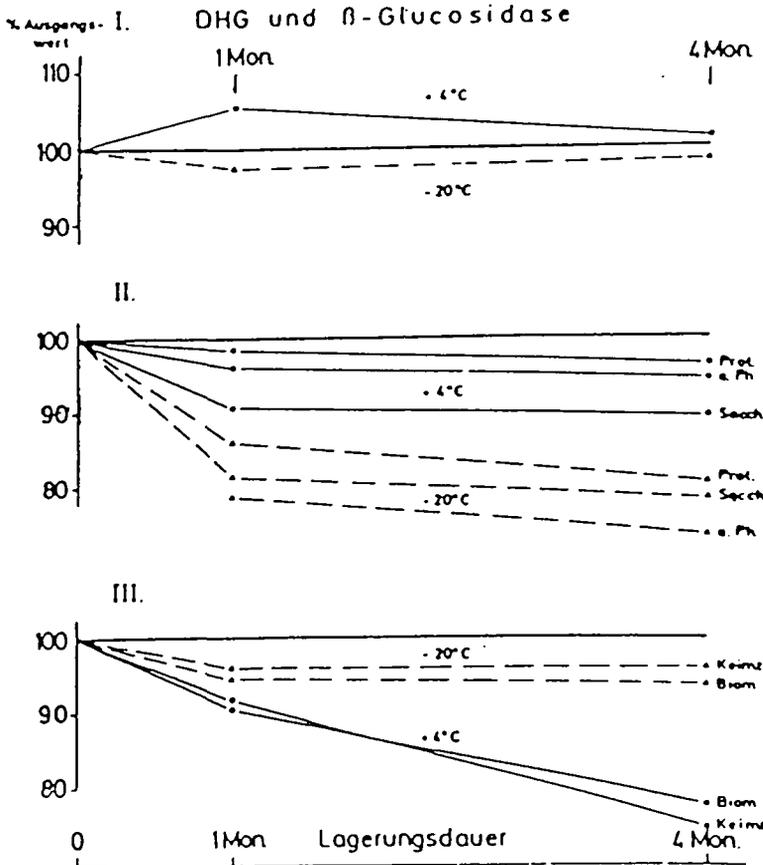


Abb. 15: Lagerungs- und Temperaturversuch aus BECK (1986).

8.2 Analysenmethoden

Die Bestimmung der Maximalen Wasserkapazität, des Wassergehaltes und der Trockensubstanz, der Mikrobiellen Biomasse und des Biomasse-Stickstoffs wurde aus SCHINNER et al. (1993) entnommen.

8.2.1 Bestimmung der maximalen Wasserkapazität

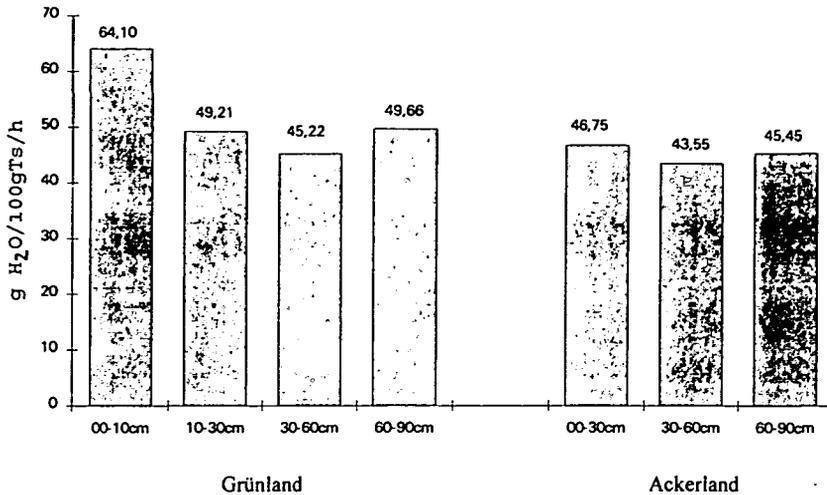


Abb. 16: Maximale Wasserkapazität in g H₂O/100gTS

Oft mußten Proben wegen zu hohen Wassergehaltes angetrocknet werden. Nach der Antrocknung hatte die feuchte Probe einen Wassergehalt zwischen und 10 und 20 % und konnte problemlos gesiebt werden. Der Wassergehalt von 10-20 % entspricht einer maximalen Wasserkapazität von 50-60 %, die bei bodenbio-biochemischen Analysen von feuchten Proben empfohlen wird (ÖHLINGER 1988).

Analysengang:

50,0 g naturfeuchtes und gesiebtetes Bodenmaterial werden in Kunststoffzylinder mit einem Durchmesser von 3 cm eingewogen. Die Zylinder sind auf der einen Seite offen, auf der anderen Seite sind sie mit einem feinmaschigen Gewebe verschlossen. Die mit Boden gefüllten Zylinder werden 1 Stunde in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gestellt, wobei der Flüssigkeitsspiegel ungefähr bis zur Schütthöhe des Bodenmaterials reichen sollte. Danach werden die Zylinder für 3 Stunden auf das vorbereitete Sandbad mit 10 cm Schütthöhe gestellt. Dabei wird das Überschußwasser mit einer definierten Saugspannung abgesaugt und das maximale Wasserhaltevermögen durch Wägung bestimmt.

8.2.2 Bestimmung des Wassergehaltes und der Trockensubstanz

Analysengang:

20 g naturfeuchter und gesiebter Boden werden in Porzellanschalen eingewogen und im Trockenschrank bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend werden die Schalen in einen Exikator zum Auskühlen gestellt und gewogen. Der Wassergehalt und die Trockensubstanz in Prozent lassen sich aus der Gewichtsdiffrenz bestimmen.

8.2.3 Mikrobielle Biomasse

Die Bestimmung der mikrobiellen Biomasse im Boden als einheitliches Kompartiment ist wichtig, um die Flüsse von Energie und Material durch die Mikroorganismenpopulation im Boden prinzipiell zu erkennen. Um ein völliges Verständnis dafür zu bekommen muß man die Aufgaben der verschiedenen Gruppen von Bodenmikroorganismen separat betrachten und das richtige Analysenverfahren anwenden (DOMSCH et al. 1979). Vor allem sind auch Interaktionen untereinander und zu größeren bodenbewohnenden Tieren und Pflanzenwurzeln zu berücksichtigen (JENKINSON und LADD 1981).

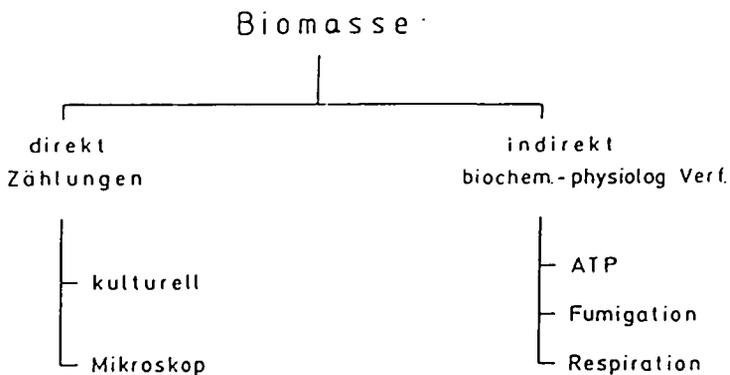


Abb. 17: Möglichkeiten der Biomasse-Bestimmung nach BECK (1986)

Die mikrobiellen Biomassebestimmungen informieren über die Gesamtheit der stoffwechselaktiven Mikroben unterschiedlichster systematischer Zugehörigkeit.

Keimzahlbestimmungen (Abb. 17) mittels kulturtechnischer Methoden erfassen wegen des häufigen Auftretens von Zellaggregaten, wegen der unterschiedlich starken Adsorption der Organismen an Bodenpartikel und wegen des Unvermögens vieler Bodenorganismen auf den verwendeten Kulturmedien zu wachsen, nur einen kleinen Anteil an der tatsächlichen mikrobiellen Biomasse. Die direkten mikroskopischen Keimzahlbestimmungen erlauben nicht die Unterscheidung zwischen toter und lebender Biomasse, abgesehen davon, daß ihr genauer Nachweis große methodische Schwierigkeiten bereitet.

Laut mathematischer Analysen sollen sich immer nur 2-30 % der gesamten Biomasse in einem aktiven Zustand befinden. Nicht zuletzt deswegen, sondern auch weil sie besser reproduzierbar sind, sind physiologische Methoden vor allem für Vergleichsuntersuchungen gut geeignet. Die Umrechnung der Meßgrößen auf Biomassegewichte darf aber nicht ohne Vorbehalte erfolgen (SCHINNER 1993).

Die hier angewandte Bestimmung erfolgte aus labortechnischen Gründen mittels substratinduzierter Respiration (SIR) im ISER- MEYER-Ansatz nach ANDERSON und DOMSCH (1978) wobei anstatt der Nylonsäckchen Petrischalen in Weckgläser eingehängt wurden.

Analysengang:

100 g naturfeuchter Boden werden mit 400 mg Glucose gut gemischt. Je 20 g Boden werden in 4 Zentrifugenröhrchen oder Nylonsäckchen gegeben, und die Proben wurden so 2 Stunden bei Raumtemperatur stehen gelassen. Anschließend werden die Proben in mit 20 ml 0,1 M Natronlauge gefüllte Schottflaschen gehängt. Diese werden verschlossen und 4 Stunden bei 22° C bebrütet, parallel dazu werden 4 Blindproben mitgeführt.

Nach der Bebrütung werden die Bodenproben sofort aus den Flaschen entfernt, das absorbierte Kohlendioxid wird durch Zusatz von 2ml 0,5 M Bariumchloridlösung als Bariumcarbonat ausgefällt. Die unverbrauchte Natronlauge wird nach Zugabe von 3-4 Tropfen Indikatorlösung (Phenolphthalein) mit einer 0,1 M Salzsäure titriert.

$$\text{Berechnung: } \frac{(\text{BW-VP}) \cdot 2,2 \cdot 100 \cdot 100}{4 \cdot \text{EW} \cdot \% \text{TS}} = \text{mg CO}_2 \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{TS} \cdot \text{h}^{-1}$$

BW	Mittlerer HCl-Verbrauch für die Blindwerte (ml)
VP	Mittlerer HCl-Verbrauch für die Vollproben (ml)
2,2	Faktor: 1 ml 0,1ml M HCl entspricht 2,2 mg CO ₂ .
100	Umrechnung auf 100 g TS
4	Inkubationsdauer in Stunden
EW	Bodeneinwaage in g
100. % ⁻¹ TS	Trockensubstanzfaktor

Durch Kalibrierung dieser Methoden mit der Fumigations-Inkubations-Methode (JENKINSON und POWLSON 1976) kann auf mg Biomasse-C umgerechnet werden.

Bei einem Respirationskoeffizienten von 1,0 gilt:

1mg CO₂ · 100g⁻¹TS · h⁻¹ entspricht 20,6 mg Biomasse-C · 100 g⁻¹TS.

Bei sehr ausgeglichenen Verhältnissen im Boden ist es zulässig, von der Atmung auf die mikrobielle Biomasse umzurechnen. Im Prinzip genügt die Angabe in mg CO₂/100gTS/h.

8.2.4 Biomasse-Stickstoff

Die Bestimmung des Biomasse-Stickstoffs erfolgte mit der Methode nach AMATO und LADD (1988), die von RÖSSNER (mündl. Mitteilung, Fuchsenbigl, Niederösterreich) modifiziert wurde und auf folgendem Prinzip beruht:

Der Aminosäure-Stickstoff (Abb. 18) der Filtrate wird mit Hilfe der Ninhydrin-Reaktion bestimmt. Aminosäuren geben mit Ninhydrin eine charakteristische blauviolette Farbreaktion, die zur kolorimetrischen Bestimmung von Aminosäuren verwendet werden kann. Die Aminosäure wird unter dem Einfluß von Ninhydrin zur jeweiligen Iminosäure oxidiert und diese dann hydrolytisch zu CO_2 , NH_3 und dem entsprechenden Aldehyd zerlegt. Das dabei reduzierte Ninhydrin kondensiert mit dem gebildeten NH_3 und einem weiteren Molekül Ninhydrin zu einem Farbstoffkomplex (CHRISTEN und VÖGTLE 1989).

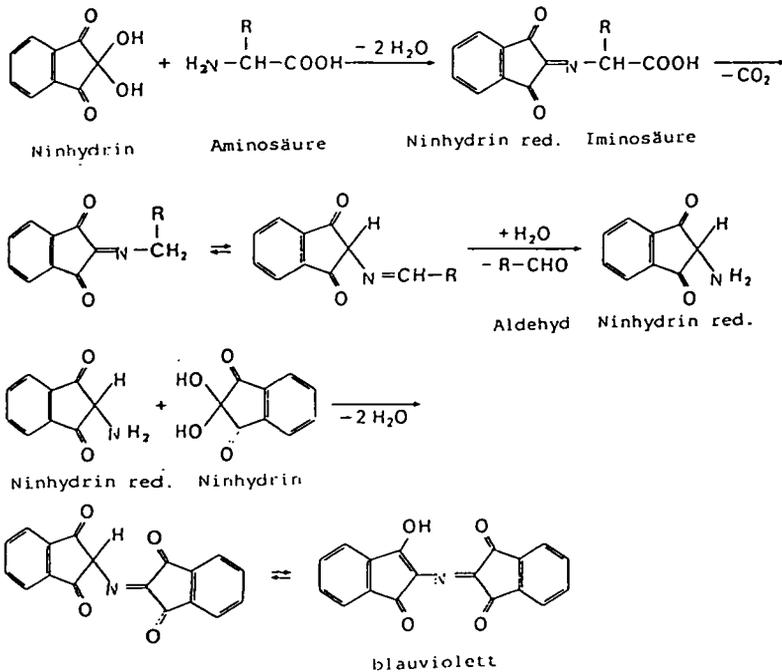


Abb. 18: Prinzip dieser Methode (aus: CHRISTEN und VÖGTLE 1989)

Analysengang:

Anstatt, wie üblich, den Boden mit Chloroform zu fumigieren werden 20 g eine Stunde bei 120°C autoklaviert. Danach wird der Boden im Verhältnis 1:5 mit 2 M Kaliumchloridlösung versetzt, 30 min geschüttelt und filtriert. 0,2-2 ml Filtrat (bei kleineren Filtratmengen als 2 ml wird mit dest. Wasser auf 2 ml ergänzt) werden in ein Reagenzglas mit 0,5 ml 0,4 M Natriumcitratlösung versetzt und gut gemischt. Anschließend werden 2 ml Reagenzmischung (25 ml dest. Wasser, 25 ml Natriumacetatpuffer, 50 ml Ninhydrinreagenz und 80 mg Zinnchlorid-Dihydrat) hinzugefügt und die Reagenzgläser für 30 Minuten in ein kochendes Wasserbad gestellt. Nach dem Abkühlen der Proben unter fließendem Wasser werden 5 ml 50 %iger Ethanol

zugesetzt. Die Proben werden geschüttelt und bei 570 nm gegen den Blindwert der Eichung photometrisch gemessen.

Aus der Eichkurve werden die μg ninhydrin-reaktiver Stickstoff im Ansatz gemessen.

Besonders wichtig bei diesem Verfahren ist, die Filter ständig auf ninhydrin-reaktiven Stickstoff zu prüfen. Dieser Filterleerwert kann bei manchen Filtern beachtliche Werte annehmen.

9. Statistik

9.1 Variationskoeffizient cv %

Will man Streuungen mehrerer Stichproben mit verschiedenen Mittelwerten vergleichen, so müssen dabei die unterschiedlich großen Mittelwerte berücksichtigt werden. Dies leistet der Variationskoeffizient, der in Prozenten das Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert ausdrückt.

$$cv \% = \frac{s}{x} \cdot 100$$

cv Variationskoeffizient in %

s Standardabweichung

x Arithmetisches Mittel

9.2 T-Test für unabhängige Stichproben

Dieser Test dient der Feststellung, ob die Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben signifikant, oder nur zufällig voneinander verschieden sind.

$$t = \frac{x - y}{SD} \cdot \frac{n1 \cdot n2}{n1 + n2} \quad SD = \frac{(n1-1)S_x^2 + (n2-2)S_y^2}{n1 + n2 - 2}$$

t = t-Wert (Ein Maß zur Unterschiedsfeststellung)

x, y = arithmetische Mittel der Stichproben x und y

n1 = Stichprobenumfang der Probe x

n2 = Stichprobenumfang der Probe y

SD = Standardabweichung

Für die Freiheitsgrade (f) gilt: $n1 + n2 - 2$

Der errechnete t_{vers} -Wert wird nun mit dem t_{tab} -Wert der sogenannten t-Tabelle bei einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (P) verglichen.

Es gilt:

$t_{\text{vers}} > t_{\text{tab}}$ Die beiden Mittelwerte sind signifikant voneinander verschieden.

$t_{\text{vers}} < t_{\text{tab}}$ Die beiden Mittelwerte sind rein zufällig voneinander verschieden.

9.3 Korrelationsanalyse

Die Korrelationsanalyse mit dem Korrelationskoeffizienten r sagt etwas aus über die Stärke des linearen Zusammenhangs von X und Y . Dabei bleibt allerdings offen, ob Y von X abhängt, ob X von Y abhängt, oder ob eine wechselseitige Beeinflussung zwischen X und Y besteht.

Wenn eine einseitige Abhängigkeit vorliegt, wenn also X die unabhängige und Y die abhängige Variable ist, sollte eine Regressionsanalyse vorgenommen werden (KÖHLER et al. 1984).

10. Ergebnisse und Diskussion

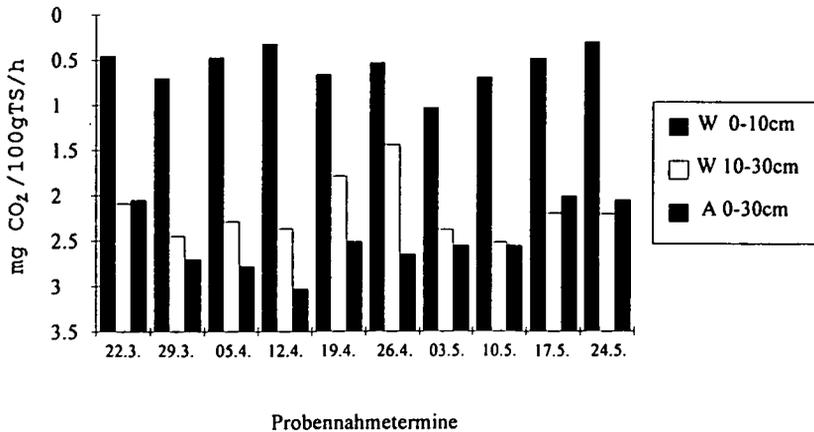


Abb. 19: Mikrobielle Biomasse in mg CO₂/100gTS/h (Frühling)

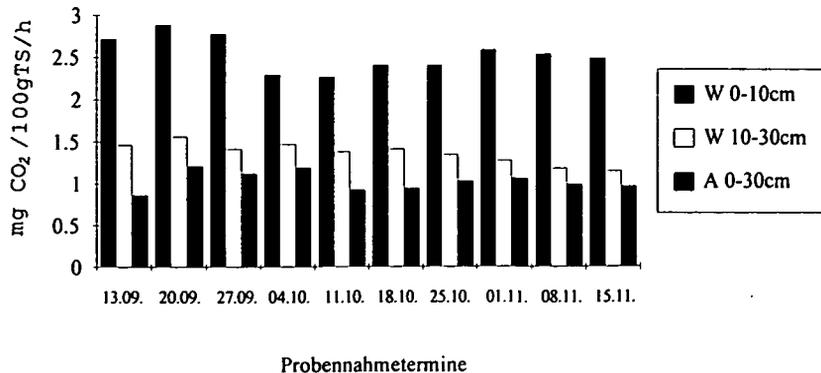


Abb. 20: Mikrobielle Biomasse in mg CO₂/100gTS/h (Herbst)

Tab. 4: Lage- und Streuungsparameter der mikrobiellen Biomasse in mg CO₂/100gTS/h

	W0-10 cm	W10-30 cm	W0-30 cm	A0-30 cm
Mittelwert x	2,76	1,34	4,08	1,02
Median Z	2,81	1,32	4,02	0,98
Min	2,27	0,98	3,58	0,47
Max } Streubereich	3,20	2,06	5,03	1,49
Varianz s ²	1,61	1,23	3,18	1,29
Standardabweich. s	0,28	0,24	0,39	0,25
Variationskoeff. cv %	10,14	17,91	9,55	24,51

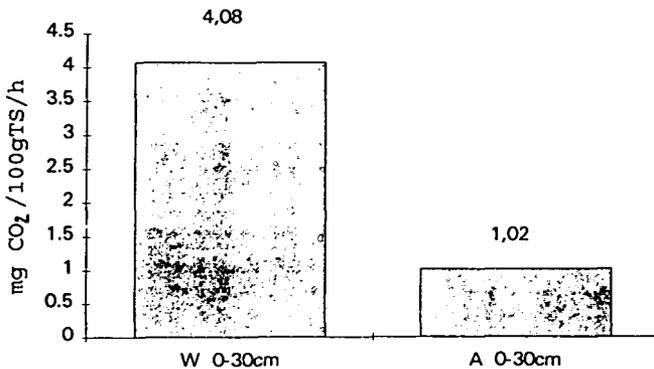


Abb. 21: Mittelwerte der mikrobiellen Biomasse

In den Abb. 19 und 20 sind die Verläufe der mikrobiellen Biomasse während der Versuchsdauer dargestellt. Tab. 4 zeigt die wichtigsten Lage- und Streuungsparameter, wobei die Mittelwerte zur besseren Darstellung in Abb. 21 graphisch gezeigt werden.

Den größten Einfluß auf die mikrobielle Biomasse hat die Bewirtschaftungsform, wobei die höchsten Biomassewerte die obersten 10 cm im Grünland mit einer Streuung von 2,27-3,20 mg CO₂/100gTS/h erreichen. Deutlich geringere Werte erreicht der Grünlandhorizont von 10-30 cm (Streuung von 0,98-2,06). Die Unterschiede der mikrobiellen Biomassen der beiden Grünlandhorizonte sind nur tendenziell feststellbar, aber doch relativ deutlich.

Die Biomassegehalte des gesamten Grünlandhorizontes von 0-30 cm (Streuung von 3,58-5,03) sind gegenüber den Biomasse-Gehalten des Ackerhorizontes von 0-30 cm (Streuung von 0,47-1,49) signifikant erhöht (Abb. 21, T-Test P<1 %).

Die Aktivitätswerte des Grünlandes (0-30 cm) sind im Mittel um den Faktor 4 höher als jene des Ackerlandes (0-30 cm). KANDELER und MURER (1993) stellten bei der Untersuchung von sechs landwirtschaftlich genutzten, kalkreichen Lockersedimentbraunerden stets in Grünlandböden eine statistisch nachweisbare höhere Stoffwechsellumsetzung fest als in Ackerböden. Verursacht wird dieser Rückgang in Ackerböden hauptsächlich durch die Abnahme der organischen Substanz.

Betrachtet man nun nur die Standardabweichungen $s_{w0-30} = 0,39$ und $S_{A0-30} = 0,25$, so erscheint die Streuung im Ackerhorizont kleiner als im Grünlandhorizont, das liegt aber nur an den durchschnittlich geringeren Aktivitätswerten, die auch eine kleinere durchschnittliche Abweichung zur Folge haben. Der Vergleich der Variationskoeffizienten $cv \%_{w0-30} = 9,55$ und $cv \%_{A0-30} = 24,51$ zeigt, daß in Wirklichkeit die Streuung im Ackerhorizont relativ größer ist. Die geringere Streuung der Grünlandböden ist durch die ganzjährig geschlossene Vegetationsdecke erklärbar, unter der sich die Bodenmikroflora relativ ungestört entwickeln kann. Das Umbrechen des Ackerhorizontes, verbunden mit Düngungen und Pflanzenschutzmaßnahmen, führen zu einer ständigen Störung des mikrobiellen Gleichgewichtes. Eine schützende Pflanzendecke ist hier nur periodisch vorhanden. Diese, durch die Bodenbearbeitung entstandenen Fluktuationen, spiegeln sich auch in einer größeren Streuung der Aktivitätswerte wider.

Für bodenbiologische Untersuchungen ist als Probenahmezeitpunkt nach KANDELER et al. (1993) das zeitige Frühjahr oder ein später Herbsttermin zu wählen, weil in diesem Zeitraum die mikrobielle Biomasse einen relativ einheitlichen Verlauf zeigt.

Eine Steigerung der Biomasse im Grünlandhorizont von 10-30 cm fällt mit der Gülledüngung am 23.4. zusammen. Allerdings beginnen auch die Temperaturen zu steigen, d. h. Temperatursteigerung und Gülledüngung addieren sich in ihrer positiven Wirkung auf die Aktivität der Bodenmikroflora. Anzeichen für die Beteiligung der Gülledüngung an der Aktivitätssteigerung ist der kurze andauernde Anstieg über die Aktivität der obersten 10 cm hinaus und dann ein Absinken auf ein gleichmäßiges Niveau. Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß sich die Aktivitätssteigerung im Grünland durch die Gülledüngung nur auf den Horizont von 10-30 cm beschränkt. In den obersten 10 cm erfolgt keine merkliche Aktivitätsänderung durch die Gülledüngung. KANDELER und EDER (1991) beschreiben den Haupteffekt einer optimalen Gülledüngung ebenfalls in der Intensivierung der mikrobiellen Biomasse.

Die Stallmistdüngung im Grünland und die Mineraldüngung im Acker zeigen keine direkt meßbaren Auswirkungen auf die Entwicklung der mikrobiellen Biomasse. Trotz des hohen Mineralstoffangebotes bei einer Mineraldüngung werden bodenbiologische Aktivitäten gegenüber organischen Düngungsvarianten stark reduziert (KANDELER et al., 1993)

Der Einfluß der Witterung auf die Aktivität der mikrobiellen Biomasse wirkt sich im Acker besonders deutlich, sichtbar am Aktivitätsrückgang bis zum 12.4., aus. Im Grünland hingegen ist dieser Einfluß nicht sichtbar.

Der Verlauf der Biomasse in den 3 Horizonten im Herbst ist noch einheitlicher als im Frühling. Im Acker zeigt die Gülledüngung ebensowenig Auswirkungen auf das Bodenleben wie die Saat von Leguminosen.

Die Ergebnisse der OBERÖSTERREICHISCHEN BODENZUSTANDSINVENTUR (1993) zeigen Streuungswerte der mikrobiellen Biomasse im Grünland (0-10 cm) von 2,16 bis

31,01 (März) bzw. 4,55 bis 24,56 mg CO₂/100g TS/h (Oktober). Der Streubereich im Untersuchungsgebiet Schwand bewegte sich im Grünland von 2,27 bis 3,20 mg CO₂/100gTS/h.

Im Ackerland (0-20 cm) streuten die Daten der Bodenzustandsinventur von 1,31 bis 14,8 mg CO₂/100gTS/h. Die Werte der Hochterrassenböden in Schwand streuten von 0,47 bis 1,49 mg CO₂/100g TS/h.

Dieser Vergleich zeigt, daß die Werte des Untersuchungsgebietes im unteren Bereich der Ergebnisse der Bodenzustandsinventur liegen. Aber auch ein Großteil der Ergebnisse der Zustandsinventur liegt in diesem unteren Bereich. Die große Schwankung beruht auf der Vielzahl der verschiedenen Böden, die untersucht wurden.

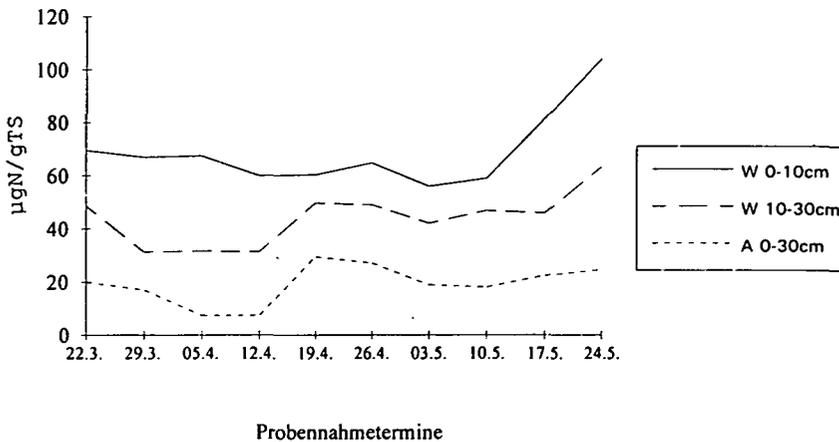


Abb. 22: Biomasse-Stickstoff angegeben in µg ninhydrinreaktiven Stickstoff/gTS (Frühling)

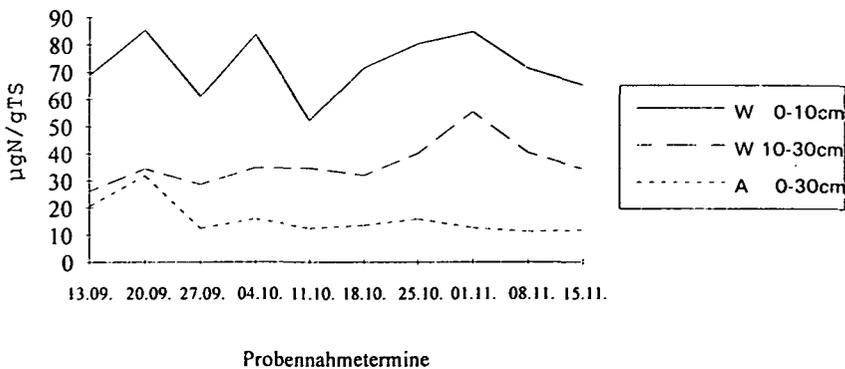


Abb. 23: Biomasse-Stickstoff (Herbst)

Tab. 5: Lage- und Streuungsparameter Biomasse-N in μg ninhydrin-reaktiven Stickstoff/gTS

	W0-10 cm	W10-30 cm	W0-30 cm	A0-30 cm
Mittelwert x	70,68	40,02	110,70	17,53
Median Z	68,15	37,44	107,96	16,51
Min	52,14	26,09	86,79	7,34
Max } Streubereich	104,38	63,40	167,78	31,94
Varianz s^2	159,26	97,42	368,26	47,61
Standardabweich. s	12,62	9,87	19,19	6,90
Variationskoeff. cv %	17,86	24,66	17,34	39,36

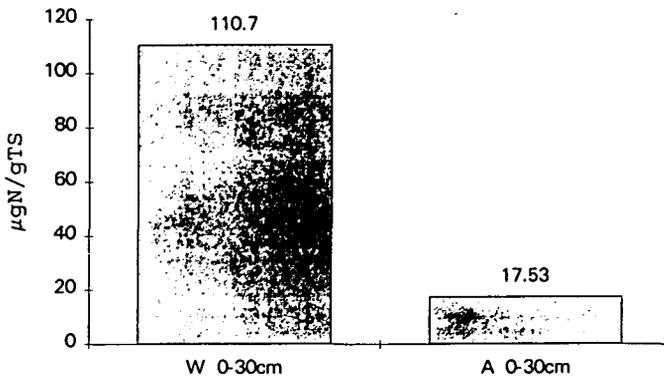
Abb. 24: Mittelwerte des Biomasse-Stickstoffs (in μg ninhydrin-reaktiver Stickstoff/gTS)

Abb. 22 und 23 zeigen nun die Werte des Biomasse-N angegeben in ninhydrin-reaktiven Stickstoff. Tab. 5 zeigt die wichtigsten Lage- und Streuungsparameter. Die Mittelwerte zwischen Acker- und Grünland sind in Abb. 24 graphisch dargestellt.

Beim Biomasse-N zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der mikrobiellen Biomasse. Den größten Einfluß auf die Gehalte übt die Bewirtschaftungsweise aus. Die obersten 10 cm im Grünland weisen die höchsten Werte (Streuung von 52,14-104,38 μg ninhydrin-reaktiven Stickstoff/gTS) auf, gefolgt vom Grünlandhorizont 10-30 cm mit einer Streuung von 26,09-63,40. Die niedrigsten Werte sind wiederum im Ackerhorizont (Streuung von 7,34-31,94) gemessen worden. Auch hier zeigt der Variationskoeffizient cv % im Gegensatz zur Standardabweichung eine geringere Streuung des Grünlandhorizontes von 0-30 cm gegenüber des Ackerhorizontes von 0-30 cm. Die tiefen Temperaturen wirken sich im Acker am stärksten aus. Die Werte des unteren Grünlandhorizontes lassen nur einen leichten Abfall erkennen. Die obersten 10 cm im Grünland zeigen einen vernachlässigbar kleinen Abfall der Biomasse-N Werte.

Die steigenden Temperaturen ab dem 12.4. führen zu einem merklichen Anstieg der Werte im Acker und im Grünlandhorizont von 10-30 cm.

Die deutliche Steigerung des Stickstoffs in der mikrobiellen Biomasse ab 10.5. in beiden Grünlandhorizonten ist möglicherweise auf die Gülledüngung vom 23.4. zurückführbar, da nach SCHERER et al., 1988 eine Gülledüngung im Grünland zu einer veränderten Stickstoffdynamik im gesamten durchwurzelten Raum führt.

Die Stallmistdüngung im Grünland und die Mineraldüngung im Acker zeigen keine unmittelbar zu messenden Auswirkungen auf den Biomasse-N.

Die Verteilung der Biomasse-N Werte auf die einzelnen Horizonte im Herbst zeigt keine gravierenden Veränderungen. Die Peaks am Beginn der Untersuchungen sind möglicherweise im Zusammenhang mit der Temperaturänderung zu sehen.

Aufgrund von Hinweisen in der Literatur, wonach prinzipiell Korrelationen zwischen dem Humusgehalt und der mikrobiellen Aktivität bestehen (BECK 1984b & 1986 und ÖHLINGER 1993) und in Anlehnung an das c_{mic}/C_{org} -Verhältnis wurden die durch die mikrobielle Biomasse freigesetzten $mg\ CO_2/100gTS/h$ zum Humusgehalt der Böden in Beziehung gesetzt und in den folgenden 2 Abbildungen (25 und 26) dargestellt. Der Humusgehalt kann deshalb als Bezugsbasis verwendet werden, weil er sich kurzfristig, d. h. für die Dauer der Untersuchung nicht ändert. In Abb. 25 ist der statistisch gesicherte Aktivitätsunterschied zwischen Acker- und Grünlandböden noch deutlicher sichtbar als in den oben gezeigten Abbildungen (Abb. 19 und 20). Beim Vergleich der beiden Grünlandhorizonte in Abb. 26 ist die Aktivitätssteigerung des unteren Grünlandhorizontes über die Aktivität der oberen 10 cm hinaus aufgrund der Gülledüngung sehr schön zu sehen. Die organischen Anteile verbunden mit einem gewissen Anteil wasserlöslicher Nährstoffe bieten den Bodenmikroorganismen den wichtigsten Lebensraum für ihre Aktivität.

Wird die mikrobielle Biomasse nur auf die Trockensubstanz (Abb. 19) bezogen, kommt diese eindeutige Aktivitätssteigerung nicht so deutlich zum Ausdruck.

Auffallend ist auch, daß im Herbst keine Aktivitätsunterschiede zwischen den beiden Grünlandhorizonten festgestellt wurden.

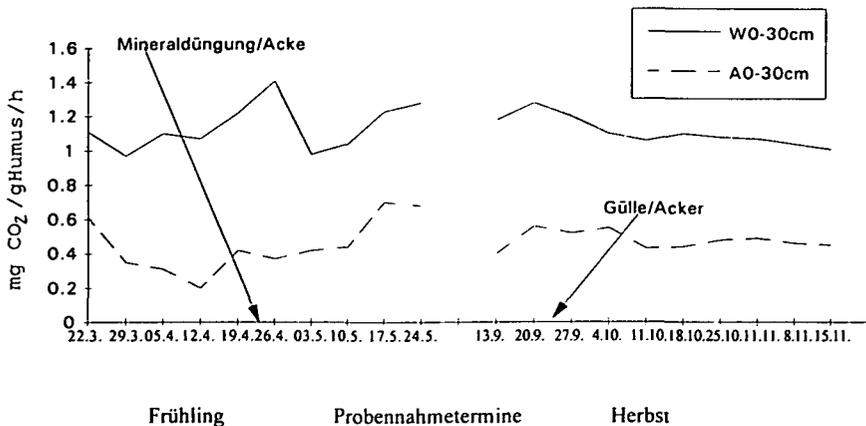


Abb. 25: $mg\ CO_2$ bezogen auf ein Gramm Humus (Vergleich von W 0-30 cm und A 0-30 cm)

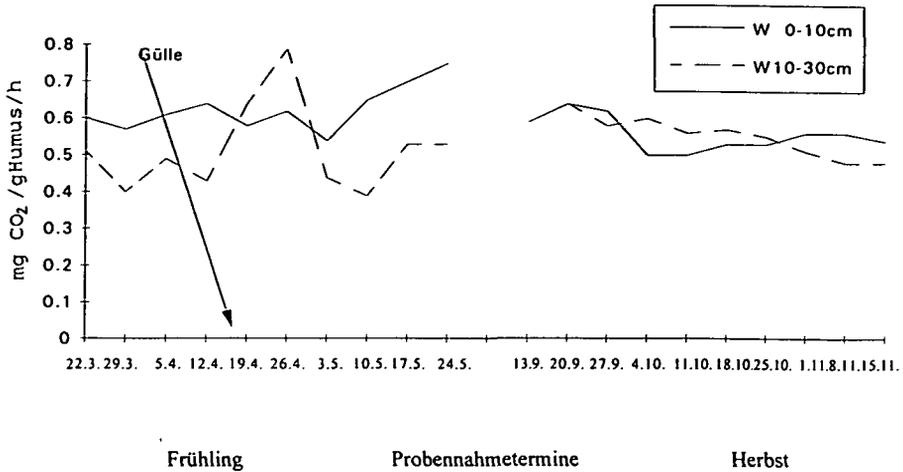


Abb. 26: mg CO₂ bezogen auf ein Gramm Humus (Vergleich von W 0-10 cm und W 10-30 cm)

Die sehr ähnlichen Verläufe von Biomasse-C und Biomasse-N in allen Untersuchungen ließen eine deutliche Korrelation der beiden Parameter erwarten. Diese Erwartungen konnten aber statistisch nicht abgesichert werden.

Die Abb. 28 bis 31 zeigen die Korrelationskoeffizienten. Sie zeigen zwar eine leichte Korrelation an, für konkrete Aussagen sind sie jedoch zu niedrig.

Stickstoff liegt im Boden in unterschiedlich gebundener Form vor (Abb. 27). Der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens besteht zum Großteil aus organisch gebundenem Stickstoff (POWLSON 1993). Dieser organisch gebundene Stickstoff besteht zum einen aus nicht hydrolysierbaren, d. h. weitgehend stabilen organischen Stickstoffverbindungen wie z. B. Humus (BOSSHART 1984). Zum anderen besteht er aus hydrolysierbaren organischen Verbindungen, die in definierte (alpha-Aminostickstoff, Amidstickstoff, Aminozuckerstickstoff) und nicht definierte organische Stickstoffverbindungen (in erster Linie ninhydrin-negative Aminosäuren) unterteilt werden.

Durch die Autoklavierung wird möglicherweise nicht nur der Stickstoff in der Biomasse, sondern auch organisch gebundener Stickstoff für die Ninhydrin-Reaktion aufgeschlossen. Dies verschiebt auch das Verhältnis der mikrobiellen Biomasse zum Biomasse-N.

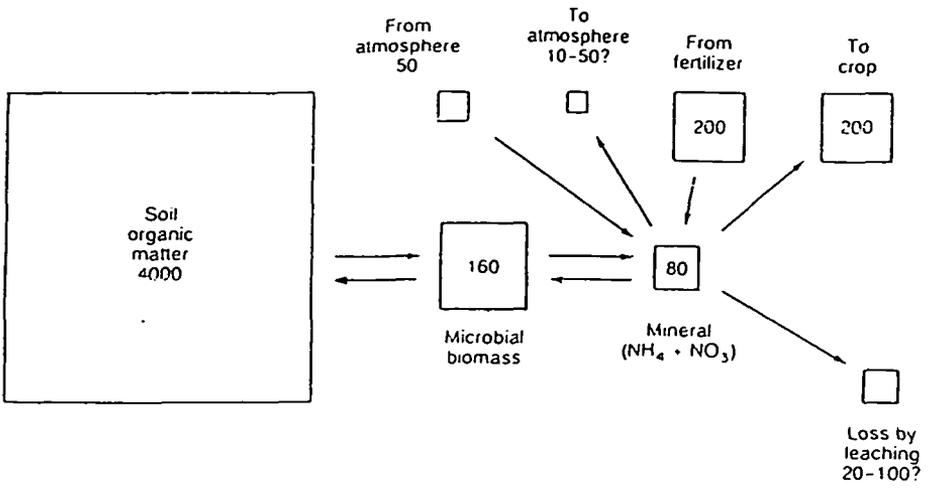


Abb. 27: Stickstoffverteilung im Boden nach POWLSON (1993). Angaben in kg/ha.

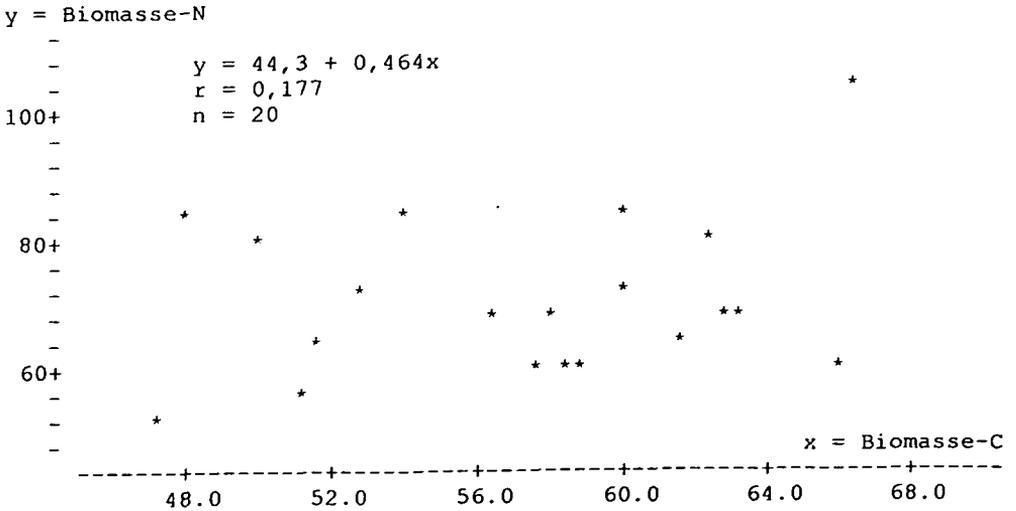


Abb. 28: Korrelation zwischen Biomasse-C und Biomasse-N (W 0-10 cm)

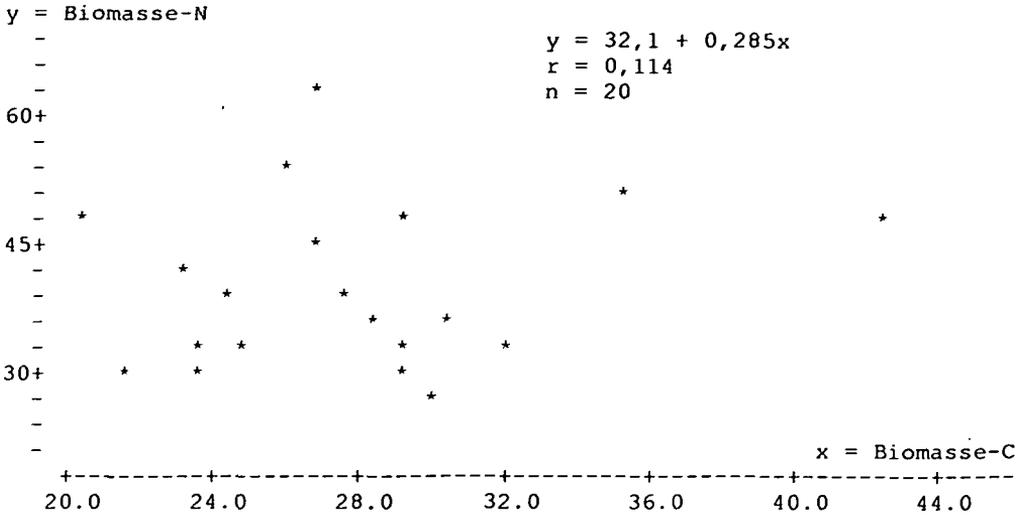


Abb. 29: Korrelation zwischen Biomasse-C und Biomasse-N (W 10-30 cm)

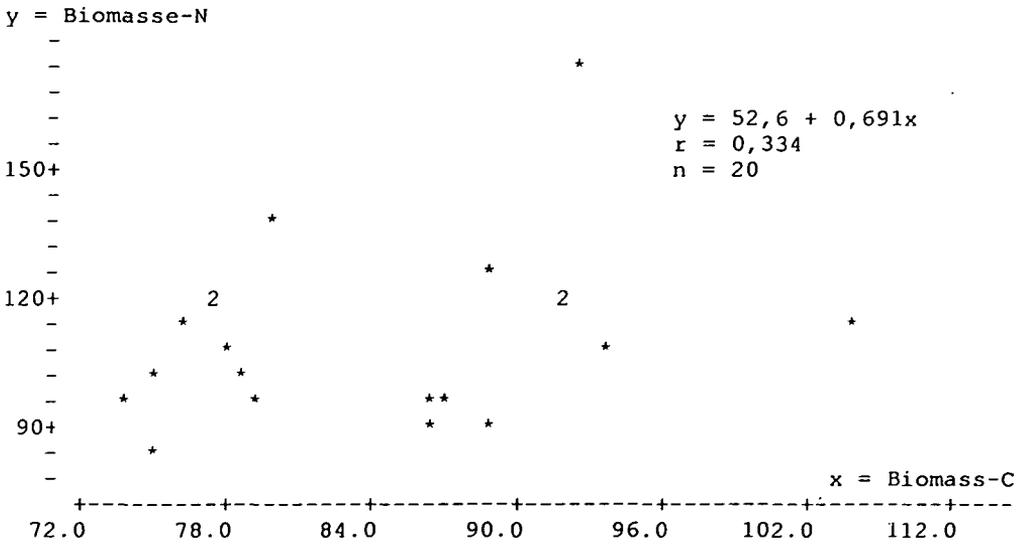


Abb. 30: Korrelation zwischen Biomasse-C und Biomasse-N (W 0-30 cm)

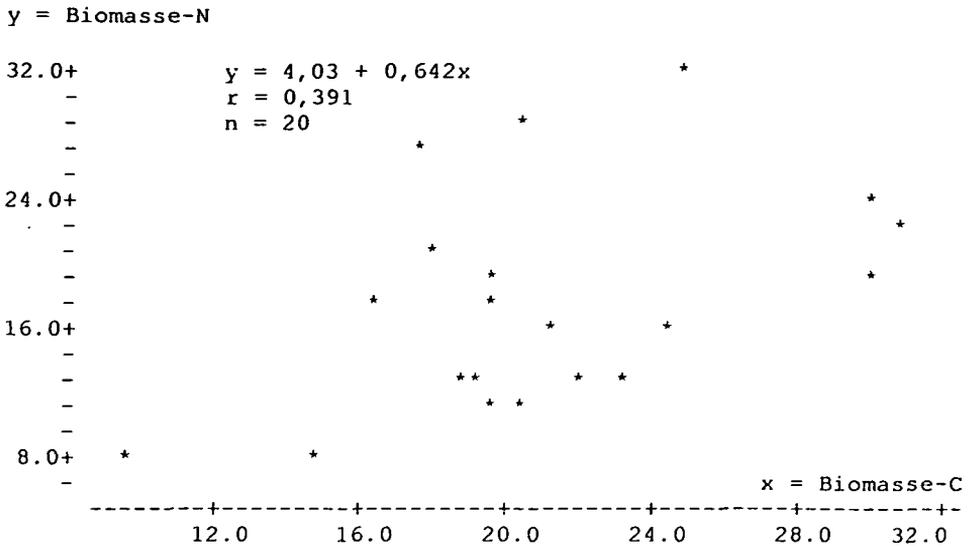


Abb. 31: Korrelation zwischen Biomasse-C und Biomasse-N (A 0-30 cm)

11. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vegetationskundlichen Untersuchungen im Jahre 1994 auf der Schwandner Hochterrasse zeigen in eindrucksvoller Weise die Auswirkungen einer intensiven Mähnutzung verbunden mit einer gemäßigten Düngung im Grünland und einer konventionellen Bewirtschaftung im Ackerland.

Der Pflanzenbestand fast aller Grünlandflächen wird vor allem von solchen Pflanzen gebildet, die eine gute Nährstoffversorgung anzeigen. Dabei ist für die schweren Böden der Hochterrasse die starke Verbreitung des winterfrostopfindlichen Italienischen Raygrases (*Lolium multiflorum*) besonders charakteristisch. Als weitere wichtige bestandesbildende Gräser sind der Wiesen-Fuchschwanz (*Alopecurus pratensis*), das Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), das Gemeine Rispengras (*Poa trivialis*), das Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*) und das Wollige Honiggras (*Holcus lanatus*) zu nennen. In diesem artenarmen, monoton aussehenden Gräsermeer spielen die Kräuter nur noch eine untergeordnete Rolle. Lediglich der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), die Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium* agg.), die Gemeine Kuhblume (*Taraxacum officinale* agg.) und der Weiß-Klee (*Trifolium repens*) fallen vor der ersten Blüte der Gräser ins Auge.

Der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), nachdem die nährstoffreichen Talwiesen benannt sind, fehlt weitgehend. Er kommt lediglich in 4 von 30 Aufnahmen vor. Aus diesem Grund können die Raygrasreichen Intensivgrünlandflächen der Hochterrasse als *Lolietum multiflorae* bezeichnet werden.

Das Bild der typischen Fettwiesen ändert sich nur an trockeneren, nährstoffärmeren Südhängen, die allerdings im Untersuchungsgebiet selten anzutreffen sind. Der Glatthafer ist hier regelmäßig zu

finden, gemeinsam mit Arten die trockene Verhältnisse anzeigen, wie: *Briza media*, *Luzula campestris* agg., *Campanula glomerata*, *Campanula patula* und *Leontodon hispidus*. Diese Artenausstattung kann als ein wärmeliebender, mäßig trockener oder wechsellückiger, zu den Halbtrocken- und Trockenrasen vermittelnder Flügel des Arrhenatheretums bezeichnet werden.

Bei der Untersuchung der Ackerunkräuter stellte sich heraus, daß einige wenige Arten mit einem hohen Deckungsgrad die intensiv bewirtschafteten Ackerflächen dominieren. Dies ergab sowohl die Analyse mit Hilfe der Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979) als auch mit den Ökologischen Gruppen nach ELLENBERG (1956). Zum Großteil sind dies Zeigerpflanzen für nährstoffreiche, basenarme, feuchte Lehmböden, wie: *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Cirsium arvense*, *Galinsoga ciliata* und *Echinochloa crus-galli*. Ein große Anzahl von Ackerunkräutern mit einer geringen Verbreitung und einem niedrigen Deckungsgrad kommt vor allem auf stark gestörten Standorten, wie Düngenaufbewahrungsstellen und dergleichen vor.

Die Dominanz einiger weniger Pflanzenarten mit einem hohen Deckungsgrad sowohl im Grünland als auch im Ackerland zeigt deutlich die intensive Bewirtschaftung der Böden und bestätigt die bodenökologischen Untersuchungen, deren Gehalte an Humus, Mikrobieller Biomasse und Biomasse-Stickstoff im Vergleich mit den Ergebnisse der Oberösterreichischen Bodenzustandsinventur im unteren Drittel liegen.

Im zweiten Teil dieser Diplomarbeit wurde versucht die Auswirkungen von Bewirtschaftung und Witterung auf bodenbiologische Aktivitäten in landwirtschaftlich genutzten Parabraunerdeböden zu erheben. Zu diesem Zweck wurden ausgewählte Acker- und Grünlandböden der Hochterrasse in Schwand im Innkreis im Innviertel im Frühling und im Herbst des Jahres 1993 auf die Gehalte an mikrobieller Biomasse und Biomasse-Stickstoff untersucht.

Die Bewirtschaftungsform beeinflusst die bodenbiologischen Aktivitäten am stärksten. Die Grünlandböden mit einer ganzjährig geschlossenen Vegetationsdecke, weisen signifikant höhere Werte der mikrobiellen Biomasse auf als Ackerböden. Die Mittelwerte betragen im Horizont A 0-30 = 1,02 und im Horizont W 0-30 = 4,08 mg CO₂/100gTS/h. Die mikrobielle Biomasse ist im Grünland gegenüber Ackerland um den Faktor 4 erhöht. Die Biomassewerte des obersten Grünlandhorizontes (x = 2,76) sind gegenüber dem Grünlandhorizont von 10-30 cm (x = 1,34) deutlich erhöht. Diese Erhöhung kann aber statistisch nicht abgesichert werden.

Die schonendere Bodennutzung des Grünlandes spiegelt sich auch in einer geringeren Streuung der Biomassewerte im Grünland (W 0-30 cm 3,58-5,03, cv % = 9,55) gegenüber den Werten im Acker (A 0-30 cm 0,47-1,49, cv % = 24,51) wider.

Tendenziell folgen die Biomasse-Stickstoff-Ergebnisse denen der mikrobiellen Biomasse. Die Mittelwerte des Grünlandhorizontes W0-30 cm (x = 110,7, ausgedrückt in µg ninhydrin-reaktiven Stickstoff/gTS) und des Ackerhorizontes A0-30 cm (x = 17,53) weisen einen signifikanten Unterschied auf. Die beiden Grünlandhorizonte (W0-10 cm und W10-30 cm) weisen tendenzielle Unterschiede auf. Die Streuung im Grünland (cv % = 17,34) ist ebenfalls geringer als im Ackerland (cv % = 39,36).

Die Gülledüngung am Grünland hat eine deutliche Aktivitätssteigerung der mikrobiellen Biomasse zur Folge. Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß sich diese Steigerung nur auf den Grünlandhorizont von 10-30 cm beschränkt. Die obersten 10 cm zeigen keine meßbaren Steigerungen. Die Veränderung der Stickstoffdynamik durch eine Gülledüngung wird durch einen Anstieg des

Biomasse-N ausgedrückt. Stallmistdüngung am Grünland, Mineral- und Gülledüngung am Acker zeigen keine unmittelbare Aktivitätssteigerungen.

Witterungseinflüsse haben im obersten Grünlandhorizont keine, im unteren Grünlandhorizont geringe, und im Acker starke Aktivitätssenkungen zur Folge.

Eine eindeutige Korrelation zwischen Biomasse-C und Biomasse-N ist nicht nachweisbar. Die Korrelationskoeffizienten zeigen zwar einen tendenziellen Zusammenhang, statistisch gesicherte Aussagen können aber nicht getroffen werden.

Die verwendeten Methoden sprechen recht gut auf Witterung und Düngung an. Sie bieten daher eine gute Möglichkeit, landwirtschaftlich und witterungsbedingte Änderungen des Bodenlebens darzustellen.

Die intensive Nutzung spiegelt sich einerseits in einer artenarmen Vegetation und andererseits in relativ niedrigen Aktivitätswerten der Bodenorganismen wider. Aus diesem Grund zeigt die Beurteilung der Hochterrasse in Schwand mit Hilfe vegetationskundlicher Daten und bodenbiologischer Parameter eine gute Übereinstimmung.

Dank

Mein besonderer Dank gilt Herrn Ass. Prof. Univ. -Doz. Dr. Walter Strobl für die Bereitstellung des Themas und die Möglichkeit zur Durchführung meiner Diplomarbeit, sowie für die vielen Anregungen bei der Interpretation der Ergebnisse. Gleichzeitig gilt mein Dank Herrn Dipl. -Ing., Dr. Richard Öhlinger vom Bundesamt für Agrarbiologie in Linz für die zahllosen, sehr aufschlußreichen Fachgespräche und für die hilfreichen Hinweise bei der Ausarbeitung des bodenbiologischen Abschnittes meiner Diplomarbeit. Für die chemische Analyse einer Charge meiner Bodenproben möchte ich mich beim Bundesamt für Agrarbiologie und seinen Mitarbeitern recht herzlich bedanken. Ein weiterer Dank gilt Herrn Ing. J. Bäck vom Bundesamt für Agrarbiologie Linz für die Erstellung des Bodenprofils und die Beschreibung des Bodentyps. Ein herzliches Dankeschön an Herrn Ass. Prof. Univ. -Doz. Dr. Thomas Peer für die Benützung von Laboreinrichtungen. Für die Hilfe bei der Ausarbeitung eines Analysenverfahrens sei Herrn Dr. Hugo Rößner ein herzlicher Dank ausgesprochen. Vielen Dank an Herrn Dipl. Ing. Schaur vom Amt der OÖ Landesregierung, Gewässerbezirk Braunau, für die Bereitstellung der Klimadaten des Untersuchungsgebietes.

12. Literatur

- ADLER W., OSWALD K. & R. FISCHER (1994): Exkursionsflora von Österreich. — 1175pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien.
- ALEF K., BECK T., ZELLES L. & D. KLEINER (1988): A comparison of methods to estimate microbial biomass and nitrogen-mineralisation in agricultural and grassland soils. — *Soil Biol Biochem* 20: 561-565.
- ALSING I. (1992) (Hrsg): Lexikon Landwirtschaft. — 703pp. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- AMATO M. & J.N. LADD (1988): Assay for microbial biomass based on ninhydrin-reactive nitrogen in extracts of fumigated soils. — *Soil Biol Biochem* 20/1: 107-114.

- AMBERGER A. (1982): Gülle - ein schlecht genutzter Dünger. — DLG-Mitteilungen 97/1: 78-80.
- ANDERSON J.P.E. & K.H. DOMSCH (1978): A physical method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. — *Soil Biol Biochem* 10: 215-221.
- BÄCK J. (1992): Mündliche Mitteilung, Agrarbiologie, Linz.
- BÄCK J., KASTNER A., STADLER A. & K. AICHBERGER (1993): Standorts- und Bodenbeschreibung. In: *Oberösterreichische Bodenzustandsinventur*. — 268pp. Hrsg. Amt der OÖ Landesregierung. Landesverlag Linz.
- BAREKZAI A. (1992): Die Problematik der Gölledüngung in der Landwirtschaft. — *Naturwissenschaften* 79: 57-461.
- BAUMGARTEN A. (1988): Die Beeinflussung der bodenbiologischen Aktivität durch saure Deposition. — 216pp. Diss. Univ. Wien.
- BECK T. (1983): Die Stickstoffmineralisierung von Böden im Laborbrutversuch. — *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 146: 243-252.
- BECK T. (1984a): Mikrobiologische und biochemische Charakterisierung landwirtschaftlich genutzter Böden. 1. Mitteilung: Die Ermittlung einer Bodenmikrobiologischen Kennzahl. — *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 147: 456-466.
- BECK T. (1984b): Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf bodenbiologische Eigenschaften und die Stabilität der organischen Substanz. — *Kalibriefe (Büntehof)* 17/5: 331-340.
- BECK T. (1986): Aussagekraft und Bedeutung enzymatischer und mikrobiologischer Methoden bei der Charakterisierung des Bodenlebens von landwirtschaftlichen Böden. — *Mitt d Österr Bodenkundlichen Ges* 33: 75-100.
- BECK T. (1991): Auswirkungen abgestufter Pflanzenbauintensitäten nach 15 jähriger Laufzeit auf wichtige bodenmikrobiologische Kennwerte. — *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 68: 361-366.
- BEYER L. (1990): Die Standortbewertung der biologischen Aktivität von Böden über Ermittlung der Bodenatmung und zellulytischen Aktivität im Feld. — *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 153: 261-269.
- BLASL S. (1994): OÖ. Bodenkataster-Bodenzustandsinventur. Teil 2: Allgemeine Bodenkennwerte und Nährstoffzustand. — *Der Bauer* 51/8: 6-7.
- BOGUSLAWSKI E. von (1988): Die Wirkung der zeitlichen Verteilung der Stallmistdüngung auf die Ertragsbildung und Faktoren der Bodenfruchtbarkeit. — *VDLUFA-Schriftenreihe* 27: 171.
- BOSSHART U. (1984): Einfluß der Stickstoffdüngung und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweise auf die Nitratauswaschung ins Grundwasser. — 134pp. Diss. der Univesität des Landes Hessen an der Gesamthochschule Kassel.
- BRUCKER G. & D. KALUSCHE (1990): *Boden und Umwelt*. — 260pp. Verlag Quelle und Meyer, Heidelberg.
- CHRISTEN H.R. & F. VÖGTLE (1989): *Grundlagen der organischen Chemie* — 852pp. Otto Salle Verlag, Frankfurt und Verlag Sauerländer, Aarau Frankfurt am Main und Salzburg.
- DIERCKS R. (1986): *Alternativen im Landbau*. — 375pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- DIETL W. & J. LEHMANN (1975): Standort und Bewirtschaftung der Italienisch-Raygras-Matten. — Mitt Schweiz Landwirt 10: 185-194.
- DOMSCH K.H. (1985): Funktionen und Belastbarkeit des Bodens aus der Sicht der Bodenmikrobiologie. — 67pp. Verlag Kohlhammer, Stuttgart.
- DOMSCH K.H., BECK T., ANDERSON J.P.E., SÖDERSTRÖM B., PARKINSON D. & G. TROLLDENIER (1979): A comparison of methods for soil microbial population and biomass studies. — Z. Pflanzenemähr. Bodenk. 142: 520-533.
- DORAN J.W. (1987): Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. — Biol Fertil Soils 5: 68-75.
- DUNGER W. & H.J. FIEDLER (1989): Methoden in der Bodenbiologie. — 432pp. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- DUTZLER-F.G. (1977): Beziehungen zwischen der Enzymaktivität verschiedener Bodentypen, der mikrobiellen Aktivität, der Wurzelmasse und einigen Klimafaktoren. — Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 140: 351-374.
- EHRENDORFER F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — 318pp. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart.
- ELLENBERG H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. — 136pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. In WALTER H. (Hrsg.): Einführung in die Phytologie. Band 4.
- ELLENBERG H. (1979): Zeigerpflanzen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Scripta Geobot. 9/2. Auflage. Göttingen.
- ELLENBERG H. (1982): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. — 989pp. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ELLMAUER T. & L. MUCINA (1993): Molinio-Arrhenatheretea. In: GRABHERR (Hrsg) Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1: Anthropogene Vegetation. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- FRANCE H.R. (1981) Neuauflage: Das Leben im Boden - Das Edaphon. — 200pp. Verlag Deukalion, Holm, Holstein.
- FRANZ G. (1973): Der jahreszeitliche Wechsel des Mikrobenbesatzes zweier Pseudogleye mit unterschiedlichem Wasserhaushalt. — Pedobiologia 13: 376-385.
- FRITSCH C. 1888): Beiträge zur Flora von Salzburg. — Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 38: 75-90.
- FRITSCH C. 1891): Beiträge zur Flora von Salzburg. — Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 41: 741-750.
- GOLAFRA F. (1989): Der Einfluß verschiedener Formen der organischen Düngung in Kombination mit mineralischer Düngung auf die Ertragsbildung und Bodenfruchtbarkeit. — 117pp. Diss., Univ. Gießen.
- GÖRLITZ H. & F. ASMUS (1991): Stickstoffdynamik und -wirkung von Stallmist- und Gülle Düngung auf diluvialen sandigen Böden. — VDLUFA-Schriftenreihe, Kongreßband 33: 164-169.
- HEGI G. (1965): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 2. Auflage. Bd I — 528 ff. Carl Hanser Verlag, München.

- HIMMELBAUER H. & E. SCHAUR (1992): Wasser und Gewässer. In: Bezirksbuch Braunau am Inn. — Moserbauer Druck- und Verlagsgesellschaft, Mattighofen.
- HOFMEISTER H. & E. GARVE (1986): Lebensraum Acker. — 272pp. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- HOLZNER W. (1981): Ackerunkräuter. Bestimmung, Verbreitung, Biologie und Ökologie. — 191pp. Leopold Stocker Verlag, Graz und Stuttgart.
- HÜGIN H. & G. HÜGIN (1994): *Veronica opaca* in Mitteleuropa - Erkennungsmerkmale, Verbreitung und standörtliches Verhalten. — *Flora* **189**: 7-36.
- HUNDT R. (1958): Beiträge zur Wiesenvegetation Mitteleuropas. *Nova Acta Leopoldina* — Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher. Band 20, Nr. **135**: 31-81.
- JENKINSON D.S. & J.N. LADD (1981): Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: *Soil Biochemistry* Vol 5, 415-473. Edited by E. A. Paul und J. N. Ladd. — Verlag Marcel Decker New York .
- JENKINSON D.S. & D.S. POWLSON (1976): The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. — *Soil Biol Biochem* **8**: 209-213.
- KAISER E.A. & O. HEINEMEYER (1993): Seasonal variations of soil microbial biomass carbon within the plough layer. — *Soil Biol Biochem* **25**: 1649- 1655.
- KANDELER E. & G. EDER (1991): Gülledüngung im Dauergrünland und ihre Wirkung auf Bodenbiologie und Stickstoffaustrag. — *VDLUFA-Schriftenreihe, Kongreßband* **33**: 257-261.
- KANDELER E., MARGESIN R., ÖHLINGER R. & F. SCHINNER (1993): Bodenbiologisches Monitoring - Vorschläge für eine Bodenzustandsinventur. — *Die Bodenkultur, Journal für landwirtschaftliche Forschung* **44/4**: 357-377.
- KANDELER E. & E. MURER (1993): Aggregate stability and soil microbial processes in a soil under different cultivation. In: BRUSSARD L. & M.I. KOISTRA (eds.): *Int. Workshop on Methods of Research on Soil Structure/Soil Biota Interrelationships*. — *Geoderma* **56**: 503-513.
- KINZEL H. (1977): Grundlagen der Stoffwechselphysiologie. — 276pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KLAPP E., BOEKER P., KÖNIG F. & A. STÄHLIN (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. — *Das Grünland* **2/5**: 38-40. Verlag M. & H. Schaper, Hannover.
- KÖHLER W., SCHACHTEL G. & P. VOLESKE (1984): Biometrie. Einführung in die Statistik für Biologen und Agrarwissenschaftler. — 255pp. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio.
- KRISAI R. (1992): Die Pflanzendecke. In: Bezirksbuch Braunau am Inn. — 466pp. Moserbauer Druck- und Verlagsgesellschaft, Mattighofen.
- KRISAI R. (1993): Bachauen und Talwiesen im Vorland des Kobernausserwaldes in Oberösterreich. — *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* **1**: 29-45.
- KUNTZE H. (1984): Zur Stickstoff-Dynamik in landwirtschaftlich genutzten Böden. In : Nitrat ein Problem für unsere Trinkwasserversorgung. Seiten 25-37. DLG-Verlag.
- LEWICKI W. & G.E. SIEBENEICHER (1989) (Hrsg.): Justus von Liebig, Boden Ernährung Leben, Texte aus vier Jahreszeiten. — 222pp. Verlag Edition Siebeneicher, Stuttgart.

- LÖHR L. (1992): Faustzahlen für den Landwirt. — 319pp. Leopold Stocker Verlag, Graz und Stuttgart.
- LOUB W. & G. HAYBACH (1967): Jahreszyklische Beobachtungen der Mikroflora und Mikrofauna von Böden im südlichen Wienerwald. — *Rev Ecol Biol Sol* IV/1: 59-80.
- LUF A OLDENBURG (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. — Herausgeber Hydro Agri Dülmen. 615pp. Verlagsunion Agrar.
- LYNCH J.M. & L.M. PAINTING (1980): Cultivation and the soil biomass. — *Soil Biol Biochem* 12: 29-33.
- LYNCH J.M. & L.M. PAINTING (1982): Effects of season, cultivation and nitrogen fertilizer on the size of the soil microbial biomass. — *J. Sci. Food Agric* 33: 249-252.
- MÜLLER G. (1965): Bodenbiologie. — 842pp. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- OBERDORFER E. (1983): Süddeutsche Pflanzengemeinschaften Teil III. 455pp. 2. Auflage. Verlag G. Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. — 1051pp. 5. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- OBERÖSTERREICHISCHE BODENZUSTANDSINVENTUR (1993): — 268pp. Hrsg: Amt der OÖ. Landesregierung. Landesverlag Linz.
- ÖHLINGER R. (1986): Der Einsatz enzymatischer Methoden am Beispiel eines Grünlanddüngungsversuches. — *Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges.* 33: 135-163.
- ÖHLINGER R. (1988): Zur mikrobiologisch-biochemischen Untersuchung von Böden: Der Einfluß von landwirtschaftlichen Kulturmaßnahmen, Siedlungsabfällen und sauren Niederschlägen auf die biologische Aktivität von Böden im Freiland- und Gefäßversuch. — 173pp. Diss. TU Wien.
- ÖHLINGER R. (1993): Mikrobiologische Aktivität. In: Oberösterreichische Bodenzustandsinventur. — 268pp. Hrsg. Amt der OÖ. Landesregierung. Landesverlag Linz.
- ÖMV-CHEMIE (1993): Pflanzenernährung und Pflanzenschutz im Ackerbau. — 48pp. Agrolinz Agrarchemikalien GmbH Linz.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG (1979): Kartierungsbereich Braunau am Inn, Oberösterreich, KB 56. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- PILS G. (1994): Die Wiesen Oberösterreichs. — 355pp. Herausgeber: Forschungsinstitut für Umweltinformatik. Naturschutzabteilung des Landes OÖ. Druck Steurer Linz.
- POWLSON D.S., HART P.B.S., POULTON P.R. & A.E. JOHNSTON (1992): Influence of soil type, crop management and weather on the recovery of N-15-labeled fertilizer applied to winter wheat in spring. — *J. Agr. Sci.* 118: 83-100.
- POWLSON D.S. (1993): Understanding the soil nitrogen cycle. — *Soil Use Manage.* 9: 86-94.
- REHDER H. (1965): Die Klimatypen der Alpenkarte im Klimadiagramm- Weltatlas und ihre Beziehungen zur Vegetation. — *Flora B* 156: 78-93.
- REICHERT W. (1990): Geschichte der Bauernarbeit. — *Landtechnische Schriftenreihe* 174.
- RHANO P., AKSEL M. & H. RUS (1978): Seasonal dynamics of the number of soil microorganisms. — *Pedobiologia* 18: 279-288.

- RIES CH. (1992): Überblick über die Ackerunkrautvegetation Österreichs und ihre Entwicklung in neuerer Zeit. — 177pp. Dissertationes Botanicae 187. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin und Stuttgart.
- RITZBERGER E. (1904): Prodrum einer Flora von Oberösterreich. — Verein für Naturkunde Linz. 33. Jahresbericht.
- RÖSSNER H. (1993): Mündliche Mitteilung, Fuchsenbigl, Niederöster.
- SCHARPENSEEL H.W., M. WURZER, J. FREYTAG & H.U. NEUE (1984): Biotisch und abiotisch gesteuerter Abbau organischer Substanz im Boden. — Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 147: 502-516.
- SCHAUFLER H. (1992): Unsere Landwirtschaft. In: Bezirksbuch Braunau am Inn. — Moserbauer Druck- und Verlagsgesellschaft, Mattighofen.
- SCHAEFFER F. & P. SCHACHTSCHABEL (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. — 491pp. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHERER H.W., W. WERNER & A. KOHL (1988): Einfluß langjähriger Gülledüngung auf den Nährstoffhaushalt des Bodens. 1. Mitteilung: Stickstoffakkumulation und Stickstoffnachlieferungsvermögen. — Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 151: 57-61.
- SCHINNER F. (1986): Die Bedeutung der Mikroorganismen im Boden. — Mitt d Österr Bodenkundlichen Ges 33: 15- 41.
- SCHINNER F., ÖHLINGER R., KANDELER E. & R. MARGESIN (1993): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. — 389pp. Springer Verlag, Berlin.
- SCHUBERT R. (1966): Die Ackerunkrautvegetation Mitteldeutschlands. Berichte der Dt. Botanischen Gesellschaft 79: 49-52.
- SEKERA M. (1984): Gesunder und kranker Boden. — 100pp. Leopold Stocker Verlag, Graz.
- SMITH J. L., B. L. MCNEAL & H. H. CHENG (1985): Estimation of soil microbial biomass: An analysis of the respiratory response of soils. — Soil Biol Biochem 17: 11-16.
- TROLLDENIER G. (1986): Einfluß von Kulturmaßnahmen auf das Bodenleben. — Kalibriefe (Büntehof) 18: 371-382.
- WALTER H. (1986): Allgemeine Geobotanik. — 274pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WALTER H. (1970): Vegetationszonen und Klima. — 244pp. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Mag. Johann RESCHENHOFER,
Schwand 59, 5134 Schwand, Austria.

13. Vegetationskundlicher Tabellenanhang

13.1 Soziologische Tabelle

Lolietum multiflorae DIETL und LEHMANN, 1975																																	
Laufende Nummer	15	18	28	23	22	4	13	27	9	1	6	10	21	16	3	2	11	12	17	14	7	24	26	20	5	8	19	25	29	30			
Aufnahmefläche in m²	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
Artenzahl	22	19	15	18	18	20	20	20	22	24	21	23	22	21	21	24	24	22	22	20	21	19	22	23	22	21	19	19	40	35			
Ass.-Char.																																	
<i>Galium album</i>			+				+	+		+							+	+		R										+	+	9	
<i>Arrhenatherum elatius</i>								R	+																					+	+	4	
Verb.-Char.																																	
<i>Crepis biennis</i>				+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														12	
<i>Pimpinella major</i>					R															R											+	+	4
<i>Campanula patula</i>																															+	+	2
Ord.Char.																																	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	
<i>Taraxacum officinale</i> agg.					1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	27	
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+	1	+	+	+	1	1	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	
<i>Heraclium sphondylium</i>				+	+	+	+						1	1	+	+	+	1	1	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+	21	
<i>Trisetum flavescens</i>										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					R	+					+	+	14	
<i>Carum carvi</i>																			R	+	+	+	+	+								6	
<i>Anthriscus sylvestris</i>																												R	+	+			5
<i>Lotus corniculatus</i>																													R	+		2	
<i>Knautia arvensis</i>																															+	+	2
<i>Avenochloa pubescens</i>																														+	+	2	
Kl.-Cha.																																	
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	+	+	+	29	
<i>Trifolium pratense</i>	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	29
<i>Holcus lanatus</i>	R	+	+	1	+	+	R		+	+	+	1	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	1	1	29	
<i>Ranunculus acris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27	
<i>Poa trivialis</i>	1	1		1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27	
<i>Poa pratensis</i>	+	1		+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	1		1	1	+	1	+	1	+	2	1	+	27	
<i>Cerastium holosteoides</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
<i>Festuca pratensis</i>	+						+	+	+	+	+	+	+	1	1																	9	
<i>Centaurea jacea</i>	R									+	R				+																+	6	
<i>Vicia cracca</i>	+										+					+															+	5	
<i>Leontodon hispidus</i>			1																											+	+	3	
Begl.																																	
<i>Lolium multiflorum</i>	2	1		3	1	3	1	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	1	3	2	2	1	1	1	2			27		
<i>Trifolium repens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	
<i>Ranunculus repens</i>	+	1	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	29	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	29	
<i>Bellis perennis</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
<i>Cardamine pratensis</i>	+	+		R	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+													+	+	R		18	
<i>Bromus hordeaceus</i>							+	+		+	+	+	+										1	+				+	+			14	
<i>Veronica arvensis</i>	+	+																													+	10	
<i>Silene dioica</i>		R																	R					R	+	R				+	7		
<i>Glechoma hederacea</i>		+				+																		R				+	+	+	+	7	
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.																							R							1	+	5	
<i>Vicia sepium</i>	+											+												R								4	
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.		+	+																												+	4	
<i>Veronica chamaedrys</i>					+																										+	+	3
<i>Rumex acetosella</i>						+																									+	3	
<i>Luzula campestris</i> agg.			1																											+	+	3	
<i>Briza media</i>			1																												+	+	3
<i>Ajuga reptans</i>										R																					+	+	3
<i>Saxifraga granulata</i>																															+	+	2
<i>Ficaria verna</i>			1																												+	+	2
<i>Campanula glomerata</i>																														+	+	2	

13.2 Ökologische Tabelle

Lolium multiflorae DIETL und LEHMANN, 1975																																
Laufende Nummer	25	4	23	16	13	21	2	27	12	24	14	7	3	9	19	26	5	6	11	15	20	10	17	22	1	18	8	28	29	30		
Aufnahmefläche in m ²	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
Artenzahl	19	20	18	21	20	22	24	20	22	19	20	21	21	22	19	22	22	21	24	22	23	23	22	21	24	19	21	15	40	35		
Nährstoffzeiger																																
Achillea millefolium agg. O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	
Plantago lanceolata KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	
Ranunculus repens B	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	29	
Trifolium pratense KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	29	
Holcus lanatus KI	2	+	1	+	R	+	1	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	R	+	1	+	+	+	+	+	+	1	29		
Alopecurus pratensis KI	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	+	29	
Lolium multiflorum B	2	3	3	2	1	1	1	4	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	27	
Taraxacum officinale agg. O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	27	
Poa trivialis KI	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	27	
Poa pratensis KI	+	+	+	1	1	1	+	+	1	1	1	+	1	+	1	+	+	+	1	+	1	1	1	1	1	1	1	2	1	+	27	
Ranunculus acris KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27	
Cerastium holosteoides KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
Bellis perennis B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
Dactylis glomerata O	+	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	
Heracleum sphondylium O	+	+	1	+	1	+	+	1	+	1	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	21	
Cardamine pratensis B	+	R	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	18	
Trisetum flavescens O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	
Crepis biennis V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	
Galium album A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	9	
Festuca pratensis KI	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	
Canum carvi O	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	
Centaurea jacea KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	6	
Anthriscus sylvestris O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	
Vicia cracca KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	
Vicia sepium B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	4	
Pimpinella major V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
Ajuga reptans B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
Ficaria verna B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	R	+	+	2	
Magerkeitszeiger																																
Briza media B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	3	
Luzula campestris agg. B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	3	
Leontodon hispidus KI	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	3	
Avenochloa pubescens O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Campanula patula V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Saxifraga granulata B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Campanula glomerata B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Knautia arvensis O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Indifferente Arten																																
Trifolium repens B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30
Anthoxanthum odoratum B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	29
Bromus hordeaceus B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
Veronica arvensis B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Silene dioica B	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	R	+	+	7
Glechoma hederacea B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
Leucanthemum vulgare agg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	1	+	5
Alchemilla vulgaris agg. B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
Arrhenatherum elatius A	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
Rumex acetosella B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
Veronica chamaedrys B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
Lotus corniculatus B	R	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Legende:																																
A = Assoziationscharakter																																
V = Verbandscharakter																																
O = Ordnungscharakter																																
KI = Klassencharakter																																
B = Begleiter																																

13.3 Liste der Aufnahmeorte mit den nicht in den Tabellen enthaltenen Arten

- 15: Siebenmaiern. Wiese neben Schlenkhofer. 25. 5.1993
- 18: Ginshöring. Ganwiese bei Hecke. 25. 5.1994
- 28: Schwand. Böschung von Pommerwiese. 29. 5.1994
- 23: Schwand. Wiese neben dem Lagerhaus. 28. 5.1994
- 22: Schwand. Wiese bei Speckner. 27. 5.1994
- 04: Schwand. Maiernwiese mit Obstbaumalle. 23. 5.1994
- 13: Schwand. Wiesenstreifen von Lechner. 23. 5.1994
- 27: Weilhart. Wiese links, in Richtung Ginshöring. 28. 5.1994
- 09: Schwand. Maiernwiese in Senke. 23. 5.1994
- 01: Schwand. Doktorwiese nahe Straße. 23. 5.1994
- 06: Schwand. Pommerwiese nahe dem Gießgraben. 23. 5.1994
- 10: Schwand. Hauswiese nahe Straße. 23. 5.1994
- 21: Schwand. Thallerwiese bei Thaller. 26. 5.1994
- 16: Siebenmaiern. Wiese bei Hargassner. 25. 5.1994
- 03: Schwand. Hauswiese bei Kramerbauer. 23. 5.1994
- 02: Schwand. Doktorwiese bei Kramerbauer. 23. 5.1994
- 11: Schwand. Wiese bei Kreuzung. Spitzwiese. 23. 5.1994
- 12: Siebenmaiern. Wiese von Jungwirt. 23. 5.1994
- 17: Ginshöring. Wiese neben Feldgehölz. 25. 5.1994
- 14: Siebenmaiern. Wiese am Oberhang von Richard. 25. 5.1994 + *Cynosurus cristatus*
- 07: Siebenmaiern. Eberlwiese neben der Pferdeweide. 23. 5.1994
- 24: Schwand. Maiernwiese in Richtung Rosental. 28. 5.1994
- 26: Weilhart. Wiese neben Wald bei Rimberger. 28. 5.1994
- 20: Schwand. Tahllerwiese bei Hecke. 26. 5.1994
- 05: Schwand. Pommerwiese nahe dem Feldweg. 23. 5.1994
- 08: Siebenmaiern. Jagerwiese oberhalb des Hanges. 23. 5.1994
- 19: Ginshöring. Ganwiese bei Gemeindestraße. 25. 5.1994
- 25: Schwand. Wiese bei Gröger Franz. 28. 5.1994
- 29: Siebenmaiern. Böschung beim Wegrand zum Hargassner.
26. 5.1994 + *Euphrasia rostkoviana*, + *Lychnis flos cuculi*, R *Lathyrus pratensis*,
+ *Equisetum arvense*, + *Galium pumilum*, + *Medicago lupulina*, R *Dianthus deltoides*
- 30: Siebenmaiern: Böschung von Kramerbauerwiese zum Gießgraben.
29. 5.1994 + *Pastinaca sativa*, + *Stellaria media*

13.4 Zeichenerklärung zu den Einteilungen der Zeigerwerte der Pflanzen (aus ELLENBERG 1979)

T = Temperaturzahl	R = Reaktionszahl
1 = Kältezeiger	1 = Starksäurezeiger
2 = zwischen 1 und 3	2 = zwischen 1 und 3
3 = Kühlezeiger	3 = Säurezeiger
4 = zwischen 3 und 5	4 = zwischen 3 und 5
5 = Mäßigwärmezeiger	5 = Mäßigsäurezeiger
6 = zwischen 5 und 7	6 = zwischen 5 und 7
7 = Wärmezeiger	7 = Schwachsäure-Schwachbasenzeiger
8 = zwischen 7 und 9	8 = zwischen 7 und 9
9 = extremer Wärmezeiger	9 = Basen- und Kalkzeiger
K = Kontinentalitätszahl	N = Stickstoffzahl
1 = euatlantisch	1 = stickstoffärmste Standorte
2 = atlantisch	2 = zwischen 1 und 3
3 = zwischen 2 und 4	3 = auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen
4 = subatlantisch	4 = zwischen 3 und 5
5 = intermediär	5 = mäßig stickstoffreich
6 = subkontinental	6 = zwischen 5 und 7
7 = zwischen 6 und 8	7 = auf stickstoffreichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen
8 = kontinental	8 = starker Stickstoffzeiger
9 = eukontinental	9 = stickstoffreichste Standort
F = Feuchtezahl	
1 = Starktrochniszeiger	6 = zwischen 5 und 7
2 = zwischen 1 und 3	7 = Feuchtezeiger
3 = Trochniszeiger	8 = zwischen 7 und 9
4 = zwischen 3 und 5	9 = Nässezeiger
5 = Frischezeiger	10 = Wechselwasserzeiger

13.5 Liste der allgemeinen Beschreibung der Ökologischen Gruppen nach ELLENBERG (1956), entnommen aus: HOFMEISTER und GARVE (1986).

I Zeiger für die Basenversorgung des Bodens

Kalkzeiger

1 Haftdolden-(*Caucalis platycarpos*)-Gruppe

Vorkommen auf basenreichen, nur mäßig mit Stickstoff versorgten, extrem warmen und trockenen, flachgründigen Kalkverwitterungsböden; besonders auf extensiv genutzten Flächen.

2 Rittersporn-(*Consolida regalis*)-Gruppe

Vorkommen wie die Haftdolden-Gruppe; aber auch auf tiefgründigere und stickstoffhaltigere Kalkböden übergreifend.

Kalkbevorzugende

3 Ackersenf-(*Sinapis arvensis*)-Gruppe

Vorkommen auf Böden schwach basischer bis schwach saurer Reaktion, mäßig bis guter Humus- und Stickstoffversorgung und mit ausgeglichenen Wasserhaushalt, besonders auf Lehm und Ton.

Säurebevorzugende

- 4 Kamillen-(*Matricaria chamomilla*)-Gruppe
Vorkommen auf karbonatfreien, schwach bis mäßig sauren, lehmigen Böden mit guter Nährstoffversorgung; bevorzugt auf frischen Standorten im subatlantisch getönten Klimabereich; auf staufeuchten Äckern oft besonders üppig entwickelt.
- 5 Sandmohn-(*Papaver argemone*)-Gruppe
Vorkommen auf schwach bis mäßig sauren Sand- und Lehmböden; bevorzugt auf warmen und trockenen Boden des kontinental getönten Klimabereichs.
- 6 Hederich-(*Raphanus raphanistrum*)-Gruppe
Vorkommen auf Böden mit schwach saurer bis saurer Reaktion; gegenüber der Basenversorgung anspruchsloser als Kamillen- und Sandmohn-Gruppe.

Säurezeiger

- 7 Knäuel-(*Scleranthus annuus*)-Gruppe
Vorkommen auf sauren bis stark sauren, nährstoffarmen Böden.
- 8 Lammkraut-(*Arnoseris minima*)-Gruppe
Vorkommen auf extrem sauren und nährstoffarmen Sand- und Gesteinsverwitterungsböden; bevorzugt unter atlantischen Klimabedingungen.

II Zeiger für eine gute Stickstoffversorgung auf basenreichen Böden

- 9 Erdrauch-(*Fumaria officinalis*)- Gruppe
Vorkommen auf nährstoff- und basenreichen Böden.
auf leicht erwärmbaren Böden
- 10 Bingelkraut-(*Mercurialis annua*)-Gruppe
Vorkommen auf stickstoffreichen und leicht erwärmbaren Böden mit schwach saurer bis alkalischer Reaktion und mit ausgeglichenen Wasserhaushalt; oft auf schwarzerdeartigen Böden.
- 11 Hühnerhirsen-(*Echinochloa crus-galli*)-Gruppe
Vorkommen auf stickstoffreichen und warmen Sand- und Lehmböden mit saurer bis neutraler Bodenreaktion; in Hackfruchtkulturen.
auf frischen bis feuchten Böden
- 12 Vielsamige Gänsefuß-(*Chenopodium polyspermum*)-Gruppe
Vorkommen auf stickstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Sand- und Lehmböden.
auf nahezu allen stickstoffreichen Böden
- 13 Vogelmieren-(*Stellaria media*)-Gruppe
Vorkommen auf gedüngten und gut mit Stickstoff versorgten Böden; gegenüber anderen Standortfaktoren indifferent.

III Zeiger für den Wasserhaushalt des Bodens

Krumenfeuchtezeiger

- 14 Sumpfruhrkraut-(*Gnaphalium uliginosum*)-Gruppe
Vorkommen auf krumenfeuchten, oberflächlich verdichteten Böden.

Staufeuchtezeiger

15 Kriechhahnenfuß-(*Ranunculus repens*)-Gruppe

Vorkommen auf wechselfeuchten und feuchten Böden mit oft mangelhafter Durchlüftung.

Feuchte- und Nächtezeiger

16 Sumpfkresse-(*Rorippa sylvestris*)-Gruppe

Vorkommen auf feuchten bis nassen, mehr oder weniger schlecht durchlüfteten, meist nährstoffreichen Böden; im Überflutungsbereich von Bächen und Flüssen.

-- indifferente Arten d. h. keiner Gruppe zuzuordnen, da die ökologische Amplitude zu weit ist oder der Verbreitungsschwerpunkt außerhalb der Äcker liegt.

14. Bodenökologische Tabellen

14. 1 Trockensubstanz und Wassergehalt (Frühling (1993))

Trockensubstanz in %

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 30-60 cm	W 60-90 cm	A 0-30 cm	A 30-60 cm	A 60-90 cm
22.3.1993	64,47	69,22	71,61	72,18	71,73	72,19	73,48
29.3.1993	66,81	71,76	73,29	73,71	73,25	76,69	75,02
5.4.1993	66,44	72,11	72,79	72,69	72,79	73,66	73,23
12.4.1993	66,11	71,59	73,03	72,85	73,22	73,61	73,28
19.4.1993	66,84	71,06	72,17	72,77	72,12	73,58	73,15
26.4.1993	69,07	73,03	73,75	74,17	73,97	74,05	74,71
3.5.1993	72,15	74,55	74,37	74,24	75,77	75,37	73,99
10.5.1993	75,92	76,41	76,24	74,48	79,51	77,18	74,61
17.5.1993	77,02	77,97	77,35	75,64	80,01	77,43	75,32
24.5.1993	77,27	77,72	77,78	74,94	80,03	76,66	75,06

Wassergehalt in %

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 30-60 cm	W 60-90 cm	A 0-30 cm	A 30-60 cm	A 60-90 cm
22.3.1993	35,53	30,78	28,39	27,82	28,27	27,81	26,52
29.3.1993	33,19	28,24	26,71	26,29	26,75	23,31	24,98
5.4.1993	33,56	27,89	27,21	27,31	27,21	26,34	26,77
12.4.1993	33,89	28,41	26,97	27,15	26,78	26,39	26,72
19.4.1993	33,16	28,94	27,83	27,23	27,88	26,42	26,85
26.4.1993	30,93	26,97	26,25	25,83	26,03	25,95	25,29
3.5.1993	27,85	25,45	25,63	25,76	24,33	24,63	26,01
10.5.1993	24,08	23,59	23,76	25,52	20,49	22,82	25,4
17.5.1993	22,98	22,03	22,65	24,36	19,99	22,57	24,68
24.5.1993	22,73	22,28	22,22	25,06	19,97	23,34	24,94

14.2 Trockensubstanz und Wassergehalt (Herbst (1993))**Trockensubstanz in %**

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 30-60 cm	W 60-90 cm	A 0-30 cm	A 30-60 cm	A 60-90 cm
13.9.1993	71,56	77,26	79,08	79,63	78,55	80,07	79,82
20.9.1993	73,57	78,04	78,61	79,44	78,54	80,81	79,62
27.9.1993	73,42	78,14	79,57	80,07	78,76	80,38	80,42
4.10.1993	72,23	77,19	79,13	79,81	78,55	79,73	79,61
11.10.1993	73,03	77,57	80,24	80,21	79,11	79,13	80,06
18.10.1993	72,13	76,97	78,03	79,91	79,18	80,13	80,34
25.10.1993	72,58	78,27	79,55	79,56	79,08	80,17	79,73
1.11.1993	71,43	76,91	78,87	78,89	78,44	80,01	79,63
08.11.1993	72,23	77,65	78,97	78,87	79,02	80,11	80,11
15.11.1993	71,83	76,94	78,53	78,78	78,88	80,07	80,01

Wassergehalt in %

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 30-60 cm	W 60-90 cm	A 0-30 cm	A 30-60 cm	A 60-90 cm
13.9.1993	28,44	22,74	20,92	20,37	21,45	19,93	20,18
20.9.1993	26,43	21,96	21,39	20,56	21,46	19,19	20,38
27.9.1993	26,58	21,86	20,43	19,93	21,24	19,62	19,58
4.10.1993	27,77	22,81	20,87	20,19	21,45	20,27	20,39
11.10.1993	26,97	22,43	19,76	19,79	20,89	20,87	19,94
18.10.1993	27,87	23,03	21,97	20,09	20,82	19,87	19,66
25.10.1993	27,42	21,73	20,45	20,44	20,92	19,83	20,27
1.11.1993	28,57	23,09	21,13	21,11	21,56	19,99	20,37
8.11.1993	27,77	22,35	21,03	21,13	20,98	19,89	19,89
15.11.1993	28,17	23,06	21,47	21,22	21,12	19,93	19,99

14. 3 Mikrobielle Biomasse bezogen auf die Trockensubstanz

Mikrobielle Biomasse

	mg CO ₂ /100gTS/h			mg Biomasse-C/100gTS/h				
	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 0-30 cm	A 0-30 cm	W 0-10 cm	W 10-30 cm	W 0-30 cm	A 0-30 cm
22.3.1993	3.05	1.41	4.46	1.45	62.83	29.09	91.92	29.8
29.3.1993	2.8	1.05	3.85	0.8	57.67	21.64	79.31	16.5
5.4.1993	3.03	1.21	4.24	0.72	62.39	24.88	87.27	14.7
12.4.1993	3.18	1.13	4.31	0.47	65.55	23.35	88.9	9.6
19.4.1993	2.84	1.71	4.55	0.99	58.48	35.21	93.69	20.4
26.4.1993	2.97	2.06	5.03	0.85	61.11	42.41	103.52	17.4
3.5.1993	2.47	1.12	3.59	0.95	50.79	23.05	73.84	19.5
10.5.1993	2.81	0.98	3.79	0.95	57.95	20.27	78.22	19.6
17.5.1993	3.02	1.3	4.32	1.49	62.15	26.76	88.91	30.7
24.5.1993	3.2	1.29	4.49	1.45	65.98	26.6	92.58	29.8
13.9.1993	2.72	1.46	4.18	0.86	56.07	30.06	86.13	18.0
20.9.1993	2.89	1.56	4.45	1.21	59.54	32.18	91.72	24.9
27.9.1993	2.78	1.41	4.19	1.12	57.35	29.05	86.4	23.0
4.10.1993	2.3	1.47	3.77	1.19	47.44	30.21	77.65	24.5
11.10.1993	2.27	1.38	3.65	0.92	46.8	28.36	75.16	18.8
18.10.1993	2.41	1.41	3.82	0.94	49.61	29.07	78.68	19.3
25.10.1993	2.41	1.34	3.75	1.03	49.76	27.68	77.44	21.3
1.11.1993	2.59	1.27	3.86	1.06	53.53	26.15	79.68	21.8
8.11.1993	2.54	1.18	3.72	0.99	52.29	24.2	76.49	20.5
15.11.1993	2.49	1.15	3.64	0.96	51.29	23.69	74.98	19.7

14. 4 Mikrobielle Biomasse bezogen auf den Humusgehalt

	mg CO ₂ /g Humus			mg Biomasse-C/g Humus				
	W0-10cm	W10-30cm	W0-30cm	A0-30cm	W0-10cm	W10-30cm	W0-30cm	A0-30cm
22.3.1993	0.6	0.51	1.11	0.61	12.27	10.59	22.86	12.61
29.3.1993	0.57	0.4	0.97	0.35	11.67	8.17	19.84	7.14
5.4.1993	0.61	0.49	1.1	0.31	12.56	9.44	22	6.33
12.4.1993	0.64	0.43	1.07	0.2	13.13	8.8	21.93	4.16
19.4.1993	0.58	0.64	1.22	0.42	11.84	13.17	25.01	8.66
26.4.1993	0.62	0.79	1.41	0.37	12.79	16.3	29.09	7.61
3.5.1993	0.54	0.44	0.98	0.42	11.1	9.04	20.14	8.72
10.5.1993	0.65	0.39	1.04	0.44	13.33	8.15	21.48	9.18
17.5.1993	0.7	0.53	1.23	0.7	14.51	10.98	14.51	14.45
24.5.1993	0.75	0.53	1.28	0.68	15.45	10.88	26.33	14.05
13.9.1993	0.59	0.59	1.18	0.4	12.16	12.22	24.38	8.33
20.9.1993	0.64	0.64	1.28	0.56	13.27	13.22	24.49	11.52
27.9.1993	0.62	0.58	1.2	0.52	12.76	11.94	24.7	10.66
4.10.1993	0.5	0.6	1.1	0.55	10.38	12.27	22.65	11.33
11.10.1993	0.5	0.56	1.06	0.43	10.35	11.58	21.93	8.78
18.10.1993	0.53	0.57	1.1	0.44	10.89	11.78	22.76	9
25.10.1993	0.53	0.55	1.08	0.48	10.94	11.4	22.34	9.91
1.11.1993	0.56	0.51	1.07	0.49	11.59	10.58	22.17	10.08
8.11.1993	0.56	0.48	1.04	0.46	11.45	9.89	21.43	9.55
15.11.1993	0.54	0.47	1.01	0.45	11.16	9.59	20.75	9.18

14. 5 Ninhydrinreaktiver Stickstoff (Biomasse-Stickstoff)

Frühling 1993

Angaben in μg Stickstoff/gTS

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	A 0-30 cm	W 0-30 cm
22.3.1993	69.48	48.64	19.98	118.12
29.3.1993	66.9	31.16	17.06	98.06
5.4.1993	67.42	31.52	7.38	98.94
12.4.1993	60.02	31.3	7.34	91.32
19.4.1993	60.32	49.7	29.36	110.02
26.4.1993	64.88	49.08	27.05	113.96
3.5.1993	55.99	42.06	18.92	98.05
10.5.1993	59	46.9	18.06	105.9
17.5.1993	81.44	45.96	22.4	127.4
24.5.1993	104.38	63.4	24.64	167.78

Herbst (1993)

Angaben in μg Stickstoff/gTS

	W 0-10 cm	W 10-30 cm	A 0-30 cm	W 0-30 cm
13.9.1993	68.87	26.09	20.53	94.96
20.9.1993	85.25	34.44	31.94	119.69
27.9.1993	61.02	28.67	12.51	89.69
4.10.1993	83.73	34.82	15.96	118.55
11.10.1993	52.14	34.65	12.46	86.79
18.10.1993	71.42	32.01	13.58	103.43
25.10.1993	80.24	40.06	15.86	120.3
1.11.1993	84.67	55.33	12.57	140
8.11.1993	71.32	40.37	11.34	111.69
15.11.1993	65.18	34.25	11.72	99.43

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [0004](#)

Autor(en)/Author(s): Reschenhofer Johann

Artikel/Article: [Vegetationskundliche und bodenökologische Untersuchungen von Grünland- und Ackerböden während der Vegetationsperioden 1993/93 im Bezirk Braunau \(Oberösterreich\) 219-279](#)