

Über ökologische Unterschiede zwischen den Mastfußflächen einer Hochspannungsleitung und angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Standorten bei Hövelhof im Raum Paderborn

Hans-Walter KOCH, Paderborn
Horst WEDECK, Höxter

Mit 8 Tabellen

Inhalt	Seite
1. Einleitung.....	54
2. Auswahl der Standorte und Untersuchungsprogramm.....	54
3. Die Vegetation im Bereich der Probestellen.....	57
4. Bodenphysikalische Werte.....	63
5. Bodenchemische Werte.....	69
6. Luft- und Bodentemperaturen.....	77
7. Diskussion der Ergebnisse.....	81
8. Zusammenfassung.....	83
9. Literatur.....	84

Verfasser:

Dipl.-Ing. Hans-Walter Koch, Infanterieweg 12, D-33104 Paderborn
Prof. Dr. Horst Wedeck, Abbentalweg 21, D-37671 Höxter

1. Einleitung

Nach § 4 Abs. 2 Satz 7 des Landschaftsgesetzes von Nordrhein-Westfalen gilt im Außenbereich das Verlegen von oberirdischen Versorgungs- oder Entsorgungsleitungen, zu denen auch Hochspannungsleitungen gehören, als ein Eingriff in Natur und Landschaft, der die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen kann. Der Verursacher eines derartigen Eingriffs ist laut Gesetz verpflichtet, Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zum Ausgleich, zur Minderung oder zum Ersatz der Eingriffsfolgen durchzuführen (LG NW §§ 4 und 5).

Andererseits sind in den vergangenen Jahren Untersuchungen durchgeführt worden, die erkennen lassen, daß von Hochspannungsleitungen z.T. auch günstige Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausgehen können (vgl. u.a. PREISS 1986, RINGLER 1986, STOY 1986, ANI, STEINBORN & WEDECK 1989, v. BRACKEL 1989, STELZNER & KRETSCHMAR 1989). Zu den positiven Auswirkungen im Bereich der Mastfußflächen zählt dabei u.a. die im Vergleich mit landwirtschaftlichen Nutzflächen geringere Belastung durch Dünger und Schädlingsbekämpfungsmittel.

Der folgende Beitrag beschäftigt sich vor allem mit der Frage, ob im Bereich von Mastfußflächen einer Hochspannungsleitung die Artenzusammensetzung der hier wachsenden Vegetation, die Bodeneigenschaften und bestimmte Klimaeigenschaften Unterschiede gegenüber benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen aufweisen. Für diese Untersuchung wurden nördlich, östlich und südlich von Hövelhof bei Paderborn im Bereich der durch die Sandgebiete der Senne verlaufenden, etwa 40 Jahre alten 220-kV-Leitung Paderborn - Bielefeld 6 Mastfußflächen und je Maststandort eine in unmittelbarer Nähe liegende landwirtschaftlich genutzte Fläche ausgewählt. Zum Vergleich wurde außerdem ein Waldstück außerhalb der Trasse herangezogen. Insgesamt handelt es sich um 13 Probestellen. Die Durchführung der Gelände- und Laborarbeiten erfolgte im Jahre 1992.

2. Auswahl der Standorte und Untersuchungsprogramm

Die für die Untersuchungen ausgewählten 13 Probestellen lassen sich aufgrund ihrer Nutzung wie folgt charakterisieren:

Standort 1

Etwa 120 Jahre alter Stieleichenbestand als Ersatzgesellschaft des Fago-Quercetum typicum, Vergleichsfläche für die übrigen Standorte

Standort 2

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 3

Grünland (Weide), Vergleichsfläche

Standort 4

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 5

Grünland (Extensivweide), Vergleichsfl.

Standort 6

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 7

Grünland (Flößwiese), Vergleichsfläche

Standort 8

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 9

Ackerbrache, Vergleichsfläche

Standort 10

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 11

Roggenfeld, Vergleichsfläche

Standort 12

Mastfußfläche (Grasbestand)

Standort 13

Maisacker, Vergleichsfläche

Die Lage des Waldbestandes (WB) und der 6 Mastfußflächen (MF) ist durch folgende Rechts- und Hochwerte auf den entsprechenden Meßtischblättern (MTB) gekennzeichnet:

Standort 1 (WB),	MTB 4117 Verl,	R 3475970, H 5748120
Standort 2 (MF),	MTB 4118 Die Senne,	R 3478510, H 5743700
Standort 4 (MF),	MTB 4118 Die Senne,	R 3476900, H 5747820
Standort 6 (MF),	MTB 4118 Die Senne,	R 3478960, H 5741180
Standort 8 (MF),	MTB 4117 Verl,	R 3475900, H 5747820
Standort 10 (MF),	MTB 4118 Die Senne,	R 3478680, H 5743120
Standort 12 (MF),	MTB 4218 Paderborn,	R 3479530, H 5736600

Die Vergleichsflächen 3, 5, 7, 9, 11 und 13 liegen jeweils höchstens 5-10m westlich der aufgeführten Standorte 2 - 12.

Von den 6 Leitungsmasten befinden sich 3 im Bereich von Acker- und 3 im Bereich von Grünlandflächen. In geringer Entfernung von jedem dieser Standorte liegt, wie bereits erwähnt, eine zum Vergleich herangezogene landwirtschaftlich genutzte Probestelle. Das Waldstück wurde in die Untersuchung mit einbezogen, um einen relativ wenig belasteten Vegetationsbestand als Vergleichsmaßstab für die übrigen Flächen zu erhalten.

Sämtliche Untersuchungsstellen liegen im Bereich nährstoff- und basenarmer Sandböden der Senne. Nach den Bodenkarten 1:50.000 L 4318 Paderborn (1979), 1:50.000 L 4118 Detmold (1980) und 1:25.000 4117 Verl (1977) herrschen im Bereich der Flächen Nr. 1 und 8 Podsole, an den Probestellen 2, 4, 10 und 12 überwiegend Podsol-Gleye vor. Für den Standort 6 ist das Vorkommen von Gleyen und Naßgleyen charakteristisch. Die untersuchten Mastfußflächen werden nicht genutzt. Von Zeit zu Zeit wird lediglich der aufkommende Gehölzaufwuchs entfernt.

An den 13 Probestellen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Erfassung der auf den Probeflächen wachsenden Vegetationsbestände mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen
2. Messung physikalischer Bodeneigenschaften mit Hilfe von Stechzylinderproben:
 - Porenvolumen in cm^3
 - Luftvolumen in cm^3
 - Luftgehalt in % des Porenvolumens
 - Wasservolumen in cm^3
 - Wassergehalt in % des Porenvolumens
 - Festvolumen in cm^3
 - Lagerungsdichte in g/cm^3
3. Messung bodenchemischer Eigenschaften:
 - pH-Werte (in H_2O und $0,01 \text{ m CaCl}_2$)
 - Organische Substanz (Glühverlust)
 - Hygroskopisch gebundenes Wasser
 - Calcium-Gehalt (CaO)
 - Kalium-Gehalt (K_2O)
 - Natrium-Gehalt (Na_2O)
 - Phosphor-Gehalt (P_2O_5)
 - Austauschkapazität (in mval)
 - Elektrische Leitfähigkeit (in μS)
4. Messung von Luft- und Bodentemperaturen an ausgewählten Standorten in Höhen von 1, 30 und 150 cm über der Bodenoberfläche sowie in 2, 5, 20 und 50 cm Bodentiefe.

3. Die Vegetation im Bereich der Probestellen

An sämtlichen Probestellen wurden im Mai und Juni 1992 Vegetationsaufnahmen angefertigt, die in den Tabellen 1, 2 und 3 zusammengestellt sind. Die Benennung der Pflanzenarten und der meisten Pflanzengesellschaften erfolgte nach OBERDORFER (1990). Der Stieleichen-Bestand wurde in Anlehnung an BURRICHTER (1973) als Fago-Quercetum bezeichnet. Die Numerierung der Vegetationsaufnahmen richtet sich nach den für die Kennzeichnung der 13 Probestellen verwendeten Zahlenangaben.

Die Größe der Mastfußflächen beträgt nur jeweils etwa 5 m². Somit standen hier zur Erfassung der Vegetation nur extrem kleine Flächen zur Verfügung. Eine Zuordnung zu einer bestimmten Pflanzengesellschaft war nur gelegentlich möglich. Außerdem ist auf diesen Standorten die Artenzahl stets niedriger als im Bereich der Vergleichsflächen.

Im Untersuchungsgebiet ist als heutige potentielle natürliche Vegetation vor allem das Fago-Quercetum (Buchen-Eichenwald) zu nennen (vgl. BURRICHTER 1973). Naturnahe Bestände des Buchen-Eichenwaldes kommen im Arbeitsgebiet allerdings nicht vor. Zu den am besten erhaltenen Resten des Fago-Quercetum im Untersuchungsgebiet gehört der zum Vergleich herangezogene Stieleichenwald (Tab. 1).

Tab. 1: Stieleichen-Bestand als Ersatzgesellschaft eines Buchen-Eichenwaldes (Fago-Quercetum typicum).

Nr. der Aufnahme	1
Artenzahl	8
<u>Aufnahme­fläche in m²</u>	<u>100</u>
Baumschicht	
<i>Quercus robur</i>	5
Strauchschicht	
<i>Prunus serotina</i>	3
<i>Sorbus aucuparia</i>	1
<i>Quercus robur</i>	+
Krautschicht	
<i>Lonicera periclymenum</i>	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2
<i>Quercus robur</i>	+
<i>Fagus sylvatica</i>	+
<i>Rubus fruticosus</i>	+
<i>Prunus serotina</i>	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+
<i>Hieracium spec.</i>	+

Er zeichnet sich durch eine geschlossene Baumschicht sowie durch das Vorkommen einiger charakteristischer Arten des Buchen-Eichenwaldes aus und ist eine Ersatzgesellschaft des Fago-Quercetum typicum. Die lediglich aus Stieleichen bestehende Baumschicht und die stark entwickelte Strauchschicht, die in naturnahen Ausbildungen des Fago-Quercetum fehlt, läßt keinen Zweifel daran, daß es sich bei diesem Wald um eine stark anthropogen beeinflusste Ausbildung handelt.

Die Grünlandflächen des Untersuchungsgebietes werden ganz überwiegend beweidet. Entsprechend dieser Nutzung tritt als wichtigste Grünlandgesellschaft das Lolio-Cynosuretum (Tab. 2 d, e und f bzw. Nr. 3, 5 und 7) mit den kennzeichnenden Arten *Lolium perenne* (Englisches Raygras), *Trifolium repens* (Weiß-Klee) und *Phleum pratense* (Wiesen-Lieschgras) auf. Die Aufnahmen Nr. 3 und 5 lassen sich aufgrund der Artenzusammensetzung zum Lolio-Cynosuretum typicum stellen. Die Aufnahme Nr. 7 liegt im Bereich einer Flößwiese und enthält die feuchte bis nasse Standorte kennzeichnenden Arten *Cardamine pratensis* (Wiesen-Schaumkraut) und *Caltha palustris* (Sumpfdotterblume).

Flößwiesen stellen im Paderborner Raum eine besondere Form der Grünlandnutzung dar. Sie werden im Frühjahr für längere Zeit unter Wasser gesetzt, um die von Natur aus trockenen und nährstoffarmen Sandböden ausreichend mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen. Danach wird der Aufwuchs gemäht und für die Gewinnung von Heu oder Silagefutter verwendet. Anschließend werden die Flächen als Weide genutzt.

Die Vegetationsbestände der Mastfußflächen im Bereich des Grünlandes (Tab. 2 a, b und c bzw. Nr. 2, 4 und 6) weisen gegenüber dem Lolio-Cynosuretum z.T. erhebliche Änderungen in der Artenzusammensetzung auf.

Tab. 2: Vegetationsbestände in den als Grünland genutzten Teilen des Untersuchungsgebietes.

Mastfußflächen

a = Lolio-Cynosuretum typicum, Ausbildung mit *Holcus mollis*

b = *Holcus mollis*-Bestand

c = *Holcus lanatus*-*Poa trivialis*-Bestand

Vergleichsflächen

d = Lolio-Cynosuretum typicum

e = Lolio-Cynosuretum typicum

f = Lolio-Cynosuretum, mit Feuchtezeigern („Flößwiese“)

	a	b	c	d	e	f
Nr. der Aufnahme	2	4	6	3	5	7
Artenzahl	15	14	10	16	22	14
Aufnahmefläche in m ²	5	5	5	25	25	25
<hr/>						
Kennzeichnende Arten des Lolio-Cynosuretum						
<i>Lolium perenne</i>	1	.	.	1	2	2
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	2	2	1
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	1	.
Trennart der Ausbildung mit <i>Holcus mollis</i>						
<i>Holcus mollis</i>	1	4	.	.	.	.
Trennarten der Ausbildung mit Feuchtezeigern						
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	.	.	.	2
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	2	.	.	.
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Rorippa sylvestris</i>	.	.	1	.	.	.
Molinio-Arrhenatheretea- Arten						
<i>Holcus lanatus</i>	1	.	3	3	1	3
<i>Festuca rubra</i>	3	1	.	1	2	.
<i>Poa pratensis</i>	+	2	.	2	1	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	.	.	1	1	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	.	1	2	.	1
<i>Rumex acetosa</i>	+	.	.	1	1	+
<i>Bromus hordeaceus</i>	+	.	.	1	3	.
<i>Plantago lanceolata</i>	+	.	.	+	+	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	.	.	+	1	.
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	2	1	1
<i>Bellis perennis</i>	.	.	.	1	.	1
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	+	.
Begleiter						
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	1	1	3	2
<i>Elymus repens</i>	1	.	2	.	.	2
<i>Poa trivialis</i>	.	.	3	1	.	3
<i>Stellaria media</i>	+	.	1	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	2	.	.	1	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	+	1	.
<i>Poa annua</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Lolium multiflorum</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Prunus domestica</i>	.	.	.	.	+	.

Zunächst ist auffällig, daß die kennzeichnenden Arten des Lolio-Cynosuretum stark zurücktreten oder sogar fehlen. Lediglich in der Aufnahme Nr. 2 kommt mit *Lolium perenne* ein Vertreter dieser Artengruppe vor. Bemerkenswert ist das Auftreten von *Holcus mollis* (Weiches Honiggras) in den Aufnahmen Nr. 2 und 4. Diese Art gilt als Extensivierungszeiger und weist somit auf eine vergleichsweise geringere Belastung des Bodens mit Nährstoffen hin.

Die Mastfußfläche im Bereich der Flößwiese (Nr. 6) stellt eine Ausnahme dar. *Holcus mollis* kommt auf diesem Standort nicht vor. Da die Mastfußfläche im Frühjahr überflutet wird, sind die Böden für *Holcus mollis* wahrscheinlich zu nährstoffreich. Dem Grasbestand Nr. 6 fehlt zwar *Holcus mollis* als Extensivierungszeiger, jedoch läßt sich im Artenbestand des Lolio-Cynosuretum ein Umbau in Richtung eines wiesenartigen Bestandes und somit ebenfalls eine gewisse Extensivierung feststellen. Die Aufnahme enthält mit *Festuca arundinacea* (Rohr-Schwengel) und *Rorippa sylvestris* (Wildkresse) außerdem zwei Arten, die charakteristisch für feuchte bis nasse Standorte sind.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß die Grasbestände der Mastfußflächen gegenüber den Vergleichsflächen des Grünlandes durch einen erheblichen Rückgang an Arten der Molinio-Arrhenatheretea-Gruppe gekennzeichnet sind. Arten wie *Trifolium repens* (Weiß-Klee) und *Taraxacum officinale* (Wiesen-Löwenzahn), die auf eine gute Stickstoffversorgung angewiesen sind, fehlen vollständig. Dies dürfte z.T. auch an den kleineren Aufnahmeflächen unter den Masten liegen.

Die auf den Äckern wachsenden Unkrautbestände (Tab. 3 d, e und f bzw. Nr. 9, 11 und 13) sind durch Düngung und Unkrautbekämpfung heute oftmals so artenarm, daß man sie kaum einer bestimmten Ackerunkrautgesellschaft zuordnen kann.

Tab. 3: Vegetationsbestände in den als Ackerland genutzten Teilen des Untersuchungsgebietes.

Mastfußflächen

a = *Holcus mollis*-*Festuca ovina*-Bestand

b = *Holcus mollis*-*Festuca rubra*-Bestand

c = *Holcus mollis*-*Urtica dioica*-Bestand

Vergleichsflächen

d = Papaveretum argemonis, Subass. von *Scleranthus annuus*

e = *Apera spica-venti*-Bestand, typische Subass.

f = *Polygonum convolvulus*-*Atriplex patula*-Bestand

	a	b	c	d	e	f
Nr. der Aufnahme	8	10	12	9	11	13
Artenzahl	6	3	7	21	6	14
Aufnahmefläche in m ²	5	5	5	100	100	100
Kennzeichnende Arten des Lolio-Cynosuretum						
<i>Festuca rubra</i>	+	2	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	3	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	.	.
Trennart der Ausbildung mit						
<i>Holcus mollis</i>						
<i>Holcus mollis</i>	1	4	1	.	.	.
Kenn- und Trennarten des Papavertetum argemonis						
<i>Papaver argemone</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Erophila verna</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	.	.	.	+	.	.
Trennarten der Subass. von <i>Scleranthus annuus</i>						
<i>Scleranthus annuus</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Spergula arvensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Anthemis arvensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Lycopsis arvensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	+	.	.
Feuchtezeiger						
<i>Sonchus arvensis</i>	1
<i>Tussilago farfara</i>	+
<i>Poa trivialis</i>	+
Secalietea-Arten						
<i>Polygonum convolvulus</i>	.	.	.	+	1	1
<i>Viola arvensis</i>	.	.	.	+	1	+
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	.	3	3	.
<i>Veronica hederifolia</i>	1	+
<i>Vicia angustifolia</i>	+	+
<i>Centaurea cyanus</i>	.	.	.	2	.	.
<i>Matricaria chamomilla</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	1	.
<i>Sinapis arvensis</i>	1

Fortsetzung Tab. 3:

	a	b	c	d	e	f
Nr. der Aufnahme	8	10	12	9	11	13
Artenzahl	6	3	7	21	6	14
Aufnahmefläche in m ²	5	5	5	100	100	100
Chenopodietea-Arten						
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	1	.	3
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	+	.	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Atriplex patula</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Thlaspi arvense</i>	.	.	.	.	.	+
Begleiter						
<i>Agrostis capillaris</i>	1	1	.	.	.	.
<i>Elymus repens</i>	.	.	1	.	.	+
<i>Galium aparine</i>	.	.	+	.	.	+
<i>Festuca ovina</i>	5	.	.	.	.	.
<i>Jasione montana</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus serotina</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	4	.	.	.
<i>Hordeum vulgare</i>	.	.	1	.	.	.
<i>Matricaria discoidea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	+	.	.

Eine Ausnahme stellt im Untersuchungsgebiet mit 21 Arten der auf einer Brachfläche mit Roggen als Vornutzung aufgenommene Bestand Nr. 9 dar. Es handelt sich um ein Papaveretum argemonis (Sandmohn-Flur), das durch die Kenn- und Trennarten *Papaver argemone* (Sand-Mohn), *Papaver dubium* (Saat-Mohn), *Erophila verna* (Hungerblümchen) und *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand) gut gekennzeichnet ist. Nicht nur am Aufnahmeort, sondern auch in der weiteren Umgebung wurde ausschließlich die Subassoziation von *Scleranthus annuus* mit den Trennarten *Scleranthus annuus* (Einjähriges Knäuelkraut), *Spergula arvensis* (Acker-Spörgel), *Lycopsis arvensis* (Acker-Krummhals) und *Anthemis arvensis* (Acker-Hundskamille) festgestellt. Dagegen enthält die Vegetationsaufnahme Nr. 11, die von einem Roggenfeld stammt, lediglich 6 Arten. Dieser *Apera spica-venti*-Bestand ist wahrscheinlich aus einem Papaveretum argemonis hervorgegangen. Die letzte Vegetationsaufnahme aus dem Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen stammt von einem Maisacker (Nr. 13), enthält neben Secalietea- auch Chenopodietea-Arten und wird

hier als *Polygonum convolvulus-Atriplex patula*-Bestand bezeichnet. Das Vorkommen von *Sonchus arvensis* (Acker-Gänsedistel) und *Tussilago farfara* (Huflattich) weist auf stärker durchfeuchtete bzw. verdichtete Standorte hin.

Auf den Mastfußflächen im Bereich der Äcker spielen Ackerunkräuter keine oder nur eine geringe Rolle (Tab. 3 a, b und c bzw. Nr. 8, 10 und 12). Charakteristisch sind Arten wie *Holcus mollis*, *Festuca ovina* (Schaf-Schwengel), *Jasione montana* (Berg-Sandrapunzel) und *Rumex acetosella* (Kleiner Sauer-Ampfer), die vorzugsweise auf sauren, basen- und nährstoffarmen Böden wachsen. Bezeichnend für die Aufnahme Nr. 8 ist das dominante Auftreten von *Festuca ovina*. Im Bestand Nr. 10, in dem nur 3 Arten vorkommen, tritt *Holcus mollis* als vorherrschende Art auf. Der Bestand Nr. 12 enthält mit *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer) bereits eine vergleichsweise anspruchsvollere Art, die auf eine Entwicklung in Richtung eines artenarmen *Arrhenatherum elatioris* hindeutet. Der hohe Anteil an *Urtica dioica* (Große Brennnessel) läßt die starke Beeinflussung durch eingewehten Dünger erkennen. Aber auch dieser Bestand zeichnet sich durch das Vorkommen des Extensivierungszeigers *Holcus mollis* aus. Für die Mastfußflächen innerhalb des Ackerlandes ist charakteristisch, daß hier nicht nur wie bei den entsprechenden Flächen des Grünlandes eine Reihe von Extensivierungszeigern auftritt, sondern im Vergleich mit den angrenzenden Äckern eine vollständig andere Vegetation zu finden ist.

4. Bodenphysikalische Werte

Zur Messung der im Kapitel 2 aufgeführten bodenphysikalischen Eigenschaften wurden Stechzylinder mit einem Volumen von jeweils 100 cm³ verwendet. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte aus Tiefen von 0 - 5, 20 - 25 und 45 - 50 cm. Nach der Wägung der entnommenen Proben und der Bestimmung ihres Festvolumens mit dem Quecksilber-Pyknometer nach LANGER wurden sie bei 105 °C getrocknet und auf Zimmertemperatur abgekühlt. Anschließend wurden die beiden Messungen wiederholt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 dargestellt. Die angegebenen Meßwerte stellen jeweils einen Mittelwert aus 4 Einzelmessungen dar.

	Bodentiefe in cm	Mastfußflächen						Vergleichsflächen						
		Standort 1 Wald	Standort 2 Grasbestand	Standort 4 Grasbestand	Standort 6 Grasbestand	Standort 8 Grasbestand	Standort 10 Grasbestand	Standort 12 Grasbestand	Standort 3 Weide	Standort 5 Extensivweide	Standort 7 Fließwiese	Standort 9 Ackertrache	Standort 11 Roggenfeld	Standort 13 Matsacker
Porenvolumen	0 - 5	75,0	50,8	50,0	53,3	60,0	56,5	59,5	49,3	52,3	41,3	52,5	46,3	59,0
	20 - 25	50,3	46,8	48,8	49,0	50,0	49,3	54,5	47,8	46,3	43,8	47,8	45,0	46,5
	45 - 50	54,8	48,5	49,8	44,0	51,3	46,5	53,3	48,3	46,5	40,8	46,5	42,8	46,8
Luftvolumen	0 - 5	57,3	39,8	45,3	28,3	52,0	51,3	44,8	27,5	31,3	8,5	42,0	26,5	47,8
	20 - 25	40,8	37,3	48,8	27,0	44,0	45,5	46,8	23,5	20,5	34,3	37,0	22,8	31,5
	45 - 50	42,8	14,0	49,0	12,5	47,0	21,0	45,0	14,8	13,3	18,0	40,0	17,8	28,3
Luftgehalt in % des Porenvolumens	0 - 5	76,4	78,3	90,6	53,1	86,7	90,8	75,3	55,8	59,8	20,6	80,0	57,2	81,0
	20 - 25	81,1	79,7	100,0	55,1	88,0	92,3	85,9	49,2	44,3	78,3	77,4	49,2	67,7
	45 - 50	78,1	28,9	98,4	28,4	91,6	45,2	84,4	30,6	28,6	44,1	86,0	41,6	60,5
Wasservolumen	0 - 5	17,7	11,0	4,7	25,0	8,0	5,2	14,8	21,8	21,0	32,8	10,5	19,8	11,2
	20 - 25	9,5	9,5	0,0	22,0	6,0	3,8	7,8	24,3	25,8	9,5	10,8	22,2	15,0
	45 - 50	12,0	34,5	0,8	31,5	4,3	25,5	8,3	33,5	33,2	22,8	6,5	25,0	18,5
Wassergehalt in % Porenvolumens	0 - 5	23,6	21,7	9,4	46,9	13,3	9,2	24,7	44,2	40,2	79,4	20,0	42,8	19,0
	20 - 25	18,9	20,3	0,0	44,9	12,0	7,7	14,1	50,8	55,7	21,7	22,6	50,8	32,3
	45 - 50	21,9	71,1	1,6	71,6	8,4	54,8	15,6	69,4	71,4	55,9	14,0	58,4	39,5
Festvolumen	0 - 5	25,0	49,2	50,0	46,7	40,0	43,5	40,5	50,7	47,7	58,7	47,5	53,7	41,0
	20 - 25	49,7	53,2	51,2	51,0	50,0	50,7	45,5	52,2	53,7	56,2	52,2	55,0	53,5
	45 - 50	45,2	51,5	50,2	56,0	48,7	53,5	46,7	51,7	53,5	59,2	53,5	57,2	53,2
Lagerungsdichte	0 - 5	0,46	1,30	1,11	1,06	1,02	1,17	1,03	1,29	1,17	1,29	1,25	1,40	1,03
	20 - 25	1,29	1,36	1,32	1,30	1,33	1,37	1,19	1,46	1,40	1,53	1,40	1,44	1,36
	45 - 50	1,24	1,40	1,32	1,54	1,30	1,45	1,26	1,35	1,38	1,62	1,47	1,41	1,41

Tab. 4. Porenvolumen in cm³, Luftvolumen in cm³, Luftgehalt in % des Porenvolumens, Wasservolumen in cm³, Wassergehalt in % des Porenvolumens, Festvolumen in cm³ und Lagerungsdichte in g/cm³. Tag der Probenahme: 20.3.1992.

Da jede Vergleichsfläche eine andere Nutzung aufweist, ist mit erheblichen Unterschieden zwischen den bodenphysikalischen und -chemischen Eigenschaften der einzelnen Probestellen zu rechnen. Daher ist es zweckmäßig, die Meßwerte jeder Mastfußfläche nur mit denen des jeweils unmittelbar benachbarten landwirtschaftlich genutzten Standortes zu vergleichen. Aus diesem Grunde wurde auf die Bildung von Durchschnittswerten verzichtet.

- Porenvolumen

Zu den besonders wichtigen bodenphysikalischen Eigenschaften zählt das Porenvolumen, da von dieser Größe auch die jeweiligen Wasser- und Luftgehalte abhängig sind. In den A-Horizonten von Waldböden treten aufgrund des meist hohen Gehaltes an organischer Substanz im allgemeinen besonders große Porenvolumina auf. In Grünlandböden werden in der Regel erheblich niedrigere Werte gemessen. Ackerböden zeichnen sich meist durch besonders geringe Porenvolumina aus.

Die höchsten Porenvolumina finden sich aufgrund der lockeren Lagerung des Bodenmaterials und wegen des hohen Anteils an organischer Substanz mit 75 cm^3 in den obersten Bodenschichten des Stieleichenwaldes (Tab. 4). Die entsprechenden Werte für die Mastfußflächen liegen mit $50 - 60 \text{ cm}^3$ deutlich niedriger. Die kleinsten Porenvolumina wurden mit $41 - 59 \text{ cm}^3$ im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen gemessen. Eine ähnliche Reihenfolge ergibt sich auch für die meisten Meßwerte aus den übrigen Bodentiefen. Einzige Ausnahmen sind die Werte in der obersten Bodenschicht des Standortes 4 (Mastfußfläche) mit $50,0$ gegenüber $52,3 \text{ cm}^3$ in der gleichen Bodentiefe bei der Vergleichsfläche (Standort 5) sowie in $20 - 25 \text{ cm}$ Bodentiefe bei den Standorten 2 und 3 mit $46,8$ gegenüber $47,8 \text{ cm}^3$. Auffällig ist, daß alle Böden der Mastfußflächen im Bereich der ackerbaulich genutzten Standorte höhere Werte erreichen als die entsprechenden Probestellen im Bereich der Grünlandflächen.

Normalerweise nehmen die Porenvolumina von den oberen zu den unteren Bodenschichten ab. Diese Abfolge läßt sich jedoch, wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, nur bei etwa der Hälfte der Probestellen feststellen. Bei den übrigen Standorten treten in Bodentiefen von $20 - 25 \text{ cm}$, also im Hauptwurzelhorizont, besonders niedrige Porenvolumina auf, die vermutlich auf Verdichtungen in dieser Bodentiefe zurückzuführen sind.

Trotz der starken menschlichen Beeinflussung ist der vom Stieleichenwald bewachsene Boden von allen Untersuchungsflächen als besonders naturnah einzustufen. Die im Vergleich mit den landwirtschaftlich genutzten Stand-

orten höheren Porenvolumina im Bereich der Mastfußflächen und die damit verbundenen niedrigeren Festvolumina können als Zeichen für eine größere Naturnähe dieser Standorte gewertet werden.

- Luftvolumen in cm³

Normalerweise erreichen die A-Horizonte von Waldböden besonders hohe Porenvolumina und sind somit auch besonders gut durchlüftet. Dies gilt auch für den Stieleichenbestand im Untersuchungsgebiet, allerdings nur für die oberste Bodenschicht, in der mit 57,3 cm³ das größte Luftvolumen überhaupt gemessen wurde. Einige Standorte im Bereich der Mastfußflächen, vor allem die mittleren und unteren Bodenhorizonte, sind ähnlich gut oder sogar besser durchlüftet als der Boden des Buchen-Eichenwaldes (vgl. Tab. 4). Die niedrigsten Luftgehalte treten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen auf.

Die Böden der Mastfußflächen erreichen meist wesentlich größere Luftgehalte als die der jeweils benachbarten landwirtschaftlich genutzten Vergleichsstandorte (vgl. Tab. 4). Zu den wenigen Ausnahmen zählt der Grünlandstandort Nr. 7 (Flößwiese). Hier wurden in den mittleren und unteren Bodenschichten höhere Luftgehalte als in den gleichen Bodentiefen der Mastfußfläche (Nr. 6) gemessen. Die Ursachen für diese Abweichungen dürften auf den besonderen Wasserverhältnissen der Flößwiese beruhen. In den obersten Bodenschichten des Standortes 12 (Mastfußfläche im Bereich des Maisackers) wurden ebenfalls etwas niedrigere Luftgehalte festgestellt als in der entsprechenden Bodentiefe des Vergleichsstandortes Maisacker (Nr.13). Dafür liegen die Werte in den mittleren und unteren Bodenschichten erheblich über denen des Maisackers.

Normalerweise nehmen die Luftvolumina von den oberen zu den unteren Bodenschichten ab. Dies ist bei vielen Standorten nicht der Fall. Besonders niedrige Luftgehalte sind häufig in den mittleren Bodenschichten festzustellen. Sie können ähnlich wie die verringerten Porenvolumina in den gleichen Bodentiefen (s. Tab. 4) ein Hinweis auf Verdichtungen im Hauptwurzelraum sein.

Die höheren Luftvolumina der Böden im Bereich der Mastfußflächen dürften wie die größeren Porenvolumina vor allem eine Folge der Extensivierung dieser Standorte sein und sind somit als ein Zeichen für eine größere Naturnähe zu bewerten.

- Luftvolumen in % des Porenvolumens

Die Böden des Stieleichenwaldes und der Mastfußflächen besitzen meist auch die höchsten Luftgehalte in % des Porenvolumens (Tab. 4). Abweichungen finden sich in einigen Bodentiefen der Standorte 2 und 3, 6 und 7 bzw. 12 und 13.

Die Luftgehalte in % des Porenvolumens erreichen im Bereich des Stieleichenwaldes und der Mastfußflächen, vor allem in Bodentiefen von 0 - 10 und 20 - 30 cm, meist Werte über 75 %, d.h., daß zur Zeit der Messungen überwiegend mindestens 75% der Bodenporen mit Luft gefüllt waren. Demgegenüber liegen die entsprechenden Werte der als Grünland genutzten Vergleichsstandorte überwiegend unter 60 %. Die Ackerbrache (Nr. 9) weist allerdings in allen Bodentiefen ebenfalls Luftgehalte über 75% auf.

- Wasservolumen in cm³

Die Wasservolumina der Böden sind im wesentlichen von den jeweiligen Niederschlägen abhängig. Ihre Verteilung in den verschiedenen Böden des Untersuchungsgebietes ist sehr unregelmäßig und daher nur schwer zu interpretieren.

Die höchsten Wassergehalte weisen trotz mancher Ausnahmen die landwirtschaftlich genutzten Böden der Vergleichsflächen auf (Tab. 4). Besonders niedrige Werte wurden in den Böden der Mastfußflächen festgestellt. Der Stieleichenbestand nimmt bei den Wasservolumina eine Mittelstellung ein.

Auffallend hohe Werte wurden in den Böden der Standorte 6 und 7 gemessen. Hier dürfte sich neben der Nutzung als Flößwiese auch der hohe Wassergehalt des Gley-Bodens bemerkbar machen.

Für die erheblichen Feuchtigkeitsunterschiede lassen sich folgende Gründe angeben: Zum einen ist es möglich, daß die höheren Porenvolumina der Böden im Bereich der Mastfußflächen mit einer größeren Wasserdurchlässigkeit verbunden sind und damit zu vergleichsweise geringeren Wassergehalten führen; zum anderen kann auch die Ableitung eines Teiles der Niederschläge an den Außenseiten der Mastgestänge zu einer entsprechenden Verringerung der Bodenfeuchte in den zentralen Bereichen der Mastfußflächen beitragen (vgl. RINGLER 1986). Schließlich dürften auch die geringeren Gehalte an organischer Substanz in den Böden der Mastfußflächen und die damit verbundene geringere Sorptionsfähigkeit für Wasser von Bedeutung sein (vgl. hierzu Kapitel 5).

- Wassergehalt in % des Porenvolumens

Die Wassergehalte in % des Porenvolumens zeigen im wesentlichen ein ähnliches Verteilungsmuster wie die Wassergehalte in cm^3 (Tab. 4). Da die Böden im Bereich der Mastfußflächen meist größere Porenvolumina als die landwirtschaftlich genutzten Standorte aufweisen, verringert sich der Anteil des Wassergehaltes in % des Porenvolumens überproportional. Bei den Mastfußflächen handelt es sich somit um besonders trockene Standorte. Eine Ausnahme bildet lediglich der Grasbestand Nr. 6 im Bereich der Flößwiese.

- Festvolumen

Das Festvolumen nimmt normalerweise von den oberen zu den unteren Bodenschichten zu. Diese Abfolge tritt jedoch nur bei einem Teil der Standorte auf (Tab. 4, Probestellen 6, 10, 12 und 11). Bei den übrigen Böden ist teils eine Zunahme, teils aber auch eine Abnahme der Festvolumina von den oberen zu den unteren Bodenschichten festzustellen. Besonders niedrige Festvolumina weist der Waldbestand auf, während die höchsten im Bereich der Vergleichsflächen gemessen wurden. Die Böden der Mastfußflächen nehmen eine Mittelstellung ein.

Vermutlich hat die Nutzung der Vergleichsflächen als Grün- und Ackerland zu Bodenverdichtungen und damit zu besonders hohen Festvolumina geführt. In die gleiche Richtung weisen u.a. auch die höheren Werte der Lagerungsdichte und die geringeren Porenvolumina.

- Lagerungsdichte

Normalerweise nimmt die Lagerungsdichte von den oberen zu den unteren Bodenschichten zu. Dies gilt auch für den größeren Teil der Probestellen im Untersuchungsgebiet (Tab. 4). Bei einer Reihe von Standorten (u.a. Nr. 1, 2, 3, 5, 8 und 13) sind jedoch die Lagerungsdichten in den mittleren Bodenschichten größer oder doch zumindest ähnlich groß wie in den Bodenschichten in 45 - 50 cm Bodentiefe. Es handelt sich hier um Verdichtungen im Bereich des Hauptwurzelschichtes. Die Gründe für die Entstehung dieser Verdichtungen sind nicht bekannt.

Die mit Abstand niedrigste Lagerungsdichte wurde mit $0,46 \text{ g/cm}^3$ in den obersten Bodenschichten des Eichenbestandes gemessen. Als Gründe für diesen sehr niedrigen Wert sind u.a. der hohe Anteil an organischer Substanz und das ebenfalls besonders große Porenvolumen zu nennen.

Die oberen und mittleren Bodenschichten der Mastfußflächen weisen im Vergleich mit den entsprechenden Bodentiefen der landwirtschaftlich genutzten Standorte überwiegend niedrigere Lagerungsdichten auf. Zu den Ausnahmen gehören die Standorte 2 und 3 bzw. 12 und 13, bei denen die oberen Bodenschichten etwa gleich hohe Werte erreichen.

Sämtliche Lagerungsdichten in den mittleren Bodentiefen (20 - 25 cm) und der überwiegende Teil der Lagerungsdichten in den unteren Bodentiefen (45 - 50 cm) des Stieleichenwaldes und der Mastfußflächen liegen unter den entsprechenden Werten der landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen.

Die im Vergleich mit den landwirtschaftlich genutzten Standorten überwiegend niedrigeren Lagerungsdichten im Bereich der Mastfußflächen sind ebenfalls als Hinweis auf natürlichere Bodenstrukturen zu werten.

5. Bodenchemische Werte

Die Messung der bodenchemischen Eigenschaften erfolgte anhand von Bodenproben, die mit dem Bohrer nach PÜRCKHAUER gewonnen wurden und aus Bodentiefen von 0 - 10, 20 - 30 und 40 - 50 cm stammen. Aus jeder Bodentiefe wurden 10 Einzelproben genommen und zu einer Mischprobe zusammengefaßt. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Tabellen 5 und 6 dargestellt.

Zur Messung der pH-Werte in H_2O und 0,01 m $CaCl_2$ sowie der elektrischen Leitfähigkeit wurden jeweils 10 g lufttrockener Boden mit 25 ml H_2O bzw. 0,01 m $CaCl_2$ versetzt. Die Bestimmung erfolgte mit Meßelektroden der Fa. WTW Weilheim.

Als organische Substanz wird hier der Glühverlust in % bezeichnet, der sich als Differenz zwischen dem bei 105 °C getrockneten und anschließend bei 500 °C geglühten Bodenmaterial ergab. Die Werte beziehen sich jeweils auf 100 g lufttrockenen Boden.

Bei der Ermittlung der organischen Substanz sind u.a. das hygroscopisch gebundene Wasser und der jeweilige Tongehalt zu berücksichtigen. Für je 1% Tongehalt ist dabei 0,1% von der gemessenen organischen Substanz abzuziehen (SCHLICHTING & BLUME 1966). Hier erfolgte lediglich die Bestimmung des hygroscopisch gebundenen Wassers. Der Tongehalt wurde nicht berücksichtigt. In den Bodenkarten 1:50.000 Paderborn (1979)

Bodentiefe in cm	Mastfußflächen						Vergleichsflächen						
	Standort 1 Wald	Standort 2 Grasland	Standort 4 Grasland	Standort 6 Grasland	Standort 8 Grasland	Standort 10 Grasland	Standort 12 Grasland	Standort 3 Weide	Standort 5 Extensivweide	Standort 7 Flößwiese	Standort 9 Ackerbrache	Standort 11 Roggenfeld	Standort 13 Maisacker
pH-Werte (H ₂ O)													
0-10	4,1	4,8	4,5	6,6	4,6	4,3	5,9	6,3	5,5	6,1	5,7	5,5	6,6
20-30	4,1	4,8	4,7	6,8	4,7	4,5	6,0	6,8	5,6	6,2	5,8	5,1	6,6
40-50	4,7	4,9	4,5	6,8	4,4	4,6	5,6	7,0	5,4	6,5	5,5	5,5	6,9
pH-Werte (0,01 m CaCl ₂)													
0-10	3,0	4,0	3,8	5,5	3,9	3,6	5,2	5,9	4,5	5,9	4,9	4,7	5,9
20-30	3,2	4,0	3,9	5,5	3,9	3,7	5,3	5,6	4,8	5,9	4,9	4,1	5,8
40-50	3,8	4,2	3,7	5,5	3,9	3,7	4,8	5,4	4,5	5,9	4,6	4,8	6,2
Organische Substanz (Glüh- verlust) in %													
0-10	7,5	2,3	2,2	3,1	1,8	1,6	3,1	6,7	5,6	7,5	3,9	4,2	4,6
20-30	3,5	2,5	1,4	2,4	1,4	1,3	3,6	4,2	4,2	3,6	3,8	4,6	4,1
40-50	2,7	1,0	1,5	2,6	0,6	1,4	1,3	4,2	3,8	1,2	0,7	4,6	1,4
Hygroskopisch gebundenes Wasser in %													
0-10	0,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2	0,5	0,5	0,5	1,4	0,7	0,5	0,7
20-30	0,1	0,2	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,7
40-50	0,2	0,1	0,3	0,6	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,1	0,3	0,6	0,3
Calcium-Gehalt (CaO)													
0-10	3,2	3,1	2,3	21,6	4,6	1,2	49,1	120,0	24,1	55,0	14,1	31,7	103,0
20-30	1,5	3,2	2,0	19,3	2,5	1,8	120,0	50,8	19,8	30,4	10,6	3,1	96,5
40-50	2,2	2,3	1,9	24,2	2,0	1,0	3,1	47,2	6,4	9,5	1,6	28,6	80,3

Tab. 5. pH-Werte (H₂O und 0,01 m CaCl₂), organische Substanz (Glühverlust) in %, hygroskopisch gebundenes Wasser in % und Calcium-Gehalt (CaO). Tag der Probenahme: 20.3.1992.

und Detmold (1980) sowie in der Bodenkarte 1:25.000 Verl (1977) wird für sämtliche Standorte des Untersuchungsgebietes als einzige Bodenart Sand angegeben. Da bei dieser Bodenart der Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen (Korngrößen $< 0,01$ mm) weit unter 10% liegt, dürfte der Anteil an Ton (Korngrößen $< 0,002$ mm) allenfalls einige % und die entsprechende Menge an organischer Substanz nur wenige Zehntel % betragen. Der sich aus der Nichtberücksichtigung des Tongehaltes ergebende Fehler ist damit so gering, daß er für die Beurteilung des Gehaltes an organischer Substanz hier keine nennenswerte Rolle spielt.

Das hygroskopisch gebundene Wasser ergibt sich aus der Differenz der Wassergehalte der lufttrockenen Bodenproben und der bei 105°C getrockneten und wieder auf Zimmertemperatur abgekühlten Proben. Es wird in $\text{g}/100\text{ cm}^3$ Boden bzw. in Volumenprozenten angegeben.

Um den Gesamtgehalt an Calcium, Kalium und Natrium zu erfassen, wurden salzsaure Bodenlösungen hergestellt. Die Bestimmung erfolgte flammenphotometrisch mit dem Flammenphotometer der Fa. Dr. Lange. Die Werte sind in CaO , K_2O und Na_2O angegeben.

Der Phosphor-Gehalt (P_2O_5) wurde mit dem Photometer LPW 10 von Dr. Lange mit der dort angegebenen Methode gemessen.

Die Kationen-Austauschkapazität (mval) wurde durch Titration einer salzsauren Bodenlösung (0,1 n HCl) gegen 0,1 n NaOH ermittelt.

- pH-Werte (H_2O)

In natürlich gewachsenen, ungestörten und ungedüngten Böden aus Sand, die heute wahrscheinlich nur noch in naturnahen Waldbeständen angetroffen werden können, ist unter den Klimabedingungen Mitteleuropas mit einer Auswaschung leicht löslicher Nährstoffe in den oberen Bodenschichten und einer Zunahme der pH-Werte von den oberen zu den unteren Bodenschichten zu rechnen. Eine derartige Abfolge der pH-Werte läßt sich im Untersuchungsgebiet allerdings nur bei etwa der Hälfte der untersuchten Standorte feststellen (vgl. Tab. 5). Zu dieser Gruppe zählen neben dem Eichenwald (Standort 1) auch einige Mastfußflächen (Standorte 2, 6 und 10) und Vergleichsflächen (Standorte 3, 7 und 13). In den Böden der übrigen Standorte sind die pH-Werte in den verschiedenen Bodentiefen mehr oder weniger unregelmäßig verteilt.

Die niedrigsten Werte treten mit pH 4,1 - 4,7, wie nicht anders zu erwarten, im Boden des Stieleichenbestandes auf. Ziemlich niedrige Werte erreicht mit pH 4,3 - 4,9 auch der überwiegende Teil der Böden im Bereich

der Mastfußflächen (Standorte 2, 4, 8 und 10). Allerdings kommen in dieser Gruppe auch Böden mit höheren pH-Werten vor (Standorte 6 und 12). Die Böden der Vergleichsflächen weisen besonders hohe Werte auf. Sie liegen sämtlich zwischen pH 5,0 und 7,0.

Die erhöhten pH-Werte im Bereich der Mastfußflächen (Standorte 6 und 12) dürften auf die Einwehung Kalium- und Calcium-haltiger Düngemittel aus den angrenzenden, landwirtschaftlich besonders intensiv genutzten Flächen zurückzuführen sein.

Die pH-Werte im Bereich der Mastfußflächen sind überwiegend nur wenig höher als die entsprechenden Werte des Eichenwaldes, liegen andererseits aber erheblich unter denen der Vergleichsflächen. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die geringere Belastung und die stärkere Extensivierung der Böden im Bereich der Mastfußflächen.

- pH-Werte (0,01 m CaCl₂)

Alle pH-Werte in 0,01 m CaCl₂ sind, wie die Tabelle 5 zeigt, erheblich niedriger als die entsprechenden in H₂O gemessenen Werte. Sie liegen mit pH 3,0 - 3,8 im Stieleichenwald am niedrigsten und mit 4,1 - 6,2 in den Böden der Vergleichsflächen am höchsten, während die Mastfußflächen mit pH 3,6 - 5,5 eine Mittelstellung einnehmen. Mit wachsender Bodentiefe ist auch hier teils eine Zunahme, teils aber auch eine Abnahme der pH-Werte festzustellen. Ihre Bedeutung für die Belastung und die Extensivierung der Böden ist ähnlich zu beurteilen wie bei den in H₂O gemessenen pH-Werten.

- Organische Substanz

Normalerweise nimmt die organische Substanz mit wachsender Bodentiefe mehr oder weniger stark ab. Dies trifft auch für den größten Teil der Probestellen des Untersuchungsgebietes zu.

Die höchsten Gehalte an organischer Substanz wurden in den Böden des Stieleichenwaldes (Nr. 1) und der als Grünland genutzten Standorte (Nr. 3, 5 und 7) gemessen (Tab. 5). Die Ackerböden (Nr. 9, 11 und 13) erreichen mittlere Werte, während die Mastfußflächen (Nr. 2, 4, 6, 8, 10 und 12) durch besonders niedrige Werte gekennzeichnet sind. Der Anteil an organischer Substanz beträgt in den Böden der Mastfußflächen, vor allem in den oberen und mittleren Bodenschichten, oft nur etwa 30 - 50% der an den

übrigen Probestellen in den entsprechenden Bodenschichten gemessenen Gehalte.

Die Ursachen für die deutlich geringeren Werte an organischer Substanz im Bereich der Mastfußflächen sind nicht bekannt. Vermutlich spielt die im Vergleich mit den als Acker oder Grünland genutzten Standorten schlechtere Nährstoffversorgung und das Fehlen von organischem Dünger eine Rolle. Die ziemlich geringe organische Substanz dürfte ebenfalls als Zeichen für die Extensivierung dieser Standorte zu werten sein.

- Hygroskopisch gebundenes Wasser

Die Menge an hygroskopisch gebundenem Wasser hängt in der Regel vom Gehalt an organischer Substanz ab. Wie nicht anders zu erwarten, treten daher die höchsten Werte bis auf wenige Ausnahmen im Bereich des Eichenwaldes und der Vergleichsflächen auf (Tab. 5). Sie sind u.a. ein Hinweis auf die bessere Sorptionsfähigkeit der organischen Substanz für Wasser, aber auch für Nährstoffe.

Wie bereits bei den pH-Werten erwähnt, ist unter den Klimabedingungen Mitteleuropas mit einer Auswaschung leicht löslicher Nährstoffe von den oberen zu den unteren Bodenschichten zu rechnen. Andererseits vermag die organische Substanz eines Bodens, die in der Regel in den obersten Schichten eines Bodens besonders hohe Werte erreicht, erhebliche Mengen an Wasser und Nährstoffen zu absorbieren und in entsprechender Weise auch die pH-Werte zu beeinflussen. Die Frage, inwieweit die oftmals besonders hohen Nährstoffgehalte in den oberen Bodenschichten der untersuchten Böden nicht nur auf der Düngung, sondern auch auf der hohen Sorptionsfähigkeit der organischen Substanz für Wasser und Nährstoffe beruhen, muß hier offen bleiben.

- Calcium-Gehalt (CaO)

In einigermaßen naturnahen Böden ist in der Regel eine Zunahme der Calcium-Gehalte von den oberen zu den unteren Bodenschichten zu erwarten. Die Sandböden der Senne enthalten von Natur aus nur sehr geringe Mengen an Calcium.

Die höchsten Calcium-Gehalte - bis zu 120 mg CaO/100 g Boden - treten in den Böden der Vergleichsflächen auf (Tab. 5). Im Stieleichenwald und überwiegend auch im Bereich der Mastfußflächen wurden in allen Bodentiefen Calcium-Gehalte unter 5 mg/100 g Boden gemessen. Erheblich höhere Werte weisen lediglich der Standort 6 im Bereich der Flößwiese und

der an den Maisacker angrenzende Standort 12 auf. Die beiden letztgenannten Probestellen sind offensichtlich stark von der Einwehung von Düngemitteln aus den benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen betroffen. Die in den oberen Bodenschichten meist besonders hohen Calcium-Werte deuten ebenfalls auf eine Beeinflussung durch Düngemittel hin.

- Kalium-Gehalt (K_2O)

In den nährstoffarmen Sandböden der Senne sind lediglich geringe Mengen an Kalium zu erwarten. Die Kalium-Gehalte nehmen in natürlich gewachsenen Böden normalerweise von den oberen zu den unteren Bodenschichten allmählich zu.

Sämtliche Standorte weisen die höchsten Kalium-Gehalte in den oberen und mittleren Bodenschichten auf (vgl. Tab. 6). Das Kalium dürfte ähnlich wie das Calcium aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen eingeweht sein.

Die Kalium-Gehalte in den Böden des Stieleichenwaldes und der Mastfußflächen sind nur sehr niedrig und liegen meist unter 4 mg $K_2O/100$ g Boden. Als einzige Ausnahme ist der Grasbestand in der Nähe des Maisackers (Standort 12) zu nennen, der ähnlich hohe Gehalte wie die Vergleichsflächen aufweist.

In den Böden der landwirtschaftlich genutzten Standorte wurden mit Ausnahme der Ackerbrache häufig auch Werte über 4 mg $K_2O/100$ g Boden gemessen. Der Höchstwert wird mit 14,6 mg in der oberen Bodenschicht des Standortes 3 (Weide) erreicht.

Die geringeren Werte der Mastfußflächen und der Ackerbrache weisen auf eine zunehmende Extensivierung dieser Flächen hin.

- Natrium-Gehalt (Na_2O)

In allen Böden wurden meist Natrium-Gehalte unter 10 mg $Na_2O/100$ g Boden festgestellt (Tab. 6). Dies gilt sowohl für die Böden des Stieleichenwaldes und der Mastfußflächen als auch für die der Vergleichsflächen. Eine Ausnahme stellt lediglich die Weide (Standort 3) dar. Hier wurden in den oberen und mittleren Bodentiefen 18,1 bzw. 10,1 mg Na_2O gemessen. Die Höchstwerte treten durchweg in den oberen Bodenschichten auf. Da die Natrium-Gehalte normalerweise von den oberen zu den unteren Bodenschichten zunehmen, ist davon auszugehen, daß die erhöhten Werte in den oberen Bodenschichten auf die Einwehung von Natrium-haltigen

	Bodentiefe in cm	Mastfußflächen						Vergleichsflächen						
		Standort 1 Wald	Standort 2 Grasbestand	Standort 4 Grasbestand	Standort 6 Grasbestand	Standort 8 Grasbestand	Standort 10 Grasbestand	Standort 12 Grasbestand	Standort 3 Weide	Standort 5 Extensivweide	Standort 7 Flößwiese	Standort 9 Ackerbrache	Standort 11 Roggenfeld	Standort 13 Maisacker
Kalium-Gehalt (K ₂ O)	0 - 10	3,0	3,6	2,9	3,4	2,1	2,8	5,9	14,6	6,0	4,2	3,9	7,3	6,3
	20 - 30	1,7	3,4	2,4	2,7	1,7	2,7	4,2	4,7	4,0	2,4	3,8	5,6	3,9
	45 - 50	1,4	2,9	2,4	3,5	1,8	2,5	2,8	3,2	1,8	1,4	1,8	9,2	2,3
Natrium-Gehalt (Na ₂ O)	0 - 10	8,4	8,4	5,7	6,5	6,7	6,3	5,9	18,1	7,5	8,9	7,1	7,1	8,4
	20 - 30	6,4	8,2	5,3	5,8	5,7	6,1	8,7	10,1	6,1	6,6	7,4	6,5	6,6
	45 - 50	6,3	6,6	5,0	6,2	5,1	5,6	6,5	8,2	5,4	4,9	5,3	6,2	8,7
Phosphorgehalt (P ₂ O ₅)	0 - 10	2,4	2,2	1,3	1,9	2,9	0,9	1,4	4,0	3,6	2,6	2,3	6,3	3,0
	20 - 30	1,1	2,2	0,9	1,6	0,4	1,0	1,2	1,8	1,8	2,2	2,5	0,6	3,1
	40 - 50	0,4	0,8	0,8	1,6	0,3	0,6	1,1	1,2	0,5	1,1	0,3	5,1	1,3
Austauschkapazität (mval)	0 - 10	3,0	2,6	1,6	5,0	2,2	0,4	4,2	14,6	8,4	10,4	6,0	4,8	7,2
	20 - 30	3,0	0,8	1,2	2,6	2,0	0,0	9,0	9,6	4,4	5,6	5,0	1,8	8,0
	40 - 50	1,8	2,0	2,2	2,8	2,2	0,0	5,8	8,8	3,2	2,4	2,6	6,0	2,4
Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)	0 - 10	72	73	39	61	29	32	70	180	167	98	29	36	64
	20 - 30	33	70	17	34	22	27	66	73	42	45	24	24	47
	40 - 50	21	67	23	57	13	28	36	94	22	23	13	34	37

Tab. 6. Kalium (K₂O)-, Natrium (Na₂O)- und Phosphorgehalt (P₂O₅), Austauschkapazität (mval) und elektrische Leitfähigkeit (µS/cm). Tag der Probenahme: 20.3.1992.

Düngern aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen zurückzuführen sind.

- Phosphor-Gehalt (P_2O_5)

Die höchsten Phosphor-Gehalte (P_2O_5) wurden bei sämtlichen Standorten in den oberen, gelegentlich auch in den mittleren Bodentiefen gemessen (Tab. 6). Die Anreicherung in den oberen Bodenschichten dürfte ebenfalls auf dem Einfluß der angrenzenden, intensiv gedüngten landwirtschaftlich genutzten Flächen beruhen. Besonders hohe Phosphor-Gehalte kommen, wie nicht anders zu erwarten, in den Böden der Vergleichsflächen vor. Die übrigen Standorte weisen demgegenüber meist deutlich niedrigere Phosphor-Gehalte auf.

- Kationen-Austauschkapazität (mval)

Die Austauschkapazität kann in nährstoffreichen Böden 30 mval und mehr betragen. Die Werte der Austauschkapazität im Bereich der Probestellen liegen bis auf wenige Ausnahmen unter 10 mval und sind somit als ziemlich gering einzustufen (vgl. Tab. 6). Lediglich in den oberen Bodenschichten der Meßstellen 3 und 7 wurden mit 14,6 bzw. 10,4 mval etwas höhere Austauschkapazitäten festgestellt. Die höchsten Werte kommen, wie nicht anders zu erwarten, aufgrund der besseren Nährstoffversorgung in den landwirtschaftlich genutzten Böden vor. Bei der überwiegenden Zahl der Vergleichsflächen und beim Stieleichenbestand ist von den oberen und mittleren zu den unteren Bodenschichten eine Abnahme der Austauschkapazität zu verzeichnen. Bei den Mastfußflächen ist diese Abfolge weniger deutlich ausgeprägt.

Die im Bereich des Waldbestandes und der Mastfußflächen meist niedrigeren Leitfähigkeiten sind ebenfalls als Hinweise auf eine geringere Belastung und auf eine Extensivierung der Böden im Vergleich mit den landwirtschaftlich genutzten Böden zu werten.

- Elektrische Leitfähigkeit ($\mu S/cm$)

Die elektrische Leitfähigkeit stellt ein Maß für die Gesamtheit der im Boden gelösten Stoffe dar. Niedrige Werte weisen auf einen geringen, hohe dagegen auf einen großen Gehalt an derartigen Substanzen im Boden hin. Die höchsten Leitfähigkeiten werden mit 180, 167 und 98 μS in den oberen Bodenschichten der Vergleichsflächen Nr. 3, 5 und 7 erreicht (vgl. Tab. 6). Zwischen den Bodenhorizonten der übrigen Standorte bestehen,

soweit sie miteinander vergleichbar sind, nur relativ geringe Unterschiede. Bemerkenswert ist allerdings, daß die Leitfähigkeiten in den oberen Bodenschichten stets besonders hoch sind. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß an sämtlichen Probestellen des Untersuchungsgebietes, auch im Bereich des Waldbestandes, Düngemittel aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen eingeweht wurden.

6. Luft- und Bodentemperaturen

Ergänzend zu den vegetations- und bodenkundlichen Untersuchungen wurden am 9. und 10.9.1992 während eines Zeitraumes von 24 Stunden bei stündlicher Ablesung an folgenden Probestellen auch Luft- und Bodentemperaturen gemessen:

Standort 1 (Waldbestand)

Standort 4 (Mastfußfläche)

Standort 5 (Extensivweide)

Standort 8 (Mastfußfläche)

Standort 9 (Ackerbrache)

Für die Temperaturmessungen wurde ein Strahlungstag ausgewählt, da an derartigen Tagen innerhalb von 24 Stunden meist sehr große Temperaturdifferenzen mit besonders hohen Maxima, niedrigen Minima und entsprechend großen Amplituden auftreten. Die erste Messung erfolgte am 9.9.1992 um 10.00 Uhr, die letzte am 10.9.1992 um 9.00 Uhr. Lediglich zwischen 11.00 und 13.00 Uhr stellte sich stärkere Bewölkung ein. Während des Tages herrschte ein leichter Südwestwind, der sich gegen Abend legte.

Die Standorte 4, 5 und 8 zeichneten sich zum Zeitpunkt der Messungen durch eine kurzrasige Oberfläche aus. Die Vegetation (Gräser und Ackerunkräuter) im Bereich der Ackerbrache (Standort 9) besaß zwar eine etwas größere Wuchshöhe als an den übrigen Meßstellen, enthielt dafür aber zahlreiche kleine, oft nur spärlich bewachsene und an diesen Stellen daher ziemlich offene Flächen.

Die Messung der Lufttemperaturen erfolgte in 1, 30 und 150 cm Höhe über der Bodenoberfläche, die der Bodentemperaturen in Bodentiefen von 2, 5, 20 und 50 cm. Für die Temperaturmessungen wurden meist Quecksilberthermometer mit einer 0,1 °C-Teilung verwendet. Zur Erfassung der Temperaturen in 50 cm Bodentiefe standen lediglich Stockthermometer mit einer 1 °C-Skala zur Verfügung. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 7 und 8 dargestellt.

Uhrzeit	Standort 1/Wald			Standort 4/Mastfußfläche			Standort 5/Extensivweide			Standort 8/Mastfußfläche			Standort 9/Ackerbrache		
	Höhe über dem Boden in cm			Höhe über dem Boden in cm			Höhe über dem Boden in cm			Höhe über dem Boden in cm			Höhe über dem Boden in cm		
	1	30	150	1	30	150	1	30	150	1	30	150	1	30	150
10	12,6	13,7	13,5	13,4	15,2	14,5	17,2	17,6	18,6	16,0	16,6	15,0	14,6	16,9	15,4
11	13,1	14,5	14,5	15,0	16,1	16,6	18,4	17,6	17,6	16,6	16,2	14,9	14,6	15,7	14,9
12	13,2	14,0	14,0	15,6	17,1	16,6	19,6	17,6	17,0	15,3	15,9	15,3	16,7	17,0	15,9
13	13,6	14,7	14,8	17,3	18,4	18,2	19,8	19,9	18,4	17,2	18,6	17,1	18,6	17,6	16,7
14	14,5	16,5	16,6	19,2	22,1	20,0	20,4	21,6	20,2	19,3	19,6	18,1	20,1	19,7	18,2
15	15,1	17,2	17,2	18,5	20,7	19,6	20,2	21,1	20,1	20,0	19,2	18,0	19,8	19,1	17,9
16	15,2	17,1	17,1	17,6	19,0	19,5	20,0	21,1	20,2	19,4	20,5	18,7	21,3	20,6	19,4
17	14,8	15,8	16,1	17,2	20,8	20,8	20,0	21,6	21,2	18,0	20,4	19,8	21,3	19,5	19,4
18	14,6	15,7	15,7	17,0	18,8	19,4	18,2	19,5	21,0	18,0	21,2	20,5	22,0	19,5	19,9
19	14,0	14,2	14,1	15,7	14,7	14,9	14,9	14,8	15,1	15,2	14,8	14,4	18,3	17,4	17,5
20	13,1	12,8	12,9	14,4	11,5	12,4	12,8	11,2	12,0	13,8	10,9	10,9	14,2	10,6	11,9
21	12,5	10,8	10,5	11,9	8,1	9,6	10,0	8,5	9,6	12,3	8,7	9,2	12,2	8,6	9,2
22	11,9	9,5	9,4	11,6	7,9	9,1	9,5	8,0	9,0	11,1	7,1	7,8	11,1	7,0	7,8
23	11,4	8,8	8,8	10,4	6,5	7,3	8,1	7,4	7,8	10,2	5,5	6,5	10,5	5,9	6,4
24	10,9	7,6	7,6	9,2	5,0	6,2	7,5	7,0	6,5	9,0	5,4	6,2	9,5	5,1	6,2
1	10,2	7,1	7,0	8,7	4,4	5,9	7,3	5,4	6,0	8,7	4,3	5,3	8,7	4,3	5,3
2	9,7	6,5	6,4	8,5	4,0	5,5	7,1	4,2	5,2	8,0	4,0	4,6	8,6	3,8	4,6
3	9,6	6,2	6,1	7,8	3,6	4,1	6,5	3,8	4,1	7,3	4,0	4,3	8,1	3,7	4,6
4	9,3	5,9	5,8	7,2	3,1	4,0	6,2	3,6	3,8	7,0	3,6	4,2	7,7	3,0	4,0
5	9,1	5,5	5,4	6,6	2,5	3,6	6,0	2,5	3,5	7,0	2,6	3,4	7,0	2,2	3,2
6	8,8	5,1	5,0	6,5	3,0	3,7	6,0	2,6	3,4	7,0	2,6	3,4	7,0	2,2	3,1
7	8,0	6,0	6,5	6,6	3,7	3,8	6,2	3,0	3,4	7,8	3,0	3,8	7,0	3,0	3,7
8	9,5	7,6	7,6	8,0	9,3	10,0	8,3	10,4	10,5	9,2	9,6	12,0	9,5	11,0	9,8
9	10,7	10,3	10,3	10,7	13,5	13,5	11,8	12,5	12,6	13,6	13,9	14,1	13,6	13,7	14,0
Maximum	15,2	17,2	17,2	19,2	22,1	20,8	20,4	21,6	21,2	20,0	20,5	20,5	21,3	20,6	19,9
Minimum	8,0	5,1	5,0	6,5	2,5	3,6	6,0	2,5	3,4	7,0	2,6	3,4	7,0	2,2	3,1
Amplitude	7,2	12,1	12,2	12,7	19,6	17,2	14,4	19,1	17,8	13,0	17,9	17,1	13,3	18,4	16,8

Tab. 7. Lufttemperaturen an 5 Messstellen des Untersuchungsgebietes. Meßzeitraum: 9. und 10. 9. 1992.

Uhrzeit	Standort 1/Wald			Standort 4/Mastfußfläche			Standort 5/Extensivweide			Standort 8/Mastfußfläche			Standort 9/Ackerbrache							
	2	5	50	2	5	50	2	5	50	2	5	50	2	5	50					
10	12,3	12,1	13,0	13,0	12,2	14,2	15,0	14,3	14,0	15,0	15,0	14,2	13,0	13,2	15,0	17,3	14,3	12,9	14,5	
11	12,5	12,2	12,8	13,0	14,4	13,9	14,2	15,0	15,9	14,9	15,0	15,0	14,7	13,3	13,3	14,5	17,0	14,9	12,9	14,5
12	12,8	12,5	12,8	13,0	16,2	15,1	14,2	15,0	18,2	16,2	15,0	15,0	15,2	14,1	13,3	14,5	16,5	15,6	13,2	14,5
13	13,1	12,7	12,8	13,0	17,0	15,8	14,2	15,0	19,3	17,6	15,0	15,0	15,5	14,3	13,5	14,5	17,6	16,1	13,5	14,5
14	13,5	12,9	12,9	13,0	17,5	16,6	14,4	15,0	20,1	18,2	15,1	15,0	16,0	14,5	13,6	14,5	19,8	17,8	13,6	14,5
15	13,8	13,1	12,9	13,0	18,3	17,2	14,4	15,0	20,0	18,6	15,2	15,0	17,7	15,4	13,9	14,5	21,8	20,6	14,1	14,5
16	14,0	13,2	13,0	13,0	18,5	18,1	14,8	15,0	19,7	18,8	15,5	15,0	17,8	15,6	14,0	14,5	21,7	21,2	14,5	14,4
17	13,9	13,4	13,0	13,0	18,5	18,1	15,1	15,0	19,5	18,6	15,6	15,0	17,2	15,7	14,2	14,5	20,1	20,6	15,0	14,5
18	13,8	13,6	13,1	13,0	18,0	18,0	15,6	15,0	18,2	18,0	16,0	15,0	16,7	15,7	14,4	14,5	19,0	19,5	15,4	14,5
19	13,7	13,6	13,1	13,0	17,0	17,1	15,6	15,0	17,1	17,0	16,1	15,0	15,7	15,3	14,4	14,5	16,4	17,3	15,5	14,5
20	13,5	13,5	13,1	13,0	16,0	16,8	15,8	15,0	15,8	16,6	16,2	15,0	14,2	15,0	14,6	14,5	15,0	16,2	15,6	14,5
21	13,0	13,2	13,1	13,0	14,1	15,2	16,0	15,0	14,1	15,0	16,0	15,0	12,8	14,6	14,6	14,5	12,8	14,6	15,7	14,5
22	12,5	13,0	13,1	13,0	13,6	14,6	15,9	15,0	14,0	14,8	16,0	15,0	11,9	13,8	14,5	14,5	11,3	13,0	15,5	14,5
23	12,2	12,8	13,0	13,0	12,7	13,8	15,7	15,0	12,7	13,8	15,7	15,0	11,1	13,4	14,4	14,0	10,2	12,2	15,2	14,5
24	12,0	12,7	13,0	13,0	12,0	13,4	15,5	15,0	12,4	13,6	15,5	15,0	10,1	13,0	14,2	14,0	9,8	12,5	15,0	14,0
1	11,8	12,5	13,0	13,0	11,7	12,9	15,5	15,0	12,3	13,4	15,3	15,0	9,6	12,3	14,4	14,0	9,6	11,3	14,1	14,0
2	11,4	12,2	13,0	13,0	11,5	12,3	15,3	15,0	12,2	13,1	15,2	15,0	9,5	12,2	14,0	14,0	8,2	10,0	14,1	14,0
3	11,2	12,1	13,0	13,0	10,8	11,7	14,9	15,0	11,8	12,6	15,2	15,0	9,2	12,0	13,8	14,0	8,0	9,5	14,0	14,0
4	10,8	12,0	12,7	13,0	10,0	11,1	14,3	15,0	11,1	12,2	15,0	15,0	9,1	11,8	13,6	14,0	7,5	9,1	13,8	14,0
5	10,3	11,8	12,5	13,0	9,5	11,5	14,3	15,0	11,0	12,0	15,0	15,0	8,6	11,5	13,4	14,0	7,0	8,5	13,1	14,0
6	10,2	11,6	12,3	13,0	9,3	10,5	14,1	15,0	10,7	11,7	14,8	15,0	8,5	11,1	13,0	14,0	6,6	8,1	13,0	14,0
7	10,6	11,6	12,3	13,0	9,0	10,2	13,9	15,0	10,2	11,6	14,6	15,0	8,3	11,1	13,1	14,0	6,2	8,0	13,0	14,0
8	10,8	11,5	12,2	13,0	9,3	10,2	13,9	15,0	10,3	11,7	14,6	15,0	9,1	11,1	12,9	14,0	9,1	9,0	12,6	14,0
9	11,9	11,7	12,5	13,0	10,7	10,9	13,9	15,0	11,5	12,8	14,5	15,0	12,1	11,9	12,9	14,0	11,2	12,0	12,9	14,0
Maximum	14,0	13,6	13,1	13,0	18,5	18,1	16,0	15,0	20,0	18,8	16,2	15,0	17,8	15,7	14,6	15,0	21,8	21,2	15,7	14,5
Minimum	10,2	11,5	12,2	13,0	9,0	10,2	13,9	15,0	10,2	11,6	14,5	15,0	8,3	11,1	12,9	14,0	6,2	8,0	12,6	14,0
Amplitude	3,8	2,1	1,1	0,0	9,5	7,9	2,1	0,0	9,8	7,2	1,7	0,0	9,9	4,6	1,7	1,0	15,6	13,2	3,1	0,5

Tab. 8. Bodentemperaturen an 5 Meßstellen des Untersuchungsgebietes. Meßzeitraum: 9. und 10.9.1992.

- Lufttemperaturen

In der Tabelle 7 sind für die 5 Klimameßstellen nicht nur die Tagesgänge der Lufttemperaturen in 1, 30 und 150 cm Höhe über dem Boden, sondern auch die jeweiligen Maxima, Minima und Tagesamplituden angegeben. Es ist hier nicht möglich, eine Interpretation sämtlicher Meßwerte durchzuführen; es wird nur insoweit auf die Klimadaten eingegangen, wie dies zum Verständnis der Unterschiede der klimatischen Eigenschaften zwischen den Mastfußflächen und den Vergleichsflächen erforderlich ist.

Wie der Tabelle 7 zu entnehmen ist, zeichnet sich der Waldstandort im Tagesgang durch besonders niedrige Maxima, die höchsten Minima und besonders kleine Tagesamplituden aus. Die anderen 4 Meßstellen weisen demgegenüber besonders hohe Maxima, niedrigere Minima und größere Tagesamplituden auf. Die Maxima können dabei bis zu 6 °C über und die Minima bis zu 3 °C unter den entsprechenden Werten des Waldstandortes liegen. Die größten Unterschiede treten jedoch bei den Tagesamplituden auf. Sie betragen im Vergleich mit dem Wald bis zu etwa 7 °C. Außerdem ergeben sich auch bei den Stundenwerten meist deutliche Unterschiede, wie aus der Tabelle 7 hervorgeht.

Auffällig ist, daß die Lufttemperaturen im Bereich der Mastfußflächen (Standorte 4 und 8) am Tage in 1 cm und überwiegend auch in 30 und 150 cm Höhe über dem Boden deutlich niedriger liegen als die entsprechenden Lufttemperaturen der Vergleichsstandorte 5 und 9.

Dies dürfte im wesentlichen darauf beruhen, daß ein Teil der eingestrahnten Sonnenenergie vom Gestänge der Leitungsmaste aufgenommen wird und nicht zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten zur Verfügung steht. Während der Nacht führt die durch das Gestänge der Leitungsmasten verringerte Ausstrahlung dagegen zu höheren Lufttemperaturen.

Die durch die niedrigeren Lufttemperaturen an Strahlungstagen bedingten ökologischen Auswirkungen im Bereich der Mastfußflächen fallen, soweit dies an Hand des vorliegenden Datenmaterials beurteilt werden kann, vermutlich kaum ins Gewicht. Von größerer ökologischer Bedeutung scheint dagegen zu sein, daß das Gestänge der Leitungsmaste auch einen Teil der Niederschlagsmenge abfängt.

- Bodentemperaturen

Die Verteilung der in 2, 5, 20 und 50 cm Tiefe gemessenen Bodentemperaturen ist in der Tabelle 8 dargestellt. Wie bei den Lufttemperaturen zeichnet sich der Buchen-Eichenwald durch die niedrigsten Maxima, die höch-

sten Minima und die kleinsten Amplituden aus, während die übrigen 4 Meßstellen im Vergleich zum Wald die höchsten Maxima, die niedrigsten Minima und die größten Amplituden aufweisen. Die höchsten Minima treten im Waldboden allerdings nur in den obersten Bodenschichten (2 und 5 cm Tiefe) auf. In 20 und 50 cm Bodentiefe wurden bei den landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen höhere Minima gemessen.

Im Bereich des Standortes 4 (Mastfußfläche) kommen während des gesamten Meßzeitraumes in 2, 5 und, von wenigen Ausnahmen abgesehen (1 und 2 Uhr nachts), auch in 20 cm Bodentiefe stets niedrigere Bodentemperaturen vor als in den entsprechenden Bodenhorizonten der Vergleichsfläche (Standort 5/Extensivweide). In 50 cm Bodentiefe wurden an beiden Standorten ausnahmslos Temperaturen um 15 °C gemessen.

Auch die zweite Mastfußfläche (Standort 8) zeichnet sich gegenüber der zugehörigen Vergleichsfläche (Ackerbrache, Standort 9) häufig durch niedrigere Bodentemperaturen aus, allerdings ausschließlich in der ersten Hälfte des Meßzeitraumes. Vergleichsweise niedrigere Bodentemperaturen wurden in 2 und 5 cm Bodentiefe zwischen 10.00 und 20.00 Uhr, in 20 cm zwischen 14.00 und 24.00 Uhr gemessen. Die oberen Bodenschichten der Ackerbrache (2 und 5 cm Bodentiefe) weisen während der Nacht, etwa zwischen 21.00 und 8.00 Uhr, aufgrund des oftmals fehlenden oder nur spärlichen Bewuchses und der damit verbundenen stärkeren Ausstrahlung meist erheblich niedrigere Temperaturen auf als die entsprechenden Bodenhorizonte der Mastfußfläche.

Die im Vergleich zu der Extensivweide und der Ackerbrache niedrigeren Bodentemperaturen im Bereich der Mastfußflächen dürften wie bei den Lufttemperaturen vor allem darauf zurückzuführen sein, daß ein Teil der Sonneneinstrahlung vom Gestänge der Leitungsmaste absorbiert wird und somit nicht zur Erwärmung des Bodens zur Verfügung steht.

7. Diskussion der Ergebnisse

Die Vegetation auf den Mastfußflächen zeichnet sich gegenüber der im Bereich der Vergleichsflächen durch eine völlig andere Artenzusammensetzung aus. Besonders hervorzuheben ist das häufige Auftreten von *Holcus mollis*, der saure, nährstoffarme Standorte bevorzugt und auf eine zunehmende Verarmung der von ihm eingenommenen Standorte und somit auf eine Extensivierung der Böden hinweist. Durch die unterschiedliche

Bewirtschaftung unterscheiden sich die Pflanzenbestände innerhalb der Ackerflächen im Vergleich zu den angrenzenden Ackerunkrautgesellschaften natürlich vollständig. Der Artenbestand der Grasbestände innerhalb der Grünlandflächen hat sich weniger stark verändert. Hier ist neben dem Auftreten von *Holcus mollis* als Extensivierungszeiger das weitgehende Fehlen von Arten des Lolio-Cynosuretum bemerkenswert. Im Bereich des Standortes 6, der im Bereich einer Flößwiese liegt, fehlt *Holcus mollis* wegen der besseren Nährstoffversorgung.

Bei den bodenphysikalischen Eigenschaften wurden meist erhebliche Unterschiede zwischen den Mastfußflächen und den landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen festgestellt. Die Porenvolumina, Luftvolumina und Luftgehalte in % des Porenvolumens im Bereich der Mastfußflächen liegen überwiegend über den entsprechenden Werten der Vergleichsflächen. Dagegen erreichen die Wasservolumina, die Wassergehalte in % des Porenvolumens, die Festvolumina und die Lagerungsdichten meist niedrigere Werte als die Vergleichsflächen.

Die höheren Porenvolumina sind vermutlich auf die fehlende Bodenbearbeitung, die vergleichsweise niedrigeren Wasservolumina bzw. die geringeren Wassergehalte in % des Porenvolumens dagegen auf die Ableitung der Niederschläge durch das Gestänge der Leitungsmasten zurückzuführen. Aufgrund der geringeren Bodenfeuchte zeichnen sich die Mastfußflächen im Vergleich zu den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Böden daher durch größere Trockenheit und durch eine bessere Durchlüftung aus. Auch die Lagerungsdichte ist im Bereich der Mastfußflächen überwiegend niedriger als bei den Vergleichsflächen. Die bodenphysikalischen Eigenschaften der Maststandorte nähern sich in vielen Fällen denen des Buchen-Eichenwaldes und dürften somit ein Hinweis auf eine Extensivierung der Böden sein.

Bei den bodenchemischen Werten ist festzustellen, daß die pH-Werte, die Calcium-, Kalium-, Natrium- und Phosphor-Gehalte sowie die Austauschkapazität im Bereich der Mastfußflächen meist erheblich unter den entsprechenden Werten der landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen liegen. Dagegen weisen die Böden der Vergleichsflächen besonders hohe Gehalte an organischer Substanz und hygroskopisch gebundenem Wasser auf. Verhältnismäßig geringe Unterschiede wurden bei der elektrischen Leitfähigkeit festgestellt. Lediglich die chemischen Eigenschaften der Standorte 6 (im Bereich einer Flößwiese) und 12 (in der Nähe des Maisackers, Vergleichsfläche Nr. 13) nähern sich, wie nicht anders zu erwarten,

oftmals denen der Vergleichsflächen an. Es ist bemerkenswert, daß zahlreiche Meßwerte aus dem Bereich der Mastfußflächen sogar unter denen des Stieleichenbestandes liegen.

Die Mastfußflächen zeichnen sich gegenüber den Vergleichsflächen vor allem während des Tages, häufig aber auch bis in die Nacht hinein durch deutlich niedrigere Lufttemperaturen aus. Dies gilt vor allem für die Temperaturen in 1 cm, großenteils aber auch für die Luftschichten in 30 und 150 cm über dem Boden. Noch größer sind die Unterschiede bei den Bodentemperaturen. Erheblich niedrigere Temperaturen als im Bereich der Vergleichsflächen treten nicht nur in 2 und 5 cm, sondern großenteils noch in 20 cm Bodentiefe auf. Erst in einer Bodentiefe von 50 cm gleichen sich die Temperaturwerte weitgehend aneinander an. Welche ökologische Bedeutung die niedrigeren Temperaturwerte für die Vegetation der Mastfußflächen haben, läßt sich an Hand der vorliegenden Meßdaten nicht beurteilen.

Die mit 5 m² nur sehr kleinen Mastfußflächen sind gegenüber den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Vergleichsstandorten überwiegend bemerkenswert gering durch Nährstoffe belastet. Dies dürfte der wichtigste Grund dafür sein, daß im Raum Hövelhof auf derartigen Flächen sogar Pflanzen und Tiere gefunden wurden, die in der Roten Liste der gefährdeten Arten Nordrhein-Westfalens aufgeführt sind (vgl. ANT, STEINBORN & WEDECK 1989). Mastfußflächen sind also auch für den Naturschutz von Interesse und könnten bei entsprechender Gestaltung eine gewisse Funktion als Stützpunkte in einem Biotop-Verbundsystem einnehmen. In den vergangenen Jahren wurde parallel zu der untersuchten Trasse eine neue 380-kV-Hochspannungsleitung errichtet, deren Mastfußflächen oft größer als 50 m² sind und sich daher noch besser als Refugien für Tier- und Pflanzenarten eignen dürften. Die Verfasser weisen ausdrücklich darauf hin, daß sie sich hier nicht für den Bau von Hochspannungsleitungen einsetzen, sondern lediglich auf die Bedeutung der vorhandenen Flächen als Lebensräume für Pflanzen und Tiere hinweisen wollen.

8. Zusammenfassung

Bei Hövelhof nördlich von Paderborn wurden im Bereich einer 220-kV-Hochspannungsleitung auf 6 Mastfußflächen mit einer Größe von jeweils etwa 5 m² und auf 6 jeweils nur wenige Meter von diesen Standorten ent-

fernt liegenden landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen die hier wachsende Vegetation sowie eine Reihe bodenphysikalischer, bodenchemischer und geländeklimatischer Eigenschaften untersucht. Außerdem wurde ein Waldstück in der näheren Umgebung in die Untersuchungen mit einbezogen. Die Mastfußflächen unterscheiden sich trotz der geringen Flächengröße nicht nur in der Artenzusammensetzung der Vegetation, sondern auch in den bodenphysikalischen, bodenchemischen und geländeklimatischen Eigenschaften meist erheblich von den in unmittelbarer Nähe liegenden landwirtschaftlich genutzten Vergleichsflächen. Der größte Teil der Ergebnisse, vor allem die vegetationskundlichen Bestandsaufnahmen und die bodenchemischen Meßwerte, läßt eine bemerkenswert geringe Belastung der Mastfußflächen durch Nährstoffe erkennen. Abschließend wird auf die Bedeutung dieser Bereiche für den Naturschutz hingewiesen.

9. Literatur

- ANT, H., STEINBORN, G. & WEDECK, H. (1989): Zur Bedeutung von Mastfußflächen im Bereich von Hochspannungsleitungen für den Naturschutz - dargestellt an drei Beispielen aus dem Raum Paderborn. *Landschaft + Stadt* 21(3):81-86.
- BRACKEL v., W. (1989): Vegetationskundliche Untersuchung einer Stromleitungs-Trasse. *Natur und Landschaft* 11:506-510.
- BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. *Siedlung und Landschaft in Westfalen*, Heft 8. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Bodenkarte Nordrh.-Westf. 1:25.000 Blatt 4117 Verl (1977). Krefeld.
- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Bodenkarte Nordrh.-Westf. 1:50.000 L Blatt 4318 Paderborn (1979). Krefeld
- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Bodenkarte Nordrh.-Westf. 1:50.000 L 4118 Detmold (1980). Krefeld.
- Landschaftsgesetz Nordrhein-Westfalen (1980, letzte Änderung 9.4.1992). Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG). In: *Naturschutzrecht*. Beck-Texte im dtv 1993. München.
- Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen: Topographische Karte 1:25.000, Blatt 4117 Verl (1982), Blatt 4118 Die Senne (1977) und Blatt 4218 Paderborn (1986).

- OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 1050 S. Stuttgart 1990.
- PREISS, H. (1986): Ökosysteme und Lebensräume im Bereich von Freileitungen. In: Freileitungen und Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge 6/86:14-19.
- RINGLER, A. (1986): Landschaftspflege und Biotopgestaltung auf Freileitungstrassen. In: Freileitungen und Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge 6/86:20-48.
- SCHLICHTING, E. & BLUME, H.-P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. 209 S. Hamburg und Berlin.
- STOY, B. (1987): Von Menschen geschaffene Lebensräume für bedrohte Pflanzen- und Tierarten. Tagungsber. 8. Hochschultage Energie, S. 3-22. Essen.
- STELZNER, A. & KRETSCHMAR, E. (1989): Möglichkeiten der Nutzung der Fußbereiche von Freileitungsmasten für Ziele des Naturschutzes. Natur- und Landschaftskunde 25:13-18.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Koch Hans-Walter, Wedeck Horst

Artikel/Article: [Über ökologische Unterschiede zwischen den Mastfußflächen einer Hochspannungsleitung und angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Standorten bei Hövelhof im Raum Paderborn 53-85](#)