

2 UNTERSUCHUNGSGBIET

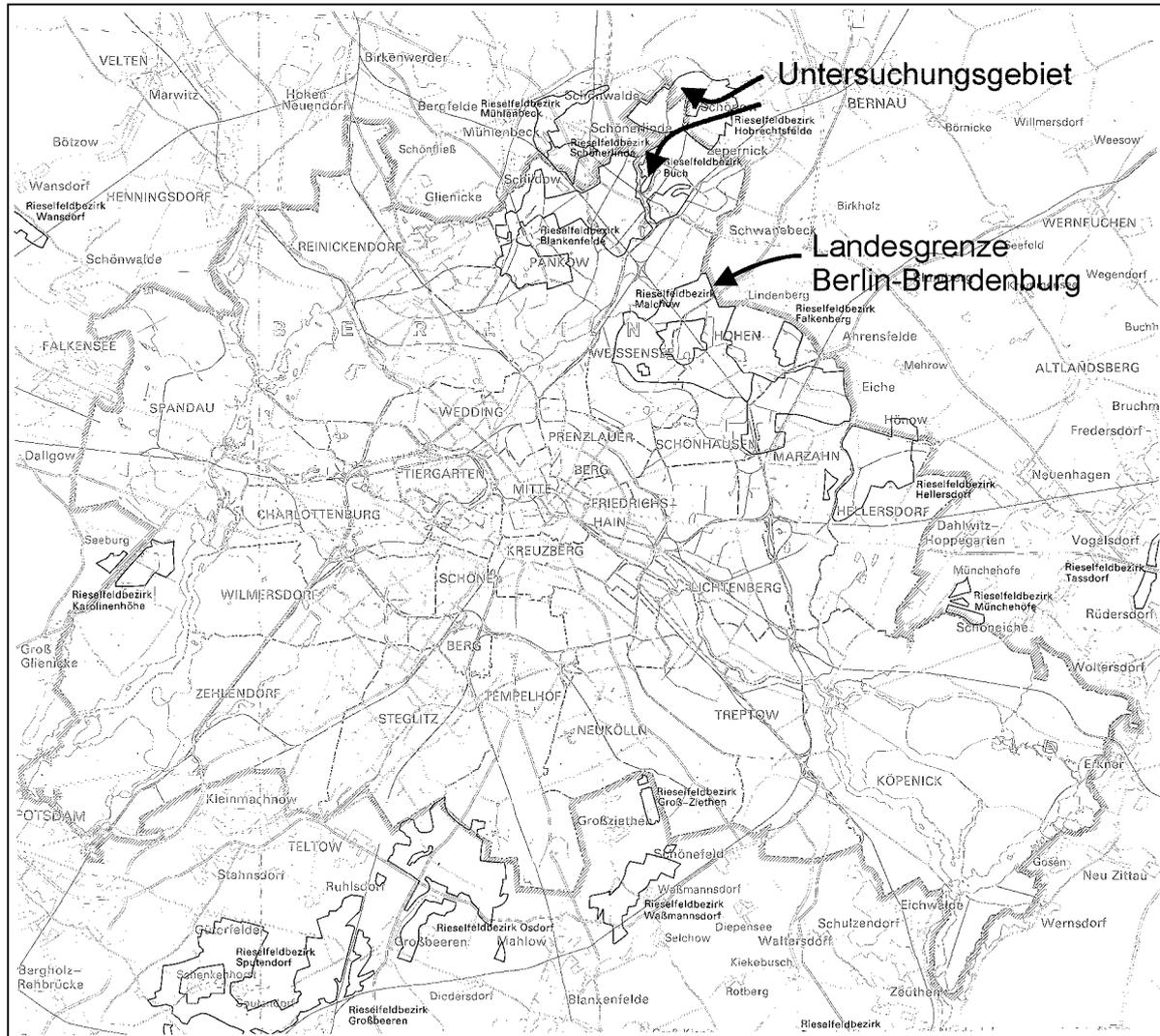


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet im Norden Berlins

Das Untersuchungsgebiet befindet sich beiderseits der Landesgrenze Berlin-Brandenburg, im Berliner Bezirk Pankow bzw. im Landkreis Barnim (Abb. 1). Die Geländehöhen liegen zwischen 46,9 m und 65,2 m ü. NN (WAHLMANN 1996). Geographisch gehört es zur Landschaft der Barnim-Platte. Geologisch ist das Gebiet von pleistozänen Bildungen geprägt: Saalezeitliche Grundmoränen sind hier von weichselzeitlichen (glazi-)fluviatilen Ablagerungen (Sandern) überdeckt (MARCINEK & ZAUMSEIL 1993, AUHAGEN ET AL. 1994). Ausgangssubstrat der Bodenbildung sind demnach überwiegend nährstoffarme Sande. Zu den typischen Bodentypen im Untersuchungsgebiet gehören Regosole, Braunerden, Rostbraunerden und Bänder-Parabraunerden. Als die potentielle natürliche Vegetation geben AUHAGEN ET AL.

(1994) für die Bereiche der untersuchten Flächen überwiegend Buchen-Traubeneichenwald bzw. Traubeneichen-Hainbuchenwald an.

Die untersuchten Böden gehören zu den etwa 1370 ha ehemaliger Rieselfeldfläche im Zuständigkeitsbereich des Forstamtes Buch. Im Großraum Berlin wurde Ende des 19. Jhds. begonnen, Abwasser durch die Verrieselung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zu entsorgen. Auf Basis der Planungen des Engländers James Hobrecht wurden 1876 die ersten Rieselfelder in Betrieb genommen. In den folgenden Jahrzehnten wurden sukzessive weitere Flächen in die Verrieselung einbezogen, so dass 1928 die gesamte Rieselfeldfläche im Raum Berlin etwa 10.000 ha umfasste (SENATSVRWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ 1993). Ein umfangreiches Grabensystem sorgte für Be- und Entwässerung der Flächen. Die steigenden Abwassermengen führten in den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts dazu, dass einige Flächen dauerhaft mit stehendem oder langsam fließendem Abwasser überstaut wurden. Erst in den 80er-Jahren setzte sich die Abwasserreinigung in Klärwerken endgültig durch. Die Rieselfelder im Untersuchungsgebiet Berlin-Buch wurden 1985 stillgelegt.

Durch die Berieselung bzw. Überstauung war es zu umfassenden Veränderungen des Bodenwasserhaushalts, der Nährstoffversorgung, des pH-Wertes und des Gehaltes organischer Substanz gekommen (BLUME 1995). Mit dem Abwasser eingetragene Feststoffe lagerten sich auf der Bodenoberfläche ab. Diese Veränderungen wurden zunächst positiv bewertet, da sie auf den sehr durchlässigen, nährstoffarmen Sandböden eine Bodenverbesserung für die weiterhin landwirtschaftlich genutzten Standorte darstellten. Im Laufe der Zeit nahmen jedoch sowohl die Abwassermengen als auch die Schadstoffgehalte des Abwassers zu, so dass sich negative Aspekte für die landwirtschaftliche Nutzung ergaben, z. B. in Form von Bodenstrukturveränderungen und Schwermetallbelastung der Pflanzen (AUHAGEN ET AL. 1994, METZ 1995). Nach dem Ende der Berieselung kam es abermals zu Veränderungen der Bodenverhältnisse. Der Grundwasserspiegel sank ab, es kam zur Versauerung und zum Abbau organischer Substanz. Ein Großteil der Flächen in Berlin-Buch wurde aufgeforstet. Dazu wurden die typischen Becken-, Graben- und Dammstrukturen der ehemaligen Rieselfelder überwiegend eingeebnet und die Böden gepflügt. Die organischen Horizonte der Bodenoberfläche wurden dabei zum Teil von mineralischem Material überdeckt (SENATSVRWALTUNG FÜR

STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ 1993). Insgesamt ergibt sich aus der ehemaligen Rieselnutzung in Form von Becken und der dann folgenden Bodenbearbeitung ein kleinflächiges Mosaik von Bodeneigenschaften einschließlich der Bodenbelastung.

Langfristiges Entwicklungsziel für die ehemaligen Rieselfeldflächen war und ist die Umgestaltung zu einem walddreichen Erholungsgebiet. Im Hinblick darauf muss ausgeschlossen werden, dass eine Gefahr für Mensch und Tier, Flora und Grundwasser von der Schadstoffbelastung der Böden ausgeht. Die Aufforstung der ehemaligen Rieselfeldflächen im Forstbezirk Buch erfolgte jedoch ohne angemessene wissenschaftliche Vorbereitung (WAHLMANN 1996). Nur auf einem Teil der aufgeforsteten Fläche konnte sich ein vitaler Baumbestand etablieren. In den folgenden Jahren wurden daher umfangreiche Untersuchungen der ehemaligen Rieselfeldflächen durchgeführt und Konzepte zur Sanierung und Gestaltung erarbeitet. Zurzeit sind verschiedene Maßnahmen zur Rekultivierung des Gebietes in Erprobung (KILZ 1995). Dazu gehören z. B. die Entwicklung baumartenreicher Mischbestände, die Regulierung des Wasserhaushalts, Kalkung sowie die Aufbringung sorptionsstarken Substrats (RENGER & HOFFMANN 1999). In diesem Zusammenhang kommt auch den Bodenorganismen wesentliche Bedeutung zu, da sie durch den Abbau organischer Substanz eine Voraussetzung für die Entwicklung und Aufrechterhaltung geschlossener Stoffkreisläufe schaffen. Zwar trägt die Bodenfauna im Vergleich mit den Bodenbakterien und -pilzen nur einen kleinen Teil zum Umsatz direkt bei. Bodentiere erfüllen jedoch Funktionen als „ecosystem engineers“ und sind über die Steuerung mikrobieller Prozesse auch indirekt am Abbau organischer Substanz beteiligt (BECK 1987, WOLTERS 1991, LAWTON 1994).

2.1 Lage und Eigenschaften der Untersuchungsflächen

In der vorliegenden Arbeit wurden im Zeitraum 1995-1998 sechs ehemalige Rieselfeldflächen (RefB, nPAK, T 14, nPCB, gbB, T 26) und eine Vergleichsfläche im Bucher Forst (Forst) untersucht. Die Fläche nPCB wurde unterteilt in eine Teilfläche mit Krautschicht (nPCB(+)) und eine ohne flächendeckende Krautschicht (nPCB(-)). Die Auswahl der Flächen wurde auf der Basis von Voruntersuchungen so vorgenommen, dass möglichst unterschiedliche Bodeneigenschaften repräsentiert sind (Tab. 1). Die Auswahl und Untersuchung der Flächen erfolgte im

Zusammenhang mit dem vom damaligen BMBF geförderten Verbundprojekt „Bodenökologische Untersuchungen zur Wirkung und Verteilung von organischen Stoffgruppen (PAK, PCB) in ballungsraumtypischen Ökosystemen“ (FKZ 07OTX08D/2). Um die Vergleichbarkeit mit Berichten und früheren Veröffentlichungen zu gewährleisten, wurden die Flächenbezeichnungen aus dem Projekt in der vorliegenden Arbeit beibehalten. Ein Problem stellt das Fehlen einer geeigneten Kontrollfläche dar, d. h. einer unbelasteten Fläche mit ansonsten ähnlichen Eigenschaften wie die Rieselfeldböden. Ein **gering belasteter Boden** liegt bei der Fläche gbB vor; dort ist jedoch der Humusgehalt deutlich niedriger als bei den anderen Flächen. Die Fläche Forst ist ebenfalls gering belastet, weist jedoch wegen der anderen Nutzungsgeschichte als die ehemaligen Rieselfeldflächen andere Bodeneigenschaften auf.

Tab. 1: Voruntersuchung pH-Werte, C_{org.}, Summe Ton- und Schluffanteil sowie Schwermetallgehalte (mg/kg TG) der ausgewählten Flächen 1991 (MARSCHNER, pers. Mitt.)

Fläche	pH (KCl)	C _{org.}	Σ Ton + Schluff (%)	Cd	Cu	Pb	Zn
RefB	5,1	2,2	7,4	4,1	49	72	206
nPAK	4,5	2,9	15,1	6,1	187	282	328
T 14	4,7	8,8	0,0	13,6	141	126	356
nPCB	4,2	4,7	7,1	22,5	167	116	381
gbB	4,8	0,7	4,5	0,6	20	18	54
T 26	5,6	1,9	11,1	1,2	70	83	191

Die ehemaligen Rieselfeldböden im Untersuchungsgebiet werden von AUHAGEN ET AL. (1994) als Auftragsboden-Regosole, Auftragsboden-Braunerden und Auftragsboden-Rostbraunerden bezeichnet. Für die Flächen RefB, nPAK und gbB wird von SCHLENTHER ET AL. (1992) Auftragsboden-Regosol als Bodentyp angegeben. Der Bodentyp „Auftragsboden“ ist allerdings nach der aktuellen Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994) nicht mehr vorgesehen. In der Bodengesellschaften-Konzeptkarte für Berlin ist für das Gebiet daher die „Regosol+Braunerderregosol+Gleyregosol-Gesellschaft“ (eingeebnetes Rieselfeld auf Talsand/Sandersand) angegeben (SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ 1993, Karte 01.01 Ausgabe 1998).

Lage, Größe und Angaben zur Vegetation der untersuchten Flächen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Die Koordinaten wurden auf der Basis der Topographischen Karte 1 : 10.000 ermittelt (LANDESMESSUNGSAMT BRANDENBURG 1994). Die Größe der Flächen ist unterschiedlich, da sie sich jeweils nach den örtlichen Gegebenheiten richtet, wie Abstand der Baumreihen und Lage vegetationsfreier Bereiche. Die Vegetation wurde nicht auf Artebene erfasst, da sie als Umweltfaktor für die edaphischen Enchytraeiden im Vergleich mit den Bodeneigenschaften von untergeordneter Bedeutung ist (GRAEFE 1997a). Nach AEY (1992) sind die Pflanzengesellschaften der ehemaligen Rieselfeldflächen durch den starken anthropogenen Einfluss z. T. sehr artenarm. Da auch die für einzelne Pflanzengesellschaften typischen Charakterarten häufig fehlten, wurden die Gesellschaften von ihm nicht auf Assoziationsebene angegeben. Für die meisten der hier untersuchten Flächen wird die Vegetation als Queckenbestand (Gruppe Halbruderale Halbtrockenrasen) bezeichnet (AEY 1992). Die Baumbestände auf den ehemaligen Rieselfeldflächen gehen aus Aufforstungen 1985/1986 hervor. Auf den Flächen RefB, nPCB, nPAK und T 26 ist deutlich ein durch das Pflügen bei der Aufforstung entstandenes Mikrorelief (Furchen / Wälle) zu erkennen. Insbesondere auf der Fläche nPCB findet sich in den Wällen die beim Pflügen überdeckte „organische Auflage“, die während der Rieselnutzung aus einer mehr oder weniger mächtigen Schicht Klärschlamm bestand (Abb. 2). Auch bei den anderen Flächen wurden im Oberboden Einmischungen von organischem Material oder Unterbodenmaterial gefunden (Abb. 3). Die Pflanzung der Bäume erfolgte auf den Wällen. Die Fläche gbB wurde während der Laufzeit des o. g. Verbundprojektes unter Naturschutz gestellt (NSG Karower Teiche im Berliner Bezirk Pankow). Die Untersuchung erfolgte danach mit Genehmigung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, konnte jedoch aufgrund des Schutzstatus nicht so intensiv stattfinden wie bei einigen anderen Flächen.

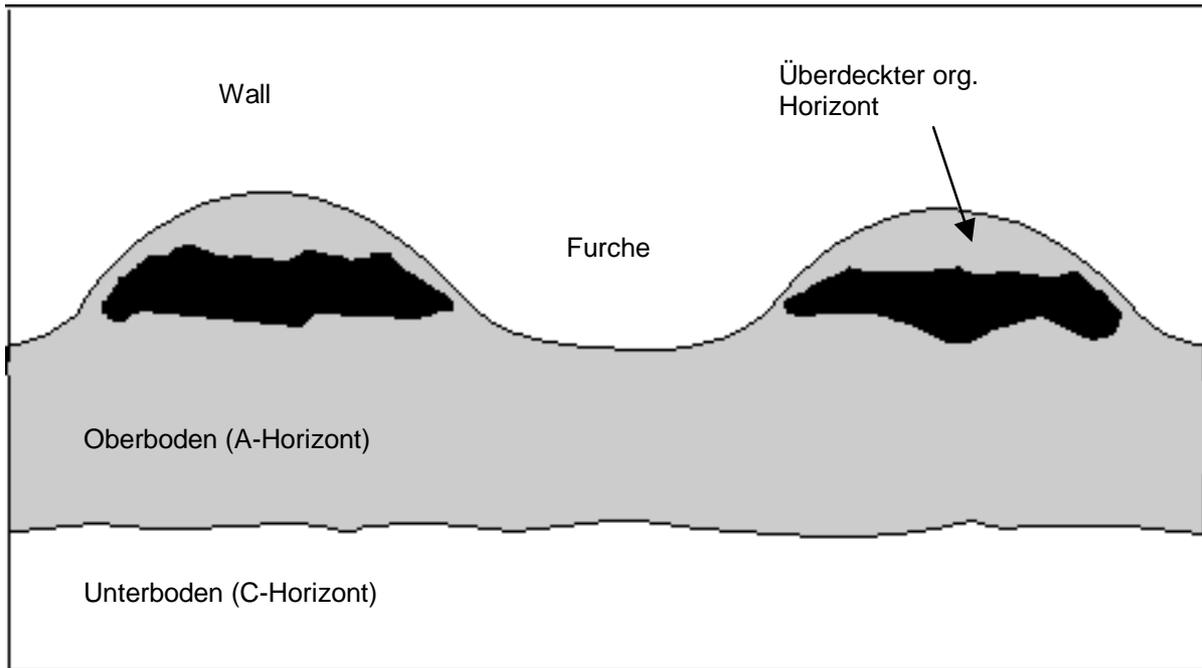


Abb. 2: Schematische Darstellung der Bodenverhältnisse der Fläche nPCB. Darstellung nicht maßstabsgerecht (horizontal gestaucht). Die Höhe der Wälle beträgt etwa 20 cm. Vegetation nicht dargestellt.

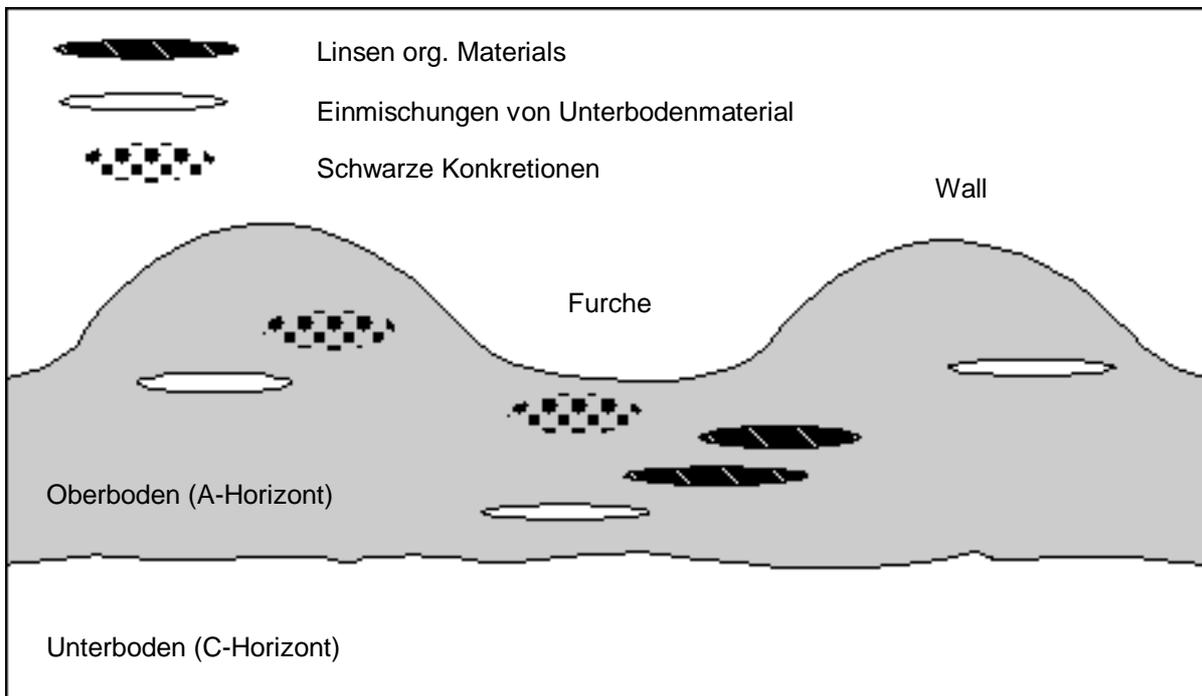


Abb. 3: Schematische Darstellung der Bodenverhältnisse der Fläche RefB. Darstellung nicht maßstabsgerecht (horizontal gestaucht). Die Einmischungen etc. sind in der Abbildung stärker räumlich konzentriert als in der Realität. Die Höhe der Wälle beträgt etwa 20 cm. Vegetation nicht dargestellt.

Tab. 2: Lage (Gauß-Krüger-Koordinaten; Jagenummer Forstamt Buch), Größe, Vegetation, Mächtigkeit der organischen Auflage sowie Beschattung der Untersuchungsflächen. n. u.: nicht untersucht

Fläche	Lage	Größe	Vegetation	Org. Auflage	Beschattung
RefB	Rechts: 4601580 Hoch: 5837490 Jagen 609 b ⁵	168 m ²	kein Baumbestand (Aufforstung fehlgeschlagen); <i>Elymus repens</i> flächendeckend	1,5 – 4,0 cm	Keine Beschattung
nPAK	Rechts: 4599130 Hoch: 5835350 Jagen 702 c ⁵	156 m ²	Pappelaufforstung lückig; Krautschicht flächendeckend	1,0 – 3,5 cm	Mäßige Beschattung
T 14	Rechts: 4599480 Hoch: 5836270 Jagen 703 b ⁵	150 m ²	Fichtenaufforstung, vereinzelt Holunder; Krautschicht flächendeckend, bis 1 m Wuchshöhe, Stickstoffzeiger (<i>Urtica dioica</i>)	1,0 – 3,0 cm	Mäßige Beschattung
nPCB	Rechts: 4601130 Hoch: 5836830 Jagen 602 a ²	216 m ²	lückenhafte Aufforstung mit Fichten und Blaufichten, z. T. mit Wachstumsanomalien; Krautschicht nur sporadisch, überwiegend auf Wällen (nPCB(-)) bzw. mit 80-100% Deckung (nPCB(+))	Keine Auflage	Keine Beschattung, da Fichten kleinwüchsig oder verkrüppelt und mit großem Abstand
gbB	Rechts: 4598830 Hoch: 5833140 Jagen 510 c ⁵	108 m ²	Aufforstung mit Balsampappel; Deckung Krautschicht ca. 50%	0,5 – 3,5 cm	Starke Beschattung
T 26	Rechts: 4598860 Hoch: 5834240 Jagen 701 a ³	104 m ²	kein Baumbestand; Krautschicht flächendeckend, z. T. Moos	n. u.	Keine Beschattung
Forst	Rechts: 4600870 Hoch: 5836870 Jagen 508a ⁶	84 m ²	Kiefernaltbestand mit Buche und Hainbuche; Deckung Krautschicht ca. 10%, überwiegend <i>Impatiens noli-tangere</i>	0,5 – 1,0 cm (L) 3,0 – 10,0 cm (Of + Oh)	Starke Beschattung

2.2 Klimaverhältnisse im Untersuchungszeitraum

Die Freilanduntersuchungen erfolgten zwischen März 1995 und Oktober 1998. Die Interpretation der bodenzoologischen Daten muss vor dem Hintergrund der Witterung im Untersuchungszeitraum stattfinden, denn diese beeinflusst Bodeneigenschaften wie Feuchte und Temperatur. Verschiedene Studien belegen, dass Enchytraeidenpopulationen empfindlich auf eine Austrocknung ihres Lebensraums reagieren (NIELSEN 1955, GRÖNGRÖFT 1981). Die Messung des Bodenwassergehaltes bei der Enchytraeiden-Probenahme erlaubt allerdings nur die Einschätzung der aktuellen Feuchtesituation. Längere Trocken- oder Frostperioden können dagegen eher aus den Monatsmitteln der Tagestemperatur und des Niederschlags abgeleitet werden. Den Abbildungen 4 und 5 liegen Messwerte der Versuchsstation Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität Berlin (Standort Blumberg) zugrunde. Die Entfernung zwischen den Untersuchungsflächen und der Versuchsstation Blumberg beträgt etwa 11 km Luftlinie. Die Lufttemperatur wurde 2 m über dem Boden gemessen. Die „langjährigen Mittel“ sind Mittelwerte der Jahre 1961-1990. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 575 mm, die mittlere Temperatur 8,5 °C.

In den Sommern 1994 und 1995 kam es im Untersuchungsgebiet zu mehrwöchigen Trockenperioden. In den Sommern 1996, 1997 und 1998 war eine Kombination geringer Niederschläge mit hohen Temperaturen weniger ausgeprägt. Von Juli 1995 bis April 1996 lagen die mittleren Niederschläge erheblich niedriger als im langjährigen Mittel (Abb. 4 und 5). In den Wintermonaten kam es während dieses Zeitraums überdies zu ungewöhnlich niedrigen Temperaturen. Auch im Winter 1996/1997 fielen die Niederschläge ungewöhnlich niedrig aus. Der Winter 1994/1995 war dagegen durchschnittlich feucht und, wie der Winter 1997/1998, eher überdurchschnittlich mild. Insbesondere der trockene Sommer 1995 in Kombination mit dem folgenden kalt-trockenen Winter kann als klimatisch ungünstig für die Enchytraeidenpopulation angesehen werden.

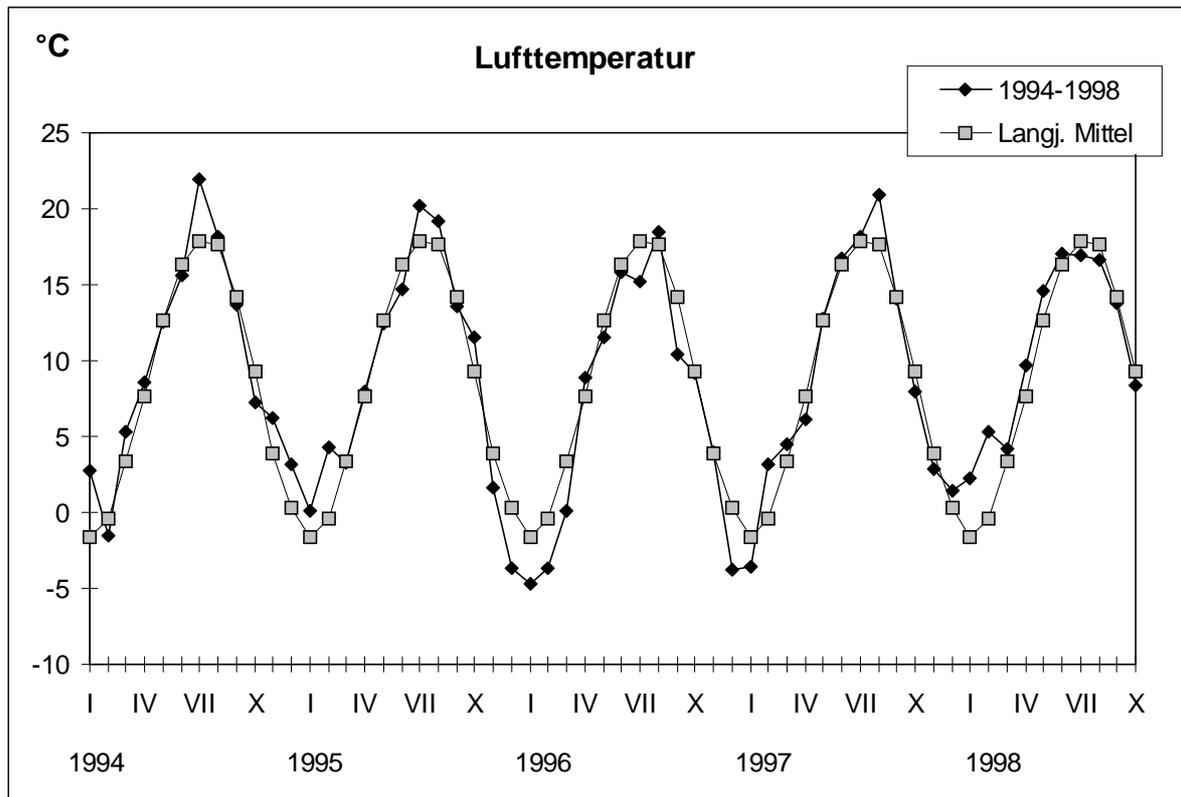


Abb. 4: Lufttemperatur (Monatsmittel) der Jahre 1994 – 1998 sowie das langjährige Mittel in °C (Versuchsstation Blumberg)

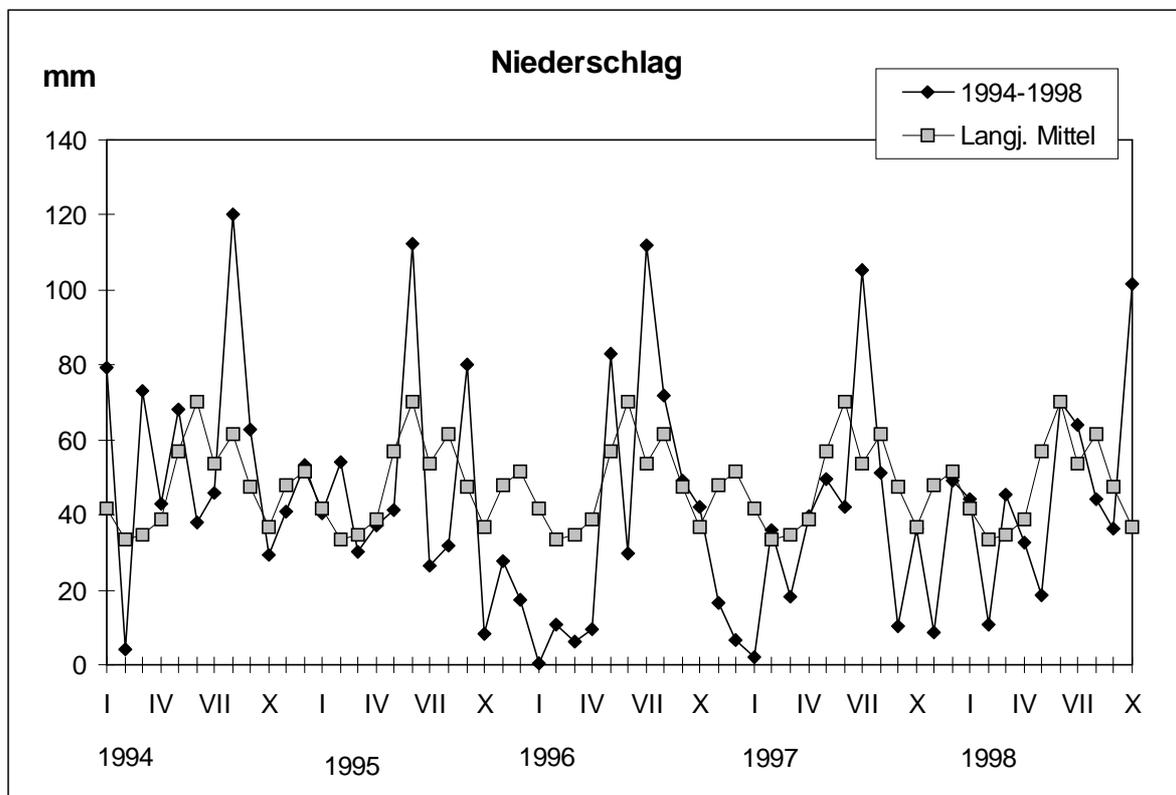


Abb. 5: Niederschlag (Monatsmittel) der Jahre 1994 – 1998 sowie das langjährige Mittel in mm (Versuchsstation Blumberg)