

16 Klimafolgenmonitoring

STEFAN FLECK, HENNING MEESENBURG,
MARKUS WAGNER, BERND AHRENDTS,
MARTIN HASSDENTEUFEL, HEINRICH HÖPER &
WALTER SCHÄFER

16.1 Einleitung

Der Boden ist als wichtiges Umweltmedium Gegenstand der Klimafolgenbetrachtung in der Deutschen Anpassungsstrategie (BUNDESREGIERUNG 2008). Auch in der Anpassungsstrategie des Landes Niedersachsen wird dezidiert auf den Bodenschutz als Handlungsfeld eingegangen (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ 2009). Als besondere Problemfelder werden u. a. benannt: Bodenerosion durch Wind und Wasser, Erhöhung der Stoffausträge, Humusverluste und Veränderungen im Wasserhaushalt (Sommertrockenheit, Stauässe und Überflutungen im Winter). Zur Erkennung und Quantifizierung der erwarteten Folgen globaler Klimaveränderungen auf die Böden ist ein Klimafolgenmonitoring unabdingbar. Dabei müssen bestehende Monitoringprogramme übernommen und gegebenenfalls an die erweiterten Fragestellungen angepasst werden.

Die Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen ist das Instrument des Landes zum Klimafolgenmonitoring, bezogen auf den Boden. Die Messergebnisse der vergangenen 20 Jahre liefern eine fundierte Basis zur Bewertung zukünftiger Entwicklungen. Welche treibenden Faktoren haben die beobachteten Entwicklungen im Wesentlichen bewirkt, und wie können sie die weitere Entwicklung unter sich ändernden Rahmenbedingungen beeinflussen? Wie ist der aktuelle Belastungszustand der Böden als Startpunkt für die weitere Entwicklung einzustufen? Und welche Veränderungen wären dann unter dem Einfluss des Klimawandels und anderer Rahmenbedingungen zu erwarten? Die Analyse dieser Zusammenhänge kann erste Hinweise auf die Bereiche geben, die bei der Weiterentwicklung des BDF-Programms besondere Aufmerksamkeit verdienen.

Natürliche Prozesse sind auf den land- oder forstwirtschaftlich genutzten Böden stark anthropogen überprägt. Der Einfluss langfristiger

klimatischer Veränderungen kann (erst) nach hinreichend langer Beobachtung interpretiert werden. Der integrative Ansatz der Bodendauerbeobachtung, d. h. die parallele Erfassung von Daten zur Witterung, zum Stoffeintrag, zur Landbewirtschaftung, zum Bodenzustand und zur Qualität von Boden- oder Grundwasser, ermöglicht es, die verschiedenen Einflussgrößen, darunter auch die Klimaveränderungen, in ihrer Wirkung und ihrer Interaktion zu quantifizieren.

16.2 Auswirkungen des Klimawandels in Niedersachsen

16.2.1 Prognose von Klimaveränderungen und Auswirkungen

Zur erwarteten Veränderung der Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Bodenfunktionen in den kommenden Jahren gehört auch der Klimawandel. Gemäß IPCC-Bericht (SOLOMON et al. 2007) werden, ausgehend von den weltweiten Klimaveränderungen, folgende Auswirkungen in Niedersachsen vorhergesagt:

- ein genereller Anstieg der Temperatur,
- eine Zunahme der Winterniederschläge (Dezember bis Februar),
- eine Abnahme der Sommerniederschläge (Juni bis August) und
- eine Zunahme der Starkregenereignisse in den Sommermonaten.

Eine Erhöhung der Bodentemperatur erhöht die Abbauleistung der Bodenorganismen (BLUME et al. 2010) und beschleunigt damit den Humusabbau. Zugleich wird allgemein auch das Pflanzenwachstum verstärkt, so dass der Nährstoffbedarf der Vegetation steigt.

Während bei der Temperatur eine absolute Erhöhung erwartet wird, könnte es bei den Niederschlägen eine saisonale Verschiebung in die Wintermonate geben, ohne dass sich die an der Bodenoberfläche jährlich auftreffende Wassermenge verändert. Für die Auswaschung und Verfügbarkeit von Nährstoffen könnten daher saisonale Effekte bedeutender werden, wenn die IPCC-Vorhersagen eintreten sollten. So könnten im Forst, bei höheren Winterniederschlägen nach der herbstlichen Nährstoffzufuhr aus dem Streufall, besonders die

mobileren Nährstoffe Kalium, Magnesium und Calcium verstärkt aus Streu und Humus gelöst werden (BLAIR 1988, LASKOWSKI, NIKLIŃSKA & MARYAŃSKI 1995). Weil im Winter keine Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln erfolgt, könnte eine verstärkte Auswaschung die Folge sein. In den Sommermonaten wäre dagegen, aufgrund der geringeren Nährstoffmobilisierung durch Lösung, mit einer geringeren Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzenwurzeln zu rechnen. In der Landwirtschaft kann es im Sommer zu stärkerer Trockenheit, höherer Beregnungsbedürftigkeit und höheren Ertragschwankungen kommen (HEIDT 2009). Im Winter nimmt dagegen die Sickerwassermenge und die Auswaschungsgefährdung der Böden zu, wobei in milden Wintern, infolge der Stickstoffmineralisation, mehr Nitrat in die Auswaschung gehen könnte. Es kann darüberhinaus, im Rahmen der Klimaanpassung der Landwirtschaft oder infolge politischer Maßnahmen (EEG 2008), zu Veränderungen im Spektrum der angebauten Kulturen kommen, was sich ebenfalls auf die Böden auswirken könnte.

Mit der Zunahme der Starkregenereignisse in den Sommermonaten erhöht sich auch die Gefahr der Bodenverluste durch Wassererosion. Dies ist besonders schwer vorherzusagen, da die Ereignisse nur vereinzelt und zufällig auftreten können und die Bodenbedeckung zum Zeitpunkt des Ereignisses eine entscheidende Rolle spielt. Einzelereignisse können dann aber bedeutend für das jährliche Erosionsgeschehen sein. Ein konsequentes und dauerhaftes Monitoring ist hier von besonderer Bedeutung. Ergebnisse zum niedersächsischen Erosionsmonitoring finden sich bei MOSIMANN et al. (2009).

16.2.2 Ermittlung der Wasserhaushaltskomponenten

Die Ermittlung der Wasserhaushaltskomponenten dient im Rahmen der Bodendauerbeobachtung in erster Linie der Quantifizierung von Nährstoffausträgen mit dem Bodensickerwasser sowie der Identifizierung von Phasen eingeschränkter Bodenwasserverfügbarkeit. Aus langzeitlichen Untersuchungen können Auswirkungen unterschiedlicher Nutzung und Behandlung sowie die jeweilige Belastung des Grundwassers erfasst und bewertet werden.

Eine direkte Messung von Bodensickerwassermengen erfordert einen hohen technischen Aufwand und ist nicht ohne Störung des natürlich entwickelten Bodengefüges durchführbar.

Bei den forstwirtschaftlich genutzten BDF wird überwiegend das forsthydrologische Simulationsmodell Brook90 (FEDERER, VÖRÖSMARTY & FEKETE 2003) in der Version LWF-Brook90 (HAMMEL & KENNEL 2001) eingesetzt. Der tägliche Wasserfluss im Boden basiert auf der numerischen Lösung der Richards-Gleichung. Zur Berechnung der potenziellen Evapotranspiration wird eine Modifikation der Penman-Montheith-Formel nach SHUTTLEWORTH & WALLACE (1985) verwendet. KENNEL (1998) überprüfte die Gültigkeit des Modells anhand von Langzeitreihen aus bewaldeten Einzugsgebieten. Das Modell ist gut an mitteleuropäische Verhältnisse angepasst (SCHULTZE et al. 2005), hat seine Anwendbarkeit auf zahlreichen unterschiedlichen Standorten und für verschiedene Baumarten unter Beweis gestellt (ARMBRUSTER, SEEGERT & FEGER 2004, WELLPOTT et al. 2005) und wurde auch bei Fragestellungen zu regionalen Auswirkungen des Klimawandels eingesetzt (PANFEROV et al. 2009, SCHWÄRZEL et al. 2009). Validiert und kalibriert wird das Modell für die BDF-F anhand von Messungen des Bestandesniederschlags, des Matrixpotentials und der Bodenwassergehalte.

Für die landwirtschaftlich genutzten BDF wird zur standortbezogenen Abschätzung der Sickerwassermenge ein Einschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell eingesetzt. Die Sickerwassermenge wird darin als Bilanzgröße aus Niederschlag und Verdunstung, unter Berücksichtigung bodenphysikalischer sowie landwirtschaftlich relevanter Modellparameter, auf Tagesbasis errechnet. Meteorologische Eingangsdaten werden jeweils durch Wetterstationen erfasst. Die Wasserspeicherfähigkeit der Böden geht als nFK_{We} unter Verwendung der von RENGER et al. (2009) vorgeschlagenen Feuchtigkeitsäquivalente in das Modell ein. Diese Werte orientieren sich an Wassergehalten aus in-situ-Bestimmungen und spiegeln somit eher Feldbodenbedingungen sowie die Dynamik der Wasserbindung wider, als der standardisierte FK-Wert bei pF 1,8. Potenzielle und aktuelle Verdunstung werden, wie in DVWK (1996) beschrieben, gemäß den Verfahren nach WENDLING, MÜLLER & SCHWEDE (1984) und WENDLING, SCHELLIN & THOMÄ (1991) ermittelt. Eine Modellvalidierung erfolgt

anhand von empirischen Messwerten (z. B. Sickerwasser aus Lysimetern, Wassergehalt aus Bodenproben), die mit den Ergebnissen verschiedener berechneter Ausgangsvariablen abgeglichen werden.

Entwicklung der Sickerwasserflüsse auf den Intensiv-BDF

Betrachtet man die tatsächlich in den letzten 20 Jahren eingetretene Entwicklung auf den BDF-F, erkennt man bei den meisten Flächen eine tendenzielle Zunahme der jährlichen Sickerwassermenge, bei drei Flächen blieb sie konstant, und nur bei Augustendorf nahm sie leicht ab (Abb. 16.1). Eine Zunahme der Sickerwassermengen würde zu erhöhten Nährstoffverlusten durch Auswaschung führen. Die statistische Unsicherheit dieser Trends ist jedoch noch zu groß, um daraus eine generelle Zunahme der Sickerwassermengen abzuleiten. Bei den auftretenden Schwankungen müsste der Betrachtungszeitraum für statistisch signifikante Aussagen länger sein.

Abbildung 16.2 zeigt die Entwicklung der jährlichen Sickerwassersummen auf den BDF-L sowie die über alle BDF-L gemittelte jährliche Niederschlagsmenge seit 2001. Der im Vergleich zu den forstlichen Flächen noch kürzere Simulationszeitraum reicht ebenfalls nicht aus, um signifikante Trends ableiten zu können. Eindeutig erkennbar ist die kurzfristige Reaktion des Bodensickerwassers in Abhängigkeit von der jährlichen Niederschlagsmenge. Die als besonders feucht geltenden Jahre 2002 und 2007 weisen die höchsten Sickerwassermengen auf. Die Periode relativ geringer Niederschlagsmengen von 2003 bis 2006 wird durch die Sickerwassermengen sehr genau nachgezeichnet. Die Jahre 2003 und 2006 waren von überdurchschnittlich langer saisonaler Trockenheit geprägt und zeigen die geringsten Sickerwasserverluste. Demnach ist der Niederschlag eine entscheidende Steuergröße des Bodenwasserhaushaltes der beobachteten Flächen. Reduziert um die kulturabhängige Verdunstungsmenge ergibt sich daraus die Sickerwassermenge (abzüglich des im Boden gespeicherten Wassers). Zwar ist von langfristigen Veränderungen in den absoluten jährlichen Niederschlagssummen gemäß IPCC-Bericht nicht auszugehen. Ein Effekt auf die Sickerwassermengen durch die saisonale Zunahme der Niederschläge in den Wintermonaten ist dennoch zu erwarten. Voraussichtlich

wird die saisonale Verschiebung der Niederschläge in die Phase geringer pflanzenphysiologischer Aktivität eine Erhöhung des jährlich versickernden Bodenwassers und damit eine erhöhte Nährstoffauswaschung im Winter zur Folge haben.

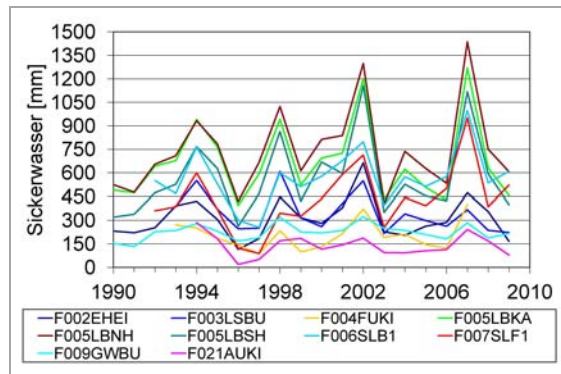


Abb. 16.1: Entwicklung der jährlichen Sickerwassermengen auf ausgewählten BDF-F.

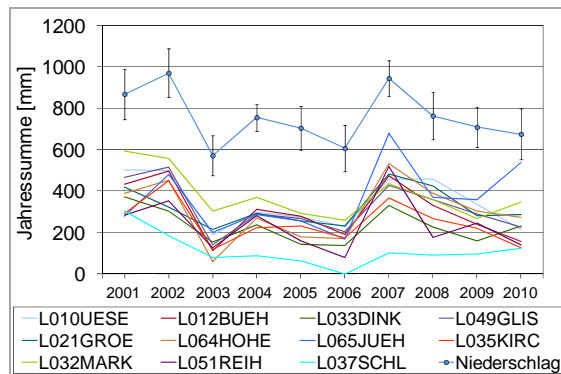


Abb. 16.2: Entwicklung der jährlichen Sickerwasser- und Niederschlagsmengen auf den BDF-L. Der Niederschlag ist als Mittel aller BDF-L dargestellt (Fehlerbalken: Standardabweichung).

Die BDF-L Schladen ist gekennzeichnet durch sehr geringe Jahresniederschläge sowie durch eine hohe Wasserspeicherfähigkeit (nFK). Die Sickerwassermengen fallen entsprechend niedrig aus. 2006 reichten die Niederschläge nicht aus, um den Bodenspeicher gänzlich zu füllen. Folglich trat kein Sickerwasser auf.

Langzeituntersuchungen auf der BDF-F Solling, Buche

Für die Fläche Solling, Buche (F006SLB1) liegen aus verschiedenen Messprogrammen Wasserhaushaltsmessungen seit 1960 vor, die eine für statistisch signifikante Aussagen geeignete Langzeitbetrachtung auf Basis der Bodenfeuchtesimulation erlauben. Demnach schwankte zwar auch im Zeitraum 1960–2009 die in den Wintermonaten pflanzenverfügbare Bodenwassermenge erheblich. Die größten positiven Abweichungen vom langjährigen Mittel traten aber alle erst in der zweiten Hälfte des Betrachtungszeitraums auf und die negativen Abweichungen liegen vermehrt in den ersten 25 Jahren. Die daraus berechnete langfristige Zunahme der winterlichen Bodenfeuchte ist nach dem Mann-Kendall-Test statistisch signifikant auf dem 10-%-Niveau (Abb. 16.3) und bestätigt damit indirekt die nach SOLOMON et al. (2007) erwartete Entwicklung.

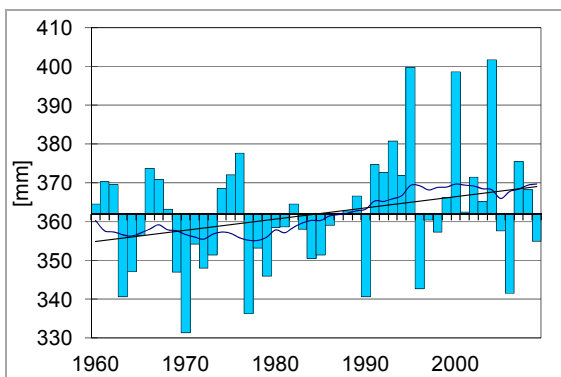


Abb. 16.3: Pflanzenverfügbares Bodenwasser [mm] (bis 1 m Tiefe) in den Wintermonaten Dezember bis Februar auf der Fläche Solling, Buche (F006SLB1; Darstellung mit langfristigem Mittelwert, linearem Trend und gleitendem Mittelwert).

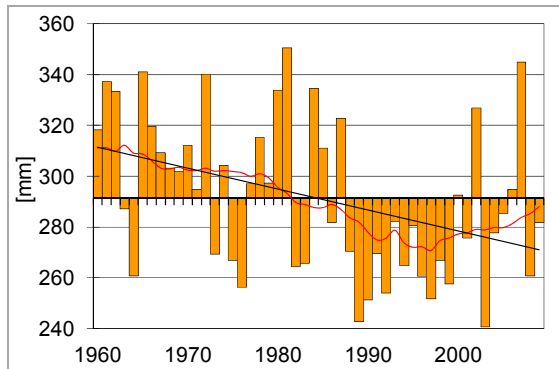


Abb. 16.4: Pflanzenverfügbares Bodenwasser [mm] (bis 1 m Tiefe) in den Sommermonaten Juni bis August auf der Fläche Solling, Buche (F006SLB1; Darstellung mit langfristigem Mittelwert, linearem Trend und gleitendem Mittelwert).

Auch in den Sommermonaten bestätigt die Bodenfeuchtesimulation aus dem Solling den erwarteten Trend. Bei großen Bodenfeuchteschwankungen liegen die meisten Überschreitungen des langfristigen Mittelwerts in den ersten 25 Jahren des Betrachtungszeitraums, während die Unterschreitungen gehäuft in seiner zweiten Hälfte auftreten. Der abnehmende Trend ist nach dem Mann-Kendall-Test statistisch signifikant auf dem 1-%-Niveau (Abb. 16.4).

Die Bedeutung dieser klimatischen Veränderungen für die Vegetation wurde anhand von Jahrringdaten der Buchen im Solling (BECK & MÜLLER 2007) rückwirkend analysiert (FLECK, WAGNER & MEESENBERG 2010). Demnach traten Zuwachsrückgänge insbesondere nach Jahren mit drastischen Bodenfeuchteschwankungen auf. In der Vegetationsperiode war in solchen Extremjahren besonders wenig Bodenwasser pflanzenverfügbar, in der Winterruhe dagegen sehr viel, wobei der Boden durchgehend Austrocknungs- bzw. Befeuchtungsperioden ausgesetzt war (Abb. 16.5). Deutliche Zuwachssteigerungen folgten dagegen auf Jahre, in denen Sommertrockenheit und Winterfeuchte nicht so extreme Werte erreichten.

Bei Eintreten der IPCC-Klimaprojektionen ist damit zu rechnen, dass Jahre mit extremen Bodenfeuchteschwankungen häufiger werden. Die empirisch belegten Wachstumsreaktionen auf Extremjahre könnten eine Folge der dann im Sommer geringen Nährstoffmobilisierung sein oder aber auch direkte Wirkungen der

Wasserverfügbarkeit auf Transpiration und Photosynthese (GRANIER et al. 2007). Die gleichzeitig durch den Temperaturanstieg beschleunigten Zersetzungsprozesse sind ebenfalls wasserabhängig; bei Trockenheit im Sommer besteht daher die Gefahr, dass die Nährstoffmobilisierung zu einem für die heimische Pflanzenwelt nicht nutzbaren Jahresabschnitt erfolgt, so dass erhöhte Auswaschungsverluste die Folge sind. Ein Zusammenwirken dieser Effekte könnte im Ergebnis eine Verarmung vieler Böden an basischen Kationen bewirken, wie sie zum Teil auch schon in den vergangenen 20 Jahren des BDF-Programms sichtbar wurde.

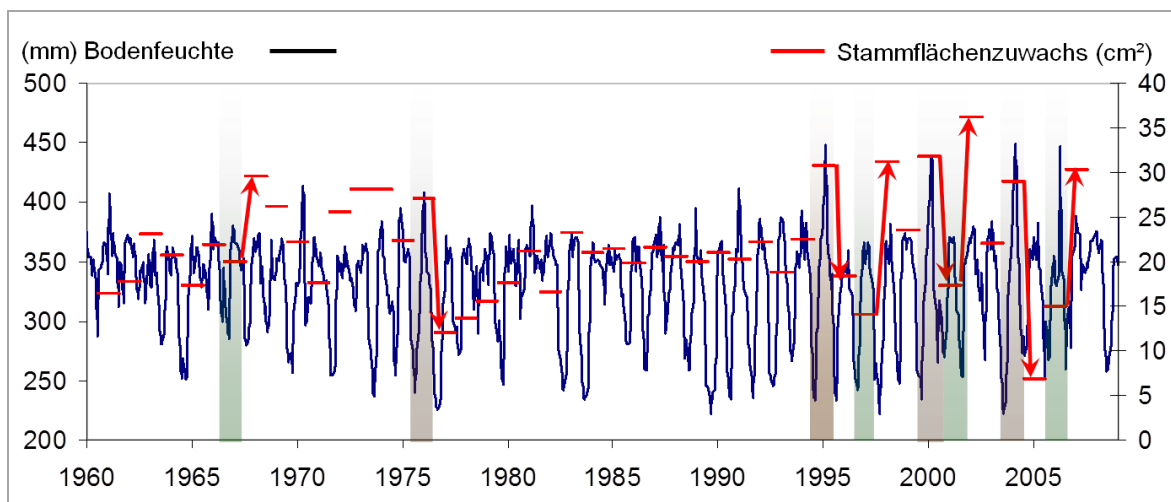


Abb. 16.5: Pflanzenverfügbares Bodenwasser [mm] auf der Fläche Solling, Buche (F006SLB1) und jährlicher Grundflächenzuwachs. Die stärksten Zuwachsrückgänge folgen den braun unterlegten Extremjahren, die stärksten Zuwachssteigerungen den grün unterlegten Jahren.

16.2.3 Humushaushalt

Die erwarteten Klimaveränderungen können sich direkt oder indirekt auf den Humushaushalt der Böden und auf deren Humusgehalte auswirken. So lassen zum einen steigende Temperaturen eine verstärkte Mineralisation der organischen Substanz und damit zumindest zeitweilig abnehmende Humusgehalte erwarten. Zum anderen könnte aber eine stärkere Austrocknung der Böden im Sommer dieser Entwicklung entgegenwirken. Darüber hinaus kann es auch indirekt, z. B. infolge von Klimaanpassungsstrategien, zu Auswirkungen auf den Boden kommen. Die Fruchtfolgen ändern sich, wie heute schon erkennbar, durch den Anbau von Pflanzen zur Energieerzeugung, oder, wie zukünftig erwartet, als Anpassung an die sich ändernden klimatischen Verhältnisse. Mit der Bodendauerbeobachtung lassen sich aufgrund des langfristigen Charakters aber auch aufgrund des integrierenden Ansatzes, d. h. unter Erfassung klimatischer und bewirtschaftungsbedingter Einflussfaktoren, die Ursachen für die zu erwartenden schleichenden Bodenveränderungen bestmöglich unter praxishen Bedingungen erforschen. Dies ist umso wichtiger, als der Temperatureinfluss auf den Abbau von organischer Substanz in der Literatur sehr kontrovers diskutiert wird (AGREN & BOSATTA 2002, DAVIDSON & JANSSEN 2006, GIARDINA & RYAN 2000, LISKI et al. 1999).

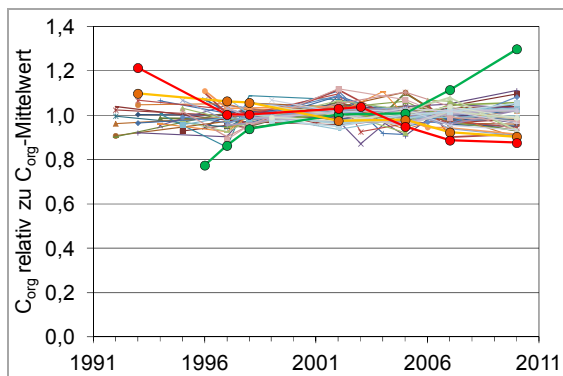


Abb. 16.6: Entwicklung der relativen C_{org} -Gehalte im Ap-Horizont der ackerbaulich genutzten BDF-L. (Relativwert = Mittelwerte der vier Kernflächen eines Jahres, geteilt durch Gesamtmittelwert über alle Jahre). Herausgehobene BDF-L: gelb = L031VINN, rot = L033DINK, grün = L051REIH.

Abbildung 16.6 gibt einen Überblick über die Entwicklung der relativen C_{org} -Gehalte auf den ackerbaulich genutzten BDF-L zwischen 1992 und 2010. Es zeigen sich zwar auf einzelnen Flächen deutliche Schwankungen zwischen den Jahren. Über alle Flächen betrachtet lässt sich jedoch kein Trend erkennen, der eine landesweite, möglicherweise den Klimaveränderungen zuzuschreibende Entwicklung dokumentieren könnte. Auch eine regionale Betrachtung, z. B. Ostniedersachsen versus Westniedersachsen, liefert keine anderen Erkenntnisse. Nichtsdestoweniger kann es auf Einzelflächen aufgrund vergangener Nutzungsänderungen (z. B. Grünlandumbbruch, Entwässerungsmaßnahmen) zu signifikanten Veränderungen kommen.

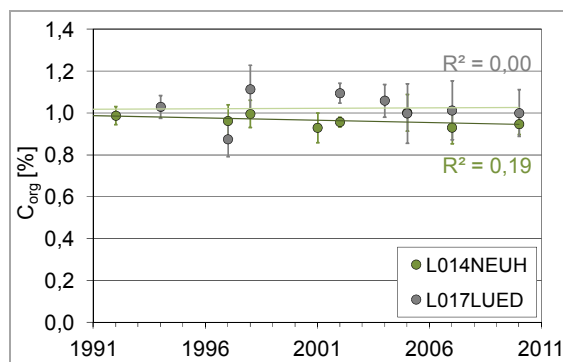
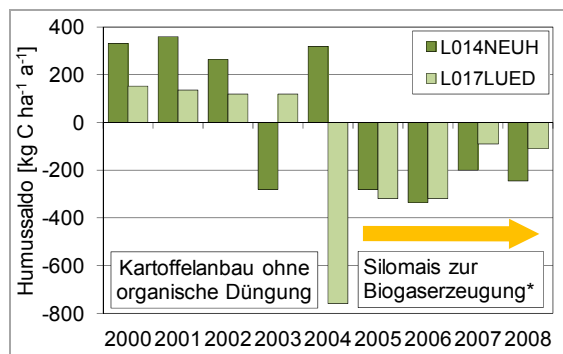


Abb. 16.7: Entwicklung der Humusbilanzen (oben) und der C_{org} -Gehalte (unten) in der Ackerkrume nach Umstellung auf eine Fruchtfolge mit einem hohen Energiepflanzenanteil (hier: Silomais) auf den BDF-L L014NEUH und L017LUED.

Andererseits zeigt sich, dass nicht nur die vorhergesagten Klimaveränderungen Folgen für den Boden haben könnten, sondern auch die Maßnahmen zur Anpassung. Mit einer Umstellung auf eine Fruchtfolge mit einem hohen Anteil an Silomais als Energiepflanze haben sich auf den BDF-L L014NEUH und L017LUED seit 2005 negative Humusbilanzen ergeben (Abb. 16.7). Auch die C_{org} -Gehalte zeigen einen leichten, wenngleich noch nicht absicherbaren Trend zu abnehmenden Werten auf L014-NEUH. Auf L017LUED liegen die Werte nach einem Zwischenhoch 1997–2004 inzwischen ebenfalls wieder etwas niedriger.

16.3 Mögliche Konsequenzen für die zukünftige Ausrichtung des BDF-Programms

Das niedersächsische Programm zur Bodendauerbeobachtung ist dazu angelegt, zeitliche Entwicklungen von Bodeneigenschaften langfristig zu verfolgen. Der Boden wird dabei umfassend im Kontext von Klima bzw. Witterung und land- bzw. forstwirtschaftlicher Bodennutzung als wirkende Faktoren sowie im Hinblick auf Interaktionen mit dem Grundwasser und der Vegetationsdecke betrachtet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf gemessenen Werten oder direkten Beobachtungen, die es erlauben sollten, rückblickend Indizien für die potenziellen Auswirkungen globaler Klimaveränderungen auf Böden zu erhalten. Dabei ist es entscheidend, die Böden im gesamten Wirkungsfeld zu betrachten. Von besonderer Bedeutung ist dabei auch der Langzeitcharakter der Bodendauerbeobachtung. Nur bei Langzeitbetrachtungen ist es möglich, eine systemimmanente Oszillation der Bodenparameter mit unterschiedlichen Amplituden (jahreszeitlich, zwischenjährlich, fruchtfolgebezogen, Jahrzehnte) von langfristigen Trends zu unterscheiden. Und nur bei einer umfassenden Datenerhebung wird es möglich sein, diesen Trends Ursachen zuzuweisen und Maßnahmen einzuleiten.

Insgesamt ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass die Dauerbeobachtungsprogramme der Länder naturgemäß mit einem begrenzten Etat ausgestattet sind, und dass, neben der Auswirkung von globalen Klimaveränderungen auf die Böden, die ursprünglichen Fragestellungen nicht vernachlässigt werden dürfen, u. a. die Entwicklung stofflicher und nicht-stoff-

licher Bodenbelastungen, Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt.

Im Hinblick auf ein Klimafolgenmonitoring könnte das Bodendauerbeobachtungsprogramm in folgenden Aspekten ausgebaut werden:

Stärkere Berücksichtigung saisonaler Schwankungen

Die vorhergesagte Saisonalität der Klimaveränderungen, nassere und mildere Winter sowie trockenere und heißere Sommer mit Starkregeneignissen, lässt Veränderungen in der Nährstoffversorgung der Kulturen und Baumbestände und in der Nährstoffauswaschung mit dem Sickerwasser erwarten. Diese Dynamik gilt es möglichst genau abzubilden.

Modellbasierte Abschätzungen des Klimawandeleffekts

Unter Verwendung der Beobachtungen der letzten 20 Jahre können Wasserhaushalts- und Kohlenstoffmodelle, aber auch Ertragsmodelle in den Bereichen Forst- und Landwirtschaft validiert und zur Abschätzung zukünftiger Entwicklungen, u. a. infolge der vorhergesagten Klimaveränderungen, verwendet werden. Entscheidend ist hier, dass es gelingen muss, die oben beschriebene systemimmanente Oszillation der Bodenparameter möglichst genau abzubilden. Je genauer es gelingt, diese Schwankungen vorherzusagen, um so eher ist es möglich, Trends zu erkennen. Auch sind solche Modelle wichtig, um gegebenenfalls Klimaeinflüsse von anderen Einflussfaktoren (z. B. Bewirtschaftung) abzugrenzen.

Langfristige Messreihen fortsetzen

Angesichts häufig langsamer („schleichender“) Bodenveränderungen ist die Langfristigkeit der Bodendauerbeobachtung sicherzustellen. Dazu gehört nicht nur eine adäquate finanzielle und personelle Ausstattung. Probenahme und Analytik müssen über Jahrzehnte stark standardisiert erfolgen, Laborwechsel sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Der Dokumentation und standardisierten Auswertung sind besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Verfahren der Datenhaltung und -auswertung weiter entwickeln

Die umfangreiche Datensammlung macht es erforderlich, die Systeme der Datenhaltung weiter zu entwickeln, um Daten zeitnah und untereinander verknüpft bereitstellen zu können. Diese müssen, basiert auf den jeweiligen Fragestellungen, flexibel die umfangreichen Verknüpfungsmöglichkeiten der Daten berücksichtigen und statistische Verfahren der Datenauswertung, von der einfachen Regressions- oder Varianzanalyse bis hin zu Zeitreihenanalysen und multivariaten Verfahren, ermöglichen.

16.4 Quellen

- AGREN, G. I. & BOSATTA, E. (2002): Temperature response of soil organic matter. – *Soil Biology and Biochemistry* **34**: 129–132.
- ARMBRUSTER, M., SEEGERT, J. & FEGER, K.-H. (2004): Effects of changes in tree species composition on water flow dynamics - Model applications and their limitations. – *Plant and Soil* **264**: 13–24.
- BECK, W. & MÜLLER, J. (2007): Impact of Heat and Drought on Tree and Stand Vitality - Dendroecological Methods and first Results from Level-II-Plots in Southern Germany. – In: EICHHORN, J. (Hrsg.): Symposium forests in a changing environment - results of 20 years ICP Forests Monitoring, Göttingen, 25.–28.10.2006. – Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt **142**: 120–127.
- BLAIR, J. M. (1988): Nutrient release from decomposing foliar litter of three tree species with special reference to calcium, magnesium and potassium dynamics. – *Plant and Soil* **110**: 49–55.
- BLUME, H. P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K. & WILKE, B.-M. (2010): *Lehrbuch der Bodenkunde*. – Berlin (Springer).
- BUNDESREGIERUNG (2008): *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*. – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, 78 S., <www.bmu.de>.
- DAVIDSON, E. A. & JANSSEN, I. A. (2006): Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. – *Nature* **440**: 165–173.
- DVWK (1996): *Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen*. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Merkblatt **238**: 1–177; Hamburg (Parey).
- EEG (2008): *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien vom 25. Oktober 2008* (BGBl. I: 2074), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I: 1634).
- FEDERER, C. A., VÖRÖSMARTY, C. & FEKETE, B. (2003): Sensitivity of annual evaporation to soil and root properties in two models of contrasting complexity. – *Journal of Hydro-meteorology* **4**: 1276–1290.
- FLECK, S., WAGNER, M. & MEESENBURG, H. (2010): Wasserverfügbarkeit und Wachstum von Buche und Fichte. – In: NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (Hrsg.): *Waldzustandsbericht 2010*: 20–21.
- GIARDINA, G. P. & RYAN, M. G. (2000): Evidence that decomposition rates of organic carbon in mineral soil do not vary with temperature. – *Nature* **404**: 858–861.
- GRANIER, A., REICHSTEIN, M., BREDÁ, N., JANSSENS, I. A., FALGE, E., CIAIS, P., GRÜNWARD, T., AUBINET, M., BERBIGIER, P., BERNHOFER, C., BUCHMANN, N., FACINI, O., GRASSI, G., HEINESCH, B., ILVESNIEMI, H., KERONEN, P., KNOHL, A., KOSTNER, B., LAGERGREN, F., LINDROTH, A., LONGDOZ, B., LOUSTAU, D., MATEUS, J., MONTAGNANI, L., NYS, C., MOORS, E., PAPALE, M., PEIFFER, K., PILEGAARD, G., PITA, J., PUMPANEN, D., RAMBAL, S., REBMANN, C., RODRIGUES, A., SEUFERT, G., TENHUNEN, J., VESALA, T. & WANG, O. (2007): Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year 2003. – *Agricultural and Forest Meteorology* **143** (1-2): 123–145.
- HAMMEL, K. & KENNEL, M. (2001): *Charakterisierung und Analyse der Wasserverfügbarkeit und des Wasserhaushalts von Waldstandorten in Bayern mit dem Simulationsmodell BROOK90*. – Forstliche Forschungsberichte München **185**: 1–148.

- HEIDT, L. (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit Nordost-Niedersachsens. – *GeoBerichte* **13**: 109 S., 66 Abb., 14 Tab., Anh., 5 Kt.; Hannover (LBEG).
- KENNEL, M. (1998): Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes von Waldökosystemen. Fallstudien: Forsthydrologisches Forschungsgebiet Krofdorf, Referenzgebiet Große Ohe. – *Forstliche Forschungsberichte München* **168**: 1–362.
- LASKOWSKI, R., NIKLIŃSKA, M. & MARYAŃSKI, M. (1995): The dynamics of chemical elements in forest litter. – *Journal of Ecology* **76** (5): 1393–1406.
- LISKI, J., ILVESNIEMI, H., MÄKELÄ, A. & WESTMAN, C. J. (1999): CO₂ Emissions from Soil in response to climatic warming are overestimated. – The decomposition of old soil organic matter is tolerant to temperature. – *Ambio* **28** (2): 171–174.
- MOSIMANN, T., SANDERS, S., BUG, J. & BEISIEGEL, F. (2009): Bodenerosionsdauerbeobachtung in Niedersachsen 2000–2008. Methodik, Erosionsgeschehen, Bodenabträge und Anwendung der Ergebnisse. – *Geosynthesis* **14**: 1–101, Leibniz-Universität Hannover, Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie; Hannover.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ (2009): Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft - Struktur für eine Anpassungsstrategie. – <www.mu.niedersachsen.de>.
- PANFEROV, O., DÖRING, C., RAUCH, E., SOGACHEV, A. & AHREND, B. (2009): Feedbacks of windthrow for Norway spruce and Scots pine stands under changing climate. *Environ. – Environmental Research Letters* **4** (doi: 10.1088/1748-9326/4/4/045019): 1–10.
- RENGER, M., BOHNE, K., FACKLAM, M., HARRACH, T., RIEK, W., SCHÄFER, W., WESSOLEK, G. & ZACHARIAS, S. (2009): Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“ zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. – In: WESSOLEK, G., KAUPENJOHANN, M. & RENGER, M. (Hrsg.): *Bodenphysikalische Kennwerte und Berechnungsverfahren für die Praxis. – Bodenökologie und Bodengenese* **40**: 1–51; TU Berlin.
- SCHULTZE, B., KÖLLING C., DITTMAR C., RÖTZER T. & ELLING W. (2005): Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung - Regression - Regionalisierung. – *Forstarchiv* **76**: 155–163.
- SCHWÄRZEL, K., FEGER, K. H., HÄNTZSCHEL, J., MENZER, A., SPANK, U., CLAUSNITZER, F., KÖSTNER, B. & BERNHOFER, C. (2009): A novel approach in model-based mapping of soil water conditions at forest sites. – *Forest Ecology and Management* **258**: 2163–2174.
- SHUTTLEWORTH, W. J. & WALLACE, J. S. (1985): Evaporation from sparse crops - An energy combination theory. – *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **111**: 839–855.
- SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K. B., TIGNOR, M. & MILLER, H. L. (eds.) (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* – S. 1–996; Cambridge/New York (University Press).
- WELLPOTT, A., IMBRY, F., SCHINDLER, D. & MAYER, H. (2005): Simulation of drought for a Scots pine forest (*Pinus sylvestris* L.) in the southern upper Rhine plain. – *Meteorologische Zeitschrift* **14**: 143–150.
- WENDLING, U., MÜLLER, J. & SCHWEDE, K. (1984): Ergebnisse von Verdunstungsmessungen über Gras mit einem Off-line-Datenerfassungssystem (2. Mitteilung). – *Zeitschrift für Meteorologie* **34**: 190–202.
- WENDLING, U., SCHELLIN, H.-G. & THOMÄ, M. (1991): Bereitstellung von täglichen Informationen zum Wasserhaushalt des Bodens für die Zwecke der agrarmeteorologischen Beratung. – *Zeitschrift für Meteorologie* **41**: 468–475.

17 Anhang

Anhang 1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen

Tab. 17.1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen.

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum	BSK200	Morphologie
L001TIMM	Timmerlah	Parabraunerde	Lößlehm über Sandlöß über periglazialen Sanden	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4220	Ebene bis flachwellige Lößböden
L002DRUE	Drütte	Schwarzerde-Parabraunerde	Lößlehm über kreidezeitlichem Gesteinszersatz (Turon)	5	Submontane Berglandregion	5210	Flachhängige Lößbecken und Hangfußlagen
L003EHME	Ehmen	Pseudogley	Periglaziäre Sande über Geschiebelehm	3	Subkontinentale Flachlandregion	3250	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L004HEMM	Hemmendorf	Parabraunerde	Lößlehm	5	Submontane Berglandregion	5110	Ebene bis flachwellige Lößbecken
L005REIN	Reinshof	Parabraunerde-Tschernosem	Lößlehm über Tonsteinzersatz	5	Submontane Berglandregion	5130	Ebene bis flachwellige Lößbecken
L006MARI7	Mariental	Pseudogley	Periglaziäre Sande über Geschiebelehm über Sandsteinzersatz des Lias (unterer Jura)	5	Submontane Berglandregion	5370	Flach- bis mittelhängiges Bergland
L007BARU	Barum	Kolluvium über Pseudogley-Parabraunerde	Umgelagerter weichselzeitlicher Löß über Sandlöß über Geschiebedecksand über Drethe-Geschiebelehm	3	Subkontinentale Flachlandregion	3260	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L008HOFS	Hofschwicheldt	Pelosol	Ton der Unterkreide	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4130	Ebene bis flachwellige Bödenrandzone
L009HORN	Hornburg	Pseudogley-Tschernosem	Lößlehm	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4210	Ebene bis flachwellige Lößböden
L010UESE	Achim-Uesen	Pseudogley-Podsol	Geschiebedecksand über drenthezeitlichem Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2250	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L011WEGE	Wegensen	Braunerde-Pelosol	Tonsteinzersatz des mittleren Keupers	5	Submontane Berglandregion	5350	Flach- bis mittelhängiges Bergland
L012BUEH	Bühren	Pseudovergleyter Auenboden	Holozäner Auenlehm	0	Talauen und Moore	0120	Talauen
L013OTTE	Ottenstein	Braunerde	Kryoturbate Fließerden über Tonsteinzersatz des unteren Keupers	5	Submontane Berglandregion	5520	Hochflächen, z. T. mit steilen Hängen

Tab. 17.1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum	BSK200	Morphologie
L014NEUH	Neuhäuserfelde	Schluffige Seemarsch	Perimarine Sedimente	1	Maritime Flachlandregion	1520	Marschen
L015ECHE	Echem	Flußmarsch	fluviatile, perimarine Sedimente	0	Talauen und Moore	0130	Talauen
L016TETE	Tetendorf	Podsol-Braunerde	Periglaziäre Sande über glazifluviatilen Sedimenten	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L017LUED	Lüder	Podsol-Braunerde	Periglaziäre Sande über glazifluviatilen Sedimenten	3	Subkontinentale Flachlandregion	3210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L018FISC	Fischerhude	Hochmoor	Hochmoor über fluviatil-glazifluviatilen Sedimenten	0	Talauen und Moore	0210	Moore
L019GAND	Ganderkese	Pseudogley-Braunerde	Periglaziäre Sande über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2250	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L020PETK	Petkum	Brackmarsch	Brackmarsch über Niedermoortorf	1	Maritime Flachlandregion	1540	Marschen
L021GROE	Grönheimer Feld	Podsol	Flugsand über Geschiebedecksand über glazifluviatilen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L022VOXT	Voxtrup	Braunerde	Hangbildungen über Tonsteinersatz	5	Submontane Berglandregion	5350	Flach- bis mittelhängiges Bergland
L023BRED	Breddewarden	Knickige Brackmarsch	Brackmarsch	1	Maritime Flachlandregion	1540	Marschen
L024DALU	Dalumer Moor	Hochmoor-umbruchboden (Sandmischkultur)	Sandmischkultur	0	Talauen und Moore	0240	Moore
L025GRAB	Grabhorn	Gley-Podsol	Periglaziäre Sande über glazifluviatilen Sanden	1	Maritime Flachlandregion	1110	Grundwassernahe, ebene Geest
L026VECH	Vechtel	Podsol-Gley	Holozäne Flugsande über fluviatilen, weichselzeitlichen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2110	Grundwassernahe, ebene Geest
L027BARR	Barrien	Parabraunerde	Sandlöß über pleistozänen Sanden über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2260	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L028NEGE	Negenbargen	Pseudogley-Plaggenesch	Flugsand mit Plaggenaufgabe über fluviatilen und glazifluviatilen Sedimenten	1	Maritime Flachlandregion	1110	Grundwassernahe, ebene Geest
L029TEUF	Teufelsmoor	Niedermoore	Niedermoortorf	0	Talauen und Moore	0230	Moore
L030KOEN	Königsmoor	Hochmoor	Hochmoortorf über fluviatilen und glazifluviatilen Sedimenten	0	Talauen und Moore	0210	Moore

Tab. 17.1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum	BSK200	Morphologie
L031VINN	Vinnhorst	Gley	fluviatile Sedimente	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2240	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L032MARK	Markhausen	Podsol	Flugsand über fluviatilen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L033DINK	Dinklage	Gley-Podsol	Flugsand über fluviatilen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2110	Grundwassernahe, ebene Geest
L034NORD	Nordenham	Knickige Brackmarsch	Brackmarsch	1	Maritime Flachlandregion	1540	Marschen
L035KIRC	Kirchdorf	Pseudogley-Eschboden	Periglaziäre Sande mit Plaggenauflage über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2250	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L036STUE	Stütensen	Braunerde	Geschiebedecksand über glazifluviatilen Sanden	3	Subkontinentale Flachlandregion	3230	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L037SCHL	Schladen	Gley-Auenboden	Auelehm	0	Talauen und Moore	0120	Talauen
L038BALT	Baltrum	Gley	Marine Sande	1	Maritime Flachlandregion	1410	Nordseeinseln
L039HAND	Handeloh	Podsol-Braunerde	Geschiebedecksand über glazifluviatitem Material	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L040ODER	Oderbrück	Podsol-Braunerde	Fließerden über Granitzersatz	6	Montane Berglandregion	6220	Steilhängiges Bergland
L041HOLE	Holenberg	Rendzina	Hangbildungen über Kalksteinzersatz des unteren Muschelkalks	5	Submontane Berglandregion	5440	Mittel- bis steilhängiges Bergland
L042FUHR	Fuhrberg	Gley	Weichselzeitliche fluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2110	Grundwassernahe, ebene Geest
L043OLDE	Oldershausen	Pseudogley-Parabraunerde	Weichselzeitlicher Lößlehm	5	Submontane Berglandregion	5210	Flachhängige Lößbecken und Hangfußlagen
L044KONA	Konau	Gley-Auenboden	Holozäner Auenlehm	0	Talauen und Moore	0120	Talauen
L045RIDD	Riddagshausen	Pseudogley-Braunerde	Geschiebedecksand über Geschiebelehm	3	Subkontinentale Flachlandregion	3330	Grundwasserferne, hügelige Geest
L046RODE	Rodewald	Gley-Pseudogley	Hochfultlehm über fluviatilen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2240	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L047HIDD	Hiddestorf	Parabraunerde	Lößlehm über Geschiebelehm	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4220	Ebene bis flachwellige Lößböden
L048GORL	Gorleben	Gley-Auenboden	Auelehm über fluviatitem Material	0	Talauen und Moore	0120	Talauen

Tab. 17.1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum	BSK200	Morphologie
L049GLIS	Glissen	Braunerde	Geschiebedecksand über glazifluvialtem Material	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L050BOCK	Bockheber	Pseudogley-Braunerde	Geschiebedecksand über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2250	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L051REIH	Reinhausen	Pelosol	Fließerden (Röt) über Gesteinszersatz von Ton- und Kalksteinen des oberen Buntsandsteins	5	Submontane Berglandregion	5450	Mittel- bis steilhängiges Bergland
L052SUES	Süstedt	Pseudogley-Bänderparabraunerde	Sandlöß über Geschiebedecksand über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2260	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L053HUED	Hüde	Niedermoor	Niedermoortorf über Mudde über glazifluvialtem Sand	0	Talauen und Moore	0230	Moore
L054OSNA	Osnabrück	Anthropogener Auftragsboden	Anthropogene Auffüllungen über Kalkstein- und Mergelsteinzersatz	5	Submontane Berglandregion	5350	Flach- bis mittelhängige Bergland
L055RUPE	Rupennest	Tiefumbruchboden aus Podsol	(Podsol-) Tiefumbruch über glazifluviatilen Sanden	1	Maritime Flachlandregion	1110	Grundwassernahe, ebene Geest
L056MEIN	Meinersen	Tiefumbruchboden aus Podsol	Tiefumbruch (Spargeltiefkultur) aus glazifluviatilen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2220	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L057STAR	Starkshorn	Braunerde-Podsol	Geschiebedecksand über glazifluviatilen weichselzeitlichen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2310	Grundwasserferne, hügelige Geest
L058KUEI	Küingdorf	Pseudogley-Braunerde	Umgelagerter Lößlehm über Geschiebelehm	5	Submontane Berglandregion	5220	Flachhängige Lößbecken und Hangfußlagen
L059WUEL	Wülferode-Kronsberg	Braunerde	Geschiebelehm über Mergelstein-, Kalksteinzersatz	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4120	Ebene bis flachwellige Bördenrandzone
L060ELME	Elmendorf	Niedermoor	Niedermoortorf	0	Talauen und Moore	0230	Moore
L061AHER	Aher Kämpe	Gley-Auenboden	Auenlehm	0	Talauen und Moore	0120	Talauen
L062FREI	Freiburg (Elbe)	Brackmarsch	Brackische Sedimente	1	Maritime Flachlandregion	1510	Marschen
L063MEYE	Meyenburg	Brackmarsch	Perimarine Sedimente	1	Maritime Flachlandregion	1540	Marschen
L064HOHE	Hohenzethen	Braunerde	Geschiebedecksand über glazifluviatilen Sanden	3	Subkontinentale Flachlandregion	3230	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L065JUEH	Jühnde	Braunerde-Rendzina	Kalksteinzersatz des Mittleren Muschelkalks	5	Submontane Berglandregion	5530	Hochflächen, z. T. mit steilen Hängen

Tab. 17.1: Standortliche Charakterisierung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum	BSK200	Morphologie
L066STAP	Stapeler Moor	Hochmoor	Antropogene Auffüllung (Bunkerde) über Hochmoortorf über glazifluvialen Sand	0	Talauen und Moore	0210	Moore
L067LIST	Listrup	Tiefumbruchboden aus Podsol	Podsol-tiefumbruch über glazifluvialen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2110	Grundwassernahe, ebene Geest
L068BYHU	Byhusen	Gley-Podsol	Geschiebedecksand über glazifluvialen Sanden	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion	2210	Grundwasserferne, ebene bis wellige Geest
L069WEND	Wendhausen	Pseudogley-Braunerde	Lößlehm über Löß über Geschiebelehm	4	Subkontinentale Bergvorlandregion	4230	Ebene bis flachwellige Lößbörden
L070SEHL	Sehlde	Braunerde	Fließerde aus Lößlehm und Oberkreidekalksteinverwitterung	5	Submontane Berglandregion	5420	Mittel- bis steilhängiges Bergland

Anhang 2: Standortliche Charakterisierung der forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen

Tab. 17.2: Standortliche Charakterisierung der forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen.

BDF-KBZ	Standort	Bodentyp (KA3)	Geogenese	KR	Klimaraum
F001WEFI	Westerberg	Podsol	Flugsand über glazifluviatilen Sanden	1	Maritime Flachlandregion
F002EHEI	Ehrhorn, Eiche	Podsolige Braunerde	glazifluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion
F003LSBU	Lüss	Podsol-Braunerde	glazifluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion
F004FUKI	Fuhrberg	Gley-Podsol	fluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion
F005LBNH	Lange Bramke, Nordhang	Podsol-Braunerde	devonische Sandsteine (Kahlebergsandstein) und Tonschiefer	6	Montane Berglandregion
F005LBSH	Lange Bramke, Südhang	Podsol-Braunerde	devonische Sandsteine (Kahlebergsandstein) und Tonschiefer	6	Montane Berglandregion
F005LBKA	Lange Bramke, Kamm	Podsol-Braunerde	devonische Sandsteine (Kahlebergsandstein) und Tonschiefer	6	Montane Berglandregion
F006SLB1	Solling, Buche	Podsolige Braunerde	Lößlehm über Sandsteinersatz des mittleren Buntsandsteins (Sollingfolge)	6	Montane Berglandregion
F007SLF1	Solling, Fichte	Podsolige Braunerde	Lößlehm über Sandsteinersatz des mittleren Buntsandsteins (Sollingfolge)	6	Montane Berglandregion
F008HABU	Harste	Parabraunerde	Lößlehm über Kalksteinersatz	5	Submontane Berglandregion
F009GWBU	Göttinger Wald	Terra Fusca-Rendzina	Kalksteinersatz des unteren Muschelkalks	5	Submontane Berglandregion
F010WIFI	Wingst	Podsolige Braunerde	Flugsand über glazifluviatilen Sanden	1	Maritime Flachlandregion
F011IHEI	Ihlow	Plaggenesch auf Gley	fluviatiler Sand	1	Maritime Flachlandregion
F012EHKI	Ehrhorn, Kiefer	Podsolige Braunerde	glazifluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion
F013GDEI	Göhrde	Podsol-Braunerde	glazifluviatile Sande	3	Subkontinentale Flachlandregion
F014HEEI	Herrenholz	Pseudogley	Sandlöß über Geschiebelehm	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion
F015DREI	Drömling	Anmoorgley	Niedermoortorf	0	Talauen und Moore
F016HIKA	Hilskamm, Altfichte	Podsolige Braunerde	Sandsteinersatz des Hilssandstein	5	Submontane Berglandregion
F017HIMA	Hilsmulde, Altfichte	Braunerde-Podsol	Fließerden über Flammenmergel der Unterkreide	5	Submontane Berglandregion
F019HIMJ	Hilsmulde, Jungfichte	Podsolige Braunerde	Lößlehm über Hilssandstein	5	Submontane Berglandregion
F020SPFI	Spanbeck	Braunerde	Lößlehm über Sandsteinersatz des mittleren Buntsandsteins	5	Submontane Berglandregion
F021AUKI	Augustendorf	Podsol-Tiefumbruchsboden	fluviatile Sande	2	Maritim-Subkontinentale Flachlandregion

Anhang 3: Nutzung bzw. Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen und besondere Belastungen

Tab. 17.3: Nutzung bzw. Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen und besondere Belastungen.

BDF-KBZ	BDF-Name	Nutzung	NSG/ WSG	Land- wirt- schaft	Fruchtfolge/Grünlandnutzung	Klasse_N-Düngung	Klasse_org- Düngung	Dränung	Belastung
L001TIMM	Timmerlah	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L002DRUE	Drütte	Ackerland		konv.	Getreide/Raps/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	keine	nein	Emissionen (Luft)
L003EHME	Ehmen	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	keine	ja	
L004HEMM	Hemmendorf	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben	> 200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L005REIN	Reinshof	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	keine	ja	
L006MARI	Mariental	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	keine	ja	
L007BARU	Barum	Ackerland		konv.	Getreide/Kartoffeln/Zuckerrüben	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	Wassererosion
L008HOFS	Hofschwicheldt	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	
L009HORN	Hornburg	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	keine	ja	
L010UESE	Achim-Uesen	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Raps // ab 2010 naturnah	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	
L011WEGE	Wegensen	Grünland		konv.	Mähweide, 3 Schnitte	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L012BUEH	Bühren	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L013OTTE	Ottenstein	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L014NEUH	Neuhäuserfelde	Ackerland		konv.	Getreide/Raps // ab 2006 Mais	> 200 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	
L015ECHE	Echem	Grünland		konv.	Mähweide, 2 Schnitte	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L016TETE	Tetendorf	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Kartoffeln	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Klärschlamm
L017LUED	Lüder	Ackerland		konv.	Getreide/Kartoffeln // ab 2005 Mais	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L018FISC	Fischerhude	Grünland		konv.	Mähweide, 3 Schnitte	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L019GAND	Ganderkese	Ackerland		konv.	Getreide/Kartoffeln	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Klärschlamm
L020PETK	Petkum	Grünland		konv.	Mähweide, 1 Schnitt	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L021GROE	Grönheimer Feld	Ackerland	WSG	ökol.	Getreide/Kartoffeln/Erbsen	< 100 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L022VOXT	Voxtrup	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Mais/Raps	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L023BRED	Breddewarden	Grünland		konv.	Mähweide, 2 Schnitte	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L024DALU	Dalumer Moor	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Kartoffeln/Ackergras	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	

Tab. 17.3: Nutzung bzw. Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen und besondere Belastungen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	BDF-Name	Nutzung	NSG/ WSG	Land- wirt- schaft	Fruchtfolge/Grünlandnutzung	Klasse_N-Düngung	Klasse_org- Düngung	Dränung	Belastung
L025GRAB	Grabhorn	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Kartoffeln	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L026VECH	Vechtel	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Kartoffeln	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L027BARR	Barrien	Ackerland		konv.	Getreide/Raps/Mais	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Klärschlamm
L028NEGE	Negenbargen	Grünland		konv.	Weide	< 100 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L029TEUF	Teufelsmoor	Grünland	NSG	ext.	Wiese, 2 Schnitte	< 100 kgN/ha*a	keine	nein	
L030KOEN	Königsmoor	Grünland		konv.	Wiese, 4 Schnitte	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L031VINN	Vinnhorst	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	keine	nein	Emissionen (Luft)
L032MARK	Markhausen	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Mais	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Wirtschaftsdünger
L033DINK	Dinklage	Ackerland		konv.	Mais/Getreide	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	Wirtschaftsdünger
L034NORD	Nordenham	Grünland		konv.	Weide	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	Emissionen (Luft)
L035KIRC	Kirchdorf	Naturnahe Fläche	WSG	konv.	Weide	< 100 kgN/ha*a	keine	nein	
L036STUE	Stütensen	Ackerland		ökol.	Getreide/Kleegras/Kartoffeln/ Leguminosen/Gemüse	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L037SCHL	Schladen	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Zuckerrüben/Mais	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	Schadstoffeintrag, Aue
L038BALT	Baltrum	Naturnahe Fläche	NSG/ WSG	keine				nein	
L039HAND	Handeloh	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Kartoffeln/Raps	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L040ODER	Oderbrück	Naturnahe Fläche	NSG/ WSG	ext.	Wiese, 1 Schnitt		keine	nein	Emissionen (Luft)
L041HOLE	Holenberg	Grünland	NSG/ WSG	ext.	Weide	< 100 kgN/ha*a	keine	nein	
L042FUHR	Fuhrberg	Naturnahe Fläche	WSG	konv.	Brache bis 2006 // Getreide/Kartoffeln	< 100 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L043OLDE	Oldershausen	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L044KONA	Konau	Grünland		konv.	Weide	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L045RIDD	Riddagshausen	Ackerland	NSG/ WSG	ökol.	Getreide/Kartoffeln/Leguminosen	< 100 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	Emissionen (Luft)
L046RODE	Rodewald	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	

Tab. 17.3: Nutzung bzw. Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Bodendauerbeobachtungsflächen und besondere Belastungen (Fortsetzung).

BDF-KBZ	BDF-Name	Nutzung	NSG/ WSG	Land- wirt- schaft	Fruchtfolge/Grünlandnutzung	Klasse_N-Düngung	Klasse_org- Düngung	Dränung	Belastung
L047HIDD	Hiddestorf	Ackerland		konv.	Getreide/Mais/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	keine	nein	
L048GORL	Gorleben	Grünland		konv.	Mähweide, 1 Schnitt	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Schadstoffeintrag, Aue
L049GLIS	Glissen	Ackerland	WSG	konv.	Brache 2003–2007, Getreide/Mais	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L050BOCK	Bockheber	Ackerland	NSG	ext.	Getreide/Kartoffeln/Leguminosen	< 100 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L051REIH	Reinhausen	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L052SUES	Süstedt	Ackerland		konv.	Getreide/Zuckerrüben/Kartoffeln	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L053HUED	Hüde	Ackerland		konv.	Mais/Mais(CCM)	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	Ackerbau auf Niedermoor
L054OSNA	Osnabrück	Stadtpark		keine				nein	Stadtpark, Emissionen (Luft)
L055RUPE	Rupennest	Ackerland		konv.	Kartoffeln/Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	Winderosion, rigolt 1960
L056MEIN	Meinersen	Ackerland	WSG	konv.	Spargel bis 2003 // Getreide/Kartoffeln	100–200 kgN/ha*a	keine	nein	Winderosion, Spargelanbau, rigolt 1994
L057STAR	Starkshorn	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Kartoffeln/Zuckerrüben	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L058KUEI	Küingdorf	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Wassererosion
L059WUEL	Wülferode	Ackerland		ökol.	Getreide/Kleegras/Leguminosen	< 100 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L060ELME	Elmendorf	Grünland		konv.	Mähweide, 1 Schnitt	< 100 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	
L061AHER	Aher Kämpe	Grünland	NSG/ WSG	konv.	Mähweide, 1 Schnitt	100–200 kgN/ha*a	gelegentlich	nein	
L062FREI	Freiburg (Elbe)	Grünland	NSG	konv.	Weide	< 100 kgN/ha*a	keine	nein	
L063MEYE	Meyenburg	Ackerland		konv.	Getreide/Raps	> 200 kgN/ha*a	gelegentlich	ja	
L064HOHE	Hohenzethen	Ackerland		konv.	Kartoffeln/Getreide/Zuckerrüben/Mais	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L065JUEH	Jühnde	Ackerland		konv.	Getreide/Raps/Mais	100–200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	
L066STAP	Stapeler Moor	Moor, vernässt	NSG	keine				nein	
L067LIST	Listrup	Ackerland		konv.	Getreide	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	nein	Kompost
L068BYHU	Byhusen	Grünland		konv.	Wiese, 3 Schnitte	> 200 kgN/ha*a	regelmäßig	ja	
L069WEND	Wendhausen	Ackerland		ökol.	Getreide/Kleegras	< 100 kgN/ha*a	keine	nein	
L070SEHL	Sehlde	Ackerland	WSG	konv.	Getreide/Raps	> 200 kgN/ha*a	keine	nein	

Anhang 4: Nutzung und Schutzstatus der forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen

Tab. 17.4: Nutzung und Schutzstatus der forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen.

BDF-KBZ	BDF-Name	Bestand	Bestandesalter	aktuelle Vegetation	Schutzstatus
F001WEFI	Westerberg	Fichte	18	Douglasienforst (Anpflanzung nach Windwurf, ehemals Harzer Labkraut-Fichtenforst)	
F002EHEI	Ehrhorn, Eiche	Eiche	130	Bodensaurer Eichen- und Eichenmischwald	FFH/NSG/WSG
F003LSBU	Lüss	Buche	131	Hainsimsen-Buchenwald, typische Variante	Vogelschutz
F004FUKI	Fuhrberg	Kiefer	60	Drahtschmielen-Kiefernwald	WSG
F005LBNH	Lange Bramke, Nordhang	Fichte	64	Harzer Labkraut-Fichtenforst	WSG
F005LBSH	Lange Bramke, Südhang	Fichte	64	Harzer Labkraut-Fichtenforst	WSG
F005LBKA	Lange Bramke, Kamm	Fichte	64	Harzer Labkraut-Fichtenforst	WSG
F006SLB1	Solling, Buche	Buche	162	Hainsimsen-Buchenwald, typische Variante	FFH/Vogelschutz/WSG
F007SLF1	Solling, Fichte	Fichte	127	Harzer Labkraut-Fichtenforst	FFH/Vogelschutz/WSG
F008HABU	Harste	Buche	121	Hexenkraut-Waldmeister-Buchenwald	
F009GWBU	Göttinger Wald	Buche	144	Platterbsen-Waldgersten-Buchenwald	FFH/Vogelschutz
F010WIFI	Wingst	Fichte	145	Harzer Labkraut-Fichtenforst	WSG
F011IHEI	Ihlow	Eiche	156	Bodensaurer Eichen- und Eichenmischwald	FFH/NSG/NW
F012EHKI	Ehrhorn, Kiefer	Kiefer	125	Drahtschmielen-Kiefernwald	FFH/NSG
F013GDEI	Göhrde	Eiche	119	Bodensaurer Eichen- und Eichenmischwald	
F014HEEI	Herrenholz	Eiche	125	Bodensaurer Eichen- und Eichenmischwald	NSG/FFH
F015DREI	Drömling	Eiche	120	Eichenbestand mit Erlenbruchwaldcharakter	NSG/FFH/Vogelschutz
F016HIKA	Hilskamm, Altfichte	Fichte	131	Harzer Labkraut-Fichtenforst	
F017HIMA	Hilsmulde, Altfichte	Fichte	127	Harzer Labkraut-Fichtenforst	
F019HIMJ	Hilsmulde, Jungfichte	Fichte	39	Harzer Labkraut-Fichtenforst	
F020SPFI	Spanbeck	Fichte	113	Harzer Labkraut-Fichtenforst	
F021AUKI	Augustendorf	Kiefer	68	Drahtschmielen-Kiefernwald	WSG

Autoren

- Dr. Bernd Ahrends
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Dr. Jan Bug
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Physische Geographie
und Landschaftsökologie,
Schneiderberg 50,
30167 Hannover.
- Inge Dammann
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Luise Engelke
Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
Geschäftsbereich Landwirtschaft,
Mars-la-Tour-Str. 1–13,
26121 Oldenburg.
- Annegret Fier
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Dr. Stefan Fleck
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Heike Fortmann
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Hubert Groh
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Martin Haßdenteufel
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Manuela Hoffmann
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Dr. Heinrich Höper
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Anouchka Jankowski
Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN),
Betriebsstelle Hannover–Hildesheim,
An der Scharlake 39,
31135 Hildesheim.
- Anne Keuffel-Türk
Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN),
Betriebsstelle Hannover–Hildesheim,
An der Scharlake 39,
31135 Hildesheim.

- Dr. Uwe Klinck
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Bernadett Lambertz
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Dr. Henning Meesenburg
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Dr. Karl Josef Meiwes
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Dr. Michael Mindrup
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Prof. Dr. Thomas Mosimann
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Physische Geographie
und Landschaftsökologie,
Schneiderberg 50,
30167 Hannover.
- Annette Most
Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN),
Geschäftsbereich IV – Naturschutz,
Göttinger Chaussee 76A,
30453 Hannover.
- Volker Puvogel
Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
Geschäftsbereich Landwirtschaft,
Mars-la-Tour-Str. 1–13,
26121 Oldenburg.
- Dr. Peter Rademacher
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Ursula Rumpf
Breliendammer Weg 28,
29308 Meißendorf.
- Dr. Annemarie Schacherer
Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN),
Geschäftsbereich IV – Naturschutz,
Göttinger Chaussee 76A,
30453 Hannover.
- Dr. Walter Schäfer
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Birte Scheler
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Dr. Karl Severin
Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
Geschäftsbereich Landwirtschaft,
Mars-la-Tour-Str. 1–13,
26121 Oldenburg.
- Bastian Steinhoff
Leibniz Universität Hannover,
Institut für Physische Geographie
und Landschaftsökologie,
Schneiderberg 50,
30167 Hannover.
- Dr. Ulrike Talkner
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.

- Dr. Marc Volkmann
Landwirtschaftliche Untersuchungs-
und Forschungsanstalt
LUFA Nord-West,
Jägerstr. 23/27,
26221 Oldenburg.
- Dr. Markus Wagner
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt,
Grätzelstr. 2,
37079 Göttingen.
- Henning Wallrabenstein
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.4 „Boden- und
Grundwassermonitoring“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.