

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg
Institut für Forstökologie und Walderfassung
Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde
Telefon: (03334) 65-304 Telefax: (03334) 65 354

**Auswahl von Probennahmestandorten
für die Prüfung von Methoden zur
Bestimmung von Stickstoffsättigung
und Nitrataustrag im Rahmen des Forstlichen
Umweltmonitorings (BZE, Level II)**

von

Dr. B. Wolff, Dr. W. Lux,
Dr. K.-J. Meiwes, J. Evers, Dr. K. v. Wilpert

Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung 2000/1

Eberswalde, Mai 2000

Gliederung

	Seite
1. Einleitung	1
2. Ziel der Probennahme	2
3. Probennahmeverfahren	3
4. Vorauswahl der Probennahmestandorte	5
5. Zeitplan / Realisierung	14
6. Literatur	14
Anhang	

1. Einleitung

Die Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) wurde bislang nur einmal durchgeführt (WOLFF U. RIEK, 1997). Die Forstchefkonferenz hat einer Wiederholung der BZE grundsätzlich zugestimmt. Die Entscheidung über den Wiederholungszeitraum und das Stichprobendesign der BZE 2 wird dabei von den Ergebnissen verschiedener Studien abhängig gemacht.

Eine im Jahre 1999 im Auftrag des BML durchgeführte Studie macht dabei Aussagen zur Stratifizierung der BZE-Stichprobe hinsichtlich der Dynamik bodenchemischer Einflüsse (RIEK 1999). Sie bildet eine Grundlage für Entscheidungen über die Reduktion der Stichprobenzahl bei der Wiederholung der BZE (BZE 2).

Im Rahmen einer weiteren Vorstudie zur BZE 2 sollen Methoden zur Bestimmung von Stickstoffsättigung und Nitrataustrag im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings (BZE, Level II) geprüft werden ("N-Vorstudie"). Der BFH wurde von BML die Aufgabe der Vorauswahl der Probennahmestandorte in Zusammenarbeit mit den beteiligten Ländern übertragen.

Nachdem man in den 80-er Jahren auf die schnell voranschreitende Bodenversauerung aufmerksam geworden ist, bildete die Beschreibung des Basen - /Säurezustandes der Waldböden die zentrale Frage der BZE 1. Von der Wiederholung der BZE (BZE 2) werden daher insbesondere Aussagen zum Fortschritt der Bodenversauerung erwartet. Darüber hinaus soll die BZE 2 aber auch zur Klärung anderer wichtiger Fragestellungen beitragen. Zu diesen zählt der Stickstoffstatus der Waldböden.

Zwar ist seit Ende der 80er Jahre die Schwefelbelastung der Wälder zurückgegangen, die atmosphärischen Stickstoffeinträge in die Wälder sind jedoch etwa gleich hoch geblieben und haben somit relativ an Bedeutung gewonnen. Deswegen sollte die BZE 2, deren Ergebnisse in 5 – 8 Jahren vorliegen werden, zum Stickstoffhaushalt der Böden detailliertere Auskunft als bei der BZE 1 geben können. Nur so kann die BZE 2 dem Anspruch, zeitnah und relevant den Zustand der Waldböden zu charakterisieren, gerecht werden. Bei der N-Vorstudie ist zu berücksichtigen, dass - angesichts der angestrebten integrierenden Auswertung von Level I und Level II-Daten - die auf Level I (BZE) mit vergleichsweise wenig Aufwand zu erhebenden Merkmale in möglichst enger Beziehung zu den auf Level II zur Beschreibung des Stickstoffstatus berücksichtigten Indikatoren stehen.

ABER ET AL. (1989) definieren die Stickstoffsättigung von Waldökosystemen als einen Zustand, in dem mehr verfügbares Ammonium und Nitrat im Boden vorhanden ist als es dem Bedarf von Pflanzen und Mikroorganismen entspricht. Da in diesem Zustand das Ökosystem Nitrat mit dem Sickerwasser zu verlieren beginnt, lässt er sich einfach über eine Bestimmung des Nitrats im Sickerwasser beschreiben. Nach der Untersuchung von DISE ET AL. (1998) ist zu erwarten, dass auf den Level II-Flächen der so definierte Zustand der Stickstoffsättigung zuverlässig ermittelt werden kann. DISE ET AL. (1998) fanden eine Beziehung zwischen dem gelösten anorganischen N im Bestandesniederschlag und im Sickerwasseraustrag. Ferner ist der Stickstoffgehalt im Bestandesniederschlag mit den Stickstoffgehalten in den Nadeln und im Streufall korreliert. Zwischen dem C:N-Verhältnis in der organischen Auflage und dem im Sickerwasser bestand nur eine lockere Beziehung.

2. Ziel der Probennahme

Im Rahmen der bundesweiten BZE wurden zur Beschreibung des N-Haushaltes bislang der N-Gehalt der Festphase sowie fakultativ GBL / 1:2-Extrakt bestimmt. In der bundesweiten Datenbank werden nur die N-Vorräte vorgehalten.

Die N-Vorstudie soll aktuelle Verfahren zur Beschreibung des N-Status von Waldökosystemen untersuchen. Dabei werden ausschließlich für Monitoringzwecke geeignete Verfahren in Betracht gezogen.

Direkte Hinweise auf Nitratverluste mit dem Sickerwasser gibt die Untersuchung der Bodenlösung, die bei der BZE I (Level I) mittels GBL / 1:2 Extrakt, in Level II mittels Lysimetern gewonnen wird. Neben diesen beiden Verfahren soll in der Vorstudie ein Salzextrakt durchgeführt werden. Überdies wird die Gleichgewichtsbodenporenlösung (GBPL) nach HILDEBRAND (1991) sowie die Desorptionslösung ($BPL_{pF3.2}$) nach BLATTNER ET AL. (2000) untersucht.

Ziel der Vorstudie ist es, die genannten Verfahren hinsichtlich der Charakterisierung der N-Konzentrationen in der Bodenlösung zu vergleichen und zu prüfen, ob man mit ihnen Standorte hinsichtlich der Nitratauswaschung aus dem Boden differenzieren kann. Des Weiteren soll die Eignung der Verfahren für die Monitoringebenen in finanzieller und wissenschaftlicher Sicht bewertet werden.

3. Probennahmeverfahren

a) Lysimeterlösung und Parallelbeprobung der Bodenfestphase

Je Standort werden in vierfacher Wiederholung Saugkerzen gesetzt und Proben der Bodenfestphase gezogen ("Pärchen"). Die Entnahme soll so erfolgen, dass jeder Lysimeterprobe eindeutig eine Bodenfestphasenprobe zur Gewinnung der Extrakte zugeordnet werden kann. Das bedeutet, dass der Abstand zwischen Lysimeter und dem Ort der Bodenprobennahme sehr klein sein soll (10 - 30 cm) im Vergleich zum Abstand der Lysimeter untereinander (mind. 1 m).

Die Proben sollen nicht im Stammfußbereich der Bäume sondern im äußeren Drittel der Kronenprojektionsfläche entnommen werden. Lysimeter und Ort der Bodenprobennahme sollten etwa den gleichen Abstand zu dem nächsten Baum haben.

Die Lysimeterkerzen sollten in die Tiefenstufe 30-60 cm eingesetzt werden um einen Vergleich zu den Proben des Salzextraktes zu gewährleisten. Die zugehörige Festphasenprobe wird in derselben Tiefenstufe (± 10 cm um die Lage der Saugkerze) gewonnen. Die Lysimeter (P80) sollen schräg in den Boden eingesetzt werden. Auf diese Weise werden sowohl Störungen des Bodens über der Lysimeterkerze vermieden als auch mögliche Beeinflussungen der Bodenlösung durch herabfallendes Bodenmaterial beim Setzen (z.B. Humus) oder am Lysimeterschaft herablaufende Bodenlösung weitgehend vermieden.

Um eine ausreichende Konditionierung der Kerzenlysimeter zu gewährleisten, sollten diese, sofern nicht bereits installierte Lysimeter für die Untersuchung benutzt werden können, im Frühsommer installiert werden. Bis zum Herbst sollten diese Lysimeter mehrmals (ca. fünfmal) beprobt werden. Wenn diese Art der Konditionierung nicht möglich ist, sollte von dem Standort, wo sie eingebaut werden, aus der entsprechenden Tiefe Boden entnommen und im Labor mit Wasser übersättigt werden. In diesen Ansatz können die Lysimeter gesetzt werden, um für die Konditionierung die Bodenlösung durch den Kerzenkörper zu saugen. Das insgesamt durch den Kerzenkörper zu saugende Lösungsvolumen sollte dabei 3 – 4 l betragen. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass auch im Falle niederschlagsarmer Sommer eine ausreichende Konditionierung der Kerzen auf die spezifischen Standortverhältnisse gewährleistet werden kann.

b) Salzextrakt

Für den Salzextrakt sollen - zusätzlich zu den Lysimeter- und parallelen Bodenproben - Mineralbodenproben aus folgenden Tiefenstufen entnommen werden: Auflagehumus, 0 – 30 cm, 30 – 60 cm und 60 – 90 cm.

c) Untersuchungen an Bodenproben aus dem Bereich der Lysimeterkerzen

c 1) GBL

Wird an feldfrischen destrukturierten Bodenproben nach BZE-Anleitung durchgeführt.

c 2) Gleichgewichtsbodenporenlösung (GBPL)

Zusätzlich zu den destrukturierten Bodenproben sollen für die Gewinnung der GBPL im Bereich der Lysimeterkerzen je 3 natürlich gelagerte Bodenproben in 100 ml Stechzylindern entnommen werden. Bei der Stechzylinderentnahme ist auf die Erhaltung quasi natürlicher Bruchflächen an der Ober- und Unterkante der Bodenproben zu achten. Die Bodenproben sind nicht durch Schneiden auf optimale Volumengenauigkeit zu bringen, sondern die natürlichen Aggregatoberflächen herauszupräparieren. Die Gewinnung der GBPL erfolgt nach der Methodenbeschreibung in der BZE-Anleitung und kann einheitlich im Labor der Abteilung Bodenkunde und Waldernährung der FVA Freiburg durchgeführt werden, da hier die entsprechende Gerätekapazität für die zügige Bearbeitung von ca. 120 Stechzylinderproben vorhanden ist.

c 3) Desorptionslösung ($BPL_{pF3.2}$)

$BPL_{pF3.2}$: Aus ca. 20 ml feldfrischem Boden wird unter horizontspezifischer Temperatur Bodenwasser bei einem Druck von pF 3.2 verdrängt. Das kapillare Medium, das die wasserleitende Verbindung zum Atmosphärendruck herstellt, ist ein 0.45 μ m-Membranfilter. Bei Feldkapazität beträgt die Wasserausbeute zwischen 500 und 1000 μ l. 120 μ l reichen aus, um alle bilanzrelevanten Kat- und Anionen mit Kapillarelektrophorese analysieren zu können. Die Druckapparatur zur Gewinnung der $BPL_{pF3.2}$ sowie die Mikromengenanalytik mittels Kapillarelektrophorese sind am Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Univ. Freiburg vorhanden. Die im Rahmen der Vorstudie anfallenden ca. 40 Proben können dort bearbeitet werden. Die $BPL_{pF3.2}$ ist für den Einsatz in der BZE besonders geeignet, da sie die Charakterisierung der Bodenlösung an technisch einfach gewinnbaren, destrukturierten Bodenproben ermöglicht.

Zusammengefaßt sind folgende Proben erforderlich:

Kriterium	Anzahl	Methodik
Probennahmestandorte	9	nicht vordringlich Flächen des Forstlichen Umweltmonitorings, Kriterien: N-Sättigung, N-Austrag wahrscheinlich; Bereitschaft zur Mitarbeit: Vornehmlich NI, BW, RP, SN, NW
Lysimeterkerzen je Standort	4	Ziehen der zu analysierenden Probe nach dem Sommer (Oktober/November), bei großer Trockenheit im darauffolgenden Frühjahr
Humusproben je Standort	4	1 Probe für den gesamten Auflagehumus für den Salzextrakt
destrukturierte Mineralbodenproben je Standort	4x1 4x3	je Lysimeterstandort eine Probe parallel zu den Lysimetern für den Vergleich von Lysimeterlösung und Bodenextrakt bzw. $BPL_{pF3.2}$ je Lysimeterstandort je eine Probe in den Tiefenstufen 0-30 cm, 30 – 60 cm, 60 – 90 cm für den Salzextrakt
100 ml Stechzylinderproben, Mineralboden je Standort	4x3	je 3 natürlich gelagerte Mineralbodenproben zur Gewinnung der GBPL aus dem Bereich der Lysimeterkerze

Detailliertere Anweisungen für die Probenvorbereitung werden durch den Auftragnehmer zu einem späteren Zeitpunkt spezifiziert.

4. Vorauswahl der Probennahmestandorte

Die Kriterien für die Auswahl der Probennahmestandorte lassen sich folgendermaßen gliedern:

Kriterium 1: N-Sättigung / N-Austrag wahrscheinlich

Ausgewählte Indikatoren dafür sind:

1a) NO₃- Sickerwassergehalte

1b) NH₄- Sickerwassergehalte

1c) N-Gehalte der Bodenfestphase

Kriterium 2: Bereitschaft der Länder, die Beprobung zu realisieren.

Für die Auswahl ist es daher nicht entscheidend, ob die Standorte BZE-Punkten entsprechen. Für die Indikatoren 1a und 1b lassen sich anhand des bundesweiten BZE-Materials ohnehin keine Aussagen treffen. Somit wurde die Vorauswahl zunächst auf die Level II-Standorte beschränkt.

Da auf den Level II-Flächen mehrere Kerzen / Sammler installiert sind, war es notwendig nach diesen differenziert auszuwerten. Überdies sind die Sammler auf den Flächen in unterschiedlichen Tiefen eingesetzt (z.B. 30 cm, 40 cm, 80 cm o.ä.). Somit war auch hier für die Berücksichtigung der jeweiligen Sammler eine Konvention für die weitere Auswertung erforderlich.

Für die Reihung der Flächen anhand der NO₃-Sickerwassergehalte (Tab.1) wurden die Saugkerzen ab 30 cm Bodentiefe berücksichtigt.

Tab. 1: Reihung der Level II-Flächen anhand der NO₃-Sickerwassergehalte (Kerzen ab 30 cm, neg. Werte=unterhalb NWG)

PLOT	Mittel N_NO3 (mg/l)	Min	Max	StdAbw	Varianz
502	23,30	0,90	42,30	11,94	142,61
606	17,25	1,70	60,60	13,48	181,66
910	10,44	2,10	27,54	6,89	47,48
1404	9,27	5,11	17,59	3,46	11,95
705	8,27	0,85	16,50	3,71	13,76
307	7,11	2,38	11,89	2,98	8,90
1303	5,17	0,40	18,40	8,82	77,80
703	4,70	0,02	13,70	5,21	27,10
1502	3,98	0,59	19,86	5,00	25,04
902	3,79	0,01	24,49	3,50	12,27
503	3,67	0,90	6,90	1,45	2,10
903	3,33	0,32	25,60	4,59	21,04
1501	3,32	0,09	11,17	3,43	11,75
1103	3,07	0,02	41,73	8,89	79,01
305	2,24	1,51	2,72	0,41	0,17
802	2,24	1,08	3,82	0,87	0,76
917	2,22	0,01	8,66	2,29	5,22
809	1,96	0,05	3,75	1,08	1,16
908	1,90	0,01	8,06	1,61	2,59
1402	1,83	0,37	4,09	1,04	1,09
806	1,70	0,20	5,00	1,19	1,42
808	1,64	0,11	3,34	1,11	1,24
1403	1,54	0,62	3,13	0,69	0,47
702	1,51	-1,00	5,30	1,96	3,83
801	1,41	0,30	4,51	1,14	1,29
909	1,40	0,01	3,49	0,90	0,82
1202	1,22	0,03	4,79	1,38	1,91
701	1,13	0,17	3,00	0,66	0,44
906	1,11	0,01	5,98	1,54	2,36
921	1,11	0,01	24,17	3,54	12,53
1605	1,03	0,01	9,66	1,45	2,12
1604	0,94	0,13	1,80	0,45	0,20

704	0,91	-1,00	7,10	1,86	3,46
604	0,89	0,05	5,76	1,35	1,83
101	0,83	-1,00	8,25	1,79	3,19
915	0,82	0,01	3,82	1,15	1,32
1603	0,79	0,01	4,18	1,00	0,99
602	0,71	0,01	2,91	0,89	0,79
904	0,61	0,01	7,88	1,31	1,71
907	0,54	0,02	3,12	0,71	0,50
922	0,47	0,01	3,75	0,68	0,46
1101	0,44	0,02	3,61	0,97	0,94
1406	0,42	0,06	3,64	0,78	0,60
1405	0,35	0,06	2,10	0,60	0,36
1302	0,33	0,10	1,30	0,30	0,09
1102	0,31	0,02	1,13	0,29	0,08
505	0,30	0,10	0,70	0,28	0,08
916	0,29	0,01	2,54	0,56	0,32
306	0,28	-1,00	1,01	0,71	0,51
1401	0,26	0,06	0,81	0,20	0,04
913	0,25	0,01	2,06	0,30	0,09
1204	0,24	-1,00	4,23	1,15	1,33
1001	0,23	0,00	1,72	0,60	0,36
1602	0,23	0,01	1,94	0,30	0,09
919	0,20	0,01	4,48	0,58	0,34
920	0,19	0,01	1,69	0,40	0,16
1206	0,16	-1,00	0,69	0,53	0,28
914	0,11	0,01	1,55	0,30	0,09
1601	0,09	0,01	0,62	0,15	0,02
605	0,08	0,01	0,29	0,08	0,01
901	0,08	0,01	0,68	0,11	0,01
1205	0,07	0,03	0,13	0,04	0,00
911	0,06	0,01	0,95	0,11	0,01
918	0,05	0,01	0,23	0,06	0,00
905	0,04	0,01	0,23	0,06	0,00
607	0,04	0,01	0,16	0,04	0,00
603	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00
912	0,02	0,01	0,40	0,04	0,00
601	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00
1203	-0,01	-1,00	0,16	0,28	0,08
1201	-0,18	-1,00	0,12	0,45	0,20
707	-0,44	-1,00	0,40	0,57	0,32
304	-0,50	-1,00	0,27	0,62	0,38
706	-0,63	-1,00	0,05	0,50	0,25
301	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
302	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
303	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00

Für die Reihung der Flächen anhand der NH₄-Sickerwassergehalte (Tab.2) wurden ebenfalls die Saugkerzen ab 30 cm Bodentiefe berücksichtigt.

**Tab. 2: Reihung der Level II-Flächen anhand der NH4-Sickerwassergehalte
(Kerzen ab 30 cm, neg. Werte=unterhalb NWG)**

PLOT	Mittel N_NH4 (mg/l)	Min	Max	StdAbw	Varianz
921	1,64	0,04	14,36	2,73	7,46
1303	1,25	0,30	3,30	1,39	1,93
1302	1,02	0,10	3,00	0,91	0,83
917	0,77	0,04	10,56	1,59	2,51
920	0,76	0,04	4,05	0,68	0,46
907	0,45	0,04	1,44	0,34	0,12
922	0,37	0,04	4,06	0,45	0,20
702	0,37	0,03	4,70	1,14	1,31
502	0,37	0,04	1,93	0,40	0,16
1204	0,26	-1,00	1,87	0,82	0,67
901	0,25	0,04	4,65	0,65	0,42
903	0,24	0,04	1,63	0,28	0,08
913	0,23	0,04	2,21	0,40	0,16
914	0,23	0,04	1,48	0,28	0,08
906	0,22	0,04	1,33	0,26	0,07
905	0,21	0,04	1,53	0,32	0,10
910	0,21	0,04	10,09	1,11	1,24
918	0,20	0,04	1,58	0,29	0,08
1103	0,17	0,00	1,17	0,35	0,12
915	0,17	0,04	1,28	0,20	0,04
801	0,17	0,03	0,46	0,11	0,01
916	0,15	0,04	1,94	0,22	0,05
1404	0,15	0,10	0,54	0,11	0,01
1402	0,13	0,12	0,25	0,03	0,00
919	0,12	0,04	1,44	0,17	0,03
1401	0,12	0,09	0,18	0,01	0,00
1406	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00
1403	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00
1405	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00
912	0,12	0,04	1,20	0,17	0,03
505	0,11	0,10	0,12	0,01	0,00
503	0,11	0,04	0,16	0,02	0,00
902	0,11	0,04	2,13	0,23	0,05
908	0,10	0,04	0,59	0,12	0,01
1101	0,10	0,01	0,74	0,22	0,05
904	0,10	0,04	1,32	0,19	0,04
1102	0,09	0,02	0,34	0,09	0,01
809	0,08	0,02	0,46	0,10	0,01
911	0,08	0,04	0,34	0,08	0,01
909	0,07	0,04	0,43	0,07	0,00
808	0,05	0,01	0,18	0,05	0,00
605	0,05	0,02	0,16	0,05	0,00
802	0,05	0,01	0,16	0,04	0,00
603	0,05	0,02	0,21	0,06	0,00
607	0,04	0,02	0,12	0,03	0,00
1001	0,04	0,02	0,10	0,03	0,00
704	0,04	0,02	0,09	0,02	0,00
602	0,04	0,02	0,20	0,04	0,00
806	0,03	0,01	0,28	0,04	0,00
601	0,03	0,02	0,09	0,02	0,00

604	0,02	0,02	0,07	0,01	0,00
1202	0,01	-1,00	0,94	0,66	0,44
606	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
701	0,00	-1,00	0,47	0,32	0,10
707	-0,01	-1,00	0,13	0,24	0,06
1203	-0,03	-1,00	1,63	0,89	0,80
703	-0,05	-1,00	0,20	0,34	0,11
705	-0,07	-1,00	0,29	0,34	0,11
706	-0,07	-1,00	0,20	0,34	0,12
1502	-0,12	-1,00	0,82	0,63	0,40
1501	-0,17	-1,00	1,92	0,76	0,58
1201	-0,28	-1,00	1,10	0,82	0,67
1205	-0,40	-1,00	0,70	0,83	0,69
1206	-0,49	-1,00	0,58	0,71	0,50
101	-0,73	-1,00	8,25	1,20	1,43
307	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
306	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
305	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
304	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
303	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
302	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00
301	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00

Die Reihung der Flächen anhand der mittleren N-Gehalte basiert auf den Angaben der Tiefenstufen bis 30 cm des Mineralbodens.

Tab. 3: Reihung der Level II-Flächen anhand der N-Gehalte der Bodenfestphase (Mineralbodenproben bis 30 cm)

PLOT	Mittel von N (g/kg)	Max	Min	Anzahl
911	10,17	19,80	3,20	3
903	9,75	13,70	5,80	2
904	8,25	10,10	6,40	2
910	7,25	7,25	7,25	1
916	6,65	9,80	3,50	2
805	6,12	7,60	4,70	4
1604	6,05	9,00	3,10	2
806	5,85	6,80	4,90	2
306	5,36	6,47	4,08	4
803	4,95	8,10	2,40	4
906	4,70	8,90	0,50	2
703	4,30	6,70	2,13	15
701	4,04	8,85	1,10	30
605	4,00	5,33	3,00	3
909	3,90	4,70	3,10	2
704	3,76	7,10	1,20	30
1603	3,75	4,90	2,60	2
505	3,60	6,70	1,50	3
914	3,20	5,50	0,90	2
902	3,20	5,28	1,12	2
921	3,15	5,30	1,00	2
1605	3,15	3,60	2,70	2

302	3,12	4,23	2,21	4
606	3,10	3,90	2,50	3
907	2,90	2,90	2,90	1
808	2,80	4,90	1,20	3
1602	2,75	3,90	1,60	2
915	2,75	5,00	0,50	2
1001	2,67	4,00	1,00	3
504	2,57	5,00	1,10	3
607	2,54	4,90	0,95	3
506	2,43	4,10	1,30	3
503	2,33	5,00	0,60	3
908	2,30	3,36	1,25	2
920	2,30	2,30	2,30	1
502	2,27	4,30	0,90	3
922	2,25	3,00	1,50	2
706	2,23	4,30	0,60	15
809	2,11	3,60	0,80	4
304	2,10	2,99	1,37	4
919	2,00	3,60	0,40	2
603	1,99	3,03	1,30	3
811	1,88	2,50	1,20	4
305	1,85	2,39	1,27	4
303	1,83	2,39	1,50	4
913	1,80	3,05	0,56	2
705	1,77	3,61	0,70	15
1402	1,75	2,20	1,30	2
702	1,66	2,60	1,06	15
507	1,63	2,70	0,90	3
602	1,59	2,47	0,93	3
1102	1,52	2,60	0,70	4
604	1,50	2,58	0,80	3
1406	1,50	2,50	0,50	2
1303	1,50	3,60	0,40	3
802	1,47	2,70	0,80	3
307	1,42	2,23	0,97	4
810	1,30	1,70	0,70	4
1401	1,20	1,60	0,80	2
1302	1,10	2,40	0,30	3
601	1,09	2,00	0,55	3
1404	1,00	1,20	0,80	2
804	0,98	1,20	0,60	4
101	0,97	1,60	0,50	3
801	0,96	1,10	0,80	4
707	0,83	1,80	-1,00	15
912	0,81	0,81	0,81	1
301	0,80	0,87	0,61	4
1101	0,78	0,90	0,60	4
1405	0,75	1,20	0,30	2
1203	0,73	1,00	0,40	3
1201	0,73	1,00	0,50	3
201	0,70	1,10	0,40	3
501	0,70	1,10	0,40	3
1202	0,70	1,10	0,40	3
202	0,60	0,60	0,60	3

1103	0,58	0,80	0,40	4
1403	0,55	0,80	0,30	2
917	0,55	1,00	0,10	2
1206	0,53	1,00	0,20	3
1601	0,50	0,60	0,40	2
905	0,50	1,50	0,00	3
1204	0,40	0,60	0,30	3
1205	0,40	0,70	0,20	3
203	0,33	0,50	0,20	3
901	0,27	0,32	0,22	2
918	0,25	0,25	0,25	2

Die Betrachtung der Tabellen 1-3 macht deutlich, daß je nach Indikator eine deutlich unterschiedliche Reihung der Level II-Flächen erfolgt, d.h. es ist z.B. nicht so, daß dort, wo viel N in der Festphase vorliegt, auch viel NO₃-N in der Lösung ist. Insofern erscheint eine Gruppenbildung angebracht. Die Analyse des Datenmaterials erbrachte eine sinnvolle Gruppenbildung bei Verwendung der Grenzen 2 bzw. 4 mg/l für NO₃-N bzw. g/kg bei Nfest. Anhand dieser Grenzen lassen sich folgende Bereiche unterteilen (hervorgehoben, die für die Auswertung interessanten Bereiche):

NO₃-N / Nfest	gering	mäßig	hoch
gering	GG	GM	GH
mäßig	MG	MM	MH
hoch	HG	HM	HH

Aus Abb. 1 ist die Differenzierung der Level II-Flächen auf die o.g. Gruppen zu ersehen.

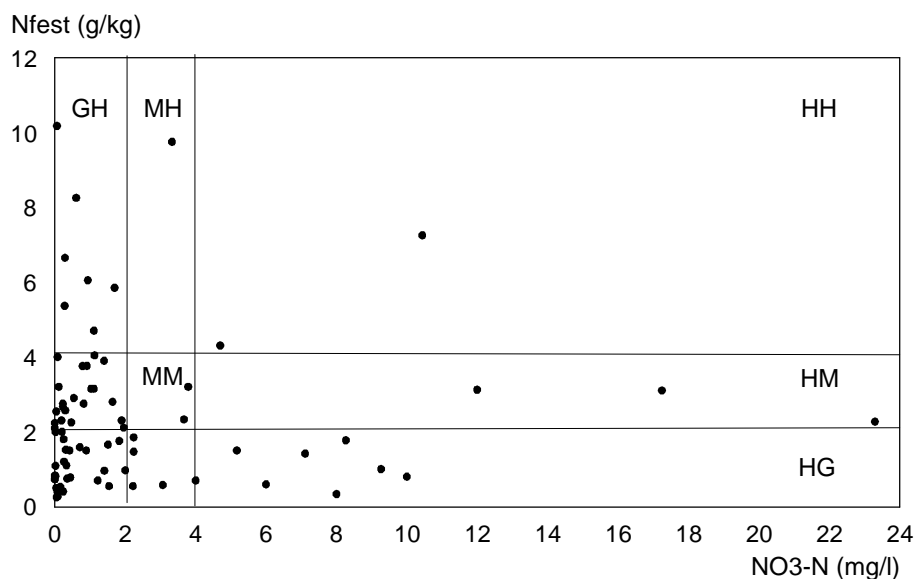


Abb.1: Differenzierung der Level II-Flächen nach NO₃-N und Nfest

Für das Level II-Kollektiv ergibt sich somit folgende Verteilung auf die relevanten Gruppen:

Gruppe	Anzahl
HH	2
HM	2
HG	4
MH	1
MM	2
GH	7
Gesamt	18

Anhand der Indikatoren erscheinen folglich die in Tab. 4 aufgeführten Probennahmestandorte grundsätzlich geeignet:

Tab. 4: Vorausgewählte Probennahmestandorte für die N-Vorstudie

Plot	NO3N (mg/l)	Nfest (g/kg)	NH4N (mg/l)	N-Klasse
306	0,28	5,36	-1,00	GH
307	7,11	1,42	-1,00	HG
502	23,30	2,27	0,37	HM
503	3,67	2,33	0,11	MM
606	17,25	3,10	0,00	HM
703	4,70	4,30	0,00	HH
705	8,27	1,77	0,00	HG
806	1,70	5,85	0,03	GH
902	3,79	3,20	0,11	MM
903	3,33	9,75	0,24	MH
904	0,61	8,25	0,10	GH
906	1,11	4,70	0,22	GH
910	10,44	7,25	0,21	HH
911	0,06	10,17	0,08	GH
916	0,29	6,65	0,15	GH
1303	5,17	1,50	1,25	HG
1404	9,27	1,00	0,15	HM
1604	0,94	6,05		GH

Kriterium 2, d.h. die Zustimmung der Länder entscheidet über die endgültige Auswahl der Probeflächen. Hierzu wurde Anfang 2000 eine Umfrage bei den zuständigen Länderbehörden durchgeführt. Zusätzlich erfolgten telefonische Rücksprachen mit den betroffenen Länderverantwortlichen. Das Ergebnis der Umfragen gibt Tab. 5 wieder.

Tab. 5: Bereitschaft der Länder, Standorte für die N-Vorstudie zu beproben (Ergebnis der BML-Umfrage von Februar 2000)

Land	Anzahl Probennahmestandorte	Bemerkung
BB	keine	
BW	2-3	
BY	keine	
HE	keine	
MV	keine	
NW	2-3	Nr. 502/EI, 503/BU, (505/FI), 506/FI
NI	2-3	
RP	2	Merzalbern, Nr. 705
SH	keine	
SL	keine	
SN	4-5	11 BZE-Flächen mit Lysimeterkerzen (14009, 14008, 14015, 14017, 14036, 14038, 14061, 14047, 14044, 14048, 14051)
ST	keine	
TH	keine	

D.h. es können zwischen 11 und 15 Flächen in die Untersuchungen einfließen. Unter Beachtung der in Tab. 4 für Kriterium 1 vorgenommenen Auswahl bzw. der aus Tab. 5 zu ersehenden Bereitschaft (Kriterium 2) werden folgende Standorte für die N-Studie vorgeschlagen:

Probennahmestandorte für die N-Vorstudie			
lfd. Nr.	Land	Level II-Nr.	Bemerkung
1	RP	705	
2	RP	x	noch unbenannt, Ländervorschlag
3	NI	306	
4	NI	307	
5	NI	x	noch unbenannt, Ländervorschlag
6	NW	502	
7	NW	503	
8	BW	806	
9	BW	808	nicht vorausgewählt, aber Ländervorschlag
10	SN	BZE 1461	BZE-Standort (nicht Level II), SN-Nr. 272

In Abstimmung mit dem Auftragnehmer für die Analysearbeiten ist zu prüfen, ob der Stichprobenumfang und die Auswahl der Standorte den laboranalytischen Anforderungen entsprechen. Gegebenenfalls ist in Abstimmung mit den beteiligten Ländern

zu prüfen, ob bzw. welche zusätzlichen Flächen in die Untersuchung einbezogen oder herausgelassen werden sollen.

5. Zeitplan / Realisierung

Die Ausbringung der Lysimeterkerzen zur Kalibrierung erfolgt so zeitig wie möglich. Nach dem Einsetzen der Kerzen sollten bis zur Probennahme für die Analytik etwa 6 Monate vergehen. Somit wird die Probennahme frühestens im Herbst 2000 erfolgen. Es ist darauf zu achten, daß die Gewinnung der Humus- und Bodenproben zeitnah zur Lösungsgewinnung für die Analytik erfolgt. Nach der Probennahme sind die Lösungs- und Festphasenproben eindeutig zu kennzeichnen (Standortsname, Kerzen- bzw. Probennummer etc.) und sofort an das Zentrallabor zu übergeben. Dort erfolgt die chemische Analyse der Lösungsproben sowie der zugehörigen Boden- und Humusproben. Die Präzisierung des o.g. Vorgehens ist Sache des mit der N-Vorstudie beauftragten Labors.

6. Literatur

ABER, J.D., K.J. NADELHOFFER, P. STEUDLER, J.M. MELILLO 1989: Nitrogen saturation on northern forest ecosystems. *BioScience*39, 378-386

BLATTNER, M., AUGUSTIN, S., SCHACK-KIRCHNER, H., HILDEBRAND, E.E. 2000: The desorption solution - a new approach to monitor water soluble ions in soils. *Z. Pflanzenern. u. Bodenkunde*. in press.

DISE, N.B., E. MATZNER AND P. GUNDERSON 1998: Synthesis of nitrogen pools and fluxes from european forest ecosystems. *Water Air Soil Poll.* 105, 143-154

HILDEBRAND, E.E. 1991: Die chemische Untersuchung ungestört gelagerter Bodenproben - Methoden und Informationsgewinn. *KfK-PEF* 85, 201 S.

RIEK, W. 1999: Stratifizierung der BZE-Stichprobe hinsichtlich der Dynamik bodenchemischer Eigenschaften. Gutachten im Auftrag der BML, Eberswalde.

WOLFF, B., W. RIEK (1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996. Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987-1993 (BZE). Bd. 1 und 2. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 1-144.

Anhang

Ergebnisse der Länder-Umfrage zur Durchführung der BZE-Vorstudie

- Fragebogen

- Tabellarische Übersicht über die eingegangenen Antworten

Fragebogen zur BZE II-Studie

Land:

1. Die Bund-Länder-AG "BZE" hat sich für eine Studie zur Parameterauswahl und Vergleichbarkeit der Methoden ausgesprochen. Wird die hier (Anm.: Studienumfang im vorangegangenen Text beschrieben) vorgeschlagene Studie zur Vorbereitung der BZE II durch ihr Land grundsätzlich unterstützt?

ja nein

2. Wird ihr Land eine beschränkte Anzahl von BZE-Punkten neu beproben und Neu- sowie Rückstellproben im Landeslabor auf eigene Kosten analysieren lassen?

ja nein

Anzahl der Profile: 2 2-4 ____

3. Die Analysen sollen Ende 2000 abgeschlossen werden. Bis zu welchem Zeitpunkt könnte Ihr Land dem Zentrallabor Neu- und Rückstellproben zuliefern?

Bis wann können die Analyseergebnisse aus dem Landeslabor übermittelt werden?

4. Wird Ihr Land für die Bestimmung von Wasser- bzw. Bodenproben zu GBL und Nmin im Rahmen der Studie an Standorten mit vermuteter Stickstoffsättigung 4 Lysimeterkerzen setzen und nach einem halben Jahr beproben bzw. an den Standorten im Umfeld der Lysimeter Bodenproben für GBL und Nmin entnehmen?

ja nein

"Lysimeterstandorte": 2-3 3-5 ____
(nicht notwendig BZE-Punkt)

5. In welchem Zeitraum könnten die Proben an den "Lysimeterstandorten" gewonnen werden?

Umfrage zur Länderbeteiligung an der BZE-Vorstudie

Frage 1			Frage 2				Bemerkungen	Frage 3		Frage 4				Frage 5		
Land	j	n	j	n	2	2-4		Zulieferung der Proben	Übermittlung Analyse-ergebnisse	j	n	2-3	4-5	Bemerkungen	Zeit der Probengewinnung	Bemerkungen
RP	x		x			x	prüfen, ob Level II-(oder andere)- Bodendauerbeobachtungsflächen (Anlage 1988-/91) ebenso oder besser geeignet sind, Vorteile: Auffindbarkeit, Rückstellproben, sichere Information über Kalibrierung, etc. <i>(Problem: Auswahlkriterien für Level 2 nicht verfügbar)</i>	4-8 Wochen nach Festlegung der Probenahmepunkte	3-6 Monate nach Probenahme	x		x		nur einen Standort, wo höhere NO ₃ -Konzentrationen erwartet werden (Merzalberrn, 705)	Sept. Okt. Nov.	Einbau bis spätestens April
HE	x		x			x		bis Sommer 2000	6 Monate nach Probeneingang		x				-/-	-/-
NW	x		x			x	Probennahmepunkte mglst. rasch definieren, um Probennahme vor der offiziellen Kartierungssaison zu ermöglichen	2./3. Quartal	3./4. Quartal	x		x		Level II-Flächen (502/EI, 503/BU, 505/FI, 506/FI) stehen zur Verfügung	fortlaufend	Lysimeterproben fallen, abhängig von der Bodenfeuchte, fortlaufend an
HB	x			x				-/-	-/-		x				-/-	-/-
SH	x		x		x			innerhalb 2-3 Wochen	Ende 09/00		x				-/-	-/-

Frage 1			Frage 2					Bemerkungen	Frage 3		Frage 4				Frage 5		
Land	j	n	j	n	2	2-4	mehr		Zulieferung der Proben	Übermittlung Analyse-ergebnisse	j	n	2-3	4-5	Bemerkungen	Zeit der Probengewinnung	Bemerkungen
BW	x		x			x			04/2000	09/2000	x		x			10/2000	-/-
BY	x		x					10-15	Ende 2000	Ende 2000 Anfang 2001		x				-/-	-/-
BB	x		x		x				Anfang 06/2000	Anfang 10/2000		x				-/-	-/-
NI	x		x			x			Mai 2000	September 2000	x			x		Oktober/November	
SN	x		x			x			08/2000	12/2000	x			x	BZE-Standorte mit Lysimeterkerzen: 14009,14008,14015, 14017,14036,14038, 14061,14047,14044, 14048,14051	ab sofort	
SL	x		x						-/-	-/-		x				-/-	-/-
SA	x		x		x				Mitte 2000	Ende 2000		x				-/-	-/-
TH	x		x		x				Mai 2000	September 2000		x				-/-	-/-
MV	x		x		x	x		Probennahme erfolgte lagenweise! nur für ca. 90 % der Bodenlagen ausreichend Rückstellproben vorhanden	31.05.00	30.09.00		x					

ZUSAMMENFASSUNG / BEWERTUNG

Teil 1: Vorstudie "Analytik"

1. Ausgewertet werden konnten alle Fragebögen, ausgenommen diejenigen der Länder HH und BE, von denen keine Rückmeldung bis zum 15.03.00 vorlag.
2. Alle Länder unterstützen grundsätzlich das Anliegen der BZE-Vorstudie.
3. Die Bereitschaft der Länder zur Probennahme und Analyse der Humus- und Bodenproben ist ausreichend, um die Mindestanzahl von Proben für die BZE-Vorstudie zu gewährleisten.
4. Die Probennahme sollte möglichst zeitig erfolgen. Sie könnte 4-8 Wochen nach Bekanntgabe der Probennahmestandorte realisiert werden. Die Analyse der Proben in den Länderlabors wird einen Zeitrahmen von 3-6 Monaten umfassen, so dass Ende 2000 die Analyseergebnisse an das Zentrallabor übermittelt werden können.
5. Für die ausgewählten Standorte muss überprüft werden, ob ausreichend Rückstellproben vorhanden sind (vgl. Bemerkung MV).

Teil 2: N-Vorstudie

1. Die Länder RP, NW, NI, BW und SN erklären sich bereit, an der N-Studie teilzunehmen.
2. Insgesamt besteht die Bereitschaft, an etwa 10 Standorten die vorgeschlagenen Untersuchungen durchzuführen. Einige Länder benennen bereits konkrete Level II-Flächen (RP, NW), an denen die Untersuchungen durchgeführt werden könnten. SN benennt 11 BZE-Flächen, welche um Lysimeterkerzen ergänzt wurden und auch im Rahmen der Vorstudie beprobt werden könnten.