

UN/ECE Integrated Monitoring-Programm
Fortsetzung des Integrated Monitoring Programms
an der Station Neuglobsow

Abschlussbericht

Förderkennzeichen 351 01 040/04

H. Schulte-Bisping und F. Beese

Büsgen-Institut, Abteilung Ökopedologie der gemäßigten Zonen
Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Februar 2013

Einleitung	3
1. Obligate Messungen des IM Programms	3
1.1 Unterprogramm Streufall (LF)	3
1.2 Unterprogramm Blatt- und Nadelanalyse (FC)	9
1.3 Unterprogramm Stammablauf (SF)	11
2. Lachgas-Emission der Waldmessfläche	13
3. Stoffeinträge aus Freilandniederschlag (PC), Kronentraufe (TF) und und Stammablauf (SF)	14
4. Unterprogramm Bodenchemie (SC)	15
5. Saftflussmessungen nach Granier	17
Literatur	20
Anhang	21

Einleitung

Das Integrated Monitoring Programm (IM) ist eines von sechs internationalen Kooperationsprogrammen (ICPs) der Genfer Luftreinhaltekonvention mit deutscher Beteiligung. Es befasst sich mit der „umfassenden Beobachtung der Wirkungen von Luftverschmutzung auf Ökosysteme“, die nicht aus lokalen Quellen, sondern aus dem großräumigen grenzüberschreitenden Transport von Schadstoffen stammen. Die Ergebnisse des Integrated Monitoring sind von hohem Bundesinteresse, da sie für internationale Berichtspflichten der Genfer Luftreinhaltekonvention und zur Positionierung der Bundesregierung in internationalen Verhandlungen benötigt werden.

Die UBA-Tiefland-Messstelle Neuglobsow (DE02) bietet ideale Voraussetzungen für Effektbeobachtungen von Luftschadstoffen auf Waldökosysteme. Seit 1998 werden an der Station vom UBA IM-Daten zu Niederschlägen, Bodenwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, Klima und Wetter erhoben. Seit 2003 besteht eine enge Kooperation zwischen dem Büsgen-Institut, Abteilung Ökopedologie der gemäßigten Zone (PGZ), vormals Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Fakultät für Forstwissenschaften in Göttingen und dem Umweltbundesamt (UBA). Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, die seit 1998 durchgeführten Untersuchungen zur Meteorologie, Luftchemie und Hydrologie auszuweiten und das bestehende Monitoring um wichtige waldökologische Aspekte zu ergänzen. Dazu zählen insbesondere die IM Unterprogramme Streufall (LF), Blatt- und Nadelanalyse (FC), Stammablauf (SF) sowie Untersuchungen zur mikrobiellen Aktivität (MB) und Kohlenstoff-Bilanzierung. Diese Arbeiten wurden im Jahr 2012 fortgesetzt und die Ergebnisse werden im Folgenden präsentiert.

1. Obligate Messungen des IM Programms

1.1 Unterprogramm Streufall (LF)

Streufalluntersuchungen dienen dazu, die internen Nährstoffflüsse (Makro-, Mikroelemente und Kohlenstoff) in ihrer saisonalen und langfristigen Dynamik zu erfassen (Kowalkowski 2003). Zu diesem Zweck wurden auf der Waldmessfläche 12 Streusammler mit einer Gesamtauffangfläche von 3,0 m² entlang der Depositionssammler aufgestellt, um die im Streufall enthaltenen Mineralstoffe abzuschätzen. Die Probenahme begann mit dem herbstlichen Laubfall im Jahr 2003. Für die chemische Analyse werden monatliche Mischproben bestehend aus den drei Fraktionen Buchenblätter, Kiefernadeln und Rest gebildet. Abhängig von der Jahreszeit beinhaltet die Restfraktion heruntergefallene Blattknospen, Blüten, Rinde, Früchte, Zapfen oder auch kleinere Äste. Mittlerweile liegen die Ergebnisse bis Dezember 2012 vor (Abb.1), wobei die Menge des Streufalls in den einzelnen Jahren stark variierte. Die Trockenmassen (TM) lagen zwischen 5,3 t ha⁻¹ im Jahr 2005 und 8,7 t ha⁻¹ im Mastjahr 2011 bei einem mittleren Streueintrag von $6,74 \pm 1,24$ t TM pro Hektar und Jahr.

Der zeitliche Verlauf der Elementgehalte in der Streu zeigt für die Elemente Stickstoff und Kalzium eine starke Saisonalität, wobei auch die Varianz innerhalb einzelner Monate größer ist als beispielsweise bei den Elementen Kalium und Magnesium (Abb.2). Dies gilt für die Buchen- und Kiefernstreu gleichermaßen, allerdings weisen die Gehalte in der Kiefernstreu (Abb.3) mit Ausnahme von Kohlenstoff deutlich niedrigere Werte auf.

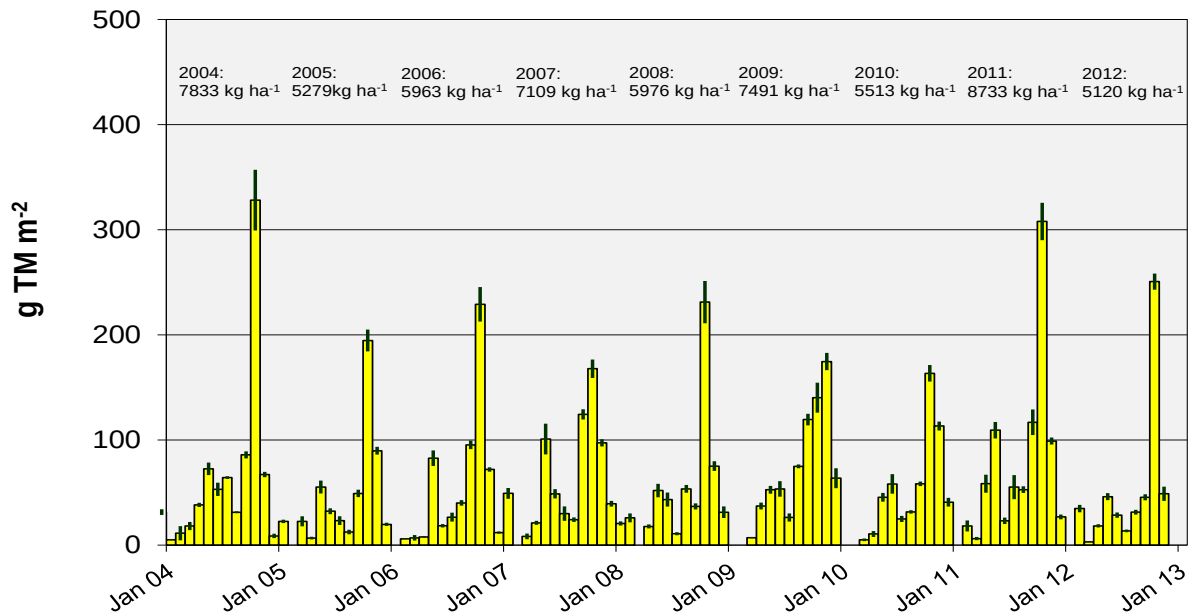


Abb. 1: Verteilung der Streufallmenge in Neuglobsow (2004 – 2012)

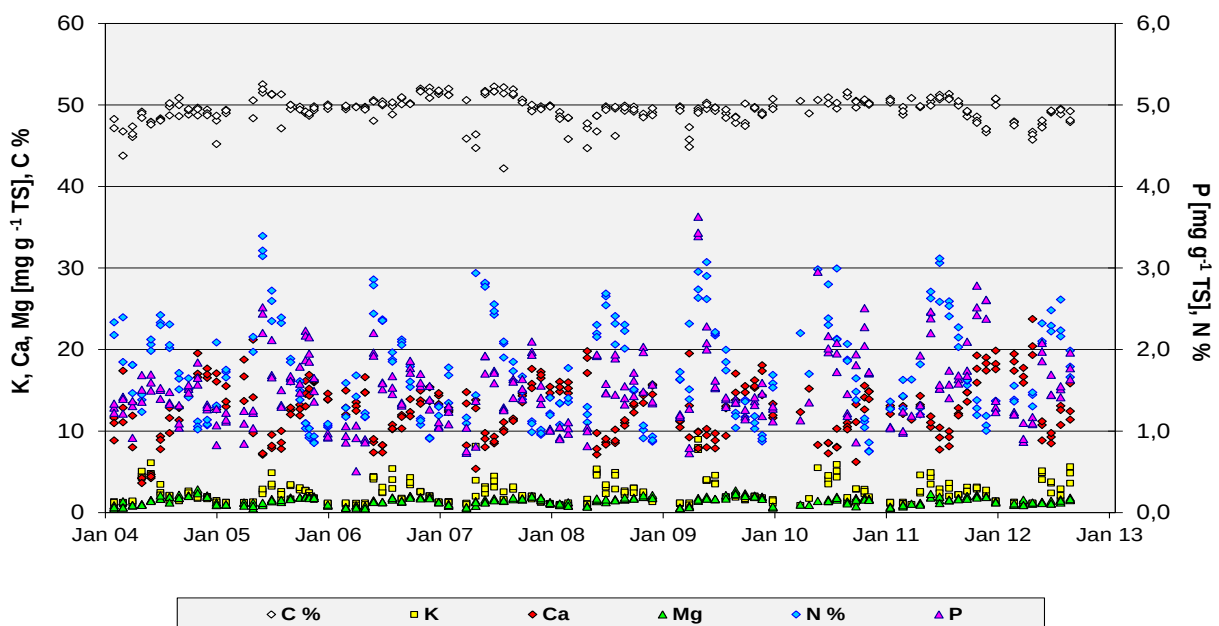


Abb. 2: Zeitlicher Verlauf der Makroelementgehalte in der Buchenstreu (n=3)

Der Kohlenstoffgehalte in der Buchenstreu liegen im Mittel bei $49,5 \pm 1,6$ %, in der Kiefernstreu beträgt der C-Anteil etwa $53,0 \pm 1,1$ %. In der Buchenstreu wurde ein mittlerer Stickstoffgehalt von 1,71 % gemessen, während die Kiefernstreu lediglich einen N-Gehalt von 0,92 % aufwies.

Dieser Befund führt zu großen Unterschieden in den C:N-Verhältnissen zwischen beiden Baumarten: Die Buchenstreu weist mittlere C:N-Verhältnisse von 32,5 auf, hingegen sind die über Messperiode von 2004 bis Juni 2011 gemittelten Verhältnisse in der Kiefernstreu mit 63,3 wesentlich ungünstiger. Auch der mittlere P-Gehalt der Kiefernstreu liegt mit $0,74 (\pm 0,27)$ mg nur etwa halb so hoch verglichen mit dem in der Buchenstreu gemessenen Wert von $1,51 (\pm 0,47)$ mg g⁻¹ TS.

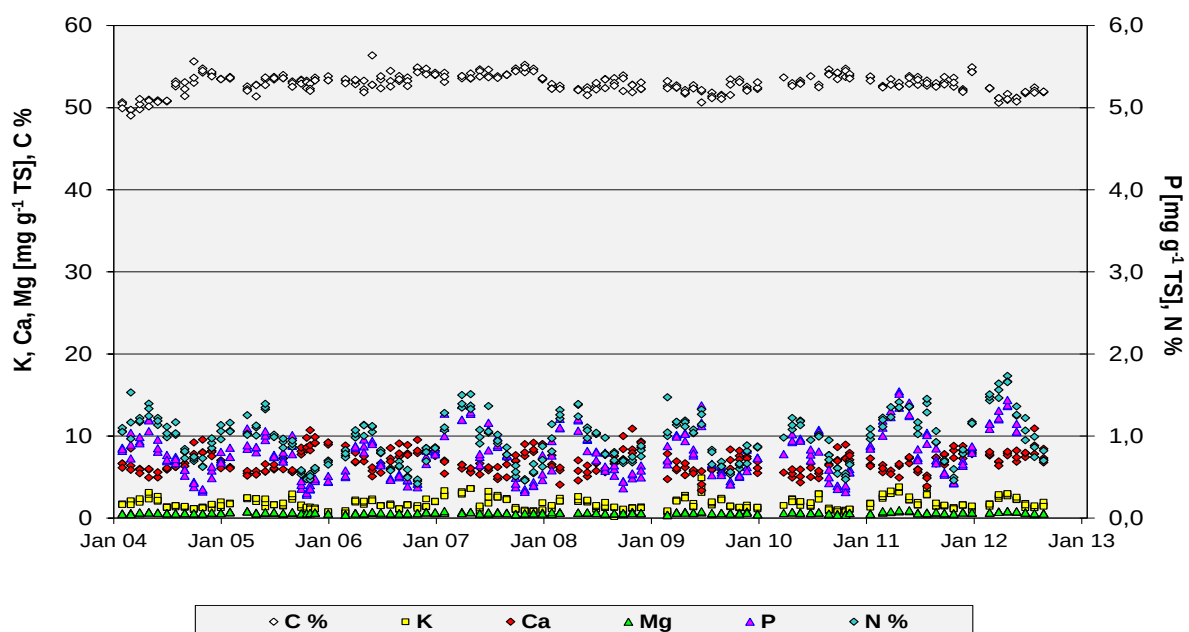


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Makroelementgehalte in der Kiefernstreu (n=3)

Die jährlichen Elemententräge mit der Streu korrespondieren mit den jeweils gemessenen Streufallmengen. In der Buchenstreu fallen besonders die Kalzium- und Stickstoffeinträge auf (Tab.1): Der Ca-Eintrag liegt im 8-jährigen Mittel bei $34,0 \pm 1,6$ kg ha⁻¹ und basiert zu über 80 Prozent auf dem herbstlichen Laubfall. Dieser hohe Eintrag signalisiert darüber hinaus die gute Kalziumversorgung dieses Standorts. Die mittleren Stickstoffeinträge mit der Buchenstreu liegen bei $26,5 \pm 3,4$ kg ha⁻¹ und resultieren zu über 70 % aus dem herbstlichen Laubfall, weniger als 10 Prozent lässt sich auf die Restfraktion aus Knospenschuppen und Blüten zurückführen, die deutlich höhere N-Gehalte aufweisen. Der Kaliumeintrag reicht von 3,8 kg im Jahr 2007 bis ca. 6,9 kg ha⁻¹ im Jahr 2004, während der Magnesium-Input zwischen 3,7 kg und 5,4 kg ha⁻¹ variiert und ebenfalls zu über 75 Prozent aus dem herbstlichen Laubfall stammt.

Tab. 1: Makroelementeintrag aus der Buchenstreu (kg ha⁻¹)

Jahr	TM	C	N	P	S	Na	K	Ca	Mg	Al
kg ha ⁻¹										
2004	2556	1252	33,6	4,1	3,6	0,3	6,9	35,1	5,4	0,27
2005	2444	1202	25,4	4,4	2,7	0,3	5,5	36,9	4,6	0,23
2006	2413	1242	28,4	3,7	2,7	0,4	6,0	33,5	4,3	0,30
2007	2227	1109	26,1	3,7	2,4	0,4	3,8	34,9	4,0	0,18
2008	2420	1182	25,0	4,1	2,1	0,3	4,9	34,1	5,1	0,20
2009	2059	1007	22,4	2,9	2,0	0,2	3,9	32,3	4,0	0,23
2010	2328	1171	24,0	4,4	2,1	252,6	5,0	32,0	3,8	0,18
2011	1974	952	27,1	4,5	2,6	0,3	5,2	33,0	3,7	0,20
mean	2302	1139	26,5	4,0	2,5	31,9	5,1	34,0	4,4	0,22
S _d	201	109	3,4	0,5	0,5	89,2	1,0	1,6	0,6	0,04

Tab. 2: Mikroelementeintrag aus der Buchenstreu (g ha⁻¹)

Jahr	Zn	Cu	Cr	Co	Ni	Cd	Pb
g ha ⁻¹							
2004	110,3	22,9	0,68	0,28	8,63	0,04	0,00
2005	123,2	12,8	0,91	0,06	2,78	0,01	0,06
2006	111,4	20,2	0,94	0,12	2,60	0,06	0,09
2007	107,6	13,6	0,34	0,08	2,01	0,01	0,00
2008	121,2	22,4	0,69	0,00	2,84	0,00	0,09
2009	91,2	15,4	0,88	0,05	2,44	0,15	0,12
2010	98,6	16,1	0,62	0,11	2,54	0,21	0,00
2011	99,8	28,9	0,23	0,05	1,45	0,28	0,00
mean	107,9	19,0	0,66	0,09	3,16	0,09	0,05
S _d	11,1	5,5	0,26	0,08	2,26	0,10	0,05

An Mikroelementen werden mit der Streu vor allem Zink und Kupfer in nennenswerten Mengen eingetragen (Tab.2 u. Abb.4). Kupfer und Zink sind für Pflanzen und Tiere zwar essentielle Spurenelemente, in höheren Konzentrationen können beide Schwermetalle jedoch toxisch wirken. Die Kupfergehalte zeigen einen deutlich saisonalen und leicht abnehmenden Trend, die Zinkwerte weisen ebenfalls starke saisonale Schwankungen auf. In der Buchenstreu reichen die Zn-Gehalte bis maximal 90 mg kg⁻¹ TS, wobei die höchsten Werte meist in den Wintermonaten November bis Februar gemessen wurden.

In den Jahren 2004 - 2011 lag der jährliche Zn-Eintrag aus der Buchenstreu zwischen 91 und 123 g ha⁻¹, der Cu- und Ni-Input schwankte zwischen 12,8 g und 28,9 g bzw. 1,5 g und 8,6 g pro Hektar. Die Kobalt-, Cadmium- und Bleigehalte der Buchenstreu lagen oft im Bereich der Nachweisgrenze von 10 µg L⁻¹ und können vermutlich als vernachlässigbar angesehen werden.

Auffallend sind die erhöhten SM-Werte, insbesondere die von Zn und Cu, im vergangenen Jahr (Abb. 4 und 5). Eine Erklärung könnte in Baumaßnahmen liegen, die seit Ende 2011 im

Büsgen-Institut durchgeführt werden. Die SM-Werte aus 2012 wurden an einem ICP-OES gemessen, nachdem aufgrund einer Bauphase das Gerät längere Zeit abgeschaltet werden musste. Nach Wiederinbetriebnahme finden sich erhöhte Zn- und Cu-Werte, die auf eine Kontamination während der Ausfallzeit deuten. Da mittlerweile ein neues ICP angeschafft wurde, das sich gegenwärtig noch in der Erprobungsphase befindet, wird empfohlen, die Analysen der Streuproben aus dem Jahr 2012 zu wiederholen. Da die Einlieferung der Daten in das internationale Programmzentrum nach Helsinki erst in ca.10 Monaten erfolgen wird, bleibt auch noch genügend Zeit für Nachmessungen.

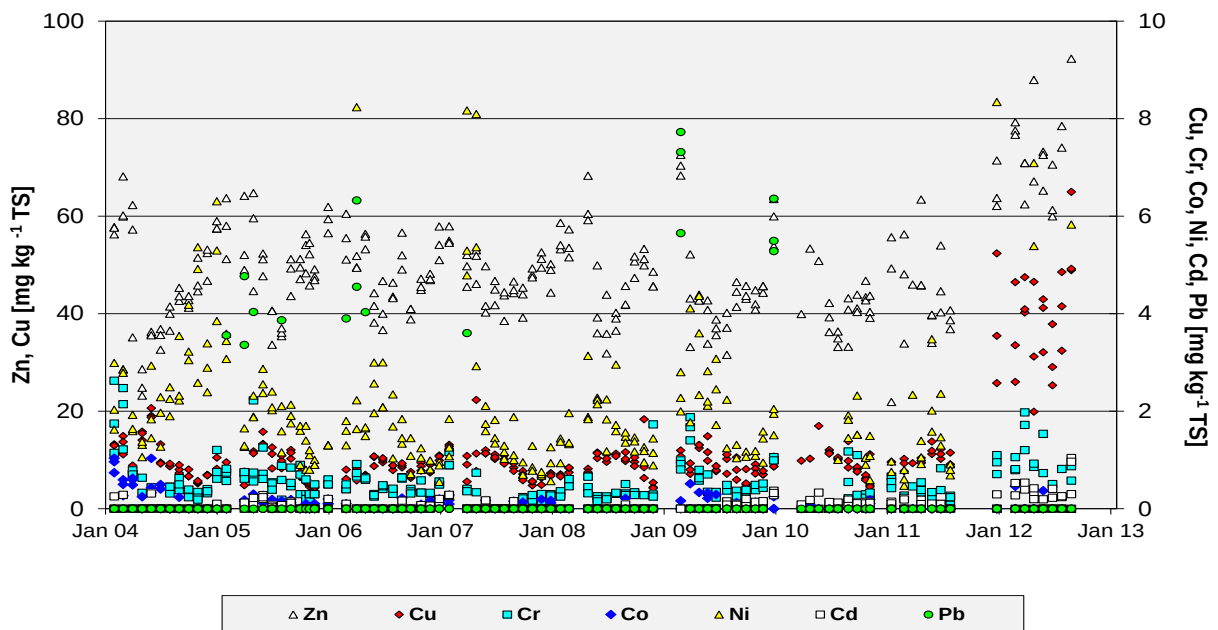


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Mikroelementgehalte in der Buchenstreu (n=3)

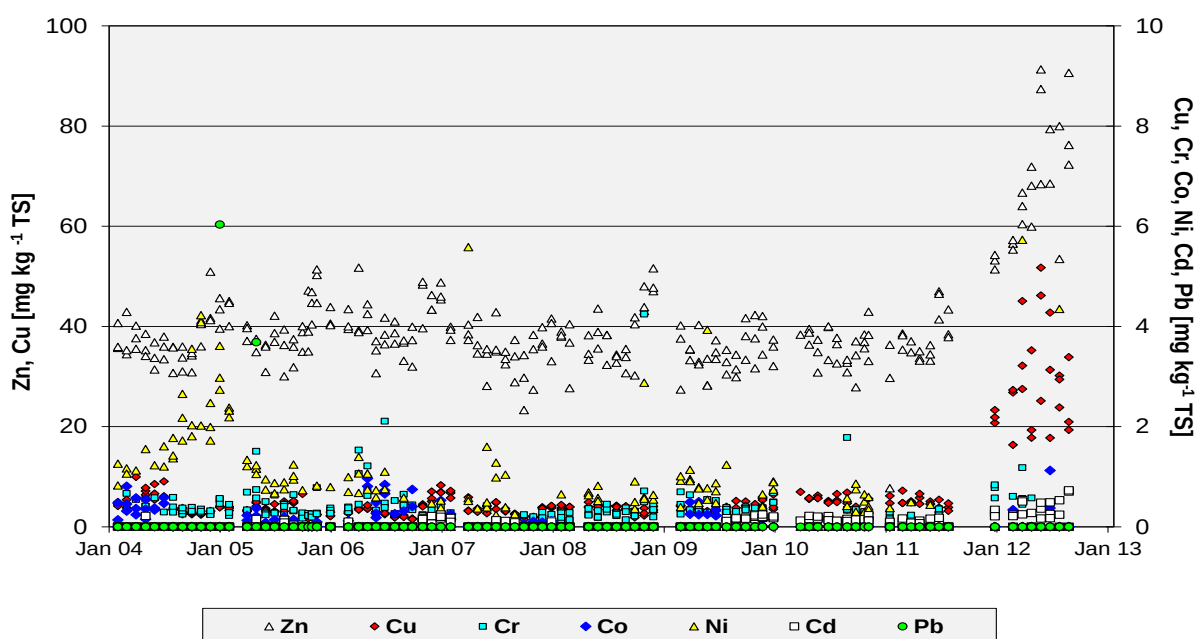


Abb. 5: Zeitlicher Verlauf der Mikroelementgehalte in der Kiefernstreu (n=3)

Die Stoffeinträge aus der Kiefernstreu sind aufgrund deutlich geringerer Streufallmengen wie auch aufgrund niedriger Stoffkonzentrationen im Vergleich zur Buche deutlich reduziert. (Tab. 3). So schwanken die Trockenmassen in den Untersuchungsjahren zwischen 1165 im Jahr 2010 und 1554 kg pro Hektar im Jahr 2006. Dementsprechend geringer fallen auch die bestandesinternen Elementflüsse mit der Kiefernstreu aus: Im 8-jährigen Mittel gelangen $9,8 \pm 1,4$ kg Stickstoff, $10,2 \pm 1,3$ kg Kalzium, $0,7 \pm 0,1$ kg Phosphor sowie $0,8 \pm 0,1$ kg Magnesium auf einen Hektar Waldboden.

An Mikroelementen wurden mittlere jährliche Eintragsraten von 50,9 g Zink, 4,3 g Kupfer und 0,77 g Nickel pro Hektar berechnet (Tab. 4). Die Schwermetallanalysen von Chrom, Kobalt sowie Blei und Cadmium lagen ebenfalls überwiegend im Bereich der Nachweisgrenze. Die entsprechenden Einträge von unter $0,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ können als sehr gering eingestuft werden.

Tab. 3: Makroelementeintrag aus der Kiefernstreu (kg ha^{-1})

Jahr	TM	C	N	P	S	Na	K	Ca	Mg	Al
					kg ha^{-1}					
2004	1237	663	9,7	0,6	0,9	0,2	1,7	9,7	0,7	0,20
2005	1211	639	8,0	0,6	0,9	0,2	1,7	9,9	0,7	0,22
2006	1554	836	9,2	0,8	1,0	0,2	2,3	12,6	0,9	0,29
2007	1543	839	10,6	0,9	1,0	0,2	2,2	11,2	0,7	0,26
2008	1414	746	11,4	0,8	0,9	0,1	1,6	11,1	0,8	0,27
2009	1474	769	10,1	0,9	0,8	0,1	2,7	9,6	0,9	0,25
2010	1165	629	7,7	0,6	0,6	0,1	1,3	8,5	0,6	0,20
2011	1287	683	11,3	0,9	1,0	3,9	2,3	9,2	0,8	0,25
mean	1361	726	9,8	0,7	0,9	0,6	2,0	10,2	0,8	0,25
S_d	155	85	1,4	0,1	0,1	1,3	0,5	1,3	0,1	0,03

Tab. 4: Mikroelementeintrag aus der Kiefernstreu (g ha^{-1})

Jahr	Zn	Cu	Cr	Co	Ni	Cd	Pb
				g ha^{-1}			
2004	45,9	3,9	0,38	0,04	3,12	0,00	0,03
2005	48,3	3,4	0,35	0,02	0,36	0,01	0,02
2006	62,4	4,7	0,54	0,33	0,18	0,08	0,00
2007	51,7	4,3	0,12	0,06	0,19	0,03	0,00
2008	55,2	4,6	1,01	0,00	0,83	0,00	0,00
2009	52,2	5,5	0,50	0,07	0,24	0,22	0,00
2010	40,5	4,0	0,37	0,02	0,48	0,13	0,00
2011	57,6	13,2	0,31	0,01	0,16	0,18	0,00
mean	50,9	4,3	0,46	0,08	0,77	0,07	0,01
S_d	7,0	3,2	0,26	0,11	1,01	0,09	0,01

Ein Großteil von ca. 45 % des Streuinputs entstammt dabei der Restfraktion, die eine mittlere jährliche Trockenmasse von 3075 kg ha⁻¹ aufweist (Tab. 5). Aufgrund der in der letzten Dekade gehäuft auftretenden Mastjahre ist die beobachtete Standardabweichung in Höhe von 1350 kg ha⁻¹ aber erheblich. Der Stickstoffanteil aus dieser Restfraktion liegt bei umgerechnet 40 % bezogen auf den gesamten N-Streuinput.

Tab. 5: Makroelementeintrag aus der Reststreu (kg ha⁻¹)

Jahr	TM	C	N	P	S	Na	K	Ca	Mg	Al
					kg ha ⁻¹					
2004	4040	1964	27,7	2,30	2,82	0,88	8,33	17,01	2,07	0,66
2005	1631	824	7,3	0,74	0,70	0,11	3,88	5,42	0,78	0,16
2006	1996	1050	10,1	1,05	0,96	0,19	4,33	6,46	0,94	0,15
2007	3339	1730	19,8	2,24	1,49	0,28	7,46	11,31	1,70	0,22
2008	2143	1088	14,8	0,87	0,97	0,18	2,26	9,30	0,93	0,44
2009	3958	2026	41,5	4,28	2,88	0,23	10,46	20,54	3,00	0,45
2010	2020	1046	30,3	1,64	1,26	0,17	3,61	7,33	1,08	0,36
2011	5471	2824	54,3	5,67	4,40	0,35	16,29	33,92	3,83	0,78
mean	3075	1569	25,7	2,35	1,93	0,30	7,08	13,91	1,79	0,40
S _d	1350	686	12,7	1,35	1,30	0,25	4,65	9,66	1,11	0,23

Tab. 6: Mikroelementeintrag mit der Reststreu (g ha⁻¹)

Datum	TM	Zn	Cu	Cr	Co	Ni	Cd	Pb
	kg ha ⁻¹				g ha ⁻¹			
2004	4040	106,0	49,9	24,91	10,68	15,23	0,87	0,00
2005	1631	40,6	6,6	0,95	0,86	1,96	0,00	0,00
2006	1996	61,0	26,6	1,36	0,35	2,15	0,34	1,60
2007	3339	69,7	24,7	1,44	0,04	4,32	0,00	0,00
2008	2143	63,0	13,2	1,99	0,00	2,38	0,22	0,00
2009	3958	94,7	32,7	2,53	0,11	14,15	0,06	0,00
2010	2020	54,3	16,7	0,00	0,05	0,00	0,34	0,00
2011	5471	160,3	67,5	1,84	3,11	4,58	0,51	4,11
mean	2732	69,9	24,3	4,74	1,73	5,74	0,26	0,23
S _d	1016	22,9	14,3	8,93	3,96	6,25	0,30	0,60

1.2 Unterprogramm Blatt- und Nadelanalyse (FC)

Für die Beurteilung der Nährstoffversorgung der Buchen und Kiefern auf der Untersuchungsfläche wird seit 2005 eine systematische Beprobung und chemische Analyse der entsprechenden Blattorgane durchgeführt. Die jährliche Probenahme erfolgt nach den Vorgaben des IM-Manual (2004) und in enger Absprache mit der Landesforstanstalt in Eberswalde, die auch für die Beprobung der Level II Standorte in Brandenburg zuständig ist. Die Kiefern werden entsprechend in der Ruhephase Ende Januar beprobt, während die Buchenblätter als voll entwickelte Blätter von Neutrieben in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode etwa

Anfang August geerntet werden. Von jeder Baumart werden jeweils drei für die Fläche repräsentative und vorherrschende Bäume beprobt.

Die Blattanalysen spiegeln auch in 2011 die als gut bis sehr gut zu bewertende Nährstoffversorgung der Buchen auf diesem Standort wider. Nach Krauß & Heinsdorf (2005) sind die mittleren Stickstoff- und Phosphorgehalte von 21,7 mg N bzw. 2,0 mg P g⁻¹ TS den Ernährungsstufen IV und V zuzuordnen und liegen damit in einem Bereich optimaler bis luxuriöser Versorgung. Auch die Kalzium- und Magnesium-Spiegelwerte von 11,1 mg Ca bzw. 1,8 mg Mg g⁻¹ TS liegen in diesem Bereich, der z. T. schon eine beginnende Überernährung erkennen lässt. Einzig die Kaliumwerte mit durchschnittlich 4,6 mg K g⁻¹ TS müssen als mäßig gut eingestuft werden. Darüber hinaus zeigt Abbildung 6, dass die N- und P-Gehalte in 2011 sich unwesentlich von den Werten der Vorjahre unterscheiden, auch der Kalzium-, Magnesium- und Kaliumspiegel entspricht in etwa dem dreijährigen Mittel.

Als Indikator für die interne Rückführung von Nährelementen kann die Differenz aus Blatt- und Blattstreu-Konzentrationen dienen (Kuhr et al. 2003). Trotz einer gewissen Variabilität beträgt die Differenz bei Stickstoff im Mittel etwa 8 bis 10 mg N und bei Phosphor 0,5 bis 0,8 mg P g⁻¹ TS.

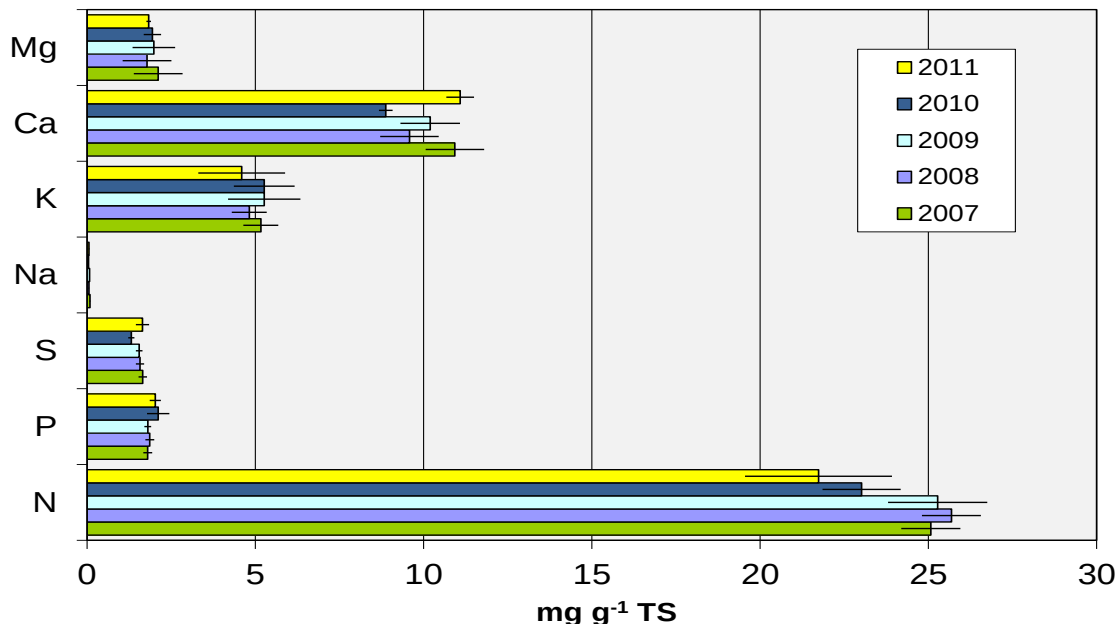


Abb. 6: Blattspiegelwerte der Buchen in den Jahren 2007- 2011 (n=12)

Die Nadelspiegelwerte der Kiefern weisen gegenüber dem Vorjahr keine wesentlichen Veränderungen auf. Die Kalzium-Gehalte liegen im Mittel bei 4,2 mg Ca g⁻¹ TS, was nach Krauß und Heinsdorf (2005) ein Bereich optimaler Versorgung darstellt, während die Phosphor-Gehalte mit 1,8 mg P g⁻¹ TS schon eine beginnende Überernährung indizieren.

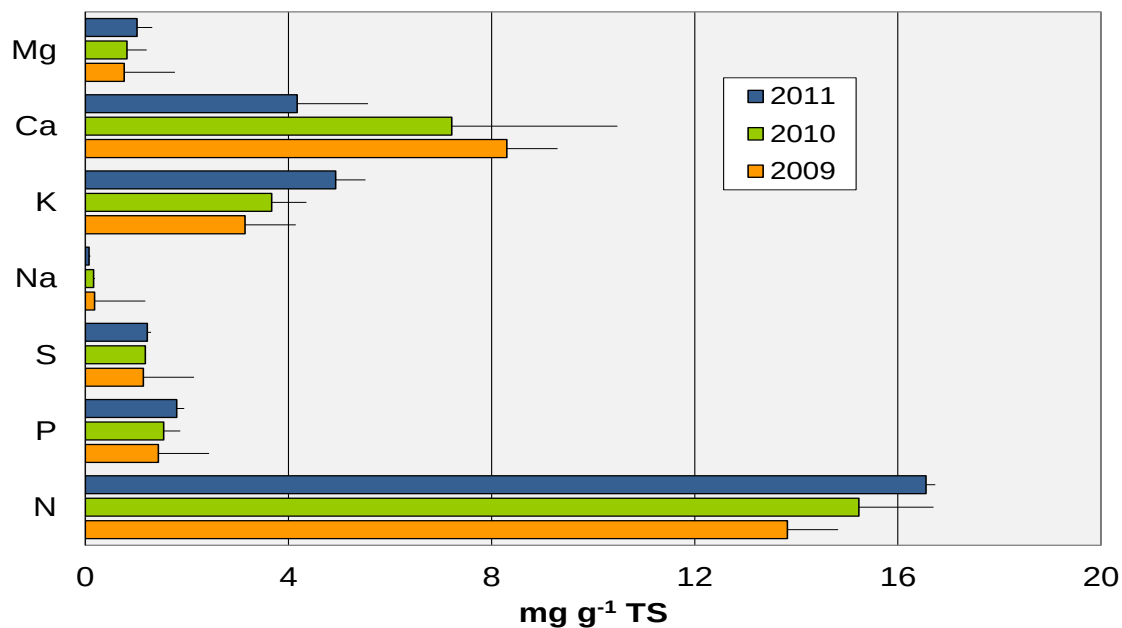


Abb. 7: Nadelspiegelwerte der Kiefern in 2011 (3 Nadeljahrgänge; n=9)

Die Stickstoffgehalte in den einjährigen Referenznadeln der Oberkrone lagen mit ca. 16,6 mg N g⁻¹ TS etwas über den Ergebnissen der Vorjahre, was nach der Einstufung von Göttlein et al. (2011) im oberen Normalbereich liegt. Die Kaliumanalyse ergab einen mittleren Gehalt von 4,9 mg K g⁻¹ TS, was ebenfalls eine ausreichende bis optimale Versorgung anzeigt (Abb.7).

Die gute Phosphorversorgung, die sich aus den Analysen von Blättern und Nadeln ableiten lässt, führt jedoch nicht zu einer Belastung des im Zentrum des Einzugsgebietes liegenden Stechlinsees. Die P-Konzentrationen im Grundwasser unter Wald entsprechen mit < 0,03 mg l⁻¹ den Gehalten, die in etwa auch im Seewasser gemessen werden. Somit kann eine P-Zufuhr mit dem Grundwasser zumindest im Bereich der Waldmessfläche ausgeschlossen werden. Partikuläre Phosphoreinträge z. B. durch Oberflächenabfluss (Erosion) kommen aufgrund der geringen Reliefausbildung und der hohen Wasserleitfähigkeit der Sandböden ebenfalls nicht in Betracht.

1.3 Unterprogramm Stammablauf (SF)

Für den Stoffumsatz und -transfer spielt die Erfassung der hydrologischen Größen Freiflächen- und Bestandsniederschlag einschließlich Stammablauf eine wichtige Rolle. Der Stammablauf in Neuglobsow wird als Mischprobe von zwei den Bestand repräsentierenden Buchen erfasst, wobei die Probenahme je nach Niederschlagsmenge wöchentlich bis 14-tägig durchgeführt wird. In den Jahren 2004 bis 2011 wurde insgesamt ein Stammablauf in Höhe von 5530 Litern registriert. Bezogen auf die Grundfläche des Bestandes von 25,4 m² pro Hektar (s. ICP IM Manual 2004) erhöhte sich der jährliche Bestandesniederschlag in einer

Größe von 3,5 bis 22,3 mm (Tab.7). Im Vergleich mit den vom Umweltbundesamt gemessenen Kronentraufen (KT) von 345 bis 598 mm a⁻¹ entspricht dies einem Anteil von 0,8-4,3%.

Tab. 7: Stammablauf (SF) auf der Waldmessfläche

Jahr	Stammablauf	Kronentraufe	% der KT
	mm a ⁻¹	mm a ⁻¹	
2004	8,8	381	2,3
2005	6,6	412	1,6
2006	8,8	345	2,6
2007	18,7	591	3,2
2008	3,5	415	0,8
2009	3,5	399	0,9
2010	8,2	598	1,4
2011	22,3	525	4,3

Die Abbildungen 8 und 9 geben den zeitlichen Verlauf der Elementkonzentrationen im Stammablaufwasser wieder. Die pH-Werte liegen im gewichteten Mittel bei 6,0 und damit um eine halbe pH-Einheit über den in der Kronentraufe gemessenen Werten. Bei höheren Niederschlagsereignissen, wie wir sie beispielsweise im Oktober 2006 und August 2009 vorfinden, kann der Wert aufgrund einer verminderten Pufferung innerhalb des Kronenraums kurzfristig auch unter pH 5 fallen. Insgesamt zeichnet sich aber ein leicht positiver Trend auch in der Entwicklung der pH-Werte des Stammablaufwassers ab.

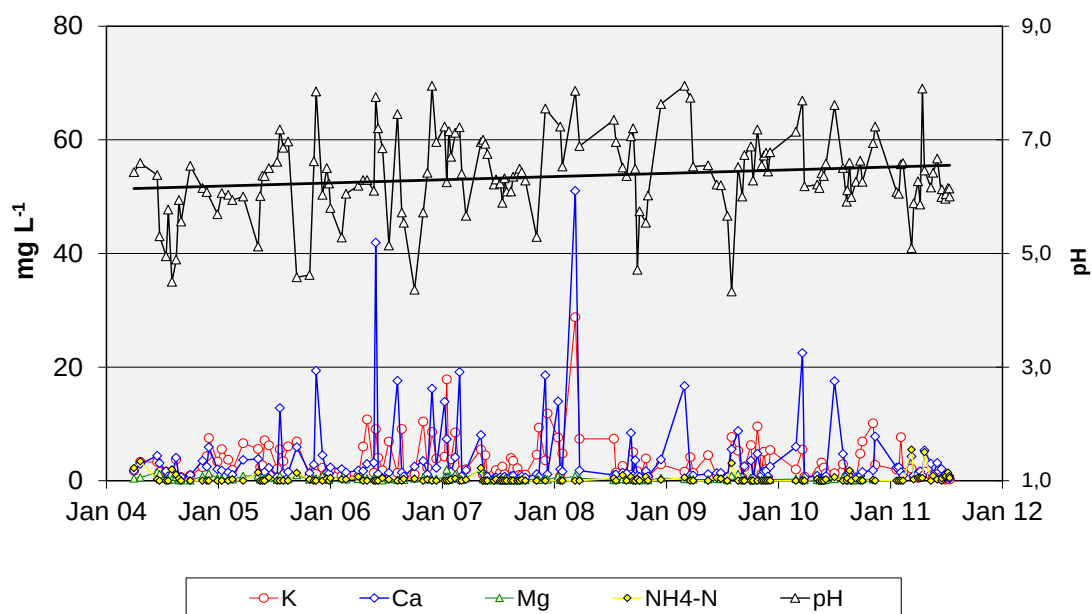


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der pH-Werte und Kationenkonzentrationen im Stammablauf (SF)

Von den Kationen dominieren Kalium mit 4,7 mg l⁻¹ und Kalzium mit 2,1 mg l⁻¹ während bei den Anionen die Chlorid- und Sulfationen mit mittleren Konzentrationen von 1,8 bzw. 1,1 mg l⁻¹

im Stammablaufwasser¹ überwiegen. Auffällig sind die saisonal stark variierenden Konzentrationen besonders der Kalium- und Chlorid-Ionen, wobei letztere besonders im Winterhalbjahr auffällig fluktuieren.

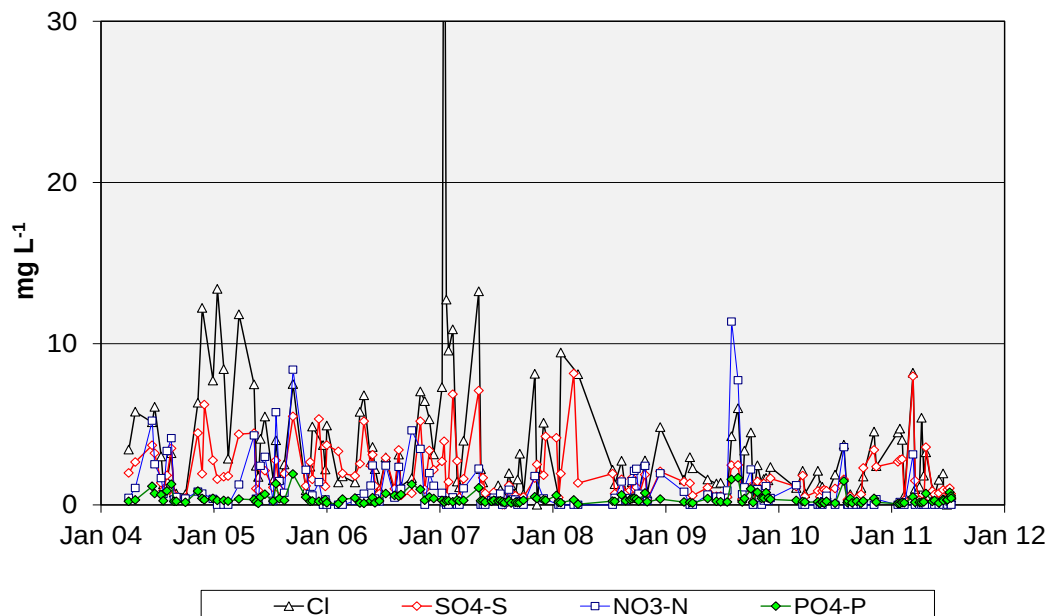


Abb. 9: Zeitlicher Verlauf der Anionenkonzentrationen im Stammablauf (SF)

2. Lachgas-Emission der Waldmessfläche

Seit Anfang 2008 werden auf der Waldmessfläche auch die Lachgasemissionen (N_2O) mit geschlossenen Bodenhauben bestimmt (Beese et al. 2002). Bei der Beprobung kommen evakuierte Glasmäuse zum Einsatz, die am Gaschromatograph im Büsgen-Institut in Göttingen analysiert werden. Von den N_2O produzierenden Prozessen in Böden sind quantitativ vor allem die Nitrifikation und die Denitrifikation von Bedeutung.

In den Messjahren 2008 bis 2012 lagen die gasförmigen Verluste auf den gut drainierten Sandböden in Neuglobsow unter $0,5 \text{ kg N}_2\text{O-N pro Hektar und Jahr}$ und können für den N-Stoffhaushalt des Untersuchungsgebietes wahrscheinlich als vernachlässigbar betrachtet werden (Abb.10).

Eine ausführliche Bewertung in Bezug auf die Stickstoffversorgung und –belastung an der IM Messstelle Neuglobsow wurde bereits im Abschlussbericht 2009 (FKZ 351 01 040/02) vorgenommen.

¹ Konzentrationen des gewichteten Mittels

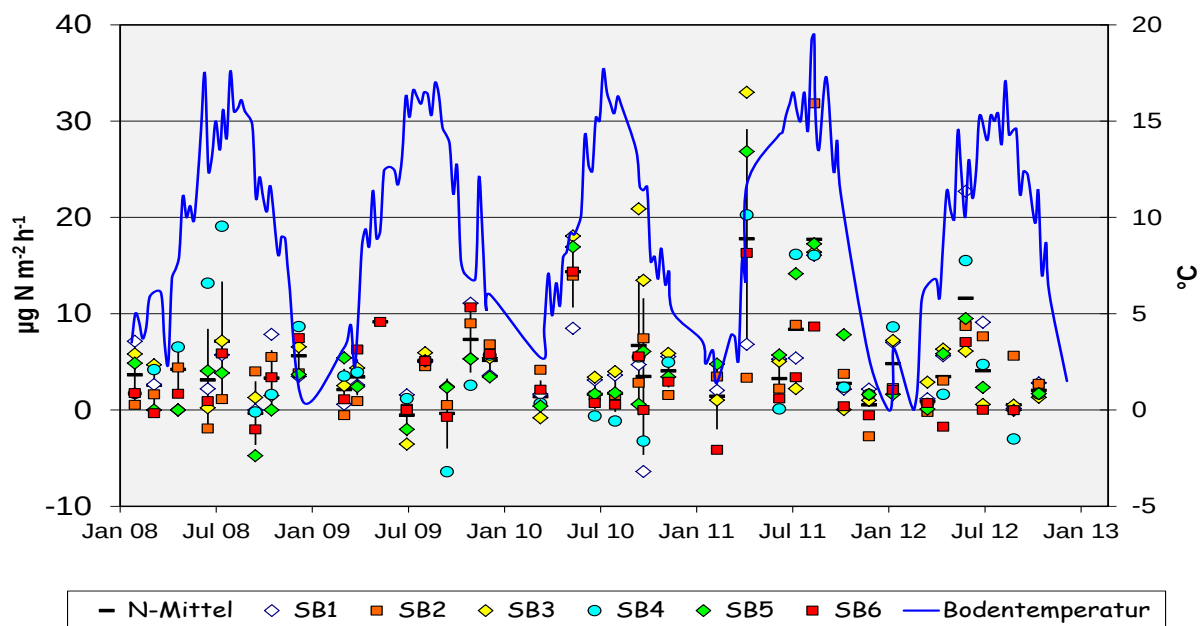


Abb. 10: Zeitlicher Verlauf der N₂O-Emissionen und der Bodentemperaturen auf der Waldmessfläche

3. Stoffeinträge aus Freilandniederschlag (PC), Kronentraufe (TF) und Stammablauf (SF)

Die Stoffeinträge aus dem Freilandniederschlag, der Kronentraufe und dem Stammablauf sind für den Untersuchungszeitraum 1998-2011 in Tabellen 8-10 dargestellt. Der Freilandniederschlag lag im langjährigen Durchschnitt bei 604 mm a⁻¹, während sich der Bestandesniederschlag im Mittel auf 436 mm pro Jahr bzw. 72 % des Freilandniederschlags summiert.

Tab. 8: Stoffeinträge aus dem Freilandniederschlag (PC)

Jahr	Niederschlag mm	pH	H mol _e ha ⁻¹	Na	NH ₄ -N	K	Mg	Ca kg ha ⁻¹	Cl	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SO ₄ -S
1998	500	5,06	43,4	2,40	3,13	0,93	0,49	1,47	4,21	2,57	0,01	3,34
1999	537	5,20	34,3	3,23	3,51	0,94	0,57	2,27	5,59	3,43	0,20	3,85
2000	519	5,69	10,6	2,73	3,10	1,20	0,57	2,63	4,49	2,82	0,24	3,55
2001	601	5,84	8,6	2,27	5,23	1,19	0,42	4,29	4,17	3,17	0,36	3,74
2002	686	5,33	32,1	2,32	2,95	0,56	0,41	1,89	3,98	2,91	0,05	3,23
2003	422	5,36	18,4	1,74	3,00	0,52	0,30	1,75	3,07	2,90	0,01	2,67
2004	562	5,47	19,0	2,81	3,13	0,83	0,45	1,87	4,77	2,98	0,06	2,78
2005	593	5,27	31,6	2,80	2,40	0,77	0,53	4,23	4,64	2,82	0,03	2,59
2006	509	5,53	14,9	1,82	3,32	0,76	0,33	2,35	3,10	2,80	0,13	2,27
2007	816	5,13	60,5	3,10	2,87	1,21	0,44	3,27	6,66	3,75	0,10	3,92
2008	612	4,97	66,0	3,24	3,29	1,38	0,55	6,09	5,43	3,27	0,24	2,52
2009	561	4,94	64,4	1,61	1,99	1,15	0,25	1,30	3,45	2,48	0,11	2,12
2009	809	4,80	128,9	2,16	3,54	1,05	0,42	7,66	4,38	3,82	0,16	3,27
2011	734	5,19	47,4	2,12	4,01	1,22	0,38	1,93	4,19	3,23	0,22	2,68
Mittelwert	604	5,27	41,44	2,45	3,25	0,98	0,44	3,07	4,44	3,07	0,14	3,04
Sd	117	0,29	31,85	0,54	0,75	0,26	0,10	1,88	0,98	0,40	0,11	0,60

Die mittleren Stickstoffeinträge aus dem Freilandniederschlag betrugen 6,3 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und liegen damit noch unter den Werten, die an Level II Standorten des Landes Brandenburg

gemessen wurden². Auch die jährlichen Kalzium- und Schwefeleinträge sind mit $3,1 \pm 1,8 \text{ kg Ca}$ bzw. $3,0 \pm 0,6 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ als niedrig einzustufen und zeigen die relativ geringe Belastung an diesem Standort durch weiträumig transportierte Luftverunreinigungen.

Tab. 9: Stoffeinträge aus der Kronentraufe (TF)

Jahr	Kronentraufe mm	pH	H mol _e ha ⁻¹	Na	NH ₄ -N	K	Mg	Ca kg ha ⁻¹	Cl	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SO ₄ -S
1998	355	5,61	8,80	5,08	2,76	9,19	2,08	6,28	10,73	3,71	0,00	5,61
1999	393	5,84	5,63	5,64	3,43	8,60	1,85	5,28	11,24	4,30	0,77	5,22
2000	356	5,62	8,54	5,53	2,19	5,78	1,52	4,94	10,44	3,01	0,34	4,22
2001	469	5,60	11,64	4,59	3,87	8,65	1,78	15,96	9,59	4,25	0,52	5,84
2002	578	5,83	8,51	5,29	3,53	10,08	1,77	6,53	10,80	3,89	0,81	5,07
2003	293	5,67	6,30	4,30	3,76	6,70	1,47	5,50	9,14	4,11	0,45	3,99
2004	381	5,86	5,27	5,78	3,05	10,23	2,13	5,23	12,05	3,64	0,57	4,13
2005	412	5,64	9,54	5,27	1,97	7,37	1,49	10,50	10,22	3,50	0,63	3,43
2006	345	5,65	7,77	3,83	2,78	7,77	1,55	5,52	8,10	3,28	0,64	3,21
2007	591	5,69	12,17	7,85	3,00	9,94	1,78	6,07	16,37	3,52	0,66	4,47
2008	415	5,08	34,53	6,26	2,52	7,16	1,51	5,89	11,92	3,53	0,57	3,11
2009	399	5,14	28,93	3,95	3,28	9,65	1,57	5,89	7,81	2,57	1,18	2,82
2010	598	5,02	57,11	2,70	2,08	6,48	1,25	4,99	5,80	2,54	1,08	2,76
2011	525	5,40	20,9	4,22	3,50	12,86	1,55	6,03	9,68	2,36	0,88	3,01
Mittelwert	436	5,55	16,11	5,02	2,98	8,61	1,66	6,76	10,28	3,44	0,65	4,06
S_d	99	0,28	14,80	1,25	0,62	1,89	0,25	2,98	2,44	0,63	0,30	1,06

Tab. 10: Stoffeinträge aus dem Stammablauf (SF)

Jahr	Stammablauf mm	pH	H mol _e ha ⁻¹	Na	NH ₄ -N	K	Mg	Ca kg ha ⁻¹	Cl	NO ₃ -N	PO ₄ -P	SO ₄ -S
2004	8,8	5,36	0,384	0,18	0,07	0,57	0,03	0,16	0,28	0,15	0,00	0,17
2005	6,6	5,63	0,156	0,19	0,01	0,36	0,02	0,15	0,30	0,04	0,00	0,11
2006	8,8	6,17	0,060	0,27	0,02	0,42	0,02	0,60	0,20	0,04	0,00	0,18
2007	18,7	6,32	0,090	0,49	0,01	0,78	0,03	0,34	0,42	0,04	0,00	0,19
2008	3,5	5,87	0,047	0,11	0,00	0,16	0,01	0,13	0,09	0,02	0,01	0,04
2009	3,5	5,86	0,049	0,05	0,00	0,16	0,01	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02
2010	8,2	6,09	0,066	0,06	0,01	0,39	0,02	0,16	0,08	0,01	0,02	0,05
2011	22,3	5,98	0,231	0,08	0,05	0,99	0,03	0,13	0,13	0,07	0,06	0,09
Mittelwert	10,06	5,91	0,14	0,18	0,02	0,48	0,02	0,22	0,19	0,05	0,01	0,11
S_d	6,9	0,31	0,12	0,15	0,03	0,29	0,01	0,18	0,13	0,04	0,02	0,07

4. Unterprogramm Bodenchemie (SC)

Einbindung der Bodendaten des Integrated Monitoring Programms in die Umweltprobenbank des Bundes

Die im Rahmen des Integrated Monitoring Programms erhobenen bodenchemischen und -physikalischen Daten könnten auch für die Umweltprobenbank des Bundes (UPB) von Interesse sein und dort integriert werden. Die Probenahme und Bodenansprache sowie -analytik erfolgte dabei nach dem Manual des ICP Forests (2006) und unterscheidet sich nicht wesentlich von der Probenaufarbeitung und Analytik der Standardarbeitsanweisung (SOP) der Umweltprobenbank, wobei die folgenden Parameter erhoben wurden:

- Trockenraumdichte und Skelettgehalt (%)
- Textur (Sand/ Schluff/Ton)
- hydraulische Funktionen (pF-Kurven)

² Waldzustandsbericht 2011 der Länder Brandenburg und Berlin

- $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ und $\text{pH}_{(\text{KCl})}$
- Gesamtkohlenstoff und -stickstoff (Ct und Nt)
- organischer Kohlenstoff (Corg)
- effektive Kationenaustauschkapazität (AKe)/austauschbare Kationen (ICP-AES)
- Schwermetalle Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Cd und Pb (ICP-AES)

Unterschiede ergeben sich aber beispielsweise in der Beprobung des Bodenprofils: Während das Integrated Monitoring eine **tiefenstufenbezogene** Differenzierung (0-80 cm) vornimmt, werden die Proben für die UPB horizontweise entnommen. Darüber hinaus werden die Schwermetalle nicht im Königswasserextrakt sondern im HNO_3 -Druckaufschluss gemessen, und das Probenahmeintervall von 4 Jahren ist bei der UPB um ein Jahr verkürzt.

Die für die UPB zwingend erforderliche bodenkundliche Gebietscharakterisierung wurde bereits im Jahr 2004 durchgeführt und kann demzufolge als Basis für eine künftige Probenahme genutzt werden: Die Klima- und Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiet werden von Seiten der forstlichen Standortkartierung als relativ homogen beschrieben. Makroklimatisch gehört das Gebiet zum Müritz-Klima (my). Auf der Waldmessfläche findet sich die Jülchendorfer Grand-Braunerde mit kräftiger Nährkraftstufe und mäßig frischer Feuchtestufe (Forstliche Standortkartierung in Mecklenburg-Vorpommern, 1999).

Innerhalb des Untersuchungsgebietes dominieren Feinbodenformen mit mäßiger bis kräftiger Nährkraftstufe (M und K-Standorte) und mäßig frischer Feuchtestufe, wobei die Bergrader Sand-Braunerden (BgS) mit einem Flächenanteil von 37 % überwiegen, gefolgt von den Jülchendorfer Grand-Braunerden (JüS) mit 29 % und den Lienewitzer Sand-Braunerden (LwS), deren Anteil bezogen auf die Landfläche 17 % beträgt. Grubenmühler Sand- (GmS) und Wahlsdorfer Grand-Braunerden (WaS) repräsentieren zusammen weniger als 4 % der Feinbodenformen (Tab.11).

Tab. 11: Feinbodenformen und deren Anteile im Bilanzgebiet "Stechlin"

Feinbodenform	ha	%
BgS	360.7	37
JüS	285.4	29
LwS	168.5	17
GmS	24.1	2
WaS	10.3	1
Diverse (z. B. Moore)	28	3
Siedlung	101	10
Summe	978	100
Land	978	69
See	448	31
Gesamt	1426	100

Tab. 12: Physikalische und chemische Bodeneigenschaften der Waldmessfläche

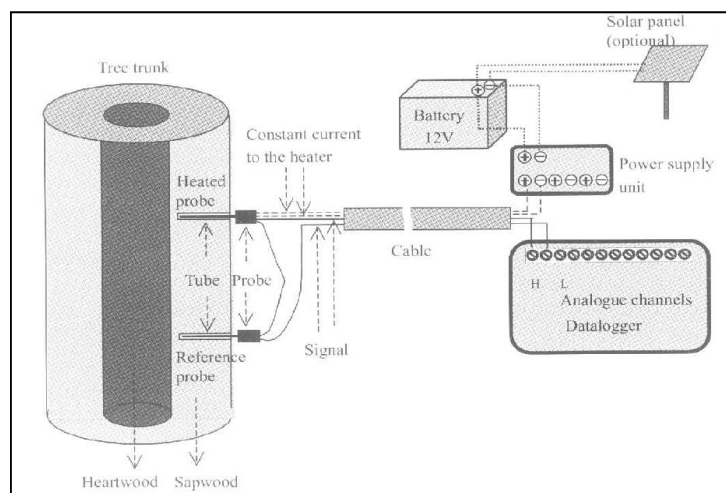
depth	clay	silt	fS	mS	gS	pH	C	N	C/N	K	Ca	Mg	AK _e
cm	%	%	%	%	%	(H ₂ O)	mg g ⁻¹	mg g ⁻¹		-----	mmol _c kg ⁻¹	-----	
0-5	3.4	7.9	19.7	51.2	17.9	4.1	38.2	1.9	19.7	0.8	14.3	1.9	60.2
5-10	3.3	7.8	21.4	46.1	21.3	4.3	16.9	0.9	17.9	0.4	4.1	0.6	41.2
10-20	3.3	6.9	21.3	47.2	21.2	4.4	13.1	0.8	17.2	0.3	3.7	0.5	37.3
20-40	3.6	7.9	9.4	55.0	24.1	5.0	6.1	0.4	15.9	0.3	21.8	0.9	30.6
40-80	1.2	2.5	2.8	50.8	42.7	5.2	0.4	0.1	6.1	0.2	5.7	0.5	11.9
80-100	1.2	1.9	3.8	48.0	45.1	6.2	1.2	0.3	4.7	0.3	54.8	1.2	60.7

Der Boden ist nur in den oberen 0-5 cm stark versauert. Bis in 40 cm Tiefe befindet er sich im Austauschpufferbereich, darunter im Silikatpufferbereich (Ulrich, 1981). Die Entkalkungsgrenze liegt bei ca. 130 cm. Die Humusaufgabe ist ein Sandmull (Forstliche Standortsaufnahme, 1996) mit ausgeprägtem Ah-Horizont und C-Gehalten über 2 %, die C/N-Verhältnisse liegen zwischen 17 und 21. Entsprechend hoch sind auch die Austauschkapazitäten, die durch die organische Substanz geprägt werden. Die Basensättigungen liegen mit 5-17 % sehr niedrig. Ein Einfluss des Carbonats im Untergrund wird lediglich im Abschnitt 0-5 und 80-100 cm sichtbar.

Die Ergebnisse der Bodenanalysen aus den Jahren 2004 und 2010 sind im Anhang ausführlich dargestellt (Tab.13-14). Es handelt sich um die Mittelwerte, die Standardabweichung und die Minimum- und Maximum-Werte aus 10 Wiederholungen.

5. Saftflussmessungen nach Granier

Seit Frühjahr 2012 werden in Neuglobsow zusätzlich Saftflussmessungen mit dem Granier-System (thermal dissipation technique nach Granier, 1985) an drei Buchen mit je zwei Wiederholungen durchgeführt (Abb.11). Die Ergebnisse der Kronendachtranspiration auf



Basis einzelbaumbezogener Xylemflussmessungen werden zur Validierung und Modellierung der Bestandstranspiration im Einzugsgebiet des Stechlinsees benötigt.

Abb. 11: Aufbauschema des Granier-Systems zur Messung des Saftflusses



Das Granier-System besteht aus zwei Sensoren mit einer Länge von 20 mm, die in einer Stammhöhe von etwa 1,3 m und in einem Abstand von 10-15 cm zueinander installiert werden. Während der obere rote Sensor das Gewebe aufheizt, dient der untere blaue Sensor als Referenzsonde (Abb. 12). Gemessen wird die Temperaturdifferenz, die durch den Wärmetransport via Xylemfluss entsteht, nachdem vorher das Gewebe bis zur Sättigung erwärmt wurde und der gemessene Wärmeaustausch nahezu null ist.

Abb.12: Granier-Sensor: Einbau am Beispiel einer Buche

In Abbildung 13 und 14 sind die Tagesgänge des Saftflusses am Beispiel der Buchen G2 und G3 während der Vegetationszeit 2012 dargestellt. Die mittlere Flussdichte (F_d) betrug an der Buche G2 mit einem BHD von 52 cm etwa $0,20 \text{ kg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Die Buche G3 mit einem BHD von 30,0 cm wies dagegen eine deutlich reduzierte mittlere Flussdichte von $0,07 \text{ kg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ auf. Der Saftfluss beider Bäume verläuft zu Beginn der Vegetationszeit noch nahezu parallel, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Im Verlauf der Vegetationszeit etwa ab Ende Juni macht sich die Überschirmung durch benachbarte Bäume und die damit verbundene Beschattung von Buche G3 stärker bemerkbar, was sich dann in den geringer werdenden Saftflussdichten widerspiegelt.

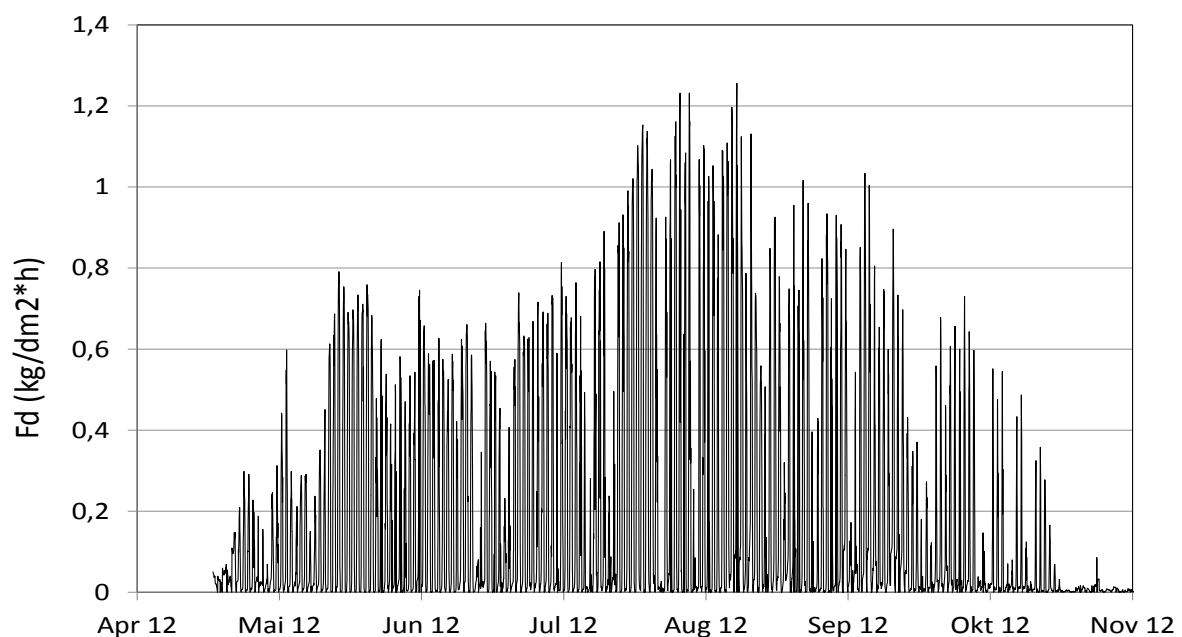


Abb. 13: Tagesgänge der Saftflussdichten (Buche G2 in $\text{kg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$)

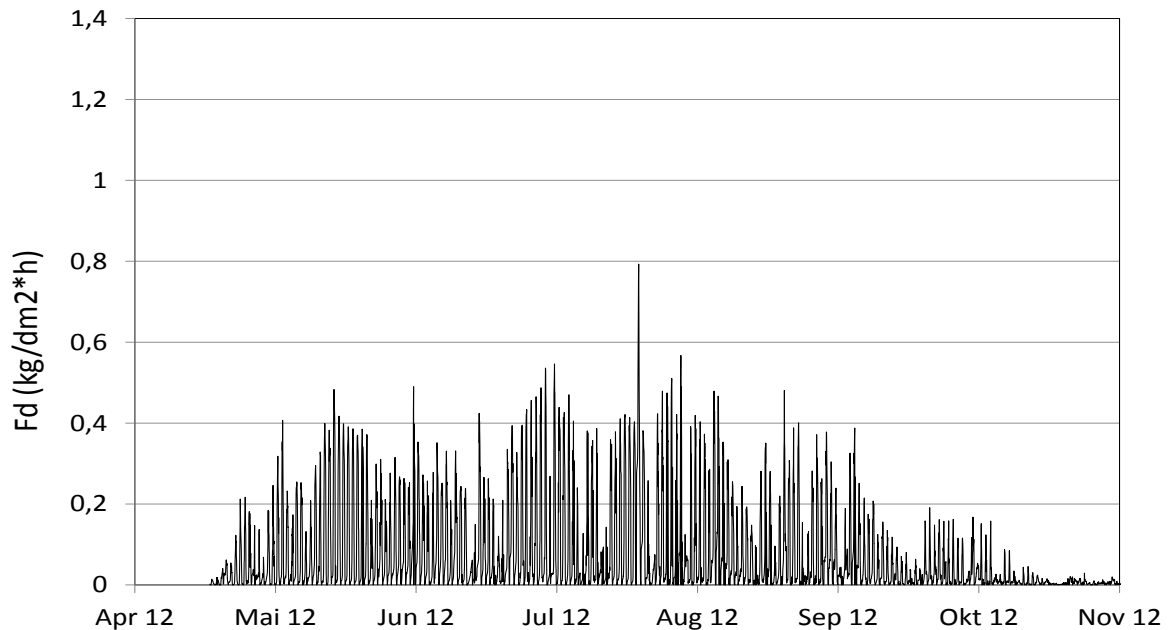


Abb. 14: Tagesgänge der Saftflussdichten (Buche G3 in $\text{kg dm}^{-2} \text{h}^{-1}$)

Zur Berechnung der Transpiration (mm ha^{-1}) der Buchen wird die mittlere Flussdichte über die Vegetationszeit aufsummiert und mit den entsprechenden BHD-Klassen (Abb.15) und der Anzahl der Buchen pro Hektar ($n=220$) multipliziert (Hölscher et al. 2005). Da in diesem ersten Ansatz die Kiefern noch nicht berücksichtigt wurden, soll in 2013 das Granier-System auch an drei Kiefern auf der IM Messfläche installiert werden, damit dann die Transpiration des ganzen Bestandes abgeschätzt werden kann.

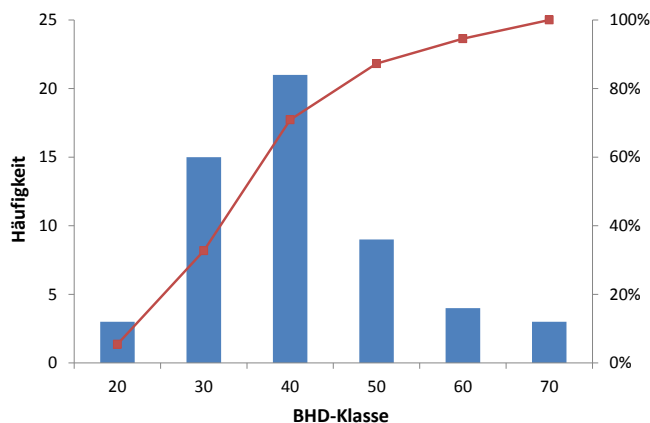


Abb. 15: Verteilung der BHDs auf der Waldmessfläche (Buche; $n=55$)

Erste Ergebnisse lassen erkennen, dass die Transpirationsleistung in starkem Maße von der soziologischen Stellung des Einzelbaums abhängt, d.h. ob es sich um einen herrschenden, mitherrschenden oder aber unterständigen Baum handelt. Da der Kiefernaltbestand in Neuglobsow mit den Buchen unterbaut ist, nehmen die Buchen natürlicherweise eine unterständige Stellung ein. Daraus resultiert eine sehr unterschiedliche Überschildung bzw. Beschattung durch die Kiefern, was die sehr heterogene Saftflussdichte der Buchen plausibel macht.

Literatur

Arbeitskreis Standortkartierung (1996) Forstliche Standortsaufnahme, 5. Auflage. Eching.

Beese, F, Brumme R, Schulte-Bisping H und R Teepe (2002) Spurengashaushalte von Waldökosystemen. In: Umweltrelevante Spurengase in der Land- und Forstwirtschaft – Herausforderung für Wissenschaft, Politik und Praxis. Hrsg. Vorstand des Dachverbandes Agrarforschung (DAF). Band 34. 53-63. DLG-Verlag. Frankfurt

Forstliche Standortkartierung in Mecklenburg-Vorpommern. Teil B:Standortsformen und Standortsformengruppen. Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete M-V. 1999

Gebauer, T, Horna V and C. Leuschner (2008) Variability in radial sap flux density patterns and sapwood area among seven co-occurring temperate broad-leaved tree species. Tree Physiology 28, 1821–1830

Göttlein A, Baier R und K H Mellert (2011) Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa – Eine statistische Herleitung aus VAN DEN BURG's Literaturzusammenstellung. Allg. Forst- u.J.-Ztg., 182. Jg. 173-186

Granier, A (1985) Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. Ann. Sci. For. 42, 193–200

Hölscher D, Koch O, Korn S and Ch. Leuschner (2005) Sap flux of five co-occurring tree species in a temperate broad-leaved forest during seasonal soil drought. Trees (2005) 19: 628–637. DOI 10.1007/s00468-005-0426-3

ICP IM-Manual. 2004: <http://www.environment.fi/default.asp?node=6410&lan=en>

International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IIIa. Sampling and Analysis of Soil. Updated 06/2006

Kowalkowski, A und Marek Jozwiak (2003) Die Bedeutung des Streufallmonitorings für die Ermittlung des Elementumlaufs im Waldökosystem. In: Integrierende Auswertung der Daten des Forstlichen Umweltmonitoring (Level I/II) vom 24.-26.2003 in Bonn-Röttgen. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL). 255-258

Kuhr, M, Eichhorn J und A Rockel (2003) Stoffhaushalt in hessischen Buchenwald-Ökosystemen. In: Integrierende Auswertung der Daten des Forstlichen Umweltmonitoring (Level I/II) vom 24.-26.2003 in Bonn-Röttgen. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) 22-32

Krauß H H, Heinsdorf D (2005) Ernährungsstufen für wichtige Wirtschaftsbaumarten. Beiträge für Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 39. 172-179

Ulrich, B (1981) Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 144. 289-305

Waldzustandsbericht 2011 der Länder Brandenburg und Berlin.

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/forsten/waldzustandsbericht2011/index.shtml>

Anhang

1. Stand der Saugsonden-Auswechslung und Probleme

Vom **12.10.2011** bis **16.11.2011** gibt es wegen Umbau/Einlaufphase keine Sickerwasserproben (SW). Ab 16. November 2011 sind besonders die K- und auch die Mg-Gehalte in 120 cm Bodentiefe deutlich erhöht, ebenso die Nitratwerte, allerdings diese mit einer relativ großen Varianz. In SW 3 ist darüber hinaus ein deutlicher Anstieg der Leitfähigkeit und der Ca-Werte zu beobachten. Die Vermutung ist, dass beim Einbau der Saugsonden wahrscheinlich etwas Material aus dem Bereich des Oberbodens in das ein oder andere Einbauloch (nicht in alle!) gefallen sein könnte.

Aus diesen Gründen wird folgendes vorgeschlagen: Die SW-Werte für K, Mg, Ca und Nitrat sollten vorerst nur bis zu dem erfolgten Umbau am **12.10.2011** herangezogen und an das internationale Datenzentrum in Helsinki eingeliefert werden. Es fehlen dann allerdings drei Termine bis Ende Dezember 2011.

Für die folgenden Daten aus dem Jahr 2012 bleibt genügend Zeit, in der die o.g. Werte weiter beobachtet und kontrolliert werden können. Eine Entscheidung sollte erst am Ende des Jahres 2013 getroffen werden.

Anhang

Tab.13: Ergebnisse der Mineralbodenanalyse 2004

Tiefe cm		pH-H ₂ O	pH-KCl	C mg/g	N mg/g	C/N	P mg/g
0-5	Mean	4,09	3,25	38,25	1,93	19,70	0,65
	SD	0,18	0,15	11,65	0,51	1,27	0,16
	Min	3,80	2,95	17,88	0,95	17,64	0,35
	Max	4,45	3,51	64,35	2,91	22,38	1,02
5-10	Mean	4,27	3,46	16,88	0,95	17,85	0,67
	SD	0,12	0,12	4,55	0,26	1,26	0,21
	Min	4,12	3,32	8,20	0,50	16,33	0,32
	Max	4,47	3,78	24,93	1,44	20,70	1,16
10-20	Mean	4,41	3,61	13,09	0,76	17,20	0,63
	SD	0,10	0,12	3,58	0,18	3,84	0,18
	Min	4,29	3,45	7,04	0,52	13,64	0,37
	Max	4,64	3,92	20,83	1,09	30,41	1,00
20-40	Mean	5,05	3,96	6,14	0,37	15,88	0,49
	SD	0,78	0,63	5,43	0,27	2,44	0,18
	Min	4,41	3,40	2,79	0,17	12,68	0,39
	Max	6,01	4,86	14,23	0,77	18,58	0,76
40-80	Mean	5,15	4,21	0,36	0,06	6,08	0,19
	SD	1,12	0,68	0,41	0,12	3,51	0,05
	Min	4,12	3,75	0,00	0,00	0,00	0,14
	Max	6,75	5,22	0,71	0,24	0,00	0,25

Tiefe cm		H	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	AKe
		----- mmol _c /kg -----								
0-5	Mean	8,22	0,20	0,82	14,32	1,92	0,85	1,57	32,30	60,21
	SD	3,52	0,10	0,29	8,56	0,95	0,50	0,84	11,91	21,24
	Min	3,03	0,00	0,38	4,39	0,72	0,09	0,68	15,57	28,24
	Max	15,71	0,40	1,31	27,94	3,49	1,74	3,89	57,37	99,06
5-10	Mean	3,52	0,12	0,40	4,05	0,62	0,20	1,06	31,22	41,19
	SD	0,99	0,06	0,13	2,69	0,30	0,14	0,38	11,02	13,48
	Min	1,46	0,00	0,21	0,60	0,23	0,00	0,44	10,67	18,23
	Max	5,21	0,21	0,68	10,58	1,22	0,41	1,95	48,48	60,49
10-20	Mean	2,27	0,13	0,34	3,71	0,51	0,15	1,13	29,03	37,26
	SD	0,82	0,10	0,10	2,49	0,26	0,11	0,36	8,10	10,52
	Min	0,81	0,00	0,19	0,20	0,20	0,00	0,54	17,79	21,59
	Max	3,51	0,35	0,59	8,98	1,02	0,30	1,76	48,48	61,59
20-40	Mean	0,23	0,37	0,28	21,81	0,93	0,00	0,39	6,56	30,58
	SD	0,27	0,05	0,08	26,77	0,94	0,00	0,32	6,40	22,48
	Min	0,00	0,33	0,21	0,80	0,16	0,00	0,20	0,00	13,40
	Max	0,51	0,42	0,39	56,89	2,07	0,00	0,87	12,90	62,02
40-80	Mean	0,12	0,30	0,20	5,74	0,46	0,00	0,23	4,89	11,94
	SD	0,16	0,04	0,03	9,48	0,57	0,00	0,11	3,43	6,75
	Min	0,00	0,24	0,18	0,80	0,16	0,00	0,10	0,00	7,94
	Max	0,35	0,35	0,24	19,96	1,32	0,00	0,32	8,01	21,96

Anhang

Tab.14: Ergebnisse der Mineralbodenanalyse 2010

Tiefe cm		pH-H ₂ O	pH-KCl	C mg/g	N mg/g	C/N	P mg/g
0-5	Mean	4,32	3,56	28,6	1,3	20,7	0,62
	SD	0,28	0,22	16,0	0,6	2,4	0,13
	Min	4,02	3,33	11,9	0,6	16,1	0,39
	Max	4,87	4,03	63,4	2,5	25,4	0,80
5-10	Mean	4,41	3,67	16,8	0,9	19,2	0,62
	SD	0,22	0,16	10,5	0,5	1,3	0,10
	Min	4,20	3,47	8,7	0,5	16,6	0,52
	Max	4,87	3,99	42,6	2,0	21,1	0,84
10-20	Mean	4,65	3,85	8,3	0,5	17,7	0,63
	SD	0,20	0,12	1,4	0,0	1,7	0,14
	Min	4,48	3,71	6,3	0,4	15,0	0,45
	Max	5,11	4,07	10,9	0,5	20,5	0,84
20-40	Mean	5,19	4,26	7,1	0,4	15,5	0,61
	SD	0,39	0,38	2,4	0,1	2,8	0,15
	Min	4,60	3,83	3,5	0,3	10,8	0,37
	Max	5,76	4,92	11,2	0,6	20,1	0,78
40-80	Mean	6,08	4,89	2,2	0,2	9,1	0,42
	SD	0,19	0,21	1,0	0,1	1,5	0,15
	Min	5,68	4,44	0,6	0,1	6,1	0,22
	Max	6,40	5,19	4,1	0,4	10,5	0,63

Tiefe cm		H	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	AKe
		----- mmol _c /kg -----								
0-5	Mean	3,13	0,02	0,47	9,86	1,19	0,66	1,25	13,53	30,10
	SD	1,35	0,05	0,17	4,32	0,55	0,34	0,81	4,56	8,30
	Min	0,47	0,00	0,25	4,72	0,67	0,25	0,33	5,01	14,36
	Max	5,05	0,14	0,80	18,55	2,06	1,31	2,62	19,15	41,12
5-10	Mean	2,42	0,00	0,41	7,44	0,69	0,38	1,54	18,77	31,66
	SD	1,22	0,01	0,23	8,24	0,40	0,44	0,50	4,13	10,80
	Min	0,61	0,00	0,19	1,45	0,27	0,12	0,76	11,97	20,58
	Max	4,54	0,02	1,00	27,94	1,46	1,53	2,22	25,80	54,13
10-20	Mean	1,20	0,00	0,24	5,20	0,37	0,20	1,45	15,50	24,16
	SD	0,44	0,00	0,07	7,26	0,40	0,11	0,53	2,35	5,75
	Min	0,61	0,00	0,11	0,79	0,13	0,04	0,66	10,54	20,18
	Max	1,95	0,00	0,31	24,07	1,40	0,33	2,51	18,90	38,72
20-40	Mean	0,40	0,00	0,25	18,49	1,10	0,27	0,91	7,23	28,64
	SD	0,47	0,00	0,09	16,92	0,68	0,20	0,50	5,49	13,04
	Min	0,00	0,00	0,15	2,60	0,35	0,05	0,49	0,37	16,69
	Max	1,25	0,00	0,44	54,31	2,22	0,57	2,03	17,75	57,65
40-80	Mean	0,00	0,09	0,28	29,33	1,94	0,59	0,33	0,67	33,23
	SD	0,00	0,13	0,17	17,55	1,15	0,42	0,11	0,49	19,16
	Min	0,00	0,00	0,13	16,20	0,33	0,20	0,17	0,20	18,18
	Max	0,00	0,33	0,65	67,74	4,42	1,45	0,51	1,87	75,34

Anhang

Norwegian Institute for Water Research
– an institute in the Environmental Research Alliance of Norway

REPORT

Main Office

Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo, Norway
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Regional Office, Sørlandet

Jon Lilletuns vei 3
NO-4879 Grimstad, Norway
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Regional Office, Østlandet

Sandvikaveien 59
NO-2312 Ottestad, Norway
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Regional Office, Vestlandet

Thormøhlens gate 53 D
NO-5006 Bergen Norway
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Regional Office Central

Pirsenteret, Havnegata 9
P.O.Box 1266
NO-7462 Trondheim
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Title Intercomparison 1226: pH, Conductivity, Alkalinity, NO ₃ -N, Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na, K, TOC, Al, Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Ni, and Zn	Serial No. 6412-2012	Date
	Report No. 111/2012 Project No. 10300	Pages 90 Price
Author(s) Ivar Dahl	Topic group Analytical chemistry	Distribution Open
	Geographical area Europe, North America, Asia	Printed NIVA

Client(s) Climate and Pollution Agency (Klif) United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)	Client ref.
---	-------------

Abstract

71 laboratories received samples for the intercomparison 1226, and 68 laboratories in 26 countries submitted results. Two sample sets were used, one for the determination of major ions, and one for heavy metals. Based on the general target accuracy of $\pm 20\%$, 74 % of the overall results were considered acceptable. This is somewhat lower than last years, but in line with the previous ones. The best results were reported for the analytical variables manganese, copper, sodium and cadmium, with 89, 86, 84 and 84 % acceptable results, respectively. The lowest percentage were observed for alkalinity, nitrate, pH and zinc with 48, 52, 59 and 61 % acceptable results. Nitrate showed clear sign of not being sufficiently stable during the period of analysis. Harmonization of the analytical methods used, and the practical procedures followed, may be the most important way to improve the comparability for these parameters.

4 keywords, Norwegian	4 keywords, English
1. Prøvningsammenligning	1. Intercomparison
2. Sur nedbor	2. Acid precipitation
3. Kvalitetskontroll	3. Quality Control
4. Overvåking	4. Monitoring

Ivar Dahl
Project Manager

Tomas Adler Blakseth
Research Manager
ISBN 978-82-577-6147-9

Brit Lisa Skjelkvåle
Research Director



Qualification Report

15th Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test 2012/2013

Ökopedologie der gemäßigten Zonen (PGZ)
Zentrallabor
Prof. Dr. Norbert Lamersdorf
Büsgenweg 2
D-37077-Göttingen
Germany
Labcode: A56

Parameter	analysed	passed	Percentage of correct results	Remarks	Requalification passed (%)
N	yes	yes	100		
S	yes	yes	75		
P	yes	yes	100		
Ca	yes	yes	100		
Mg	yes	yes	100		
K	yes	yes	100		
C	yes	yes	100		
Zn					
Mn	yes	yes	100		
Fe	yes	yes	100		
Cu					
Pb					
Cd					
B					

passed: 50% of the results per element or more are within the tolerable limits
not passed: less than 50% of the results per element are within the tolerable limits

15.01.2013

Alfred Furst
Forest Foliar Co-ordinating Centre
Seckendorff-Gudent Weg 8, A-1131 Vienna/Austria