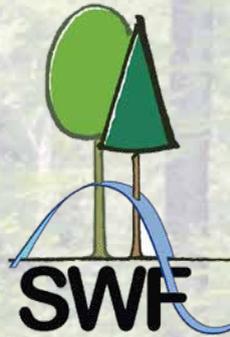


**Sektion Waldökosystemforschung
der Universität Göttingen**



**Monitoring des Zustands von Waldböden in Hessen,
Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein
von 1966-2021**

(Teil 2)

***Heike Fortmann, Nils König, Bernd Ahrends,
Henning Meesenburg, Birte Scheler und Holger Sennhenn-Reulen***

**Berichte der Sektion
Waldökosystemforschung, Reihe B, Bd. 88
2022**

**Monitoring des Zustands von Waldböden in Hessen,
Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein
von 1966 bis 2021 (Teil 2)**

von

Heike Fortmann, Nils König, Bernd Ahrends,
Henning Meesenburg, Birte Scheler
und Holger Sennhenn-Reulen

Göttingen 2022

Im Selbstverlag der Sektion Waldökosystemforschung am Zentrum für Biodiversität
und nachhaltige Landnutzung (CBL) der Universität Göttingen

Herausgeber:

Der geschäftsführende Direktor der Sektion:

Prof. Dr. Christian Ammer

Schriftleitung: Prof. Dr. Michael Bredemeier

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Bestellung über:

CBL – Sektion Waldökosystemforschung,

Büsgenweg 2, 37077 Göttingen

E-Mail: mbredem@gwdg.de

ISBN 978-3-940617-17-0

ISSN 2363-7323

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7327270>

Inhalt

Band 85 (Teil1)

1. Einleitung	8
2. Probennahme und Probenvorbereitung in den verschiedenen Monitoringprogrammen	12
3. Analytik der Humus- und Bodenproben	14
4. Nachweis- und Bestimmungsgrenzen	15
5. Verwendete Datenquellen	16
6. Bearbeitung des Datensatzes	16
7. Bewertung der Daten	17
7.1 Kriterien für die Beurteilung der Variabilität bodenchemischer Kenngrößen	18
7.2 Bewertung und Einstufung der Daten	19
7.3 Bewertung von zeitlichen Veränderungen	20
8. Zusammenfassende Bewertung des Säure-Base-Status und des Nährelementstatus sowie deren Dynamik	21
9. Zusammenfassende Bewertung Schwermetallgehalte und -vorräte	30
10. Bodenmonitoring als Forschungsplattform – Beispiele aus der anwendungsbezogenen Forschung	37
11. Ergebnisse der Bodeninventuren aller Monitoringflächen	39
11.1 Erstellung der Grafiken	39
11.2 Beschreibung der Tabellen und Grafiken	39
11.2.1 Allgemeine Informationen über die Versuchsfläche	39
11.2.2 Profilbeschreibungen (nach KA5):	41
11.2.3 Profildfoto	41
11.2.4 Grob- und Feinbodenanteil, sowie Trockenraumdichte des Feinbodens	42
11.2.5 Bodenanalytik mit Bewertung nach Forstlicher Standortaufnahme (2016)	42
11.2.6 Tiefenverläufe ausgewählter Parameter zum Säure-Base-Status und seiner Dynamik	43
11.2.7 Zeitliche Veränderungen der Ca- und Corg-Vorräte, sowie der pH-Werte im Humus und der Basensättigung und des austauschbaren Ca im Mineralboden	46
11.2.8 Königswasser-Extrakt-Gehalte und -Variationskoeffizienten	47
11.2.9 Tiefenverläufe ausgewählter Parameter zum Nährstoffstatus	48
11.2.10 Zeitliche Veränderungen der Corg-, Nges-, Pges- und Sges-Vorräte im Humus und im Mineralboden	49
11.2.11 Schwermetallgehalte und ihre Bewertung	50
11.2.12 Tiefenverlauf der Schwermetallvorräte verschiedener Extraktionsmittel	50
12. Ergebnisse der einzelnen Flächen	52
12.1 Augustendorf Kiefer (AUKI)	52
12.2 Ehrhorn Eiche (EHEI)	66
12.3 Ehrhorn Kiefer (EHKI)	80
12.4 Fürth Odenwald Buche (FODBU)	94
12.5 Fürth Odenwald Fichte (FODFI)	108
12.6 Fuhrberg Kiefer (FUKI)	122
12.7 Góhrde Eiche (GDEI)	136
12.8 Hils Kamm (HIKA)	150
12.9 Hils Mulde alt (HIMA)	164
12.10 Hils Mulde jung (HIMJ)	178
12.11 Klötze Douglasie (KLDG)	192
12.12 Klötze Kiefer (KLKI)	206
12.13 Königstein Fichte (KSTFI)	220

12.14	Lange Bramke Kamm (LBKA)	234
12.15	Lange Bramke Nordhang (LBNH)	248
12.16	Lange Bramke Südhang (LBSH)	262
12.17	Lüss Buche (LSBU)	276
12.18	Nedlitz Kiefer (NEKI)	290
12.19	Solling Buche (SLB1)	304
12.20	Solling Buche Düngung (SLBD)	318
12.21	Solling Buche Kalkung (SLBK)	332
12.22	Solling Buche Versauerung (SLBN)	346
12.23	Solling Fichte (SLF1)	360
12.24	Solling Fichte Düngung (SLFD)	374
Band 86 (Teil2)		
12.25	Spessart Buche (SPEBU)	388
12.26	Spessart Buche Nullfläche (SPEBU0)	402
12.27	Westerberg Fichte (WEFI)	416
12.28	Wingst Fichte (WIFI)	430
12.29	Witzenhausen Buche (WIZBU)	444
12.30	Witzenhausen Fichte (WIZFI)	458
12.31	Ihlow Eiche (IHEI)	472
12.32	Hünfeld Buche (HUEBU)	486
12.33	Kalbach Buche (KALBU)	500
12.34	Spanbeck Fichte (SPFI)	514
12.35	Bornhöved Buche (BHBU)	528
12.36	Herrenholz Eiche (HEEI)	542
12.37	Hess. Ried Buche (HRIBU)	556
12.38	Hess. Ried Kiefer (HRIKI)	570
12.39	Kellerwald Buche (KELBU)	584
12.40	Weilburg Buche (WEIBU)	598
12.41	Krofdorf Buche (KRFBU)	612
12.42	Harste Buche (HABU)	626
12.43	Homburg Buche (HOMBU)	640
12.44	Hess. Ried Eiche (HRIEI)	654
12.45	Kirchhain Buche (KIRBU)	668
12.46	Drömling Eiche (DREI)	682
12.47	Göttinger Wald Buche (GWBU)	696
12.48	Zierenberg Buche (ZIEBU)	710
13.	Literatur	724
14.	Anhang: Methodendokumentation	731

Danksagung

Diese Veröffentlichung wäre nicht möglich gewesen ohne die vielfältige Arbeit der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der NW-FVA und des Instituts für Bodenkunde und Waldernährung (jetzt Abt. Ökopedologie der gemäßigten Zonen) der Universität Göttingen.

Für die Probenahme auf den Monitoringflächen danken wir:

Sophie Andernach, Richard Beisecker, Jörg Dehning, Hermann Dilling, Johannes Fischbach, Thomas Heinkele, Richard Hocke, Thomas Hövelmann, Carsten Jacobsen, Andreas Kappen, Stephan Melms, Peter Rademacher, Claus-Georg Schimming, Matthias Schmidt, Christian Steinicke, Rüdiger Schultz-Sternberg, Reinhard Schwender und Kai Staupendahl.

Für die Analytik der Proben danken wir folgenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern:

Britta Apelt, Keve Bitto, Elke Brettschneider, Christine Brüggemann, Maurice Brunotte, Anne-Dore Burfeind, Clarissa Cassar, Kerstin Dehning, Ingeborg Diestel, Vanessa Dietrich, Brigitte Durstewitz, Martina Gebauer, Ruth Gerold, Tobias Gierke, Sandra Gries, Martin Grönmeyer, Claudia Günther, Christa Haake, Marie Hollenbach, Daniela Jaep, Hildegard Kellner, Inge Koch, Gabi Kolle, Silke König, Heike Koopmann, Snežana Kosić, Martina Kosmalla, Anita Kriegel, Michael Krinninger, Thorben Krüger, Kerstin Langs, Edith Lelley, Karl-Ludwig Lüter, Loan Mai, Wiltrud Mollenhauer, Anke Rissler, Gabi Sambo, Silke Schneider, Andrea Schrommeck, Norbert Schweiß, Barbara Seewald, Heike Strutz, Bettina Tappe, Thierno Diallo, Elke Urlaub, Petra Voigt, Susanne Weinrich, Astrid Wendorf, Ellen Wolff, Karin Zielonka-Richter, Marlies Zingel und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt (seit 2005 Landesbetrieb Hessisches Landeslabor) sowie des Labors des Ökologie-Zentrums (seit 2010 Institut für Ökosystemforschung und Institut für Natur- und Ressourcenschutz) der Universität Kiel.

Für die sorgfältige Bearbeitung des Textes und für das Layout danken wir ganz besonders Etta Starick.

12.25 Spessart Buche (SPEBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Jossgrund 2007A		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Spessart	528300			
Wuchsbezirk	UTM N	440/10/WNW		
Zentraler Hessischer Spessart	5555700			
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subatlantisch	1071	1054	421	429
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,5	8,6	14,1	15,2
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II Core plot 604				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1986, 1995, 1999 (WÖSSH, Level II), chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2009, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
–				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, LAI, Kronenzustand, Baumwachstum, Phänologie, Nadel-/Blattanalyse, Ozon (passiv)				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
mittlerer Buntsandstein	Böden aus basenarmem Lockergestein		5-35 %, mäßig skeletthaltig	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
feinhumusarmer Moder (MOA)	Braunerde, schwach podsolig		Endoskeletal Dystric Cambisol (Geoabruptic, Nechic, Pantolomamic, Protospodic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
4.5.13.23	ziemlich frisch, schwach mesotroph		91	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
5	1 t/ha CaCO ₃ , Kalkungsparzelle und 7 m breiter Umfassungstreifen/1985			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Eichen		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m ³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
152	10,0/1,5		mäßige Hochdurchforstung mit Übergang zur Zielstärkennutzung	
sonstiges: Meteorologie und Luftqualität an der Luftmessstelle Spessart (HLNUG), Zuwachs aller Baumarten, Ertragsklasse der Hauptbaumart				

Profilbeschreibungen (nach KA5)

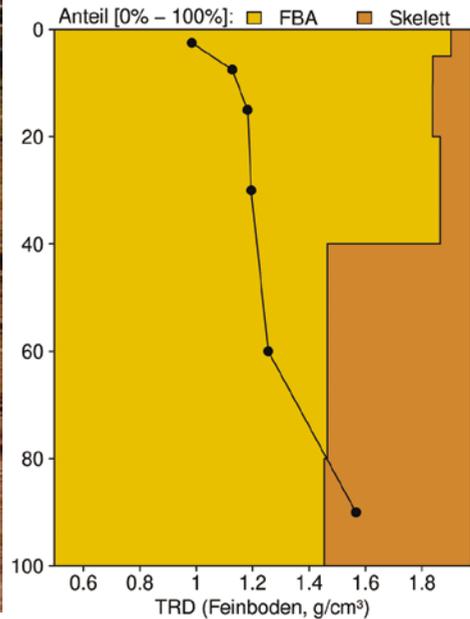
Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-4.6 - -2	0	Vb	h7	Ld0	c0	4,7
Of	-2 - -0.6	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,1
Oh	-0.6 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,6
Aeh	0 - 2	10	Su3	h5	Ld1	c0	4,9
Bhv	2 - 4	10	Su3	h1	Ld2	c0	3,1
Bv	4 - 18	20	SI3	h0	Ld3	c0	14,6
Bv	18 - 64	25	SI4	h0	Ld3	c0	44,9
IICv	64 - 100	40	Lt2	h0	Ld4	c0	23,8
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							91,1
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							100,4

Beisecker 29.7.2009

SPEBU



Bodenphysikalische Kenngrößen



Bodenanalytik 2019

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	49,9	9,4	9,9	3,1	0,10	32,2	6,6	7,0	5,14	4,68
Of	-	-	73,1	14,1	29,8	6,7	0,28	24,2	17,1	23,4	4,58	4,00
Oh	-	-	18,5	13,2	33,2	4,2	0,23	18,4	15,6	24,1	3,82	3,11
0 - 5	11,7	35,2	33,2	10,9	39,9	25,0	1,24	20,2	194	173	4,06	3,24
5 - 10	6,9	37,1	16,5	6,2	25,5	18,6	0,87	21,5	202	108	4,27	3,44
10 - 20	6,0	48,0	16,8	5,9	32,0	21,4	1,03	20,9	370	132	4,73	3,94
20 - 30	6,2	33,8	12,3	3,2	27,7	13,6	0,73	18,5	375	103	5,24	4,27
30 - 40	6,3	28,0	10,0	2,4	26,8	8,5	0,54	15,7	336	108	5,59	4,35
40 - 50	6,9	20,9	7,9	1,8	20,4	4,6	0,35	13,3	277	110	5,27	4,36
50 - 70	7,4	32,8	13,0	2,7	32,7	4,7	0,40	10,9	481	169	5,36	4,36
70 - 80	15,2	8,3	8,2	2,0	12,7	3,1	0,20	13,6	227	23,7	5,68	4,36
80 - 100	13,8	24,7	23,7	6,2	36,4	1,6	0,18	8,4	690	55,0	5,57	4,24
Σ L-100cm		269	283	78,0	327	115	6,13		3191	1036		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

SPEBU

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen, Eichen und Fichten stockt auf einem mittelgründigen, schluffigen Sandboden, der mäßig skeletthaltig ist. Der Boden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Variationskoeffizienten der meisten im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit <20 % vergleichsweise niedrig sind. Nur die Mangan (Mn)-Werte streuen wesentlich stärker. Die Fläche wurde 1985 mit 1 t/ha Calcit (CaCO_3) gekalkt.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte lagen 2019 im mittleren Bereich bei mit zunehmender Tiefe enger werdendem C/N-Verhältnis. Im Oberboden haben sie zwischen 1999 und 2019 leicht zugenommen, während sie sich in der Humusaufgabe und im Unterboden nur wenig verändert haben.

Die Calcium (Ca)-, Magnesium (Mg)- und Kalium (K)-Vorräte waren 2019 im gesamten Profil gering (Forstliche Standortaufnahme 2016). Die Auswirkungen der Kalkung zeigen sich im Oberboden. Hier ist der Ca-Vorrat zwischen 1986 und 1995 von 6 % auf über 13 % angestiegen. Zwischen 1995 und 2019 hat er im Oberboden wieder abgenommen und lag 2014 wieder auf ähnlichem Niveau wie 1986. Hinsichtlich der K- und Mg-Vorräte lassen sich keine Veränderungen nachweisen.

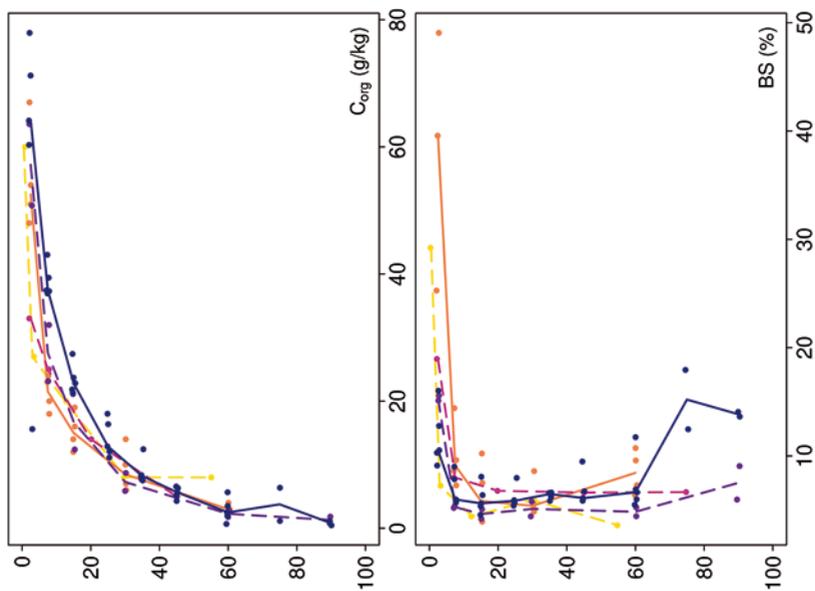
Mit einem Vorrat von 3191 kg/ha im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe lag der Phosphor (P)-Vorrat 2019 im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. Im Unterboden zeigt sich zwischen 2009 und 2019 ein leichter Trend zu steigenden Werten, während in der Humusaufgabe und im Oberboden keine Veränderung festzustellen ist.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2019 mit 1036 kg/ha zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median, wobei hohe Anteile in 0-10 cm Bodentiefe vorhanden waren. Zwischen 2009 und 2019 hat der S-Vorrat im Unterboden durch die Mobilisierung von im Boden zwischengespeichertem S stark abgenommen.

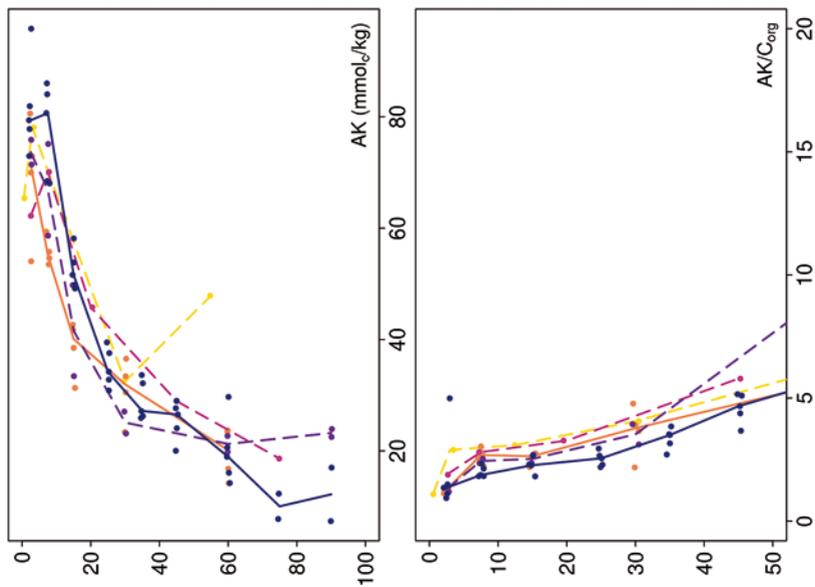
Säure-Base-Status und -Dynamik

Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, in 5-20 cm Tiefe dem Austausch- und in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996). Die Versauerung hat im Oberboden nach der Kalkung bis 1995 abgenommen. Dies zeigen der ansteigende Ca-Vorrat und die zunehmende Basensättigung. Danach ist sie bis 2019 wieder auf das Niveau von 1986 abgefallen.

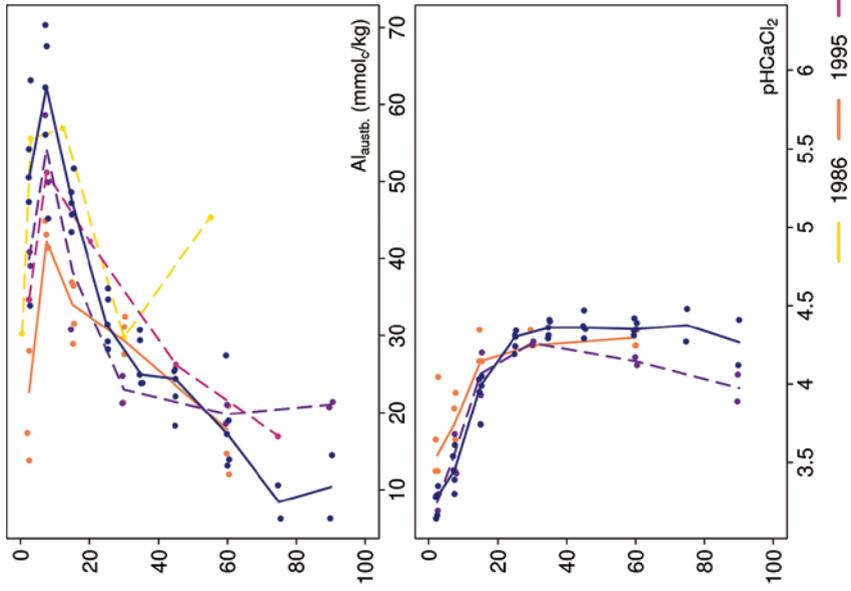
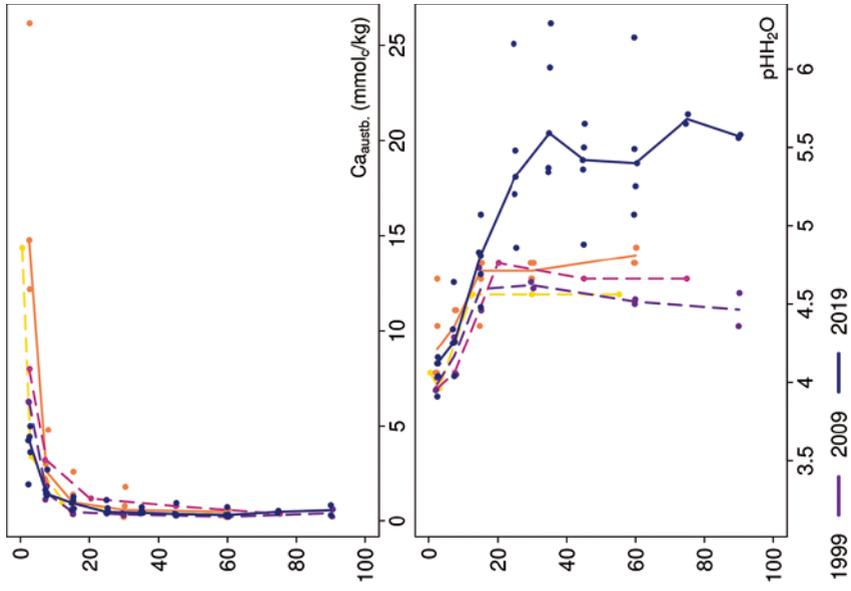
Spessart Buche



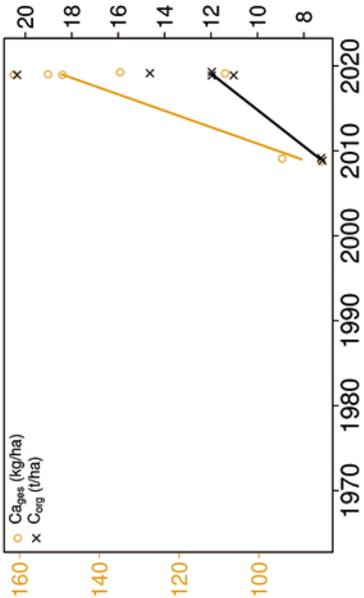
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



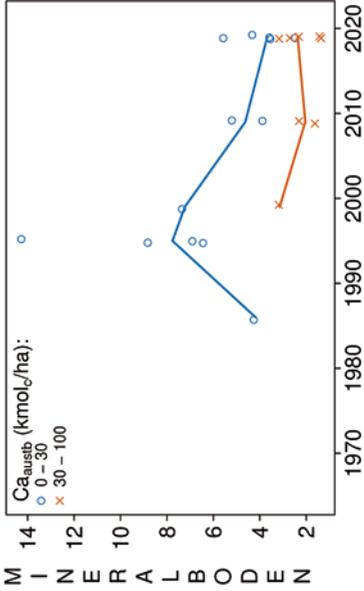
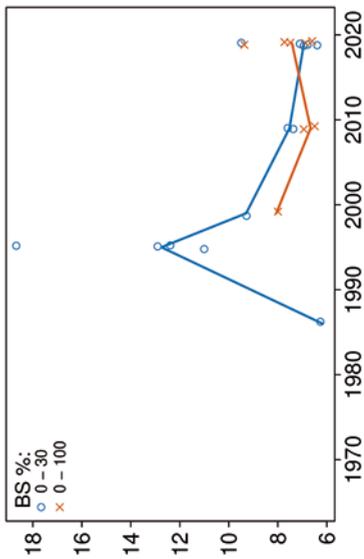
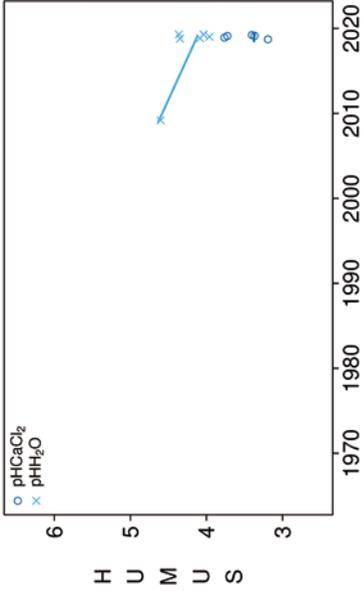
SPEBU



Vorrats- und pH-Änderungen



Spessart Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2019)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	8,13	0,23	6,94	1,06	0,71	0,09	0,45	0,40	0,036	1,20	9,11	3,74	4,58	47,34	20,22
5	10	10,24	0,19	9,13	1,13	0,89	0,13	0,42	0,22	0,058	1,52	10,02	2,72	5,17	39,70	21,82
10	20	13,19	0,19	9,60	1,25	1,06	1,05	0,41	0,14	0,078	8,41	11,22	2,07	7,39	21,55	30,26
20	30	15,82	0,21	9,78	1,38	1,25	0,46	0,39	0,11	0,062	3,42	12,31	1,89	9,67	10,82	36,95
30	40	16,32	0,21	10,30	1,45	1,34	0,39	0,35	0,11	0,051	3,58	12,82	1,99	11,06	7,04	39,33
40	50	15,98	0,19	11,14	1,53	1,35	0,52	0,34	0,13	0,049	4,00	12,93	2,19	11,17	6,48	38,99
50	70	12,47	0,16	9,93	1,40	1,11	0,26	0,29	0,10	0,039	3,11	11,35	1,95	9,35	5,11	28,61
70	80	5,30	0,05	7,71	0,98	0,43	0,27	0,28	0,03	0,059	2,33	8,57	1,25	6,66	3,07	10,52
80	100	6,25	0,05	9,58	1,25	0,48	0,10	0,34	0,03	0,032	1,90	10,58	1,60	8,23	3,06	11,72

bis 25%-Quantil

25 %-Quantil - Med.

Med. - 75 %-Quantil

75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2019)

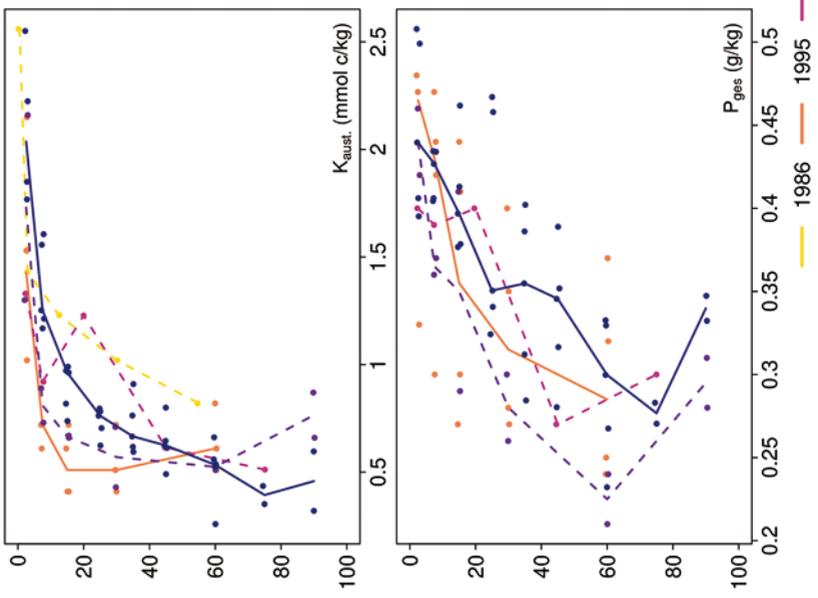
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	16	15	14	15	16	41	10	20	65	20	9	16	18	12	18
5	10	15	6	11	13	14	45	3	10	21	27	9	7	21	7	22
10	20	16	3	13	19	12	122	8	12	23	137	9	9	25	10	24
20	30	10	4	6	13	6	24	16	18	17	13	6	12	14	16	14
30	40	9	13	8	15	6	17	13	17	11	17	11	15	12	5	9
40	50	13	10	12	13	10	43	11	23	20	15	13	19	16	5	16
50	70	19	17	14	10	14	20	13	40	21	16	14	20	13	8	21
70	80	4	24	7	21	18	58	2	28	50	26	19	37	30	28	8
80	100	11	3	8	33	32	21	2	28	6	5	21	35	37	31	19

0-20 %

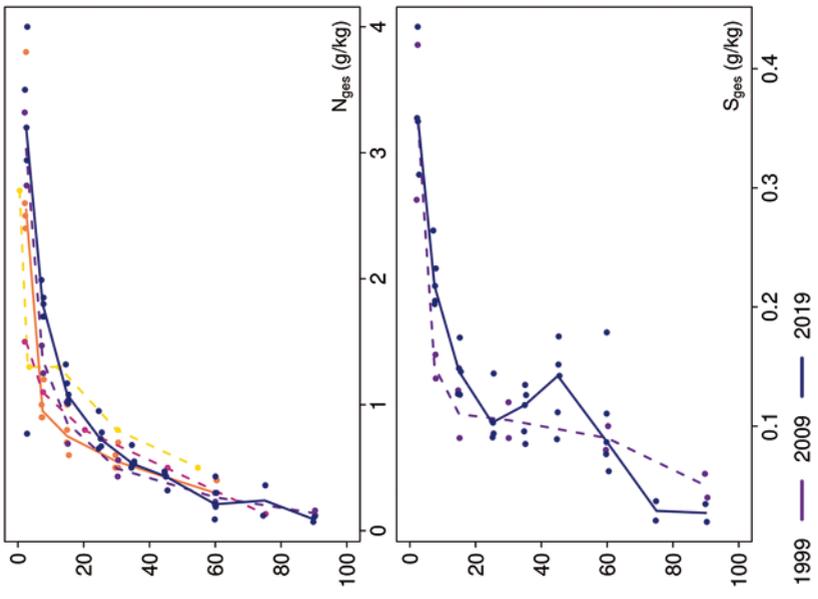
20-50 %

>50 %

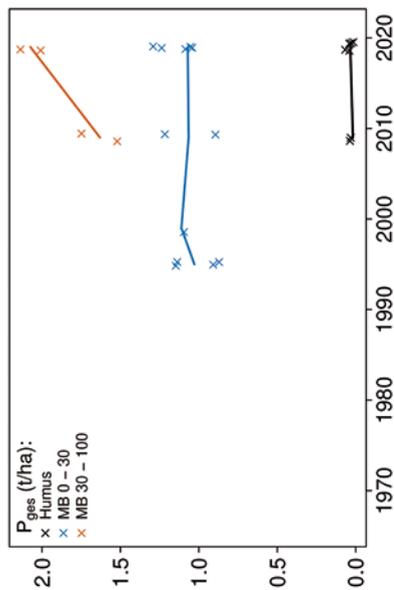
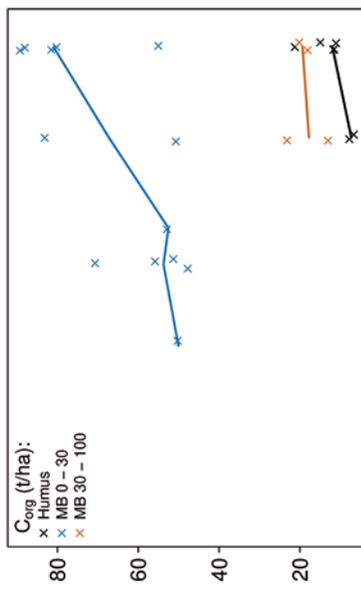
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



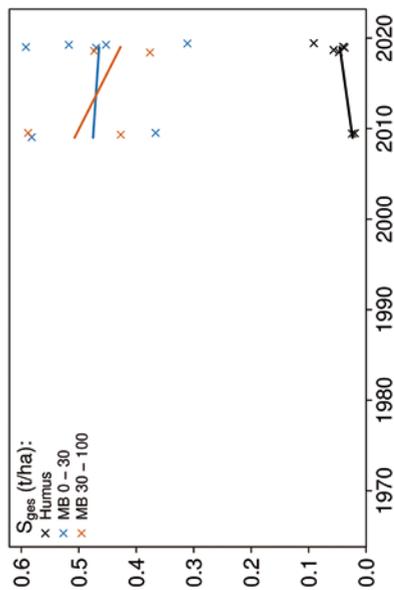
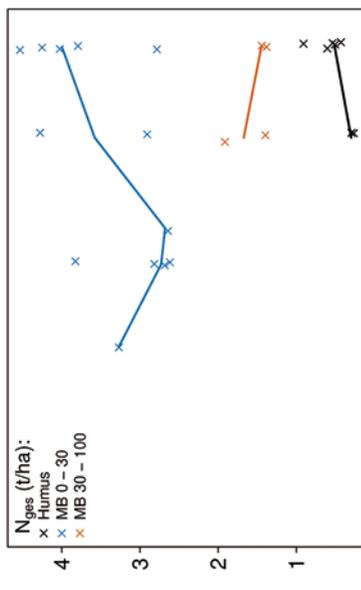
Spessart Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Spessart Buche



Schwermetalle

Der Boden dieser Fläche ist eine schwach podsolige Normbraunerde, die sich aus Buntsandstein gebildet hat. Dieser Sandboden hat geringe bis mittlere Schwermetallgehalte geogenen Ursprungs. Da es zwischen der 1985 mit 1 t/ha CaCO_3 gekalkten Parzelle (SPEBU) und dem sie umgebenden unbehandelten Bereich (SPEBU0) bezüglich der Schwermetalle nur geringfügige Unterschiede gibt, werden sie im Folgenden gemeinsam behandelt.

Der I_{geo} , der das Ausmaß der Kontamination eines Bodens quantifiziert, zeigt für Blei (Pb) eine mittlere und für Kupfer (Cu) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen in 0-5 cm über dem Vorsorgewert und in 5-20 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Für Nickel (Ni) und Zink (Zn) überschreiten sie ab 10 cm Tiefe den halben Vorsorgewert.

Die Gehalte der Humusaufgabe liegen für Kupfer (Cu), Pb und Zn über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Für Pb werden sie auch im Mineralboden überschritten.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Im Oberboden sind die Pb-Gehalte bis in 20 cm Tiefe und die Cu-Gehalte bis in 5 cm Tiefe deutlich höher als im Unterboden, in dem sie sehr niedrig sind (unteres Quartil der Gehalte aller Flächen). Für Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Ni und Zn fällt eine schwermetallreichere Schicht in 10-40 cm Tiefe (über dem Median) und eine Schicht mit niedrigen Gehalten in 70-100 cm Tiefe auf. Die Chrom (Cr)-Gehalte, die unter dem Median liegen, sind im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe ähnlich.

In der Humusaufgabe liegen nur die Cr-Gehalte über dem Median. Für Co, Cu, Ni und Pb sind sie niedriger als dieser Wert, für Cd und Zn sehr gering.

Zwischen 2009 und 2019 haben sich die Schwermetall-Vorräte nur wenig verändert.

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu und Pb kontaminiert, da Ihre Gehalte die Hintergrundwerte überschreiten. Bei Cu und Pb hat offensichtlich eine Verlagerung von der Humusaufgabe in den Mineralboden stattgefunden. Dies zeigen der I_{geo} -Wert und die erhöhten Werte für Cu und Pb im Oberboden sowie die Überschreitung der Hintergrund- und Vorsorgewerte für Pb im Mineralboden.

Bewertung Schwermetalle (2019)

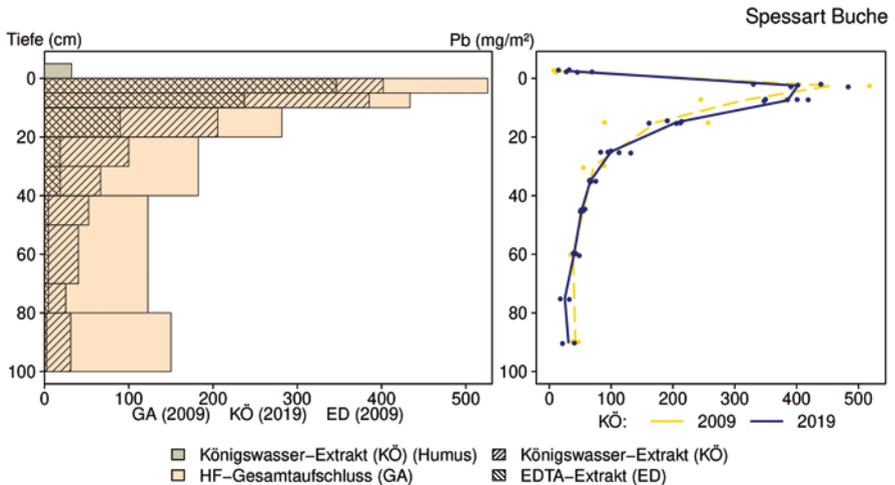
von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,04	1,26	9,50	3,92	4,82	49,26	21,25
5	10	0,06	1,55	10,44	2,70	5,52	39,29	23,08
10	20	0,08	7,53	11,58	2,07	7,70	20,65	31,83
20	30	0,06	3,46	12,65	1,91	9,89	10,82	37,51
30	40	0,05	3,59	13,04	2,00	11,14	7,25	39,59
40	50	0,05	3,87	12,92	2,14	10,97	6,45	38,11
50	70	0,04	3,33	11,89	2,08	9,71	5,47	31,16
70	80	0,06	2,97	10,65	1,75	8,06	4,50	20,56
80	100	0,03	1,90	10,58	1,60	8,23	3,06	11,72
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

> Vorsorgewert

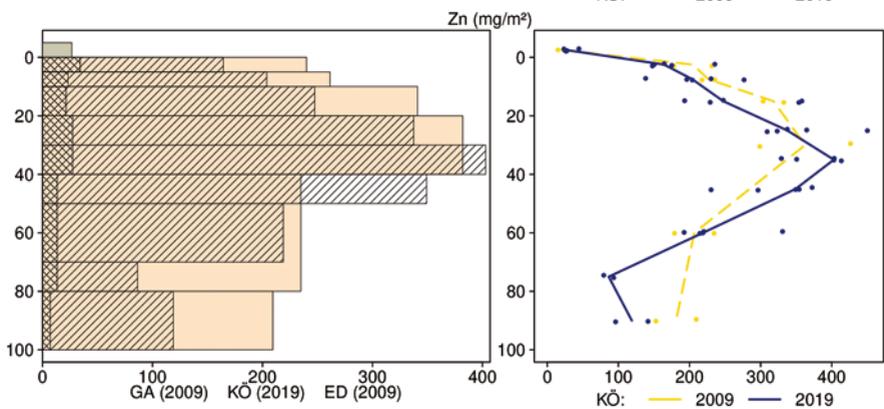
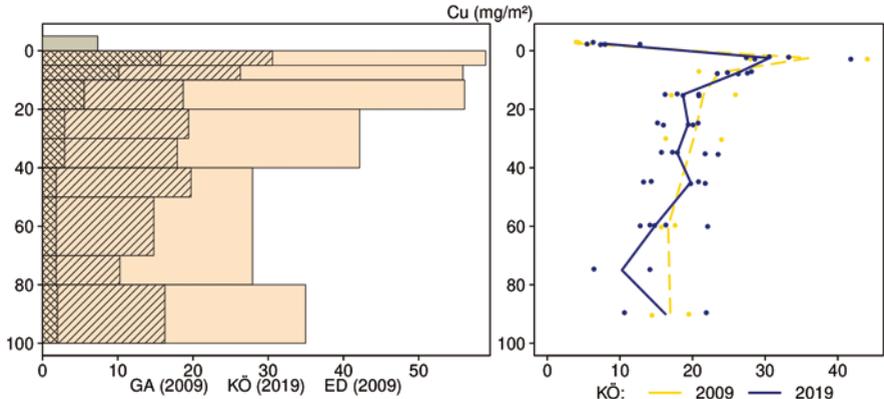
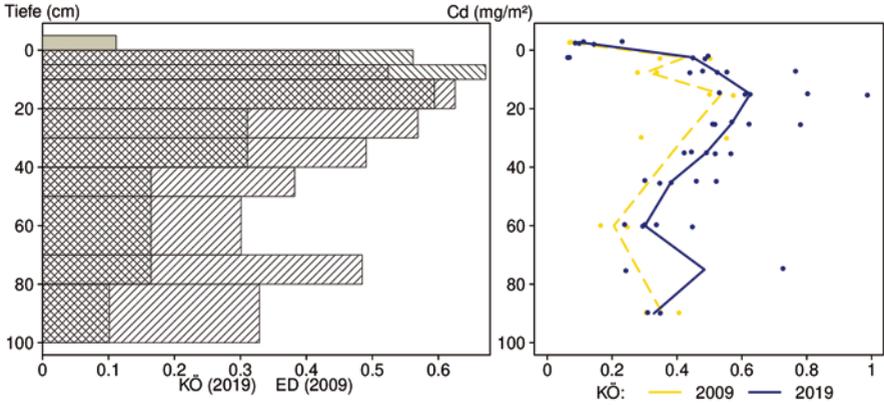
> 1/2 Vorsorgewert

SPEBU

Schwermetallvorräte

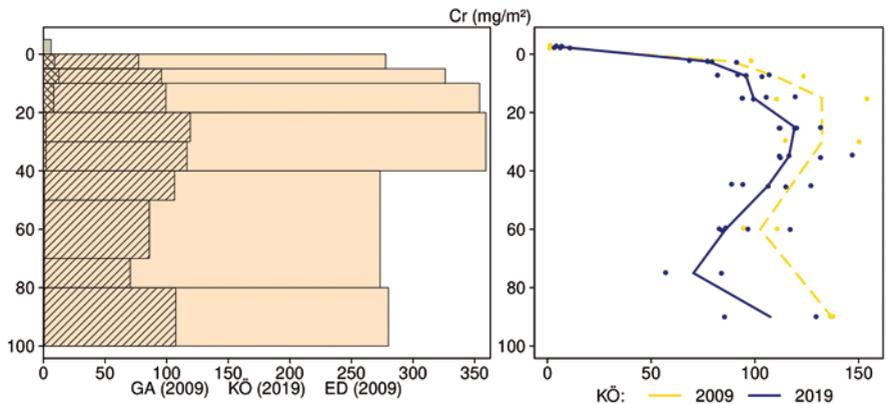
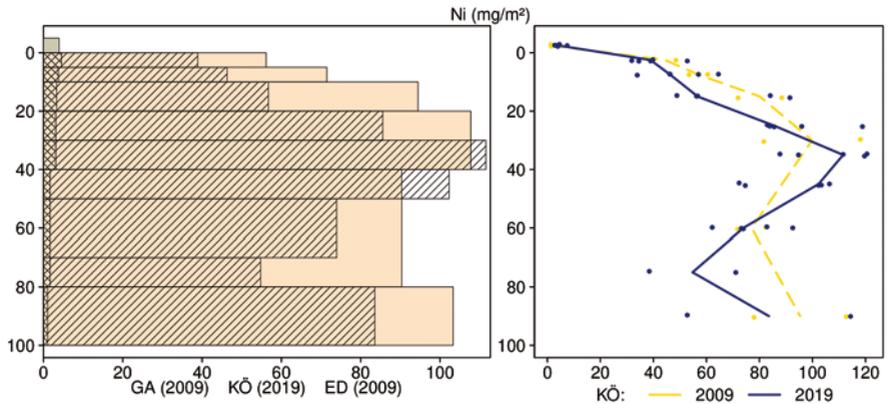
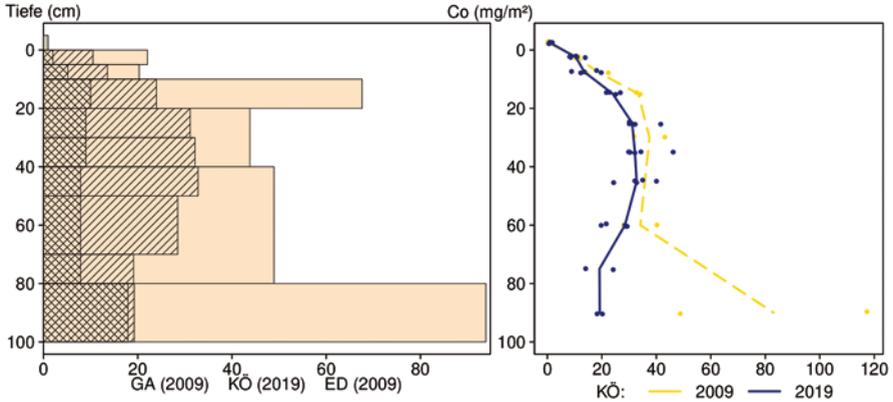


Spessart Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

Spessart Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

SPEBU

12.26 Spessart Buche Nullfläche (SPEBUO)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Jossgrund 2007A		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Spessart	528300			
Wuchsbezirk	UTM N	440/10/WNW		
Zentraler Hessischer Spessart		5555700		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subatlantisch	1071	1054	421	429
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,5	8,6	14,1	15,2
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II Core plot 604				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1986, 1993, 1995 (WÖSSH, Level II), chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2009, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
–				
weitere Untersuchungen				
–				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
mittlerer Buntsandstein	Böden aus basenarmem Lockergestein		5-35 %, mäßig skeletthaltig	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
feinhumusarmer Moder (MOA)	Braunerde, schwach podsolig		Endoskeletal Dystric Cambisol (Geoabruptic, Nechic, Pantolomic, Protosodic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
4.5.13.23	ziemlich frisch, schwach mesotroph		91	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
5	–			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Eichen		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
152	10,0/1,5		mäßige Hochdurchforstung mit Übergang zur Zielstärkennutzung	
sonstiges: Meteorologie und Luftqualität an der Luftmessstelle Spessart (HLNUG), Zuwachs aller Baumarten, Ertragsklasse der Hauptbaumart				

Profilbeschreibungen (nach KA5)

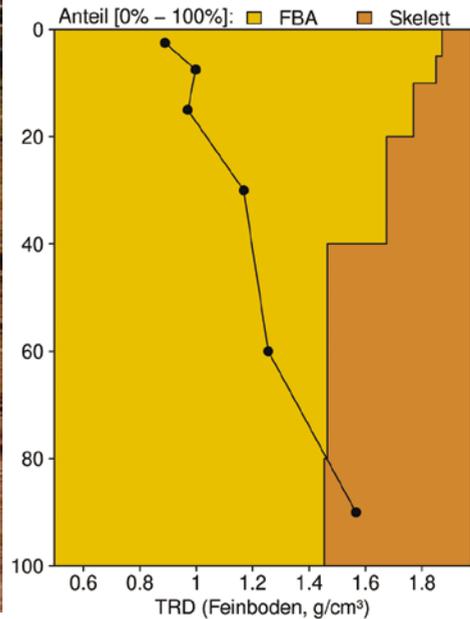
Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humusgehalt	Lagerungsdichte	Carbonatgehalt	nFK mm/ Horizont
L	-4.6 - -2	0	Vb	h7	Ld0	c0	4,7
Of	-2 - -0.6	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,1
Oh	-0.6 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,6
Aeh	0 - 2	10	Su3	h5	Ld1	c0	4,9
Bhv	2 - 4	10	Su3	h1	Ld2	c0	3,1
Bv	4 - 18	20	SI3	h0	Ld3	c0	14,6
Bv	18 - 64	25	SI4	h0	Ld3	c0	44,9
IICv	64 - 100	40	Lt2	h0	Ld4	c0	23,8
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							91,1
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							100,4

Beisecker 29.7.2009



Bodenphysikalische Kenngrößen

SPEBUO



Bodenanalytik 2019

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	49,9	9,4	9,9	3,1	0,10	32,2	6,6	7,0	5,14	4,68
Of	-	-	73,1	14,1	29,8	6,7	0,28	24,2	17,1	23,4	4,58	4,00
Oh	-	-	18,5	13,2	33,2	4,2	0,23	18,4	15,6	24,1	3,82	3,11
0 - 5	11,7	35,2	33,2	10,9	39,9	25,0	1,24	20,2	194	173	4,06	3,24
5 - 10	6,9	37,1	16,5	6,2	25,5	18,6	0,87	21,5	202	108	4,27	3,44
10 - 20	6,0	48,0	16,8	5,9	32,0	21,4	1,03	20,9	370	132	4,73	3,94
20 - 30	6,2	33,8	12,3	3,2	27,7	13,6	0,73	18,5	375	103	5,24	4,27
30 - 40	6,3	28,0	10,0	2,4	26,8	8,5	0,54	15,7	336	108	5,59	4,35
40 - 50	6,9	20,9	7,9	1,8	20,4	4,6	0,35	13,3	277	110	5,27	4,36
50 - 70	7,4	32,8	13,0	2,7	32,7	4,7	0,40	10,9	481	169	5,36	4,36
70 - 80	15,2	8,3	8,2	2,0	12,7	3,1	0,20	13,6	227	23,7	5,68	4,36
80 - 100	13,8	24,7	23,7	6,2	36,4	1,6	0,18	8,4	690	55,0	5,57	4,24
Σ L-100cm		269	283	78,0	327	115	6,13		3191	1036		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen, Eichen und Fichten stockt auf einem mittelgründigen, schluffigen Sandboden, der mäßig skeletthaltig ist. Der Boden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Variationskoeffizienten der meisten im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit <20 % vergleichsweise niedrig sind. Nur die Mangan (Mn)-Werte streuen wesentlich stärker.

Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der vorausgegangenen Inventuren, wird auf die Veränderungen der Bodenvorräte an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Entsprechendes gilt auch für die bodenchemischen Indikatorvariablen.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2019 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016), für Kohlenstoff (C) war er gering. Zwischen 1993 und 2019 haben die N- und C-Vorräte im Oberboden leicht zugenommen. In der Humusaufgabe und im Unterboden kann keine Veränderung festgestellt werden.

Der Calcium (Ca)-Vorrat war 2019 im gesamten Profil sehr gering. Mit geringen Vorräten war die Versorgung mit Magnesium (Mg) und Kalium (K) etwas besser.

Mit einem Vorrat von 2535 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2019 zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen.

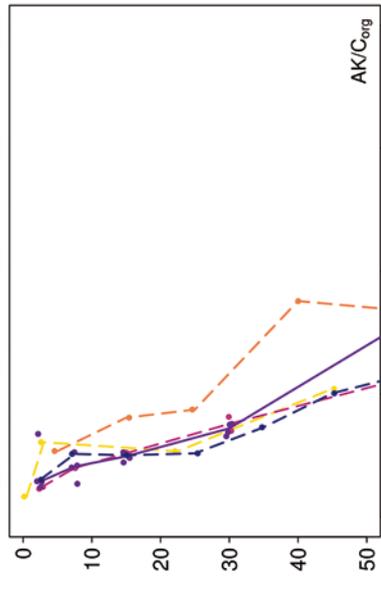
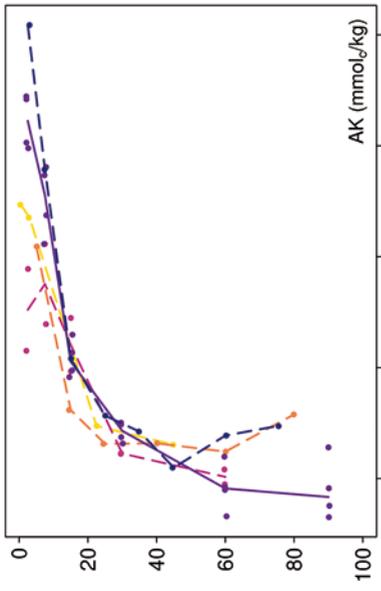
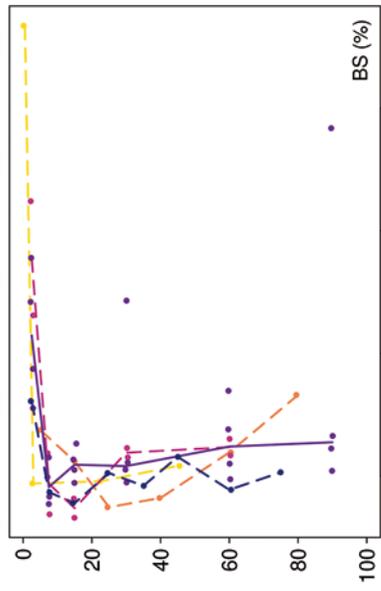
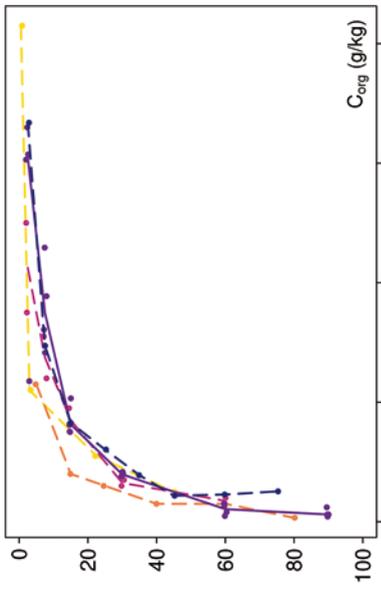
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2019 mit 978 kg/ha zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median, wobei hohe Anteile in 0-10 cm Bodentiefe vorhanden waren.

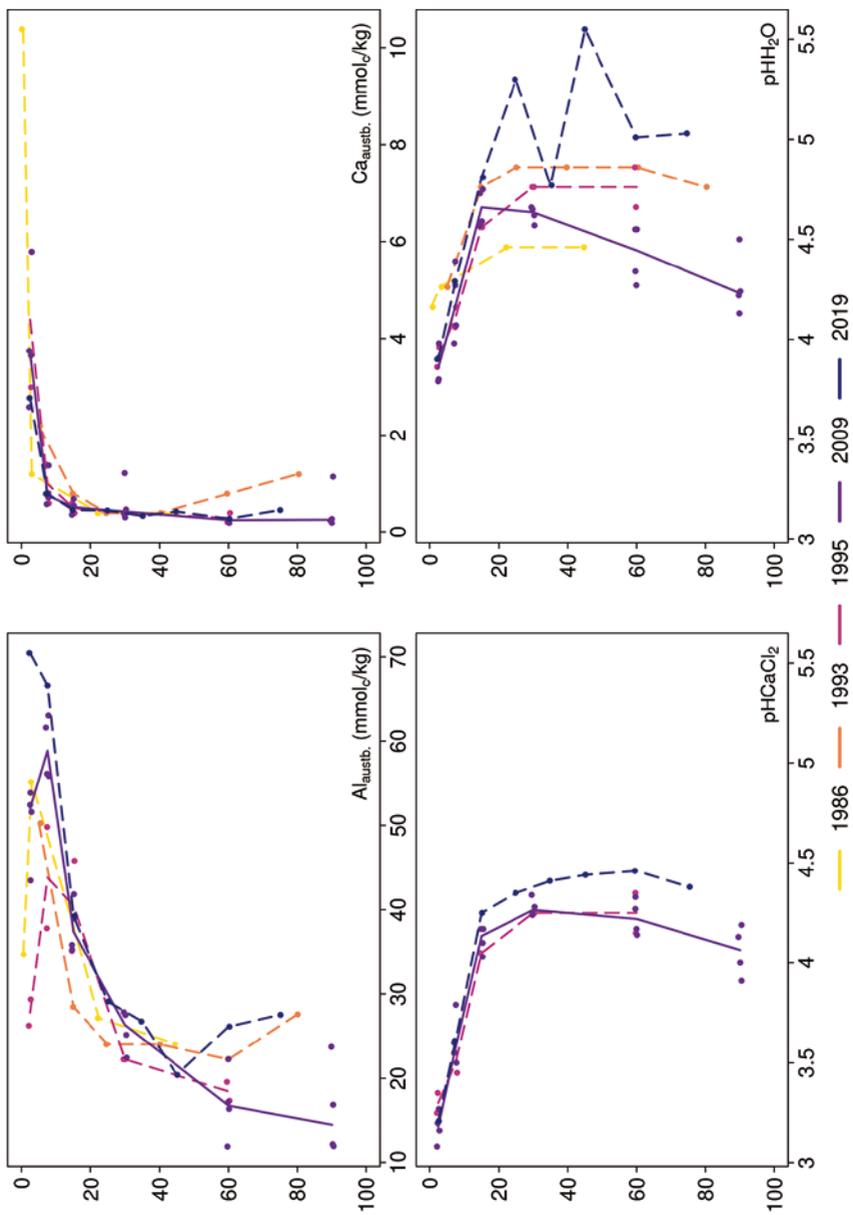
Säure-Base-Status und -Dynamik

Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996).

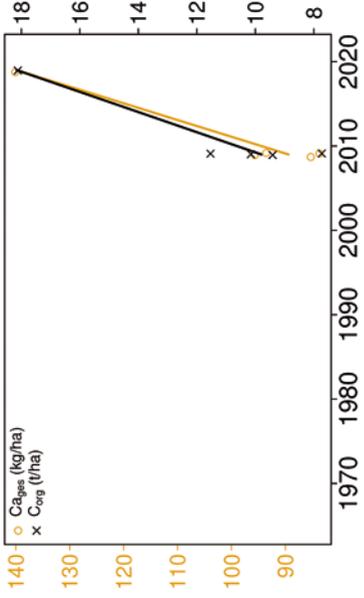
Spessart Buche Nullfläche

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

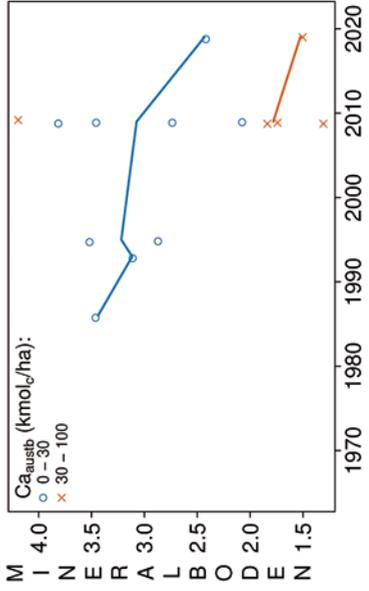
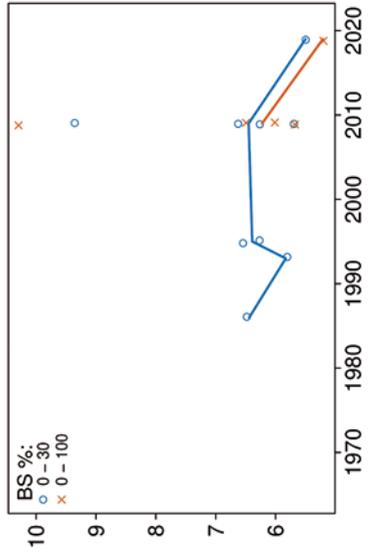
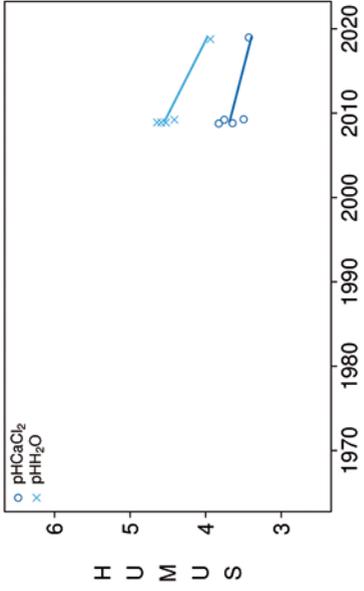




Vorrats- und pH-Änderungen



Spessart Buche Nullfläche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2009)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	9,01	0,23	7,96	1,12	0,79	0,08	0,50	0,35	0,038	1,26	10,96	4,23	5,16	47,14	23,62
5	10	13,12	0,22	10,30	1,35	1,11	0,18	0,48	0,17	0,050	2,17	11,95	2,60	6,85	32,85	29,40
10	20	16,06	0,23	9,99	1,43	1,27	0,44	0,37	0,12	0,063	3,52	12,64	2,19	8,80	14,36	37,50
20	40	17,67	0,25	10,83	1,75	1,44	0,37	0,29	0,13	0,045	3,54	13,80	2,19	10,80	8,18	42,93
40	80	11,73	0,14	9,16	1,95	1,06	0,26	0,22	0,09	0,030	4,23	10,99	1,81	8,00	5,58	23,05
80	100	8,54	0,05	7,74	2,29	0,72	0,15	0,25	0,04	0,023	3,06	9,34	1,21	6,35	4,32	12,00

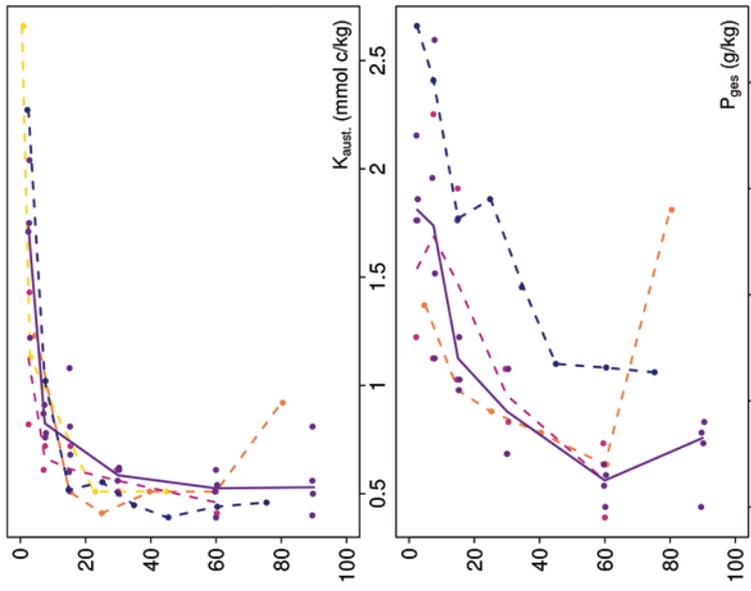
bis 25%-Quartil
 Med. - 75 %-Quartil
 75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2009)

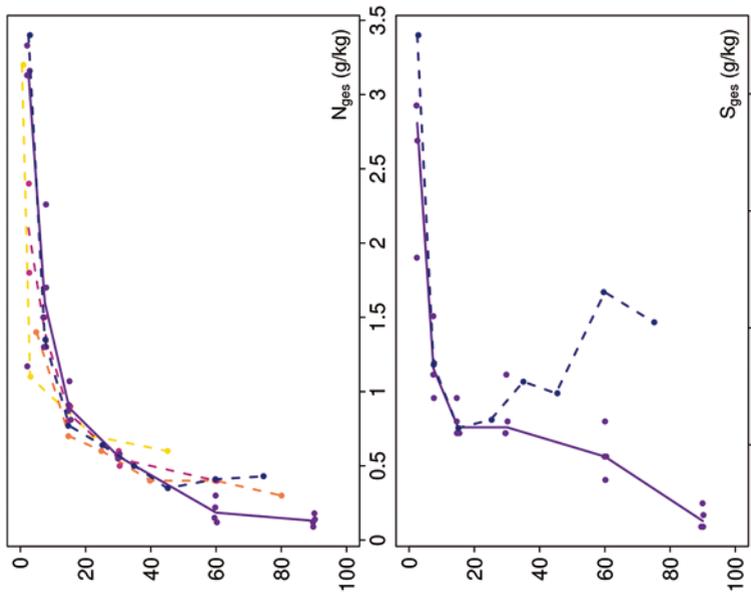
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	11	26	15	10	15	31	7	15	22	14	20	13	15	12	12
5	10	10	23	10	6	12	26	23	15	24	24	12	20	14	16	7
10	20	9	17	10	6	12	19	17	10	9	20	10	15	13	12	5
20	40	7	20	11	6	13	17	14	16	11	17	13	14	17	6	9
40	80	19	25	14	19	20	59	7	19	24	48	19	28	22	9	14
80	100	27	37	35	34	25	76	12	22	19	42	36	50	49	6	23

0-20 %
 20-50 %
 >50 %

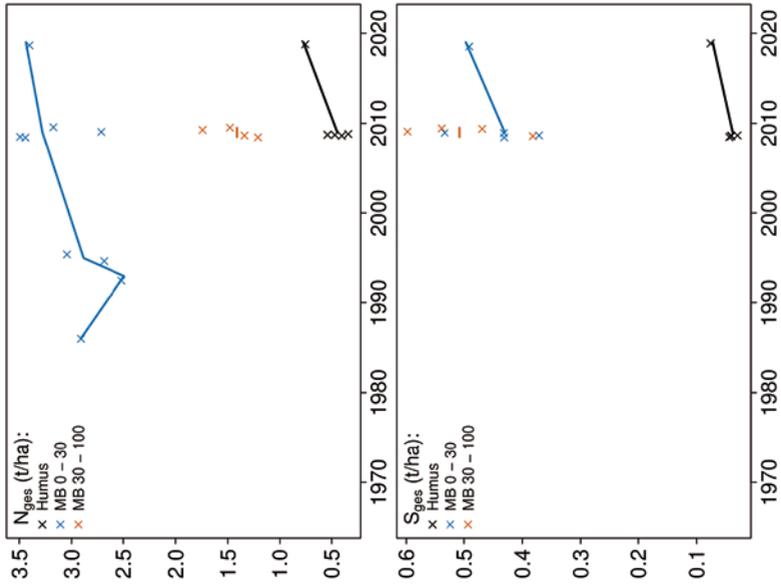
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



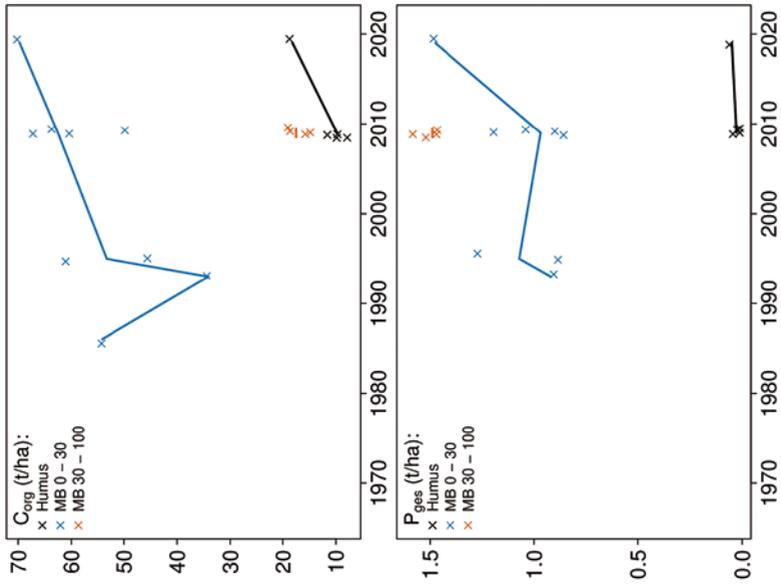
Spessart Buche Nullfläche



Spessart Buche Nullfläche



Vorratsänderungen (t/ha)



Schwermetalle

Der Boden dieser Fläche ist eine schwach podsolige Normbraunerde, die sich aus Buntsandstein gebildet hat. Dieser Sandboden hat geringe bis mittlere Schwermetallgehalte geogenen Ursprungs. Da es zwischen der 1985 mit 1 t/ha CaCO_3 gekalkten Parzelle (SPEBU) und dem sie umgebenden unbehandelten Bereich (SPEBU0) bezüglich der Schwermetalle nur geringfügige Unterschiede gibt, werden sie im Folgenden gemeinsam behandelt.

Der I_{geo} , der das Ausmaß der Kontamination eines Bodens quantifiziert, zeigt für Blei (Pb) eine mittlere und für Kupfer (Cu) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen in 0-5 cm über dem Vorsorgewert und in 5-20 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Für Nickel (Ni) und Zink (Zn) überschreiten sie ab 10 cm Tiefe den halben Vorsorgewert.

Die Gehalte der Humusaufgabe liegen für Kupfer (Cu), Pb und Zn über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Für Pb werden sie auch im Mineralboden überschritten.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Im Oberboden sind die Pb-Gehalte bis in 20 cm Tiefe und die Cu-Gehalte bis in 5 cm Tiefe deutlich höher als im Unterboden, in dem sie sehr niedrig sind (unteres Quartil der Gehalte aller Flächen). Für Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Ni und Zn fällt eine schwermetallreichere Schicht in 10-40 cm Tiefe (über dem Median) und eine Schicht mit niedrigen Gehalten in 70-100 cm Tiefe auf. Die Chrom (Cr)-Gehalte, die unter dem Median liegen, sind im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe ähnlich.

In der Humusaufgabe liegen nur die Cr-Gehalte über dem Median. Für Co, Cu, Ni und Pb sind sie niedriger als dieser Wert, für Cd und Zn sehr gering.

Zwischen 2009 und 2019 haben sich die Schwermetall-Vorräte nur wenig verändert.

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu und Pb kontaminiert, da Ihre Gehalte die Hintergrundwerte überschreiten. Bei Cu und Pb hat offensichtlich eine Verlagerung von der Humusaufgabe in den Mineralboden stattgefunden. Dies zeigen der I_{geo} -Wert und die erhöhten Werte für Cu und Pb im Oberboden sowie die Überschreitung der Hintergrund- und Vorsorgewerte für Pb im Mineralboden.

SPEBU0

Bewertung Schwermetalle (2019) (wie SPE?)

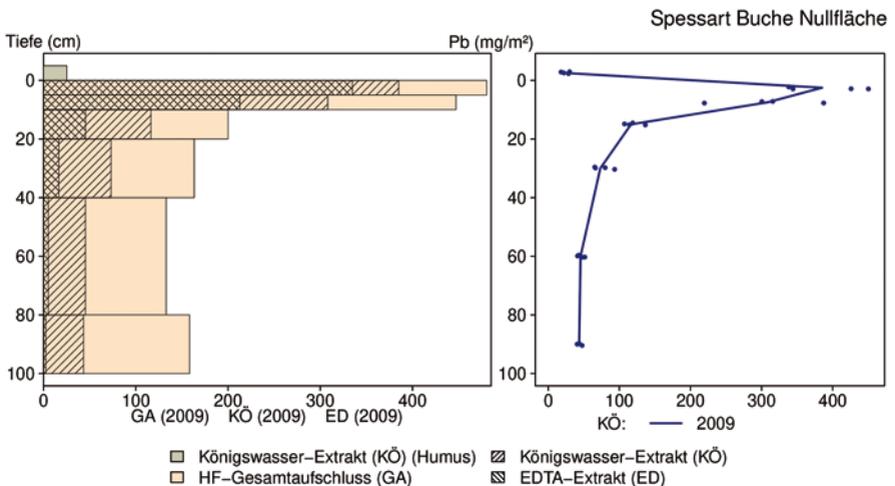
von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,04	1,26	9,50	3,92	4,82	49,26	21,25
5	10	0,06	1,55	10,44	2,70	5,52	39,29	23,08
10	20	0,08	7,53	11,58	2,07	7,70	20,65	31,83
20	30	0,06	3,46	12,65	1,91	9,89	10,82	37,51
30	40	0,05	3,59	13,04	2,00	11,14	7,25	39,59
40	50	0,05	3,87	12,92	2,14	10,97	6,45	38,11
50	70	0,04	3,33	11,89	2,08	9,71	5,47	31,16
70	80	0,06	2,97	10,65	1,75	8,06	4,50	20,56
80	100	0,03	1,90	10,58	1,60	8,23	3,06	11,72
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

> Vorsorgewert

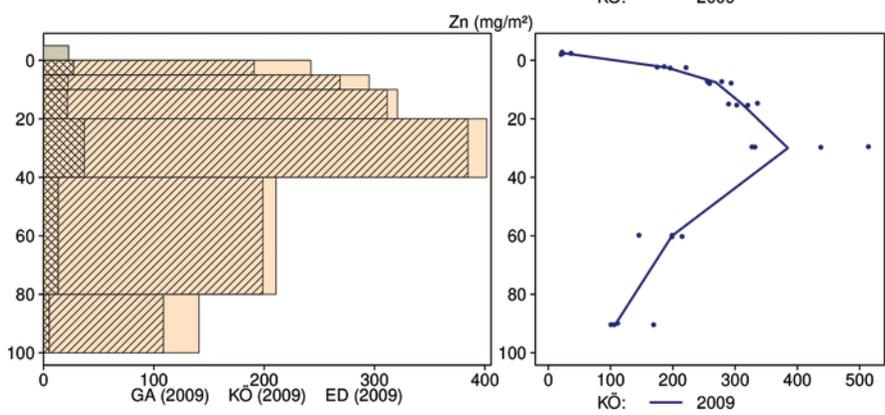
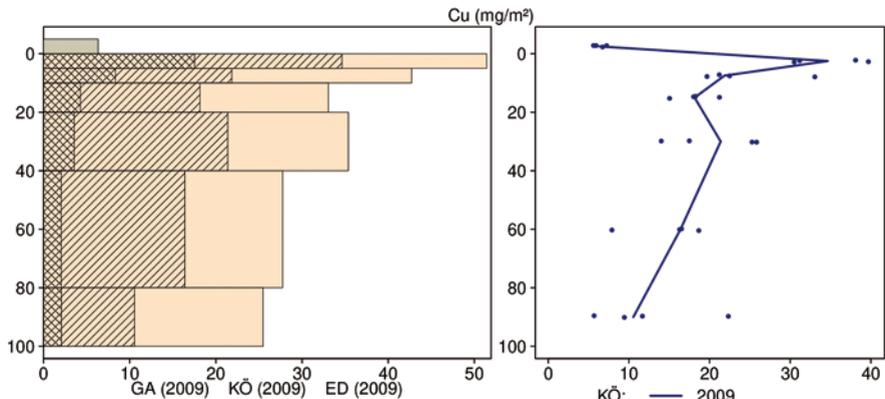
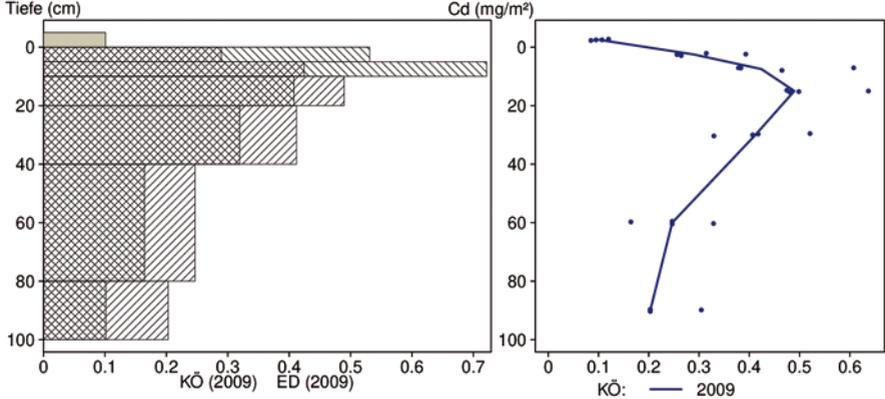
> 1/2 Vorsorgewert

SPEBUO

Schwermetallvorräte



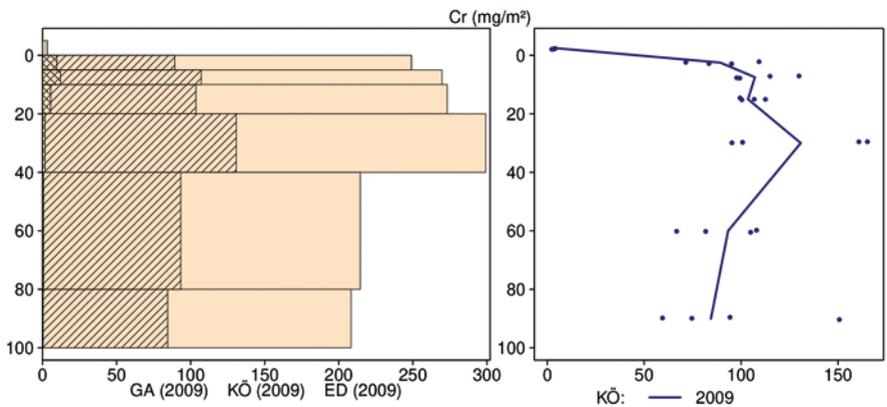
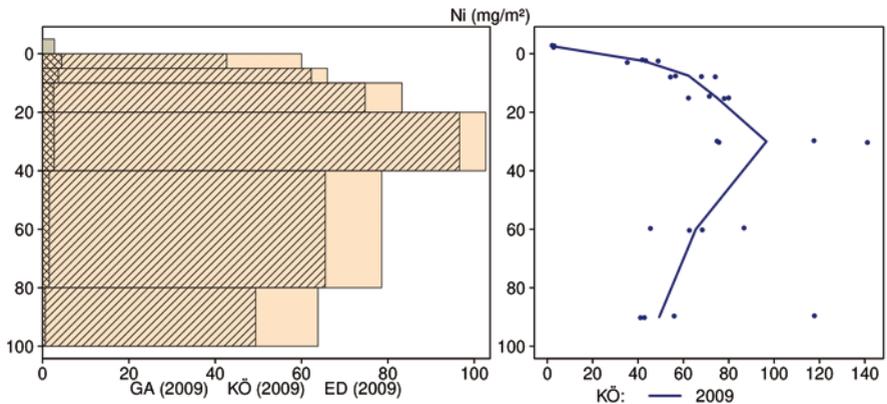
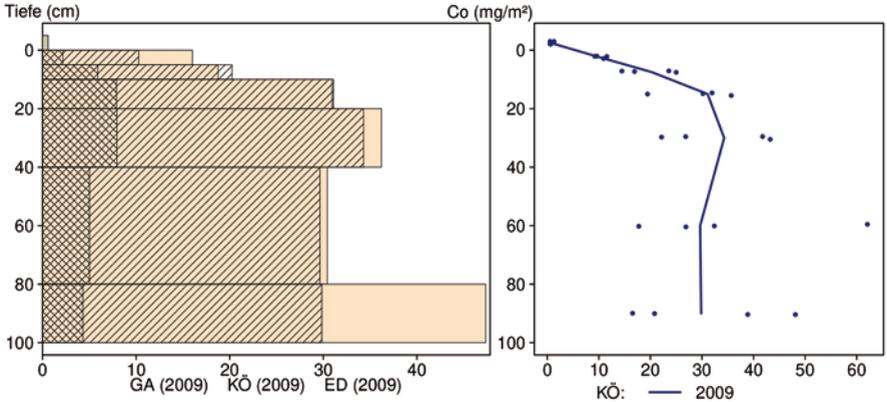
Spessart Buche Nullfläche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)

SPEBUO

Spessart Buche Nullfläche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

SPEBUO

12.27 Westerberg Fichte (WEFI)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Forstverwaltung von der Wense 28		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>	UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>		
Niedersächsischer Küstenraum	505800			
<i>Wuchsbezirk</i>	UTM N	48/0/-		
Wesermünder Geest	5947400			
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subatlantisch	951	960	429	433
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,3	9,4	14,4	15,4
Monitoringprogramme				
BDF-F 1 (Standard)				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische und mikrobiologische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1993, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1993, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1993-2011, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
eiszeitliche fluviale Ablagerungen aus Mittel- und Feinsand	Böden aus basenarmem Lockergestein		<5 %, skelettmarm	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
typischer feinhumusreicher Rohhumus (ROR)	Braunerde-Podsol		Spodic stagnic Podzol (arenic, densic)	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
42.3-.3.1 F1	mäßig frisch, mesotroph		101	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
5	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Douglasie	Fichte		Drahtschmielen-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
28	12,2/-0,8		-	
sonstiges: -				

WEFI

Profilbeschreibungen (nach KA5)

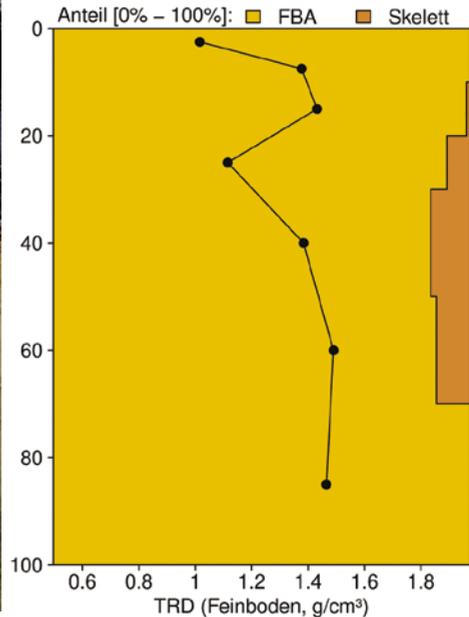
Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-15.5 -- -15	0	Vn	h7	Ld0	c0	0,9
Of	-15 -- -1	0	Vn	h7	Ld0	c0	30,8
Oh	-1 - 0	0	Vn	h7	Ld0	c0	2,6
Ae	0 - 8	0	mS	h1	Ld1.5	c0	7,2
IIBh	8 - 11	0	SI3	h2	Ld2.5	c0	4,2
IIBs	11 - 14	0	SI2	h1	Ld2	c0	3,9
IIBsv	14 - 60	15	SI2	h0	Ld1.5	c0	50,8
IIilCv	60 - 80	8	mS	h0	Ld1.5	c0	16,6
IIIilCv	80 - 120	0	mSfs	h0	Ld1.5	c0	36,0
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							100,7
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							135,0

Deutschmann 26.10.1996



Bodenphysikalische Kenngrößen

WEFI



Bodenanalytik 2021

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	36,8	7,0	7,0	3,9	0,14	28,7	5,9	12,1	4,71	3,87
Of	-	-	145	33,4	28,0	26,7	1,11	23,9	35,8	121	3,71	2,99
Oh	-	-	209	55,6	53,6	42,2	1,44	29,2	56,2	192	3,43	2,74
0 - 5	18,8	36,2	85,0	16,4	12,6	25,9	0,70	37,2	28,6	86,5	3,73	2,83
5 - 10	15,3	26,1	48,0	8,7	9,1	16,3	0,40	40,6	23,5	43,5	3,79	2,92
10 - 20	9,8	64,9	60,2	11,8	20,7	32,3	0,95	35,0	90,4	135	3,82	3,15
20 - 30	6,7	49,9	31,6	5,7	14,1	20,2	0,65	31,4	120	130	4,03	3,48
30 - 50	7,0	42,2	21,4	3,6	18,3	13,4	0,50	26,0	249	155	4,43	4,10
50 - 70	9,8	24,7	13,4	2,2	17,2	6,6	0,31	19,0	184	83,1	4,69	4,45
70 - 100	12,8	30,5	20,1	3,3	29,4	5,6	0,35	14,6	251	102	4,75	4,54
Σ L-100cm		274	671	147,6	210	193	6,56		1044	1059		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Auf der Fläche stockte bis 1993 ein Bestand aus Fichten. 1993 wurde die Fläche nach dem Sturmwurf der Fichten mit Douglasien wieder aufgeforstet. Dieser sehr tiefgründige, arme Sandboden ist mit Grobbodenanteilen unter 5 % sehr skelettarm. Der Boden ist sehr homogen, was das AK/Corg-Verhältnis zeigt, das bei allen Inventuren eng zusammen liegt. Die Streuung der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte ist vergleichsweise groß, was auf die insgesamt sehr niedrigen Gehalte zurückzuführen ist, die überwiegend im unteren Quartil der Gehalte aller Flächen liegen.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte lagen 2021 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei weitem C/N-Verhältnis bis in 30 cm Tiefe und mäßig weitem bis mäßig engem Verhältnis in größerer Tiefe. Im Oberboden nahmen die N-Vorräte zwischen 1993 und 2000 leicht ab, danach veränderten sie sich bis 2021 nur noch wenig. In der Humusaufgabe und im Unterboden waren keine Veränderungen zu erkennen.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte waren 2021 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe mäßig. In der Humusaufgabe und im Oberboden hat der Ca-Vorrat zwischen 2000 und 2021 leicht abgenommen. Im Unterboden ist kein Trend festzustellen. Für Mg zeigt sich keine Tendenz. Der Kalium (K)-Vorrat ist zwischen 2011 und 2021 im ganzen Profil von einem sehr geringen auf einen geringen Vorrat angestiegen.

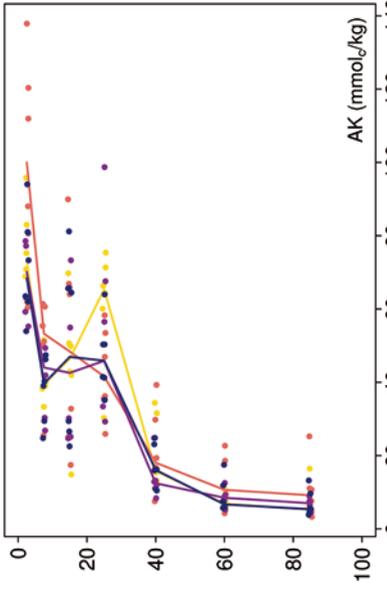
Mit einem Vorrat von 1044 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2021 zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen. Zwischen 1993 und 2021 hat er sich nur wenig verändert.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2021 mit 1059 kg/ha ebenfalls zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median, wobei hohe Anteile bis in 30 cm Bodentiefe vorhanden sind. Beim S-Vorrat zeigt sich zwischen 1993 und 2011 in der Humusaufgabe und im Oberboden ein leichter, im Unterboden zwischen 2000 und 2011 ein sehr starker Abwärtstrend durch die Mobilisierung von im Boden zwischengespeichertem Schwefel. Zwischen 2011 und 2021 konnte keine Veränderung mehr festgestellt werden.

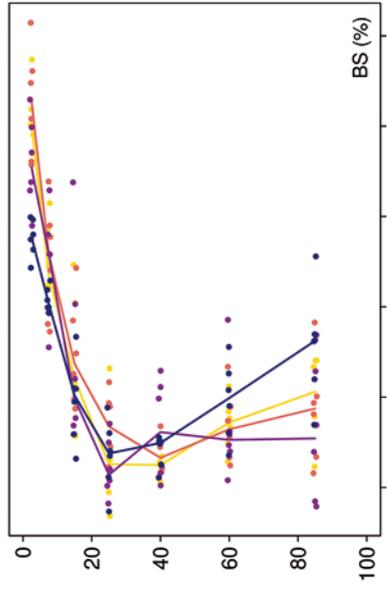
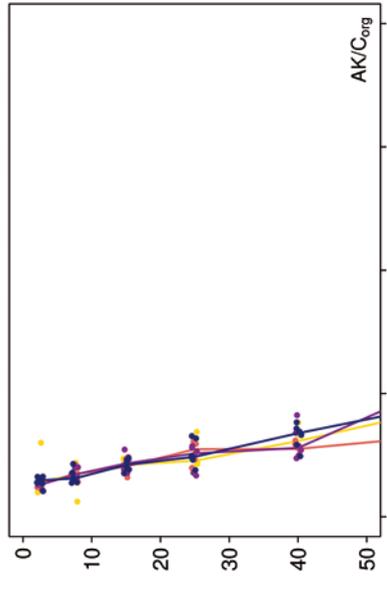
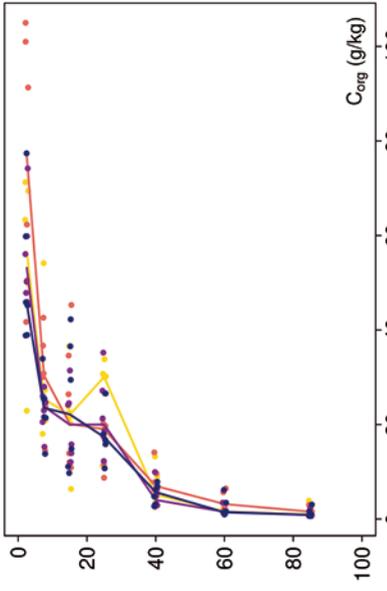
Säure-Base-Status und -Dynamik

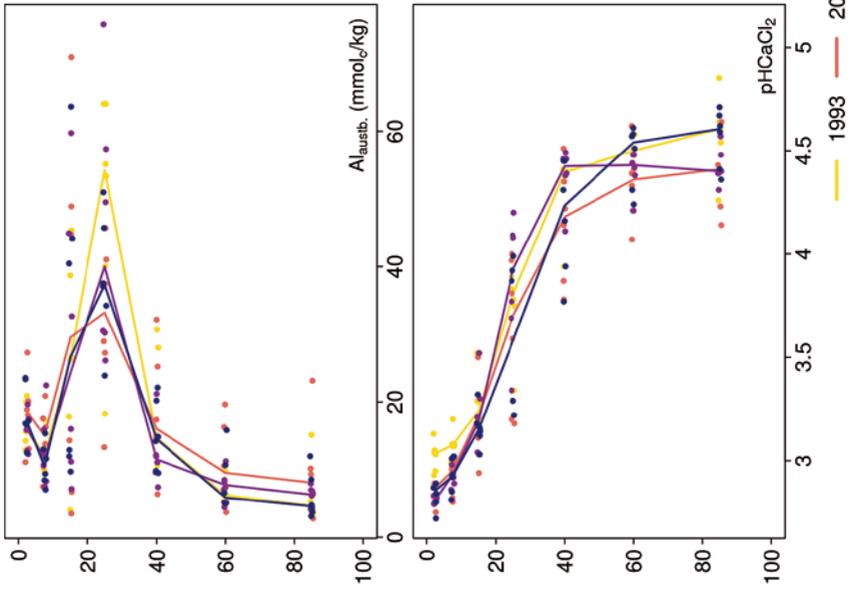
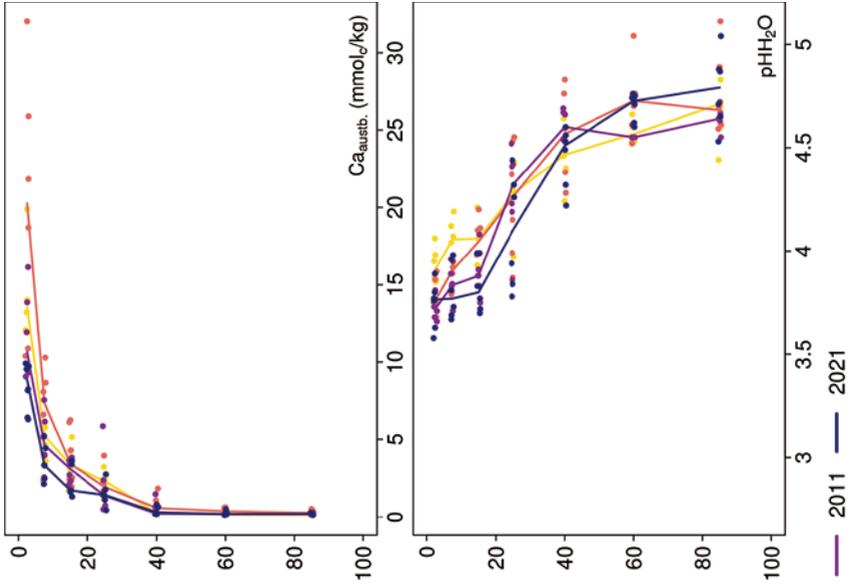
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Eisen-Aluminium-Pufferbereich, bis in 20 cm Tiefe dem Aluminium- und in größerer Tiefe dem Austausch-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996). Bei den pH-Werten und der Basensättigung ist kein Trend erkennbar.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

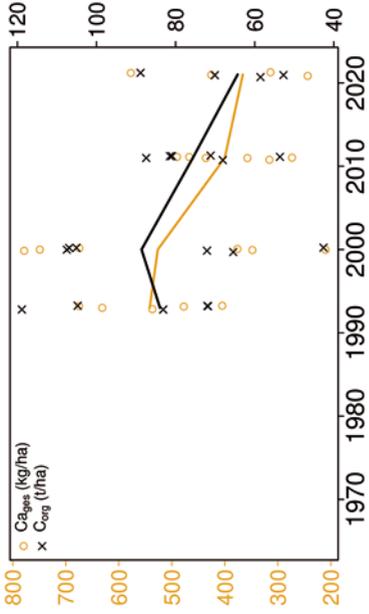


Westerberg Fichte

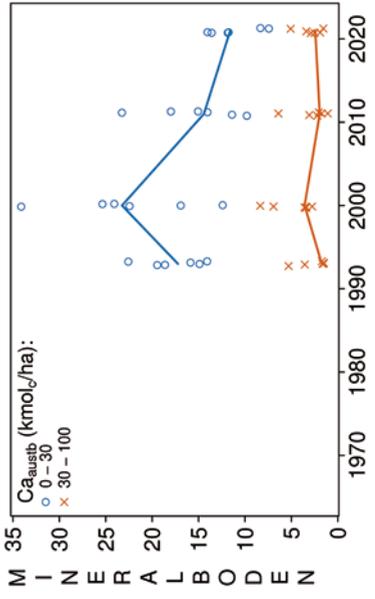
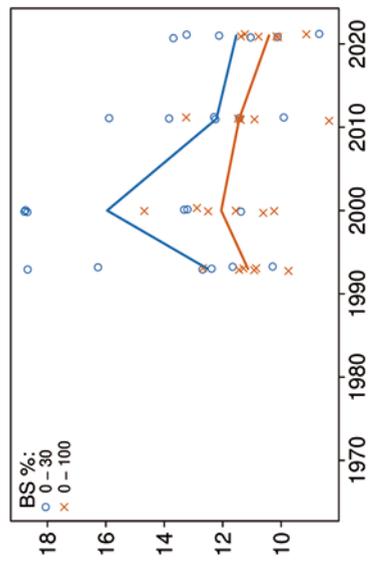
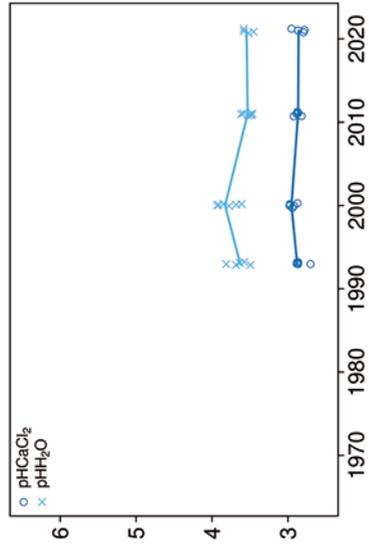




Vorrats- und pH-Änderungen



Westerberg Fichte



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2021)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,67	0,17	0,71	0,09	0,05	0,01	0,06	0,17	0,198	0,15	1,09	1,56	0,72	16,55	6,25
5	10	0,52	0,08	0,77	0,07	0,03	0,01	0,03	0,06	0,093	0,11	1,02	0,56	0,40	5,91	3,09
10	20	1,92	0,08	4,49	0,13	0,10	0,01	0,07	0,10	0,097	0,25	2,80	0,64	0,80	5,71	4,14
20	30	5,07	0,10	5,66	0,25	0,24	0,02	0,11	0,12	0,062	0,65	4,73	0,94	2,11	4,70	6,40
30	50	5,07	0,11	4,49	0,32	0,32	0,03	0,10	0,06	0,022	1,13	4,57	1,19	3,11	3,24	7,86
50	70	3,89	0,10	3,61	0,34	0,29	0,04	0,07	0,03	0,017	1,34	3,80	1,18	2,83	2,49	7,13
70	100	3,64	0,11	3,96	0,38	0,33	0,06	0,06	0,02	0,017	1,59	3,86	1,42	3,01	2,46	7,67

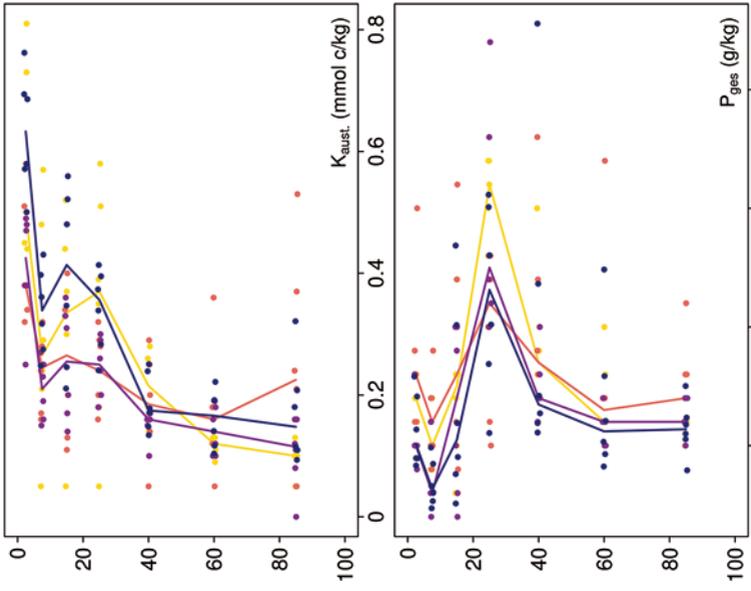
bis 25%-Quantil
 25 %-Quantil - Med.
 Med. - 75 %-Quantil
 75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2021)

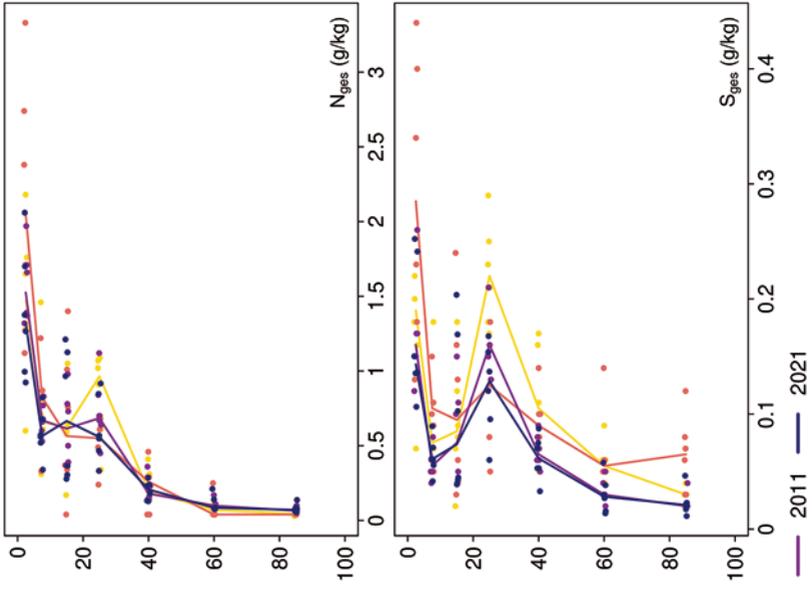
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	24	24	35	11	28	21	25	33	34	24	33	35	28	36	30
5	10	28	33	46	15	30	22	26	23	35	31	42	24	29	36	21
10	20	77	47	85	42	69	35	57	65	69	66	72	53	71	57	51
20	30	55	24	19	43	56	38	32	30	22	64	41	51	70	14	35
30	50	29	28	21	30	35	34	62	29	12	40	28	36	40	13	30
50	70	18	17	15	33	21	35	42	49	16	38	23	26	26	8	17
70	100	38	22	29	36	43	20	19	47	18	24	37	27	31	24	25

0-20 %
 20-50 %
 >50 %

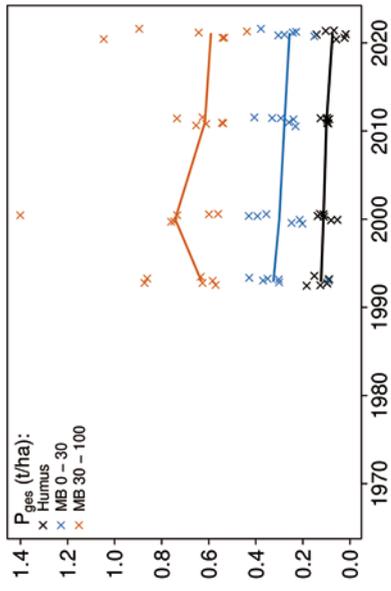
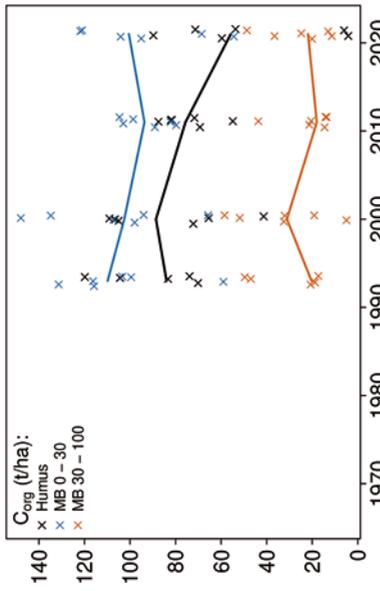
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



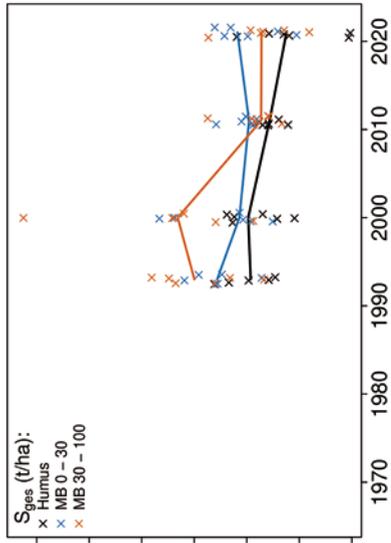
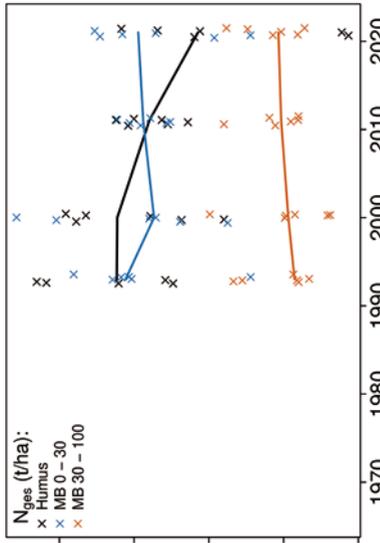
Westerberg Fichte



Vorratsänderungen (t/ha)



Westerberg Fichte



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein reiner Sandboden mit niedrigen Schwermetall-Gehalten geogenen Ursprungs.

Der I_{geo} , der das Ausmaß der Kontamination eines Bodens quantifiziert, zeigt für Cadmium (Cd) eine starke und für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Cd-Gehalte überschreiten in 0-5 cm Tiefe zudem den halben Vorsorgewert der BBodSchV. In der Humusaufgabe liegen die Gehalte für Cd, Kupfer (Cu), Pb und Zink (Zn) über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommarez et al. 2021). Für Cd wird dieser Wert auch im Mineralboden überschritten.

In der Humusaufgabe überschreiten die Pb-Gehalte auch den kritischen Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

Die Cd-Gehalte liegen bis in 10 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen und bis in 30 cm Tiefe immer noch deutlich über dem Median. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie auf Werte, die unter der Bestimmungsgrenze liegen, ab. Für Pb sind sie nur in 0-5 cm höher als der Median und nehmen mit zunehmender Tiefe ebenfalls auf sehr niedrige Werte ab. Die Cu- und Zn-Gehalte sind in 0-5 cm leicht erhöht, und in größerer Tiefe im ganzen Profil sehr niedrig (unteres Quartil). Für Kobalt (Co), Chrom (Cr) und Nickel (Ni) liegen sie im Oberboden im unteren Quartil und nehmen mit zunehmender Tiefe zu.

In der Humusaufgabe sind die Cd-, Pb- und Zn-Gehalte sehr hoch (oberes Quartil), während die Cu-Gehalte niedriger sind. Die Co-, Cr- und Ni-Gehalte sind niedrig.

Zwischen 1993 und 2000 sind die Cd-Vorräte in der Humusaufgabe noch leicht angestiegen, während sie danach bis 2021 stark abgenommen haben. Für alle anderen Schwermetalle, mit Ausnahme von Cr, zeigt sich nur zwischen 2000 und 2011 eine Tendenz zu abnehmenden Werten. Danach verändern sie sich bis 2021 nur noch wenig. Im Mineralboden konnten 2021 nur für Cd und Zn in 5-10 cm niedrigere Werte als 2011 gefunden werden. Für den Zeitraum vor 2011 gibt es für den Mineralboden keine Messwerte.

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu, Pb und Zn kontaminiert, da Ihre Gehalte die Hintergrundwerte und für Pb auch den kritischen Level überschreiten. Im Oberboden sind die Gehalte dieser Elemente ebenfalls höher als in größerer Tiefe, was auf eine Verlagerung aus der Humusaufgabe in den Mineralboden hindeutet. Das vor allem Cd, aber auch Pb bis in 30 cm Tiefe in hohen Gehalten zu finden sind, könnte an den sehr hohen Gehalte dieser Elemente in der Humusaufgabe und der hohen Mobilität von Cd liegen. Im Vergleich mit der sich in der Nähe befindenden Fläche WIFI zeigt sich hier eine wesentlich höhere Belastung der Humusaufgabe mit Cd, Pb und Zn und des Oberbodens mit Cd.

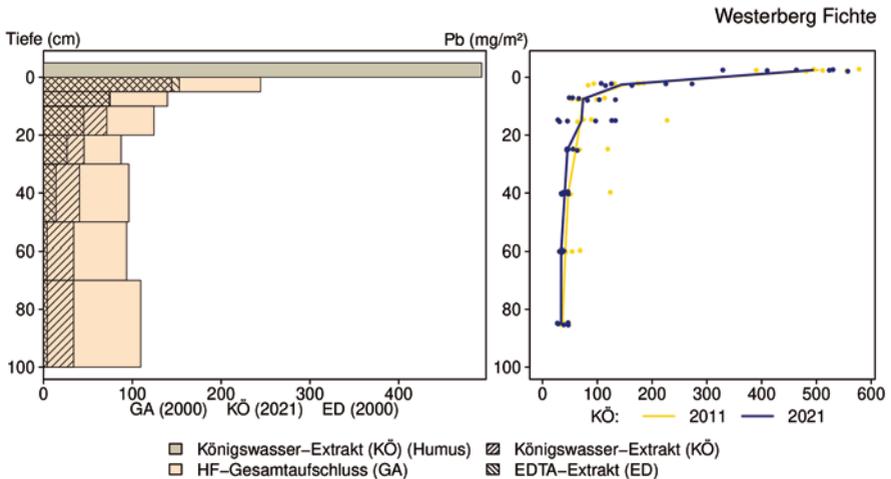
Bewertung Schwermetalle (2011)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,29	0,19	1,07	1,37	0,75	14,25	10,12
5	10	0,13	0,17	1,17	0,49	0,53	5,79	4,85
10	20	0,08	0,27	2,63	0,43	0,69	6,92	4,74
20	30	0,06	0,86	6,85	0,94	2,66	6,73	8,79
30	50	0,02	1,47	5,67	1,30	4,00	4,62	9,29
50	70	0,02	1,52	4,36	1,40	3,50	3,32	8,56
70	100	0,02	1,60	3,98	1,51	3,09	2,56	7,22
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

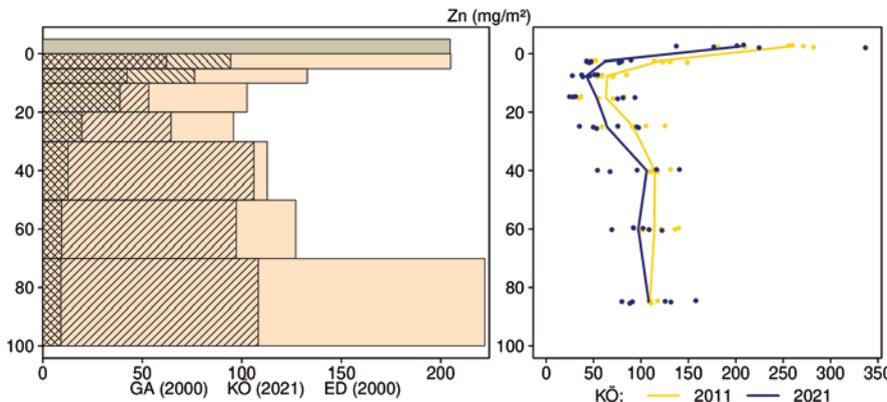
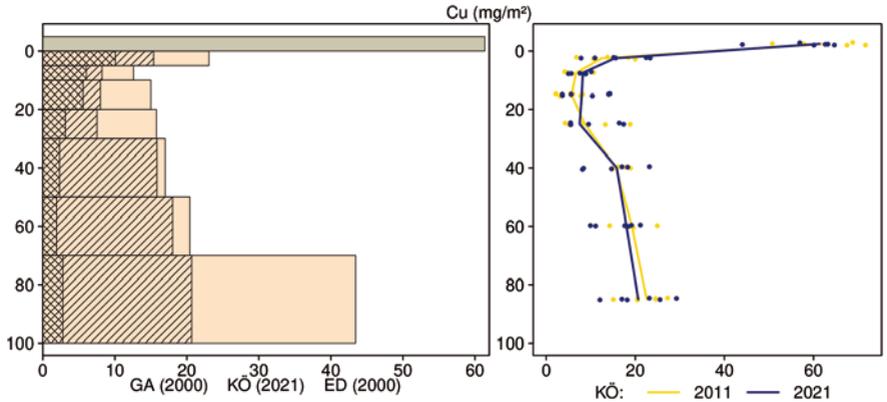
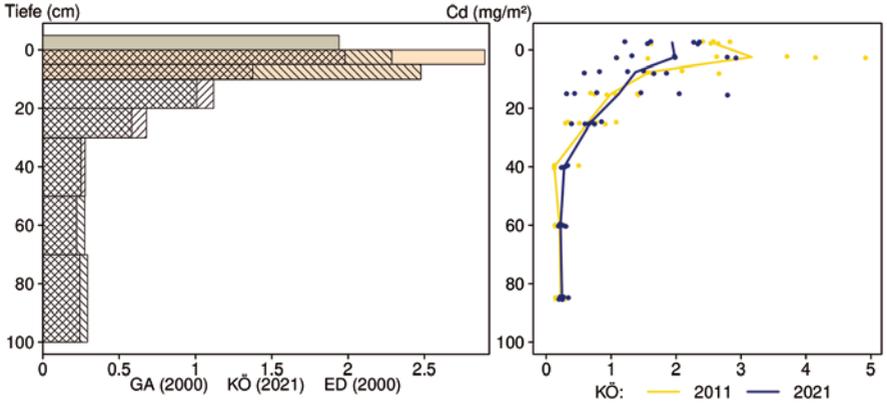
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



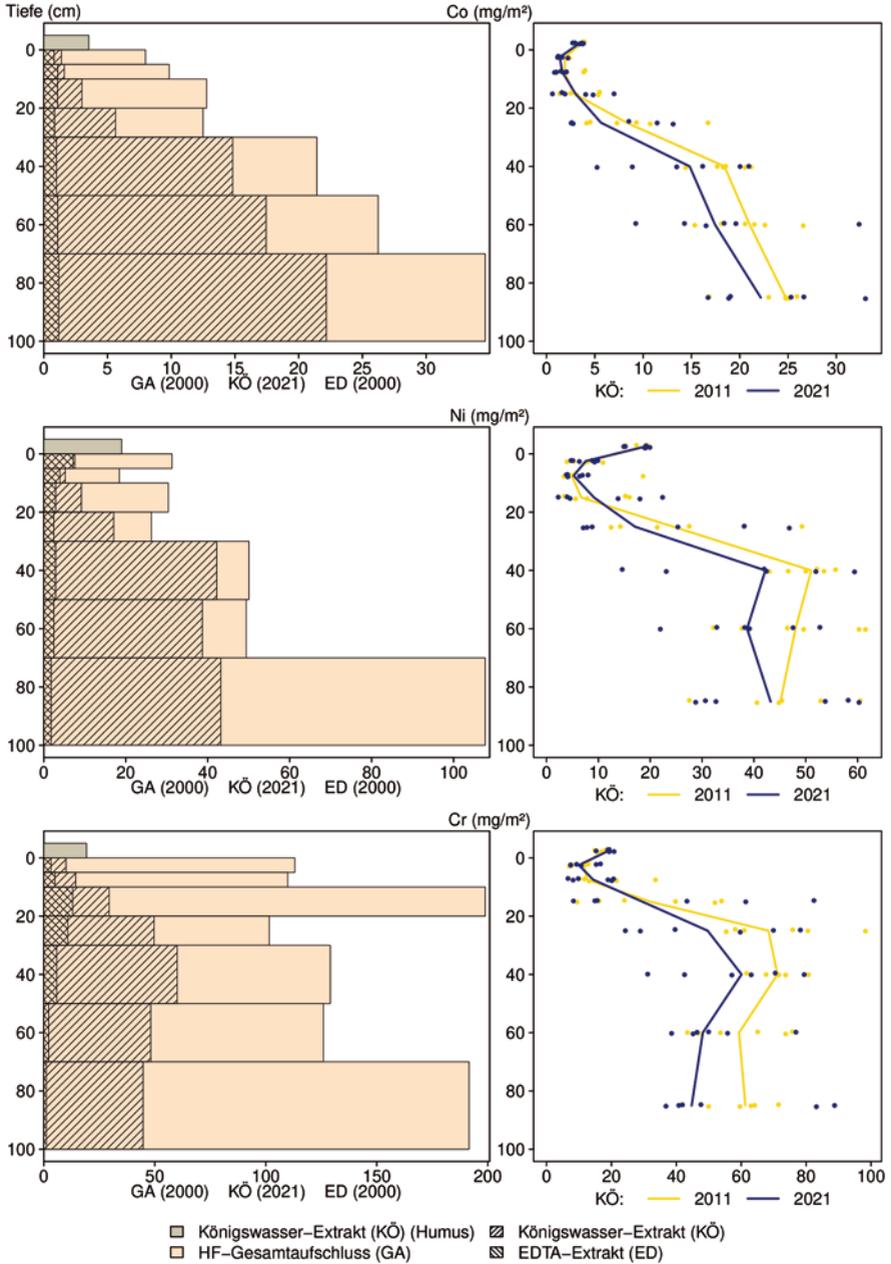
Westerberg Fichte



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- EDTA-Extrakt (ED)

WEFI

Westerberg Fichte



WEFI

12.28 Wingst Fichte (WIFI)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Forstverwaltung von der Wense 221		Niedersachsen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Niedersächsischer Küstenraum		504800		
Wuchsbezirk		UTM N		
Wesermünder Geest		5953700	31/0/-	
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subatlantisch	921	939	412	428
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,4	9,5	14,4	15,5
Monitoringprogramme				
BDF-F 10 (Standard)				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen ab 1988 (Forschungsprojekte), chem. und mikrobiol. Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1993, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 2000, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 2000-2011, alle ±10 Jahre				
weitere Untersuchungen				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
eiszeitliche fluviale Ablagerungen aus Mittel- und Feinsand	Böden aus basenarmem Lockergestein		<10 %, skelettarm	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
Graswurzelfilz-Moder (GMO-MO)	Braunerde-Podsol		stagnic spodic Podzol (arenic, densic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
42.3+3.3	ziemlich frisch, mesotroph		121	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
5	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Fichte	-		Drahtschmielen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
155	7,1/1,1		Zielstärkennutzung	
sonstiges: -				

WIFI

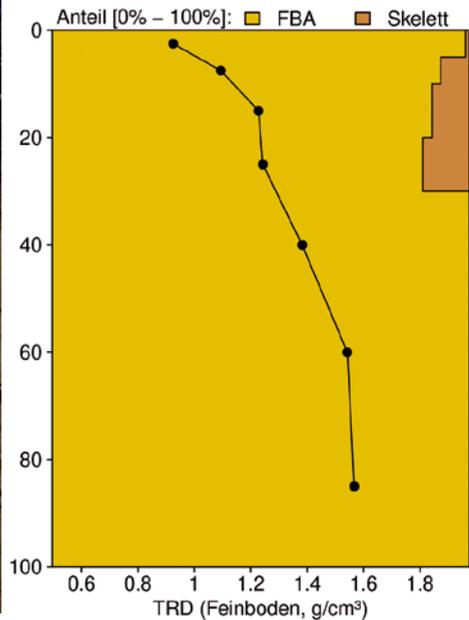
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-12 - -11	0	Vn	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-11 - -6	0	Vn	h7	Ld0	c0	11,0
Oh	-6 - 0	0	Vn	h7	Ld0	c0	15,6
Ahe	0 - 3	5	SI2	h2	Ld1	c0	4,0
Bhs	3 - 15	5	SI2	h2	Ld1	c0	16,0
Bsv	15 - 33	5	Su2	h1	Ld1	c0	22,2
ilCv	33 - 72	0	Su2	h0	Ld2.5	c0	46,8
IIilCv	72 - 110	0	fS	h0	Ld2.5	c0	49,4
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							125,4
Σ bis 100 cm incl. Humusaufgabe							153,8

Deutschmann 24.11.2000



Bodenphysikalische Kenngrößen



WIFI

Bodenanalytik 2021

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	26,3	6,5	9,0	3,1	0,11	27,8	5,3	10,4	4,93	4,11
Of	-	-	170	55,1	55,0	31,4	1,20	25,9	47,1	132	3,74	2,96
Oh	-	-	95,6	45,5	62,4	26,6	1,04	25,7	43,5	132	3,55	2,83
0 - 5	15,2	24,3	32,9	9,1	15,9	16,1	0,63	25,8	43,2	79,0	3,69	3,03
5 - 10	11,6	23,4	23,2	5,6	13,7	9,8	0,38	26,5	42,7	47,9	3,72	3,14
10 - 20	9,7	47,6	37,8	9,6	25,9	14,8	0,58	25,8	87,7	83,7	3,87	3,34
20 - 30	8,8	38,7	25,6	6,0	23,4	11,6	0,47	24,9	89,2	75,4	4,17	3,74
30 - 50	8,6	71,6	37,2	8,1	50,3	16,4	0,73	23,0	232	149	4,40	4,13
50 - 70	8,5	83,6	48,1	14,6	66,7	8,9	0,50	17,8	276	122	4,44	4,15
70 - 100	8,5	168	109	37,1	142	9,9	0,63	15,8	434	166	4,36	4,03
Σ L-100cm		457	606	197	464	149	6,26		1300	997		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Auf der Fläche stockt ein Bestand aus Fichten. Dieser sehr tiefgründige, schluffige arme Sandboden ist mit Grobbodenanteilen unter 10 % skelettarm. Der Boden ist im Oberboden sehr homogen, was das AK/Corg-Verhältnis zeigt, das bei den Inventuren 2000, 2011 und 2021 eng zusammen liegt. Da die Austauschkapazität (AK) und das AK/Corg-Verhältnis 1988 in einer völlig anderen Größenordnung liegen, werden sie nicht in die Interpretation der Daten einbezogen. Die Streuung der im Königswasseraufschluss im Oberboden gemessenen Elementgehalte ist mit <30 % moderat. Im Unterboden streuen sie wesentlich stärker.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte lagen 2021 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016), bei weitem C/N-Verhältnis bis in 30 cm Tiefe und mäßig weitem bis mäßig engem Verhältnis in größerer Tiefe. In der Humusaufgabe haben die C- und N-Vorräte zwischen 2000 und 2021 leicht abgenommen. Im Mineralboden zeigt sich zwischen 2000 und 2011 noch ein leichter Trend zu steigenden Werten, der sich bis 2021 umzukehren scheint.

Die Calcium (Ca)-, Kalium (K)- und Magnesium (Mg)-Vorräte waren 2021 im gesamten Profil mäßig. Für Ca und Mg haben sie sich weder in der Humusaufgabe noch Mineralboden nennenswert verändert, während der K-Vorrat im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe zwischen 2011 und 2021 zugenommen hat.

Mit einem Vorrat von 1300 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2021 zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen. Zwischen 1993 und 2021 hat er sich nur wenig verändert.

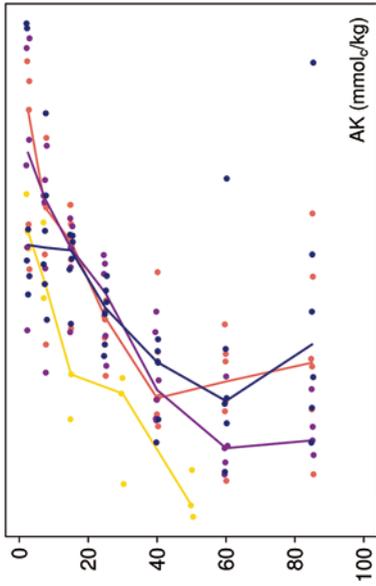
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2021 mit 997 kg/ha zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil, wobei hohe Anteile bis in 5 cm Bodentiefe vorhanden sind. Beim S-Vorrat zeigt sich zwischen 2000 und 2011 in der Humusaufgabe und im Oberboden ein leichter, im Unterboden ein sehr starker Abwärtstrend durch die Mobilisierung von im Boden zwischengespeichertem Schwefel. Zwischen 2011 und 2021 konnte keine Veränderung mehr festgestellt werden.

WIFI

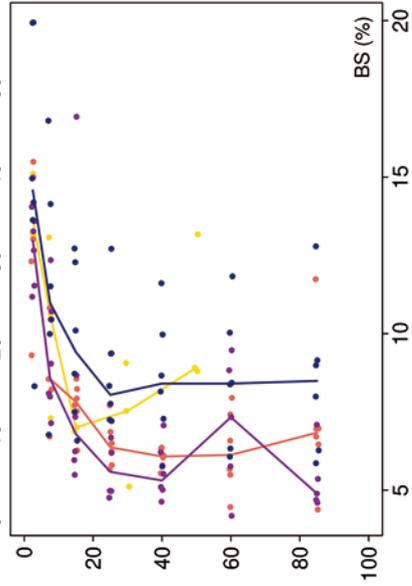
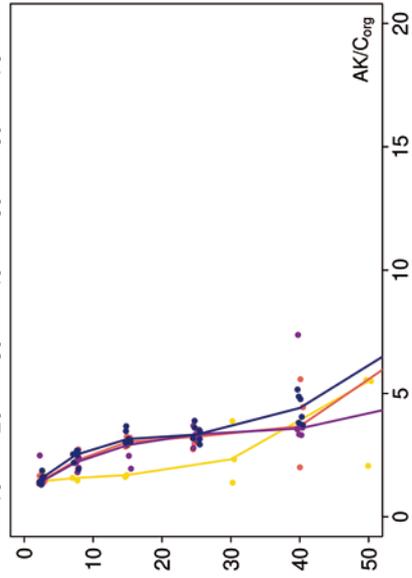
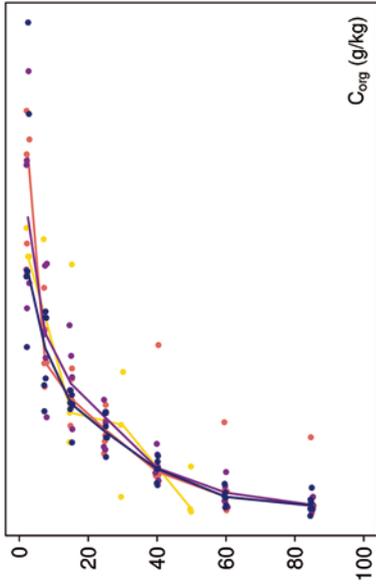
Säure-Base-Status und -Dynamik

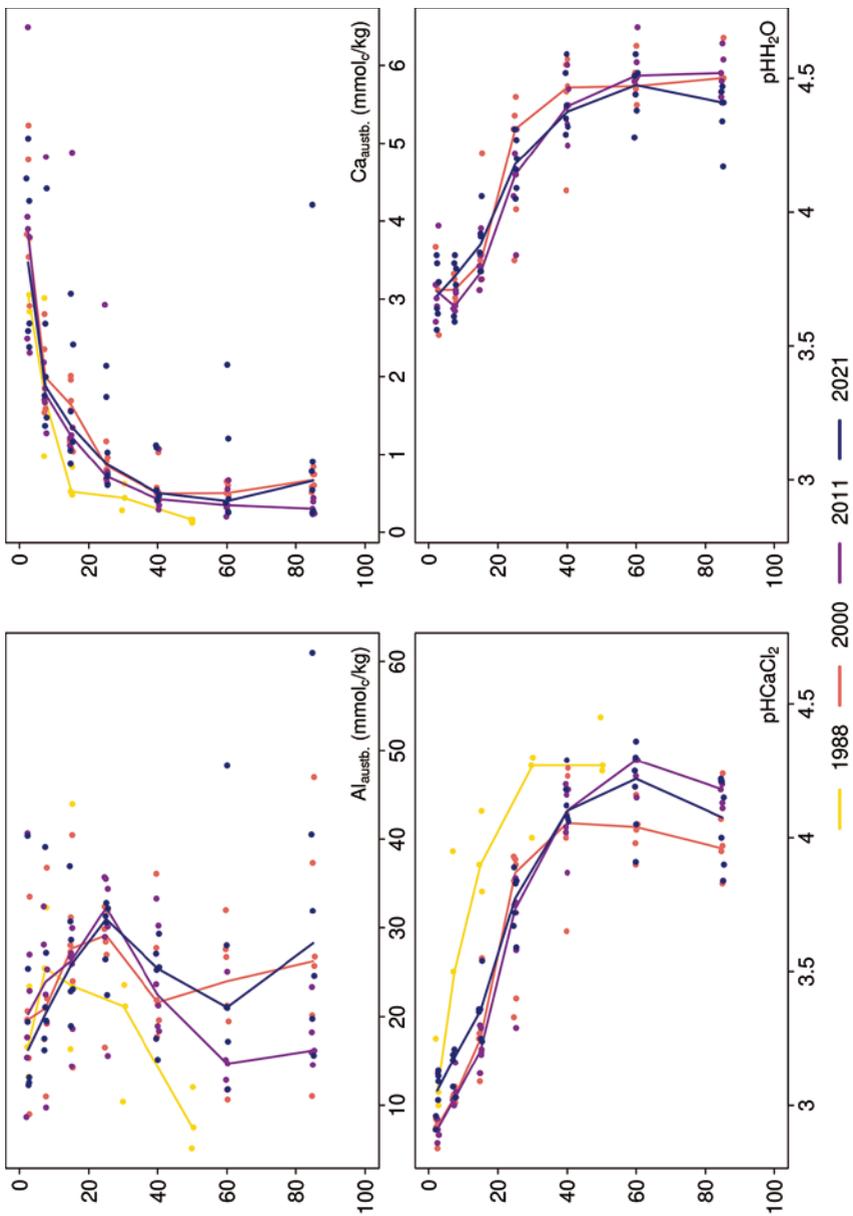
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Eisen-Aluminium-Pufferbereich, bis in 30 cm Tiefe dem Aluminium- und in größerer Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996). Ab 2011 deuten sich leicht ansteigende Basensättigungswerte im gesamten Profil an.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



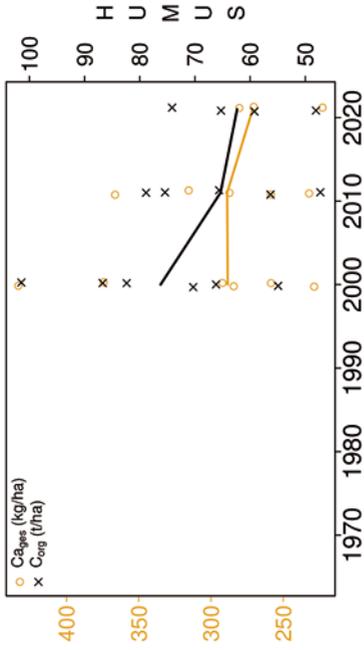
Wingst Fichte



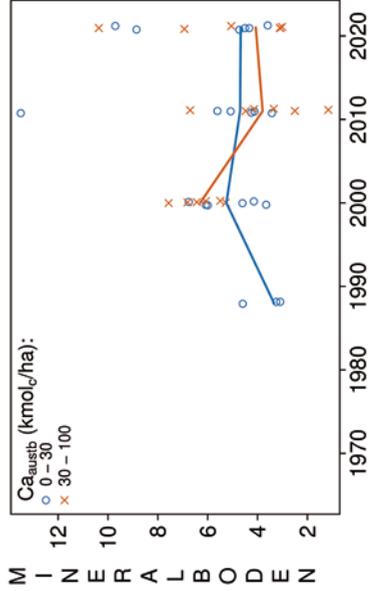
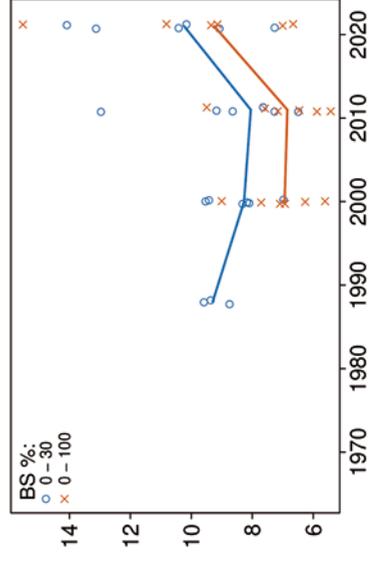
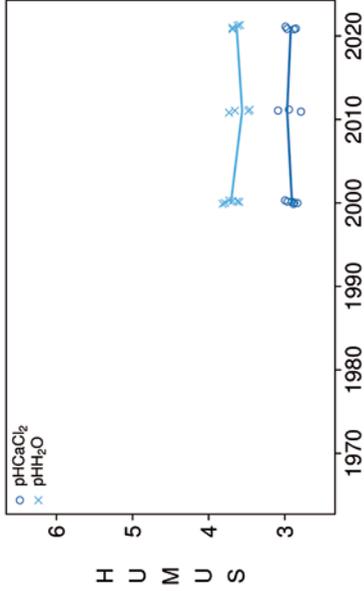


WIFI

Vorrats- und pH-Änderungen



Wingst Fichte



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2021)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	2,50	0,18	3,33	0,33	0,25	0,03	0,09	0,17	0,030	0,46	4,34	2,96	1,33	21,63	7,42
5	10	3,13	0,17	4,80	0,41	0,32	0,04	0,08	0,09	0,020	0,53	5,13	1,59	1,41	12,81	7,40
10	20	3,83	0,18	5,83	0,45	0,39	0,06	0,08	0,07	0,018	0,70	5,90	1,31	1,72	10,60	8,39
20	30	4,57	0,16	6,18	0,47	0,43	0,08	0,08	0,07	0,022	1,18	6,53	1,20	2,11	7,20	9,06
30	50	5,87	0,18	6,14	0,63	0,59	0,10	0,08	0,05	0,024	1,45	7,77	1,23	3,79	4,24	12,04
50	70	7,29	0,23	8,26	1,04	1,03	0,09	0,09	0,04	0,031	2,02	10,72	1,62	5,39	4,28	14,88
70	100	8,35	0,25	10,18	1,37	1,32	0,10	0,09	0,04	0,037	2,20	12,93	2,20	5,79	4,91	16,31

bis 25%-Quartil

25%-Quartil - Med.

Med. - 75%-Quartil

75%-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2021)

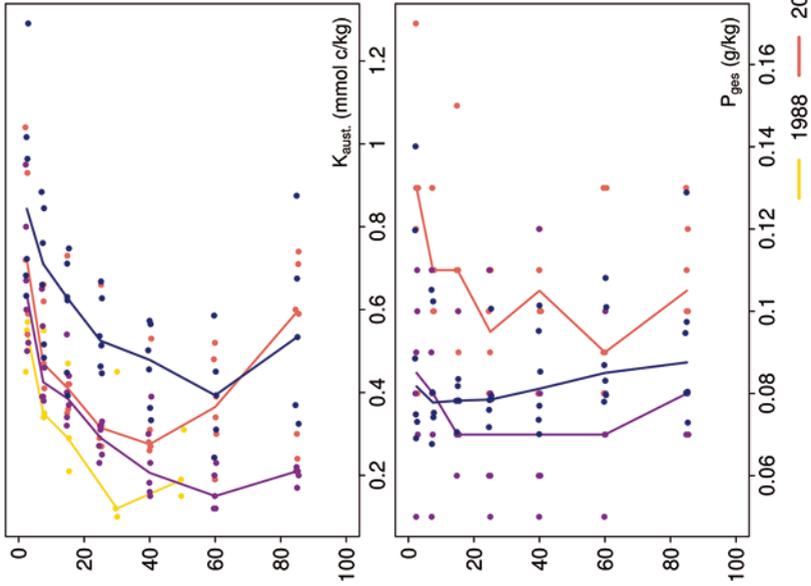
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	45	20	38	37	47	41	28	39	22	42	37	42	35	48	35
5	10	31	19	23	24	34	44	17	24	21	37	27	26	31	25	28
10	20	33	16	16	25	34	52	5	21	15	43	26	17	31	19	31
20	30	27	18	20	21	31	58	11	23	11	62	24	14	31	21	26
30	50	22	18	19	23	31	56	14	22	11	36	24	19	27	18	22
50	70	31	31	33	34	53	34	13	30	28	22	29	22	23	27	13
70	100	36	42	36	35	54	67	20	41	39	22	30	34	24	38	18

0-20 %

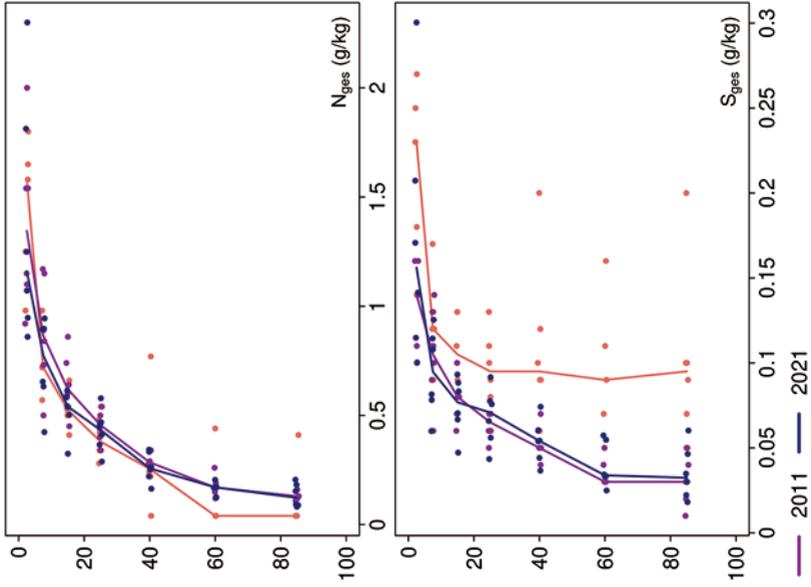
20-50 %

>50 %

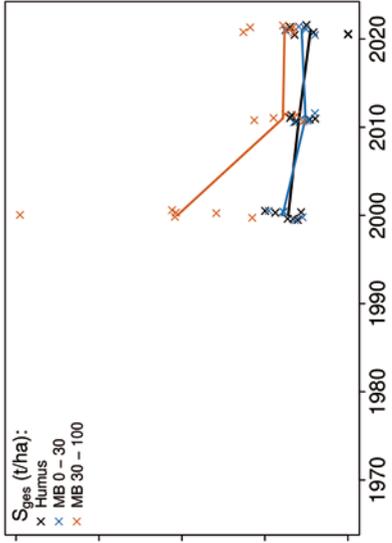
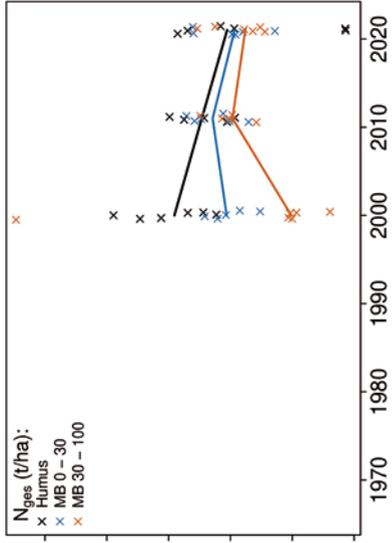
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



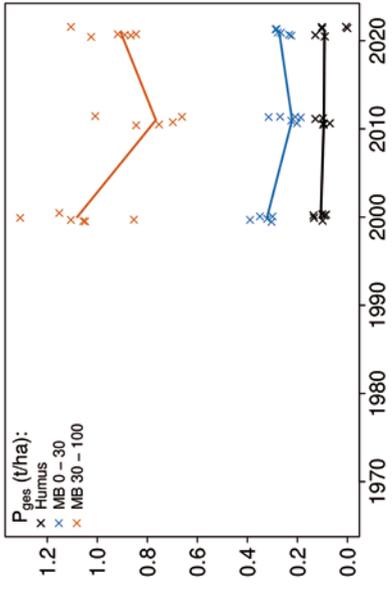
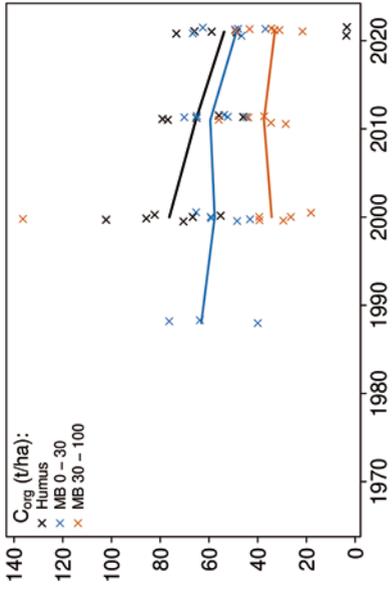
Wingst Fichte



Wingst Fichte



Vorratsänderungen (t/ha)



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein reiner Sandboden mit niedrigen Schwermetall-Gehalten geogenen Ursprungs.

Der I_{geo} , der das Ausmaß der Kontamination eines Bodens quantifiziert, zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Vorsorgewerte der BBodSchV werden nicht überschritten.

Die Gehalte von Cadmium (Cd), Kupfer (Cu) und Pb liegen in der Humusaufgabe über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommarez et al. 2021). Im Mineralboden werden sie nicht überschritten.

In der Humusaufgabe überschreiten die Pb-Gehalte auch den kritischen Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 10 cm Tiefe über dem Median der Gehalte aller Flächen und nehmen mit zunehmender Tiefe auf sehr niedrige Werte ab. Für Cd und Cu sind sie in 0-5 cm erhöht (2. Quartil) und nehmen mit zunehmender Tiefe ebenfalls auf sehr niedrige Werte ab. Ab 50 cm Tiefe schließt sich für Cu allerdings eine Schicht mit höheren Gehalten an. Bei Kobalt (Co), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Zink (Zn) sind die Gehalte im Oberboden niedrig und nehmen mit zunehmender Tiefe zu.

In der Humusaufgabe liegen die Cu-Gehalte im oberen Quartil und die Cd- und Pb-Gehalte über dem Median. Für Co-, Cr-, Ni- und Zn-Gehalte sind sie niedriger (2. Quartil).

Zwischen 2000 und 2021 zeigt sich für Cu, Pb, Ni und Zn in der Humusaufgabe eine Tendenz zu abnehmenden Vorräten, während sie für Cd und Co nur bis 2011 leicht gesunken sind und sich danach kaum noch verändert haben. Im Mineralboden haben nur die Cd-Vorräte zwischen 2011 und 2021 in 0-10 cm Tiefe abgenommen. Für den Zeitraum vor 2011 gibt es für den Mineralboden keine Messwerte.

WIFI

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu und Pb kontaminiert, da ihre Gehalte die Hintergrundwerte überschreiten. Im Oberboden sind die Gehalte dieser Elemente ebenfalls erhöht, was auf eine Verlagerung aus der Humusaufgabe in den Mineralboden hindeutet. Ein Vergleich mit der sich in der Nähe befindenden Fläche WEFI zeigt eine wesentlich geringere Belastung der Humusaufgabe mit Cd, Pb und Zn. Nur die Cu-Gehalte sind geringfügig höher. Im Oberboden sind die Cd-Gehalte ebenfalls wesentlich niedriger, die Pb-Gehalte jedoch höher. Dass die Pb-Gehalte in der Humusaufgabe niedriger und im Oberboden höher als im Boden der benachbarten Fläche sind, deutet auf eine stärkere Verlagerung von Pb in die Tiefe hin.

Bewertung Schwermetalle (2011)

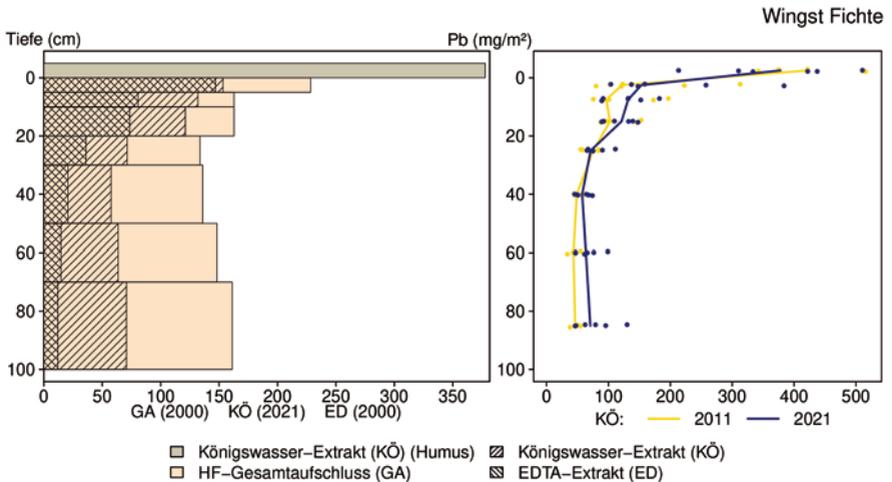
von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,04	0,45	3,73	2,49	1,21	17,08	7,54
5	10	0,03	0,53	4,84	1,52	1,38	12,05	7,47
10	20	0,03	0,58	5,10	1,14	1,43	10,18	7,40
20	30	0,03	0,76	5,70	1,00	1,74	6,55	8,60
30	50	0,03	1,11	6,65	1,11	2,83	3,71	10,89
50	70	0,03	2,00	9,80	2,28	5,15	3,88	16,33
70	100	0,03	2,10	9,64	2,16	5,20	3,61	15,26
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

> Vorsorgewert

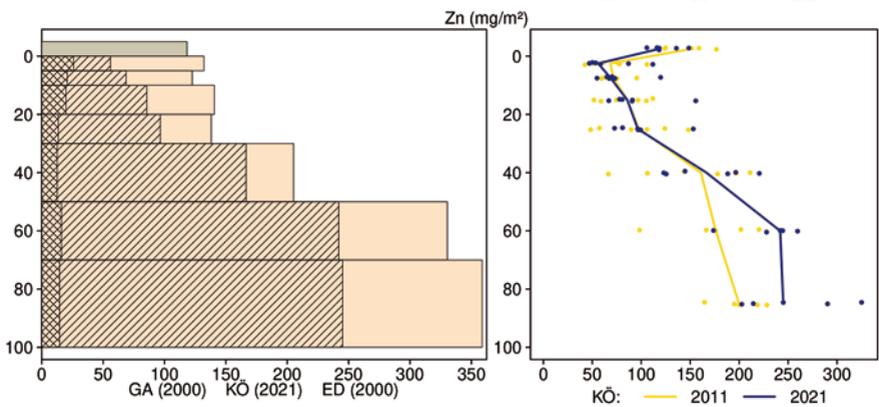
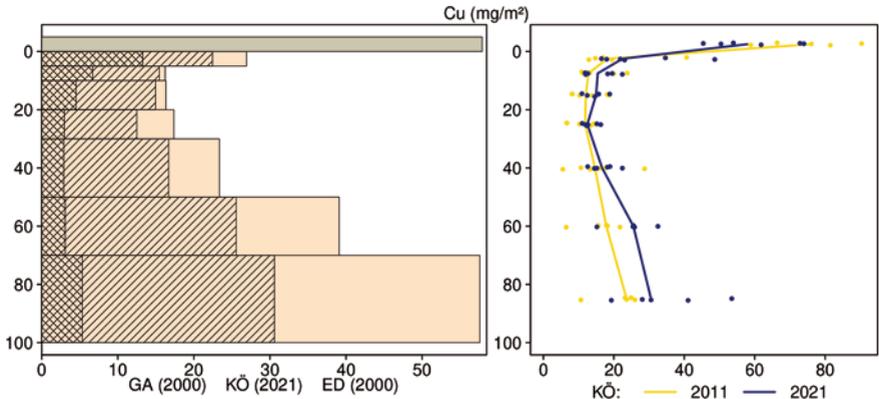
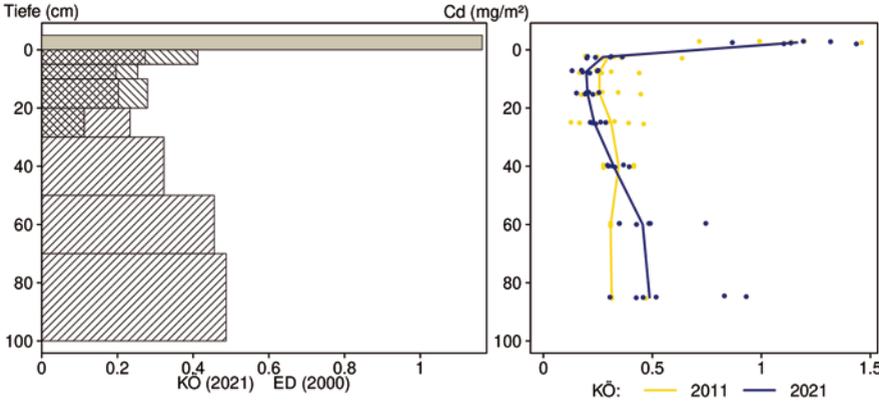
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

WIFI



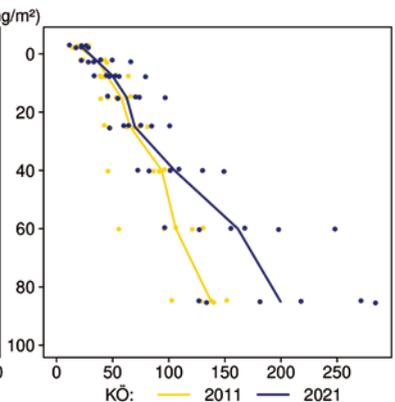
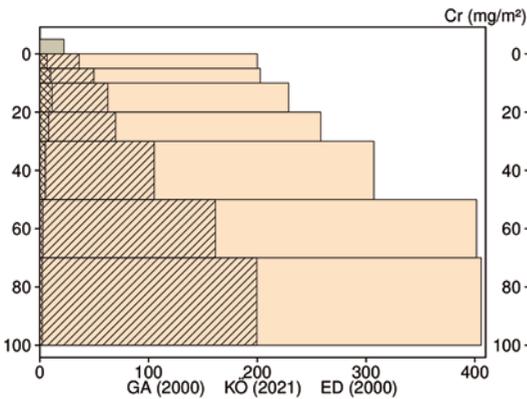
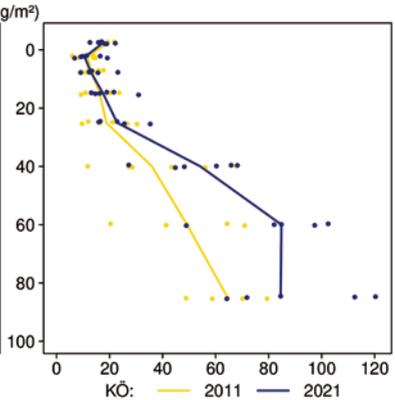
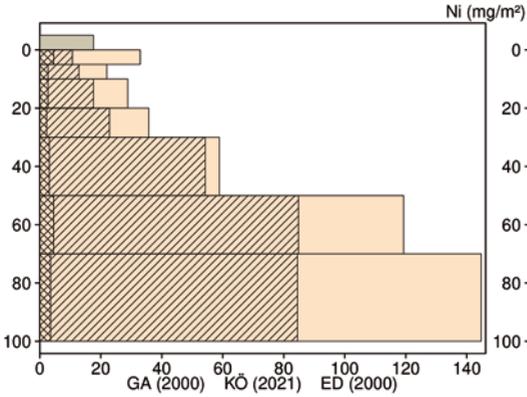
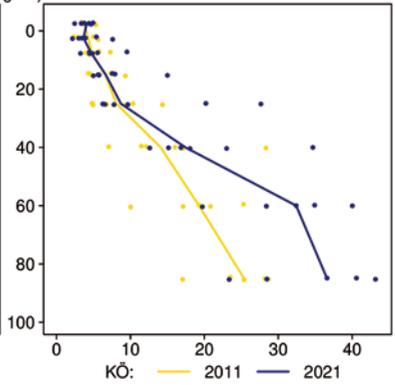
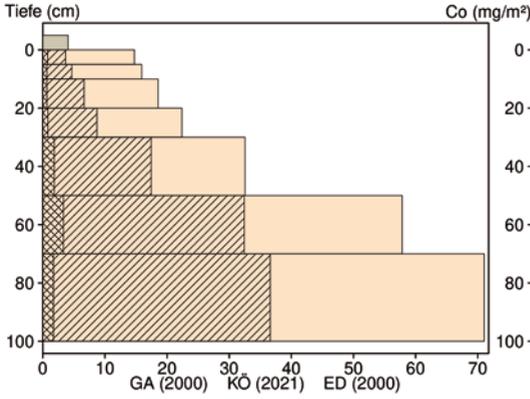
Wingst Fichte



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

WIFI

Wingst Fichte



Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
 Königswasser-Extrakt (KÖ)
 EDTA-Extrakt (ED)

WIFI

12.29 Witzenhausen Buche (WIZBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Hessisch Lichtenau 20084A		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Westliche Mittelgebirgsschwelle	552900			
Wuchsbezirk	UTM N	440/10/WNW		
Kaufunger Wald	5683300			
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
stark subatlantisch	921	896	417	401
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	6,7	7,7	13,1	14,1
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 612, Fläche wurde 2013 stillgelegt				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1999 und 2011, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Deposition, Baumwachstum, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalysen				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
Löblehm-Fließerden über Buntsandstein	Böden aus basenarmem Festgestein		30-55 %, skelettreich	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
mullartiger Moder (MOM)	Braunerde		Endoskeletal Endoprotostag- nic Dystric Cambisol (Densic, Pantosiltic, Turbic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
5.6.13.20	ziemlich frisch, mesotroph		98	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
5	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	-		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
157	8/1,8		Zielstärkennutzung	
sonstiges: Meteorologie und Luftqualität an der Luftmessstelle Witzenhausen (HLNUG)				

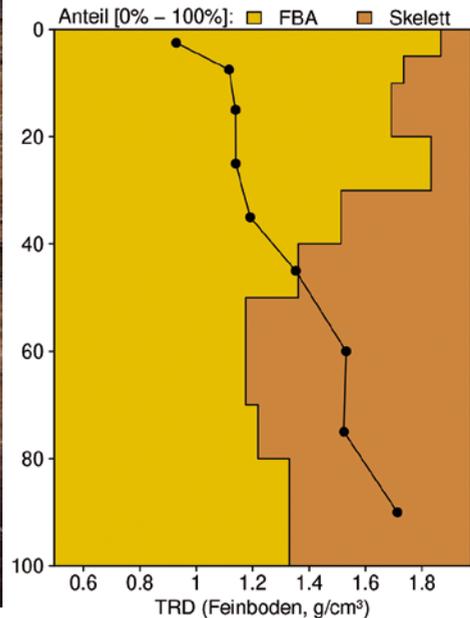
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-4 - -3	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-3 - -0.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	5,5
Oh	-0.5 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,3
Ah	0 - 3	3	Slu	h3	Ld2	c0	6,4
Bhv	3 - 8	5	Ls2	h1	Ld2	c0	8,1
Bv	8 - 48	20	Ls2	h0	Ld2	c0	54,4
IISwd-Bv	48 - 79	40	Su2	h0	Ld4	c0	18,6
IIBv-Cv	79 - 100	50	Su2	h0	Ld4	c0	10,5
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							98,0
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							106,6

Steinicke 25.10.2011



Bodenphysikalische Kenngrößen



WIZBU

Bodenanalytik 2011

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	17,4	2,6	16,9	1,9	0,03	69,7	1,3	1,9	5,53	5,16
Of	-	-	135	25,0	58,1	10,2	0,39	26,2	23,5	30,9	5,00	4,39
Oh	-	-	29,2	14,8	25,1	6,3	0,34	18,6	18,2	35,1	4,04	3,29
0 - 5	23,3	47,1	119	28,5	43,0	36,4	1,95	18,6	137	210	3,98	3,37
5 - 10	10,6	43,1	45,7	13,4	24,1	19,3	1,02	19,0	101	112	4,24	3,55
10 - 20	8,5	62,9	48,5	15,5	35,8	24,9	1,34	18,5	174	148	4,55	3,87
20 - 30	6,9	52,6	26,7	8,3	33,2	18,1	1,13	15,9	198	139	4,73	4,12
30 - 40	6,7	33,3	15,9	4,7	22,0	9,2	0,65	14,3	134	91,8	4,72	4,17
40 - 50	6,5	27,4	11,9	3,7	18,5	5,9	0,45	12,9	101	68,2	4,70	4,17
50 - 70	5,7	56,6	20,9	6,5	39,5	8,6	0,71	12,1	176	111	4,63	4,09
70 - 80	5,0	43,5	13,3	3,7	32,8	3,1	0,36	8,7	98,5	68,3	4,55	3,97
80 - 100	6,3	105	38,8	10,6	87,4	5,0	0,64	7,8	230	155	4,58	3,89
Σ L-100cm		472	522	137	437	149	9,01		1393	1174		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Bestand stockt auf einem mittelgründigen, schwach sandigen Lehmboden, der vergleichsweise skeletthaltig ist. Der Boden ist mäßig homogen, was die im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte zeigen, deren Streuung mit Variationskoeffizienten bis zu 40 % im Oberboden und bis zu 60 % im Unterboden recht hoch ist.

Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges der ersten Inventur wird auf die Veränderungen der Bodenvorräte an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Entsprechendes gilt auch für die bodenchemischen Indikatorvariablen.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe lag 2011 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 20 cm Tiefe und mäßig engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe.

Die Calcium (Ca)-, Magnesium (Mg)- und Kalium (K)-Vorräte waren mäßig.

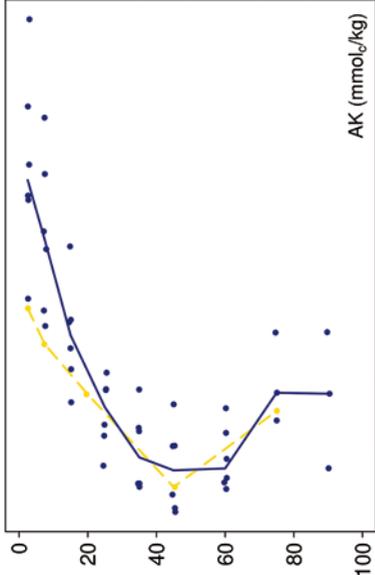
Mit einem Vorrat von 1393 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2011 zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2011 mit 1174 kg/ha zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil mit hohen Anteilen bis in 10 cm Bodentiefe und stark abnehmenden Gehalten mit zunehmender Tiefe.

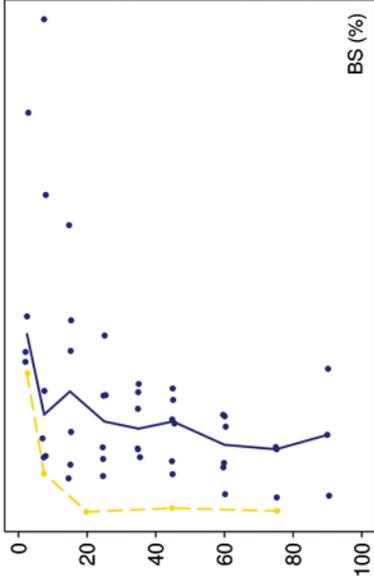
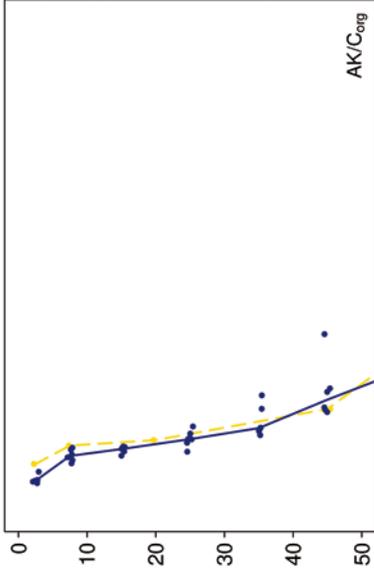
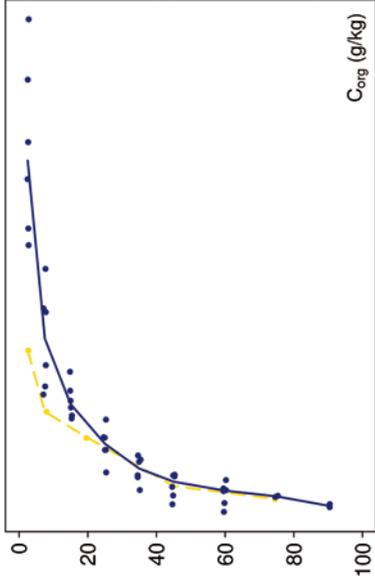
Säure-Base-Status und -Dynamik

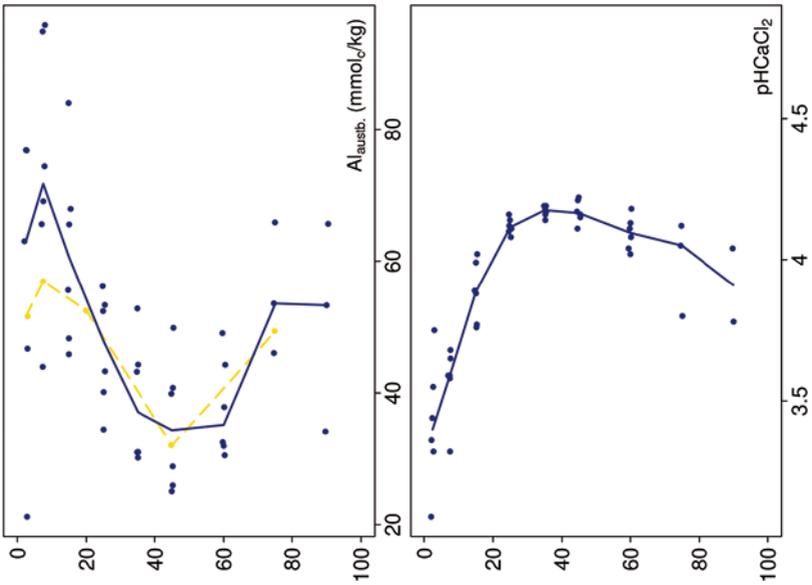
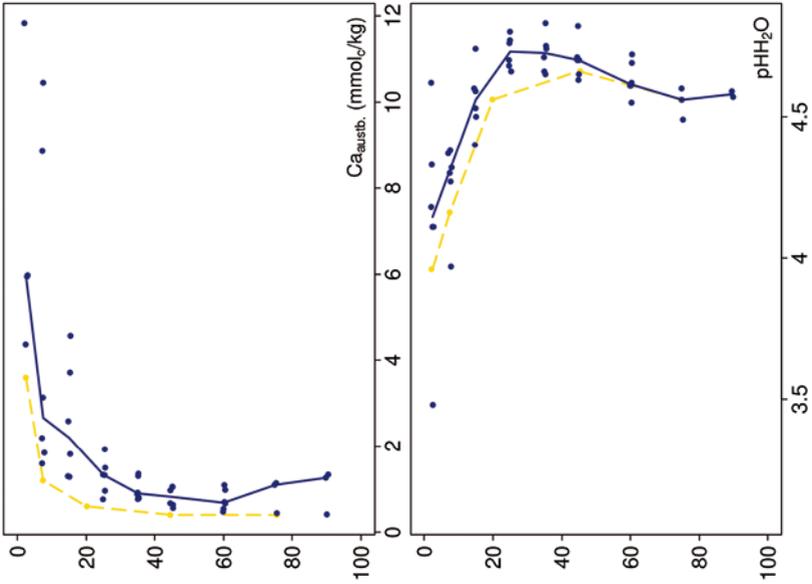
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, und in größerer Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden mit einer Basensättigung von unter 10 % durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

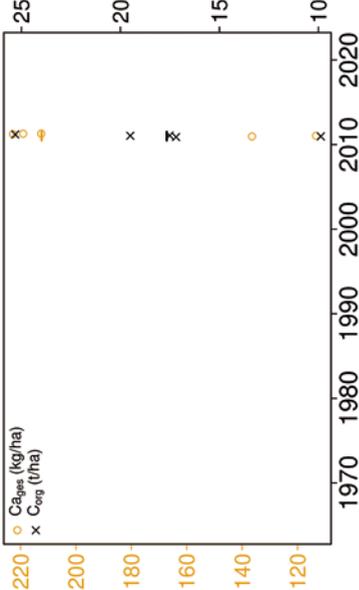


Witzzenhausen Buche

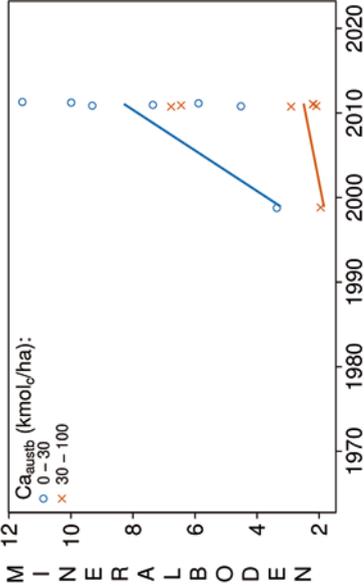
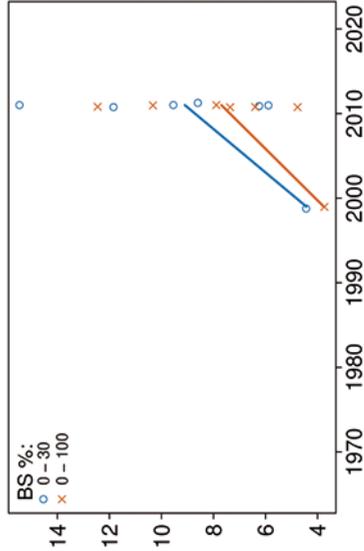
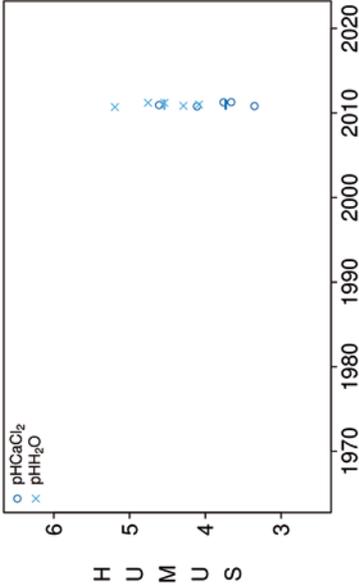




Vorrats- und pH-Änderungen



Witzenhausen Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2011)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	11,39	0,42	8,22	1,52	0,99	0,14	0,32	0,49	0,079	1,77	11,37	5,70	5,41	79,12	30,42
5	10	13,91	0,27	11,06	1,68	1,20	0,27	0,22	0,24	0,046	3,17	12,53	3,23	6,10	53,74	31,42
10	20	16,09	0,25	10,87	1,79	1,35	0,57	0,19	0,16	0,054	5,37	13,17	2,74	7,04	30,21	36,11
20	30	17,33	0,24	10,84	1,92	1,46	0,69	0,19	0,14	0,051	6,29	13,79	2,49	8,32	15,38	40,08
30	40	16,34	0,23	10,25	1,89	1,46	0,61	0,17	0,12	0,043	5,40	13,24	2,29	8,76	10,26	39,01
40	50	15,54	0,22	9,82	1,90	1,48	0,44	0,14	0,09	0,038	4,94	12,78	2,17	9,39	8,14	36,13
50	70	15,01	0,20	9,96	2,16	1,56	0,30	0,13	0,08	0,034	4,39	13,10	2,31	9,24	7,21	32,89
70	80	17,52	0,18	13,67	3,01	2,12	0,29	0,13	0,09	0,036	5,14	16,98	2,86	11,58	8,32	39,31
80	100	16,24	0,18	13,52	3,10	2,09	0,21	0,12	0,08	0,033	4,81	16,93	2,67	11,06	8,69	35,79

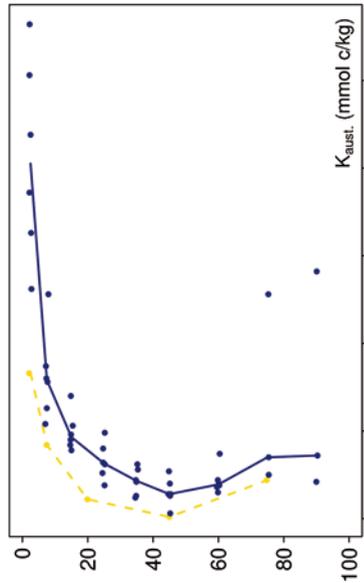


Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2011)

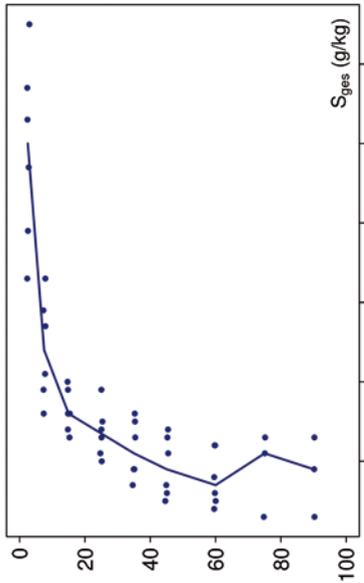
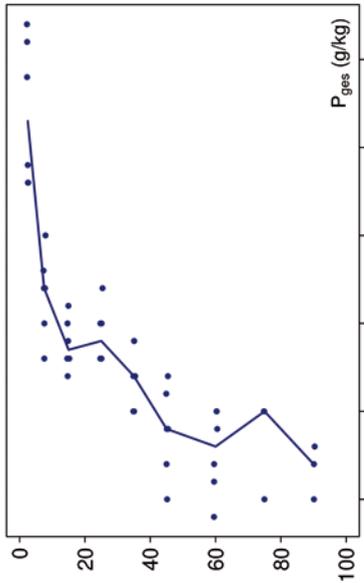
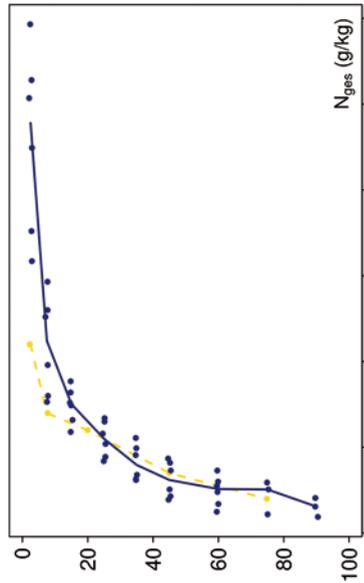
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	16	42	20	8	16	61	12	22	24	24	14	19	20	22	19
5	10	18	21	18	11	21	49	9	24	42	39	12	14	21	18	19
10	20	18	5	25	12	26	43	7	16	21	48	17	11	24	14	17
20	30	18	12	21	12	28	31	8	22	18	26	18	14	27	8	15
30	40	25	17	26	14	36	26	10	29	19	15	22	17	32	15	20
40	50	30	27	31	14	38	46	17	38	28	38	24	24	38	23	26
50	70	24	33	28	7	34	52	19	38	31	24	19	25	30	15	17
70	80	8	51	5	34	10	45	17	45	25	14	9	27	5	11	12
80	100	8	56	11	35	14	70	11	52	6	19	14	29	4	17	26



Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

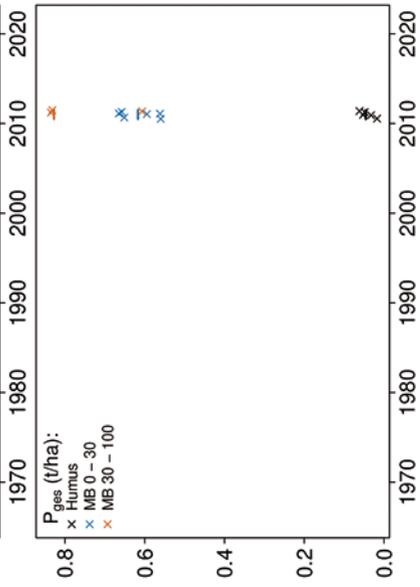
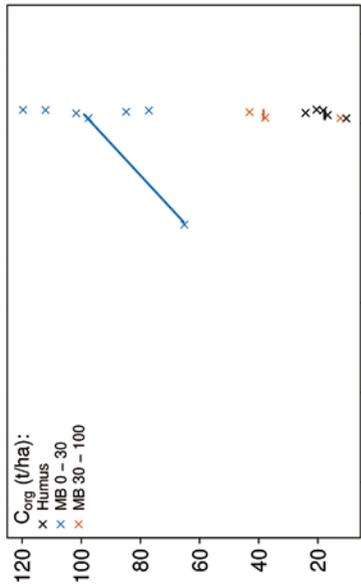


Witzenhausen Buche

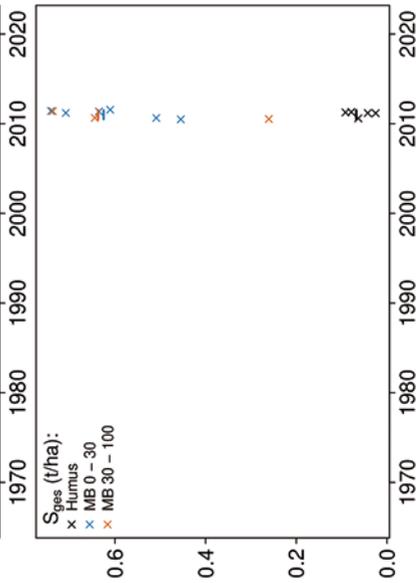
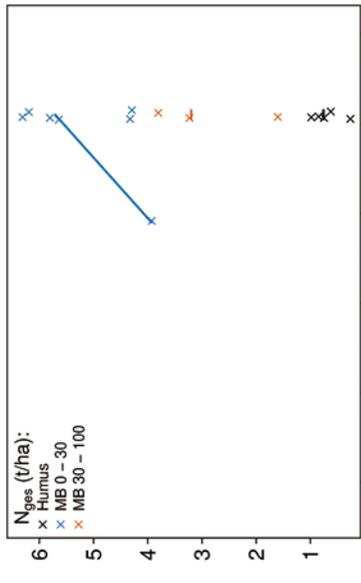


— 1999 — 2011

Vorratsänderungen (t/ha)



Witzenhausen Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus Lösslehm-Fließerden über Buntsandstein gebildet hat. Dieser relativ skeletthaltige Boden weist mäßige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} , zeigt für Blei (Pb) eine mittlere und für Kupfer (Cu) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen bis in 10 cm Tiefe zudem über dem Vorsorgewert und in 10-20 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe wird der halbe Vorsorgewert für Zink (Zn), ab 20 cm Tiefe für Nickel (Ni) und in 70-100 cm für Chrom (Cr) überschritten.

Die Gehalte der Humusaufgabe liegen für Cd, Kupfer (Cu), Pb und Zn über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Für Cu und Pb werden sie auch im Mineralboden überschritten.

In der Humusaufgabe sind die Pb-Gehalte auch höher als der kritische Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

Im Oberboden liegen die Pb-Gehalte bis in 20 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie stark ab. Für Cd und Cu sind sie im Oberboden ebenfalls höher (> Median) als in größerer Tiefe (25 %-Quartil – Median). Für Kobalt (Co), Cr und Ni liegen sie fast im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe über dem Median und nehmen mit zunehmender Tiefe leicht zu. Die Zn-Gehalte, die ebenfalls über dem Median liegen, sind im ganzen Profil ähnlich.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte fast aller Schwermetalle niedriger als der Median. Nur für Co und Cu überschreiten sie diesen Wert.

Ob sich die Schwermetall-Vorräte im Untersuchungszeitraum verändert haben, kann nicht beurteilt werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu, Pb und Zn kontaminiert, da Ihre Gehalte die Hintergrundwerte und für Pb sogar den kritischen Level überschreiten. Für Pb und in geringem Maße auch für Cd und Cu deutet sich eine Verlagerung von der Humusaufgabe in den Mineralboden an, was die erhöhten Gehalte im Oberboden für Cd, Cu und Pb, der I_{geo} -Wert für Cu und Pb, und die über den Vorsorgewerten liegenden Pb-Gehalte bis in 10 cm Tiefe zeigen. Im Vergleich zu der benachbarten Fichtenfläche WIZFI sind die Gehalte aller Schwermetalle, insbesondere von Pb, in der Humusaufgabe wesentlich geringer und die Cd-Gehalte im Mineralboden bis in 30 cm Tiefe höher.

WIZBU

Bewertung Schwermetalle (2011)

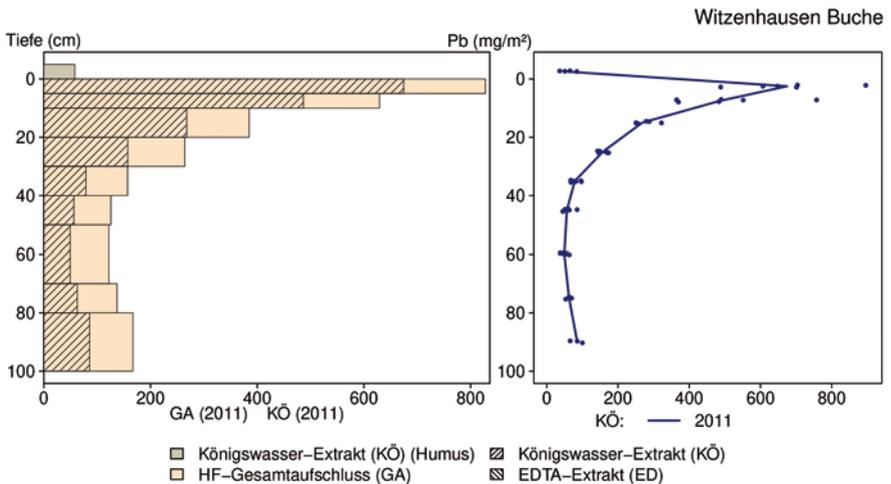
von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,08	1,77	11,37	5,70	5,41	79,12	30,42
5	10	0,05	3,17	12,53	3,23	6,10	53,74	31,42
10	20	0,05	5,37	13,17	2,74	7,04	30,21	36,11
20	30	0,05	6,29	13,79	2,49	8,32	15,38	40,08
30	40	0,04	5,40	13,24	2,29	8,76	10,26	39,01
40	50	0,04	4,94	12,78	2,17	9,39	8,14	36,13
50	70	0,03	4,39	13,10	2,31	9,24	7,21	32,89
70	80	0,04	5,14	16,98	2,86	11,58	8,32	39,31
80	100	0,03	4,81	16,93	2,67	11,06	8,69	35,79
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

> Vorsorgewert

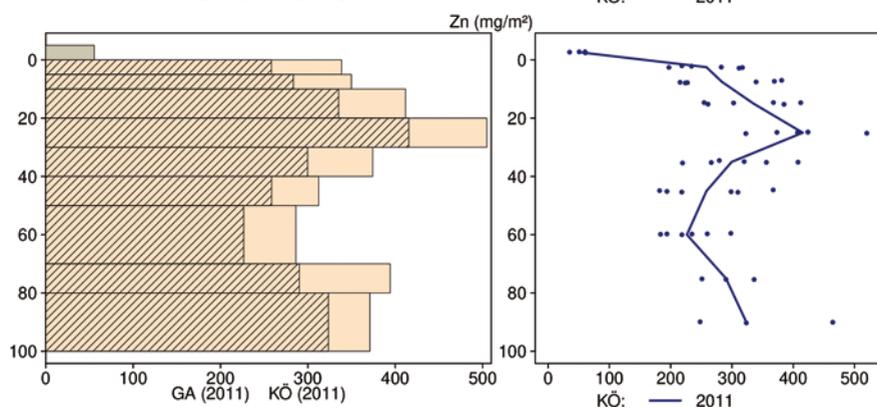
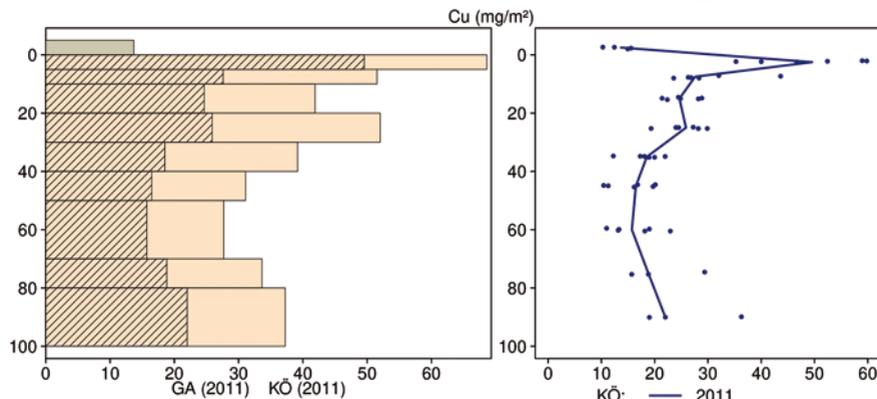
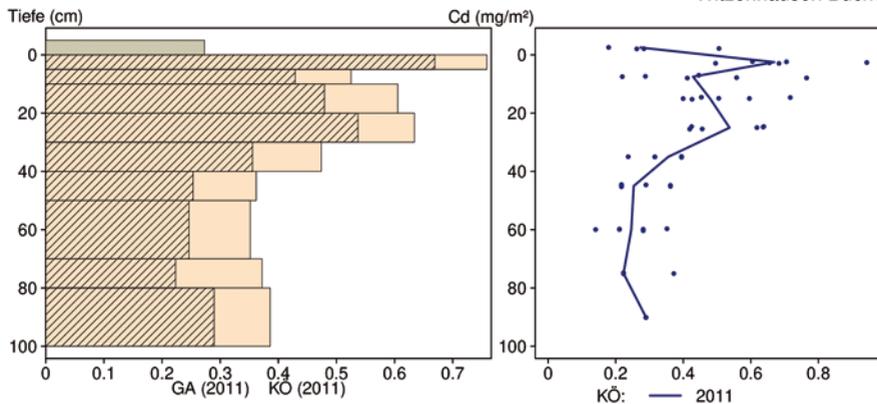
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

WIZBU

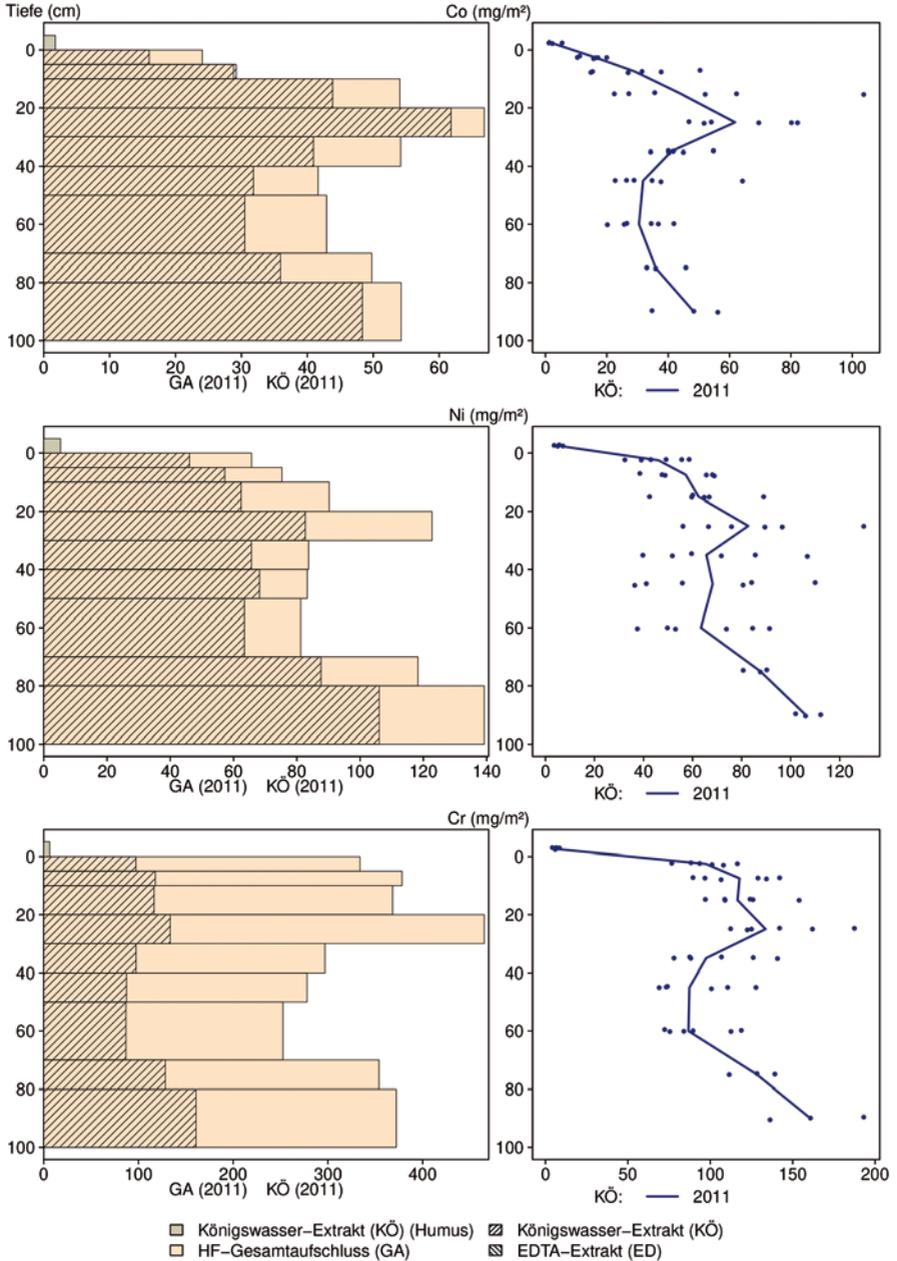


Witzenhausen Buche



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

Witzenhausen Buche



WIZBU

12.30 Witzenhausen Fichte (WIZFI)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Hessisch Lichtenau 2066B		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	553800			
Wuchsbezirk	UTM N	600/7/ WSW		
Kaufunger Wald	5682100			
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
stark subatlantisch	958	940	429	418
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	6,2	7,2	12,6	13,6
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Fläche wurde 2013 stillgelegt				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1999 und 2011, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
–				
weitere Untersuchungen				
Deposition, Baumwachstum, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalysen				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
Lößlehm-Fließerden über Buntsandstein	Böden aus basenarmem Festgestein		10-35 %, skelettreich	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
typischer feinhumusarmer Moder (MOA)	Braunerde		–	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
6.6.1.23	frisch, schwach mesotroph		133	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
5	–			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Fichte	–		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
99	20,2/0,9		schwache Hochdurchforstung	
sonstiges: Meteorologie und Luftqualität an der Luftmessstelle Witzenhausen (HLNUG)				

WIZFI

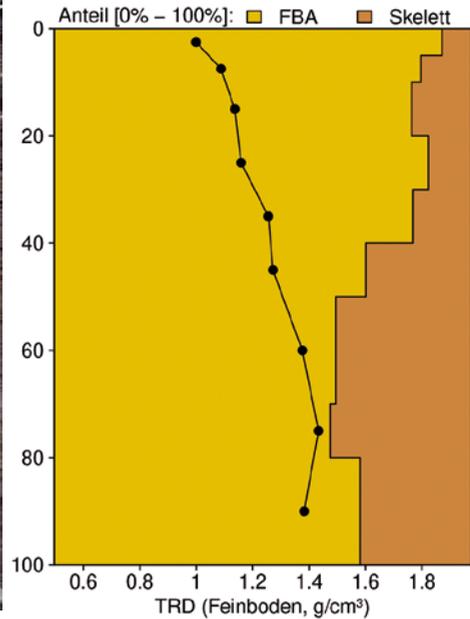
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-8 - -6	0	Vn	h7	Ld0	c0	3,6
Of	-6 - -3	0	Vn	h7	Ld0	c0	6,6
Oh	-3 - 0	0	Vn	h7	Ld0	c0	7,8
Ah	0 - 1	2	Ls2	h2	Ld2	c0	1,8
Bhv	1 - 6	7	Ls2	h1	Ld2	c0	7,9
Bv	6 - 39	7	Ls2	h0	Ld2	c0	52,2
Bv	39 - 77	15	Lt2	h0	Ld2	c0	48,5
Bv-Cv	77 - 100	25	Lt2	h0	Ld3	c0	22,4
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							132,7
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							150,7

Steinicke 1.11.2011



Bodenphysikalische Kenngrößen



WIZFI

Bodenanalytik 2011

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	36,0	4,7	10,1	4,4	0,14	31,8	8,3	11,0	4,61	3,97
Of	-	-	129	23,2	34,5	25,6	0,94	27,1	41,0	100	3,77	3,06
Oh	-	-	30,2	15,7	28,8	9,2	0,38	23,9	19,3	44,2	3,52	2,87
0 - 5	6,8	53,9	32,4	11,3	26,9	27,5	1,30	21,2	148	143	3,61	2,97
5 - 10	5,6	52,6	24,7	9,0	23,1	13,9	0,72	19,2	111	77,0	3,76	3,18
10 - 20	3,7	95,5	22,2	10,8	37,9	19,6	1,19	16,5	208	128	4,04	3,46
20 - 30	4,0	82,3	19,6	8,4	40,7	16,0	1,09	14,6	218	122	4,30	3,79
30 - 40	3,8	70,7	13,6	5,5	43,7	11,1	0,85	13,1	195	115	4,41	3,94
40 - 50	4,3	64,0	12,5	6,2	46,7	6,2	0,57	10,9	156	89,8	4,43	3,96
50 - 70	4,2	146	25,1	12,8	122	7,0	0,80	8,7	296	144	4,39	3,87
70 - 80	4,0	82,0	11,3	6,6	73,0	3,1	0,39	8,1	159	61,9	4,42	3,86
80 - 100	4,3	217	30,5	17,7	206	3,8	0,64	5,9	421	130	4,41	3,82
Σ L-100cm		864	387	132	694	147	9,01		1979	1167		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Fichtenbestand stockt auf einem mittelgründigen, schwach sandigen Lehmboden, der vergleichsweise skeletthaltig ist. Der Boden ist mäßig homogen, was die im Königswasser-aufschluss gemessenen Elementgehalte zeigen, deren Streuung mit Variationskoeffizienten von bis zu 40 % im Oberboden und bis zu 60 % im Unterboden recht hoch ist.

Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges der ersten Inventur wird auf die Veränderungen der Bodenvorräte an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Entsprechendes gilt auch für die bodenchemischen Indikatorvariablen.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2011 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei weitem bis mittlerem C/N- Verhältnis bis in 20 cm Tiefe und mäßig engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe.

Mit einem geringen Vorrat ist die Versorgung mit Calcium (Ca) schlechter als auf der benachbarten Buchenfläche (WIZBU). Für Kalium (K) ist er mit einem mittleren Vorrat besser, für Magnesium (Mg) mit einem mäßigen Vorrat gleich.

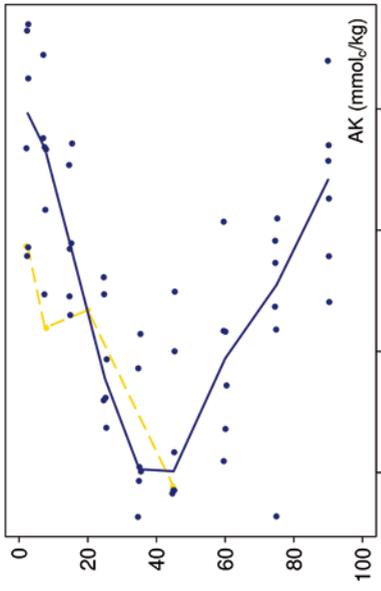
Mit einem Vorrat von 1979 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2011 zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen und ist damit wesentlich höher als im Boden der Fläche WIZBU.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2011 mit 1167 kg/ha zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil mit hohen Anteilen bis in 5 cm Bodentiefe und stark abnehmenden Gehalten mit zunehmender Tiefe. Dass der S-Vorrat im Boden dieser Fläche trotz der größeren Filterwirkung von Nadelbäumen nicht höher als im Boden der Buchenfläche ist, könnte an der 40 Jahre späteren Begründung des Bestandes liegen.

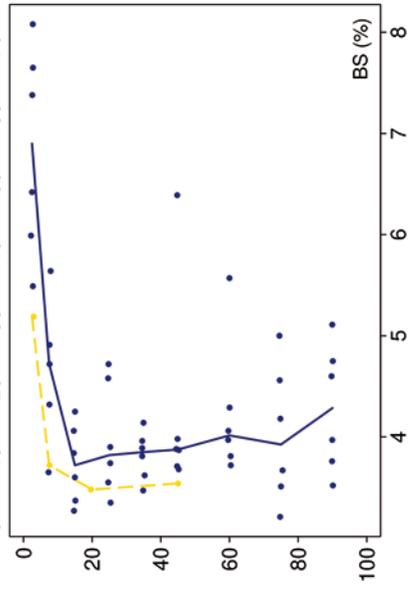
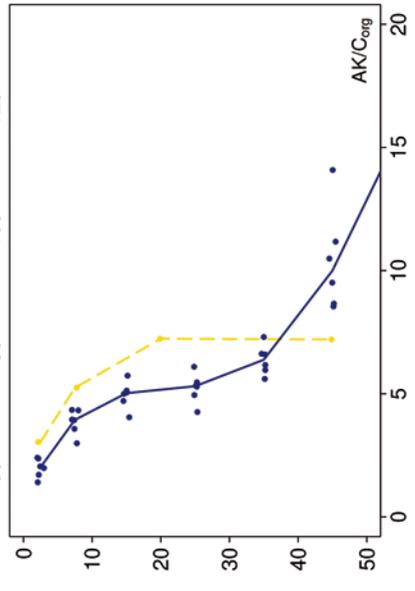
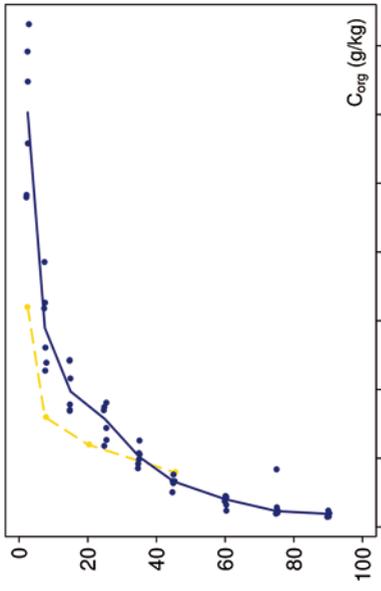
Säure-Base-Status und -Dynamik

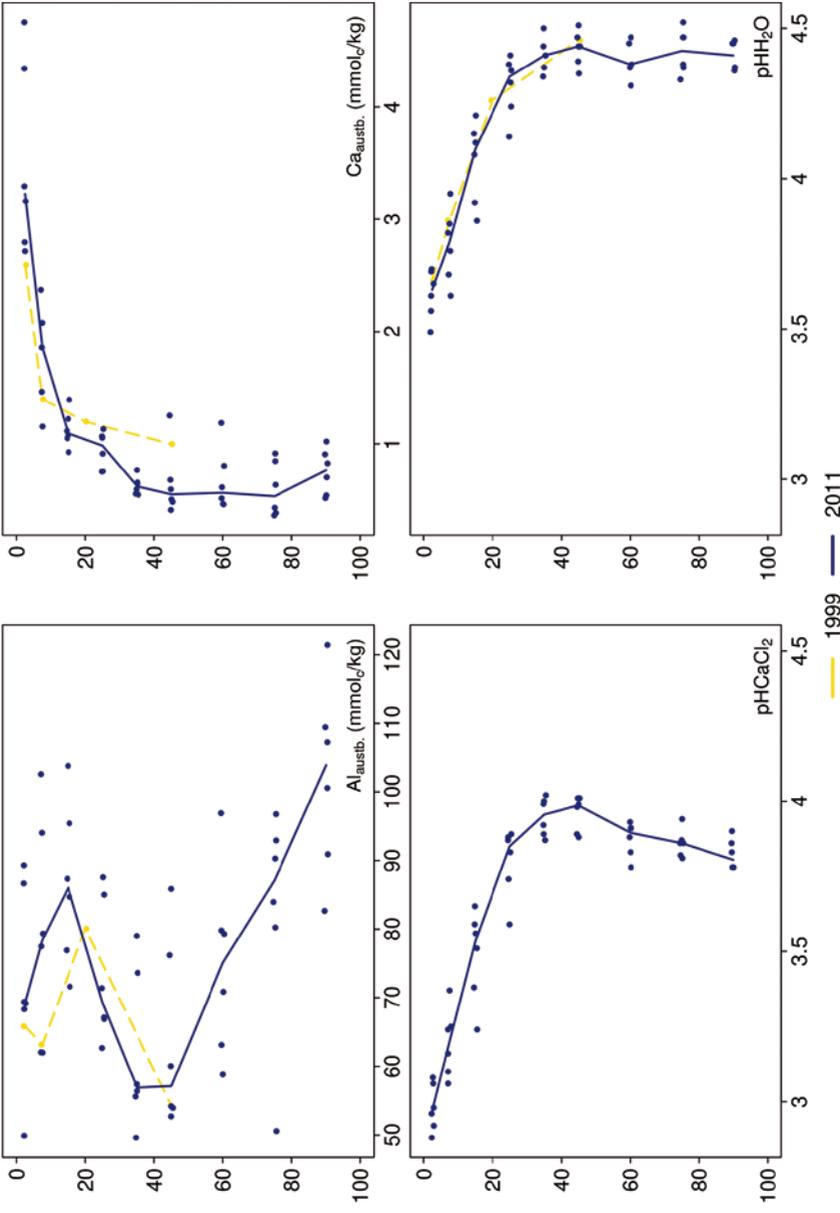
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Eisen-Aluminium-Pufferbereich, bis in 20 cm Tiefe dem Aluminium- und in größerer Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1983) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden mit einer Basensättigung von unter 7 % durchgehend basenarm (Typ 5 – Kölling et al. 1996) und damit tiefgründiger versauert als der Boden der benachbarten Fläche WIZBU.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



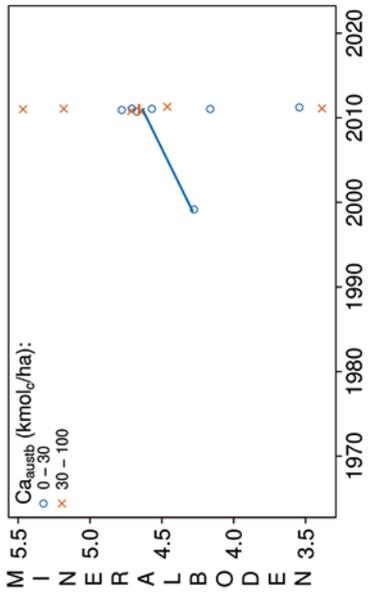
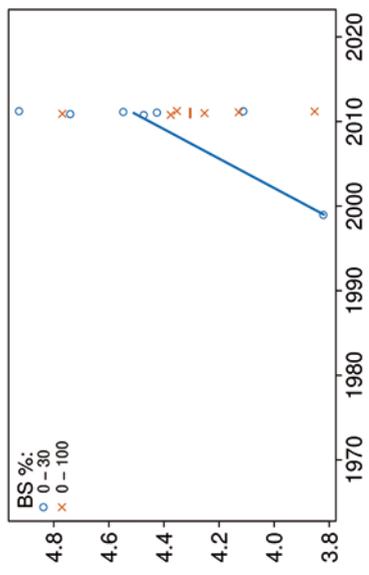
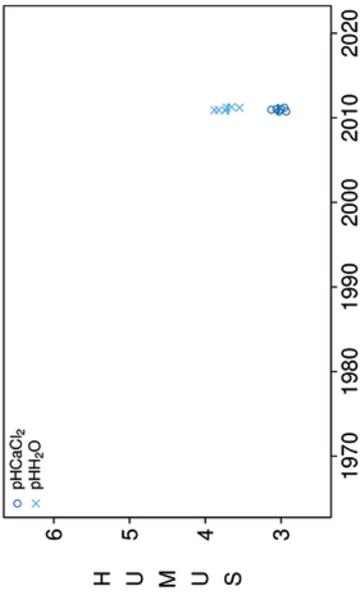
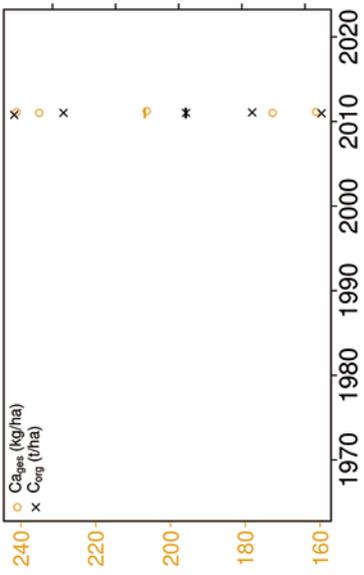
Witzhausen Fichte





Vorrats- und pH-Änderungen

Witzenhausen Fichte



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2011)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	12,63	0,15	13,22	2,95	1,65	0,19	0,32	0,31	0,032	2,21	13,57	5,32	6,13	63,71	26,75
5	10	14,52	0,11	14,91	3,34	2,10	0,35	0,23	0,16	0,020	3,28	14,93	2,76	7,34	47,10	30,06
10	20	16,65	0,10	15,15	3,50	2,34	0,57	0,21	0,13	0,024	4,45	16,35	2,26	9,00	28,94	33,83
20	30	17,71	0,09	15,41	3,58	2,48	0,69	0,21	0,12	0,028	5,60	16,83	1,96	9,33	16,61	36,21
30	40	18,75	0,09	16,73	4,06	2,85	0,70	0,18	0,11	0,032	6,54	18,18	1,88	11,62	10,12	39,54
40	50	20,12	0,08	19,14	5,07	3,39	0,62	0,16	0,09	0,033	6,90	20,55	1,99	13,45	7,96	40,35
50	70	21,00	0,06	18,98	6,05	3,86	0,44	0,16	0,08	0,036	6,86	21,71	2,03	15,12	6,11	38,58
70	80	21,82	0,06	19,22	6,39	4,04	0,36	0,17	0,07	0,038	6,35	22,02	2,12	16,27	5,43	36,41
80	100	24,13	0,04	24,21	7,56	4,79	0,57	0,21	0,06	0,075	7,55	23,97	2,29	21,50	5,28	38,79

bis 25%-Quartil
 25 %-Quartil - Med.
 Med. - 75 %-Quartil
 75 %-Quartil - Max.

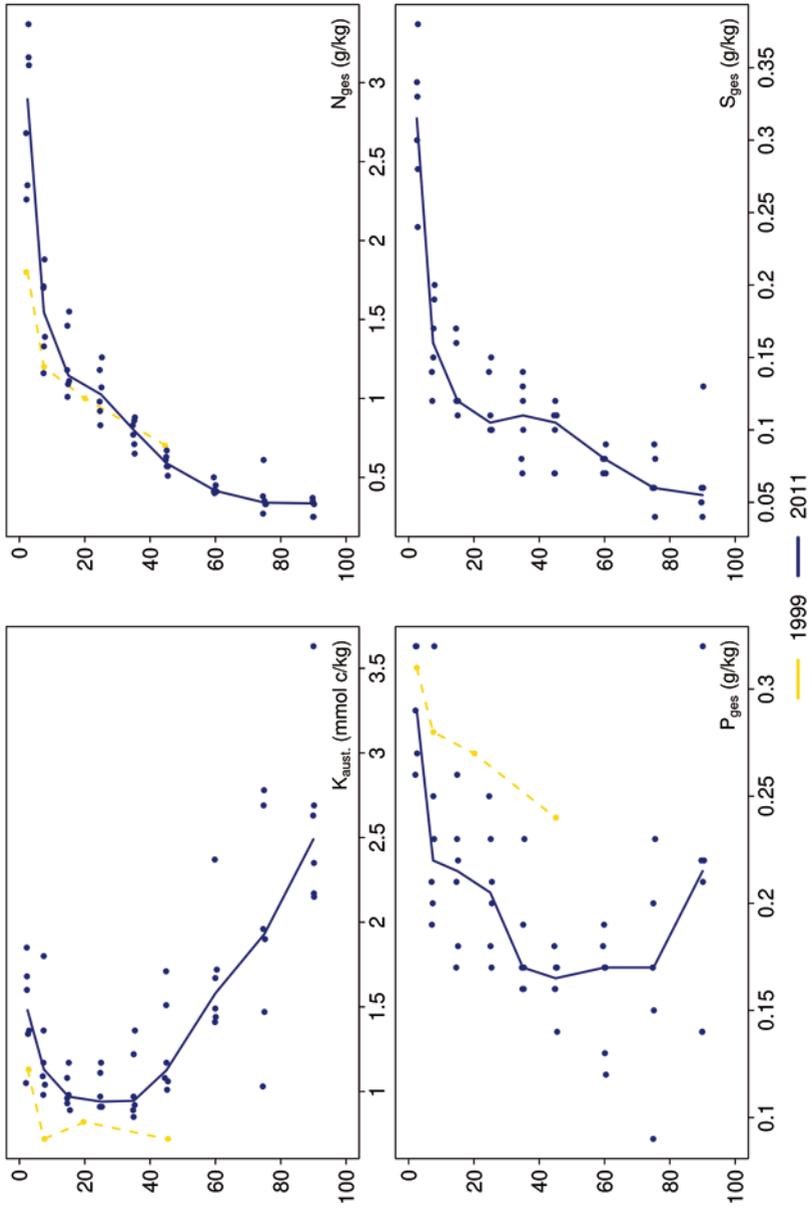
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2011)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	19	17	23	17	24	47	20	14	14	27	20	15	24	16	20
5	10	19	19	21	12	22	53	18	17	26	31	19	20	24	13	24
10	20	16	21	17	13	24	44	14	18	31	27	18	15	15	10	24
20	30	15	27	15	12	22	40	13	17	26	24	15	13	22	13	21
30	40	14	30	22	14	23	48	14	25	26	19	16	16	22	24	22
40	50	10	39	21	19	21	24	8	21	19	17	13	17	16	24	15
50	70	13	40	19	21	21	28	16	9	21	13	15	14	22	11	12
70	80	14	37	38	26	21	59	26	25	34	25	20	22	19	23	9
80	100	15	29	56	26	21	117	29	44	57	20	20	19	17	18	8

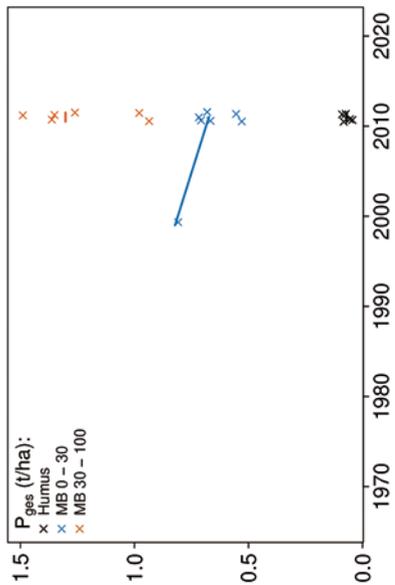
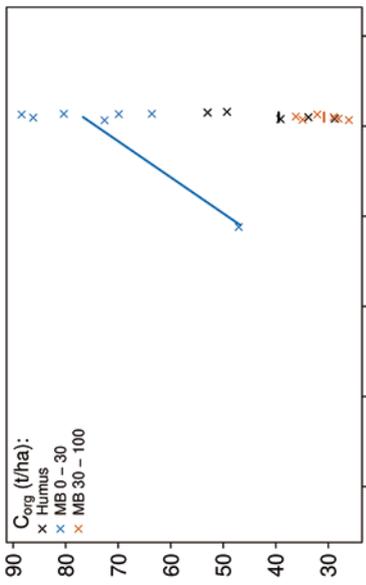
0-20%
 20-50%
 >50%

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

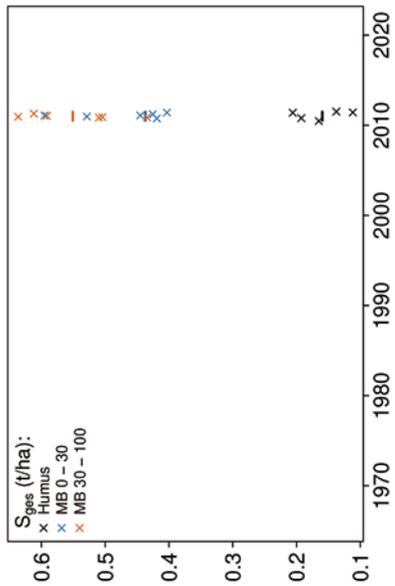
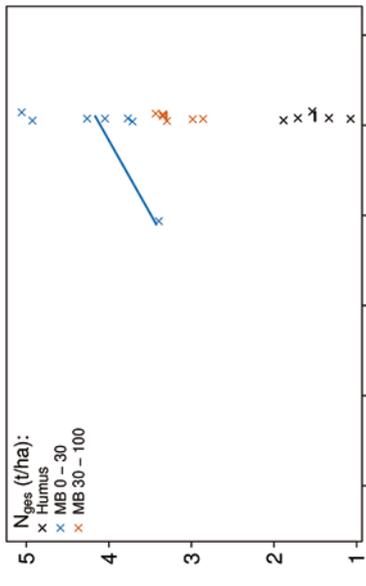
Witzenhausen Fichte



Vorratsänderungen (t/ha)



Witzenhausen Fichte



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus Lösslehm-Fließerden über Buntsandstein gebildet hat. Dieser relativ skeletthaltige Boden weist mäßige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} , zeigt für Blei (Pb) eine mittlere und für Cadmium (Cd) und Kupfer (Cu) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte überschreiten bis in 10 cm Tiefe den Vorsorgewert, und in 10-20 cm Tiefe den halben Vorsorgewert der BBodSchV. Ab 5 cm Tiefe wird der halbe Vorsorgewert für Zink (Zn), und ab 10 cm Tiefe für Chrom (Cr) überschritten. Die Nickel (Ni)-Gehalte liegen in 5-50 cm über dem halben und in größerer Tiefe sogar über dem Vorsorgewert.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte aller Schwermetalle mit Ausnahme von Cr höher als die Hintergrundwerte von Waldböden (Bommarez et al. 2021). Im Mineralboden werden sie für Cr, Ni und Pb überschritten.

Für Pb überschreiten sie in der Humusaufgabe auch den kritischen Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

Im Mineralboden liegen die Pb-Gehalte bis in 20 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen und nehmen mit zunehmender Tiefe auf sehr niedrige Werte ab. Die Cd- und Cu-Gehalte sind in 0-5 cm Tiefe höher als in größerer Tiefe, jedoch im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe niedriger als der Median. Die Kobalt (Co)-, Chrom (Cr)-, Nickel (Ni)- und Zn-Gehalte sind im ganzen Profil höher als der Median und nehmen mit Ausnahme von Zn mit zunehmender Tiefe noch leicht zu. Auffällig ist die Tiefenstufe 80-100 cm mit vergleichsweise hohen Cd-, Co-, Cr-, und Ni-Gehalten.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte aller Schwermetalle höher als der Median, und für Cr, Cu und Pb mit Gehalten im oberen Quartil sogar besonders hoch.

Ob sich die Schwermetall-Vorräte im Untersuchungszeitraum verändert haben, kann nicht beurteilt werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusaufgabe ist durch Cd, Cu, Ni, Pb und Zn kontaminiert, da ihre Gehalte die Hintergrundwerte und für Pb sogar den kritischen Level überschreiten. Für Pb, in geringem Maße auch für Cd und Cu, deutet sich eine Verlagerung von der Humusaufgabe in den Mineralboden an. Dies zeigen der I_{geo} -Wert, die erhöhten Werte im Oberboden und die Überschreitung der Hintergrund- und Vorsorgewerte für Pb im Oberboden. Im Vergleich zur benachbarten Buchenfläche WIZBU sind die Gehalte aller Schwermetalle, insbesondere von Pb (3-mal), in der Humusaufgabe wesentlich höher. Die Ursache hierfür könnte die ganzjährige Benadelung der Bäume sein, die im Herbst und Winter mehr Stoffe als Laubbäume aus der Luft auskämmen können. Auffällig sind die im Vergleich zur Buchenfläche sehr viel niedrigeren Cd-Gehalte im Mineralboden bis in 30 cm Tiefe und die schwermetallreichere Schicht in 90-100 cm Tiefe.

WIZFI

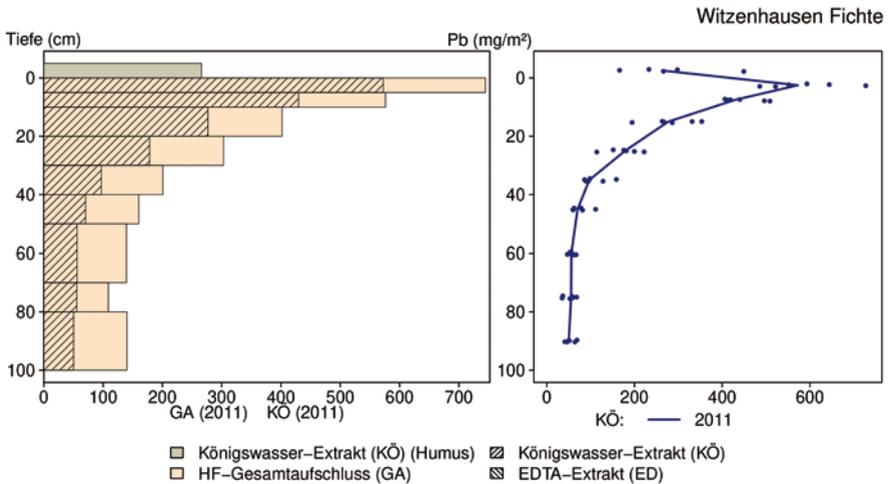
Bewertung Schwermetalle (2011)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,03	2,21	13,57	5,32	6,13	63,71	26,75
5	10	0,02	3,28	14,93	2,76	7,34	47,10	30,06
10	20	0,02	4,45	16,35	2,26	9,00	28,94	33,83
20	30	0,03	5,60	16,83	1,96	9,33	16,61	36,21
30	40	0,03	6,54	18,18	1,88	11,62	10,12	39,54
40	50	0,03	6,90	20,55	1,99	13,45	7,96	40,35
50	70	0,04	6,86	21,71	2,03	15,12	6,11	38,58
70	80	0,04	6,35	22,02	2,12	16,27	5,43	36,41
80	100	0,07	7,55	23,97	2,29	21,50	5,28	38,79
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

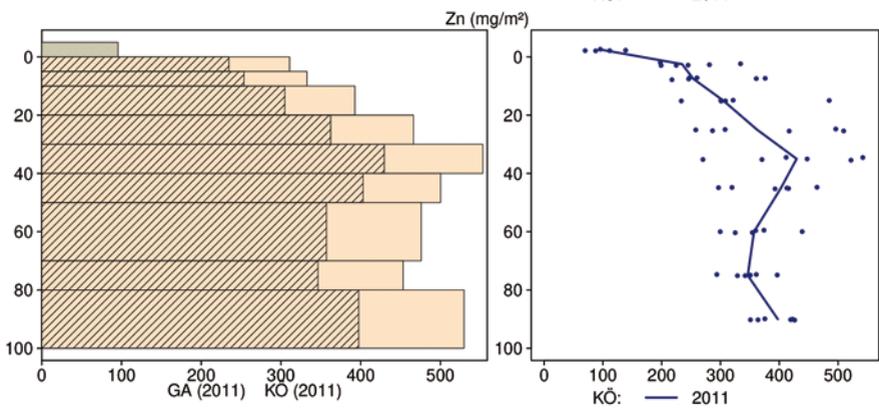
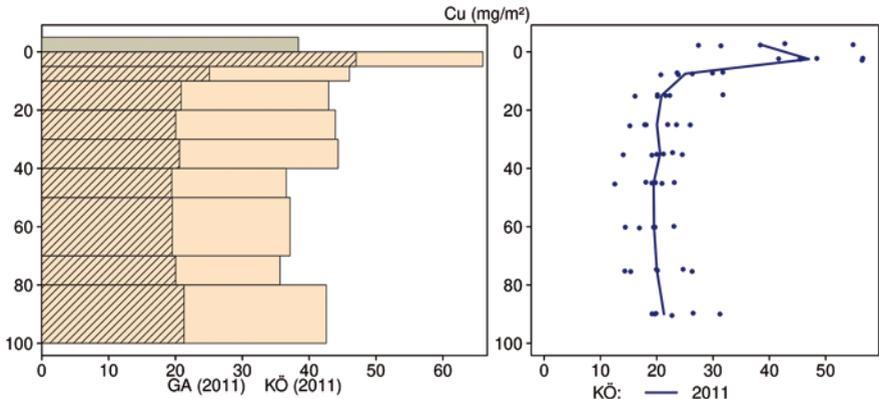
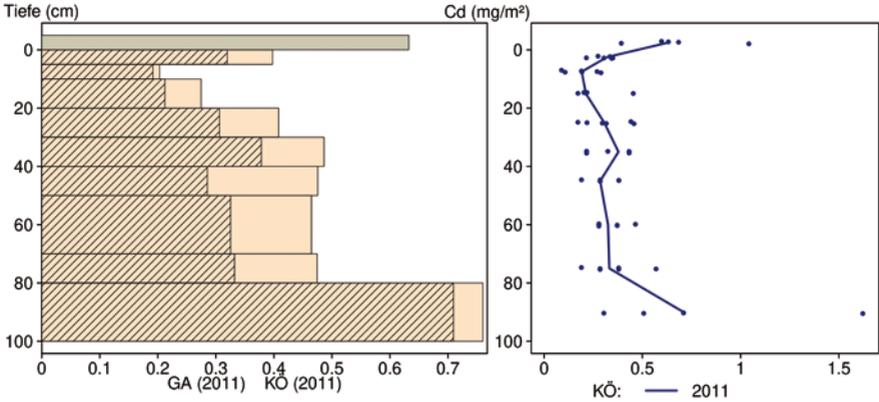
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



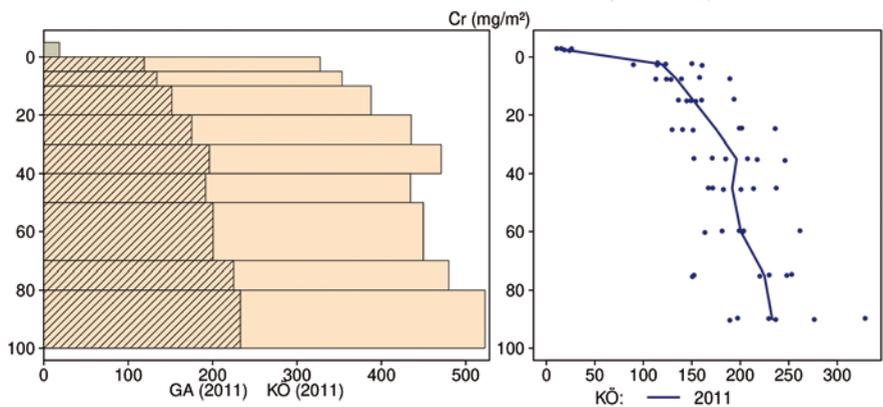
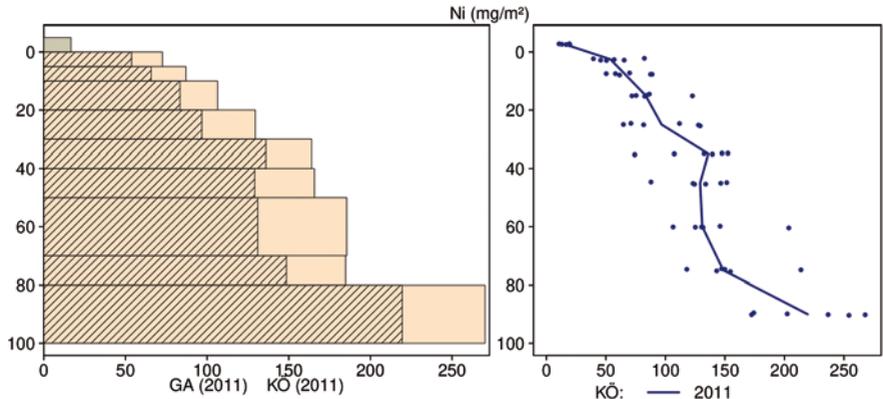
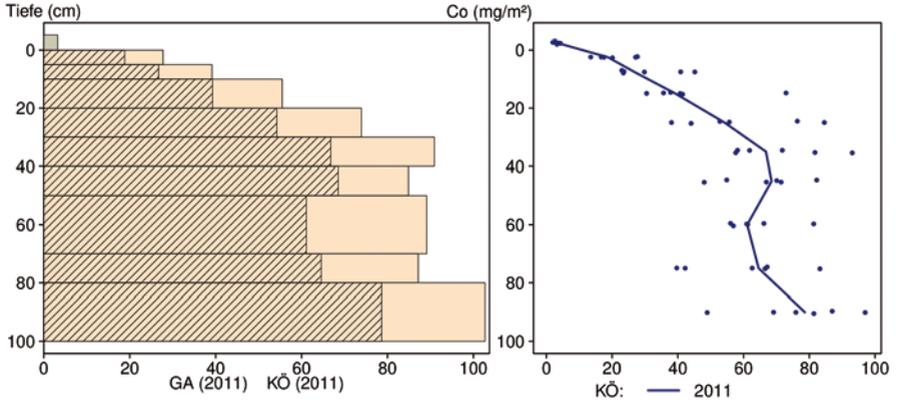
Witzenhausen Fichte



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

WIZFI

Witzenhausen Fichte



Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
 Königswasser-Extrakt (KÖ)
 HF-Gesamtaufschluss (GA)
 EDTA-Extrakt (ED)

WIZFI

12.31 Ihlow Eiche (IHEI)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Neuenburg 1025		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>	UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>		
Niedersächsischer Küstenraum	397100			
<i>Wuchsbezirk</i>	UTM N	3/0/-		
Ostfriesisch-Oldenburgische Geest	5918700			
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	799	830	362	383
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,8	9,9	14,7	15
Monitoringprogramme				
BDF-F 11 (Standard)				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische und mikrobiologische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1992, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1992, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1992-2002, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
eiszeitliche fluviale Ablagerungen aus Mittel- und Feinsand	Böden aus basenarmem Lockergestein		< 1 %, sehr skelettarm	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
typischer Moder (MOT)	Gley-Plaggenesch		Gleyic Podzol	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
33.3.2.2 E1	feucht, meostroph		127	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
5 nach 4	3 t/ha, vor 1993			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Eiche	Rotbuche		Pfeifengras-Buchen-Stieleichenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
167	2,1/2,4		-	
sonstiges: Fläche wegen Eichenprozessionsspinnerbefall vorübergehend stillgelegt				

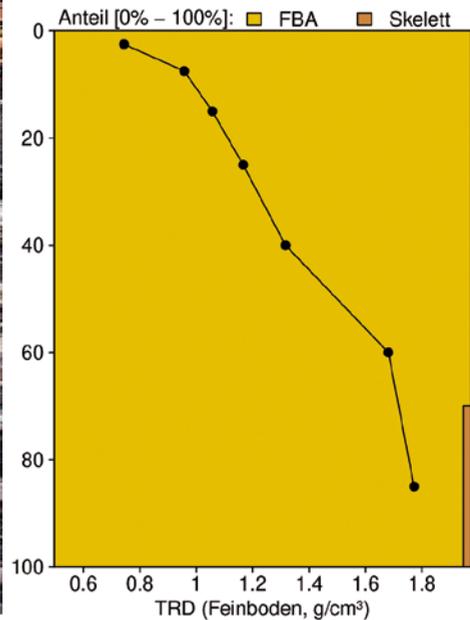
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5.5 - -4.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-4.5 - -0.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	8,8
Oh	-0.5 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,3
E-Ah	0 - 20	0	mSfs	h4	Ld2	c0	30,0
E	20 - 56	0	mSfs	h4	Ld2	c0	54,0
IIbsh	56 - 63	0	mSfs	h1	Ld2	c0	7,0
IIgo	63 - 75	6	mSfs	h0	Ld2	c0	11,3
IIgr	75 - 100	10	mSfs	h0	Ld4	c0	24,8
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							127,0
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							138,9

Steinicke 10.4.2012



Bodenphysikalische Kenngrößen



IHEI

Bodenanalytik 2012

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	29,7	7,0	6,1	2,6	0,09	29,3	4,7	6,7	5,06	4,42
Of	-	-	308	81,4	73,3	48,1	2,21	21,8	73,4	215	4,20	3,24
Oh	-	-	67,9	26,6	28,6	20,4	1,06	19,3	47,0	128	3,89	3,07
0 - 5	26,3	42,2	107	33,9	23,2	45,4	2,49	18,2	176	337	4,04	3,18
5 - 10	13,7	43,9	46,0	19,6	19,9	35,5	1,95	18,2	191	346	3,99	3,28
10 - 20	8,8	76,8	44,5	22,6	34,3	65,3	3,52	18,5	366	641	4,22	3,54
20 - 30	7,1	45,5	21,5	9,8	13,6	29,2	1,55	18,9	220	236	4,48	3,88
30 - 50	8,0	71,8	30,2	14,6	21,2	38,2	1,98	19,4	230	261	4,62	4,07
50 - 70	15,5	51,3	57,5	31,2	40,8	11,1	0,73	15,3	123	161	4,74	4,18
70 - 100	23,1	92,6	282	153	111	4,7	0,47	10,2	197	117	4,78	4,16
Σ L-100cm		424	995	400	371	300	16,0		1630	2447		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Eichen und Rotbuchen stockt auf einem Gley-Plaggenesch, der ein sehr tiefgründiger, skelettarmer Sandboden ist. Der Boden der Fläche wurde in den 80er Jahren zwischen den Baumreihen gepflügt, wodurch humusarme Gräben zwischen den Bäumen und humusreiche Bereiche in der Nähe der Bäume entstanden sind. Die Elementgehalte streuen deshalb stark. Besonders hoch ist die Variabilität ab 70 cm Tiefe. Vor 1993 wurde die Fläche mit 3 t/ha gekalkt. Über den genauen Zeitpunkt der Kalkung und die Art des Kalkes ist leider nichts bekannt. Hervorzuheben ist auch der sehr hohe Grundwasserflurabstand (<1 m).

Nährelementstatus

Die Vorräte an Stickstoff (N) und Kohlenstoff (C) sind 2012 mit hoch zu bewerten (Forstliche Standortaufnahme 2016). Diese hohen Vorräte sind wahrscheinlich das Resultat des Ausbringens von Plaggen zur Melioration des ursprünglich sehr armen Sandbodens. Eine zeitliche Veränderung der Vorräte konnte nicht festgestellt werden.

Die Auswirkungen der Kalkung zeigen sich in geringem Maße in der Humusaufgabe und im oberen Mineralboden in 0-5 cm Tiefe. Hier sind die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Gehalte deutlich höher als im restlichen Profil. Zwischen 1992 und 2012 haben die Ca- und Mg-Vorräte im Oberboden leicht zugenommen. Insgesamt sind die Ca- und Mg-Vorräte als mittel und die Kalium (K)-Vorräte als gering zu bewerten.

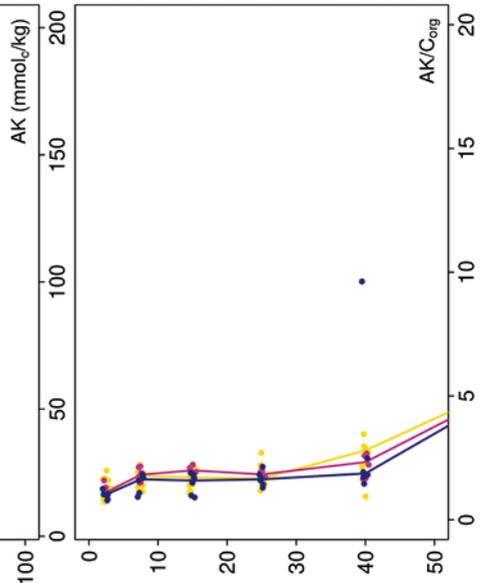
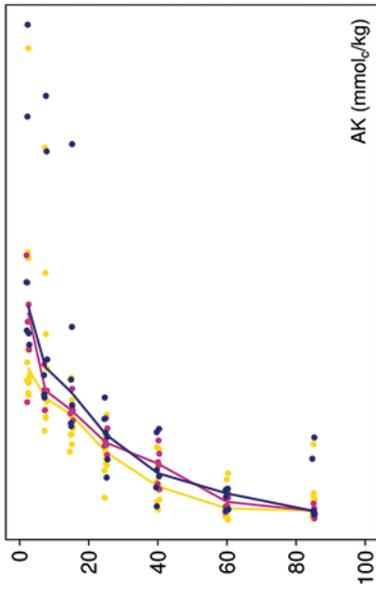
Mit einem Vorrat von 1630 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2012 zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen. Im Mineralboden haben die P-Vorräte zwischen 2002 und 2012 leicht abgenommen, in der Humusaufgabe veränderten sie sich nur wenig.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2012 mit 2447 kg/ha im oberen Quartil, mit hohen Werten bis in 30 cm Tiefe. Da die S-Gehalte im gesamten Profil, vor allem bis in 20 cm Tiefe, sehr stark streuen, ist kein Trend zu erkennen.

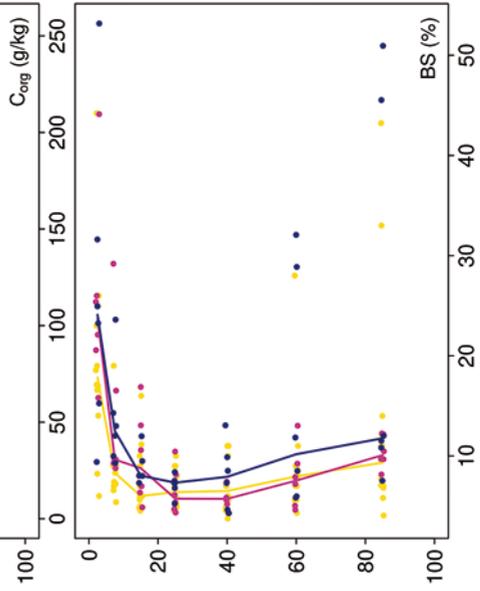
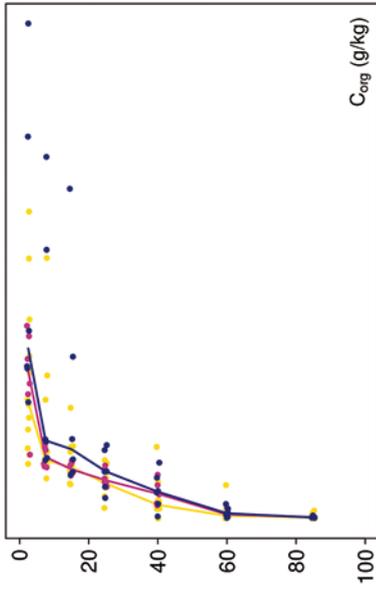
Säure-Base-Status und -Dynamik

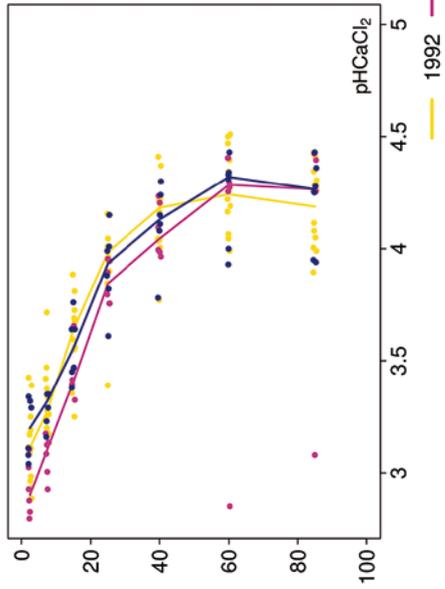
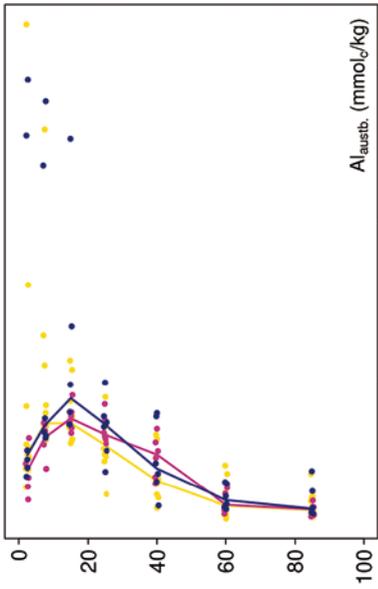
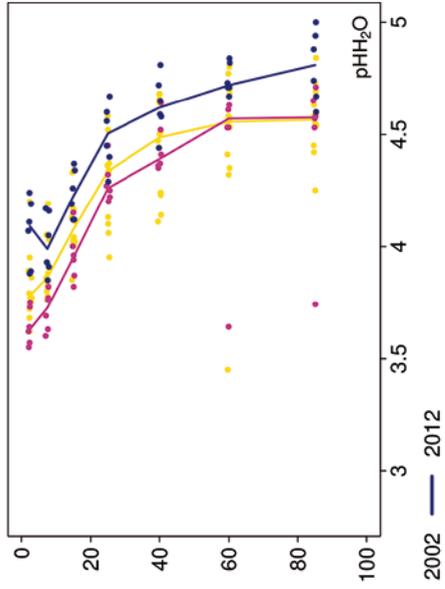
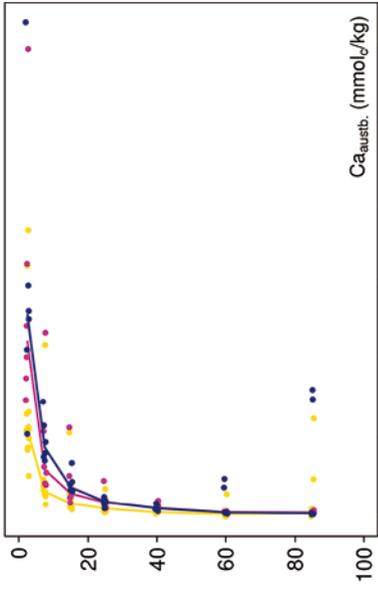
Der versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Austausch-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Vertikalgradient der Basensättigung zeigt in 0-5 cm und in Tiefen >1m Basensättigungen von >20 % (Typ 4 – Kölling et al. 1996). Bei der Basensättigung zeigt sich im Oberboden zwischen 1992 und 2002 ein leicht positiver Trend.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

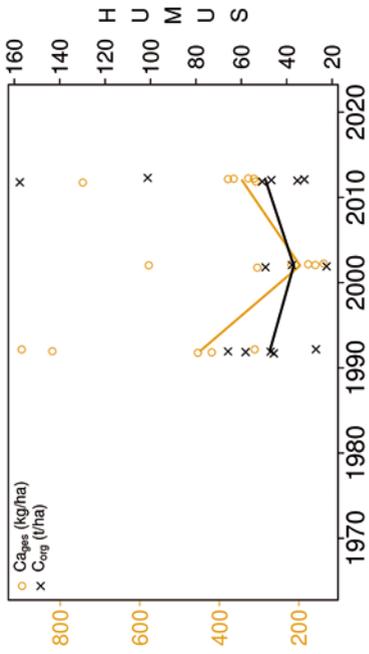


Ihlow Eiche

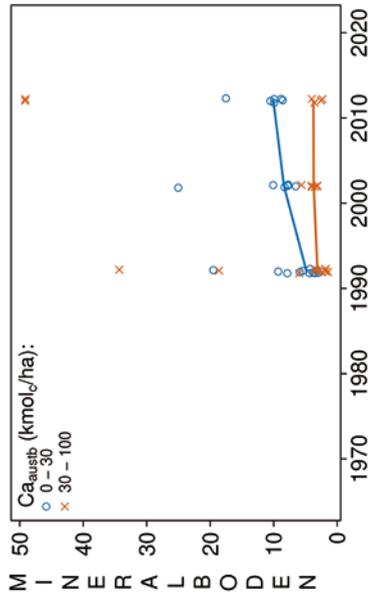
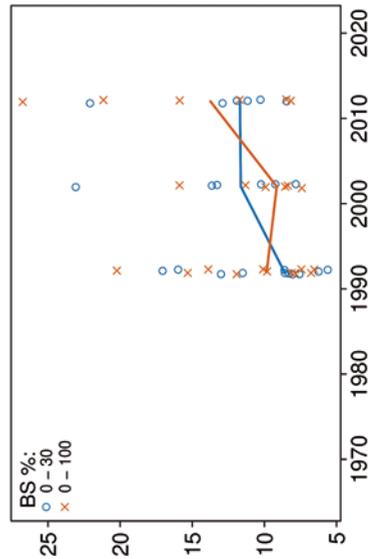
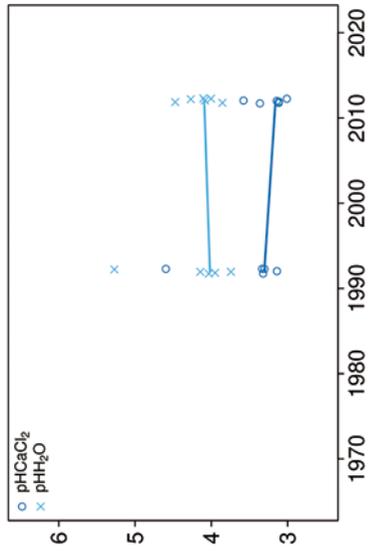




Vorrats- und pH-Änderungen



Ihlow Eiche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2012)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	3,84	0,36	2,33	0,32	0,25	0,02	0,49	1,00	0,073	0,56	4,31	4,33	2,06	33,78	12,62
5	10	3,98	0,16	2,38	0,31	0,22	0,01	0,40	0,80	0,067	0,46	4,31	2,52	1,55	22,39	7,14
10	20	4,27	0,12	2,25	0,31	0,22	0,01	0,34	0,62	0,085	0,43	4,40	2,14	1,54	15,70	6,77
20	30	4,14	0,12	2,27	0,32	0,24	0,02	0,19	0,20	0,120	0,39	4,36	1,35	1,43	6,88	4,99
30	50	4,57	0,14	2,26	0,41	0,29	0,02	0,09	0,10	0,030	0,51	4,75	0,86	1,76	3,10	5,88
50	70	4,75	0,17	2,64	0,57	0,39	0,03	0,04	0,05	0,004	0,68	5,46	0,79	2,28	2,29	6,30
70	100	6,11	0,21	3,43	0,91	0,64	0,04	0,04	0,02	0,005	0,95	7,01	1,66	3,10	2,79	7,74

□ bis 25%-Quartil

□ 25%-Quartil - Med.

□ Med. - 75%-Quartil

□ 75%-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2012)

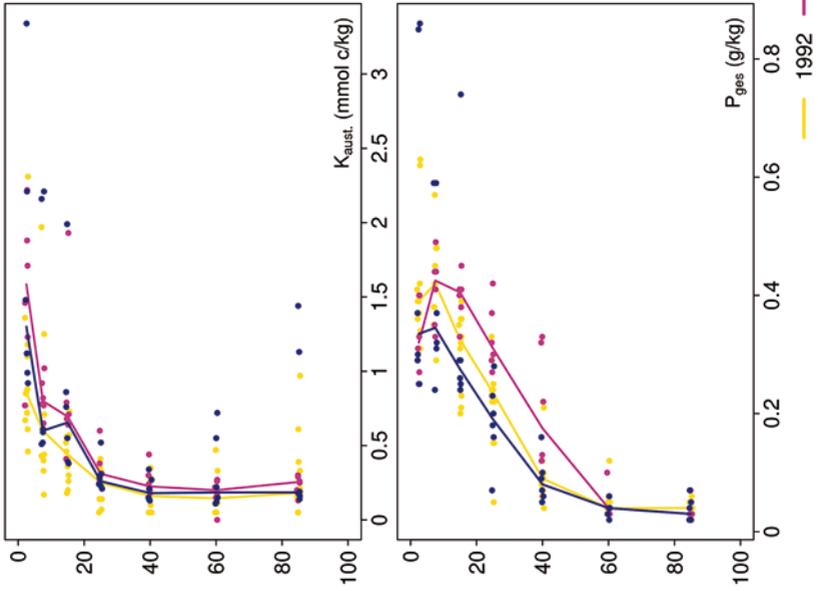
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	59	40	26	19	18	26	54	92	53	58	17	54	40	30	49
5	10	40	17	14	14	10	7	34	115	27	48	7	73	35	40	43
10	20	29	12	25	11	13	14	51	105	36	40	12	77	31	61	53
20	30	16	21	27	25	18	30	34	44	67	25	12	22	14	28	15
30	50	15	28	17	26	24	33	40	42	80	29	12	34	19	25	23
50	70	12	14	38	32	24	12	31	50	26	13	16	65	13	25	16
70	100	61	33	56	77	79	12	49	25	36	49	63	92	54	59	60

□ 0-20 %

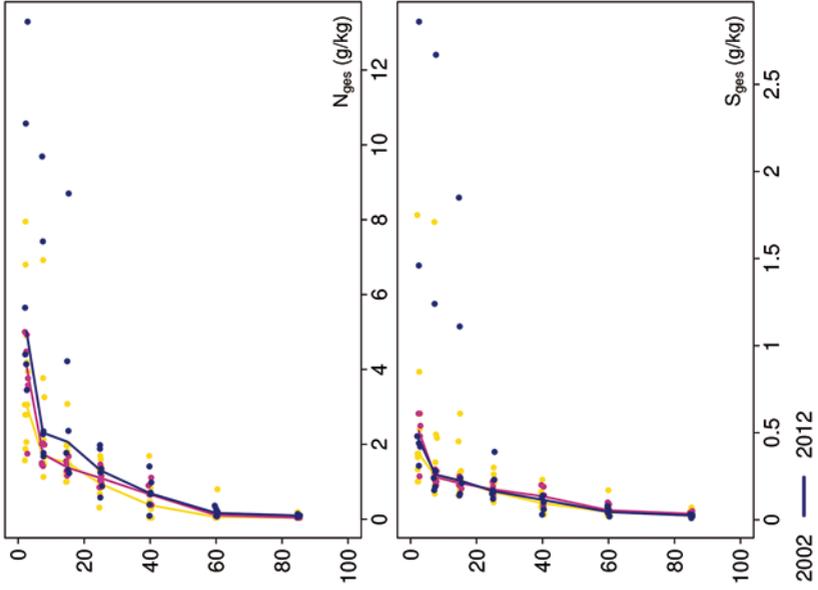
□ 20-50 %

□ >50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

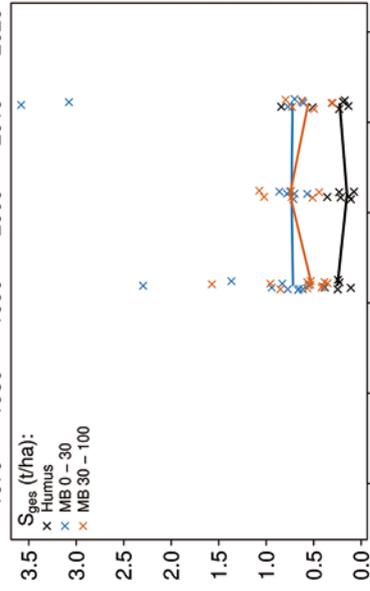
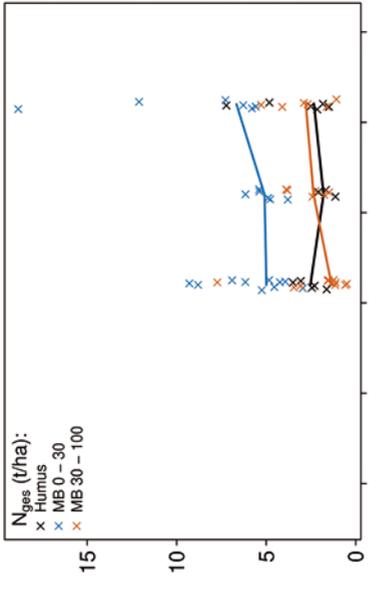
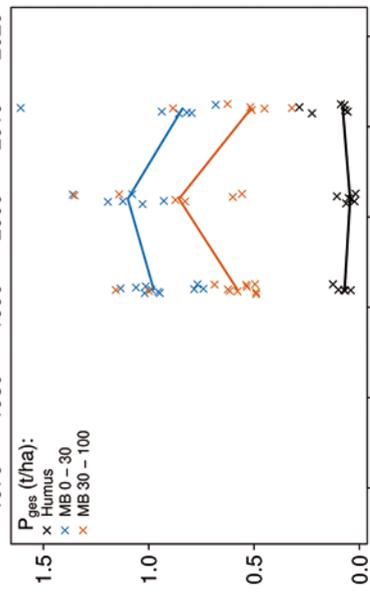
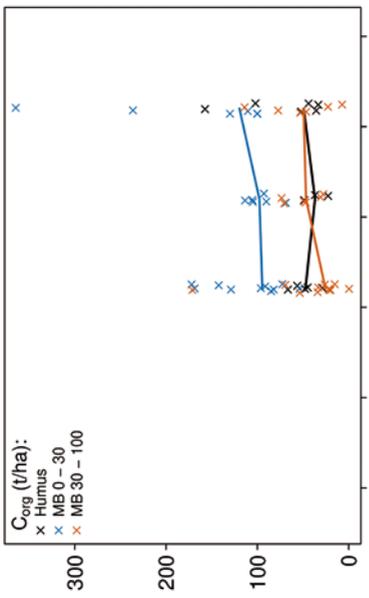


Ihlow Eiche



Ihlow Eiche

Vorratsänderungen (t/ha)



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein fast skelettfreier reiner Sandboden mit niedrigen Schwermetallgehalten geogenen Ursprungs. Bemerkenswert sind die humusreichen Bereiche in der Nähe der Bäume und die humusarmen Gräben zwischen den Bäumen, die durch das Pflügen der Fläche entstanden sind, sowie der sehr hohe Grundwasserstand (<1 m).

Der I_{geo} zeigt für Cadmium (Cd) und für Blei (Pb) eine mittlere und für Kupfer (Cu) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen in 0-10 cm zudem über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV.

In der Humusaufgabe überschreiten die Pb-Gehalte auch den Hintergrundwert von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden werden sie nicht überschritten.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Cd-Gehalte liegen in 0-10 cm Tiefe über dem Median der Gehalte aller Flächen, steigen bis in 30 cm Tiefe auf sehr hohe Werte an (oberes Quartil) und nehmen danach wieder auf sehr niedrige Werte ab (unteres Quartil). Im Gegensatz hierzu sind die Pb-Gehalte bis in 5 cm Tiefe sehr hoch (oberes Quartil), liegen bis in 20 cm Tiefe noch über dem Median und nehmen mit zunehmender Tiefe ebenfalls auf sehr niedrige Werte ab (unteres Quartil). Für Cu ist der Verlauf auf niedrigerem Niveau, ähnlich wie bei Pb. Bei Zink (Zn) sind nur in 0-5 cm Tiefe leicht erhöhte Werte zu finden, in größerer Tiefe sind sie im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe sehr niedrig. Die Kobalt (Co), Chrom (Cr) und Nickel (Ni)-Gehalte sind im ganzen Profil gering.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte aller Schwermetalle mit Ausnahme von Cu und Pb sehr niedrig. Für Cu- und Pb-Gehalte liegen sie jedoch deutlich unter dem Median.

Ob sich die Schwermetall-Vorräte zwischen 1992 und 2012 in der Humusaufgabe verändert haben, kann aufgrund der hohen Streuung der Messwerte nicht beurteilt werden. Für den Mineralboden können ebenfalls keine Aussagen gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

IHEI

Die Humusaufgabe ist nur durch Pb und Cu geringfügig kontaminiert. Im Oberboden sind die Gehalte von Cd, Pb, Cu und Zn höher als im Unterboden, wobei eine Verlagerung von Cd und Pb bis in größere Tiefen als bei Cu und Zn festzustellen ist. Dass Cd in größere Tiefe (50 cm) als Pb (30 cm) vorgedrungen ist, könnte an der höheren Mobilität dieses Elements liegen. Interessant ist die Tatsache, dass die Humusaufgabe nur wenig belastet ist, sich die im Wesentlichen über den Luftweg eingetragenen Schwermetalle im Mineralboden angereichert haben und für Cd in 0-10 cm Tiefe wesentlich niedrigere Gehalte als in der darunter liegenden Schicht zu finden sind. Die Ursache hierfür könnte an dem sehr hohen, schwankenden Grundwasserstand liegen.

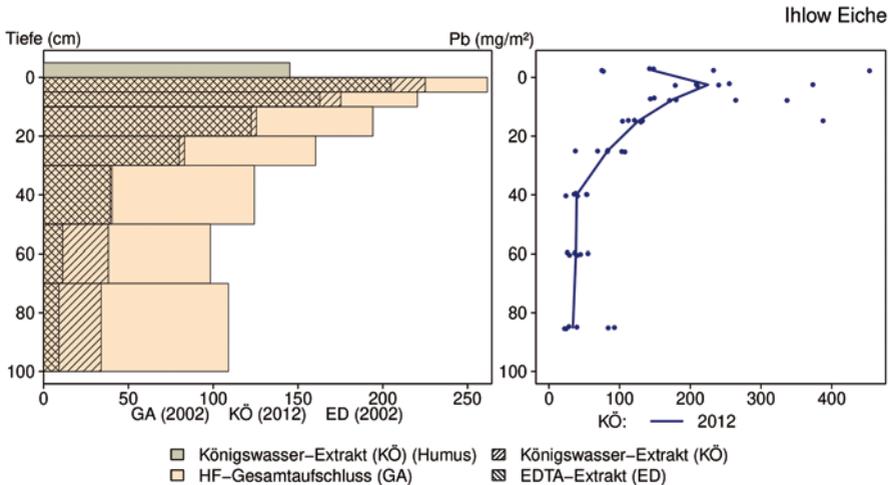
Bewertung Schwermetalle (2013)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,07	0,56	4,31	4,33	2,06	33,78	12,62
5	10	0,07	0,46	4,31	2,52	1,55	22,39	7,14
10	20	0,09	0,43	4,40	2,14	1,54	15,70	6,77
20	30	0,12	0,39	4,36	1,35	1,43	6,88	4,99
30	50	0,03	0,51	4,75	0,86	1,76	3,10	5,88
50	70	0,00	0,68	5,46	0,79	2,28	2,29	6,30
70	100	0,00	0,95	7,01	1,66	3,10	2,79	7,74
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

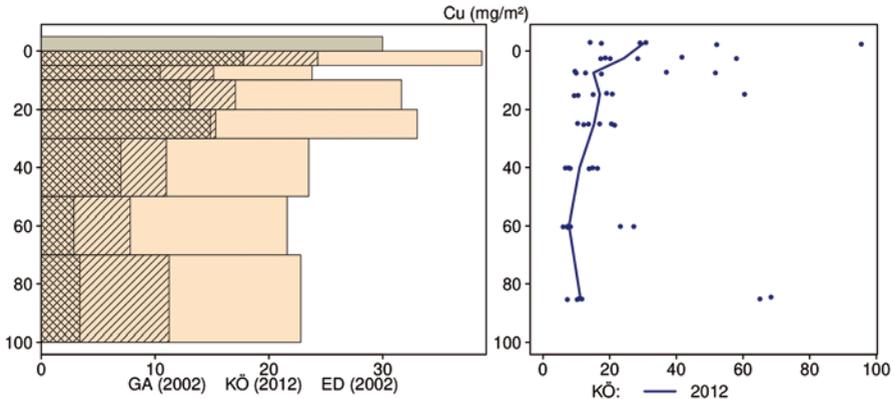
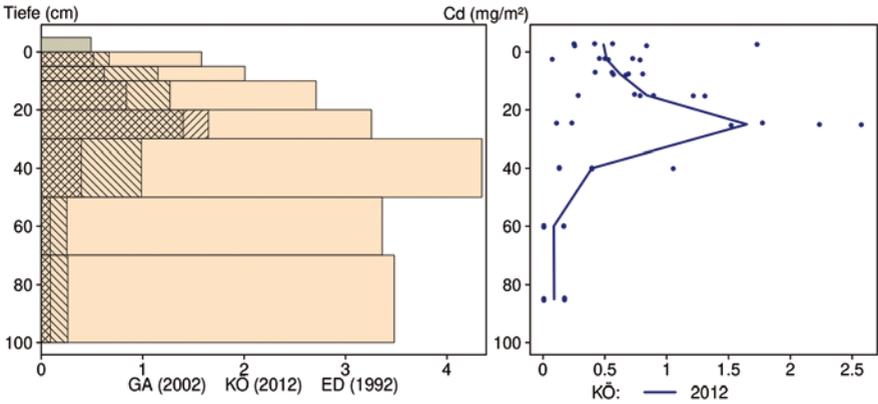
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

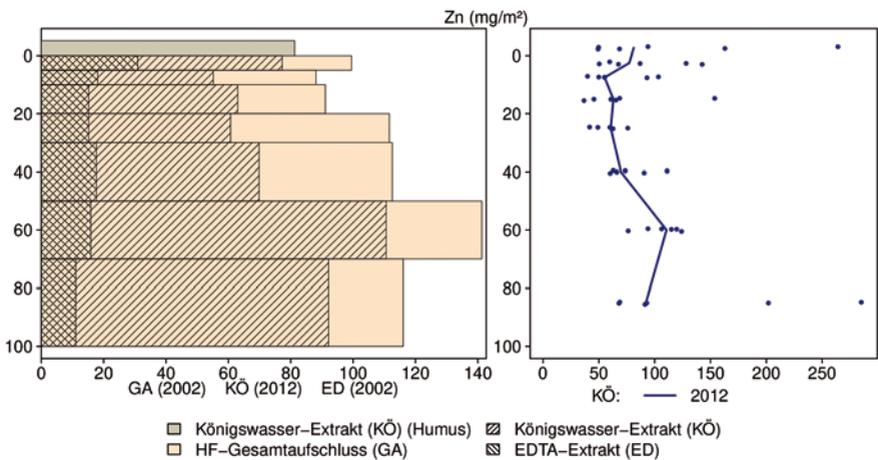
Schwermetallvorräte

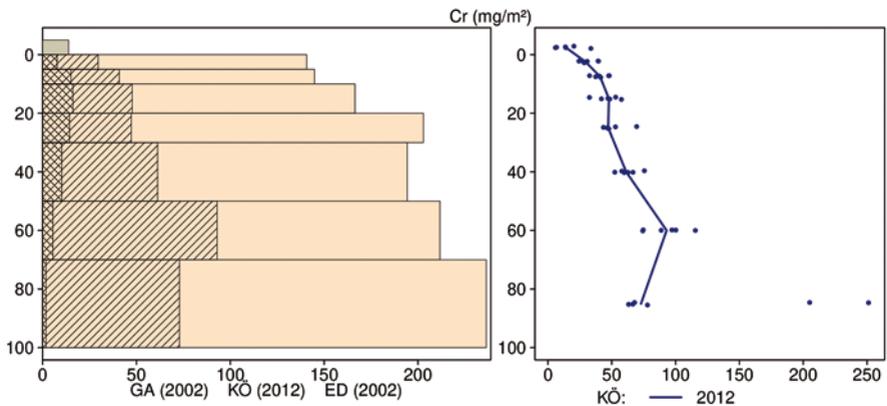
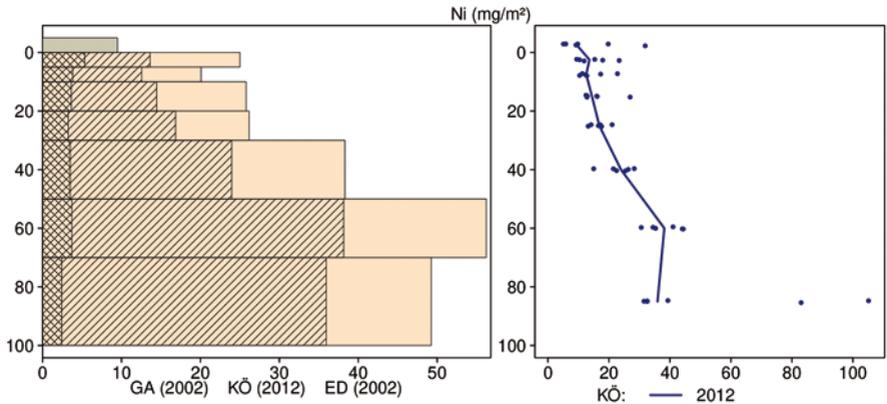
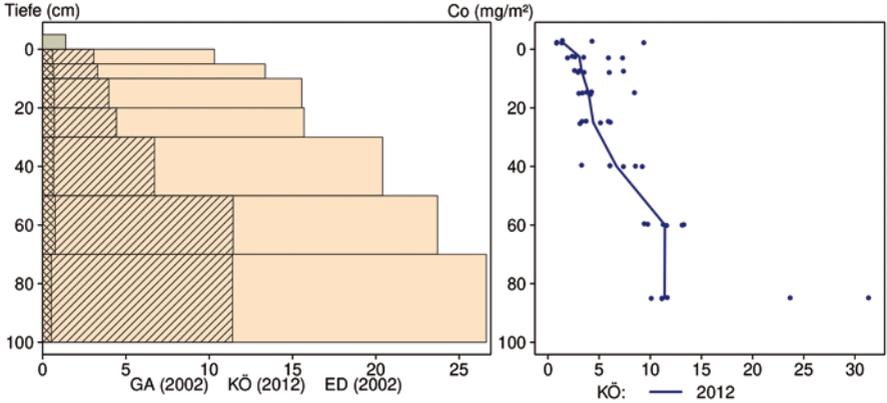


Ihlow Eiche



IHEI





- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▩ EDTA-Extrakt (ED)

12.32 Hünfeld Buche (HUEBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Fulda 216c		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Vogelsberg und östl. angrenzende Sandsteingebirge		547900		
Wuchsbezirk		UTM N	387/6/NNW	
Fulda-Haune-Bergland		5610300		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	733	724	348	344
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
schwach subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,4	8,5	14	15,1
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 601 (Level II wurde 2007 stillgelegt), Level I				
Bodenuntersuchungen				
chemische und physikalische Bodenuntersuchung 1995				
sonstige Untersuchungen Boden				
–				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
mittlerer Buntsandstein	Böden aus basenarmem Festgestein (Mittlerer Buntsandstein)		5-25 %, mäßig skeletthaltig	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
F-Mull (MUO)	Braunerde, schwach podsolig		Dystric Gleysols	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
4.3.1.20	frisch, mesotroph		138	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
4	3 t/ha			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Eichen		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
165	15/1,1		unbekannt	
sonstiges: –				

HUEBU

Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3 - -1	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,6
Of	-1 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,2
Aeh	0 - 3	5	Su4	h3	Ld1	c0	6,6
Bh	3 - 7	5	Su4	h3	Ld1.5	c0	8,7
Sbv	7 - 55	15	Slu	h1	Ld3	c0	73,4
IIbtsd	55 - 90	25	Ut4	h0	Ld4.5	c0	44,6
Cv	90 - 100	55	Lt2	h0	Ld4	c0	5,0
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							138,3
Σ bis 100 cm incl. Humusaufgabe							144,1

1996



Bodenphysikalische Kenngrößen

keine Werte vorhanden

HUEBU

Bodenanalytik 1995

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L/Of	-	-	103	8,5	15,1	3,9	0,11	34,4	4,7	-	5,40	4,90
0 - 5	59,4	34,3	295	64,7	27,6	20,1	0,99	20,4	94,5	-	4,50	3,84
5 - 10	29,0	25,0	83,8	29,1	21,6	8,1	0,43	18,7	84,1	-	4,48	3,85
10 - 20	19,1	35,2	69,1	26,7	36,2	9,0	0,64	14,1	170	-	4,59	3,99
20 - 40	14,2	73,8	88,9	36,9	112	7,5	0,79	9,6	276	-	4,60	3,99
40 - 80	13,8	191	189	77,8	311	7,6	1,56	4,9	493	-	4,48	3,91
Σ L-80cm		359	829	244	524	56,3	4,5		1122			

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem mäßig skeletthaltigen Schluffboden. Der Boden ist mäßig homogen, was die relativ große Streuung der Messwerte zeigt.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat war 1995 gering (Forstliche Standortaufnahme 2016), bei weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 10 cm Tiefe und mäßig engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe.

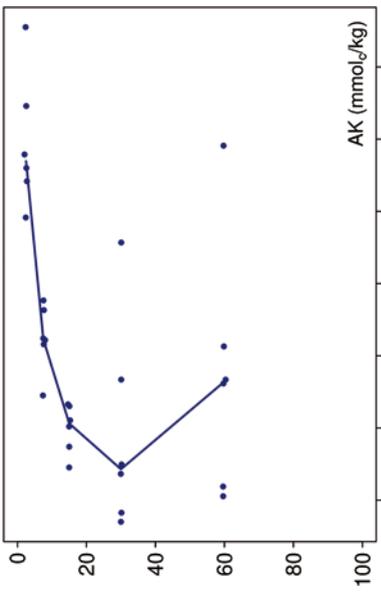
Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte lagen im mittleren Bereich, der Kalium (K)-Vorrat war mäßig.

Der Phosphor (P)-Vorrat lag 1995 mit 1122 kg/ha im unteren Quartil der Vorräte aller Flächen. Für Schwefel (S) gibt es keine Messwerte.

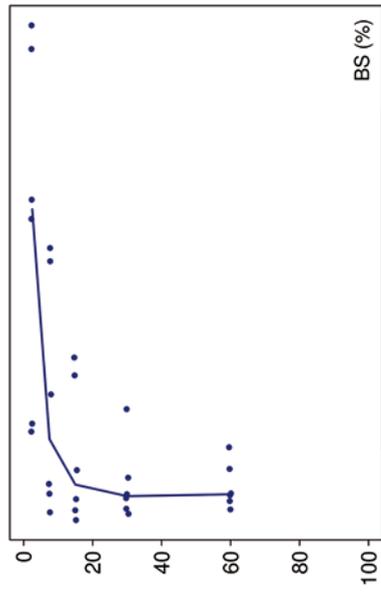
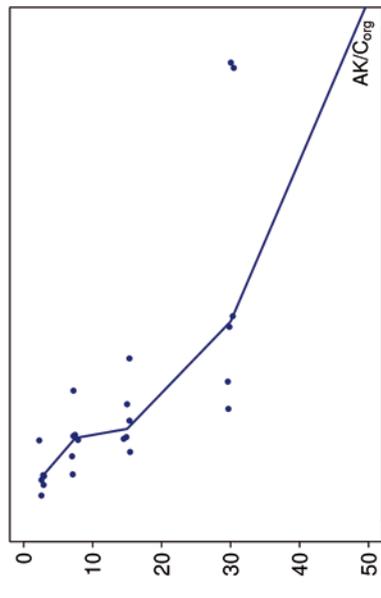
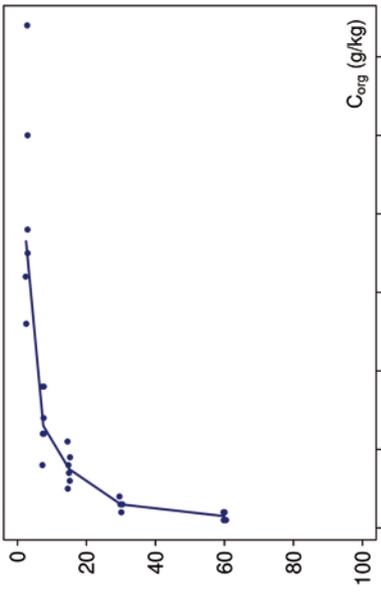
Säure-Base-Status und -Dynamik

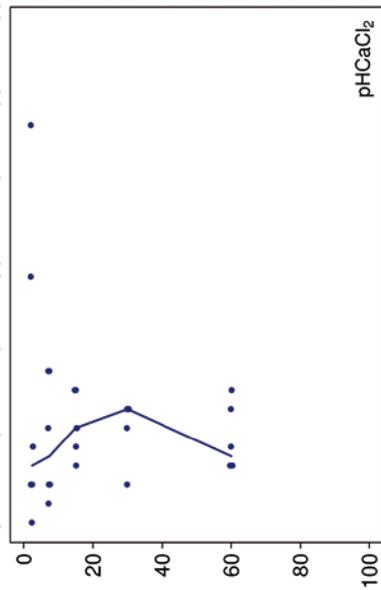
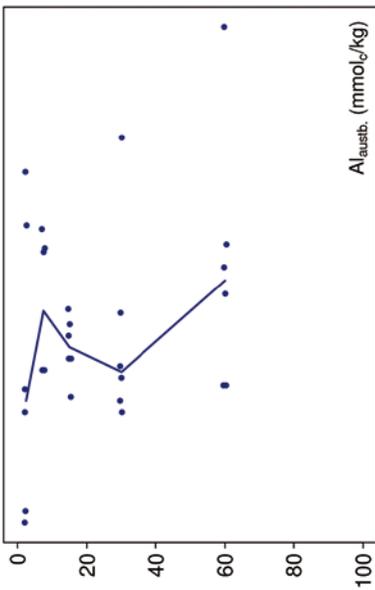
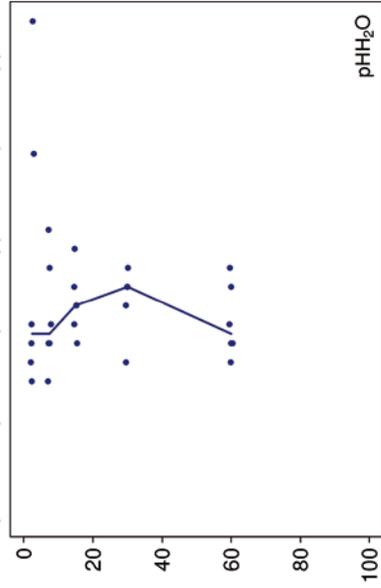
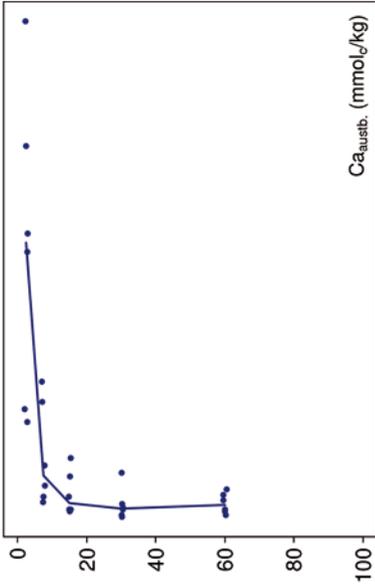
Der versauerte Boden ist anhand der pH-Werte im gesamten Profil dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Vertikalgradient der Basensättigung zeigt in Tiefen >80 cm Basensättigungen von >20 % (Typ 4 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



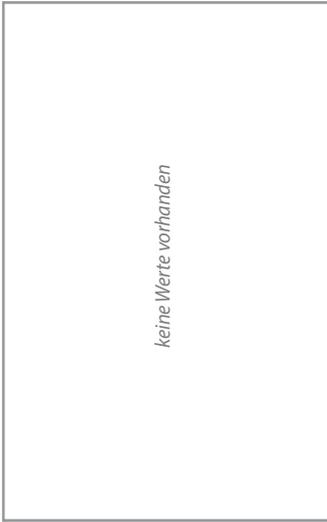
Hünfeld Buche



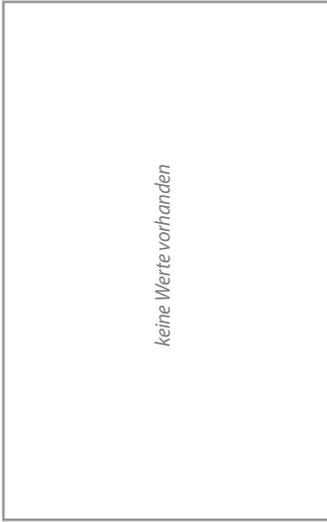


— 1995

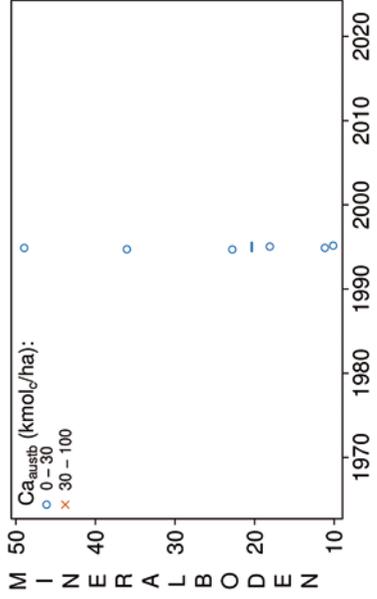
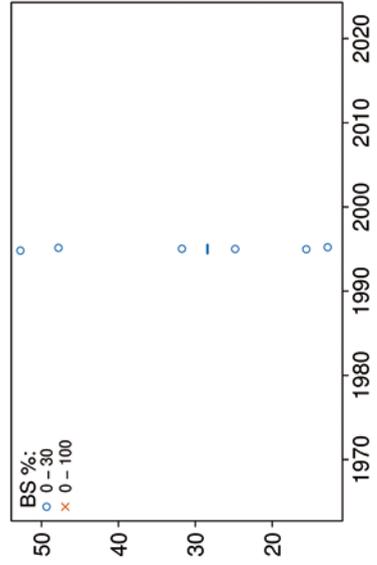
Vorrats- und pH-Änderungen



Hünfeld Buche



H U M U S



M I N E R A L B O D E N

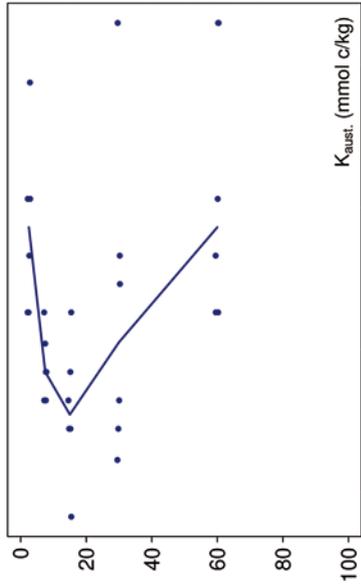
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe

<i>keine Werte vorhanden</i>

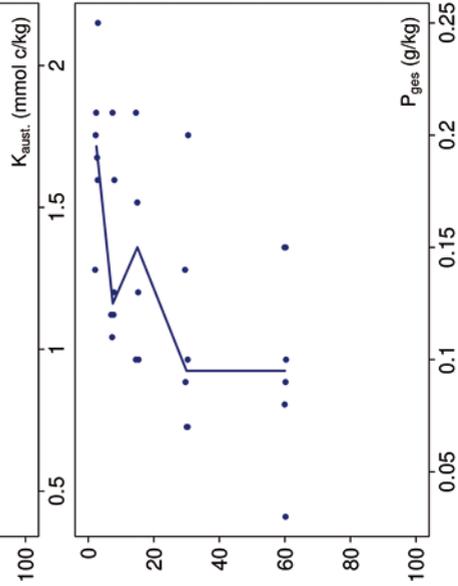
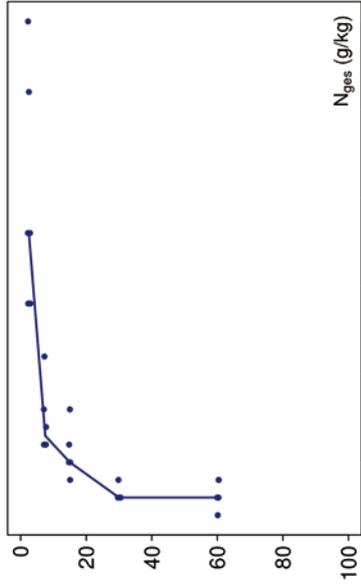
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe

<i>keine Werte vorhanden</i>

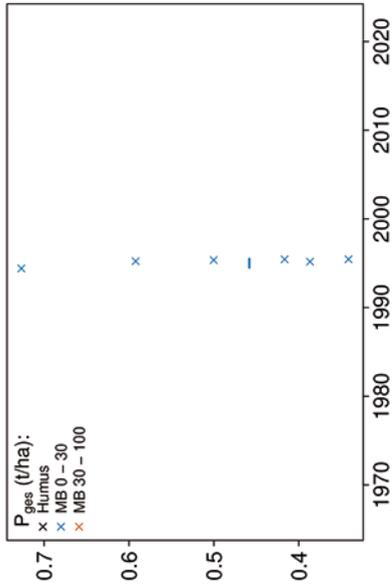
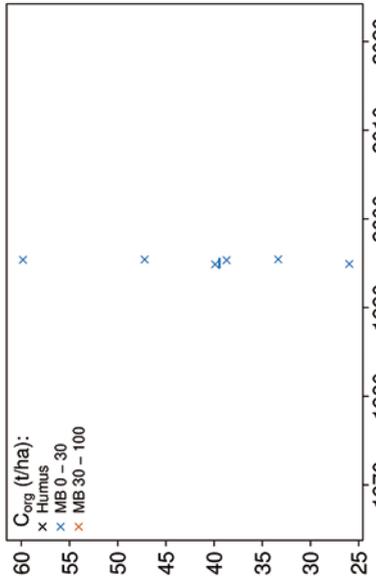
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



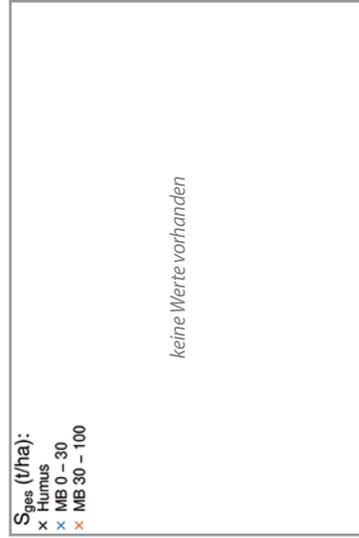
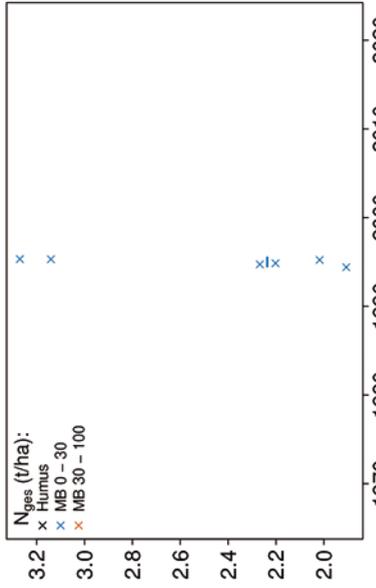
Hünfeld Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Hünfeld Buche



Schwermetalle

HUEBU

Bewertung Schwermetalle

keine Werte vorhanden

Schwermetallvorräte

keine Werte vorhanden

HUEBU

keine Werte vorhanden

HUEBU

keine Werte vorhanden

HUEBU

12.33 Kalbach Buche (KALBU)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Fulda 2554		Hessen		
<i>Wuchsgebiet</i>		UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>	
Rhön		548000		
<i>Wuchsbezirk</i>		UTM N	444/4/WNW	
Südrhön		5586200		
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subatlantisch	876	879	382	381
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,2	8,4	13,9	15
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 602 (level II wurde 2006 stillgelegt), Level I				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische und physikalische Bodenuntersuchung 1995				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
-				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenlösung, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
mittlerer Buntsandstein	Böden aus basenarmem Festgestein z. T. aus basisch-intermediärem Festgestein		10-65 %, sehr skelettreich +F1353	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
mullartiger Moder (MOM)	Braunerde		Dystric Cambisols	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
4.4.1.20	frisch, mesotroph		74 (bis 75 cm)	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
4	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Rotbuche	Stieleichen, europäische Lärchen, Kiefern, Hainbuchen		Rasenschmielen-Hainsimsen-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
104	15/1,1		unbekannt	
sonstiges: -				

KALBU

Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus- gehalt	Lagerungs- dichte	Carbonat- gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3 - -2	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-2 - -0.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,3
Oh	-0.5 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,3
Ah	0 - 4	10	Slu	h5	Ld1	c0	10,1
Bv	4 - 60	55	Slu	h3	Ld2.5	c0	55,4
SBv	60 - 75	70	Slu	h2	Ld3.5	c0	8,6
IICv	75 - 100	70	k.A.	h0	Ld3	c0	k.A.
Σ bis 75 cm nur Mineralboden							74,1
Σ bis 75 cm incl. Humusauflage							80,5

1996



Bodenphysikalische Kenngrößen

keine Werte vorhanden

KALBU

Bodenanalytik 1995

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L/Of	-	-	131	17,9	17,6	6,5	0,39	23,3	14,2	-	5,12	4,64
0 - 5	28,9	33,4	140	22,4	25,4	20,3	1,09	18,6	173		4,25	3,68
5 - 10	18,9	19,8	48,4	9,9	10,8	8,4	0,45	18,5	165		4,42	3,85
10 - 20	20,0	37,0	84,4	30,1	20,1	11,2	0,65	17,1	290		4,55	4,05
20 - 40	20,9	48,6	115	55,5	29,2	9,9	0,73	13,5	311		4,60	4,13
40 - 80	27,9	103	425	254	70,3	10,6	1,00	10,6	585		4,69	4,21
Σ L-80 cm		242	944	390	173	66,8	4,3		1537			

Auflage (L, Of, Oh): Königswasserauflschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasserauflschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen, Stieleichen, europäische Lärchen, Kiefern und Hainbuchen stockt auf einem flachgründigen Schluffboden, der sehr skeletthaltig ist. Der Boden ist mäßig homogen, was die relativ große Streuung der Messwerte zeigt.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat war 1995 gering (Forstliche Standortaufnahme 2016), bei mittlerem C/N-Verhältnis bis in 40 cm Tiefe und mäßig engem bis engem Verhältnis in größerer Tiefe. Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte lagen im mittleren Bereich, der Kalium (K)-Vorrat war sehr gering.

Der Phosphor (P)-Vorrat lag 1995 mit 1537 kg/ha zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen.

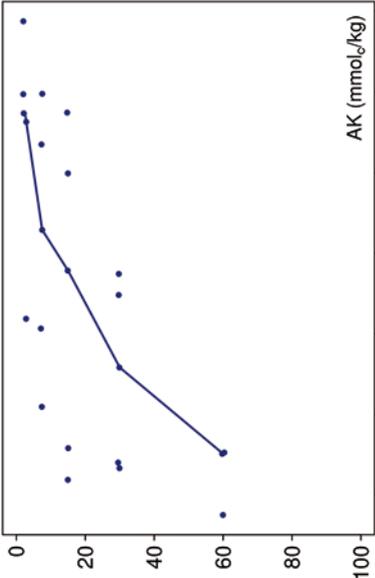
Für Schwefel (S) gibt es keine Messwerte.

Säure-Base-Status und -Dynamik

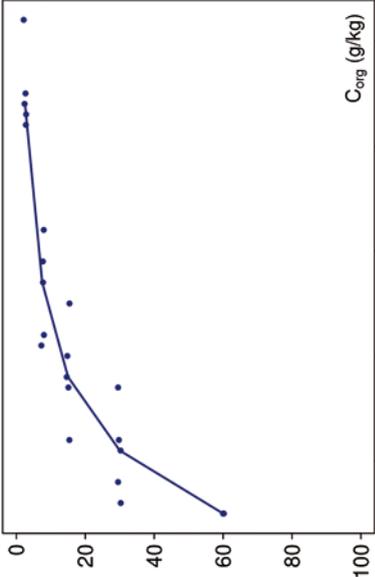
Der versauerte Boden ist anhand der pH-Werte im gesamten Profil dem Austauscher-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Vertikalgradient der Basensättigung zeigt in Tiefen >80 cm Basensättigungen von >20 % (Typ 4 – Kölling et al. 1996).

KALBU

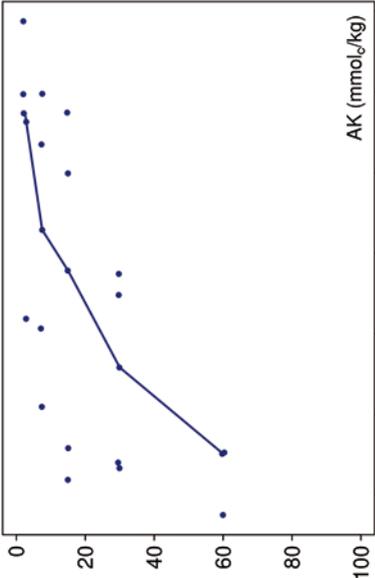
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



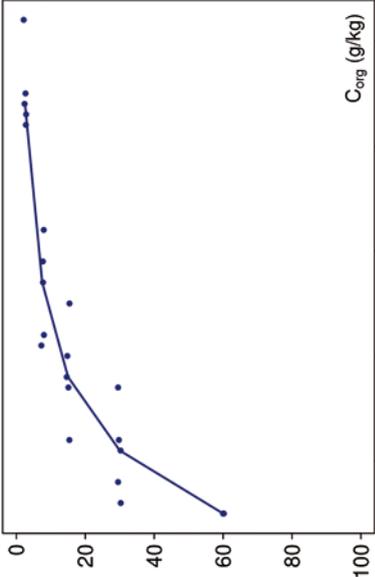
Kalbach Buche

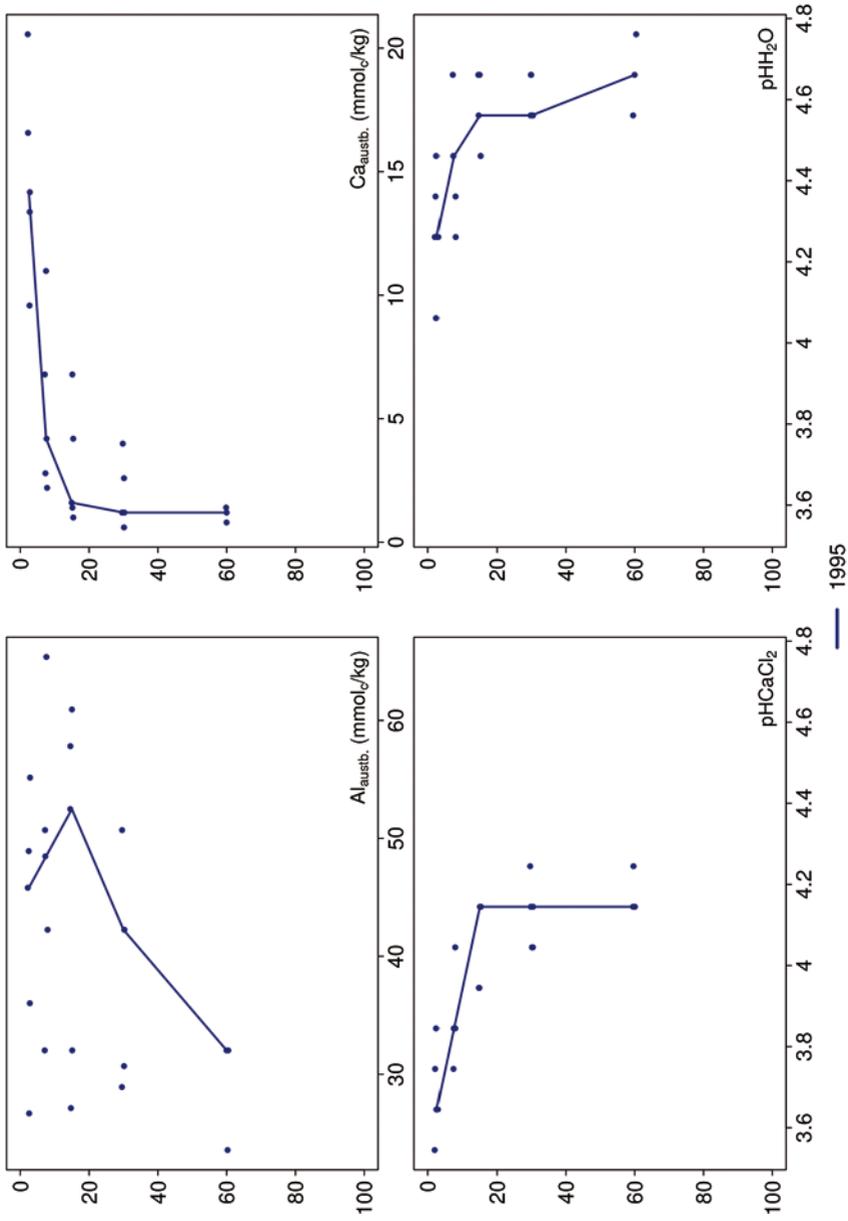


Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



Kalbach Buche





KALBU

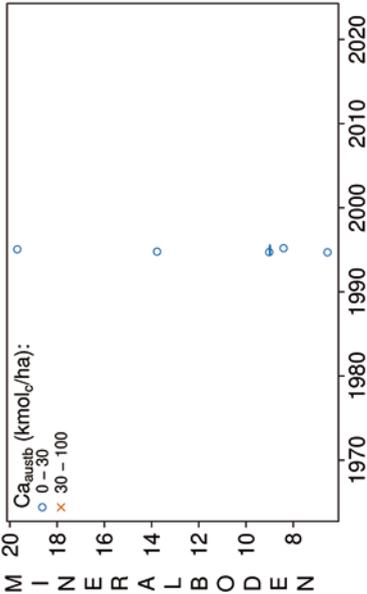
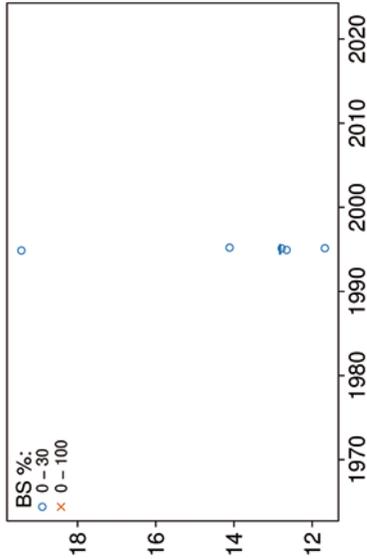
Vorrats- und pH-Änderungen



Kalbach Buche



H U M U S



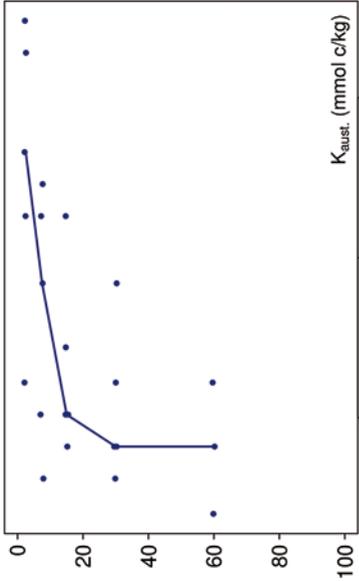
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe

<i>keine Werte vorhanden</i>

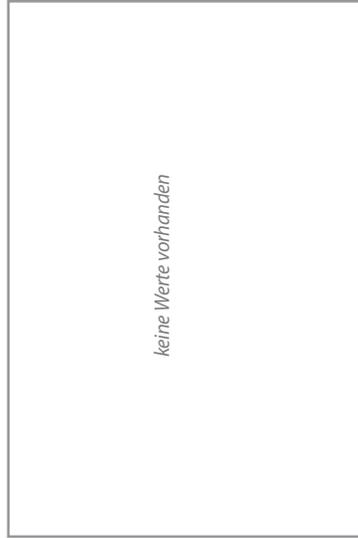
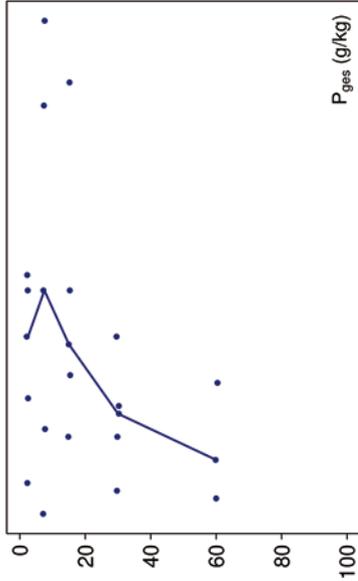
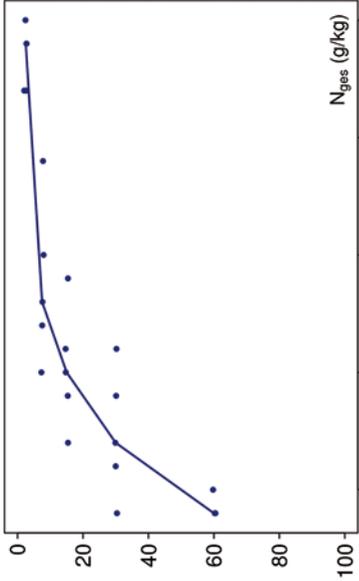
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe

<i>keine Werte vorhanden</i>

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

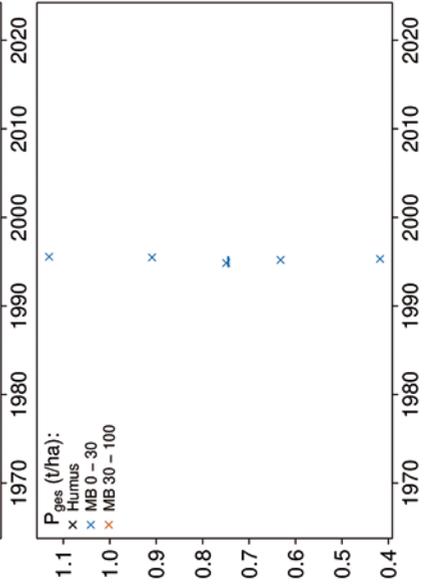
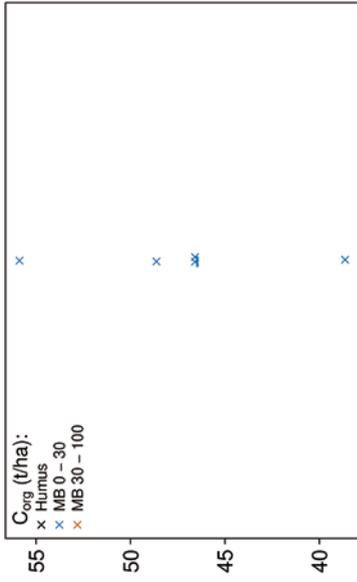


Kalbach Buche

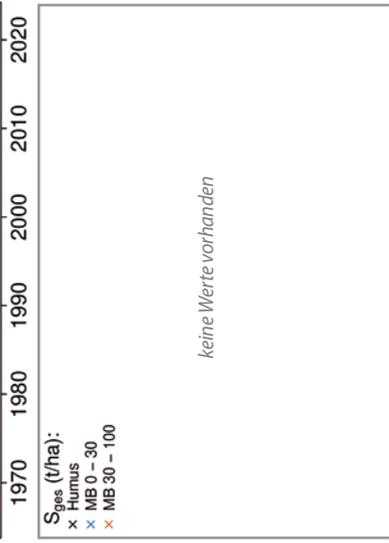
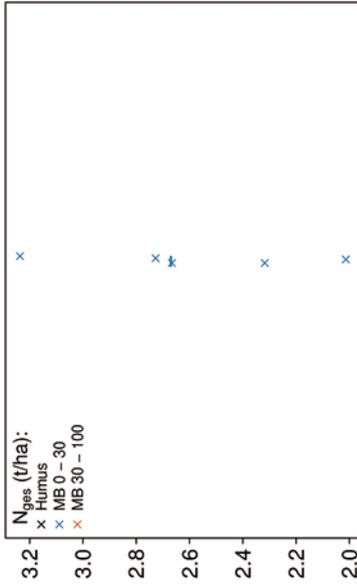


— 1995

Vorratsänderungen (t/ha)



Kalbach Buche



Schwermetalle

KALBU

Bewertung Schwermetalle

keine Werte vorhanden

Schwermetallvorräte

keine Werte vorhanden

KALBU

keine Werte vorhanden

KALBU

keine Werte vorhanden

KALBU

12.34 Spanbeck Fichte (SPFI)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Reinhausen 6		Niedersachsen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		573800		
Wuchsbezirk		UTM N	267/2/ONO	
Göttinger Wald		5718100		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	776	779	361	357
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,9	8,9	14,3	15,3
Monitoringprogramme				
BDF-F 20 (Standard)				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen ab 1982 (Forschungsprojekte), chem. und mikrobiol. Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1998, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1998, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1998-2006, alle ±10 Jahre				
weitere Untersuchungen				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
Lößlehm-Fließerden über Buntsandstein	Böden aus basenarmem Festgestein		1-10 %, skelettarm	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
typischer feinhumusarmer Moder (MOA)	Parabraunerde-Pseudogley, podsolig		Luvic Planosol	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
9.4-.2.3s T	frisch, mesotroph		137	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
4	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Fichte	-		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
124	-/0,4		2014 Niederdurchforstung, danach keine	
sonstiges: -				

SPFI

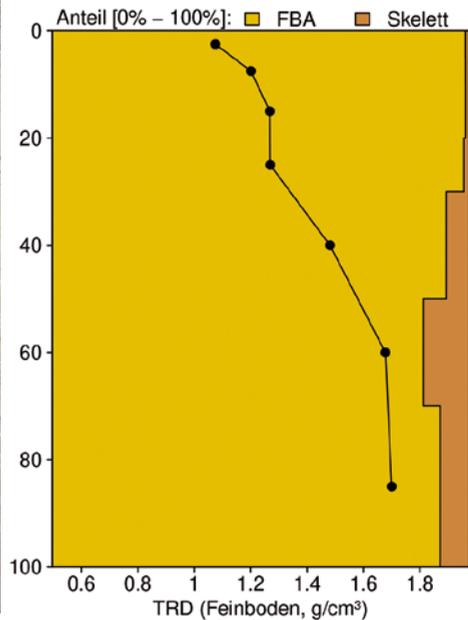
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5.5 - -4	0	Vn	h7	Ld0	c0	2,7
Of	-4 - -2	0	Vn	h7	Ld0	c0	4,4
Oh	-2 - 0	0	Vn	h7	Ld0	c0	5,2
Ah	0 - 1	1	Uls	h3	Ld2	c0	2,4
Ae	1 - 1.5	1	Uls	h0	Ld3	c0	0,9
Al-Bwv	1.5 - 24	1	Uls	h0	Ld3	c0	40,1
Al-Sw	24 - 44	1	Uls	h0	Ld3	c0	35,6
Bt-Swd	44 - 66	2	Lu	h0	Ld4	c0	28,0
IISd-Cv	66 - 100	3	TI	h0	Ld4	c0	29,7
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							136,7
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							149,0

Melms 26.4.2016



Bodenphysikalische Kenngrößen



SPFI

Bodenanalytik 2016

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	144	33,2	34,9	8,6	0,28	30,6	18,3	26,0	4,99	4,41
Of	-	-	288	94,5	56,2	12,1	0,54	22,6	30,3	54,7	4,97	4,42
Oh	-	-	206	98,3	75,8	16,3	0,70	23,4	38,6	83,1	4,37	3,75
0 - 5	24,0	57,2	134	69,0	28,9	20,5	0,97	21,3	138	120	4,15	3,50
5 - 10	13,1	46,4	42,2	29,4	25,8	11,6	0,60	19,3	122	82,1	4,21	3,64
10 - 20	11,0	73,6	46,0	30,0	50,8	13,7	0,85	16,2	244	161	4,31	3,83
20 - 30	10,7	62,2	37,2	20,4	54,1	8,5	0,64	13,2	246	179	4,32	3,91
30 - 40	10,7	73,2	43,6	21,0	79,9	5,8	0,58	10,0	295	193	4,30	3,88
40 - 50	12,0	84,4	67,3	31,7	104	4,2	0,53	8,0	313	167	4,29	3,84
50 - 70	19,4	204	336	184	253	7,2	1,06	6,8	729	273	4,34	3,78
70 - 80	30,6	128	377	236	150	2,7	0,49	5,4	498	107	4,47	3,80
80 - 100	37,3	210	882	521	229	3,0	0,69	4,3	1023	144	4,50	3,84
100 - 150	34,2							4,6			4,65	3,84
150 - 200	54,1							4,0			4,88	3,89
Σ L-100cm		940	2604	1368	1143	114	7,92		3695	1590		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Fichten-Reinbestand stockt auf einem tiefgründigen, lehmigen Schluffboden, der mäßig skeletthaltig ist. Der Boden ist nur mäßig homogen. Dies zeigen das AK/Corg-Verhältnis, das ab 5 cm Bodentiefe bei allen sechs Inventuren relativ weit auseinander liegt, und die hohen Variationskoeffizienten der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte. Diese sind im Unterboden, in dem vor allem die Calcium (Ca)-Werte stark streuen, sehr hoch.

Nährelementstatus

Die Vorräte an Stickstoff (N) und Kohlenstoff (C) lagen 2016 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016), bei mäßig weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 20 cm und sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Aufgrund der großen Streuung der Messwerte ist weder in der Humusauflage noch im Mineralboden ein Trend zu erkennen.

Die Vorräte an Ca und Kalium (K) lagen im mittleren Bereich. Für Magnesium (Mg) sind sie sogar als hoch einzustufen. Zwischen 1982 und 2016 haben sich die Ca- und Mg-Vorräte nur wenig verändert, während der K-Vorrat bis 2006 kontinuierlich abgenommen hat und danach wieder angestiegen ist.

Mit einem Vorrat von 3695 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2016 im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. Im Oberboden hat er zwischen 1998 und 2016 leicht abgenommen, im Unterboden und in der Humusauflage veränderte er sich nur wenig.

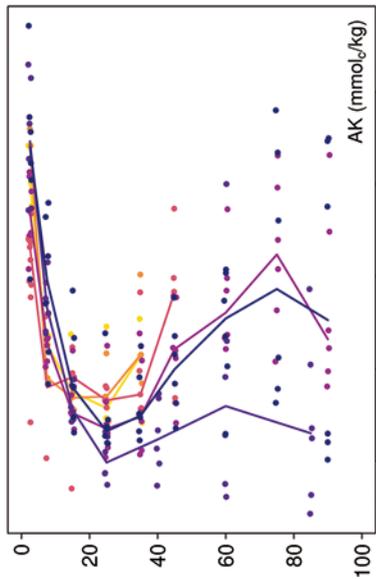
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2016 mit 1590 kg/ha im oberen Quartil. Zwischen 1998 und 2016 zeigt sich im Oberboden ein leichter, im Unterboden ein stärkerer Abwärtstrend durch die Mobilisierung von im Boden zwischengespeichertem Schwefel. Für den Zeitraum vor 1998 liegen keine Messwerte vor.

Säure-Base-Status und -Dynamik

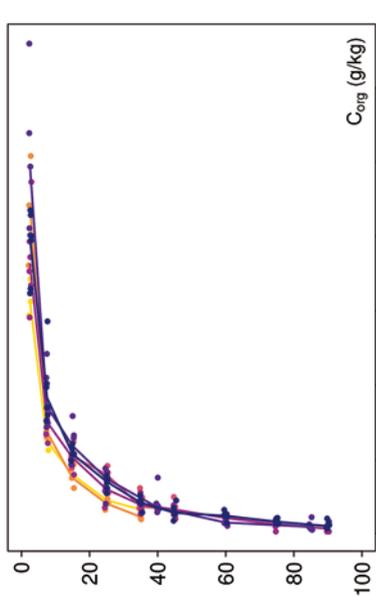
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Austausch-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 50 cm Tiefe stark versauert, in größerer Tiefe steigt die Basensättigung auf höhere Werte an (Typ 3-4 – Kölling et al. 1996).

An der tiefgründigen Versauerung im gesamten Profil hat sich im Untersuchungszeitraum wenig geändert. Zwischen 1996 und 2016 hat die Basensättigung im Oberboden leicht zugenommen und die pH-Werte sind in der Humusauflage etwas angestiegen.

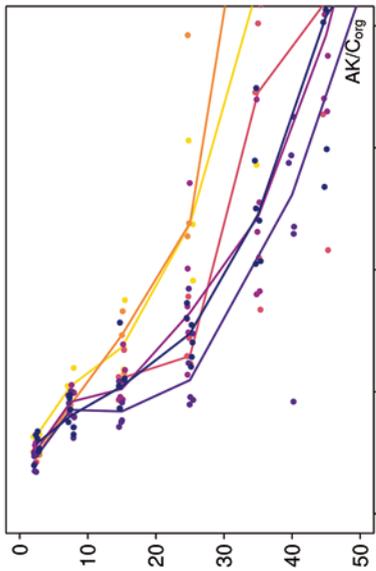
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



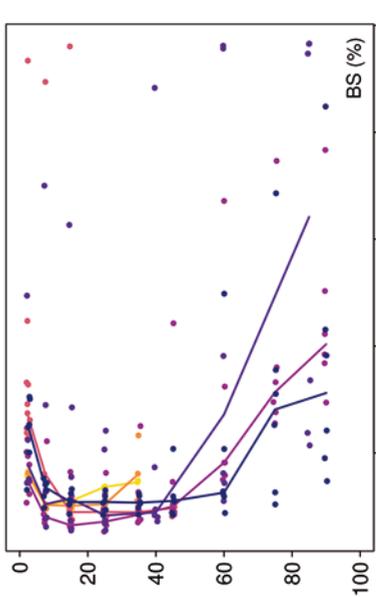
Spanbeck Fichte



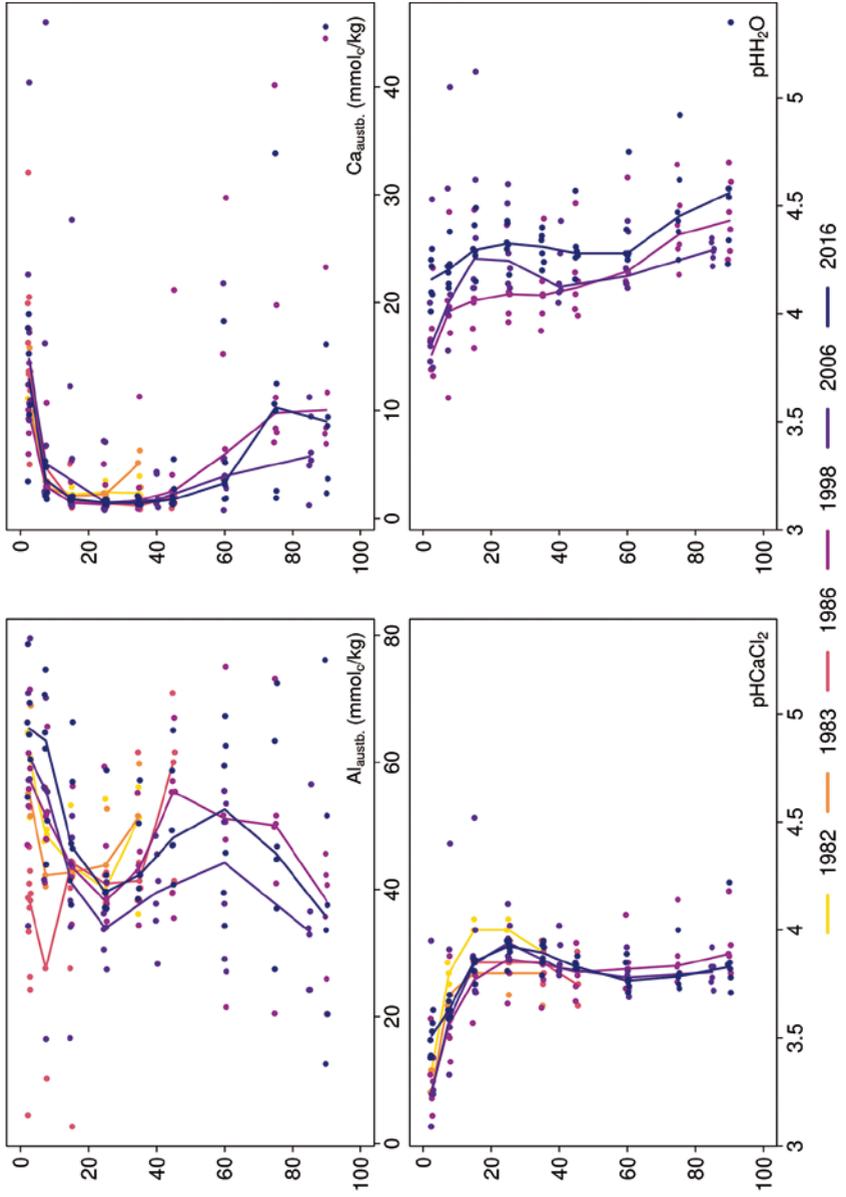
AK (mmol_c/kg)



C_{org} (g/kg)

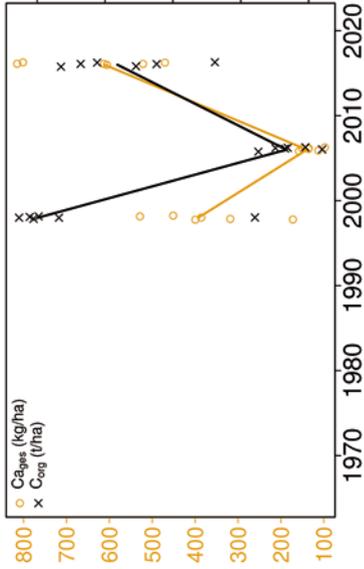


BS (%)

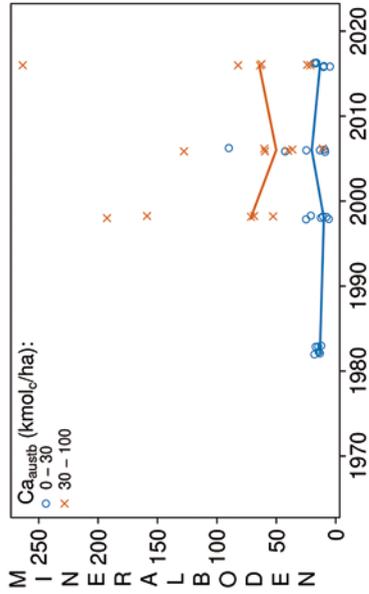
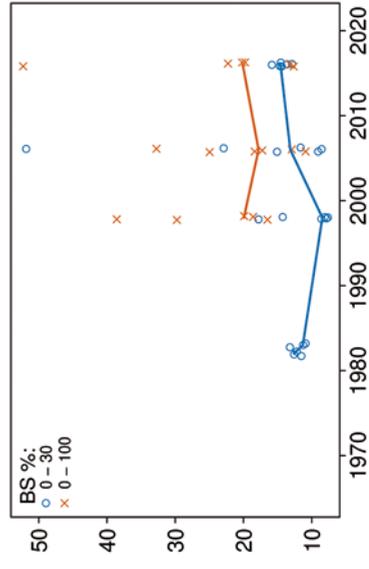
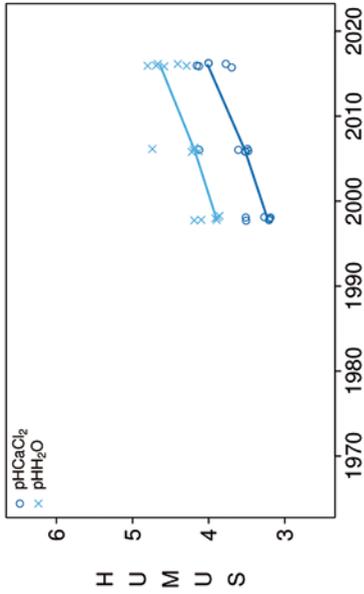


SPFI

Vorrats- und pH-Änderungen



Spanbeck Fichte



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2016)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	12,16	0,52	14,27	1,88	2,47	0,29	0,26	0,22	0,035	3,20	16,88	5,96	9,11	44,06	34,79
5	10	13,45	0,37	14,41	1,90	2,60	0,43	0,21	0,14	0,026	4,11	17,15	4,90	9,67	31,33	38,30
10	20	14,35	0,35	14,83	2,06	2,74	0,73	0,19	0,13	0,026	5,87	17,83	4,53	10,42	23,45	38,94
20	30	14,54	0,35	14,80	2,20	2,79	0,84	0,20	0,14	0,028	6,69	18,04	4,76	11,16	17,12	39,60
30	40	15,35	0,33	16,23	2,64	3,17	0,84	0,21	0,14	0,030	7,59	19,78	6,17	12,86	13,48	41,92
40	50	18,13	0,31	19,35	3,46	3,87	0,66	0,22	0,12	0,034	7,47	23,16	8,95	15,64	11,96	46,18
50	70	21,50	0,28	24,29	4,98	5,29	0,52	0,24	0,09	0,043	8,05	28,92	10,31	19,07	10,46	53,93
70	80	23,86	0,43	28,71	6,23	6,39	0,38	0,31	0,07	0,049	8,30	32,57	9,87	21,36	9,39	56,66
80	100	22,66	0,61	26,85	6,01	6,10	0,38	0,36	0,07	0,043	7,11	31,28	9,00	20,11	8,80	54,32
100	150	22,46	0,40	25,54	5,63	5,76	0,35	0,29	0,05	0,049	6,50	28,41	9,96	19,61	7,79	46,54
150	200	21,59	0,60	27,52	6,02	5,95	0,31	0,32	0,03	0,030	6,65	30,09	6,65	20,95	7,16	44,58

bis 25%-Quantil

25 %-Quantil - Med.

Med. - 75 %-Quantil

75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2016)

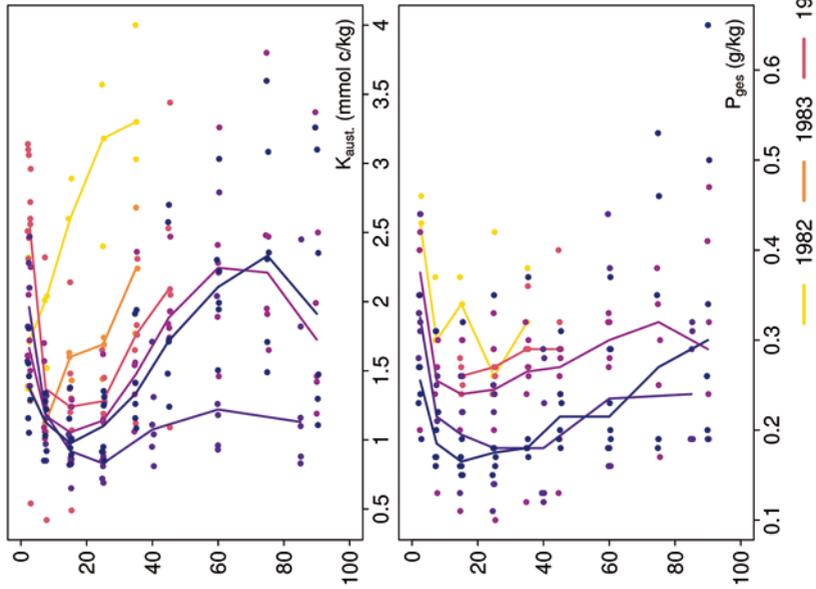
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	22	11	21	30	34	34	19	9	15	27	18	13	22	9	20
5	10	15	15	17	23	27	23	26	14	6	16	14	12	16	12	21
10	20	16	21	20	29	30	17	30	23	12	17	17	16	20	9	16
20	30	13	21	16	26	26	13	36	26	21	8	15	21	15	8	13
30	40	15	19	18	25	24	14	34	23	18	11	15	24	14	7	12
40	50	9	24	13	15	20	11	20	23	26	14	13	39	11	13	9
50	70	16	44	16	24	23	10	28	23	36	15	17	26	16	11	20
70	80	24	80	27	35	31	17	45	24	21	28	23	24	25	17	25
80	100	30	89	34	42	43	27	47	47	24	28	34	33	33	24	36
100	150	17	23	20	12	20	9	19	13	28	14	16	19	18	5	13
150	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0-20 %

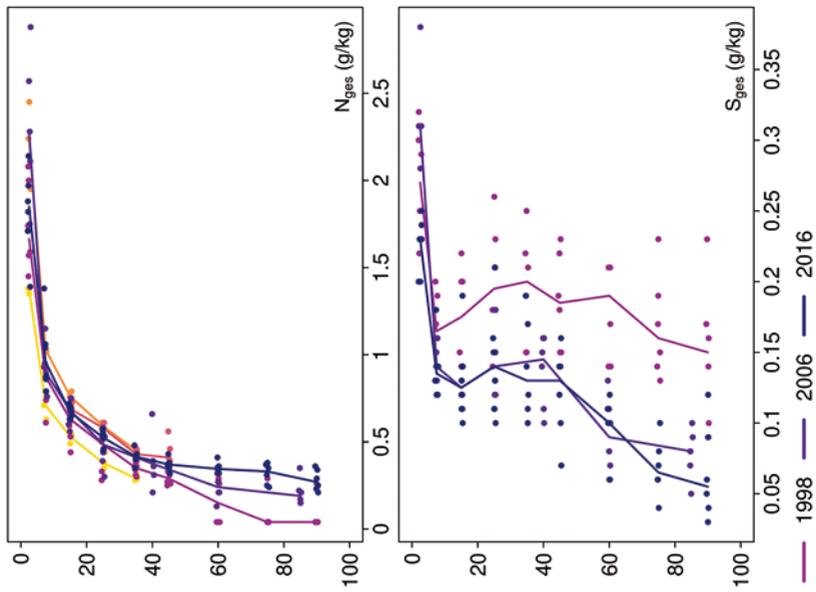
20-50 %

>50 %

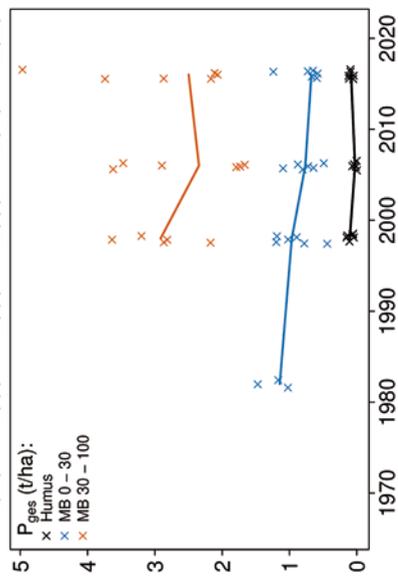
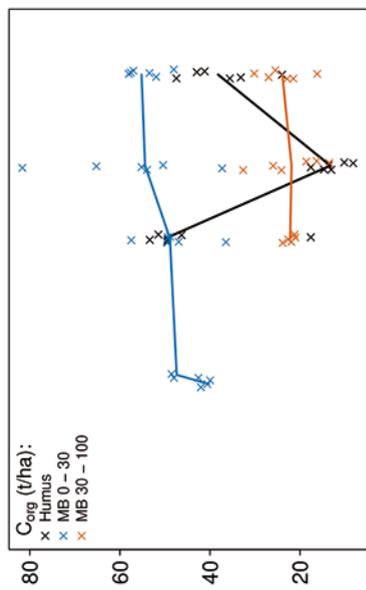
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



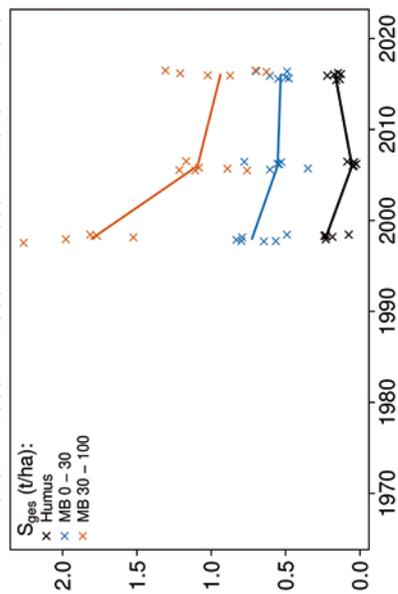
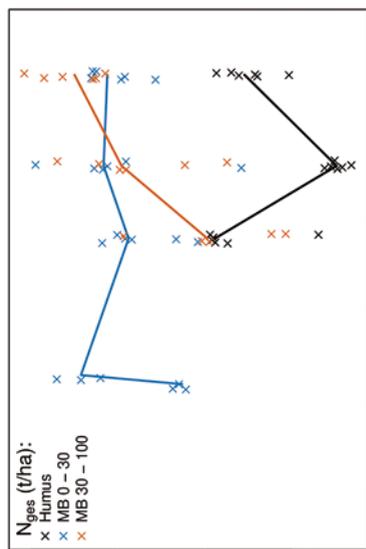
Spanbeck Fichte



Vorratsänderungen (t/ha)



Spanbeck Fichte



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein podsoliger Parabraunerde-Pseudogley, der sich aus Lösslehm-Fließerden über Buntsandstein gebildet hat. Dieser wenig skeletthaltige Boden weist mäßige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte überschreiten zudem in 0-5 cm Tiefe den halben Vorsorgewert der BBodSchV.

Für Kobalt (Co) liegen sie ab 70 cm Tiefe über diesem Wert.

In der Humusaufgabe überschreiten alle Schwermetall-Gehalte die Hintergrundwerte für Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden liegen sie mit Ausnahme von Cadmium (Cd) ebenfalls über diesem Wert.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 0-10 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie auf Werte, die unter dem Median liegen, stark ab. Für Cd sind sie nur in 0-5 cm Tiefe leicht erhöht und bis in 30 cm Tiefe sehr niedrig (unteres Quartil). Darunter schließt sich eine deutlich Cd-reichere Schicht an, deren Gehalte ab 50 cm Tiefe deutlich über dem Median liegen. Die Kupfer (Cu)-, Co-, Chrom (Cr)-, Nickel (Ni)- und Zink (Zn)-Gehalte überschreiten im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe den Median und steigen mit zunehmender Tiefe noch stark an.

In der Humusaufgabe zeigen die Cd-, Cu- und Zn-Vorräte zwischen 1998 und 2018 eine leichte Tendenz zu abnehmenden Werten, während sie für Co und Ni leicht angestiegen sind und sich für Pb und Zn kaum verändert haben. Für den Mineralboden und für Cr können keine Aussagen gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusaufgabe ist durch alle Schwermetalle kontaminiert, da ihre Gehalte über den Hintergrundwerten liegen. Die sehr hohen Co-, Cr- und Ni-Gehalte könnten ihre Ursache in der Einmischung des schwermetallhaltigen Mineralbodens in die organische Auflage haben. Dass Cd und Pb z. T. auch anthropogenen Ursprungs sind, wird in den höheren Gehalten im Oberboden und den stark abnehmenden Gehalten mit zunehmender Tiefe deutlich. Auffällig ist die Cd-, Co-, Cr-, Cu-, Ni- und Zn-reichere Schicht ab 50 cm Tiefe.

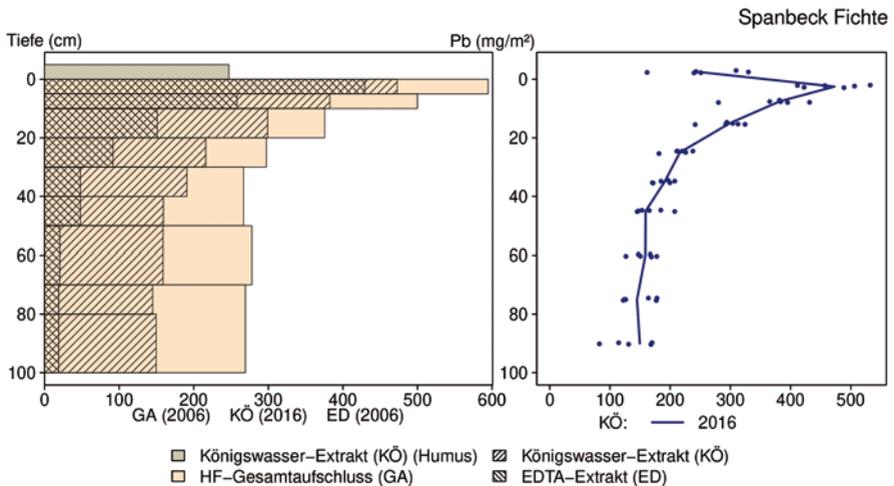
Bewertung Schwermetalle (2016)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,03	3,20	16,88	5,96	9,11	44,06	34,79
5	10	0,03	4,11	17,15	4,90	9,67	31,33	38,30
10	20	0,03	5,87	17,83	4,53	10,42	23,45	38,94
20	30	0,03	6,69	18,04	4,76	11,16	17,12	39,60
30	40	0,03	7,59	19,78	6,17	12,86	13,48	41,92
40	50	0,03	7,47	23,16	8,95	15,64	11,96	46,18
50	70	0,04	8,05	28,92	10,31	19,07	10,46	53,93
70	80	0,05	8,30	32,57	9,87	21,36	9,39	56,66
80	100	0,04	7,11	31,28	9,00	20,11	8,80	54,32
100	150	0,05	6,50	28,41	9,96	19,61	7,79	46,54
150	200	0,03	6,65	30,09	6,65	20,95	7,16	44,58
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

> Vorsorgewert

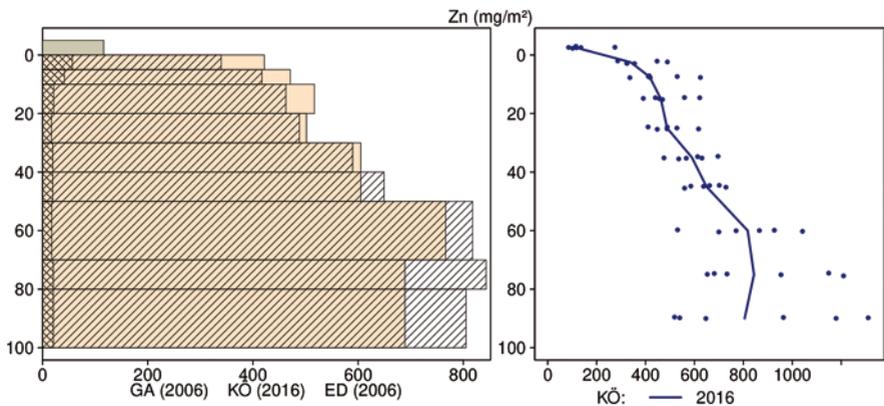
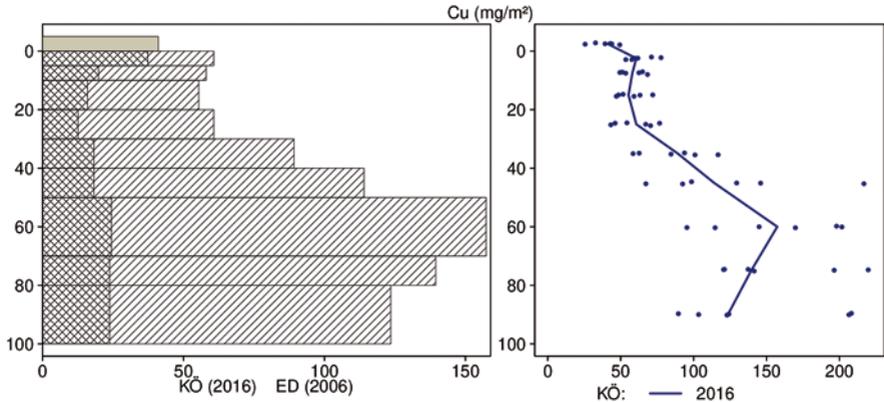
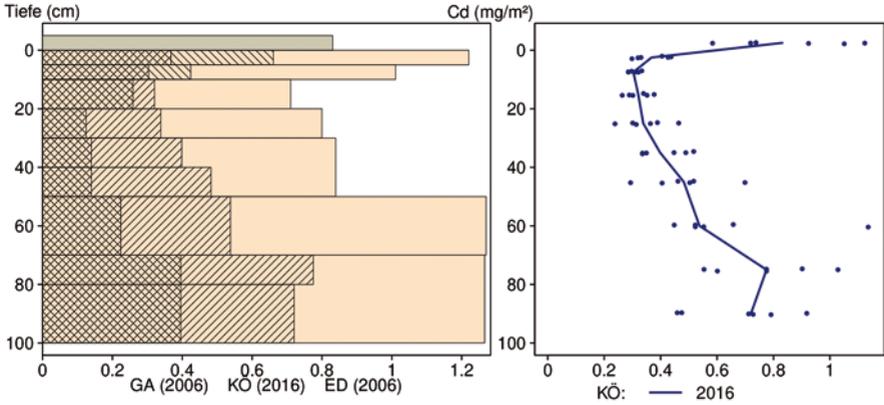
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



SPFI

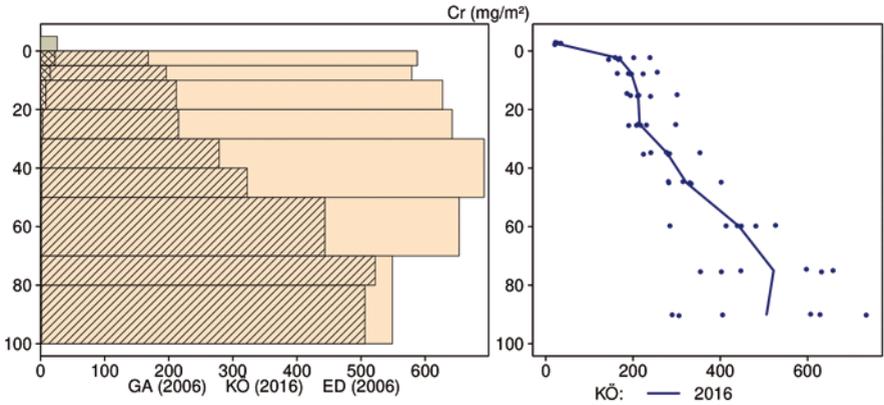
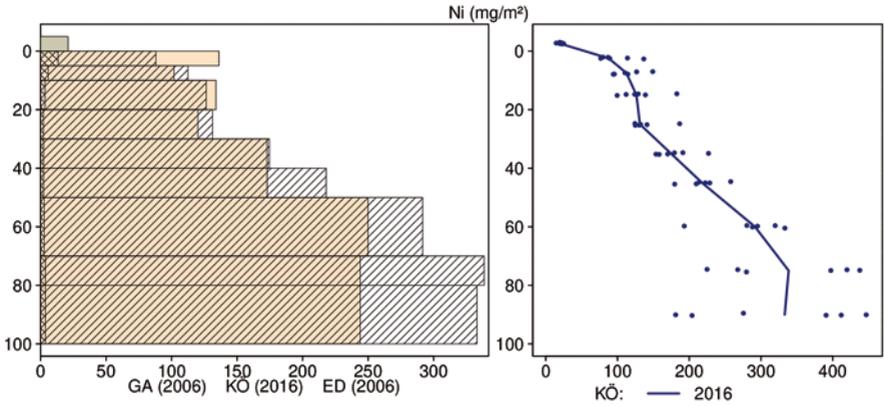
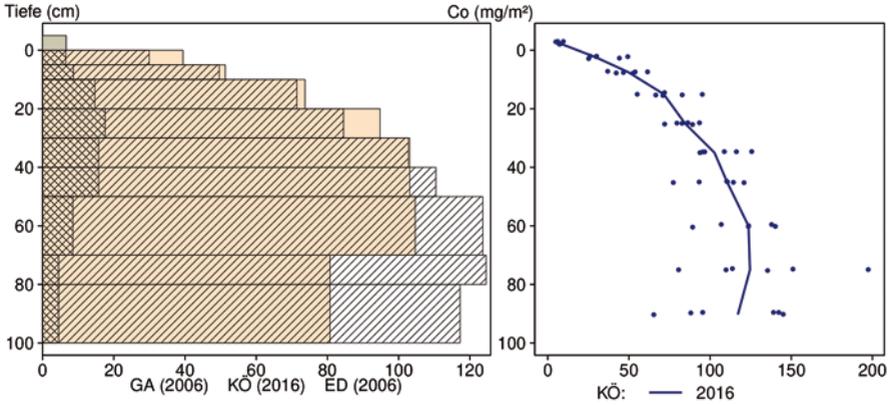
Spanbeck Fichte



SPFI

- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

Spanbeck Fichte



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▩ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

SPFI

12.35 Bornhöved Buche (BHBU)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Trave (Bundesforsten) 1b2		Schleswig-Holstein		
<i>Wuchsgebiet</i>	UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>		
Jungmoränenlandschaft Schlesw.-Holst. Ost	581100			
<i>Wuchsbezirk</i>	UTM N	40 (30-60)/1/W		
Mittleres Hügelland	5995200			
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	778	820	351	363
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,2	9,2	14,4	15,3
Monitoringprogramme				
Level II Core plot 101				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische Bodeninventuren 2009, und ab 2014 alle ±10 Jahre, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
–				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenlösung, Deposition, Meteorologie, Hydrologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Phänologie, Nadel-/Blattanalyse, LAI				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
pleistozäne Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeiteis	Böden aus basenarmem Lockergestein		5-20 %, skelettarm	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
F-Mull (MUO)	Braunerde, schwach podsolig		Entic Endoskelett Podzol (Pantoarenic)	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
42.4.3.1	ziemlich frisch, mesotroph		104	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
3-4	–			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Rotbuche	–		Waldmeister-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
117	6,1/0,7		schwache Hochdurchforstung	
sonstiges: Luftqualität an der Luftmessstation Bornhöved (UBA)				

BHBU

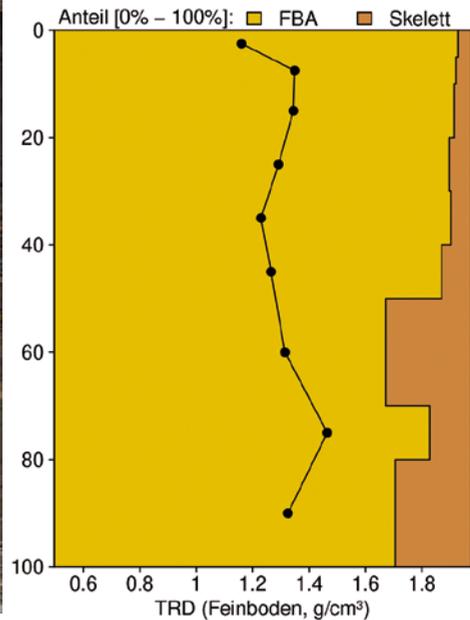
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3 - -1.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,7
Of	-1.5 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,3
Aeh	0 - 5	3	Su2	h3	Ld2	c0	7,8
Bhv	5 - 49	5	Su2	h1	Ld3	c0	46,0
Bv	49 - 74	18	Su2	h0	Ld3	c0	22,6
Bv-ilCv	74 - 85	13	fSms	h0	Ld3	c0	13,4
IIilCv	85 - 200	15	mSfs	h0	Ld3	c0	107,5
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							103,7
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							109,7

Melms 9.10.2014



Bodenphysikalische Kenngrößen



BHBU

Bodenanalytik 2014

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	54,7	7,8	9,9	3,1	0,12	26,4	7,0	8,8	5,18	4,66
Of	-	-	95,3	15,2	15,8	7,4	0,34	21,7	16,7	30,7	4,48	3,80
Oh	-	-	27,2	3,7	4,5	3,1	0,15	20,1	6,6	15,7	3,77	3,16
0 - 5	20,3	35,7	86,0	17,1	24,0	21,1	1,28	16,4	166	139	4,05	3,33
5 - 10	11,2	28,3	29,9	6,9	14,7	11,2	0,70	16,1	161	85,0	4,24	3,60
10 - 20	8,9	38,8	32,7	6,5	15,0	13,5	0,87	15,5	293	114	4,50	3,95
20 - 30	9,4	27,6	25,1	3,9	9,3	10,8	0,73	14,8	308	105	4,72	4,22
30 - 40	10,9	20,2	20,9	2,8	7,4	8,1	0,58	14,0	325	86,5	4,87	4,38
40 - 50	14,2	19,0	35,6	4,8	8,3	4,8	0,35	13,8	327	73,9	4,90	4,43
50 - 70	25,0	34,2	117	18,2	19,9	3,8	0,29	13,1	417	70,7	4,96	4,42
70 - 80	32,6	19,0	104	13,3	12,4	1,6	0,12	13,2	260	40,2	5,16	4,46
80 - 100	48,6	29,5	216	25,9	23,0	1,8	0,14	12,8	397	58,2	5,40	4,51
100 - 150	56,6	66,2	555	68,8	57,8	4,1	0,30	13,5	1086	185	5,49	4,60
150 - 200	70,0	72,5	957	59,7	49,7	3,3	0,20	16,4	1140	278	5,76	4,68
Σ L-100cm		252	845	126	164	90,3	5,7		2685	828		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlten Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem schwach lehmigen, skelettarmen Sandboden. Der Boden ist sehr homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die im Oberboden <15 % und im Unterboden <30 % sind.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2014 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mäßig weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 10 cm Tiefe und mäßig engem Verhältnis in größerer Tiefe. Im Mineralboden haben sich die N- und Kohlenstoff (C)-Vorräte zwischen 2009 und 2014 kaum verändert. Für die Humusaufgabe gibt es nur von 2014 Messwerte.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte lagen 2014 im mittleren bzw. mäßigen Bereich. Die Vorräte für Kalium (K) sind demgegenüber als gering zu bewerten. Da 2009 und 2014 verschiedene Analyseverfahren angewendet wurden, deren Ergebnisse nicht vergleichbar sind, kann über Vorratsveränderungen keine Aussage gemacht werden.

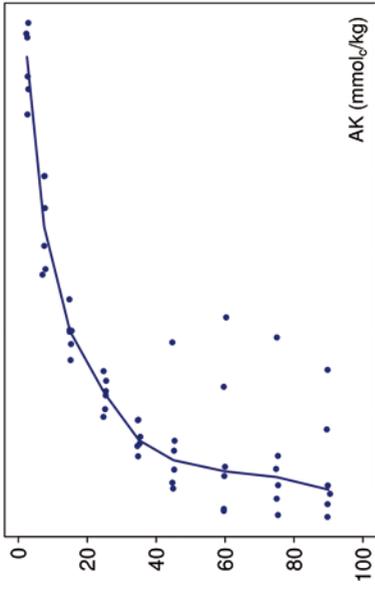
Mit einem Vorrat von 2685 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2014 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen. Zwischen 2009 und 2014 hat er sich nur wenig verändert.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2014 mit 828 kg/ha im unteren Quartil, wobei die Gehalte in 0-5 cm Tiefe sehr hoch waren und mit zunehmender Tiefe stark abnahmen. Über eine Veränderung der S-Vorräte kann keine Aussage gemacht werden, da es nur von 2014 Messwerte gibt.

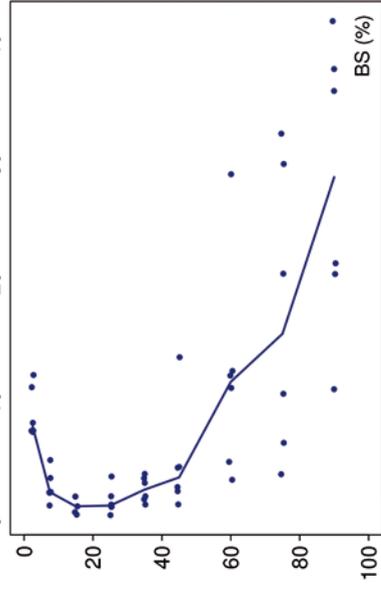
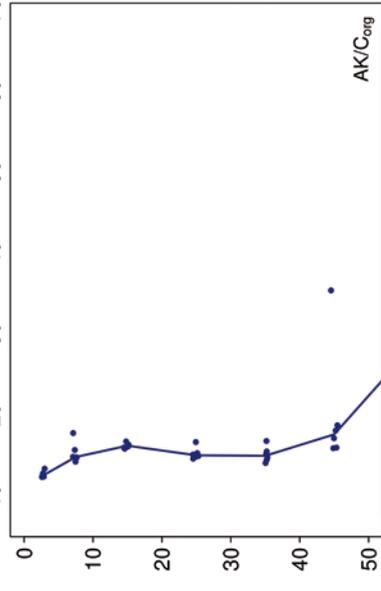
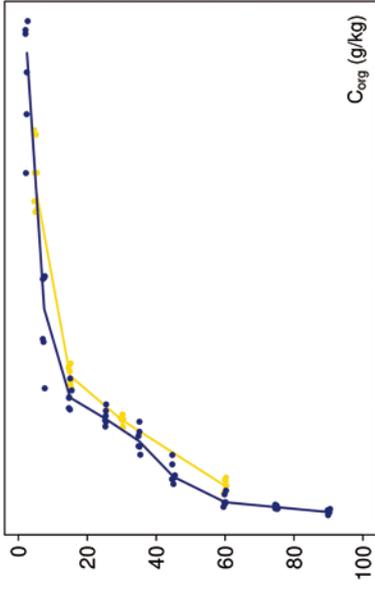
Säure-Base-Status und -Dynamik

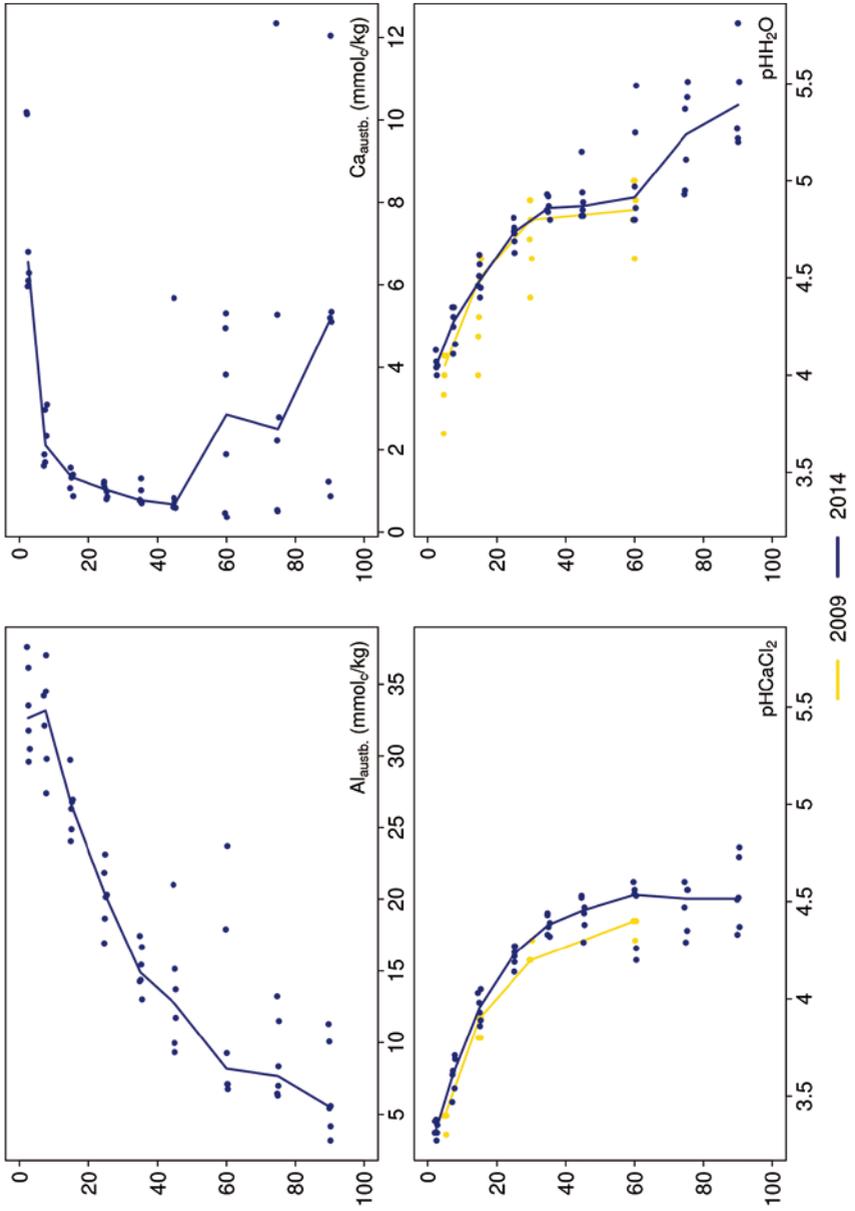
Der tiefgründig versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, bis in 70 cm Tiefe dem Austausch- und in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 50 cm Tiefe stark versauert, in größerer Tiefe steigt die Basensättigung auf höhere Werte an (Typ 3-4 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

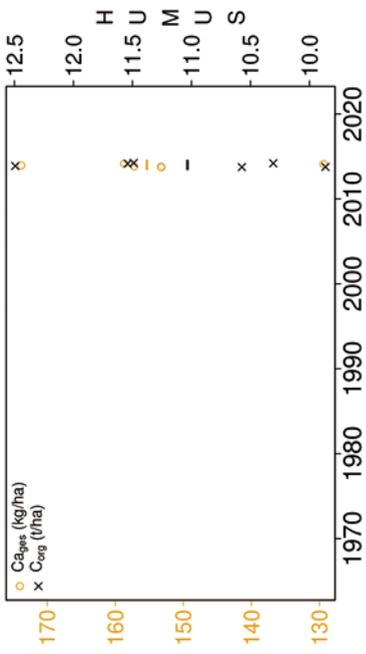


Bornhöved Buche

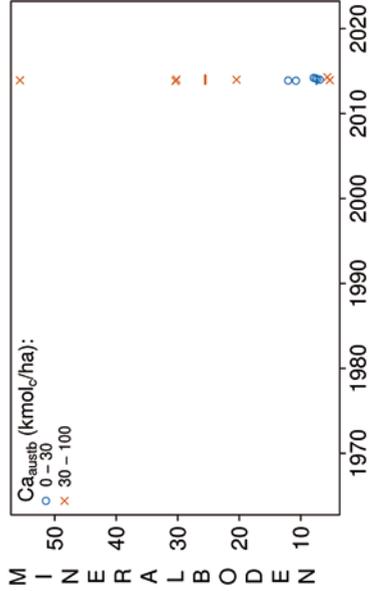
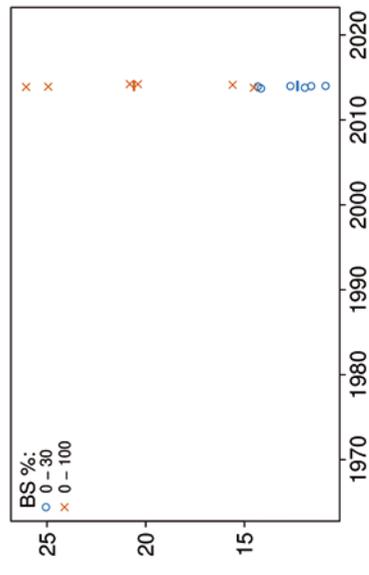
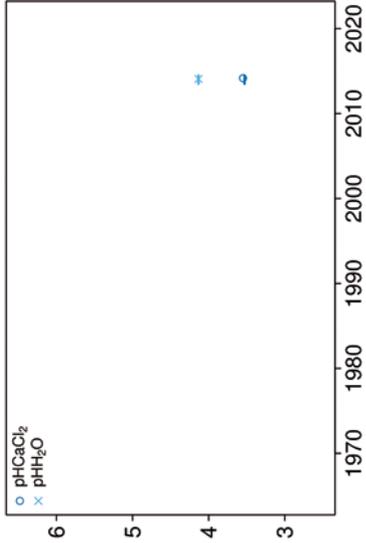




Vorrats- und pH-Änderungen



Bornhöved Buche



Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2014)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	4,78	0,45	7,33	0,43	0,57	0,13	0,29	0,25	0,032	1,23	6,72	3,79	3,36	27,65	18,37
5	10	5,29	0,36	7,85	0,41	0,65	0,18	0,25	0,13	0,028	1,47	6,48	2,95	3,37	22,10	17,95
10	20	5,83	0,36	7,59	0,41	0,68	0,22	0,23	0,09	0,041	1,68	6,54	2,45	3,31	13,51	18,20
20	30	6,60	0,43	7,91	0,41	0,71	0,30	0,25	0,09	0,075	2,18	6,79	2,28	3,64	9,54	18,65
30	40	6,91	0,42	7,63	0,45	0,79	0,26	0,28	0,07	0,079	2,36	6,91	2,03	4,52	6,18	18,42
40	50	7,07	0,42	8,09	0,56	0,98	0,18	0,28	0,06	0,055	2,57	7,85	2,29	6,04	5,60	17,99
50	70	6,32	0,38	7,77	0,68	1,04	0,14	0,20	0,03	0,031	2,54	7,32	2,43	6,04	5,17	15,05
70	80	5,61	0,40	8,41	0,67	1,04	0,14	0,20	0,03	0,031	2,69	7,14	2,65	6,14	5,44	14,53
80	100	5,18	0,44	8,36	0,68	0,94	0,17	0,18	0,03	0,029	3,00	6,64	2,76	6,07	5,06	14,01
100	150	3,65	0,46	8,41	0,54	0,75	0,16	0,17	0,03	0,038	2,84	4,76	3,62	6,97	4,83	14,13
150	200	3,04	0,65	9,23	0,56	0,68	0,17	0,19	0,05	0,055	2,79	4,20	3,43	7,38	6,53	14,11

bis 25%-Quartil

25 %-Quartil - Med.

Med. - 75 %-Quartil

75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2014)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	7	9	4	7	8	13	15	10	13	6	5	7	4	8	6
5	10	4	10	8	8	4	11	16	19	15	10	8	11	14	14	5
10	20	3	6	6	7	3	9	16	12	18	4	6	10	6	7	3
20	30	5	14	4	8	9	15	14	7	19	11	7	20	11	14	5
30	40	8	6	6	12	9	16	16	12	17	11	6	11	10	12	7
40	50	13	8	19	31	20	26	19	17	18	13	18	23	13	10	5
50	70	27	17	22	33	31	21	24	22	15	11	29	33	13	15	18
70	80	19	20	25	29	20	19	30	26	18	17	27	27	19	28	14
80	100	31	27	33	32	33	18	25	23	12	23	31	40	23	23	24
100	150	17	20	32	19	19	25	16	29	19	27	16	28	37	34	17
150	200	21	58	58	31	32	28	38	83	33	43	20	49	59	71	33

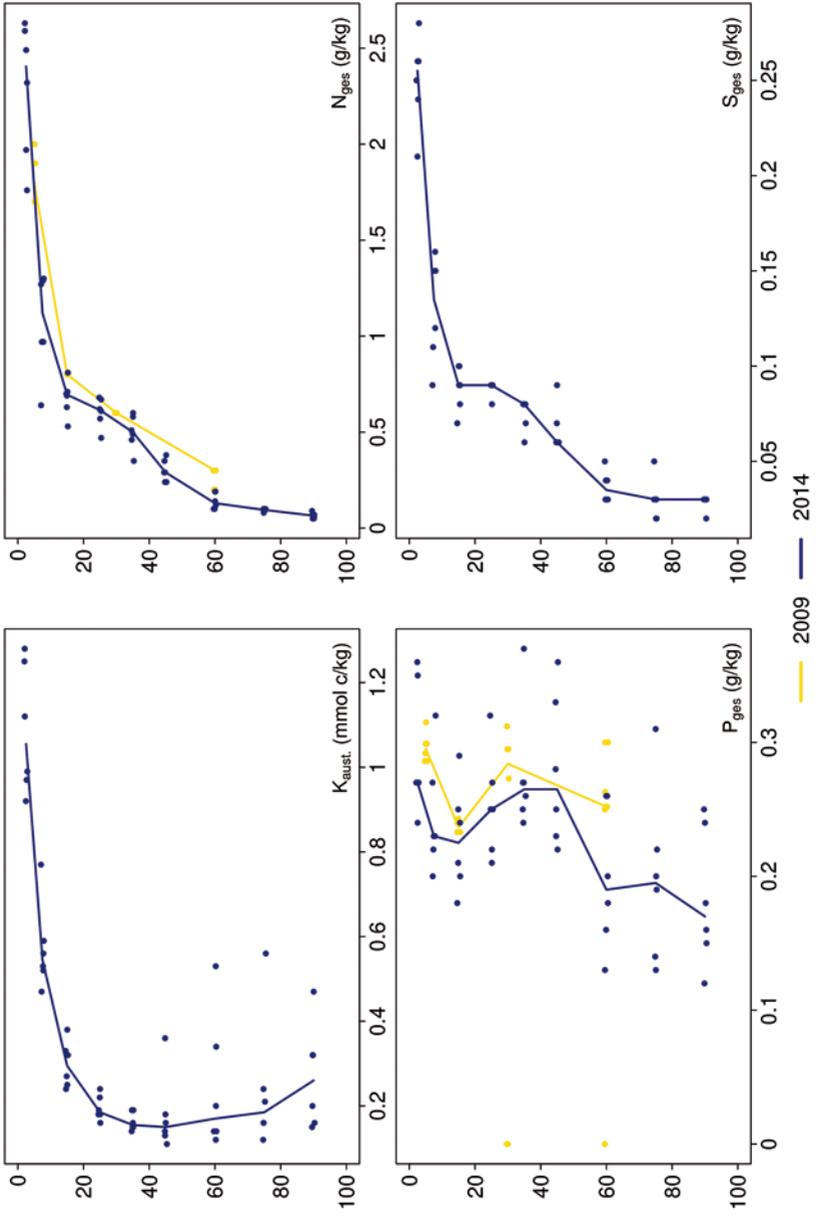
0-20 %

20-50 %

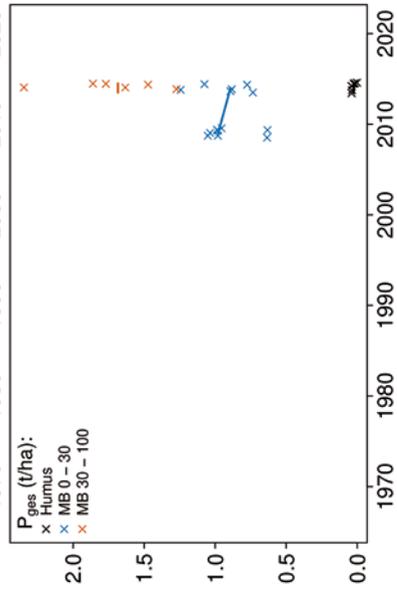
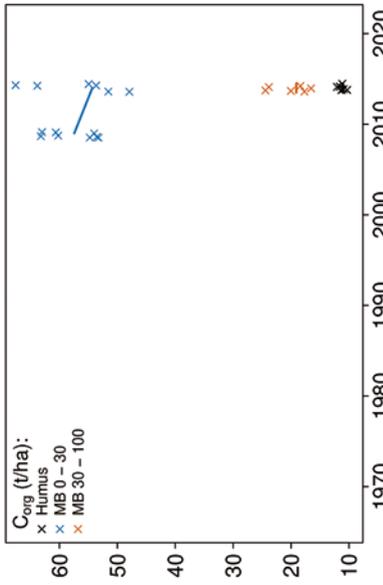
>50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

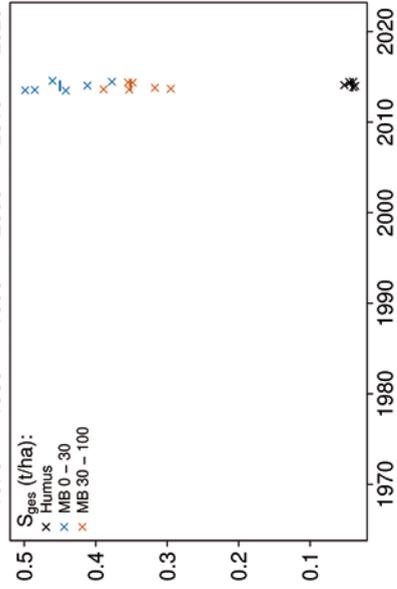
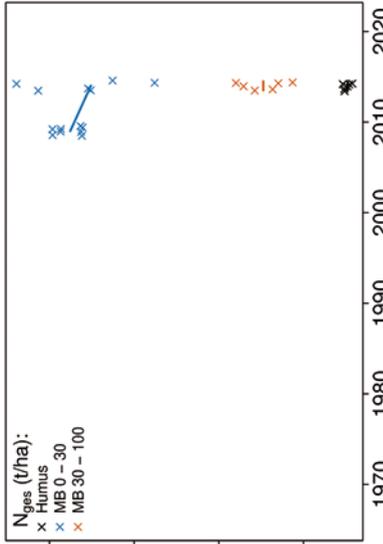
Bornhöved Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Bornhöved Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein fast skelettfreier, schwach verlehmtter Sandboden mit niedrigen Schwermetall-Gehalten geogenen Ursprungs.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen zudem in 0-10 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Die Gehalte der Humusaufgabe sind für Kupfer (Cu) und Pb höher als die Hintergrundwerte von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden wird dieser Wert nur für Pb überschritten.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 5 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen und bis in 20 cm Tiefe über dem Median. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie auf sehr niedrige Werte ab. Für Cu sind sie in 0-5 cm Tiefe mit Werten, die über dem Median liegen, ebenfalls höher als in größerer Tiefe (25 %-Quartil – Median). Die Cadmium (Cd)-Gehalte liegen nur in 10-50 cm Tiefe über dem Median. In 0-10 cm und in 50-100 cm Tiefe sind sie sehr gering (unteres Quartil). Für Kobalt (Co), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Zink (Zn) sind sie im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe niedrig (25 %-Quartil – Median).

In der Humusaufgabe sind die Gehalte aller Schwermetalle gering.

Ob sich die Schwermetall-Vorräte zwischen 2009 und 2019 im Mineralboden verändert haben, kann nicht beurteilt werden, da die Messwerte sehr stark streuen. Für die Humusaufgabe kann ebenfalls keine Aussagen gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusaufgabe ist nur durch Cu und Pb leicht kontaminiert, da ihre Gehalte über den Hintergrundwerten liegen. Alle Schwermetalle, die überwiegend atmodgenen Ursprungs sind, sind überwiegend im Oberboden zu finden, da die Humusaufgabe wenig mächtig ist (F-Mull). Im Oberboden sind die Gehalte von Pb bis in 30 cm Tiefe und von Cu bis in 5 cm Tiefe außerdem höher als in größerer Tiefe. Dass die Cd-Gehalte mit zunehmender Tiefe zunächst stark ansteigen und danach wieder stark abnehmen, könnte an der vergleichsweise hohen Mobilität von Cd und der Abnahme des Eintrags von Schwermetallen aus der Atmosphäre liegen.

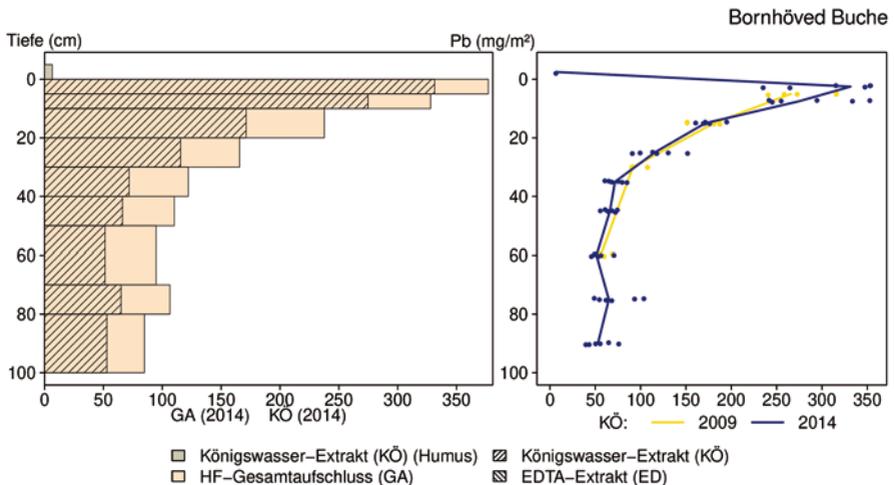
Bewertung Schwermetalle (2014)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,03	1,23	6,72	3,79	3,36	27,65	18,37
5	10	0,03	1,47	6,48	2,95	3,37	22,10	17,95
10	20	0,04	1,68	6,54	2,45	3,31	13,51	18,20
20	30	0,08	2,18	6,79	2,28	3,64	9,54	18,65
30	40	0,08	2,36	6,91	2,03	4,52	6,18	18,42
40	50	0,06	2,57	7,85	2,29	6,04	5,60	17,99
50	70	0,03	2,54	7,32	2,43	6,04	5,17	15,05
70	80	0,03	2,69	7,14	2,65	6,14	5,44	14,53
80	100	0,03	3,00	6,64	2,76	6,07	5,06	14,01
100	150	0,04	2,84	4,76	3,62	6,97	4,83	14,13
150	200	0,06	2,79	4,20	3,43	7,38	6,53	14,11
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

> Vorsorgewert

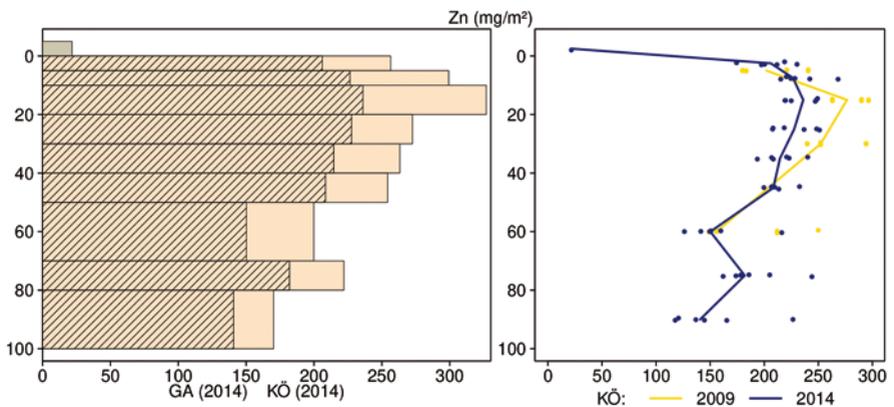
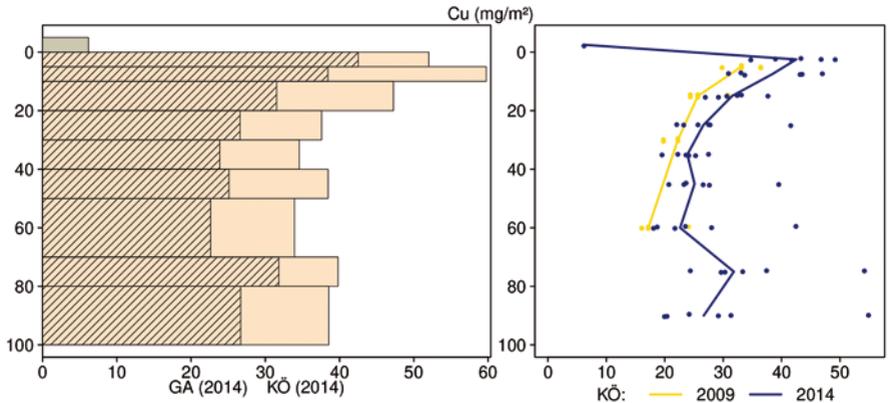
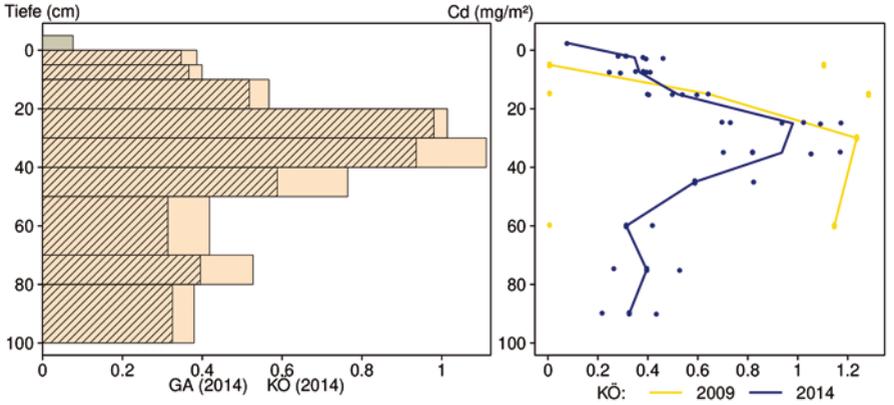
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



BHBU

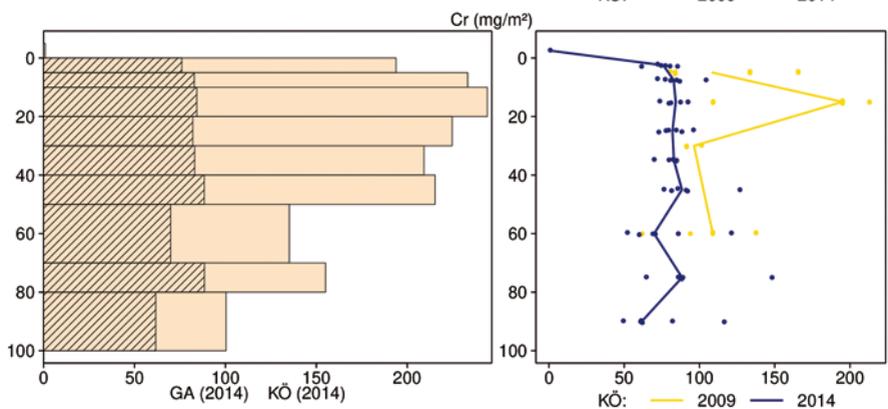
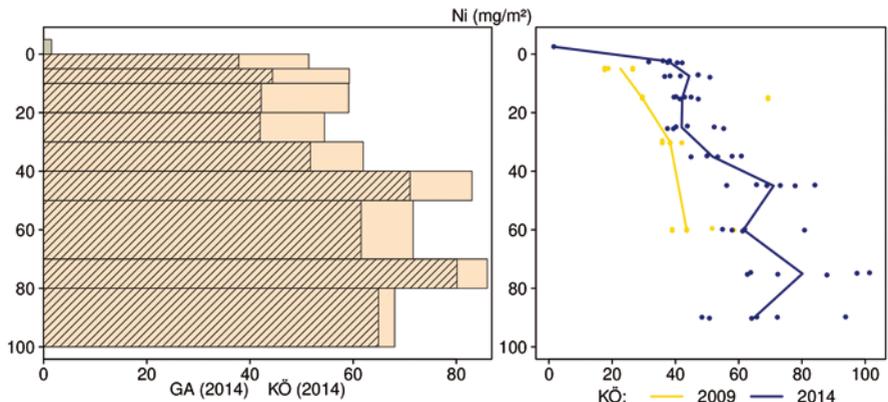
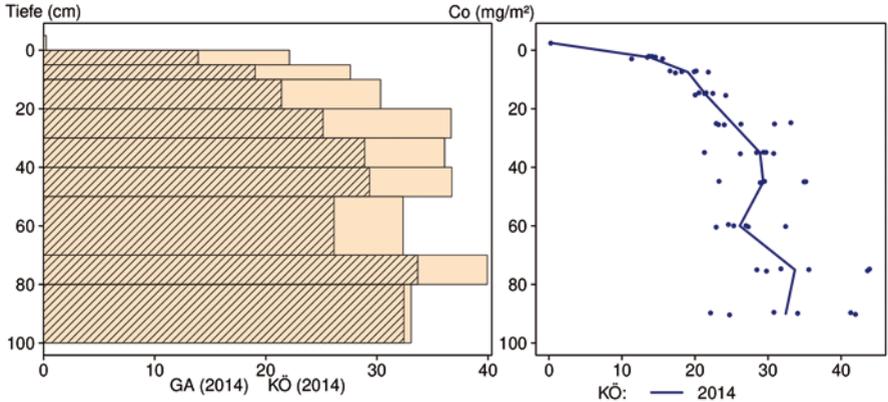
Bornhöved Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- EDTA-Extrakt (ED)

BHBU

Bornhöved Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)

BHBU

12.36 Herrenholz Eiche (HEEI)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Ahlhorn 14a		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>		UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>	
Mittelwestniedersächsisches Tiefland		457500		
<i>Wuchsbezirk</i>		UTM N	48/0/-	
Ems-Hase-Hunte Geest		5849700		
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	731	748	327	336
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,8	9,8	14,9	15,9
Monitoringprogramme				
BDF-F 14 (Standard)				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische und mikrobiologische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1992, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1992, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1992-2002, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
eiszeitliche fluviale Ablagerungen aus Mittel- und Feinsand	Böden aus basenarmem Lockergestein		<10 %, sehr skelettarm	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
feinhumusarmer rohhumusartiger Moder (MRA)	Braunerde-Pseudogley		Stagnic Fluvisol	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
38.5-8.4t	wechselfeucht, eutroph		191	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
3-4	3 t/ha, 1987			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Stieleiche	Rotbuche, Hainbuche		Drahtschmielen-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
135	7,2/0,5		schwache Hochdurchforstung	
sonstiges: Fläche wegen Eichenprozessionsspinnerbefall vorübergehend stillgelegt				

HEEI

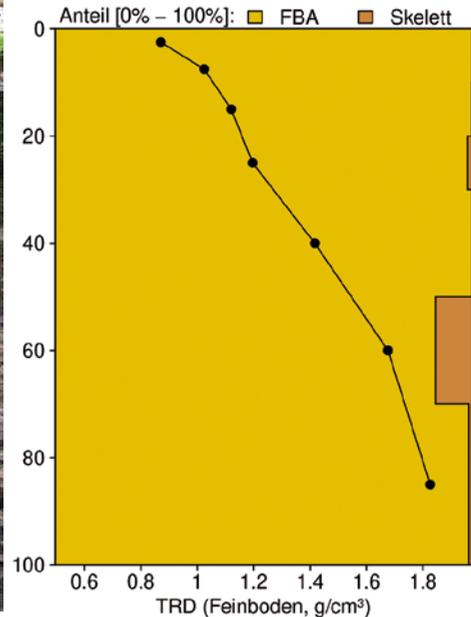
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5 - -3	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,6
Of	-3 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	6,6
Ah	0 - 8	0	Us	h3	Ld1	c1	21,6
Ah	8 - 18	0	Us	h1	Ld2	c1	23,0
Sw	18 - 28	0	Us	h0	Ld3	c1	20,0
IISw	28 - 85	0	Su4	h0	Ld3	c1	108,3
IIISd	85 - 100	6	Ls3	h0	Ld4	c1	18,3
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							191,2
Σ bis 100 cm incl. Humusaufgabe							201,4

Deutschmann 30.11.1995



Bodenphysikalische Kenngrößen



HEEI

Bodenanalytik 2012

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	33,8	5,1	5,8	2,1	0,07	27,4	3,8	5,8	4,55	4,00
Of	-	-	210	41,6	61,6	24,6	1,31	18,8	45,4	129	4,01	3,27
Oh	-	-	50,5	19,0	32,4	7,9	0,42	18,9	18,0	44,1	3,48	2,89
0 - 5	16,6	37,0	69,6	14,9	31,5	23,5	1,29	18,2	135	134	3,83	3,16
5 - 10	10,5	33,1	34,0	7,9	25,0	14,1	0,73	19,2	110	87,5	4,02	3,45
10 - 20	8,8	51,1	37,2	9,0	46,4	18,9	0,93	20,4	169	125	4,38	3,82
20 - 30	8,1	40,7	24,7	6,1	37,2	11,8	0,61	19,4	150	108	4,49	4,04
30 - 50	8,0	97,1	60,4	19,8	81,3	16,1	0,97	16,5	313	229	4,45	4,01
50 - 70	23,3	116	335	95,5	98,4	7,5	0,68	11,1	305	171	4,54	3,99
70 - 100	54,4	252	2319	517	226	4,6	0,68	6,8	524	157	4,88	4,13
Σ L-100cm		627	3175	736	646	131	7,7		1773	1189		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Stieleichen, Rotbuchen und Hainbuchen stockt auf einem sehr tiefgründigen, skelettarmen Lehmboden. Der Boden ist sehr homogen, was das AK/Corg-Verhältnis zeigt, das bei allen Inventuren eng zusammen liegt. Auch ist die Streuung der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte mit <20 % im Oberboden und <30 % im Unterboden moderat. Nur für Calcium(Ca) und Magnesium (Mg) streuen sie in 70-100 cm mit 85 % bzw. 45 % wesentlich stärker, was wahrscheinlich auf den Mergeleinfluss im Unterboden zurückzuführen ist. Die Fläche wurde 1987 mit 3 t/ha gekalkt. Über die Art des Kalkes ist nichts bekannt.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2012 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mittlerem C/N-Verhältnis bis in 50 cm Tiefe und engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Zwischen 1992 und 2002 sind die N- und Kohlenstoff (C)-Vorräte im Oberboden leicht angestiegen und danach wieder leicht abgefallen. Im Unterboden fielen sie bis 2002 leicht ab und veränderten sich bis 2012 nur noch wenig. In der Humusaufgabe konnte ein leichter Anstieg zwischen 2002 und 2012 beobachtet werden. Für 1992 gibt es keine Messwerte.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte waren 2012 mäßig hoch. Für Kalium (K) war er mit einem mittleren Vorrat niedriger. Die Auswirkungen der Kalkung zeigen sich in geringem Maße in der Humusaufgabe und im Mineralboden in 0-5 cm Tiefe. Hier sind die Ca- und Mg-Gehalte deutlich höher als im restlichen Profil. Zeitliche Veränderungen der Vorräte konnten nicht festgestellt werden.

Mit einem Vorrat von 1773 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2012 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen. Zwischen 1992 und 2012 hat er sich nur wenig verändert.

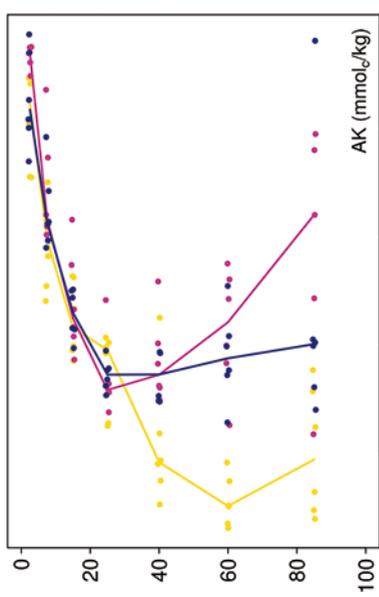
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2012 mit 1189 kg/ha im oberen Quartil mit hohen Gehalten in 0-10 cm Tiefe, die mit zunehmender Tiefe stark abnahmen. Im Mineralboden ist der S-Vorrat zwischen 1992 und 2002 noch leicht angestiegen, danach aber bis 2012 auf ein niedrigeres Niveau als 1992 wieder abgefallen. In der Humusaufgabe hat er sich nur wenig verändert.

Säure-Base-Status und -Dynamik

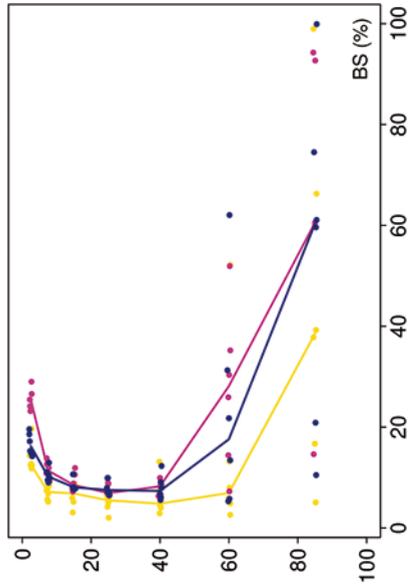
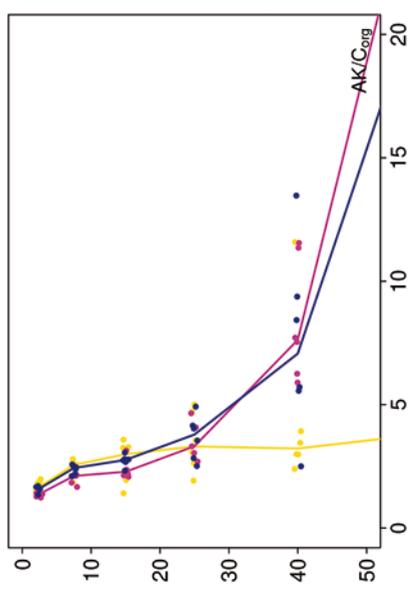
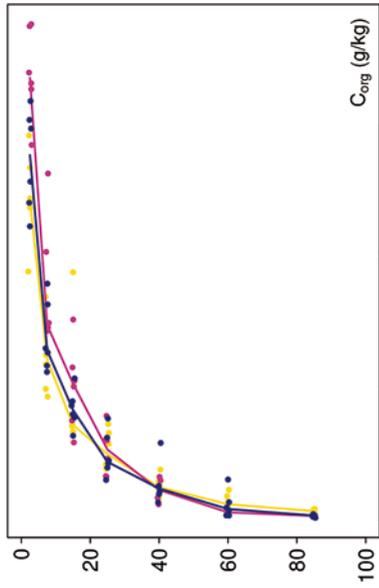
Der versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Austausch-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 50 cm Tiefe stark versauert. In größerer Tiefe steigt die Basensättigung auf höhere Werte an (Typ 3-4 – Kölling et al. 1996). Im Mineralboden stiegen die in H₂O gemessenen pH-Werte zwischen 1992 und 2012 leicht an. Bei den in CaCl₂-Lösung gemessenen Werten ist diese Tendenz nicht zu erkennen. Da die Ionenstärke in der Bodenlösung infolge der gesunkenen Deposition von Stoffen abgenommen hat, werden wahrscheinlich weniger Kationensäuren nach der Zugabe von demineralisiertem Wasser ausgetauscht.

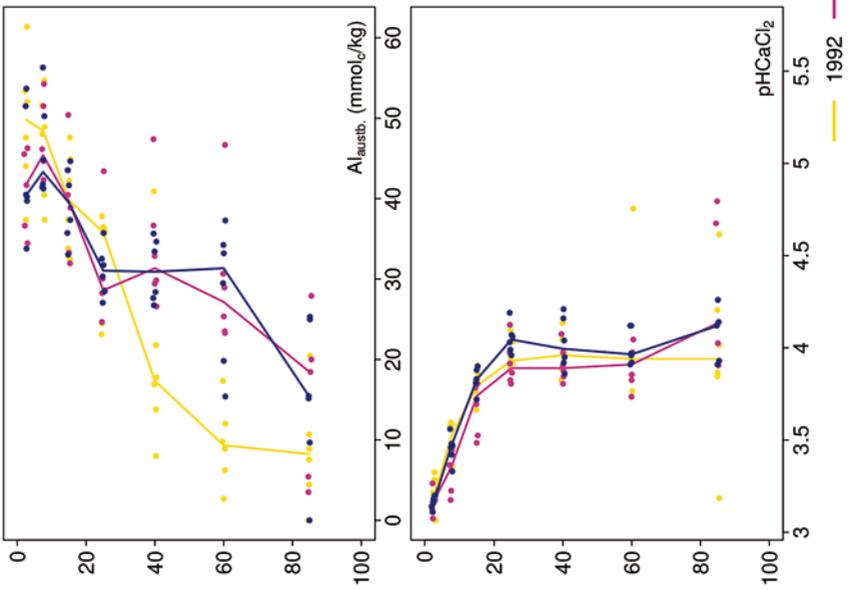
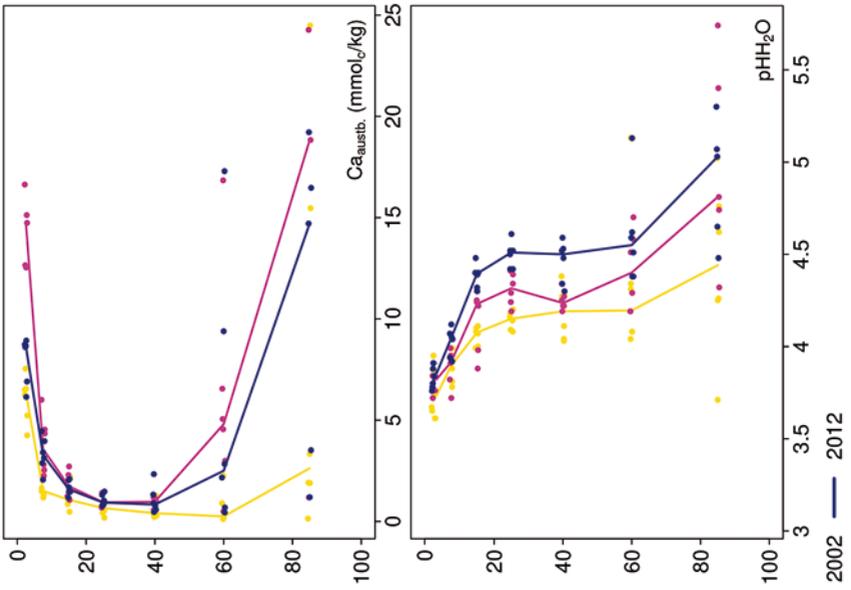
HEEI

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



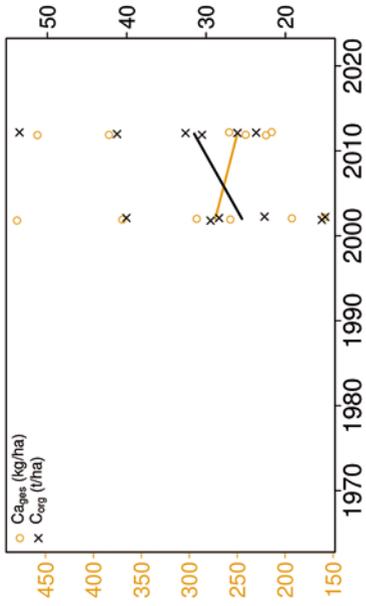
Herrenholz Eiche



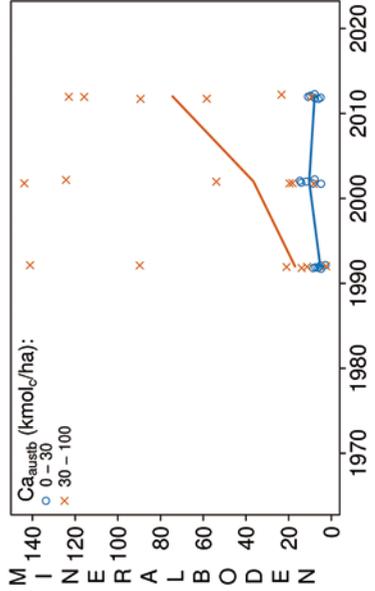
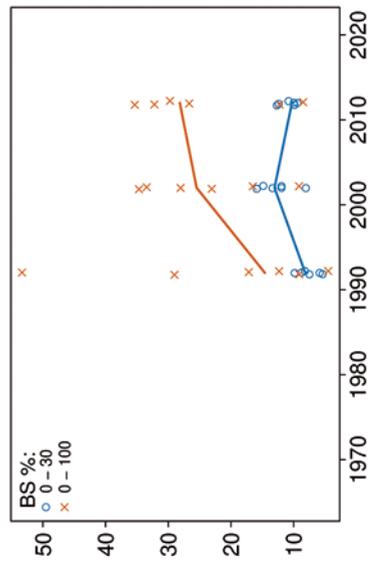
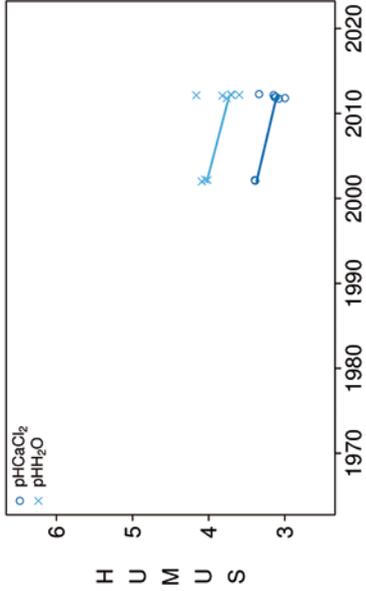


HEEI

Vorrats- und pH-Änderungen



Herrenholz Eiche



Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2012)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	5,74	0,43	4,44	0,76	0,51	0,04	0,31	0,31	0,031	0,74	7,87	3,39	2,42	27,24	11,63
5	10	6,77	0,38	4,83	0,75	0,58	0,04	0,22	0,17	0,020	0,74	8,46	2,04	2,46	20,02	10,84
10	20	7,82	0,36	4,87	0,76	0,64	0,05	0,15	0,11	0,019	0,84	9,08	1,55	2,74	12,13	11,53
20	30	8,78	0,43	5,46	0,84	0,73	0,06	0,13	0,09	0,020	1,07	10,07	1,57	3,44	7,23	12,75
30	50	9,92	0,43	8,04	1,12	0,99	0,08	0,11	0,08	0,021	1,78	11,91	2,50	4,77	5,23	13,88
50	70	10,75	0,42	10,47	1,76	1,55	0,16	0,10	0,06	0,029	3,58	13,63	4,40	6,95	4,31	16,55
70	100	10,47	0,62	10,07	2,37	2,12	0,21	0,10	0,03	0,030	4,63	13,82	6,31	9,32	4,12	18,49

bis 25%-Quantil

25%-Quantil - Med.

Med. - 75 %-Quantil

75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2012)

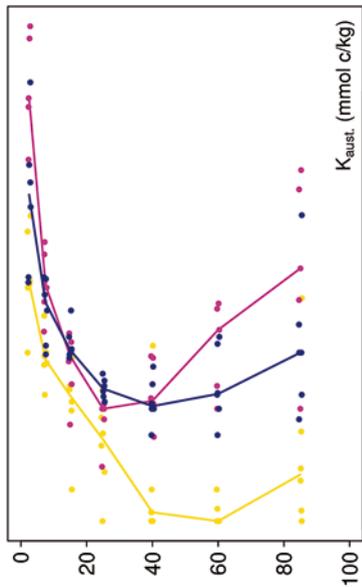
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	9	12	17	8	11	17	13	15	27	24	8	22	15	14	15
5	10	8	13	16	7	13	17	18	17	31	29	7	24	18	10	19
10	20	7	11	17	7	13	21	19	12	25	29	7	20	16	10	21
20	30	8	13	20	10	17	24	17	18	28	27	9	24	19	9	18
30	50	11	18	32	24	27	34	20	20	19	37	18	37	28	6	19
50	70	18	22	17	28	29	34	32	30	19	34	17	34	22	17	19
70	100	29	85	30	39	45	41	32	25	26	27	24	35	39	24	26

0-20 %

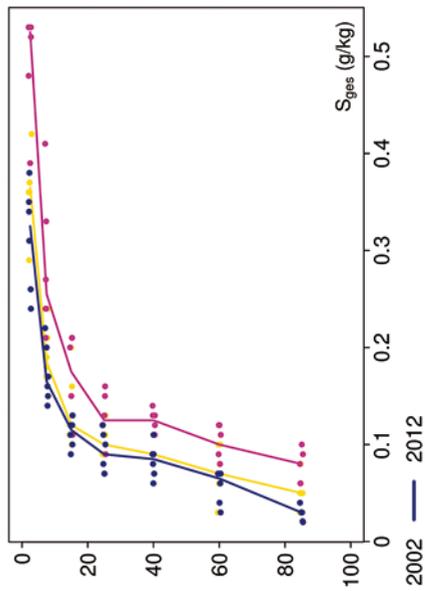
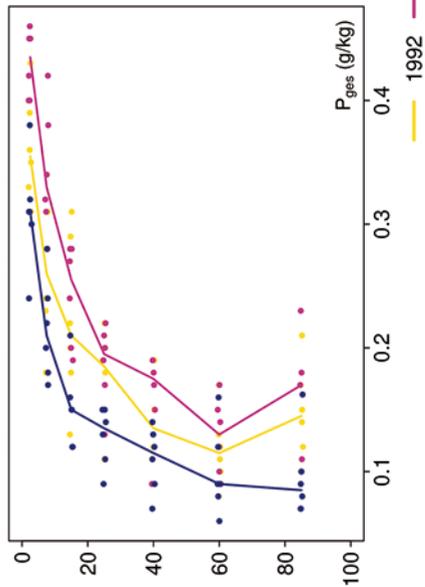
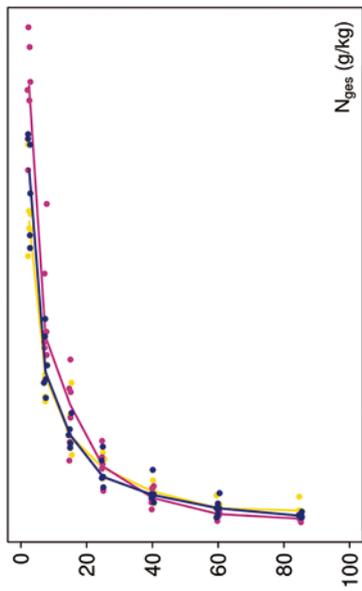
20-50 %

>50 %

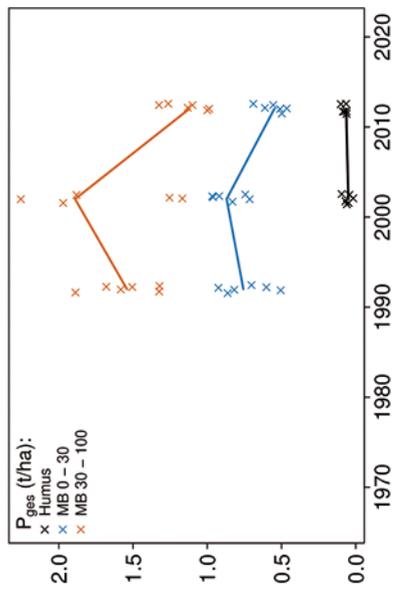
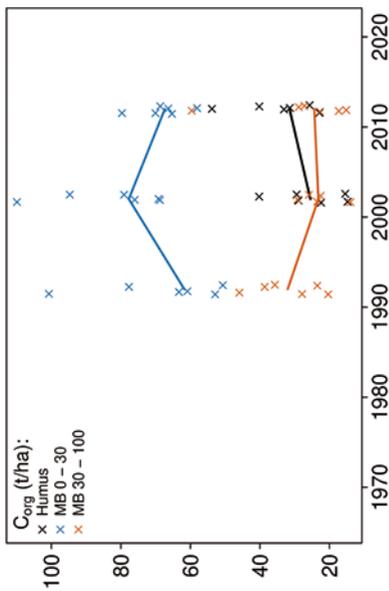
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



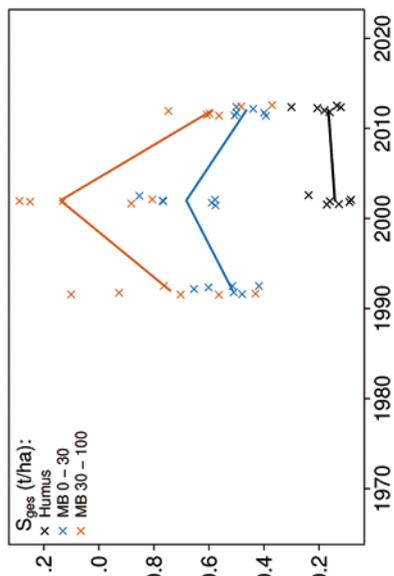
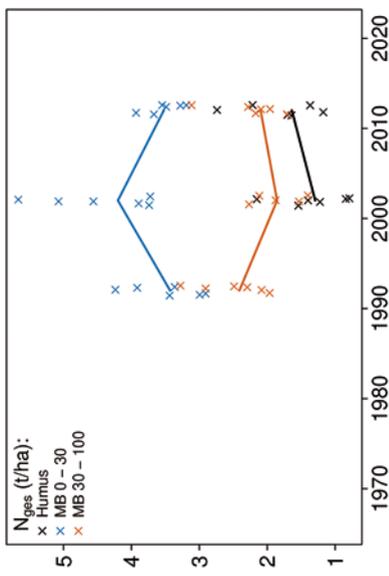
Herrenholz Eiche



Vorratsänderungen (t/ha)



Herrenholz Eiche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist ein Braunerde-Pseudogley, der sich aus Ablagerungen von Mittel- und Feinsand und Lösslehm-Fließerden gebildet hat. Dieser sehr skelettarme Lehmboden weist niedrige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, und Vorsorgewerte der BBodSchV werden nicht überschritten.

Die Gehalte der Humusauflage liegen nur für Kupfer (Cu) und Pb über den Hintergrundwerten von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden wird dieser Wert nur für Pb überschritten.

Die Pb-Gehalte sind in 0-5 cm Tiefe sehr hoch (oberes Quartil) und bis in 20 cm Tiefe immer noch höher als der Median der Gehalte aller Flächen. Mit zunehmender Tiefe nehmen sie dann auf sehr niedrige Werte ab (unteres Quartil). Für Cadmium (Cd) sind sie nur in 0-5 cm Tiefe geringfügig höher als in größerer Tiefe, in der sie sehr gering sind. Die Cu-Gehalte liegen bis in 5 cm Tiefe über dem Median und nehmen danach bis in 30 cm Tiefe auf sehr niedrige Werte ab. Für Kobalt (Co), Nickel (Ni), Chrom (Cr) und Zink (Zn) sind die Gehalte bis in 50 cm Tiefe insgesamt gering. Ab 50 cm Tiefe schließt sich eine schwermetallreichere Schicht an, deren Gehalte für alle Schwermetalle mit Ausnahme von Cd und Pb über dem Median liegen.

In der Humusauflage sind die Gehalte von Cu, Cr und Pb leicht erhöht (2. Quartil). Für alle anderen Schwermetalle sind sie sehr niedrig (unteres Quartil).

Zwischen 2002 und 2012 haben sich die Schwermetall-Vorräte in der Humusauflage kaum verändert. Für den Mineralboden kann keine Aussage gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusauflage ist nur durch Cu und Pb leicht kontaminiert, da ihre Gehalte die Hintergrundwerte überschreiten. Für Pb und in geringem Maße auch für Cu und Cd deutet sich eine Verlagerung von der Humusauflage in den Mineralboden an. Dies zeigen die höheren Werte im Oberboden sowie der I_{geo} -Wert und die Überschreitung des Hintergrundwertes in 0-10 cm Tiefe bei Pb. Auffällig ist die schwermetallreichere Schicht in 50-100 cm Tiefe.

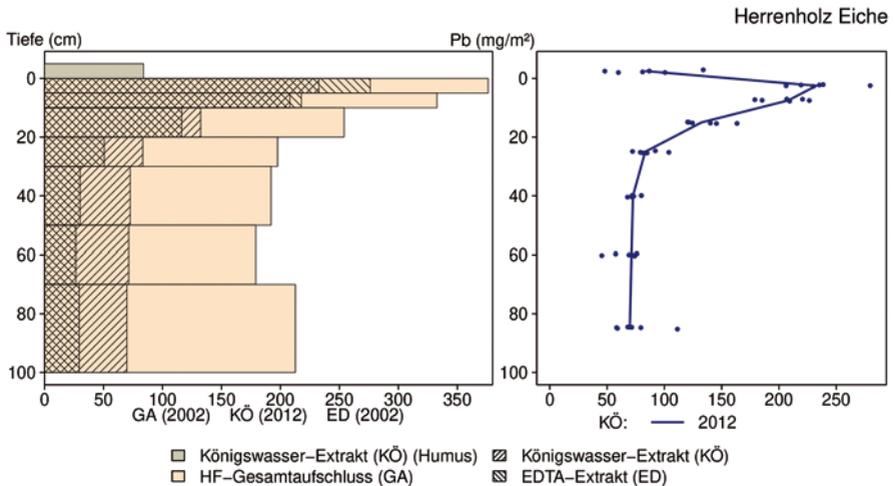
Bewertung Schwermetalle (2012)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,03	0,74	7,87	3,39	2,42	27,24	11,63
5	10	0,02	0,74	8,46	2,04	2,46	20,02	10,84
10	20	0,02	0,84	9,08	1,55	2,74	12,13	11,53
20	30	0,02	1,07	10,07	1,57	3,44	7,23	12,75
30	50	0,02	1,78	11,91	2,50	4,77	5,23	13,88
50	70	0,03	3,58	13,63	4,40	6,95	4,31	16,55
70	100	0,03	4,63	13,82	6,31	9,32	4,12	18,49
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

> Vorsorgewert

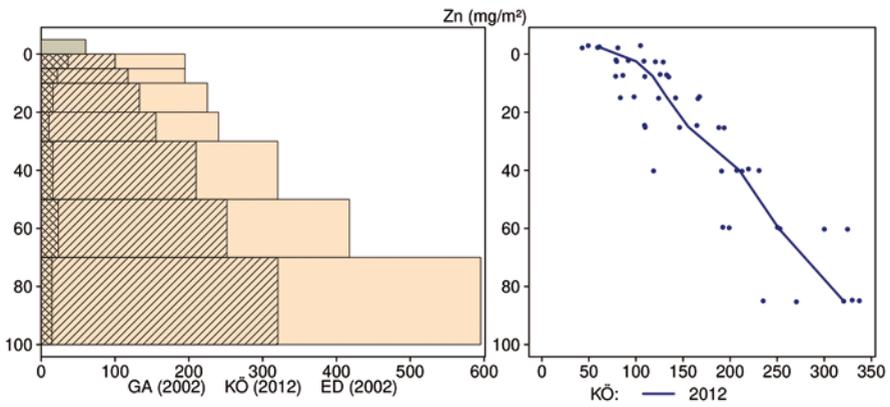
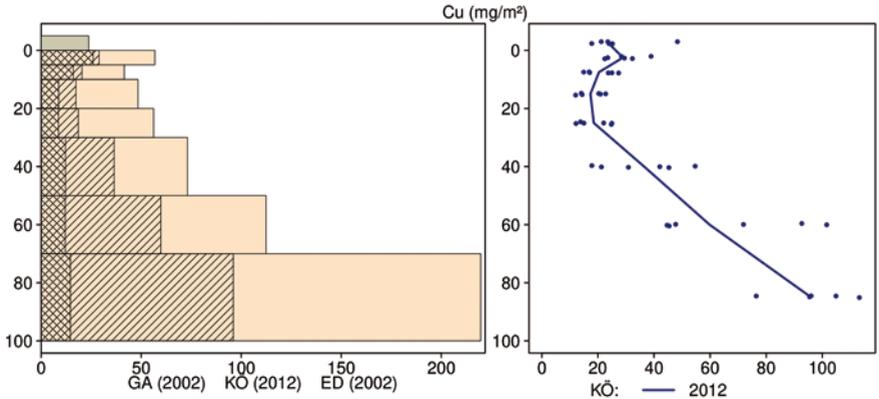
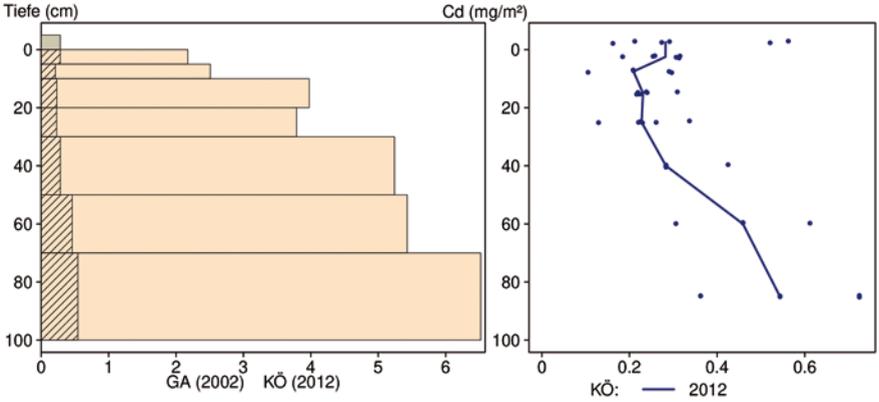
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



HEEI

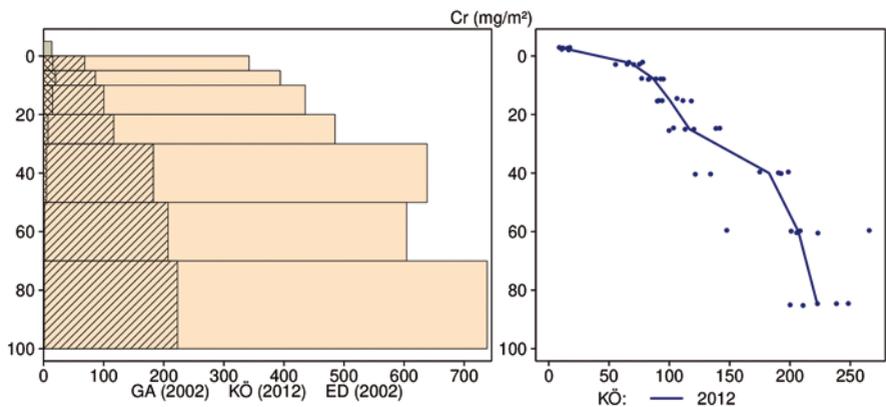
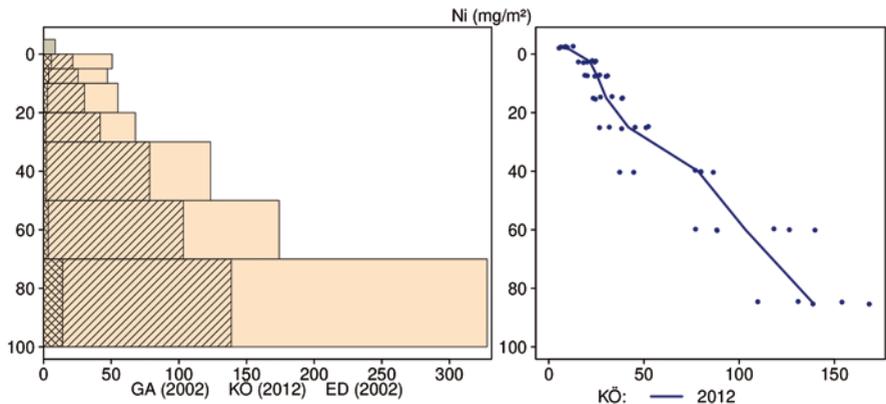
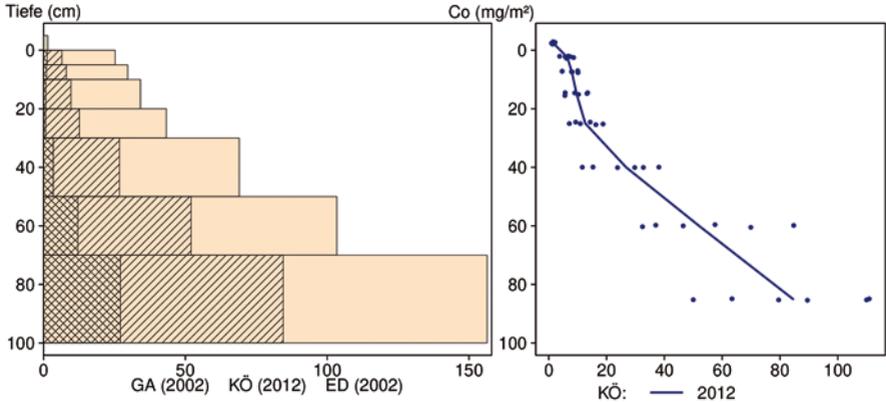
Herrenholz Eiche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)

HEEI

Herrenholz Eiche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)

HEEI

12.37 Hess. Ried Buche (HRIBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Lampertheim 52B		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Oberrhein. Tiefland und Rhein-Main-Ebene		466400		
Wuchsbezirk		UTM N	91/0/-	
Hessische Rheinebene		5505600		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	694	642	354	316
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	10,2	11,2	16,9	18
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 613				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1999 (WÖSSH), chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2008, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Meteorologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse, LAI				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
pleistozäne und holozäne fluviale Ablagerungen von Fein- und Mittelsand	Semiterrestrische Böden breiter Flusstäler		skelettfrei	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
feinhumusreicher Moder (MOR)	Pseudogley-Braunerde		Entic Protostagnic Endoetric Podzol (EpiArenic, Endoloamic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
1.2.13.10;	ziemlich frisch, eutroph		116	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
3	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Hainbuche		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
119	5,3/2,2		starke Hochdurchforstung	
sonstiges: -				

HRIBU

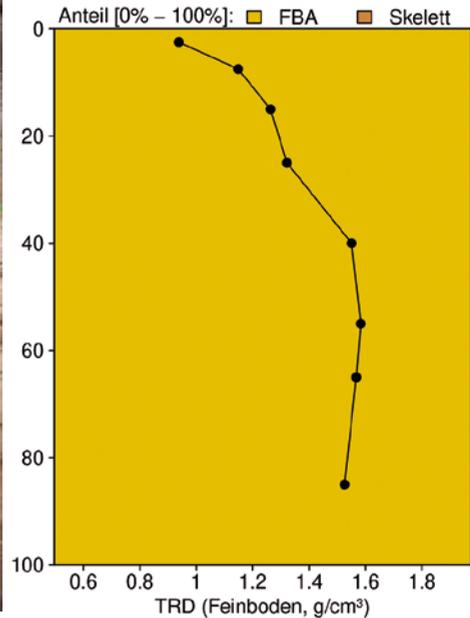
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3.6 - -1.8	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,2
Of	-1.8 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	4,0
Ah	0 - 9	0	fSms	h3	Ld1	c0	13,5
Bhv	9 - 36	0	fSms	h2	Ld2	c0	37,8
Sw-Bv	36 - 50	0	fSms	h1	Ld3	c0	19,6
IIGo-Scwd	50 - 120	0	St3	h0	Ld4	c0	63,0
IIGro-Swd	120 - 180	0	St2	h0	Ld4	c1	60,0
IIIIGro-Cv	180 - 210	0	mSgs	h0	Ld3	c1	33,0
IVIGro-Cv	210 - 211	0	fSms	h0	Ld2	c3	1,3
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							115,9
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							123,1

Beisecker 8.10.2008



Bodenphysikalische Kenngrößen



HRIBU

Bodenanalytik 2018

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	49,0	3,8	3,2	1,5	0,04	40,7	1,7	2,9	5,18	4,60
Of	-	-	164	14,3	15,4	4,7	0,20	23,9	9,7	18,0	5,21	4,72
Oh	-	-	109	20,3	34,9	4,5	0,23	19,7	12,1	25,3	4,54	3,86
0 - 5	30,6	19,3	78,2	5,6	10,9	9,0	0,42	21,3	46,3	53,0	4,36	3,61
5 - 10	26,7	24,3	103	8,2	13,2	7,6	0,34	22,3	43,5	43,5	4,51	3,72
10 - 20	25,3	39,6	155	9,9	22,3	10,3	0,47	21,7	79,0	67,4	4,64	3,90
20 - 30	32,6	44,9	262	40,7	24,7	6,9	0,34	20,2	75,6	54,4	4,81	4,05
30 - 40	41,8	52,7	583	50,1	36,3	4,2	0,24	17,1	92,3	44,2	4,91	4,18
40 - 50	53,8	68,7	900	57,3	36,2	3,0	0,21	14,7	119	52,2	5,02	4,32
50 - 60	71,2	99,9	1509	63,2	50,2	3,4	0,24	14,0	162	74,2	5,61	4,84
60 - 70	85,8	88,6	1397	77,4	47,6	2,3	0,17	13,3	177	69,5	5,71	5,06
70 - 80	95,4	88,5	1551	76,8	52,6	2,1	0,14	17,9	183	53,7	5,93	5,06
80 - 90	95,5	76,9	1357	63,5	50,0	2,2	0,12	20,2	185	45,3	6,20	5,27
90 - 100	85,2	82,0	1368	61,8	53,5	1,7	0,13	13,2	225	49,8	6,07	4,98
Σ L-100cm		685	9585	553	451	63,5	3,3		1412	653		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem sehr tiefgründigen, skelettfreien Sandboden. Der Oberboden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit Variationskoeffizienten unter 30 % moderat sind. Da es im Unterboden durch den stark schwankenden Grundwasserspiegel in der Vergangenheit zu Kalkausfällungen gekommen ist, streuen die Elementgehalte, vor allem Calcium (Ca), hier sehr stark. Das Profilfoto zeigt diese Kalkablagerungen, so genanntes Rheinweiß, als hellere Bereiche.

Da von der Inventur 1999 nur ein Messwert je Tiefenstufe vorliegt der im Streuungsbereich der Werte der folgenden Inventuren liegt, werden die Daten nicht in die folgenden Betrachtungen einbezogen.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte, die 2008 noch im mittleren Bereich lagen (Forstliche Standortaufnahme 2016), sind bis 2018 auf ein geringes Niveau abgefallen. Im Oberboden ist das C/N-Verhältnis mäßig weit, während es im Unterboden mit mäßig weitem bis mäßig engem Verhältnis sehr variabel ist.

Der Ca-Vorrat war 2018 mit 9585 t/ha im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe sehr hoch, was auf die sehr hohen Vorräte im Unterboden zurückzuführen ist (Rheinweiß). Die Versorgung mit Magnesium (Mg) und Kalium (K) war mäßig hoch bzw. nur mäßig. Zwischen 2008 und 2018 sind die Vorräte an diesen Elementen nur in der Humusaufgabe leicht angestiegen.

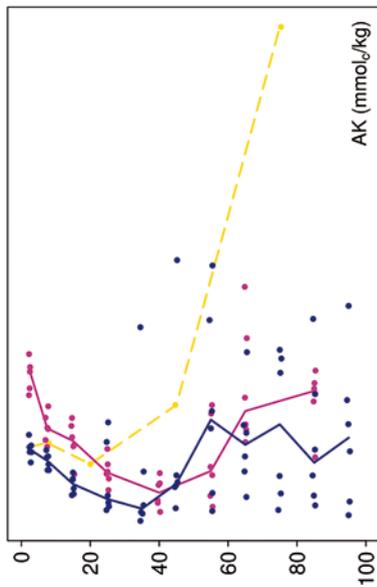
Mit einem Vorrat von 1412 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2018 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen. Zwischen 2008 und 2018 hat er im Oberboden ab- und im Unterboden zugenommen. Im gesamten Profil ist er um fast 20 % angestiegen.

Zwischen 2008 und 2018 hat der Schwefel (S)-Vorrat von 877 auf 653 kg/ha abgenommen, was auf die starke Abnahme der Gehalte in 0-20 cm Tiefe zurückzuführen ist. Er lag damit 2018 im unteren Quartil der Vorräte aller Flächen.

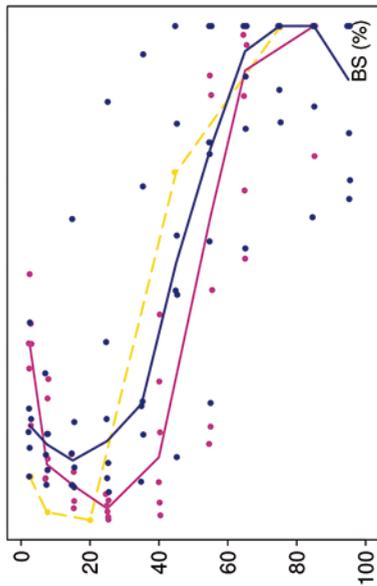
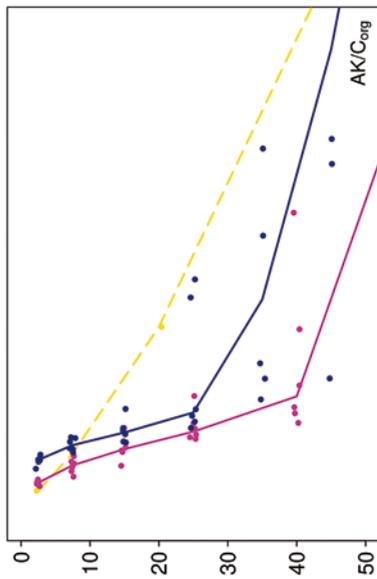
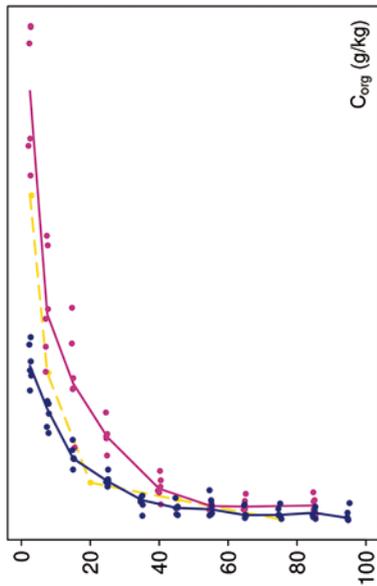
Säure-Base-Status und -Dynamik

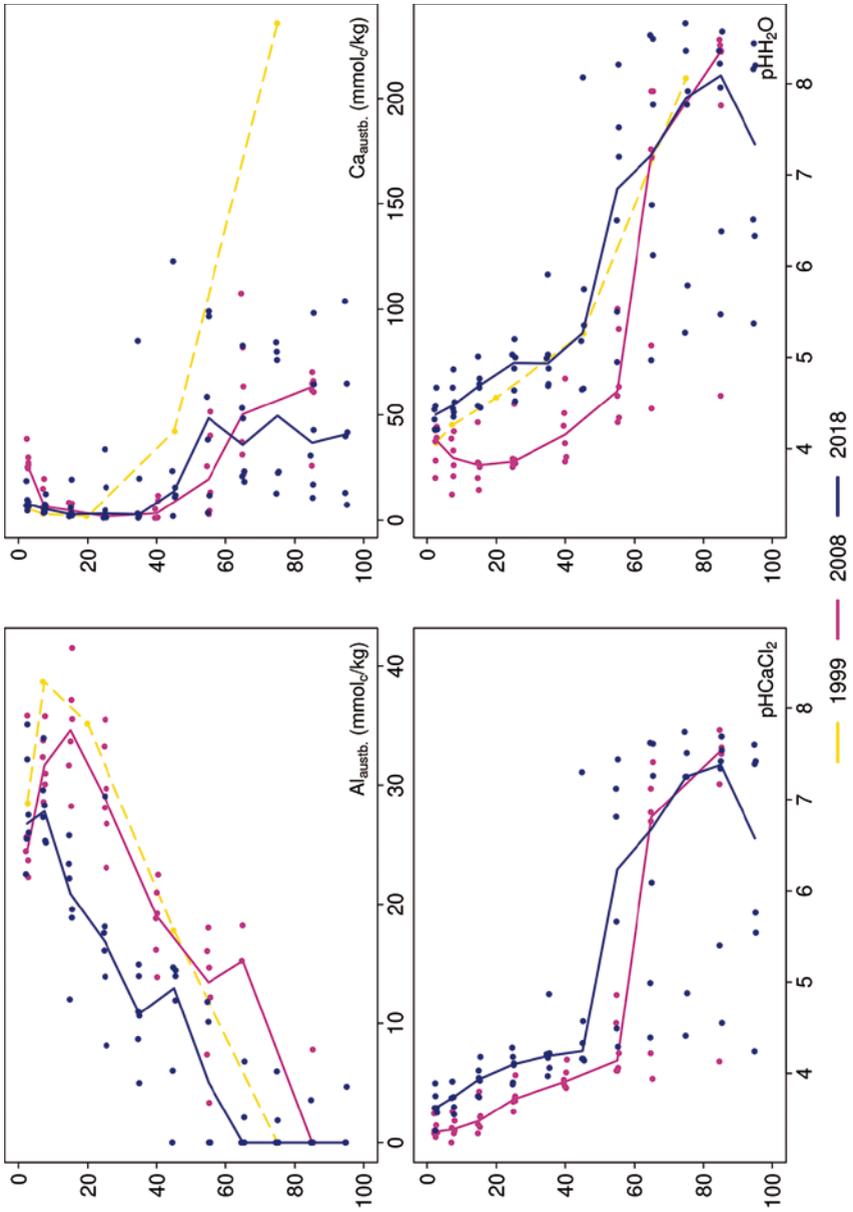
Der im Oberboden versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 40 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 30 cm Tiefe stark versauert, in größerer Tiefe steigt die Basensättigung durch das Auftreten von Rheinweiß auf fast 100 % an (Typ 3 – Kölling et al. 1996). An der Versauerung hat sich im Untersuchungszeitraum wenig geändert. Nur im Oberboden sind die pH-Werte leicht angestiegen. Bei der Basensättigung zeigt sich kein Trend.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

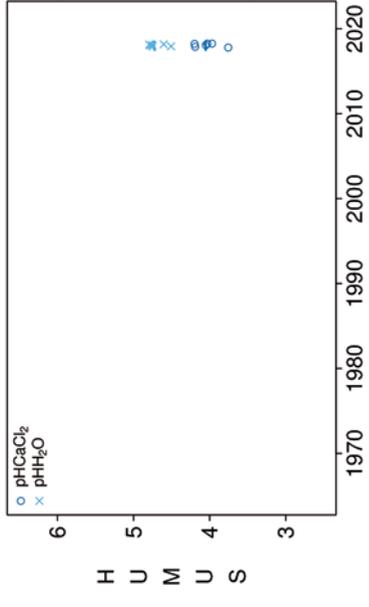
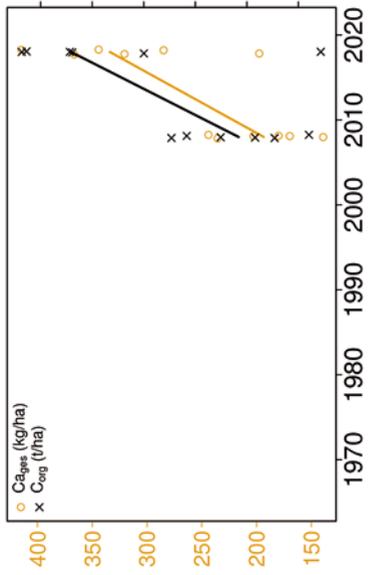


Hess. Ried Buche

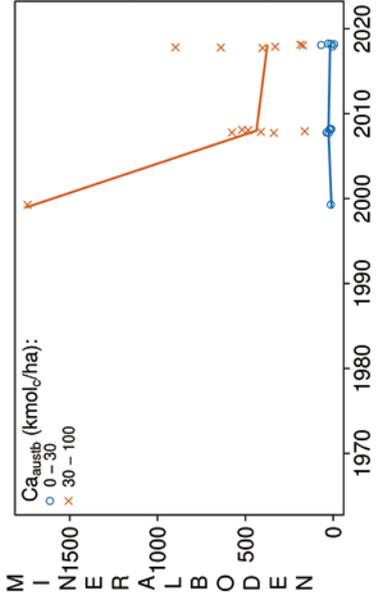
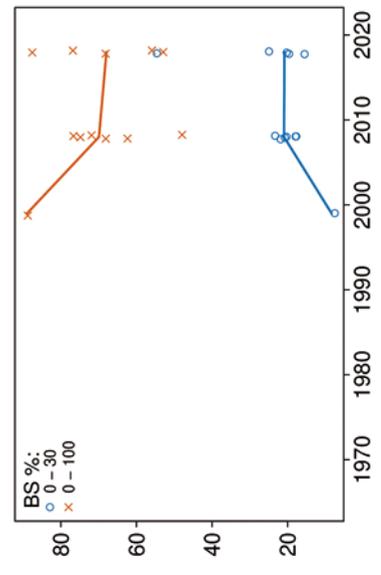




Vorrats- und pH-Änderungen



Hess. Ried Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2018)

won cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	4,41	0,58	3,02	0,35	0,44	0,02	0,10	0,11	0,039	0,74	5,75	1,95	2,34	13,56	14,43
5	10	4,81	0,59	3,18	0,36	0,49	0,02	0,08	0,08	0,042	0,78	6,21	1,33	2,43	9,81	14,99
10	20	5,01	0,58	3,16	0,36	0,53	0,02	0,06	0,05	0,044	0,86	6,65	0,98	2,66	7,36	13,89
20	30	5,18	0,67	3,45	0,41	0,62	0,03	0,06	0,04	0,041	1,00	6,77	0,91	3,16	5,83	12,69
30	40	6,52	0,91	5,00	0,71	1,01	0,05	0,06	0,03	0,040	1,72	9,12	1,51	5,42	5,35	18,59
40	50	8,65	10,94	7,13	1,10	1,55	0,09	0,08	0,03	0,040	2,25	12,19	2,11	7,73	5,22	15,10
50	60	10,22	19,55	8,62	1,54	2,00	0,19	0,10	0,05	0,044	2,89	14,54	3,20	9,59	5,43	16,25
60	70	8,18	28,76	7,34	1,36	2,01	0,14	0,11	0,04	0,035	2,31	12,75	2,90	8,09	4,29	13,06
70	80	8,50	34,95	8,02	1,52	2,20	0,36	0,12	0,04	0,035	2,85	12,85	3,39	8,71	4,31	12,73
80	90	7,64	25,80	7,42	1,38	1,87	0,23	0,12	0,03	0,027	2,41	12,08	3,21	7,63	4,00	12,04
90	100	7,66	23,86	9,01	1,35	1,71	0,28	0,15	0,03	0,028	2,62	12,12	2,86	8,33	4,09	12,30

bis 25%-Quantil

25 %-Quantil - Med.

Med. - 75 %-Quantil

75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2018)

won cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	17	19	24	12	20	27	11	16	31	27	16	22	24	25	78
5	10	15	17	23	13	21	17	7	9	28	26	16	18	20	21	87
10	20	10	13	19	11	17	13	15	10	22	22	15	14	16	10	70
20	30	28	20	27	40	37	20	18	15	15	30	29	29	33	13	66
30	40	70	70	52	100	82	78	19	26	20	67	53	92	70	30	107
40	50	42	206	23	53	55	45	22	77	21	20	22	37	33	12	21
50	60	37	191	29	45	36	57	24	110	40	30	31	52	38	22	36
60	70	21	133	12	23	34	48	29	91	53	10	14	21	10	15	15
70	80	46	119	29	49	42	105	28	75	36	30	25	29	29	30	28
80	90	56	106	31	62	38	77	20	56	27	17	32	39	36	31	36
90	100	52	148	52	63	44	74	32	85	50	23	34	43	42	30	33

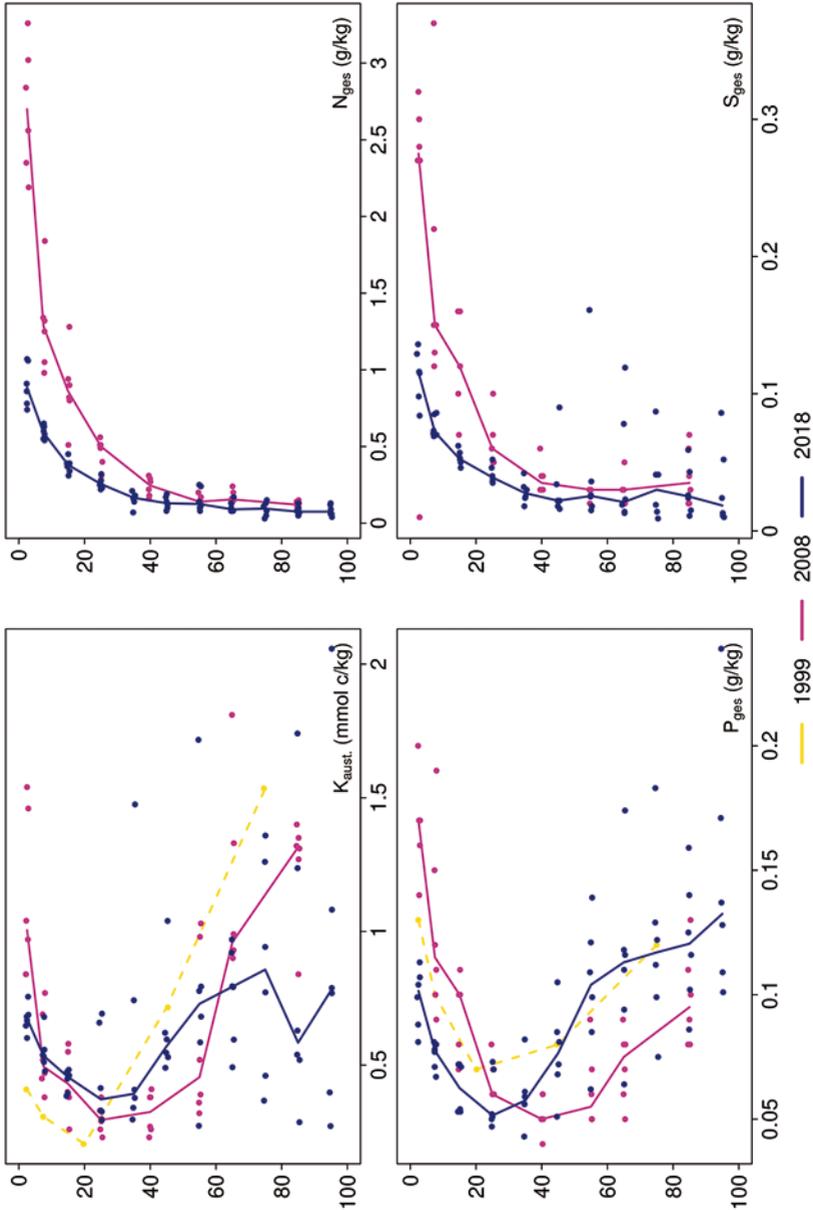
0-20 %

20-50 %

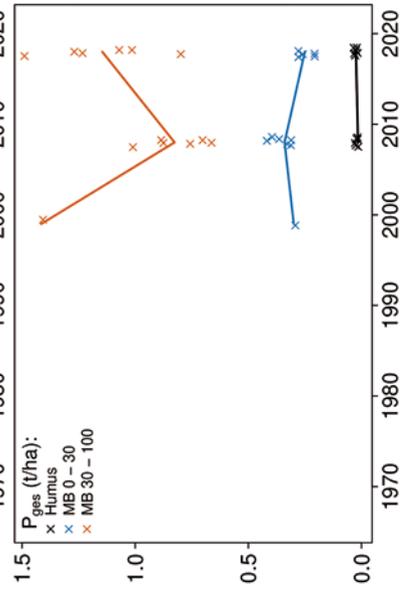
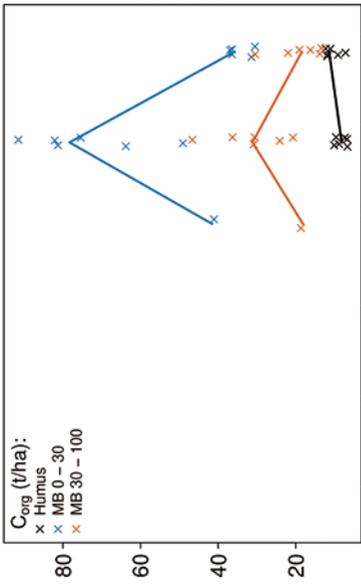
>50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

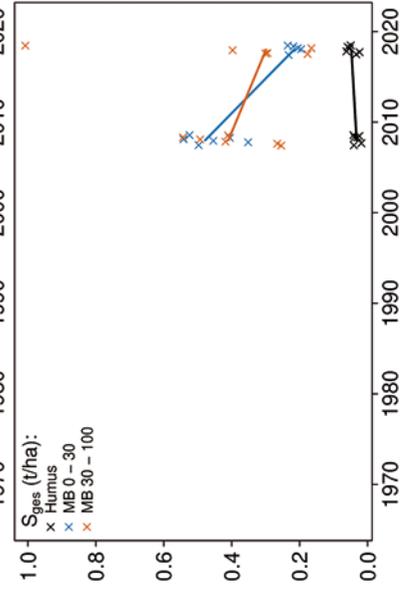
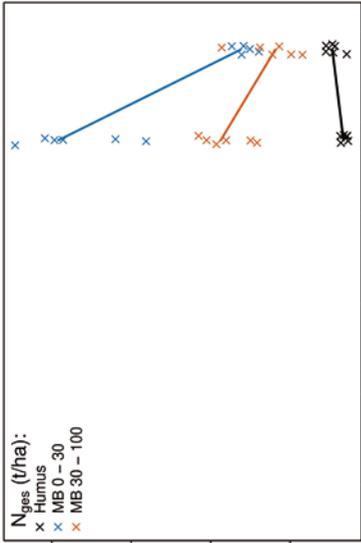
Hess. Ried Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Hess. Ried Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Pseudogley-Braunerde, die sich aus Ablagerungen von Mittel- und Feinsand gebildet hat. Dieser skelettfreie Sandboden weist niedrige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Im Unterboden liegen die Nickel (Ni)-Gehalte über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht überschritten.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte von Kupfer (Cu) und Zink (Zn) höher als die Hintergrundwerte von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden werden sie nicht überschritten.

Die Pb-Gehalte sind in 0-5 cm Tiefe höher als der Median der Gehalte aller Flächen und nehmen mit zunehmender Tiefe auf sehr niedrige Werte ab. Für Cu sind sie bis in 10 cm Tiefe erhöht, nehmen bis in 50 cm Tiefe auf sehr niedrige Werte ab (unteres Quartil) und danach wieder auf Werte, die über dem Median liegen, zu. Für Zn ist der Verlauf auf wesentlich niedrigerem Niveau ähnlich wie für Cu. Die Cadmium (Cd)-Gehalte liegen im ganzen Profil bis in 60 cm Tiefe über dem Median und nehmen dann mit zunehmender Tiefe leicht ab. Bei Kobalt (Co), Chrom (Cr), und Ni ist im Gegensatz hierzu, ausgehend von geringen Werten im Oberboden, mit zunehmender Tiefe ein kontinuierlicher Anstieg auf Werte, die teilweise über dem Median liegen, zu verzeichnen.

In der Humusaufgabe überschreiten nur die Pb-Gehalte den Median. Die Gehalte aller anderen Schwermetalle sind eher niedrig.

Zwischen 2008 und 2018 haben die Vorräte aller Schwermetalle bis auf Cd und Zn in der Humusaufgabe zugenommen. Für Cd ist in 0-5 cm und in 30-70 cm Tiefe, für Cu in 0-5 cm und in 60-100 cm Tiefe eine leichte Tendenz zu abnehmenden Werten zu erkennen, während die Pb- und Zn-Vorräte im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe stärker abgenommen haben. Bei Co, Cr und Ni zeigt sich ein indifferentes Bild.

Die Humusaufgabe ist nur durch Cu und Zn leicht kontaminiert. Für Pb und Cu deuten höhere Werte im Oberboden und der I_{geo} -Wert für Pb auf eine geringfügige Verlagerung von der Humusaufgabe in den Mineralboden hin. Insgesamt ist die Schwermetallbelastung jedoch gering und es zeigt sich im Mineralboden eine Tendenz zu abnehmenden Werten. Dass die Vorräte aller Schwermetalle in der Humusaufgabe gestiegen sind, könnte an der Zunahme des Humusvorrats liegen. Ein Vergleich mit der benachbarten Kiefernfläche (HRIKI) zeigt ähnliche Humusvorräte in beiden Inventurjahren und eine stärker ausgeprägte Tendenz zur Verlagerung von Cu und Pb in die Tiefe. Im Vergleich zur Eichenfläche (HRIEI) sind die Co-, Cr- und Ni-Gehalte in der Humusaufgabe viel niedriger. Im Mineralboden sind die Schwermetallgehalte aller drei Flächen vergleichbar. Auffällig ist die vergleichsweise hohe Variabilität der Schwermetall-Gehalte im Boden dieser Fläche, die insbesondere in tieferen Schichten zu sehen ist. Die Ursache hierfür könnte der stark schwankende Grundwasserspiegel in der Vergangenheit sein, in dessen Folge es neben deutlich sichtbaren Kalkausfällungen auch zu einer hohen Streuung der Elementgehalte gekommen ist.

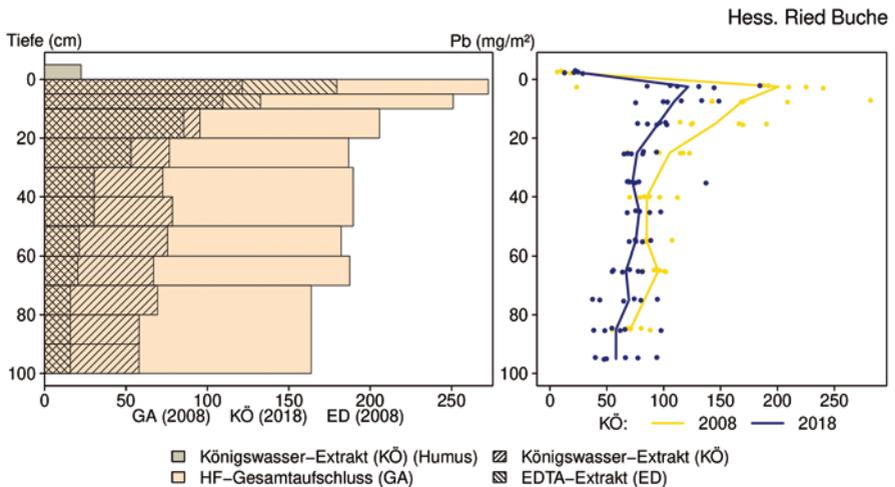
Bewertung Schwermetalle (2018)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,04	0,74	5,75	1,95	2,34	13,56	14,43
5	10	0,04	0,78	6,21	1,33	2,43	9,81	14,99
10	20	0,04	0,86	6,65	0,98	2,66	7,36	13,89
20	30	0,04	1,00	6,77	0,91	3,16	5,83	12,69
30	40	0,04	1,72	9,12	1,51	5,42	5,35	18,59
40	50	0,04	2,25	12,19	2,11	7,73	5,22	15,10
50	60	0,04	2,89	14,54	3,20	9,59	5,43	16,25
60	70	0,03	2,31	12,75	2,90	8,09	4,29	13,06
70	80	0,03	2,85	12,85	3,39	8,71	4,31	12,73
80	90	0,03	2,41	12,08	3,21	7,63	4,00	12,04
90	100	0,03	2,62	12,12	2,86	8,33	4,09	12,30
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

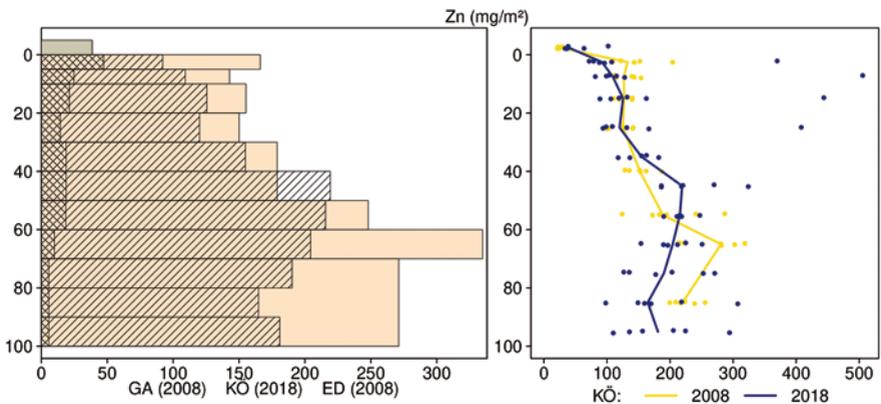
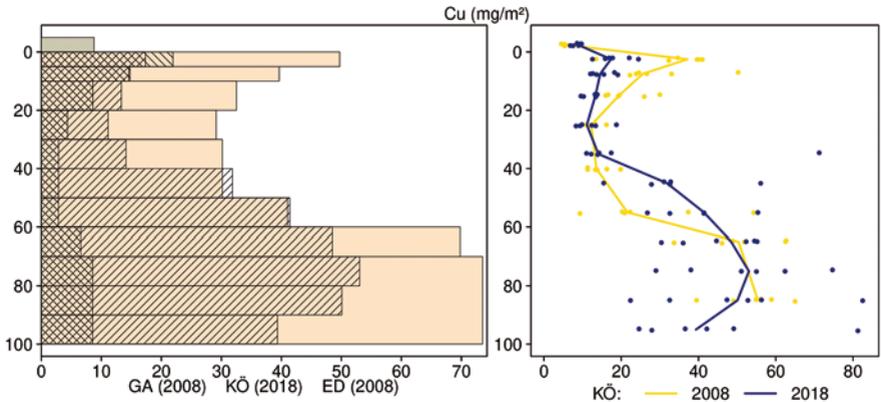
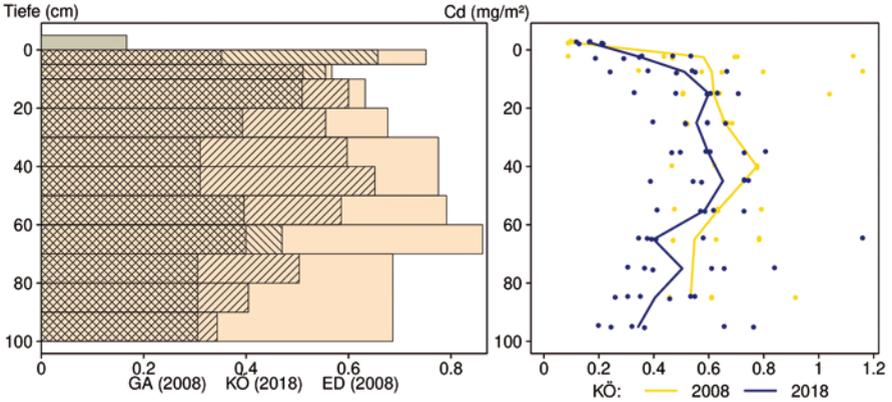
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

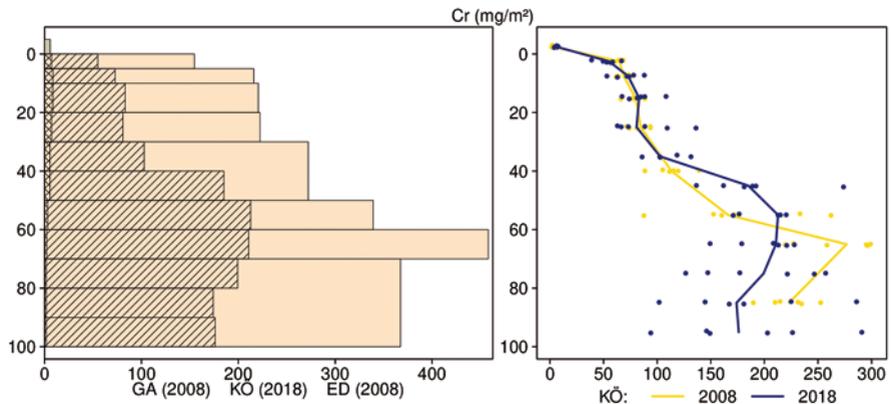
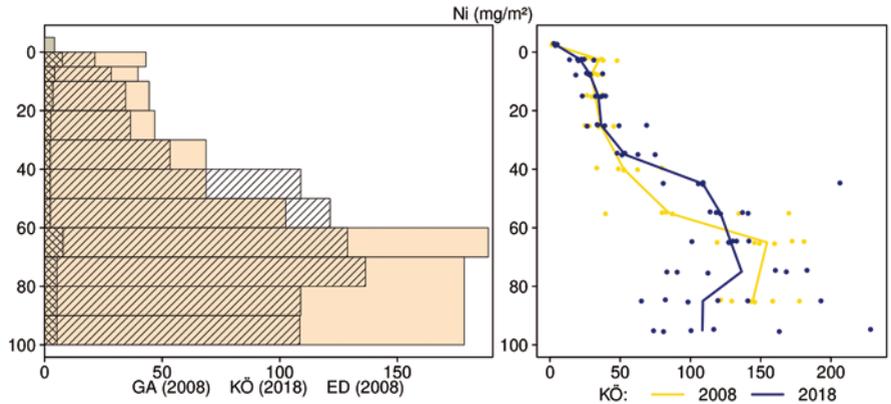
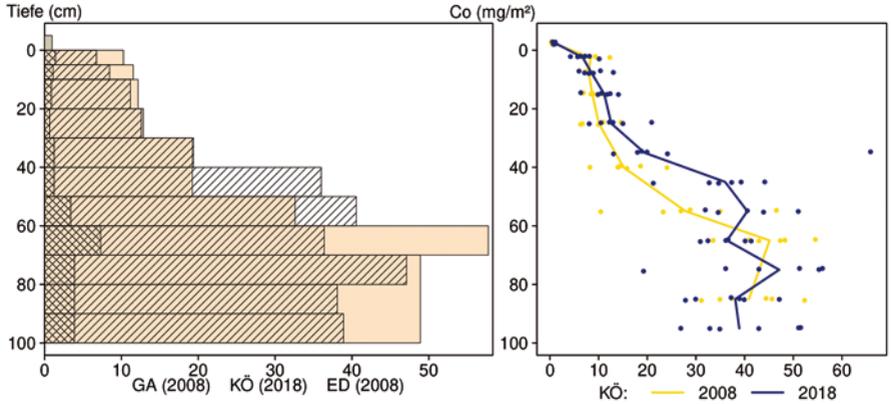


HRIBU



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- EDTA-Extrakt (ED)

HRIBU



Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
 Königswasser-Extrakt (KÖ)
 HF-Gesamtaufschluss (GA)
 EDTA-Extrakt (ED)

12.38 Hess. Ried Kiefer (HRIKI)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Lampertheim 74B		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Oberrhein. Tiefland und Rhein-Main-Ebene		465600		
Wuchsbezirk		UTM N	91/0/-	
Hessische Rheinebene		5505400		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	694	642	354	316
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
mäßig subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	10,2	11,2	16,9	18
Monitoringprogramme				
WÖSSH				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1999 (WÖSSH), chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2008, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Meteorologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
pleistozäne und holozäne fluviale Ablagerungen von Fein- und Mittelsand	Semiterrestrische Böden breiter Flusstäler		skelettfrei	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
Moder (MO)	Braunerde-Gley, schwach podsolig		Endogleyic Amphistagnic Podzol (Arenic, Aric, Endoeutric, Endoloamic, Geoabruptic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
1.2.1.10	frisch, eutroph		140	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
3	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Kiefer	Rotbuche, Hainbuche		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
61	4,6/0,2		starke Hochdurchforstung	
sonstiges: -				

HRIKI

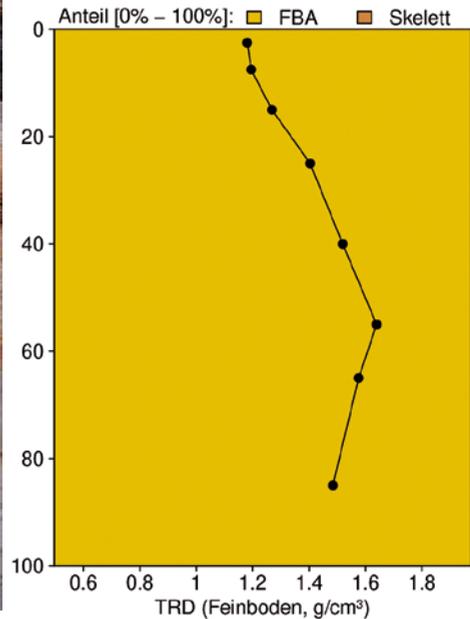
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5.1 - -4.6	0	Vn	h7	Ld0	c0	0,9
Of	-4.6 - -3.5	0	Vn	h7	Ld0	c0	2,4
Oh	-3.5 - 0	0	Vn	h7	Ld0	c0	9,1
Aeh	0 - 20	0	fSms	h3	Ld1	c0	30,0
Sw-Bv	20 - 40	0	fSms	h1	Ld2	c0	26,0
rGo	40 - 110	0	fSms	h0	Ld3	c0	98,0
ilGo-Cv	110 - 140	0	fSms	h0	Ld3	c0	42,0
IIilGo-Cv	140 - 180	0	mS	h0	Ld4	c0	44,0
IIelGo-Cv	180 - 200	0	mSgs	h0	Ld1	c3	18,0
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							140,0
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							152,4

Beisecker 8.10.2008



Bodenphysikalische Kenngrößen



HRIKI

Bodenanalytik 2018

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	67,2	6,5	6,8	3,4	0,09	39,2	4,5	7,1	4,93	4,39
Of	-	-	135	19,4	23,5	11,2	0,39	28,4	17,7	41,4	4,43	3,65
Oh	-	-	46,8	10,3	16,8	4,4	0,17	26,6	7,1	20,8	3,90	3,17
0 - 5	20,7	24,5	68,4	8,1	17,5	10,7	0,50	21,4	54,8	70,1	4,17	3,43
5 - 10	13,2	18,3	23,9	3,4	13,1	6,3	0,29	21,3	47,8	44,4	4,35	3,67
10 - 20	11,1	38,8	37,3	6,0	26,5	13,5	0,62	22,0	102	93,0	4,42	3,77
20 - 30	11,7	47,5	50,1	8,6	28,7	18,1	0,80	22,6	122	124	4,40	3,74
30 - 40	12,5	37,9	45,7	6,2	27,5	11,6	0,50	23,6	117	83,5	4,52	3,86
40 - 50	27,8	33,2	153	12,4	27,2	5,2	0,27	18,9	140	50,9	4,86	4,09
50 - 60	60,4	68,8	961	39,0	49,5	3,3	0,22	15,3	181	59,0	5,32	4,53
60 - 70	88,8	94,6	1542	80,8	69,7	2,5	0,19	13,2	206	54,6	6,04	5,03
70 - 80	84,9	91,2	1345	78,3	64,0	1,9	0,17	11,4	213	36,6	7,31	7,02
80 - 90	88,1	95,5	1547	94,6	71,5	2,0	0,17	11,7	225	44,0	6,44	5,25
90 - 100	90,1	76,6	1242	77,7	62,9	1,4	0,13	10,2	223	43,0	6,29	5,11
Σ L-100cm		627	7265	451	505	95,4	4,5		1662	772		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Kiefern, Rotbuchen und Hainbuchen stockt auf einem sehr tiefgründigen, skelettfreien Sandboden. Der Boden ist bis 50 cm Tiefe vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit Variationskoeffizienten unter 20 % moderat sind. Da es im Unterboden durch den stark schwankenden Grundwasserspiegel in der Vergangenheit zu Kalkausfällungen gekommen ist, streuen die Elementgehalte, vor allem Calcium (Ca), hier sehr stark. Das Profildfoto zeigt diese Kalkablagerungen, so genanntes Rheinweiß, als hellere Bereiche.

Da von der Inventur 1999 nur ein Messwert je Tiefenstufe vorliegt der im Streuungsbereich der Werte der folgenden Inventuren liegt, werden die Daten nicht in die folgenden Betrachtungen einbezogen.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte, die 2008 noch im mittleren Bereich lagen (Forstliche Standortaufnahme 2016), sind bis 2018 auf ein geringes Niveau abgefallen. Im Oberboden ist das C/N-Verhältnis weit bis mäßig weit, im Unterboden mäßig eng bis eng. Der Ca-Vorrat war 2018 mit 7265 t/ha im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe hoch, was auf die sehr hohen Vorräte im Unterboden zurückzuführen ist (Rheinweiß). Die Versorgung mit Magnesium (Mg) und Kalium (K) war mäßig hoch bzw. mäßig. Zwischen 1999 und 2018 haben sich die Vorräte an diesen Elementen nur wenig geändert. Nur in der Humusaufgabe sind sie leicht angestiegen.

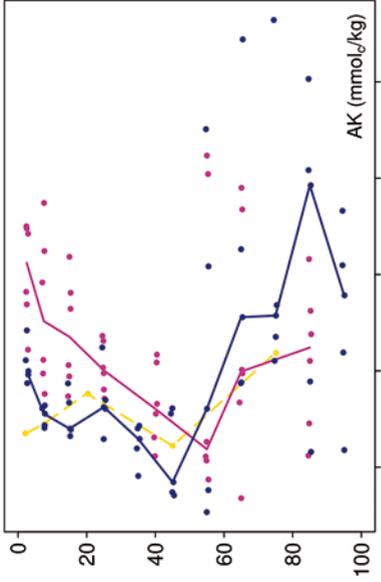
Mit einem Vorrat von 1662 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2018 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median der Vorräte aller Flächen. Zwischen 2008 und 2018 hat er im Oberboden ab- und im Unterboden entsprechend zugenommen. Im gesamten Profil bis 1 m Tiefe ist er fast gleich geblieben.

Der Schwefel (S)-Vorrat hat zwischen 2008 und 2018 von 1091 kg/ha auf 772 kg/ha abgenommen, was auf niedrigere Gehalte sowohl im Oberboden als auch im Unterboden zurückzuführen ist. Er lag damit 2018 im unteren Quartil der Vorräte aller Flächen.

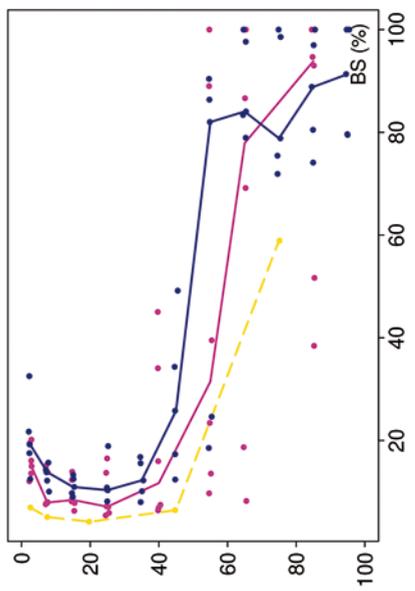
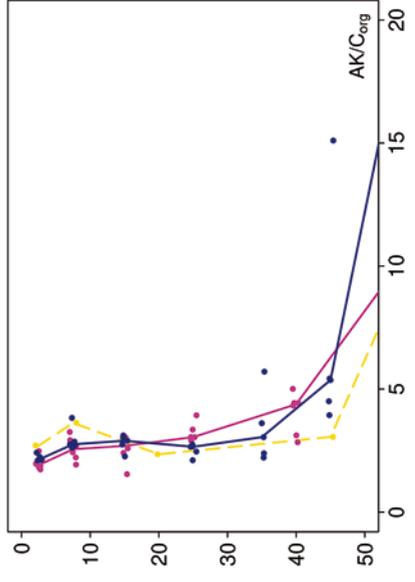
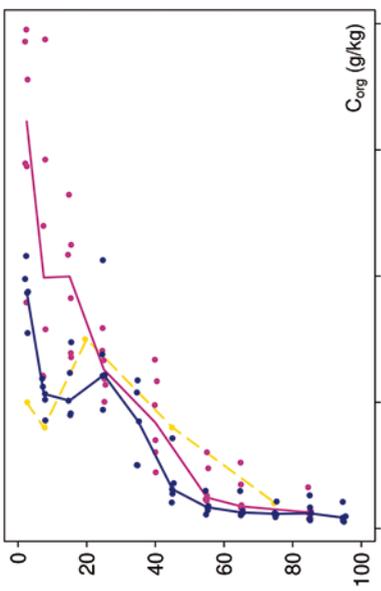
Säure-Base-Status und -Dynamik

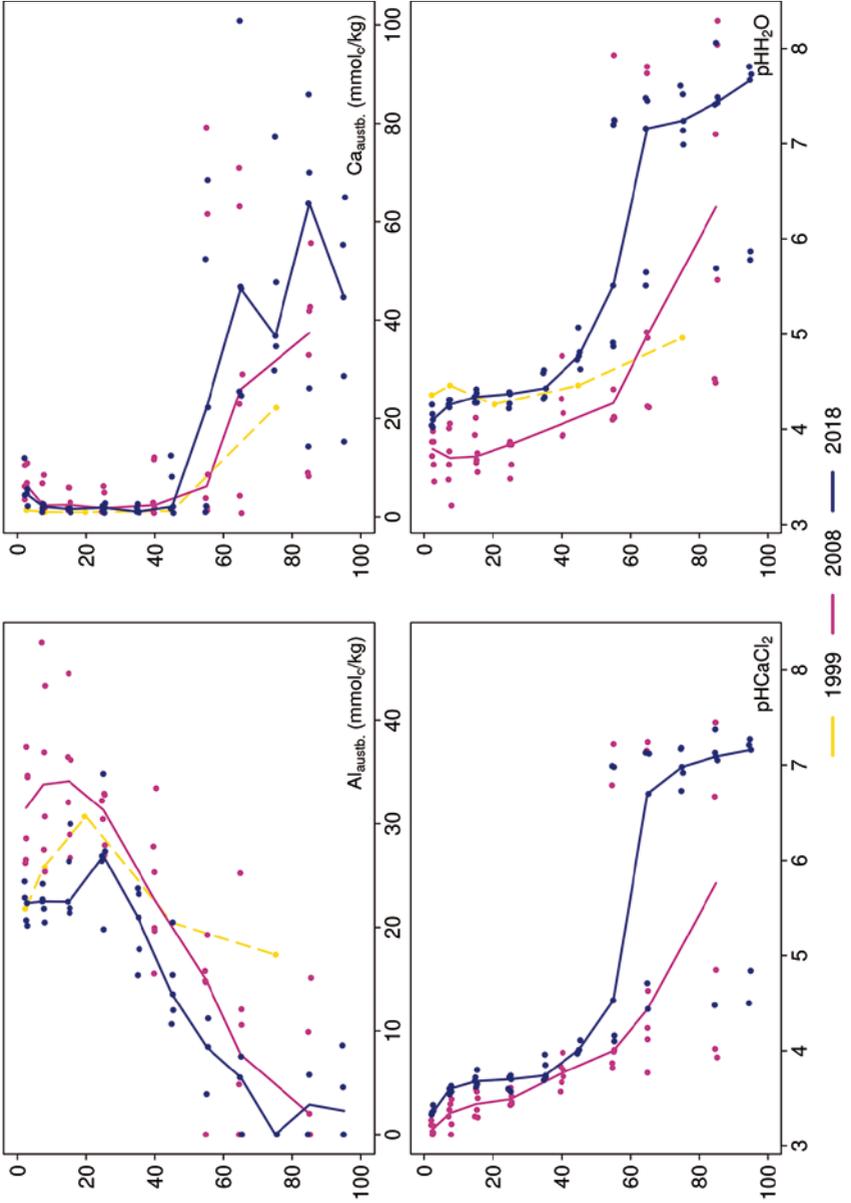
Der im Oberboden versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 50 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat- und Carbonat-Pufferbereich nach Ulrich (1981), im kleinräumlichen Wechsel, zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 40 cm Tiefe stark versauert, in größerer Tiefe steigt die Basensättigung durch das Auftreten von Rheinweiß auf fast 100 % an (Typ 3 – Kölling et al. 1996). An der Versauerung hat sich im Untersuchungszeitraum wenig geändert. Nur im Oberboden sind die pH-Werte leicht angestiegen. Bei der Basensättigung zeigt sich kein Trend.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

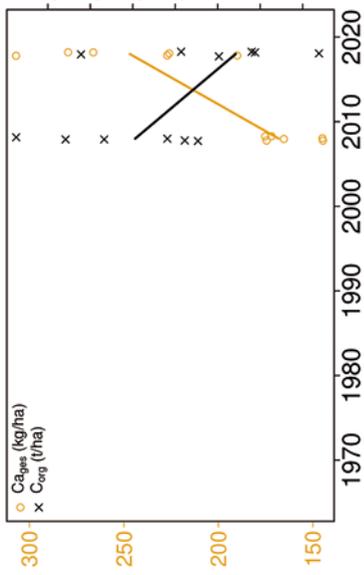


Hess. Ried Kiefer

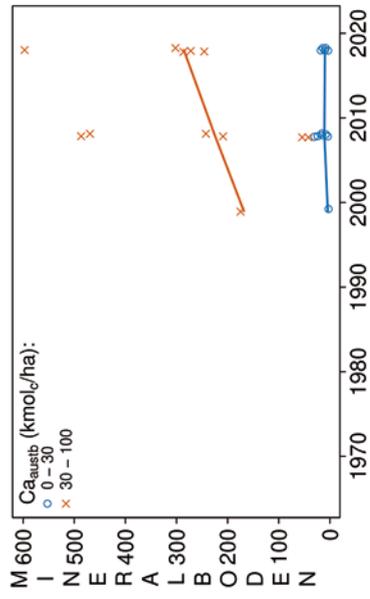
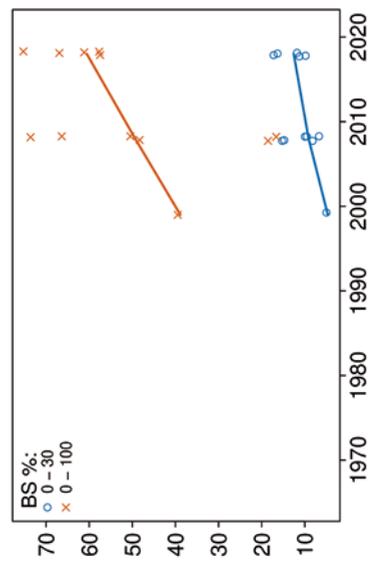
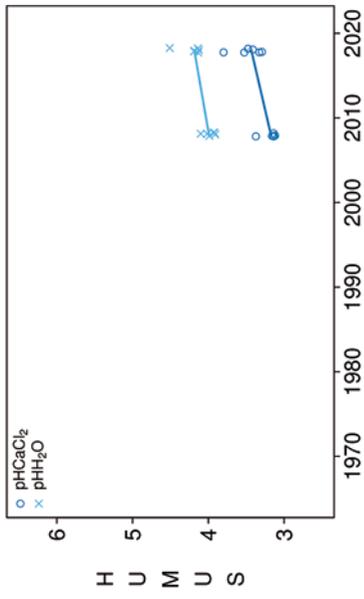




Vorrats- und pH-Änderungen



Hess. Ried Kiefer



Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2018)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	4,36	0,70	3,71	0,48	0,58	0,04	0,09	0,12	0,034	1,04	6,83	1,92	3,42	10,05	10,34
5	10	4,80	1,06	3,74	0,48	0,63	0,04	0,08	0,07	0,034	1,02	7,09	1,53	3,48	7,73	9,31
10	20	4,95	1,31	3,55	0,50	0,62	0,04	0,08	0,07	0,032	0,96	6,71	1,44	3,20	6,99	8,66
20	30	4,70	0,97	3,33	0,43	0,54	0,03	0,09	0,09	0,033	0,88	6,64	1,38	2,91	8,64	8,54
30	40	5,17	1,59	4,01	0,54	0,71	0,05	0,08	0,06	0,030	1,17	7,51	1,38	3,93	6,60	8,98
40	50	5,95	4,04	5,69	0,76	1,02	0,09	0,09	0,03	0,030	1,68	9,37	1,68	5,49	5,01	9,97
50	60	9,64	10,16	8,43	1,59	1,84	0,24	0,11	0,04	0,031	2,94	13,93	3,23	9,19	4,60	14,06
60	70	10,36	17,74	9,42	1,86	2,09	0,35	0,13	0,03	0,033	3,32	15,58	3,73	10,04	4,23	14,56
70	80	10,00	3,86	9,37	1,73	1,88	0,21	0,14	0,02	0,022	2,88	15,73	3,67	9,91	4,17	14,59
80	90	10,30	8,22	8,75	1,77	1,92	0,25	0,15	0,03	0,027	2,86	15,66	3,83	10,67	4,26	14,29
90	100	8,62	4,95	7,58	1,51	1,68	0,26	0,15	0,03	0,024	2,76	13,56	3,53	9,76	3,82	13,13

bis 25%-Quantil

25 %-Quantil - Med.

Med. - 75 %-Quantil

75 %-Quantil - Max.

Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2018)

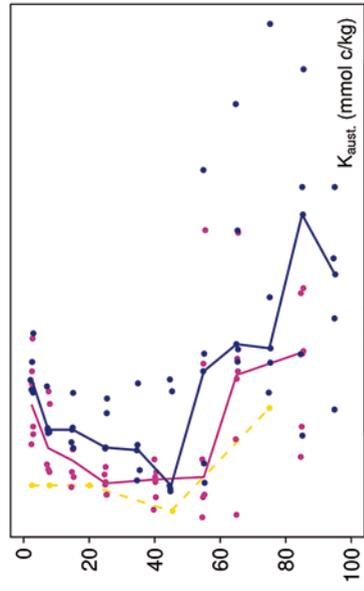
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	22	37	23	36	28	51	5	9	43	28	22	19	27	8	33
5	10	22	107	22	39	30	86	8	9	67	29	23	24	35	10	32
10	20	25	133	27	46	38	72	10	17	49	34	30	31	38	20	30
20	30	16	103	21	26	26	46	20	38	21	25	25	33	31	33	21
30	40	28	144	34	52	43	98	11	24	17	40	29	35	43	21	23
40	50	33	186	40	53	49	88	18	23	15	41	31	48	40	11	24
50	60	48	160	35	60	58	90	14	60	17	55	37	56	42	14	33
60	70	27	116	15	34	34	53	16	53	26	21	21	31	23	12	19
70	80	33	50	20	36	28	40	21	23	12	20	28	35	28	15	26
80	90	31	112	19	32	29	86	23	49	39	22	31	35	31	17	25
90	100	17	97	12	19	19	51	16	69	19	24	18	21	17	13	13

0-20 %

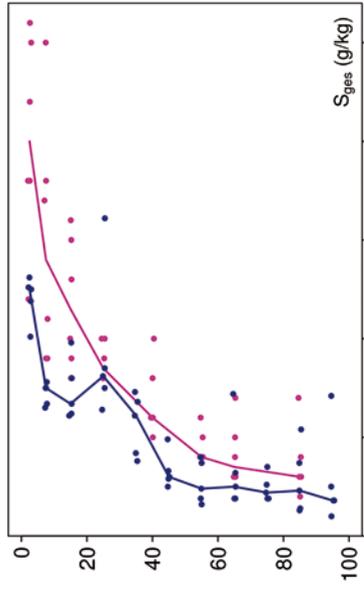
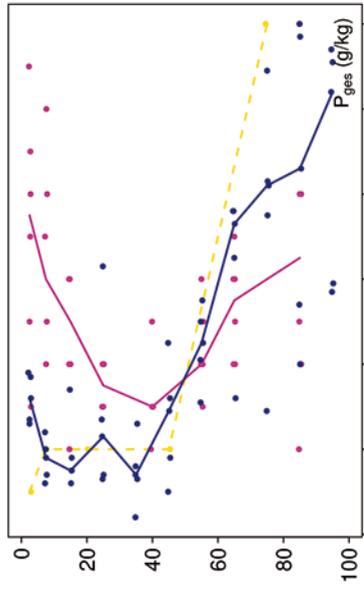
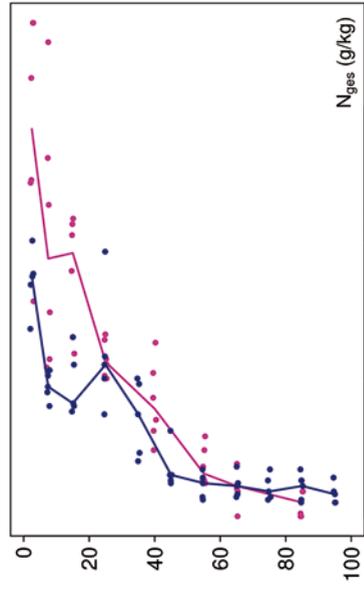
20-50 %

>50 %

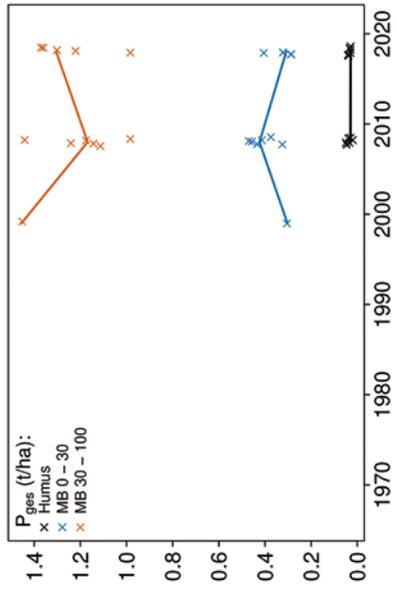
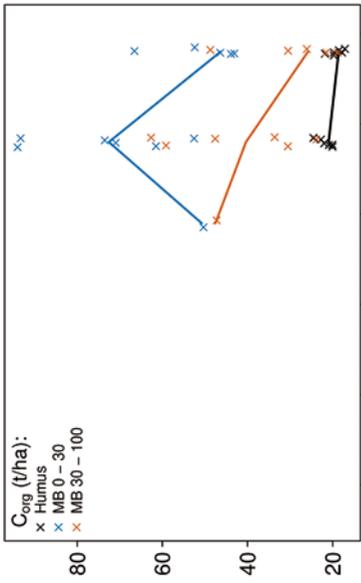
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



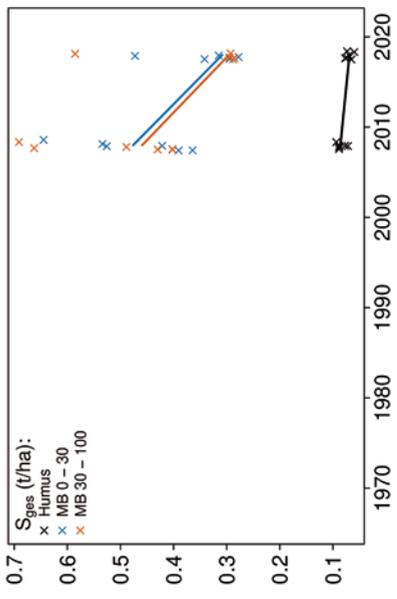
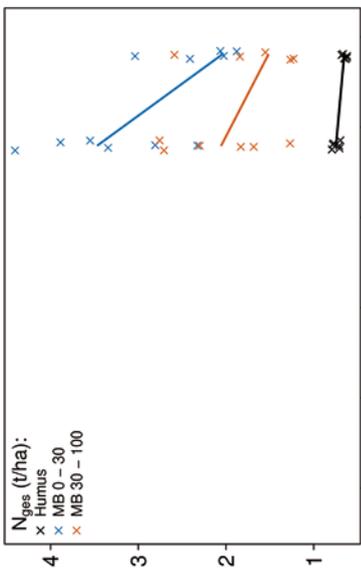
Hess. Ried Kiefer



Vorratsänderungen (t/ha)



Hess. Ried Kiefer



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Pseudogley-Braunerde, die sich aus Ablagerungen von Mittel- und Feinsand gebildet hat. Dieser skelettfreie Sandboden weist niedrige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt für keines der Schwermetalle eine Kontamination des Oberbodens (0-10 cm). Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden ebenfalls nicht überschritten.

Nur im Unterboden liegen die Chrom (Cr)- und Nickel (Ni)-Gehalte über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV.

Die Gehalte der Humusaufgabe sind lediglich für Kupfer (Cu) und Blei (Pb) höher als die Hintergrundwerte von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden werden sie nicht überschritten.

In 0-5 cm Tiefe sind die Pb-Gehalte geringfügig erhöht (2. Quartil) und nehmen mit zunehmender Tiefe auf sehr niedrige Werte ab (unteres Quartil). Für Cadmium (Cd) und Zink (Zn) liegen sie im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe im unteren Bereich und zeigen keine Tiefendynamik. Die Cu-, Kobalt (Co)-, Cr- und Ni-Gehalte nehmen von geringen Werten im Oberboden mit zunehmender Tiefe auf Werte zu, die ab 50 cm Tiefe fast ausnahmslos über dem Median der Gehalte aller Flächen liegen.

In der Humusaufgabe liegen die Gehalte aller Schwermetalle unter dem Median.

Zwischen 2008 und 2018 haben die Vorräte aller Schwermetalle in der Humusaufgabe stark abgenommen. Im Mineralboden nahmen sie für Pb und Zn bis in 70 cm Tiefe ab und veränderten sich in größerer Tiefe nur wenig. Für Cu ist eine Abnahme bis in 30 cm Tiefe und für Co bis in 50 cm Tiefe zu sehen. Die Ni-Vorräte haben sich kaum verändert. Für Cd und Cr kann für den Mineralboden keine Aussage gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Die Humusaufgabe ist nur durch Cu und Pb in geringem Maße kontaminiert. Für Pb und Cu hat zudem eine schwache Verlagerung von der Humusaufgabe in den Oberboden stattgefunden, was die im Vergleich zum Unterboden höheren Werte zeigen. Insgesamt ist die Schwermetallbelastung jedoch gering und zeigt eine negative Tendenz. Der Vergleich mit der benachbarten Buchenfläche (HRIBU) zeigt ähnliche Humusvorräte in beiden Inventurjahren und eine weniger ausgeprägte Tendenz zur Verlagerung von Cu und Pb in die Tiefe. Im Vergleich zur Eichenfläche (HRIE) sind die Co-, Cr- und Ni-Gehalte in der Humusaufgabe viel niedriger. Im Mineralboden sind die Schwermetallgehalte aller drei Flächen vergleichbar. Auffällig ist die vergleichsweise hohe Variabilität der Schwermetall-Gehalte im Boden dieser Fläche, die insbesondere in tieferen Schichten zu sehen ist. Die Ursache hierfür könnte der stark schwankende Grundwasserspiegel in der Vergangenheit sein, in dessen Folge es neben deutlich sichtbaren Kalkausfällungen zu einer hohen Streuung der Elementgehalte gekommen ist.

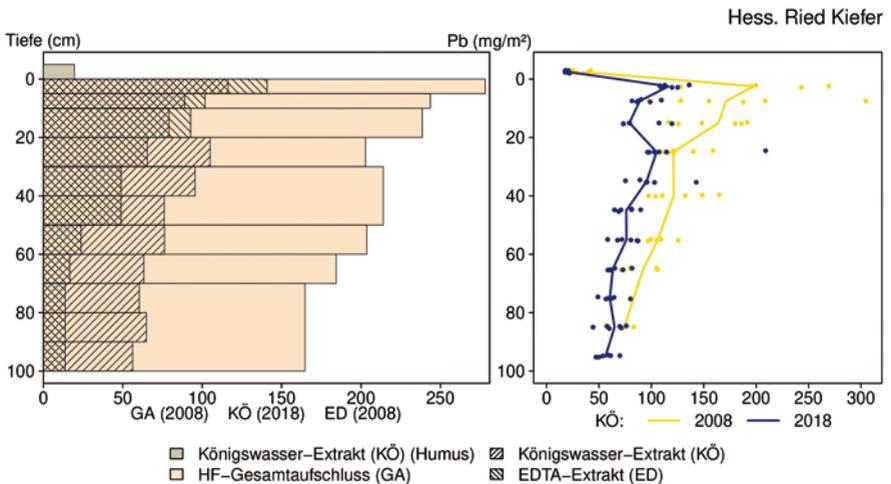
Bewertung Schwermetalle (2018)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,03	1,04	6,83	1,92	3,42	10,05	10,34
5	10	0,03	1,02	7,09	1,53	3,48	7,73	9,31
10	20	0,03	0,96	6,71	1,44	3,20	6,99	8,66
20	30	0,03	0,88	6,64	1,38	2,91	8,64	8,54
30	40	0,03	1,17	7,51	1,38	3,93	6,60	8,98
40	50	0,03	1,68	9,37	1,68	5,49	5,01	9,97
50	60	0,03	2,94	13,93	3,23	9,19	4,60	14,06
60	70	0,03	3,32	15,58	3,73	10,04	4,23	14,56
70	80	0,02	2,88	15,73	3,67	9,91	4,17	14,59
80	90	0,03	2,86	15,66	3,83	10,67	4,26	14,29
90	100	0,02	2,76	13,56	3,53	9,76	3,82	13,13
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

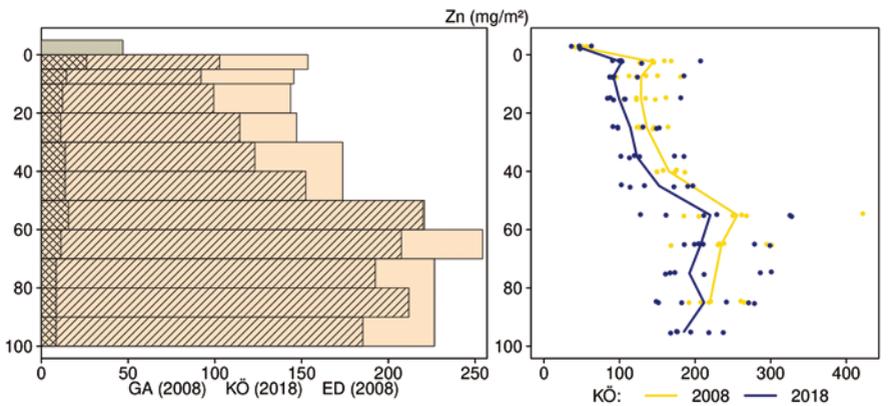
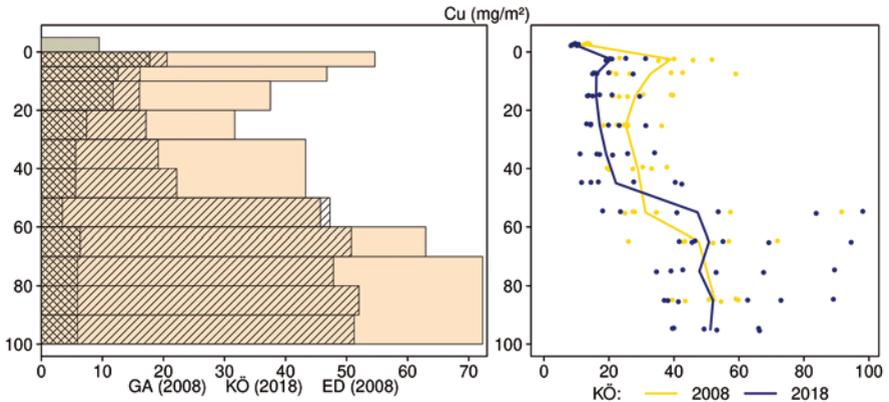
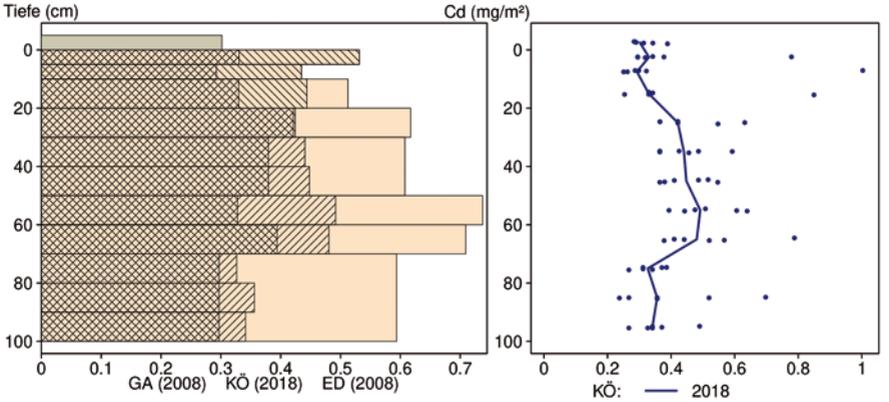
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

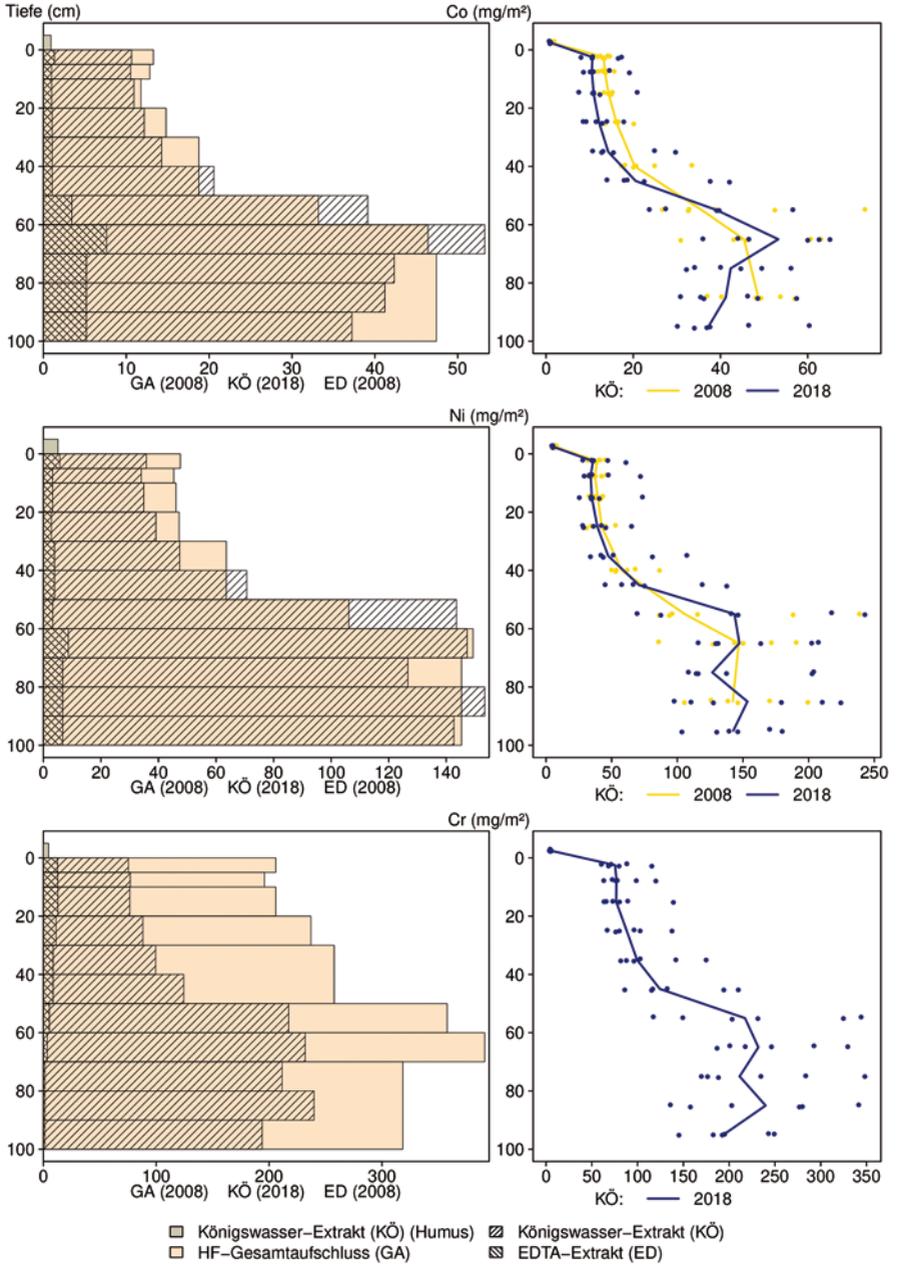


HRIKI



HRIKI

- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)



12.39 Kellerwald Buche (KELBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
NP Kellerwald 126B1		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Nördliches Hessisches Schiefergebirge		502100		
Wuchsbezirk		UTM N	488/6/OSO	
Kellerwald		5667400		
Klima				
Klimafeuchtestufe		Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]
1961-1990		1961-1990	1991-2020	1961-1990
schwach subatlantisch		742	770	338
1991-2020		mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]
schwach subatlantisch		1961-1990	1991-2020	1961-1990
		6,9	7,9	13,3
				14,2
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 608				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2007, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse, LAI				
Boden				
Ausgangssubstrat		Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett
Magmatite und Metamorphite (Grauwacke)		Böden aus basenarmem Festgestein		20-65 %, sehr skelettreich
Humusform (n. KA5)		Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)
typischer feinhumusarmer Moder (MOA)		Braunerde		Protostagnic Endoeutric Endoskeletal Cambisol (Siltic)
Standortstyp Bundesland		Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)
5.4.13.20		ziemlich frisch, mesotroph		85
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)		Kalkung (Menge/Jahr)		
3		-		
Bestand				
Hauptbaumart		Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation
Rotbuche		-		Hainsimsen-Buchenwald
Bestandesalter (2021)		Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung
168		5,5/2,6		seit 2006 keine waldbauliche Behandlung mehr
sonstiges: Nationalpark, Meteorologie und Luftqualität an der Luftmessstelle Kellerwald (HLNUG)				

KELBU

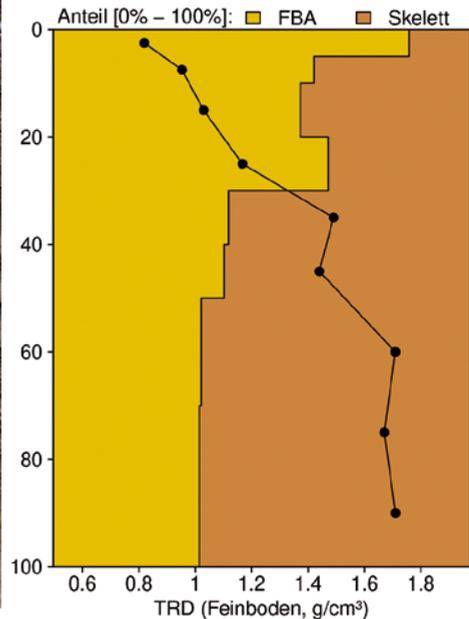
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humusgehalt	Lagerungsdichte	Carbonatgehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5.5 - -3.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	3,6
Of	-3.5 - -0.5	0	Vb	h7	Ld0	c0	6,6
Oh	-0.5 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,3
Ah	0 - 2	12	Lu	h4	Ld2	c0	4,0
Bv	2 - 50	20	Lu	h2	Ld3	c0	57,6
IIBv-Cv	50 - 65	50	Lu	h1	Ld4	c0	9,8
IISd-ICv	65 - 100	70	Lu	h0	Ld4	c0	13,7
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							85,0
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							96,5

Schwender 16.10.2017



Bodenphysikalische Kenngrößen



KELBU

Bodenanalytik 2017

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	35,8	5,2	15,4	2,2	0,06	35,46	6,0	4,6	5,66	5,15
Of	-	-	89,2	16,8	27,1	5,3	0,21	25,14	15,5	17,3	5,29	4,78
Oh	-	-	16,5	12,5	25,1	2,2	0,12	18,31	10,9	13,0	4,02	3,45
0 - 5	9,8	33,9	35,0	7,7	21,1	17,1	0,87	19,7	182	100	4,15	3,48
5 - 10	5,5	24,8	10,1	2,8	11,3	7,1	0,37	19,0	124	50,6	4,35	3,72
10 - 20	5,1	38,5	11,9	3,5	18,9	9,3	0,55	17,0	233	86,3	4,46	3,89
20 - 30	5,2	37,8	11,0	3,0	20,7	7,7	0,55	14,1	257	92,5	4,53	3,96
30 - 40	6,1	28,5	9,7	2,5	20,1	4,3	0,37	11,8	186	65,8	4,54	3,99
40 - 50	6,7	23,2	8,4	2,3	18,6	3,0	0,31	9,7	163	60,1	4,58	3,98
50 - 70	8,3	54,5	30,1	8,8	46,6	5,7	0,62	9,2	341	121	4,54	3,92
70 - 80	13,9	24,4	30,7	7,0	25,6	1,8	0,28	6,4	178	54,4	4,70	3,96
80 - 100	33,2	42,6	178	32,1	38,3	4,4	0,56	7,9	342	65,9	5,19	4,09
Σ L-100cm		317	466	104	289	70,3	4,9		2039	731		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem flachgründigen, sehr skelettreichen, schluffigen Lehmboden. Der Boden ist recht homogen, was die Streuungen der im Königswasser-aufschluss gemessenen Elementgehalte zeigen, die mit Variationskoeffizienten von 5-30 % vergleichsweise niedrig sind.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat war 2017 gering (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mäßig weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 20 cm Tiefe und mäßig engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Zwischen 2007 und 2017 haben die Kohlenstoff (C)- und N-Vorräte in der Humusaufgabe und im Oberboden abgenommen. Im Unterboden veränderten sie sich nur wenig.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte lagen 2017 im mäßigen Bereich. Zwischen 2007 und 2017 haben sie in der Humusaufgabe und im Oberboden abgenommen. Da sie im Unterboden sehr stark streuen ist hier kein Trend zu sehen. Der Kalium (K)-Vorrat war gering und veränderte sich nur wenig.

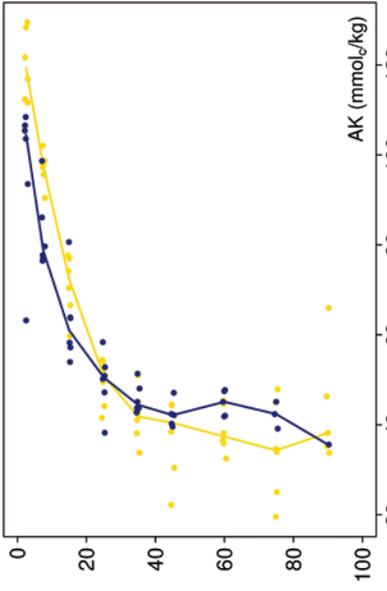
Mit einem Vorrat von 2039 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2017, im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe, zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen. Zwischen 2007 und 2017 ist er fast gleich geblieben.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2017 mit 731 kg/ha im unteren Quartil mit hohen Gehalten bis in 5 cm Tiefe und mittleren bis geringen Gehalten in größerer Tiefe. Der S-Vorrat hat zwischen 2007 und 2017 durch die Mobilisierung von im Boden zwischengespeichertem Schwefel um über 200 kg/ha abgenommen.

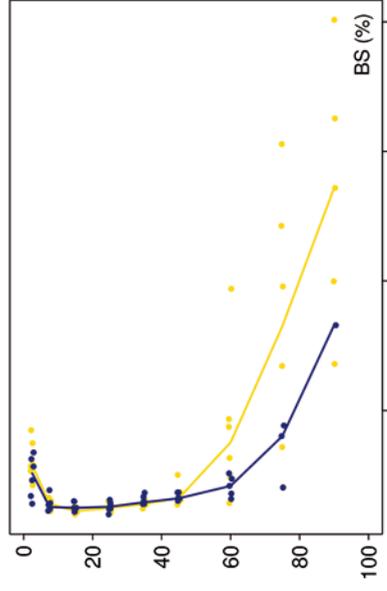
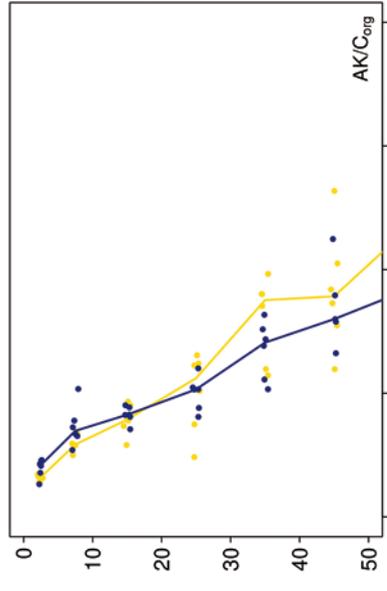
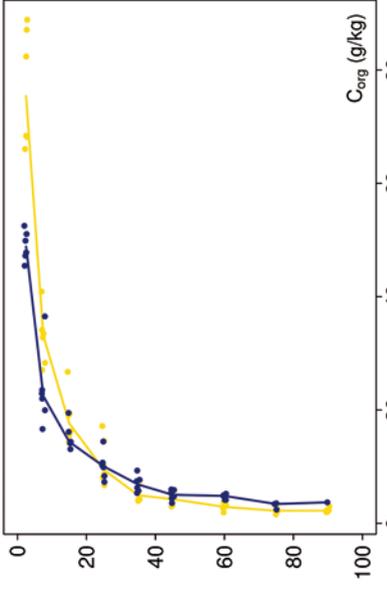
Säure-Base-Status und -Dynamik

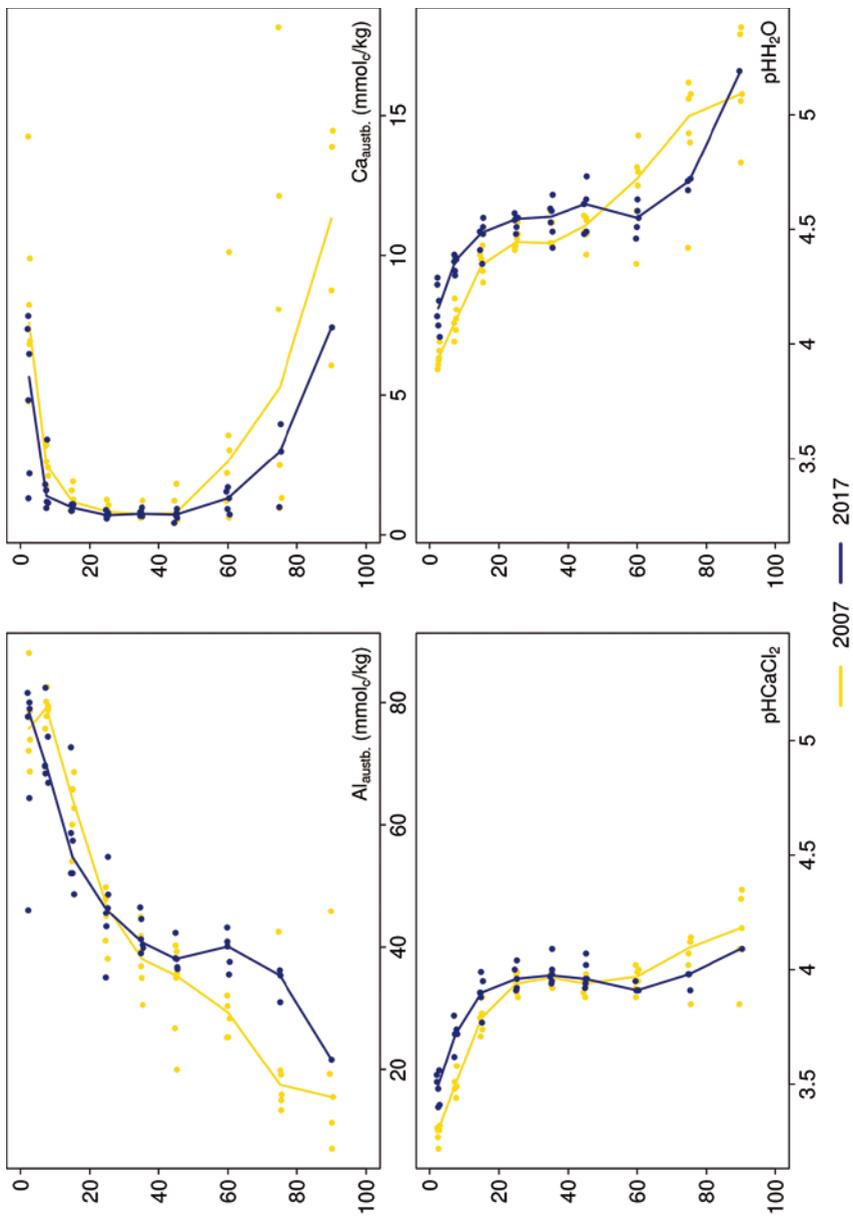
Der im Oberboden versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 5 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, bis in 80 cm Tiefe dem Austausch-Pufferbereich und in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981, 1983) zuzuordnen. Der Boden ist mit einer Basensättigung von unter 20 % bis in 60 cm Tiefe stark versauert, in größerer Tiefe steigt die Basensättigung auf teilweise über 70 % an (Typ 3 – Kölling et al. 1996). An der Versauerung hat sich im Untersuchungszeitraum wenig geändert. Nur im Oberboden sind die pH-Werte leicht angestiegen.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

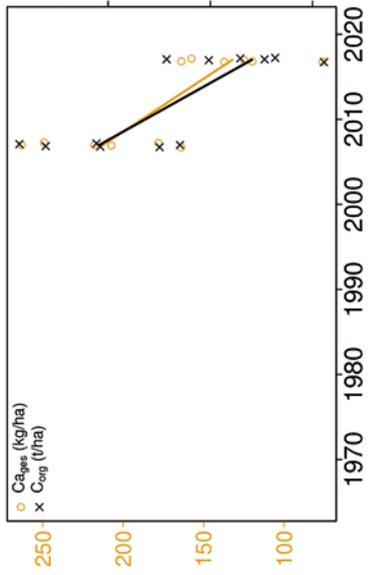


Kellerwald Buche

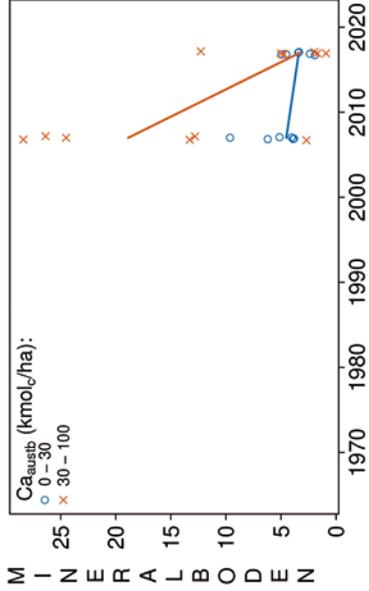
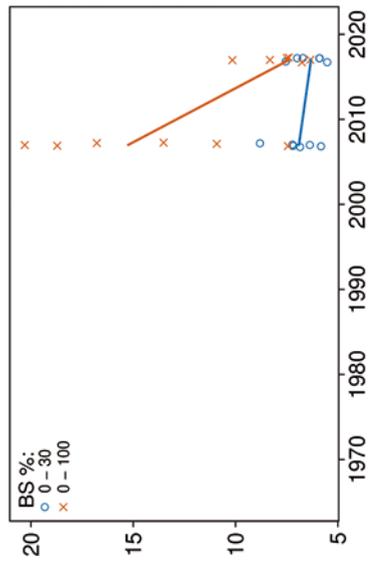
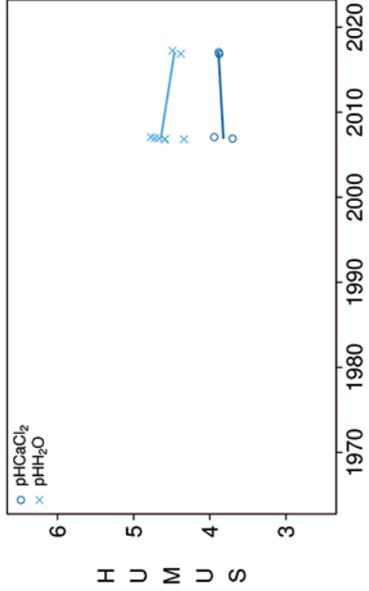




Vorrats- und pH-Änderungen



Kellerwald Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2017)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	14,62	0,32	20,57	1,43	1,78	0,45	0,52	0,29	0,055	4,56	16,59	10,62	11,81	58,83	72,71
5	10	17,41	0,27	22,64	1,52	2,19	0,65	0,41	0,17	0,066	6,43	17,74	10,36	13,27	34,01	84,02
10	20	17,22	0,28	22,43	1,57	2,29	0,75	0,38	0,14	0,077	7,22	17,91	10,39	13,88	26,85	86,71
20	30	18,17	0,29	22,53	1,60	2,35	0,71	0,34	0,12	0,082	7,63	17,82	10,58	14,65	22,42	86,43
30	40	17,19	0,28	23,45	1,57	2,47	0,67	0,30	0,11	0,088	8,45	17,90	11,28	16,12	20,47	84,63
40	50	16,21	0,25	26,14	1,61	2,57	0,68	0,27	0,10	0,101	9,85	18,19	13,95	18,04	22,71	88,35
50	70	16,17	0,22	27,62	1,77	2,51	0,65	0,28	0,10	0,116	10,29	18,73	16,86	18,26	30,00	93,89
70	80	16,14	0,22	31,56	1,87	2,42	0,93	0,31	0,09	0,169	12,59	19,14	21,50	21,97	40,49	106,72
80	100	13,32	0,27	27,96	1,61	1,76	0,61	0,29	0,06	0,227	9,70	15,87	16,42	20,81	19,77	89,10

bis 25%-Quartil

25 %-Quartil - Med.

Med. - 75 %-Quartil

75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2017)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	6	17	14	12	9	30	18	7	11	17	6	12	13	11	20
5	10	6	16	12	13	7	23	20	21	11	17	5	14	11	31	17
10	20	9	20	13	12	8	17	18	8	8	11	5	15	8	29	17
20	30	5	22	14	11	6	18	17	9	11	14	4	18	9	30	22
30	40	5	22	13	7	8	16	20	7	14	13	3	15	10	30	24
40	50	7	23	16	9	12	16	20	12	21	15	5	22	13	36	30
50	70	5	23	14	8	14	18	17	16	34	10	5	18	13	36	28
70	80	5	18	22	6	24	22	9	33	32	22	7	32	18	52	28
80	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

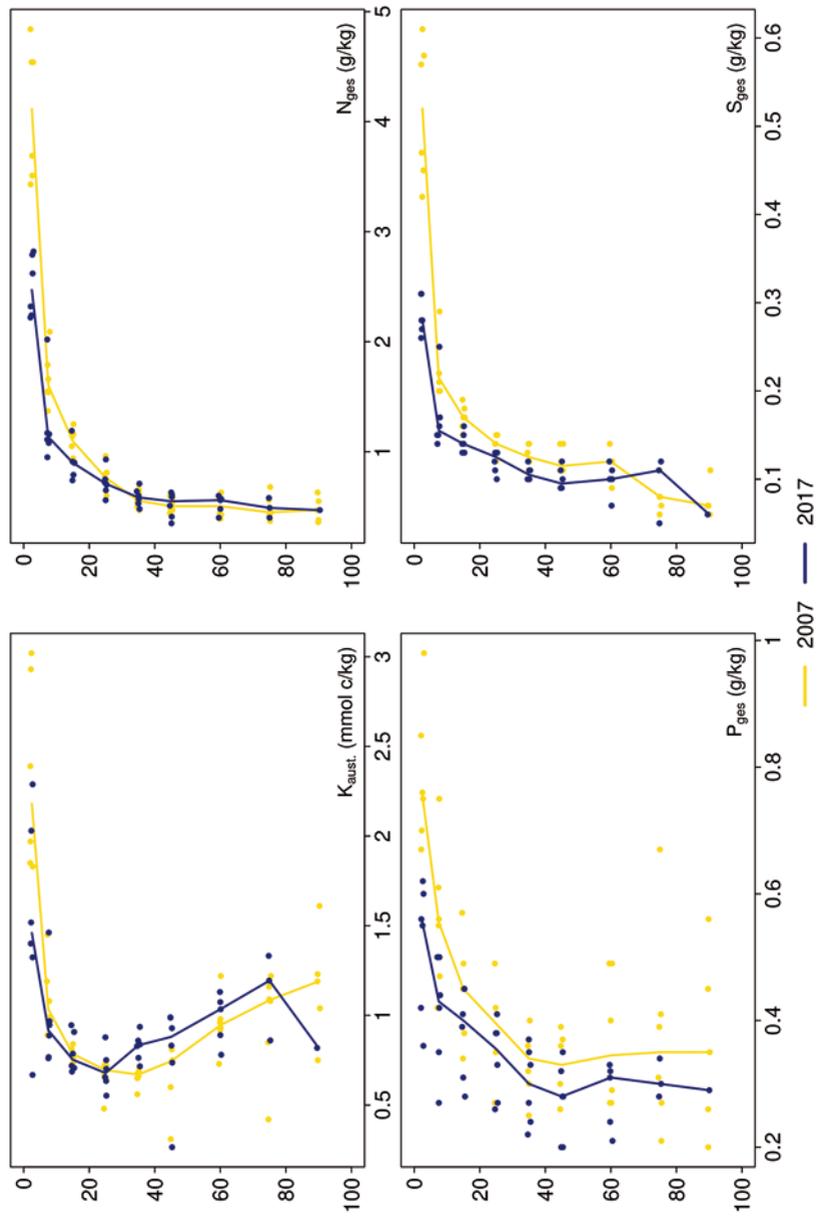
0-20 %

20-50 %

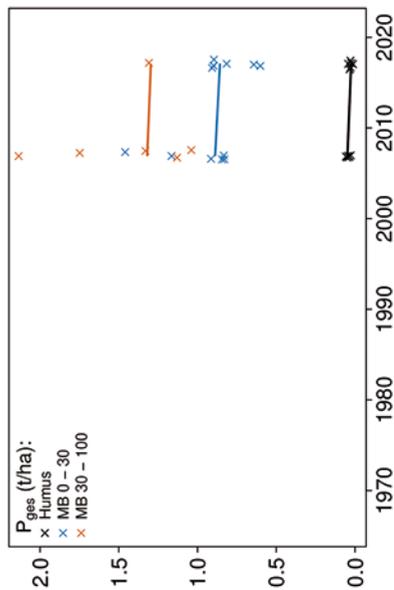
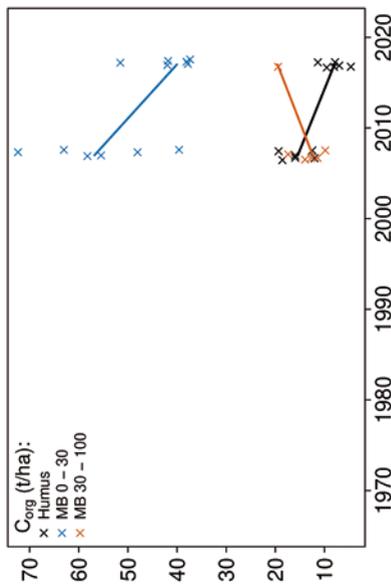
>50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

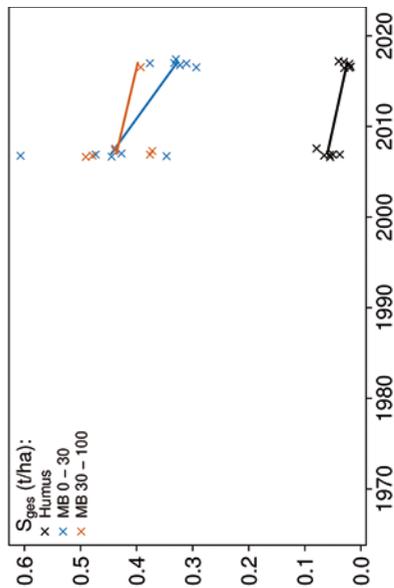
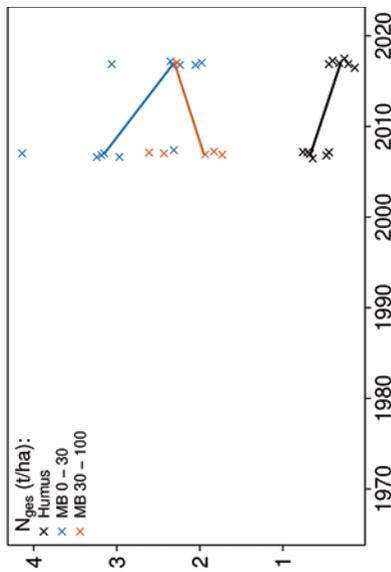
Kellerwald Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Kellerwald Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus sauren Magmatiten und Metamorphiten gebildet hat. Dieser skelettreiche Boden weist hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte überschreiten in 0-5 cm und in 70-80 cm Tiefe den halben Vorsorgewert der BBodSchV, während sie für Zink (Zn) im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe und für Kupfer (Cu) in größerer Tiefe über diesem Wert liegen.

In der Humusaufgabe werden die Hintergrundwerte für Waldböden (Bommaré et al. 2021) von allen Schwermetallen mit Ausnahme von Cadmium (Cd) überschritten. Im Mineralboden liegen sie für alle Schwermetalle über diesem Wert.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 20 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen, und nehmen mit zunehmender Tiefe auf Werte, die immer noch über dem Median liegen, ab. Die Zn-Gehalte liegen im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil, die Chrom (Cr)-Gehalte zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil. Für Cd-, Kobalt (Co)-, Cu- und Nickel (Ni) steigen sie von Werten, die höher als der Median sind, mit zunehmender Tiefe auf Werte, die fast ausschließlich im oberen Quartil liegen, an.

In der Humusaufgabe liegen die Gehalte fast aller Schwermetalle 2017 im unteren Bereich (< Median).

Zwischen 2007 und 2017 haben die Vorräte aller Schwermetalle in der Humusaufgabe stark abgenommen, was zum Teil auf eine Abnahme der Humusvorräte zurückzuführen ist. Im Mineralboden haben die Cd-Vorräte bis in 80 cm Tiefe abgenommen und auch Co, Cr sowie Ni zeigen einen leichten Trend zu abnehmenden Werten bis in diese Tiefe. Ob sich diese Tendenz in größerer Tiefe fortsetzt, kann nicht beurteilt werden, da es für die Tiefenstufe 80-100 cm nur von einer Inventur Messwerte gibt. Die Pb-Vorräte haben nur bis in 10 cm Tiefe abgenommen und sich in größerer Tiefe kaum verändert. Für Cu und Zn haben sie sich im Mineralboden bis in 1 m Tiefe nur wenig verändert.

Die Humusaufgabe ist durch alle Schwermetalle leicht kontaminiert, was die Überschreitung der Hintergrundwerte zeigt. Für Pb hat in geringem Maße eine Verlagerung aus der Humusaufgabe in den Mineralboden stattgefunden, was die höheren Werte bis in 10 cm Tiefe zeigen. Insgesamt ist die Belastung durch Schwermetalle atmosphärischen Ursprungs jedoch gering, und es zeigt sich eine Tendenz zu abnehmenden Werten.

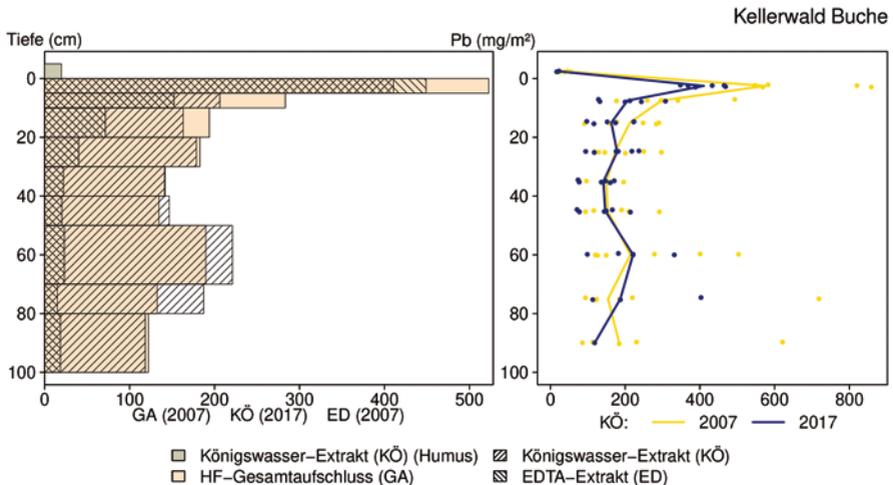
Bewertung Schwermetalle (2017)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,06	4,56	16,59	10,62	11,81	58,83	72,71
5	10	0,07	6,43	17,74	10,36	13,27	34,01	84,02
10	20	0,08	7,22	17,91	10,39	13,88	26,85	86,71
20	30	0,08	7,63	17,82	10,58	14,65	22,42	86,43
30	40	0,09	8,45	17,90	11,28	16,12	20,47	84,63
40	50	0,10	9,85	18,19	13,95	18,04	22,71	88,35
50	70	0,12	10,29	18,73	16,86	18,26	30,00	93,89
70	80	0,17	12,59	19,14	21,50	21,97	40,49	106,72
80	100	0,23	9,70	15,87	16,42	20,81	19,77	89,10
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

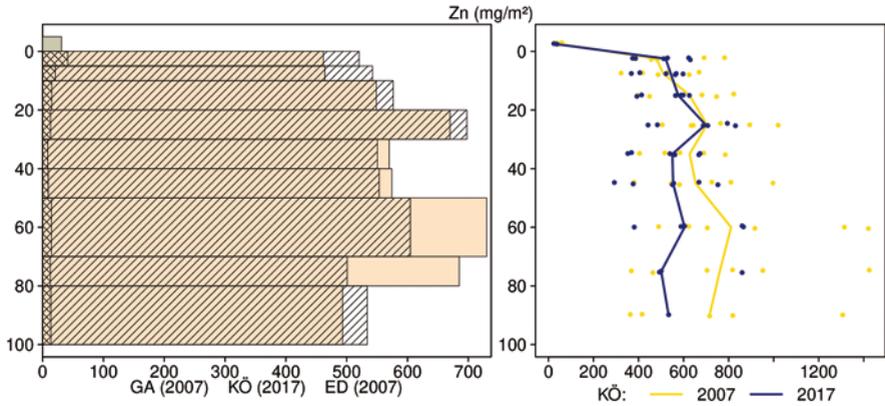
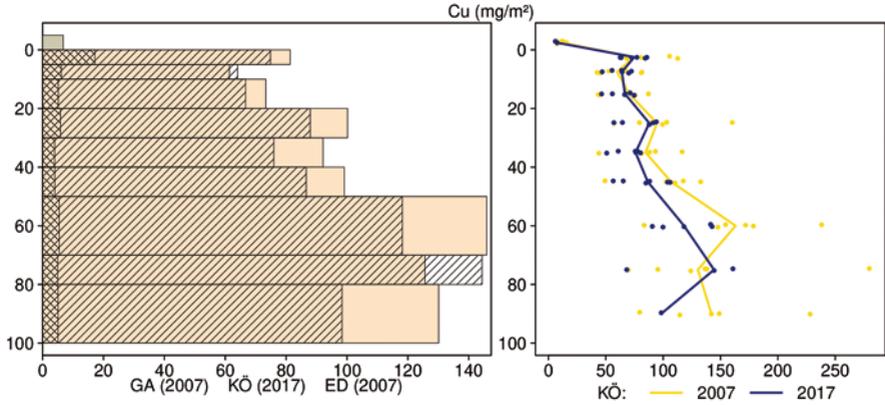
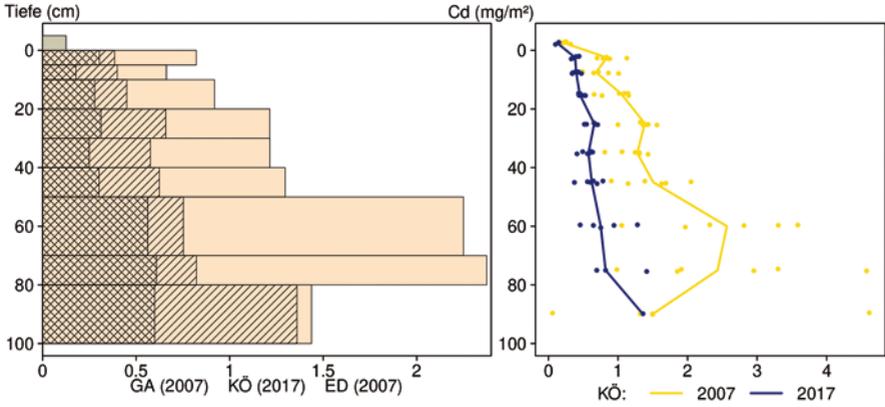
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



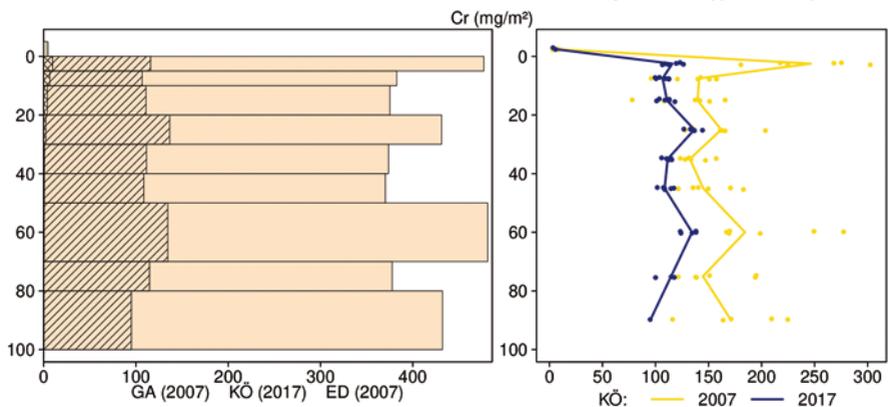
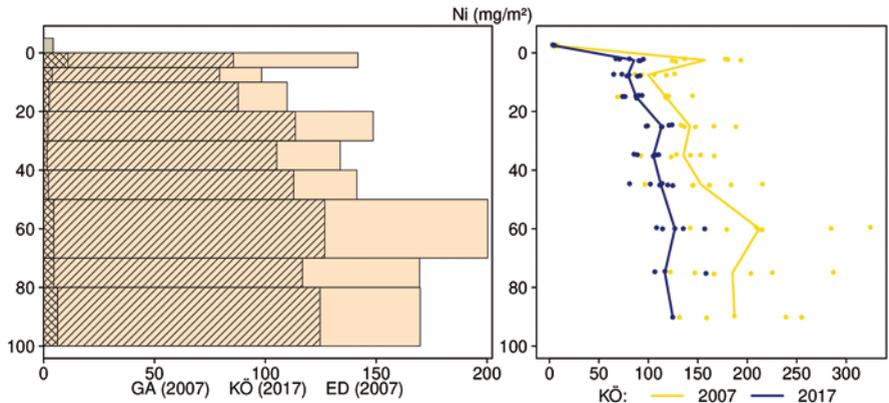
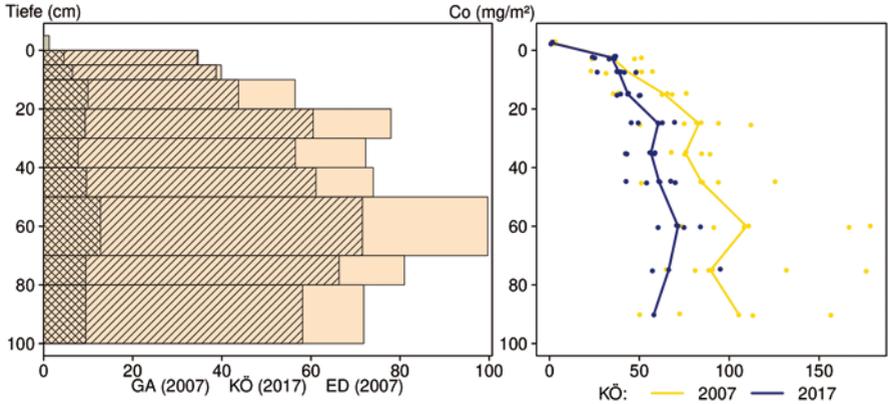
KELBU



Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
 Königswasser-Extrakt (KÖ)
 HF-Gesamtaufschluss (GA)
 EDTA-Extrakt (ED)

KELBU

Kellerwald Buche



Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
 Königswasser-Extrakt (KÖ)
 HF-Gesamtaufschluss (GA)
 EDTA-Extrakt (ED)

KELBU

12.40 Weilburg Buche (WEIBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Weilburg 864		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Westerwald	444000			
Wuchsbezirk	UTM N	352/13/NNW		
Östlicher Westerwald Vorland	5602200			
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	1001	931	375	361
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,9	8,9	14,3	15,4
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 605 (Level II wurde 2008 stillgelegt), Level I				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1995 und 2008, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
basisch-intermediäres Festgestein (Tonschiefer)	Böden aus basisch-intermediärem Festgestein		<10 %, skelettarm	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
hemi Moder (MO)	Braunerde		Endoskeletal Dystric Cambisol (Geoabruptic, Nechic, Pantoloamic, Protospodic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
4.4.1.10	frisch, eutroph		144	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
3	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Fichte, Birke		Waldmeister-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
175	15,1/1,6		unbekannt	
sonstiges: -				

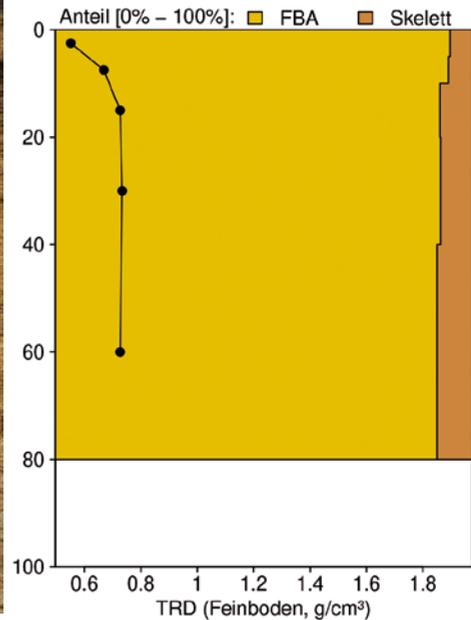
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus- gehalt	Lagerungs- dichte	Carbonat- gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5 - -1	0	Vb	h7	Ld0	c0	7,2
Of	-1 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,2
Ah	0 - 8	5	Uls	h5	Ld1	c0	22,0
Bfv	8 - 80	15	Su3	h3	Ld1	c0	122,4
IICv	80 - 100	80	k.A.	k.A.	Ld4	c0	k.A.
Σ bis 80 cm nur Mineralboden							144,4
Σ bis 80 cm incl. Humusauflage							153,8

Jacobsen 28.5.1996



Bodenphysikalische Kenngrößen



WEIBU

Bodenanalytik 2008

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	30,3	3,2	3,7	1,7	0,05	36,6	2,6	3,8	5,29	4,69
Of	-	-	87,2	21,7	21,4	5,0	0,19	26,9	11,0	16,6	5,20	4,50
Oh	-	-	23,4	18,2	16,3	2,1	0,10	20,2	6,9	10,2	4,67	3,97
0 - 5	13,8	35,5	58,2	10,0	31,0	24,8	1,50	16,5	193	194	4,53	3,89
5 - 10	7,3	32,1	20,3	4,8	19,6	17,3	1,08	16,0	199	177	4,61	4,00
10 - 20	7,3	51,5	31,0	6,4	33,5	25,3	1,74	14,5	415	414	4,66	4,16
20 - 40	11,3	84,2	95,6	26,2	54,9	30,0	2,48	12,1	759	1029	4,71	4,30
40 - 80	33,7	184	474	276	112	25,1	3,00	8,4	1176	1247	4,87	4,25
Σ L-80cm		388	820	367	292	131	10,15		2763	3091		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen, Fichten und Birken stockt auf einem skelettarmen, schwach tonigen Schluffboden. Der Boden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigt das AK/Corg-Verhältnis, das bei beiden Inventuren eng zusammen liegt und die im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, deren Streuung mit Variationskoeffizienten unter 30 % vergleichsweise gering ist.

Die Fläche liegt in der Nähe eines Kalkwerks, weshalb der Eintrag kalkhaltiger Stäube möglich ist.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat war 2008 hoch (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mäßig weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis bis in 5 cm Tiefe und mäßig engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Eine Veränderung der N- und Kohlenstoff (C)-Vorräte ist weder in der Humusaufgabe noch im Mineralboden zu beobachten.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte lagen im mittleren Bereich, während der Kalium (K)-Vorrat nur gering war. Zwischen 1995 und 2008 haben die Vorräte leicht abgenommen.

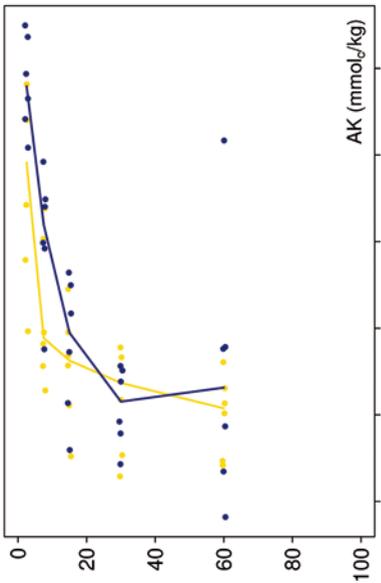
Mit einem Vorrat von 2763 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2008 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen. Im Oberboden hat er zwischen 1995 und 2008 zugenommen. Für die Humusaufgabe und den Unterboden liegen keine Daten vor.

Mit 3061 kg/ha lag der Schwefel (S)-Vorrat 2008 im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. Die S-Gehalte sind im ganzen Profil gleichmäßig hoch und streuen insbesondere im Unterboden sehr stark. Da nur von der Inventur 2008 Messwerte vorliegen, kann keine Aussage über eine Veränderung gemacht werden.

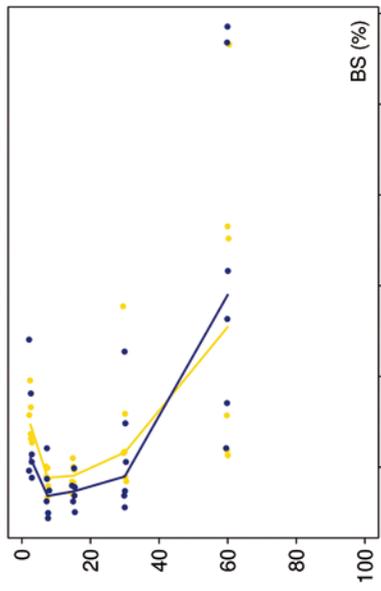
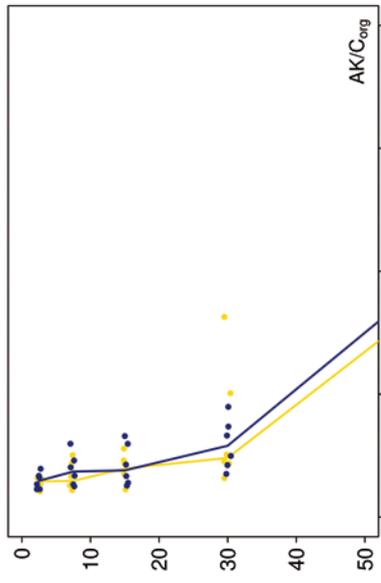
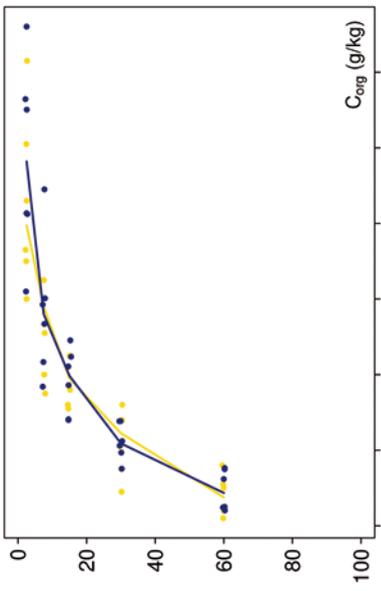
Säure-Base-Status und -Dynamik

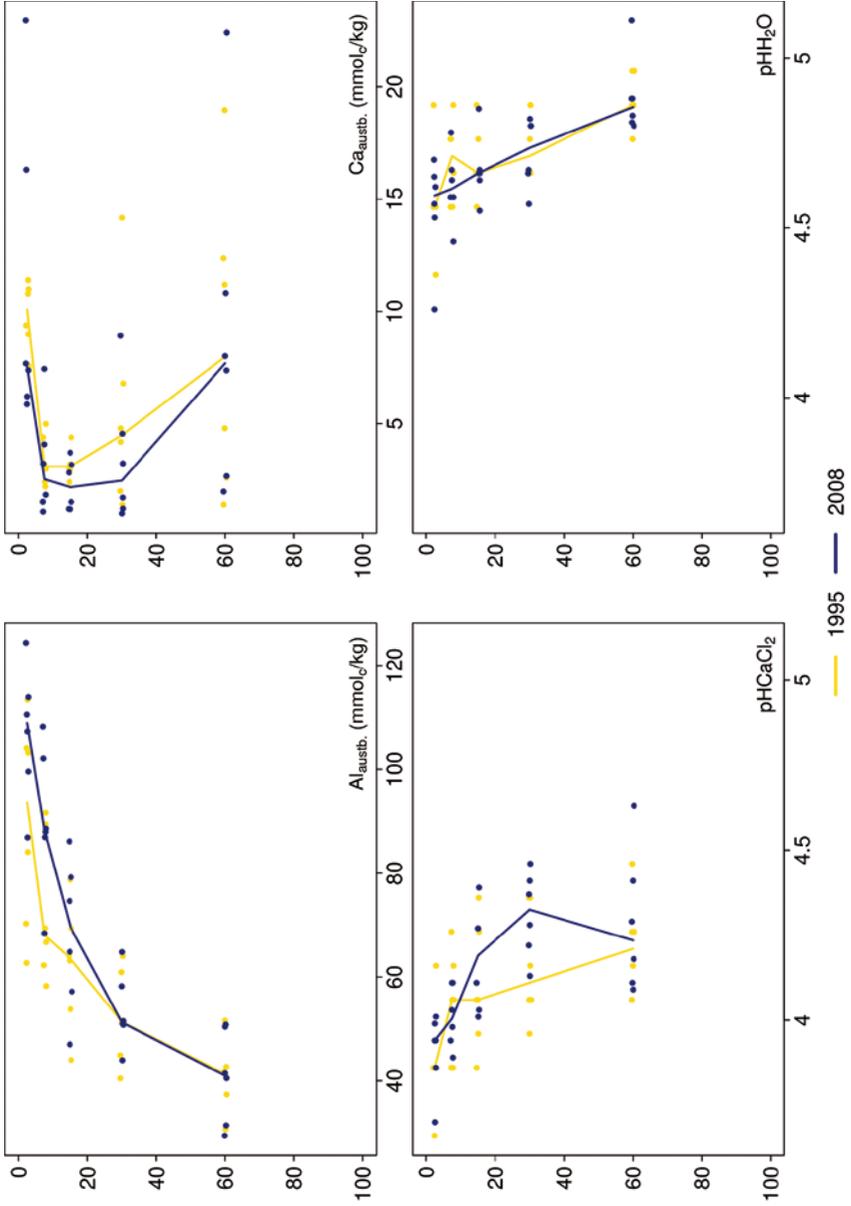
Der Boden ist mit einer Basensättigung unter 20 % bis in 40 cm Tiefe versauert; in größerer Tiefe steigt die Basensättigung auf z. T. über 50 % an (Typ 3 – Kölling et al. 1996). Anhand der pH-Werte ist er im gesamten Profil bis in 80 cm Tiefe dem Austausch-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Im Oberboden hat die Basensättigung zwischen 1995 und 2008 leicht abgenommen.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

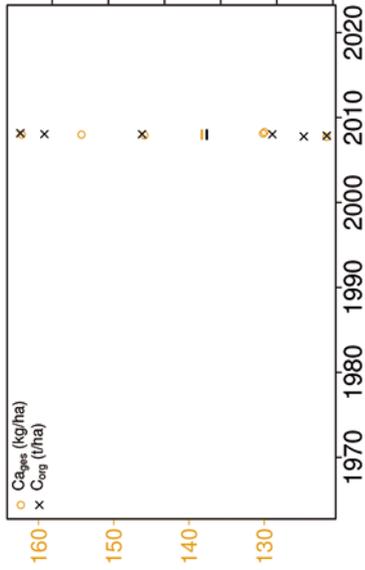


Weilburg Buche

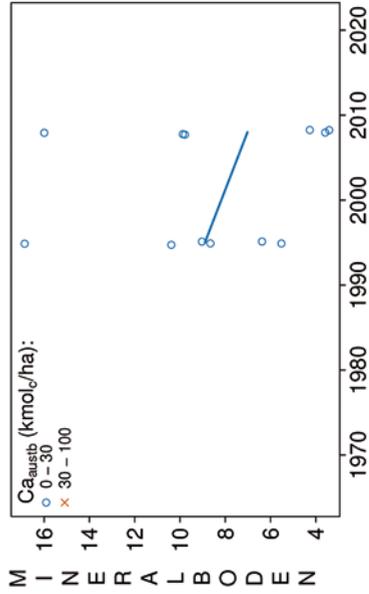
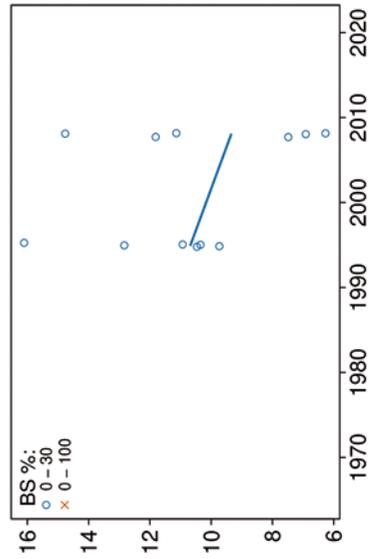
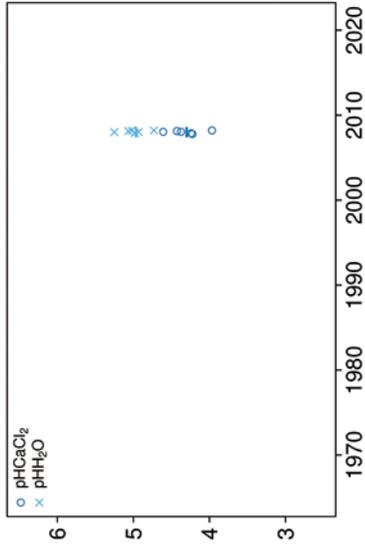




Vorrats- und pH-Änderungen



Weilburg Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2008)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	44,74	0,57	34,61	1,69	3,20	1,85	0,59	0,65	0,331	11,81	28,78	18,77	38,07	125,92	178,53
5	10	52,85	0,42	37,57	1,68	3,65	1,75	0,49	0,50	0,369	13,32	28,87	16,93	41,53	65,52	188,78
10	20	56,74	0,41	38,67	1,69	3,78	1,78	0,46	0,54	0,328	13,68	28,41	17,20	41,91	31,56	162,09
20	40	55,98	0,42	40,04	1,74	4,13	1,67	0,40	0,67	0,295	13,80	28,44	20,72	41,73	20,75	142,50
40	80	40,74	0,40	44,40	1,73	5,04	1,15	0,32	0,42	0,153	16,87	29,91	28,93	40,28	18,98	110,74

bis 25%-Quantil
 25 %-Quantil - Med.
 Med. - 75 %-Quantil
 75 %-Quantil - Max.

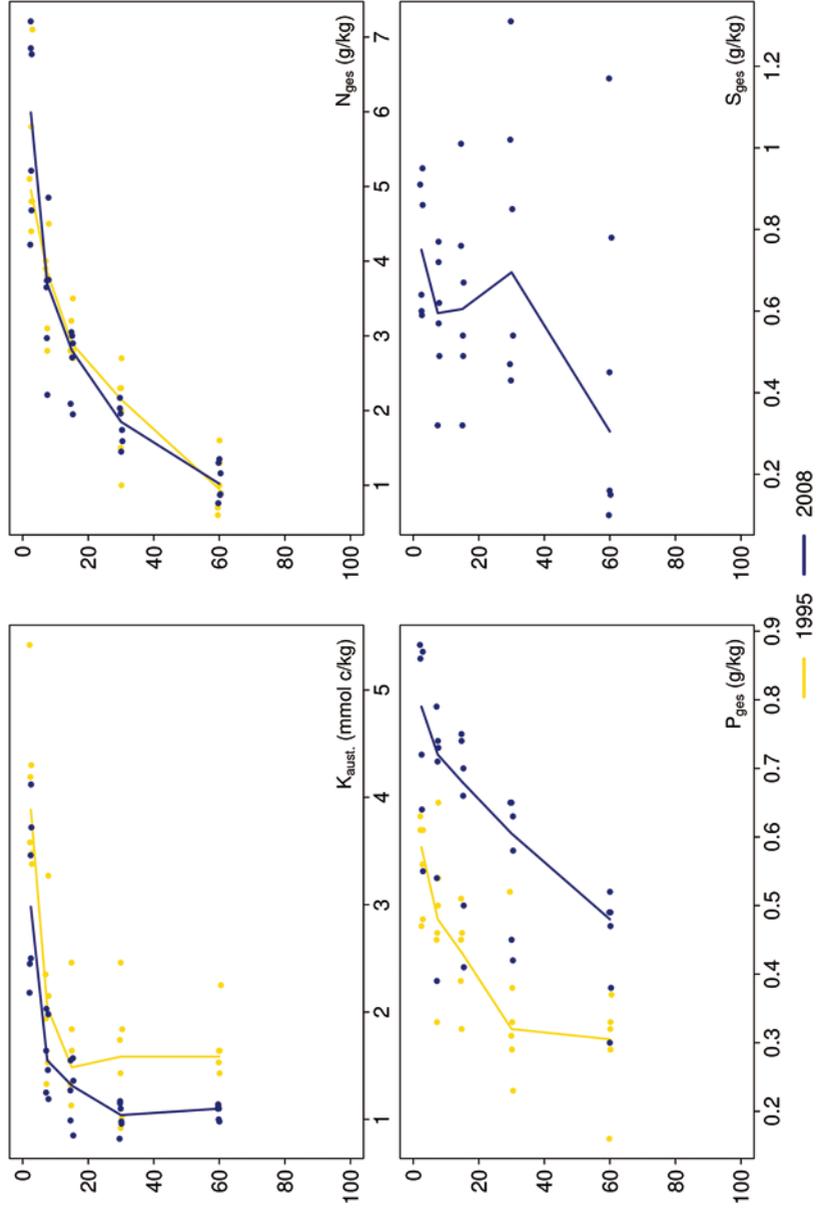
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2008)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	8	24	5	13	6	30	16	20	17	10	11	9	7	24	6
5	10	7	19	3	14	8	17	23	26	12	7	7	11	4	37	5
10	20	9	20	3	16	6	13	20	34	10	9	8	9	4	20	7
20	40	7	19	4	13	5	20	20	43	32	5	8	14	4	11	3
40	80	29	21	8	14	11	43	16	87	62	14	8	23	6	19	19

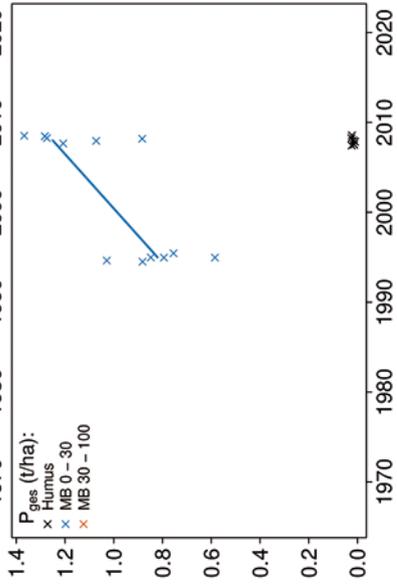
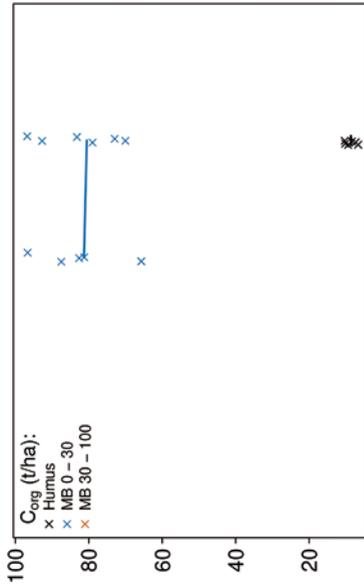
0-20%
 20-50%
 >50%

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

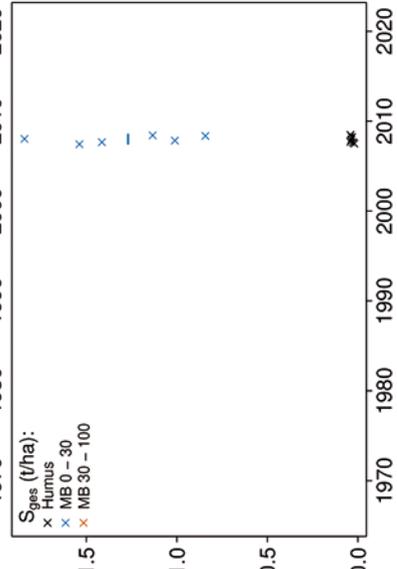
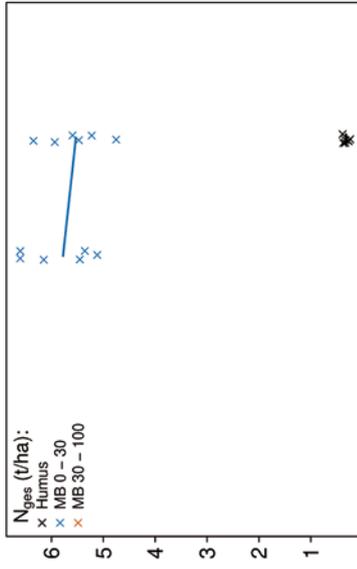
Weilburg Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Weilburg Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus basisch-intermediärem Festgestein (Tonschiefer) gebildet hat. Dieser skelettarme Boden weist hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt für Blei (Pb) eine leichte und für Cadmium (Cd) und Zink (Zn) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen zudem bis in 5 cm Tiefe über dem Vorsorgewert der BBodSchV und in 5-10 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert. Für Zink (Zn) und Nickel (Ni) liegen sie im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe und für Kupfer (Cu) im Unterboden über diesem Wert.

Im Mineralboden überschreiten die Pb-Gehalte auch den kritischen Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte aller Schwermetalle mit Ausnahme von Cadmium (Cd) höher als die Hintergrundwerte für Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden überschreiten sie für alle Schwermetalle diesen Wert.

Die Gehalte aller Schwermetalle liegen im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen. Im Oberboden wurden zudem die höchsten Zn-Gehalte aller Flächen gemessen. Nur für Pb zeigen sich höhere Werte bis in 10 cm Tiefe und abnehmende Gehalte mit zunehmender Tiefe.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte fast aller Schwermetalle ebenfalls sehr hoch. Nur für Cd und Pb liegen sie unter dem Median.

Ob sich die Schwermetall-Vorräte zwischen 1995 und 2008 im Mineralboden verändert haben kann nicht beurteilt werden, da die Messwerte sehr stark streuen. Für die Humusaufgabe kann ebenfalls keine Aussagen gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Dass die Gehalte fast aller Schwermetalle in der Humusaufgabe sehr hoch sind, ist wahrscheinlich auf die sehr hohen Schwermetall-Gehalte im gesamten Mineralboden zurückzuführen. Ein anthropogener Einfluss auf die Schwermetall-Vorräte lässt sich nur für Pb feststellen, da die Gehalte mit zunehmender Tiefe stark abnehmen und Grenz- und Indikatorwerte überschritten werden.

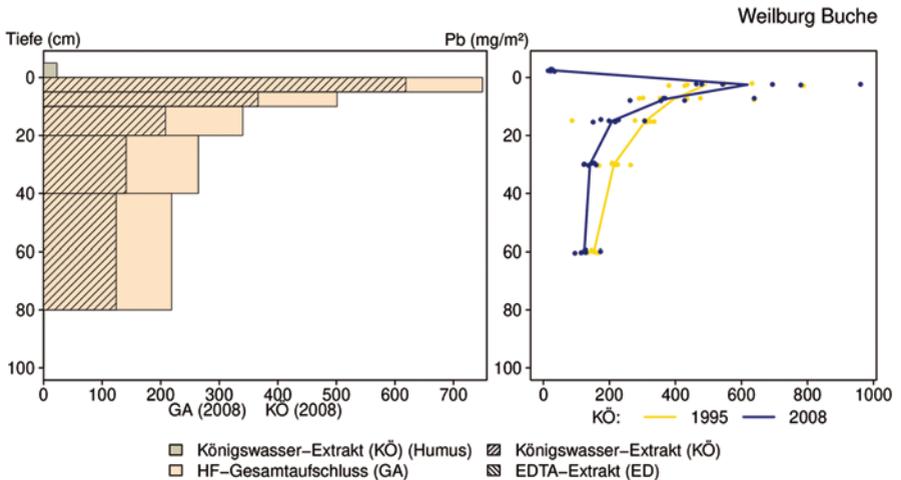
Bewertung Schwermetalle (2008)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,33	11,81	28,78	18,77	38,07	125,92	178,53
5	10	0,37	13,32	28,87	16,93	41,53	65,52	188,78
10	20	0,33	13,68	28,41	17,20	41,91	31,56	162,09
20	40	0,29	13,80	28,44	20,72	41,73	20,75	142,50
40	80	0,15	16,87	29,91	28,93	40,28	18,98	110,74
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

> Vorsorgewert

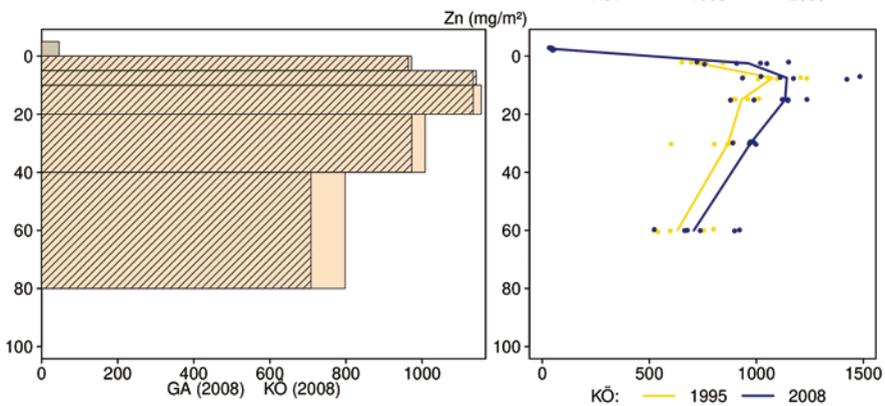
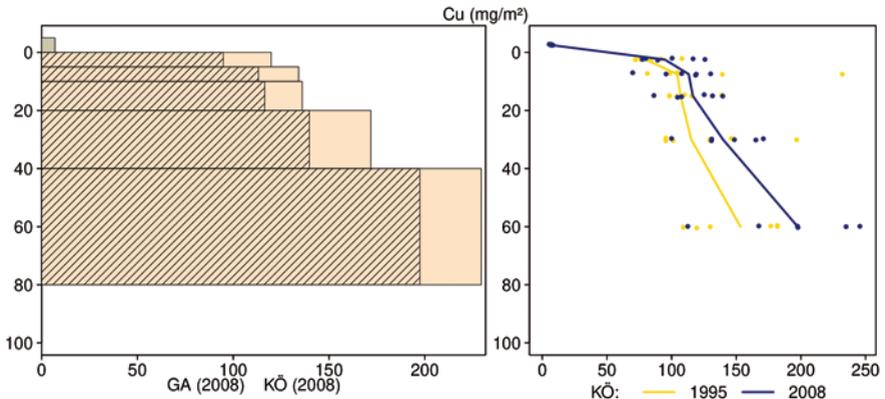
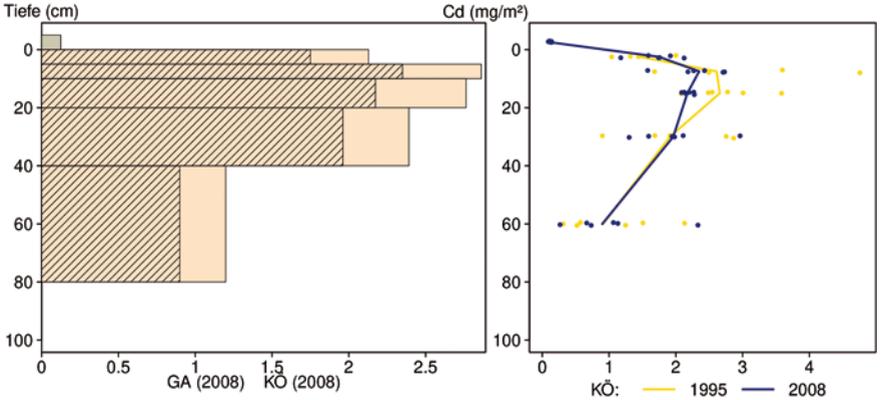
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



WEIBU

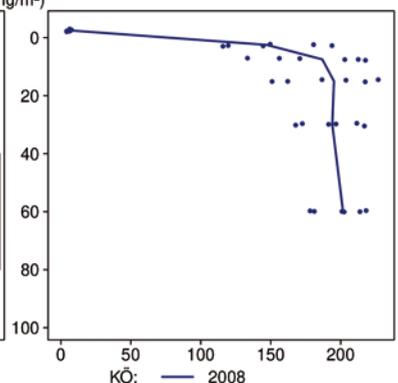
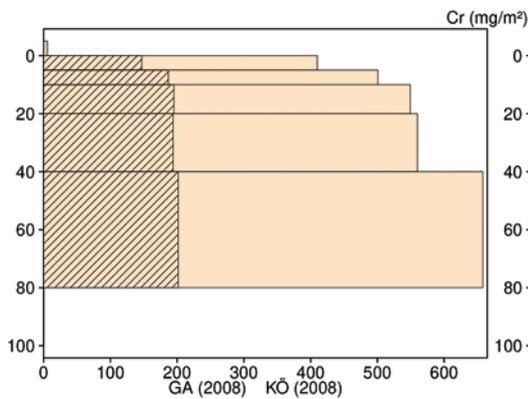
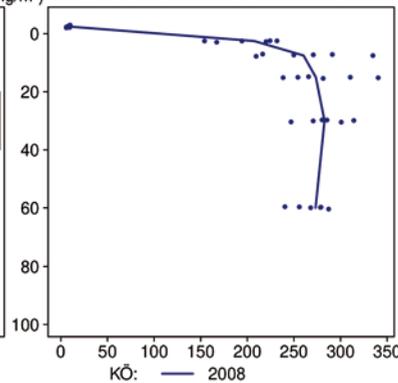
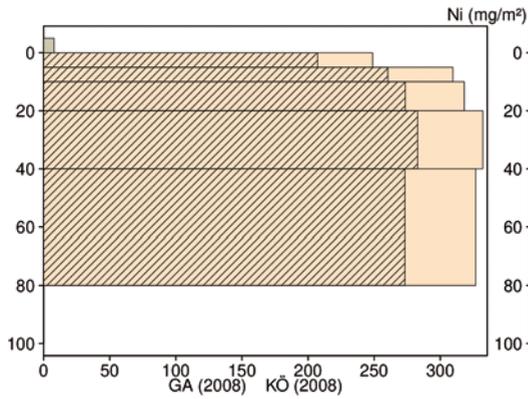
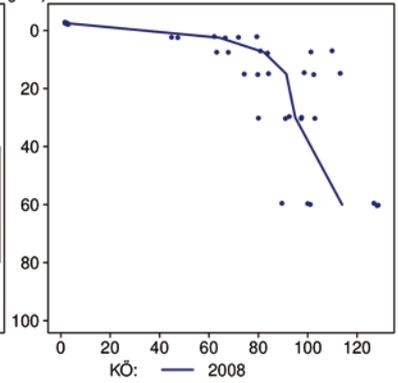
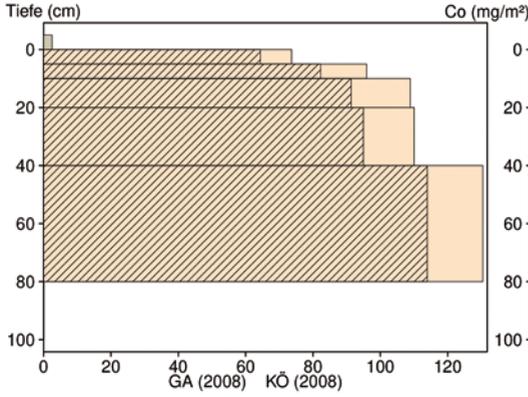
Weilburg Buche



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

WEIBU

Weilburg Buche



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königwasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)

WEIBU

12.41 Krofdorf Buche (KRFBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Wettenberg 68B1		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Nördliches Hessisches Schiefergebirge		474900		
Wuchsbezirk		UTM N	280 (240-325)/11/NO	
Östliches Lahn-Dill-Bergland		5614700		
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	737	743	311	329
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
schwach subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,1	9,2	14,7	15,7
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II Core plot 609, Forsthydrologisches Forschungsgebiet				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2009, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Meteorologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse, LAI, Ozon (passiv)				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
Löss	Tiefelandböden aus Lösslehm		<10 %, skelettarm	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
F-Mull (MUO)	Hangpseudogley-Braunerde		Abrupt Protostagnic Acrisol (Cutanic, Densic, Endoloamic)	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
3.3.2.21	betont frisch, gut mesotroph		145	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
2-3	-			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	-		Hainsimsen-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
158	7,2/0,3		Zielstärkennutzung und Strukturdurchforstung	
sonstiges: -				

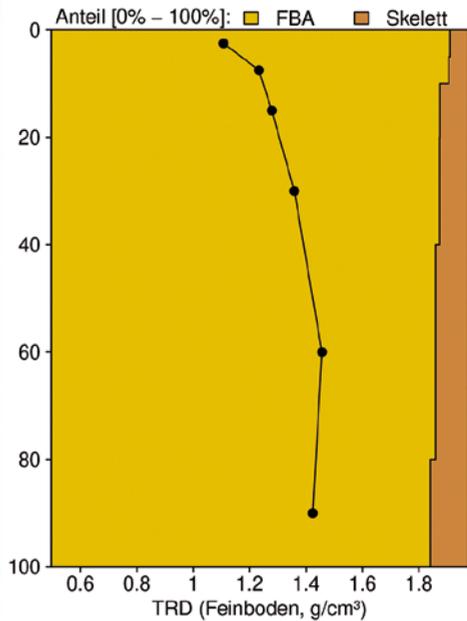
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humusgehalt	Lagerungsdichte	Carbonatgehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3.1 - -2.4	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,3
Of	-2.4 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	5,3
Ah	0 - 4	1	Uls	h4	Ld2	c0	9,5
Al-Bv	4 - 6	3	Lu	h3	Ld3	c0	3,5
Btv	6 - 42	3	Lu	h3	Ld2	c0	69,8
Bt-sSdw	42 - 64	2	Lt2	h2	Ld3	c0	30,2
IIBt-sSd	64 - 82	10	Lt2	h1	Ld4	c0	17,8
IIICv	82 - 140	30	Lt2	h0	Ld4	c0	44,7
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							144,7
Σ bis 100 cm incl. Humusaufgabe							151,2

Beisecker 18.6.2009



Bodenphysikalische Kenngrößen



KRFBU

Bodenanalytik 2019

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	44,4	4,7	5,3	1,6	0,05	34,4	3,5	3,5	5,77	5,27
Of	-	-	112	16,1	20,9	4,8	0,14	34,1	9,3	10,8	5,61	5,11
0 - 5	27,0	47,1	167	28,4	64,6	26,1	1,46	17,8	197	158	4,81	3,67
5 - 10	15,6	41,5	76,3	14,9	38,3	11,6	0,61	18,8	140	73,0	4,83	3,70
10 - 20	11,4	83,1	93,4	23,0	72,3	13,4	0,84	16,0	281	112	4,87	3,73
20 - 30	17,8	120	254	61,6	117	8,1	0,75	10,9	365	108	5,03	3,74
30 - 40	38,0	141	725	182	135	6,2	0,71	9,0	438	95,5	5,34	3,85
40 - 50	58,5	159	1269	325	149	4,4	0,69	6,9	489	92,1	5,65	4,00
50 - 70	79,7	338	3663	928	314	6,2	1,35	5,6	1206	200	5,79	4,26
70 - 80	86,1	180	2150	500	180	2,8	0,49	5,7	488	77,8	5,74	4,43
80 - 100	86,9	325	3976	886	300	4,9	0,87	5,7	1029	165	6,19	4,47
Σ L-100cm		1435	12530	2969	1396	90,1	7,96		4647	1096		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem tiefgründigen, schwach tonigen skelettarmen Schluffboden. Der Boden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigt das AK/Corg-Verhältnis, das bei beiden Inventuren eng zusammen liegt und die im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, deren Streuung mit Variationskoeffizienten unter 30 % vergleichsweise gering ist.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2019 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mittlerem bis engem C/N-Verhältnis im Oberboden und sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Zwischen 2009 und 2019 hat sich der N-Vorrat in der Humusaufgabe und im Mineralboden nur wenig verändert, während sich der Humusvorrat fast verdoppelt hat.

Die Versorgung mit Calcium (Ca), Kalium (K) und Magnesium (Mg) ist mit sehr hohen Vorräten an Ca und Mg und hohen Vorräten an K im gesamten Profil sehr gut. In der Humusaufgabe haben sich die Vorräte dieser Elemente wie der Humusvorrat fast verdoppelt. Im Mineralboden haben sich die Ca- und Mg-Vorräte nur wenig verändert, während der K-Vorrat angestiegen ist.

Mit einem Vorrat von 4647 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2019 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. Zwischen 2009 und 2019 hat er sich nur wenig geändert.

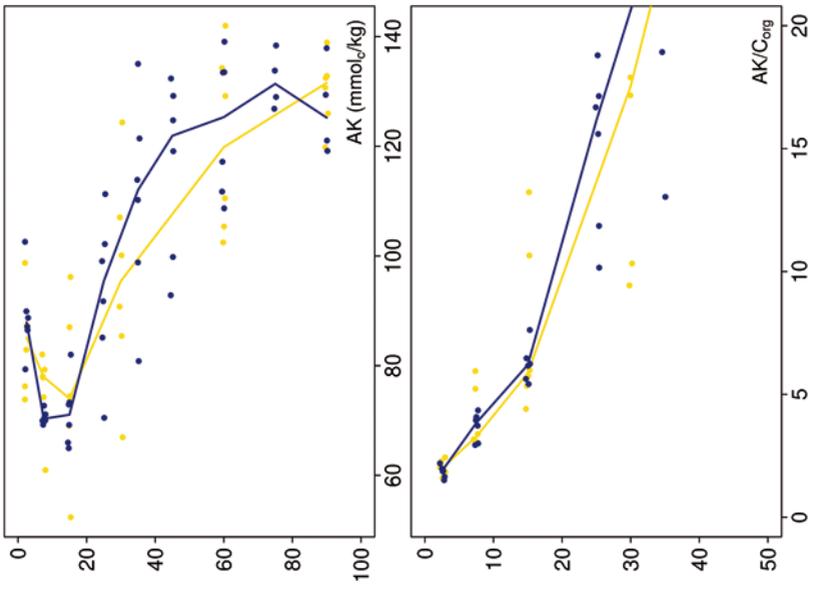
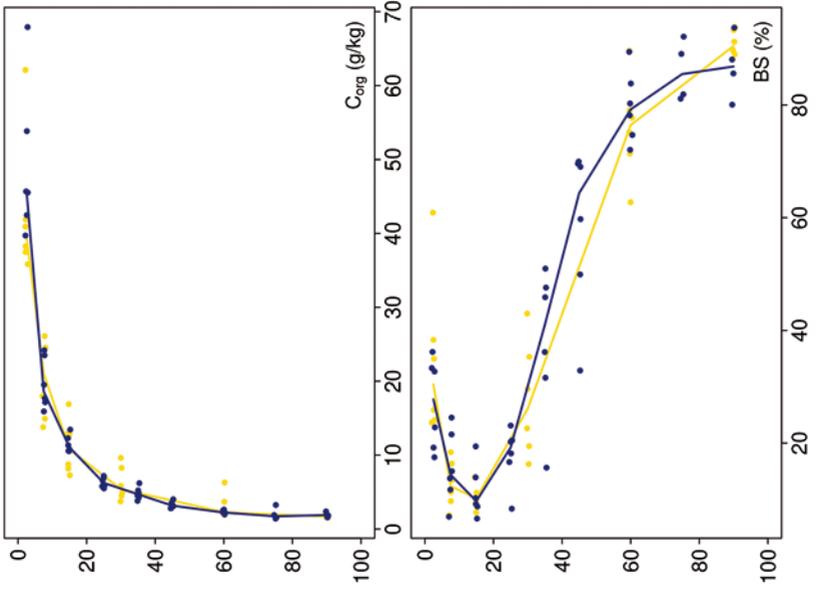
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2019 mit 1096 kg/ha zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil mit hohen Gehalten bis in 5 cm Tiefe und mittleren bis geringen Konzentrationen in größerer Tiefe. Im Unterboden haben die S-Vorräte leicht abgenommen. In der Humusaufgabe und im Oberboden veränderten sie sich nur wenig.

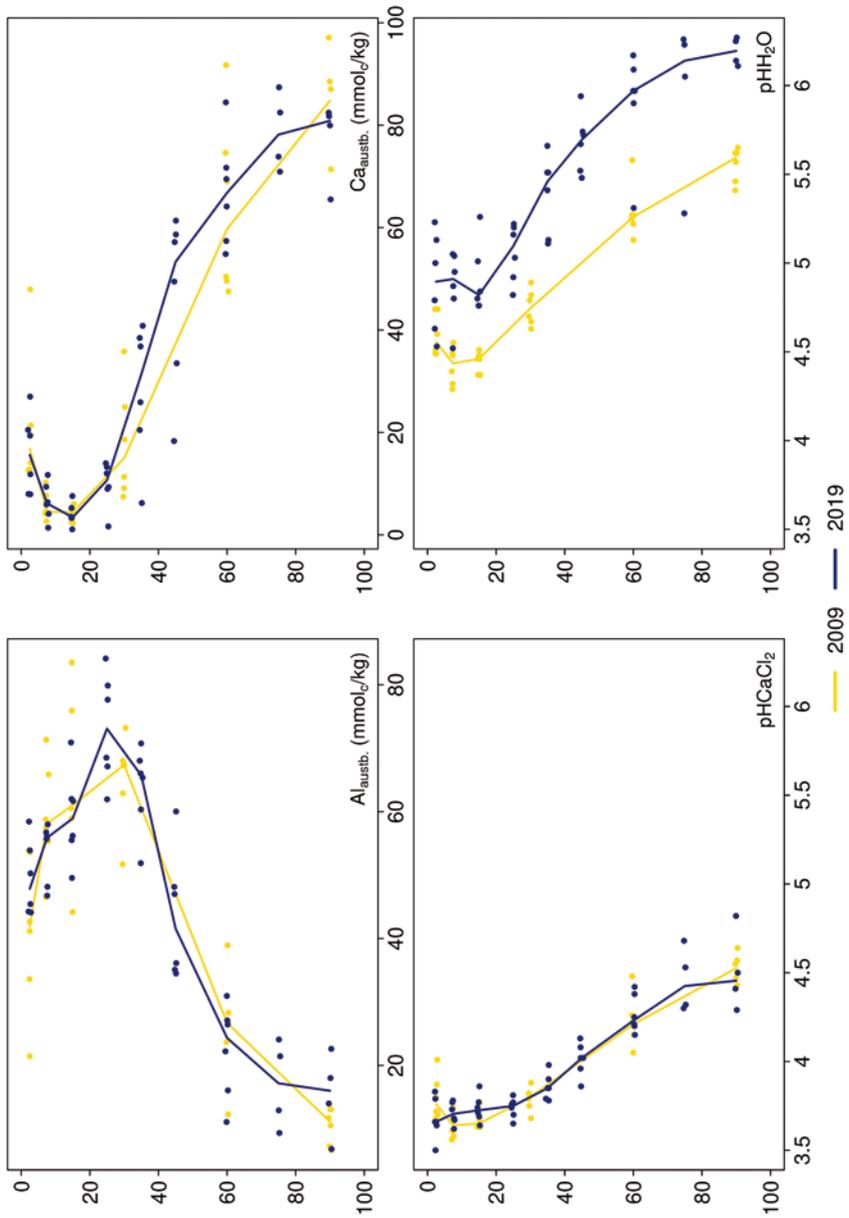
Säure-Base-Status und -Dynamik

Der nur oberflächlich versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 20 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung von unter 20 % bis in 20 cm Tiefe steigt in größerer Tiefe z. T. auf über 90 % an (Typ 2-3 – Kölling et al. 1996). Im Untersuchungszeitraum sind pH-Wert und Basensättigung mehr oder weniger konstant geblieben.

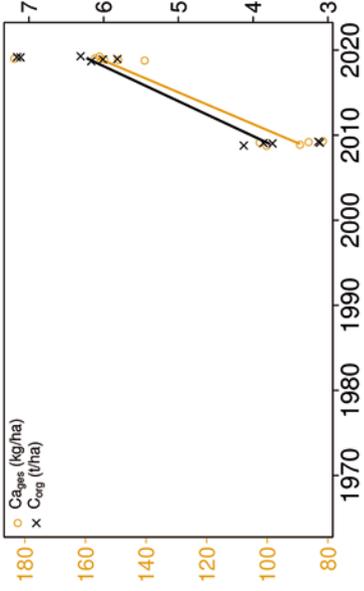
Krottdorf Buche

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

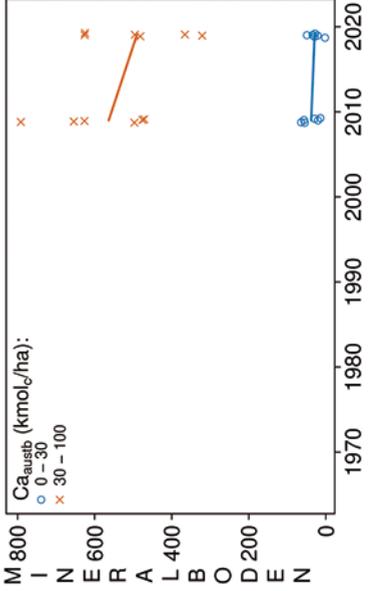
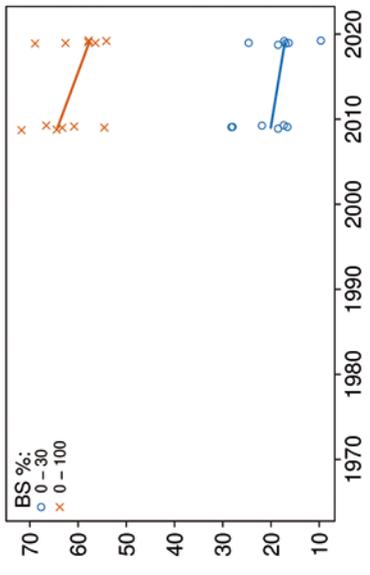
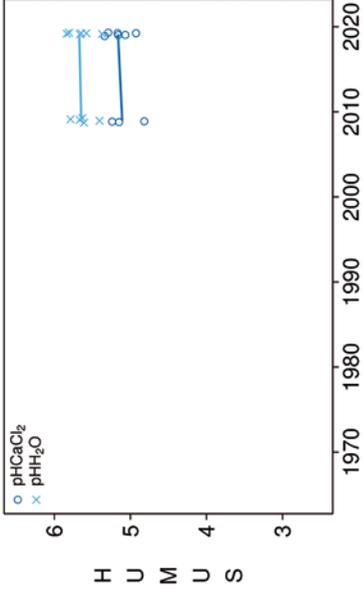




Vorrats- und pH-Änderungen



Krottdorf Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2019)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	12,56	0,79	15,94	1,55	2,10	0,95	0,37	0,30	0,166	6,71	21,95	11,47	14,69	71,36	44,29
5	10	13,43	0,64	16,47	1,57	2,29	0,48	0,24	0,12	0,098	5,98	21,71	9,95	14,53	33,28	37,94
10	20	15,20	0,55	18,80	1,73	2,55	0,53	0,24	0,10	0,107	8,21	23,74	13,06	17,19	24,08	42,04
20	30	22,41	0,62	25,39	2,68	3,37	0,47	0,28	0,08	0,137	10,61	31,66	20,74	26,63	19,44	55,76
30	40	26,10	0,96	29,31	3,14	3,87	0,43	0,34	0,07	0,154	11,86	35,81	23,53	31,40	18,61	54,39
40	50	27,18	1,28	31,19	3,20	4,00	0,35	0,36	0,07	0,122	12,52	37,50	23,20	33,66	18,31	52,40
50	70	28,52	1,70	34,85	3,25	4,16	0,32	0,44	0,07	0,090	13,78	39,15	27,04	38,08	19,25	54,95
70	80	29,46	2,09	28,91	3,70	4,63	0,32	0,36	0,06	0,062	9,17	41,89	17,78	32,76	16,68	49,42
80	100	28,16	2,12	28,35	3,56	4,48	0,33	0,40	0,06	0,052	9,56	40,54	17,32	31,88	17,35	48,39

bis 25%-Quartil

25 %-Quartil - Med.

Med. - 75 %-Quartil

75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2019)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	6	18	5	8	7	22	8	17	20	8	5	11	6	13	4
5	10	3	12	3	4	4	27	8	11	13	10	2	11	4	10	3
10	20	10	11	10	14	9	21	12	9	14	12	8	26	10	17	7
20	30	10	11	16	10	10	23	21	10	15	12	10	47	16	18	10
30	40	9	20	21	7	10	25	24	16	13	21	10	50	19	20	10
40	50	7	19	27	7	9	26	29	16	17	39	6	48	21	20	10
50	70	6	9	28	14	7	19	29	18	19	46	5	53	22	20	17
70	80	11	8	6	7	5	6	12	25	10	7	3	10	12	7	9
80	100	12	10	6	8	5	5	16	23	6	9	4	8	11	13	8

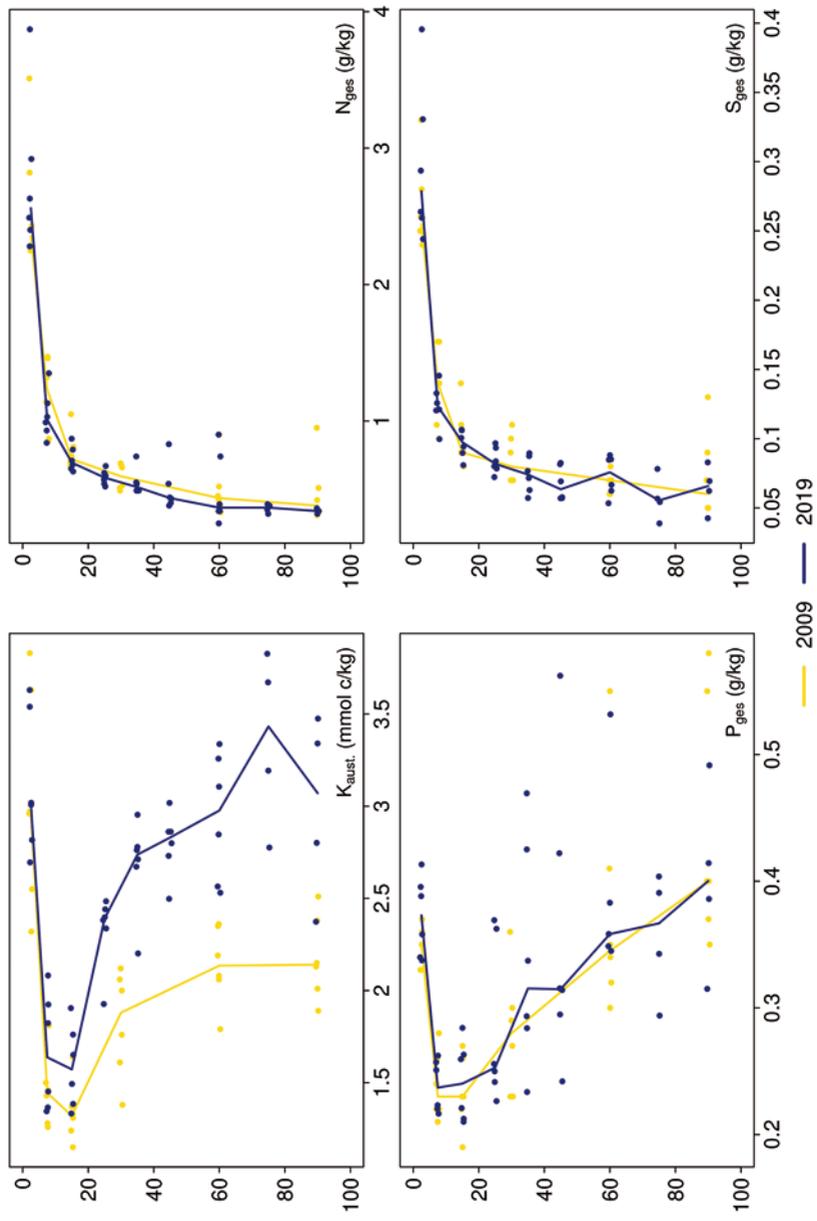
0-20 %

20-50 %

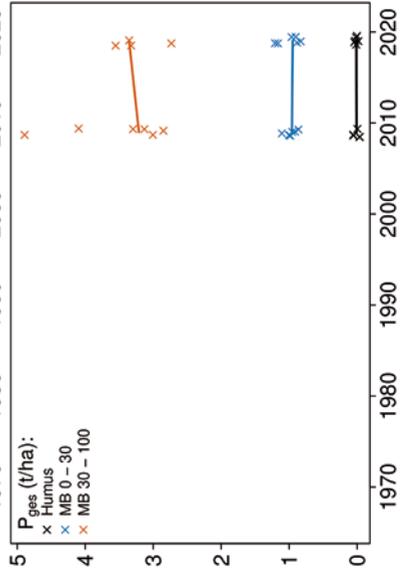
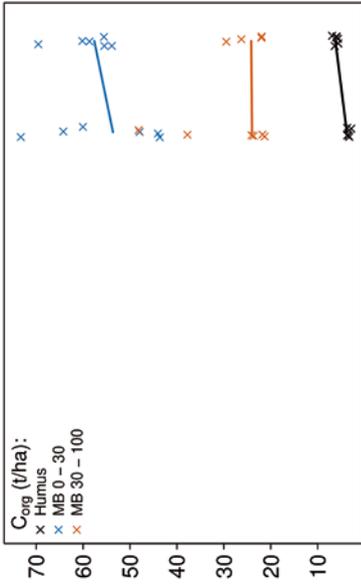
>50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

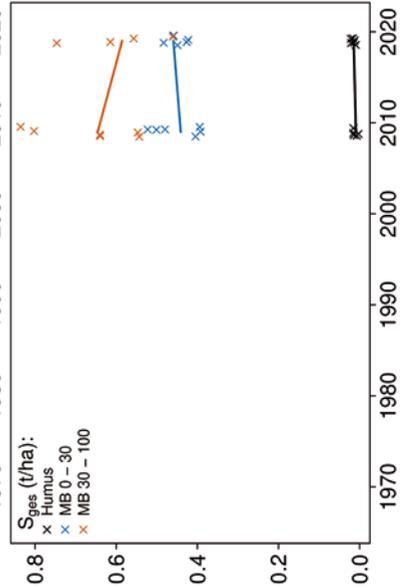
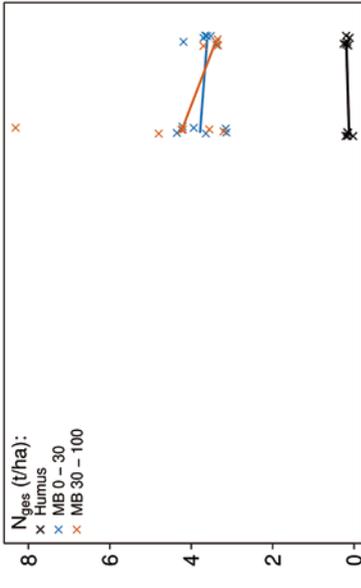
Krofdorf Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Krofdorf Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus Löss über Grauwacke gebildet hat. Dieser skelettarme Boden weist hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt für Blei (Pb) eine leichte und für Cadmium (Cd) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte überschreiten zudem in 0-5 cm Tiefe den Vorsorgewert der BBodSchV. Für Chrom (Cr), Kupfer (Cu) und Nickel (Ni) wird der halbe Vorsorgewert im Unterboden überschritten.

Im Mineralboden werden die Hintergrundwerte für Waldböden (Bommaré et al. 2021) von allen Schwermetallen überschritten. In der Humusauflage liegen nur die Cu- und Zink (Zn)-Gehalte über diesem Wert.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 20 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen und nehmen mit zunehmender Tiefe auf Werte, die jedoch immer noch über dem Median liegen, ab. Für Cd, Kobalt (Co), Cr, Cu, Ni und Zn sind sie bis in 70 cm Tiefe deutlich höher als der Median. In größerer Tiefe schließt sich eine schwermetallärmere Schicht an.

In der gering mächtigen Humusauflage (F-Mull) sind die Gehalte aller Schwermetalle vergleichsweise niedrig.

Zwischen 2009 und 2019 haben die Cd-Vorräte in der Humusauflage und in 0-5 cm Tiefe zugenommen und sind in 5-10 cm Tiefe weitgehend gleich geblieben. Für Pb zeigt sich eine Zunahme der Vorräte nur in 5-10 cm Tiefe. Im Gegensatz hierzu haben die Cu und Zn-Vorräte in 0-10 cm Tiefe leicht abgenommen und sich die Co-, Cr- und Ni-Vorräte nur wenig verändert.

Die erhöhten Pb-Werte bis in 20 cm Tiefe, die Überschreitung von Vorsorge- und Hintergrundwert und der I_{geo} -Wert zeigen, dass der Oberboden durch Pb atmosphärischen Ursprungs in geringem Maße kontaminiert ist. Für Cd und Pb deuten sich außerdem eine Tendenz zu ansteigenden Vorräten und eine Verlagerung von der Humusauflage in den Mineralboden an.

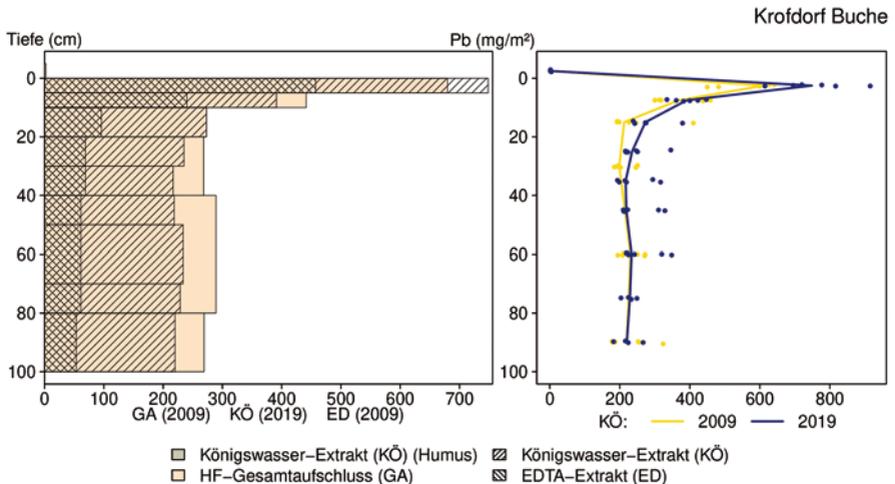
Bewertung Schwermetalle (2019)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,17	6,71	21,95	11,47	14,69	71,36	44,29
5	10	0,10	5,98	21,71	9,95	14,53	33,28	37,94
10	20	0,11	8,21	23,74	13,06	17,19	24,08	42,04
20	30	0,14	10,61	31,66	20,74	26,63	19,44	55,76
30	40	0,15	11,86	35,81	23,53	31,40	18,61	54,39
40	50	0,12	12,52	37,50	23,20	33,66	18,31	52,40
50	70	0,09	13,78	39,15	27,04	38,08	19,25	54,95
70	80	0,06	9,17	41,89	17,78	32,76	16,68	49,42
80	100	0,05	9,56	40,54	17,32	31,88	17,35	48,39
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

> Vorsorgewert

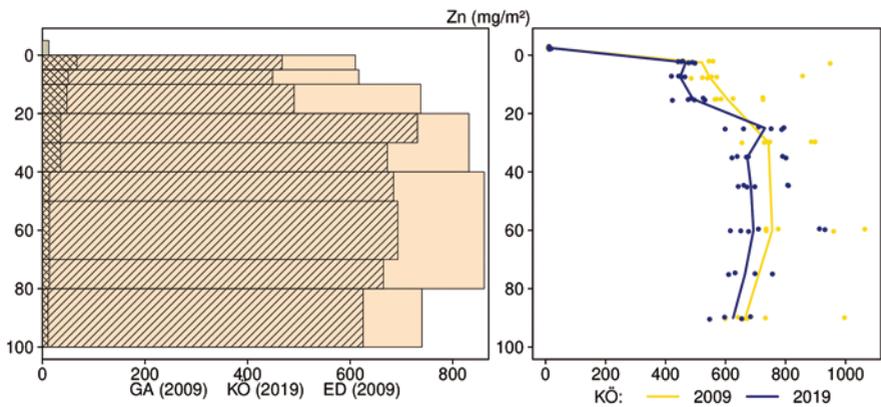
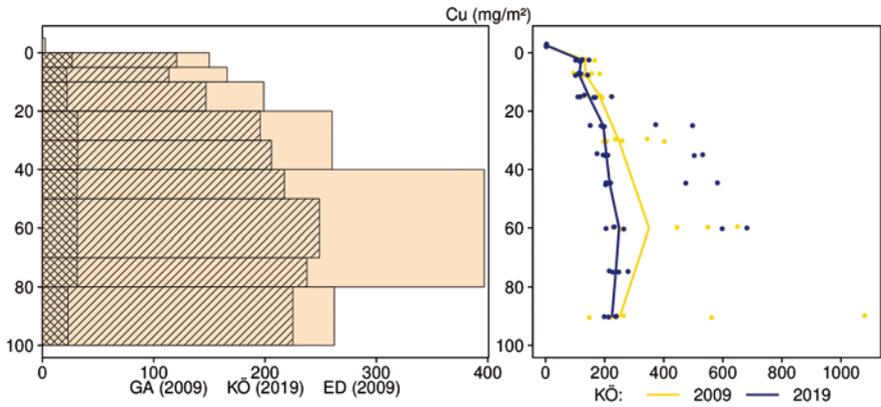
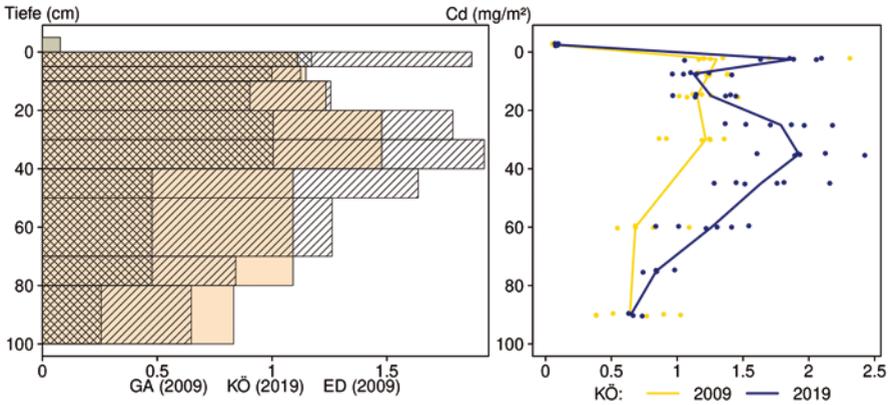
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

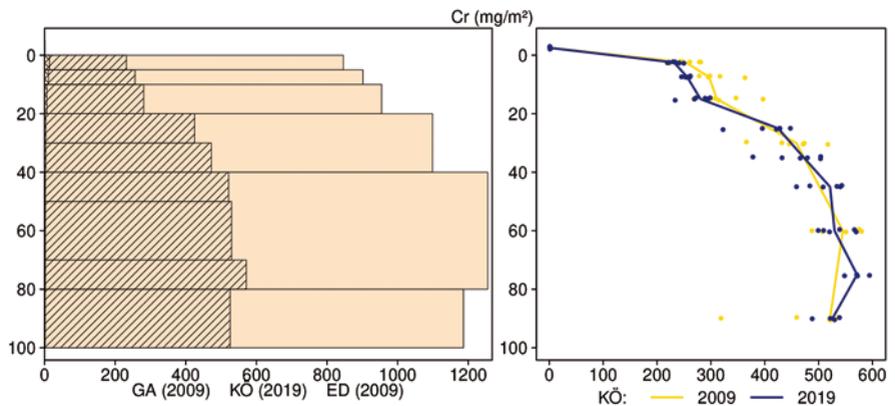
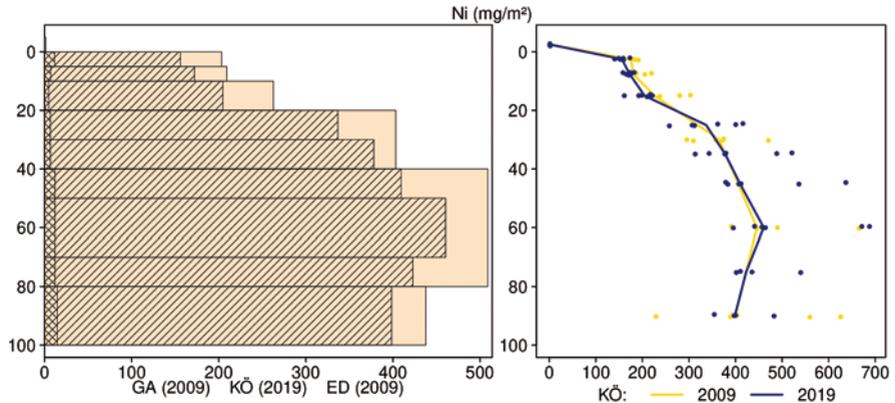
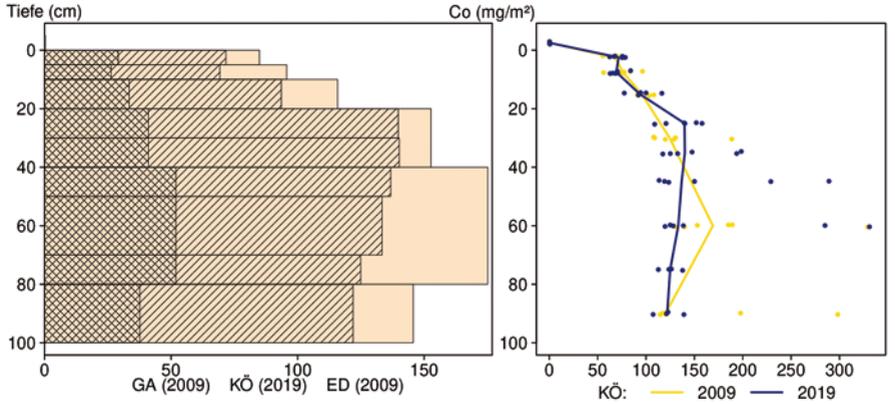


KRFBU

Krofdorf Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- EDTA-Extrakt (ED)

12.42 Harste Buche (HABU)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Münden 2087 2		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>	UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>		
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	557800			
<i>Wuchsbezirk</i>	UTM N	245/6/O		
Solling-Vorland	5716200			
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	747	743	338	332
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,1	9,1	14,5	15,4
Monitoringprogramme				
BDF-F 8 (Standard)				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische Bodenuntersuchungen ab 1982 (Forschungsprojekte), chem. und mikrobiol. Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1998, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1998, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1998-2008, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
Lößlehm	Tiefenböden aus Lösslehm		5-15 %, mäßig skeletthaltig	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
F-Mull (MUO)	Parabraunerde		Stagnic Luvisol	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
18.5.3.3	betont frisch, eutroph		164	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
2	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Rotbuche	-		Waldmeister-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
131	9,9/0,8		starke Hochdurchforstung	
sonstiges: -				

HABU

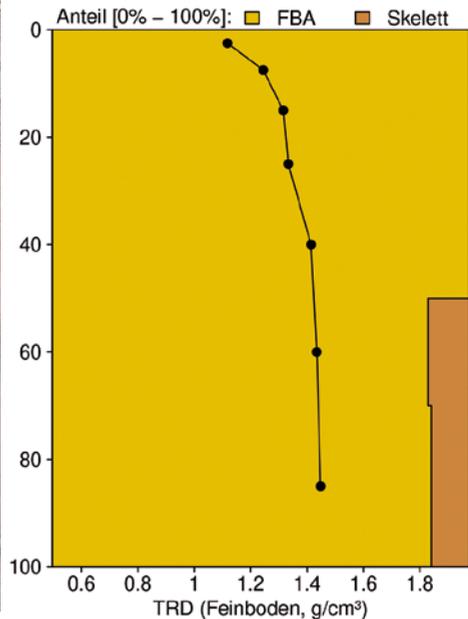
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-5.5 - -1.3	0	Vb	h7	Ld0	c0	7,6
Of	-1.3 - -0.3	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,2
Oh	-0.3 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	0,8
Ah	0 - 4	0	Ut3	h3	Ld2	c0	9,6
Ah-AI	4 - 8	0	Ut3	h2	Ld2	c0	9,2
AI	8 - 27	0	Ut3	h1	Ld3	c0	39,9
Sw-AI	27 - 43	0	Ut3	h1	Ld3	c0	33,6
IISd-Bt	43 - 115	3	Lu	h0	Ld4	c0	90,8
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							164,2
Σ bis 100 cm incl. Humusaufgabe							174,7

Schwender 1.4.2016



Bodenphysikalische Kenngrößen



HABU

Bodenanalytik 2016

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L/Of	-	-	179	18,7	24,3	5,1	0,18	28,4	11,1	14,2	5,90	5,39
0 - 5	59,4	49,9	509	33,2	79,5	16,6	1,19	14,0	164	129	4,83	4,11
5 - 10	35,8	49,0	315	19,6	51,6	11,0	0,82	13,4	135	95,8	4,63	3,87
10 - 20	23,6	106	503	24,4	82,0	15,3	1,24	12,4	252	155	4,63	3,88
20 - 30	46,8	114	1043	42,8	102	10,2	0,95	10,8	240	120	4,90	4,06
30 - 40	68,5	198	2771	82,8	170	8,5	0,90	9,5	284	113	5,25	4,30
40 - 50	75,2	245	4032	96,6	195	8,7	0,92	9,5	360	127	5,62	4,55
50 - 70	93,4	496	8881	267	424	10,6	1,26	8,4	756	224	5,90	4,84
70 - 80	93,1	214	3780	129	192	4,7	0,51	9,2	452	123	5,78	4,75
80 - 100	92,0	343	5834	254	337	9,3	0,74	12,6	869	228	5,77	4,69
Σ L-100cm		1816	27846	969	1657	100	8,7		3522	1330		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Rotbuchen-Reinbestand stockt auf einem mittel-tonigen Schluffboden, der bis in 50 cm Tiefe skelettfrei, in größerer Tiefe mäßig skeletthaltig ist. Der Boden ist vergleichsweise homogen, was die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte zeigen, die mit Ausnahme von Calcium (Ca) mit Variationskoeffizienten unter 30 % moderat sind. Die Ca-Gehalte streuen mit bis zu 150 % sehr stark.

Nährelementstatus

Die Vorräte an Stickstoff (N) und Kohlenstoff (C) lagen 2016 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mäßig engem bis engem C/N-Verhältnis bis in 30 cm Tiefe und sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Im Oberboden sind die C- und N-Vorräte zwischen 1986 und 2016 leicht angestiegen. In der Humusaufgabe und im Unterboden ist keine Veränderung zu sehen.

Die Versorgung mit Calcium (Ca), Kalium (K) und Magnesium (Mg) ist mit sehr hohen Vorräten an Ca und K und einem hohen Vorrat an Mg im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe sehr gut. Zwischen 1983 und 1998 haben sich die Ca-, K- und Mg-Vorräte im Oberboden nur wenig verändert, sind danach bis 2006 leicht angestiegen und bis 2016 wieder auf das Niveau von 1998 abgefallen. Im Unterboden ist wegen der großen Streuung der Messwerte kein Trend zu erkennen.

Mit einem Vorrat von 3522 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2016 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. In der Humusaufgabe und im Oberboden hat er sich zwischen 1998 und 2016 nur wenig verändert. Im Unterboden ist die Streuung der Messwerte 2006 sehr hoch, weshalb eine Beurteilung nicht möglich ist.

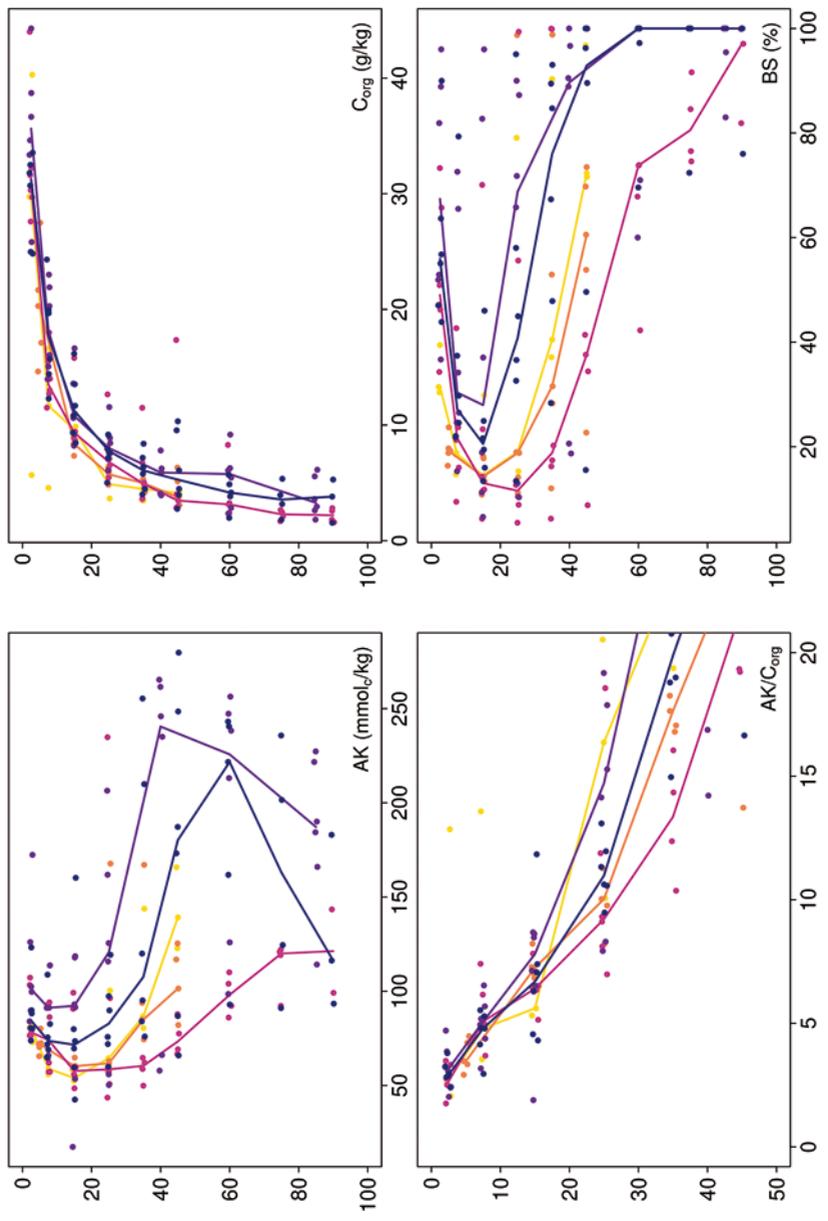
Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2016 mit 1330 kg/ha ebenfalls im oberen Quartil. Im Oberboden zeigte sich zwischen 1998 und 2006 ein leichter Abwärtstrend, in der Humusaufgabe war keine Veränderung zu sehen. Im Unterboden ist die Streuung der Messwerte 2006 ähnlich hoch wie beim P, weshalb auch hier eine Beurteilung nicht möglich ist.

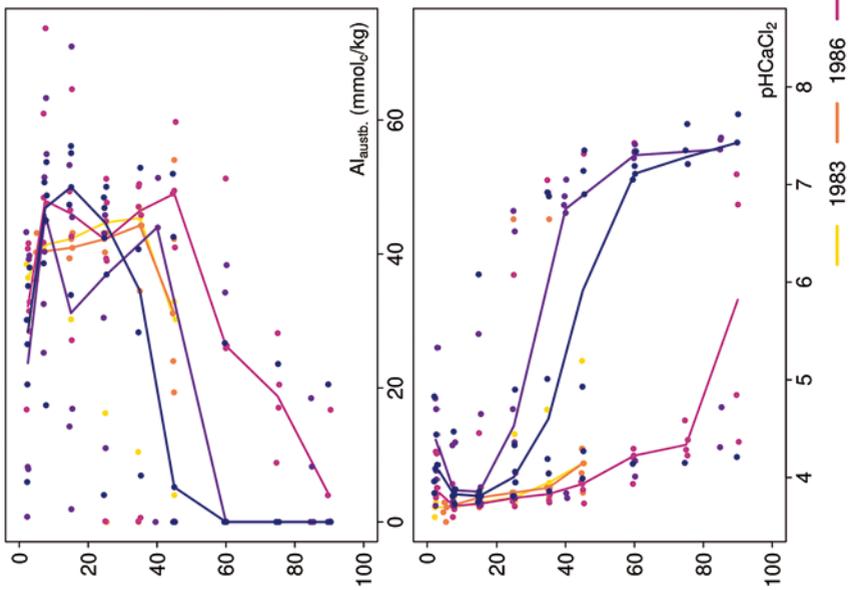
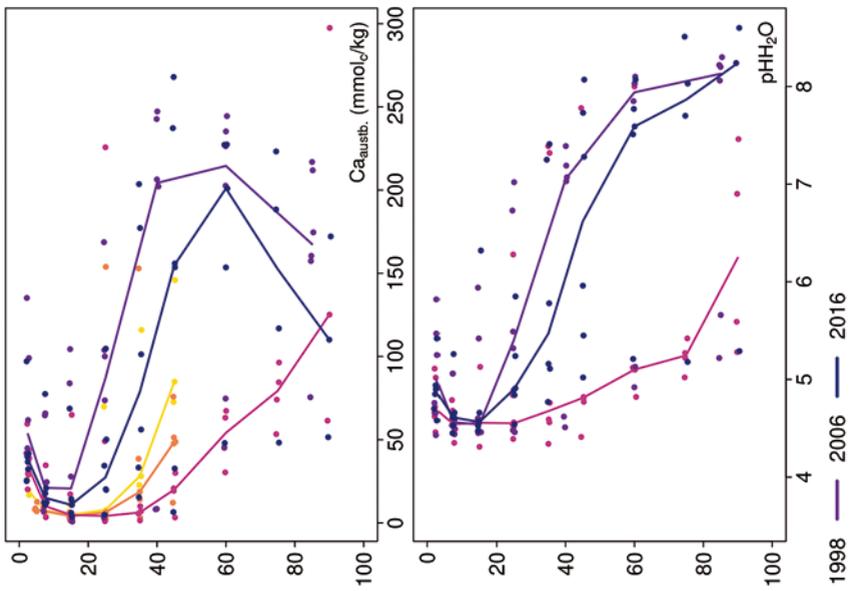
Säure-Base-Status und -Dynamik

Der nur oberflächlich versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 30 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung von unter 30 % bis in 20 cm Tiefe steigt in größerer Tiefe schnell auf bis zu 100 % an (Typ 2 – Kölling et al. 1996). Die Versauerung hat zwischen 1998 und 2006 leicht abgenommen und danach aber wieder etwas zugenommen. Dies zeigen die pH-Werte und die Basensättigung.

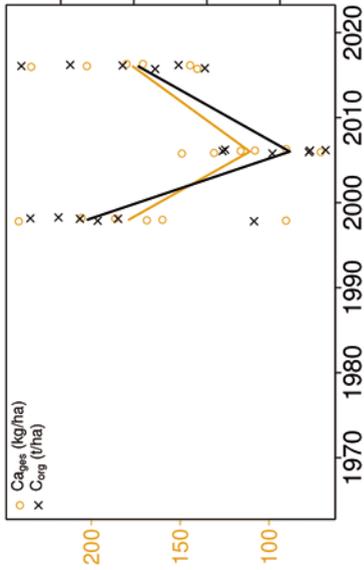
Harste Buche

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

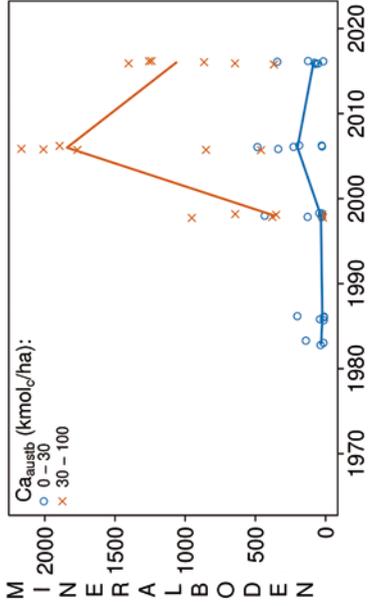
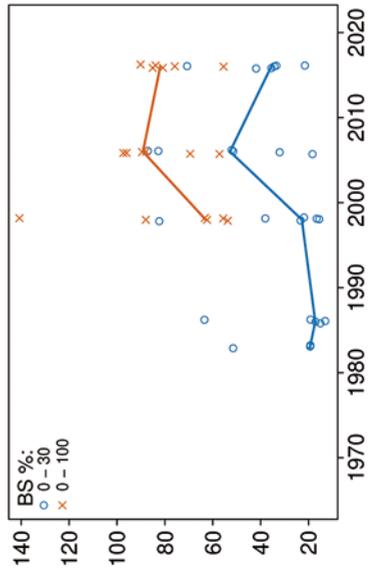
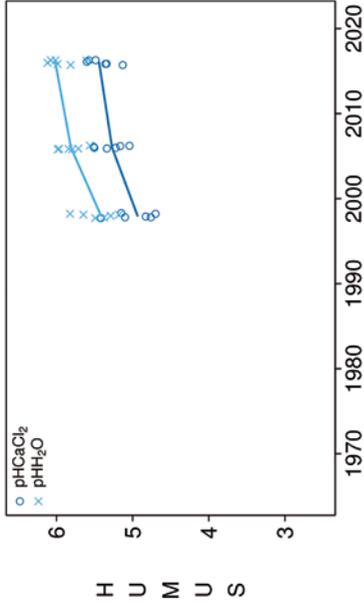




Vorrats- und pH-Änderungen



Harste Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2016)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	14,02	1,48	14,39	2,00	2,10	0,71	0,29	0,23	0,152	5,52	18,91	8,48	12,40	47,73	52,55
5	10	14,67	0,97	14,36	1,95	2,15	0,54	0,22	0,15	0,110	5,63	19,21	7,72	12,18	37,65	49,93
10	20	16,07	2,11	15,37	2,07	2,32	0,56	0,19	0,12	0,120	6,42	20,53	7,50	13,12	30,89	50,97
20	30	19,18	1,35	17,87	2,52	2,68	0,64	0,18	0,09	0,176	7,67	23,46	8,54	16,34	24,21	54,31
30	40	25,87	3,60	23,56	3,57	3,57	0,66	0,20	0,08	0,248	8,08	29,76	11,25	22,52	21,37	61,02
40	50	29,98	20,27	27,20	4,54	4,43	0,61	0,25	0,09	0,201	7,79	34,04	13,38	25,51	17,94	65,12
50	70	30,06	25,09	27,98	4,87	4,89	0,60	0,29	0,09	0,143	7,79	35,23	14,58	27,94	15,71	58,93
70	80	24,12	46,32	23,93	4,20	4,66	0,52	0,35	0,09	0,131	7,02	29,54	13,90	23,16	15,47	54,09
80	100	19,56	54,16	20,06	3,60	4,24	0,42	0,33	0,09	0,096	6,57	25,77	11,61	19,15	11,70	42,76

bis 25%-Quartil

25 %-Quartil - Med.

Med. - 75 %-Quartil

75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2016)

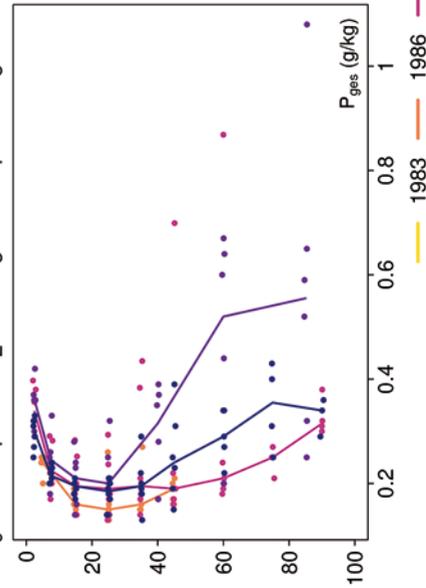
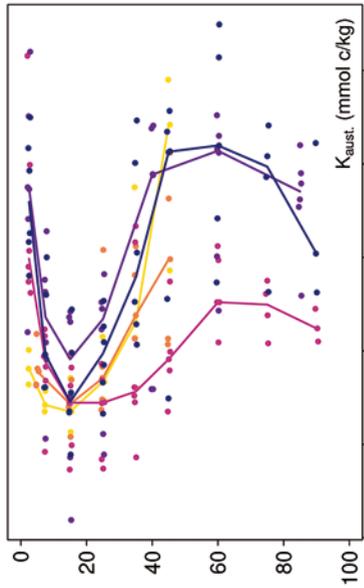
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	19	38	13	22	20	34	9	6	76	23	13	17	22	12	29
5	10	14	46	10	17	17	27	7	11	72	18	11	17	19	14	26
10	20	14	146	11	17	15	22	7	9	57	15	10	19	17	19	22
20	30	17	50	14	18	16	16	13	11	44	6	13	23	20	17	20
30	40	25	83	21	24	22	19	24	19	60	6	18	26	29	13	25
40	50	19	114	15	17	15	20	31	36	22	9	13	15	19	7	24
50	70	24	83	20	20	15	21	15	27	26	14	19	21	26	17	22
70	80	23	76	23	17	17	31	21	24	47	15	18	25	27	37	25
80	100	15	69	12	11	16	9	9	32	37	15	13	15	20	18	17

0-20 %

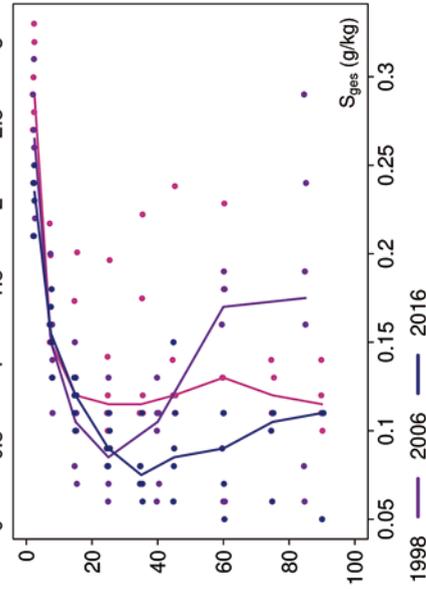
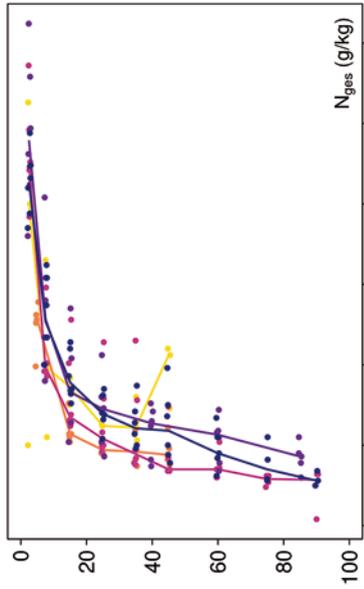
20-50 %

>50 %

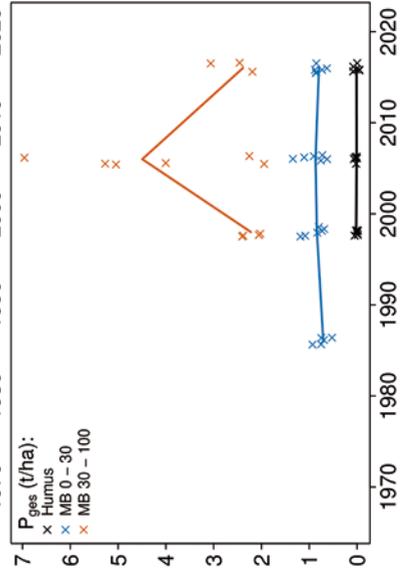
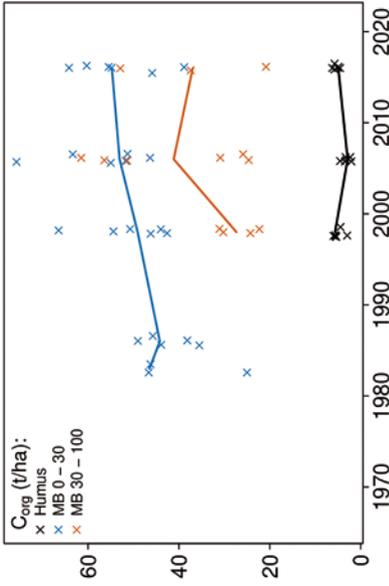
Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



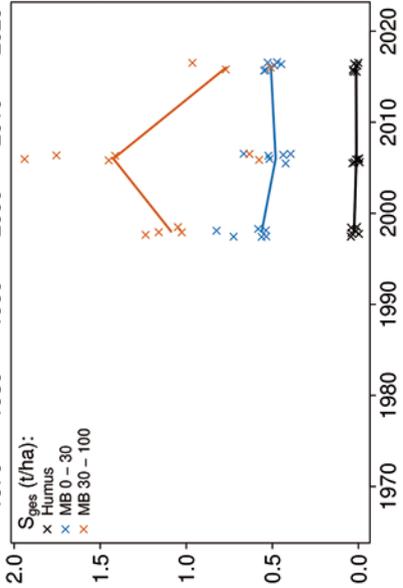
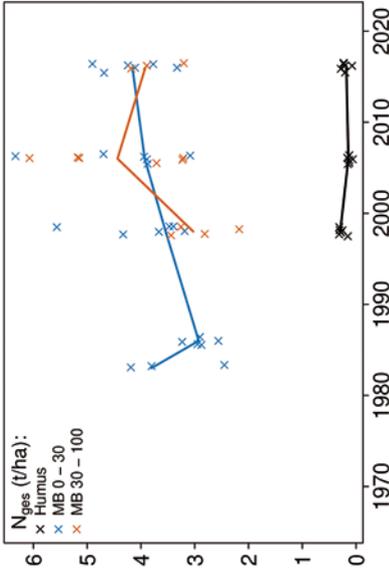
Harste Buche



Vorratsänderungen (t/ha)



Harste Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Parabraunerde, die sich aus Lößlehm gebildet hat. Dieser im Oberboden skelettarme und in größerer Tiefe skelettreichere Boden weist hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte überschreiten zudem in 0-10 cm den halben Vorsorgewert der BBodSchV.

Für Chrom (Cr) und Nickel (Ni) wird der halbe Vorsorgewert in 40-70 cm Tiefe überschritten.

Im Mineralboden liegen die Gehalte aller Schwermetalle über den Hintergrundwerten für Waldböden (Bommaré et al. 2021). In der sehr gering mächtigen Humusauflage (F-Mull) werden sie nicht überschritten.

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht verletzt.

Die Pb-Gehalte liegen bis in 30 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen und sinken mit zunehmender Tiefe auf Werte, die zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil liegen, ab. Für Kobalt (Co), Cr, Cu, Ni und Zink (Zn) liegen sie bis in 30 cm Tiefe zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil und in größerer Tiefe im oberen Quartil, während sie für Cadmium (Cd) im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe sehr hoch sind (oberes Quartil).

In der Humusauflage liegen die Gehalte von Cd, Co, Ni und Zn 2016 über dem Medianwert, während die Gehalte aller anderen Schwermetalle vergleichsweise niedrig sind.

Zwischen 1998 und 2008 haben Vorräte aller Schwermetalle in der Humusauflage stark abgenommen, während sie sich bis 2016 nur noch wenig verändert haben. Für den Mineralboden kann keine Aussage gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

Der Oberboden ist in geringem Maße durch anthropogen eingetragenes Pb kontaminiert, was die höheren Gehalte bis in 20 cm Tiefe, die Überschreitung des Vorsorge- und des Hintergrundwerts und der I_{geo} -Wert zeigen. Im ersten Zeitraum (1998-2008) ist in der Humusauflage ein abnehmender Trend der Schwermetall-Vorräte zu sehen, der in der zweiten Periode (2008-2016) nicht mehr zu erkennen ist.

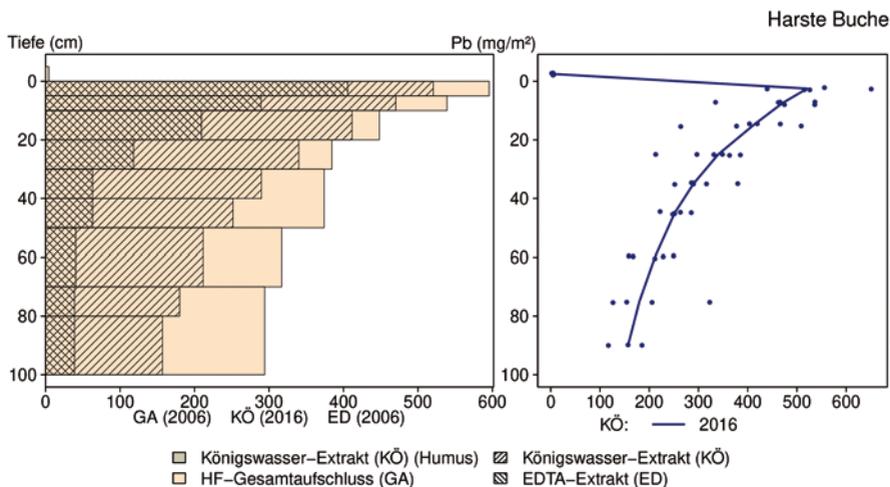
Bewertung Schwermetalle (2016)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,15	5,52	18,91	8,48	12,40	47,73	52,55
5	10	0,11	5,63	19,21	7,72	12,18	37,65	49,93
10	20	0,12	6,42	20,53	7,50	13,12	30,89	50,97
20	30	0,18	7,67	23,46	8,54	16,34	24,21	54,31
30	40	0,25	8,08	29,76	11,25	22,52	21,37	61,02
40	50	0,20	7,79	34,04	13,38	25,51	17,94	65,12
50	70	0,14	7,79	35,23	14,58	27,94	15,71	58,93
70	80	0,13	7,02	29,54	13,90	23,16	15,47	54,09
80	100	0,10	6,57	25,77	11,61	19,15	11,70	42,76
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

> Vorsorgewert

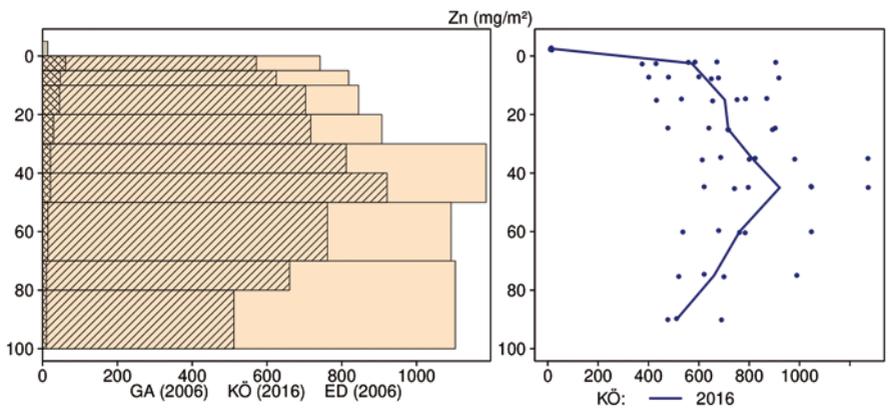
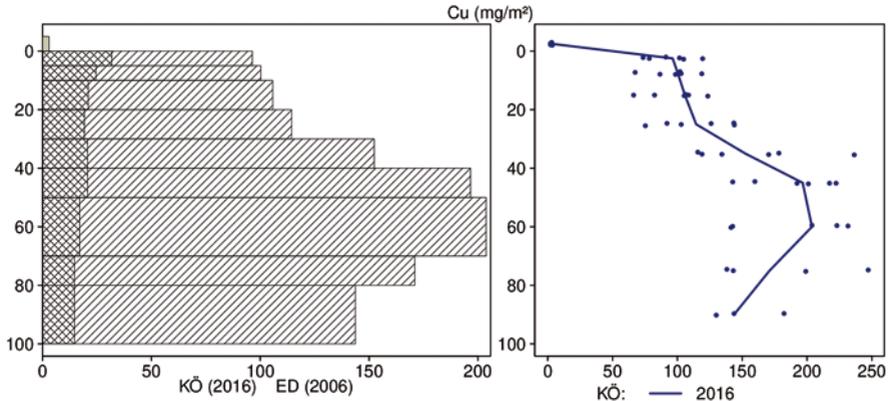
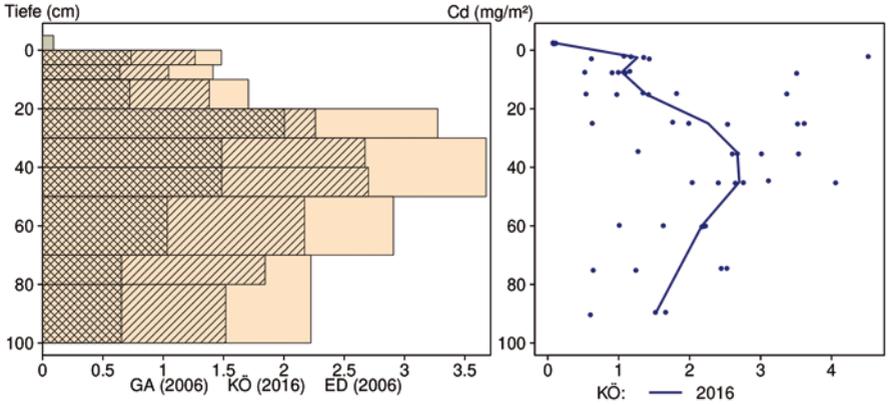
> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte



HABU

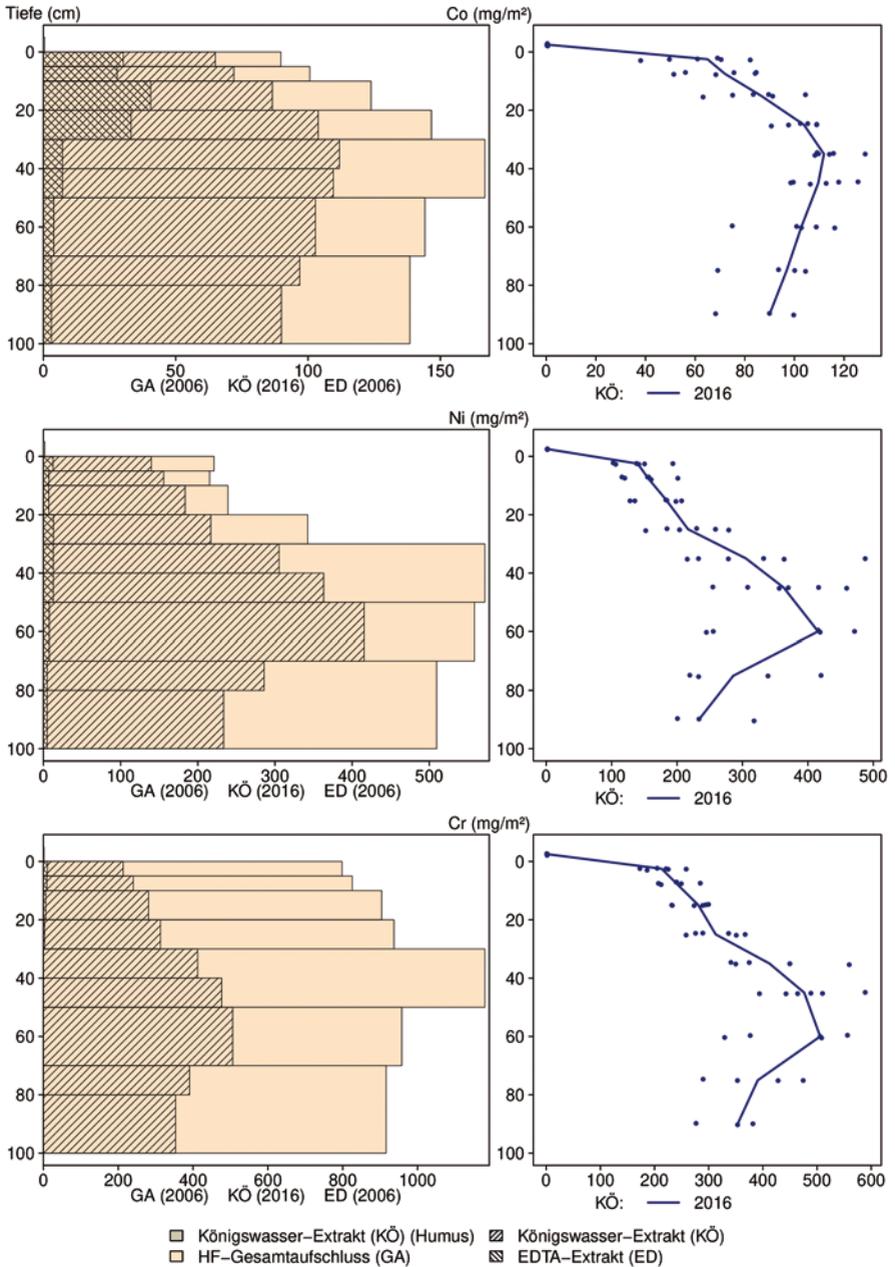
Harste Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

HABU

Harste Buche



12.43 Homberg Buche (HOMBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Neukirchen 1135a1		Hessen		
Wuchsgebiet	UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition		
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland	524000			
Wuchsbezirk	UTM N	374/7/O		
Knüllgebirge	5642000			
Klima				
Klimafeuchtestufe	Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	685	720	325	348
1991-2020	mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]	
schwach subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,6	8,6	14,1	15,1
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 607 (Level II wurde 2011 stillgelegt)				
Bodenuntersuchungen				
chemische und physikalische Bodenuntersuchung 1995				
sonstige Untersuchungen Boden				
-				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanalyse, Meteorologie				
Boden				
Ausgangssubstrat	Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett	
mittlerer Basalt	Böden aus basisch-intermediärem Festgestein		<35 %, mäßig skeletthaltig	
Humusform (n. KA5)	Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)	
F-Mull (MUO)	Braunerde		Eutric Gleysols	
Standortstyp Bundesland	Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)	
4.3.2.10	betont frisch, eutroph		120	
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)	Kalkung (Menge/Jahr)			
2	1987: 3t/ha, 60 % CaCO ₃ , 40 % MgCO ₃ , Korngrößen: 98,5 % < 3mm, 76 % < 1mm			
Bestand				
Hauptbaumart	Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation	
Rotbuche	Fichte		Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwald	
Bestandesalter (2021)	Zuwachs (2000-2020) [m ³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung	
155	11,7/0,3		starke Hochdurchforstung	
sonstiges: -				

Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-2 - -1	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-1 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,2
Ah	0 - 6	5	Ut2	h4	Ld1	c0	15,4
Bv	6 - 15	5	Ut2	h3	Ld2	c0	21,4
IIBvCv	15 - 25	60	Ut2	h1	Ld3	c0	8,8
IIISw	25 - 71	10	Ut4	h1	Ld3	c0	74,5
Sd	71 - 100	10	k.A.	k.A.	Ld4	c0	k.A.
Σ bis 71 cm nur Mineralboden							120,1
Σ bis 71 cm incl. Humusauflage							124,1

1996



Bodenphysikalische Kenngrößen

keine Werte vorhanden

HOMBU

Bodenanalytik 1995

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L/Of	-	-	167	24,3	22,2	5,0	0,20	25,1	13,9	-	5,54	5,09
0 - 5	73,6	56,0	664	86,1	30,2	36,1	2,15	16,8	221	-	4,50	3,90
5 - 10	35,7	45,0	238	41,2	16,9	17,2	1,01	17,1	169	-	4,35	3,72
10 - 20	41,0	76,1	404	100	36,2	16,4	1,24	13,2	415	-	4,55	3,91
20 - 40	72,2	129	1130	432	68,6	14,1	1,33	10,7	462	-	4,78	4,11
40 - 80	95,6	571	5553	3114	405	18,0	2,63	6,8	1826	-	5,35	4,75
Σ L-80cm		877	8156	3798	579	107	8,6		3108			

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen und Fichten stockt auf einem mittelgründigen tonigen Schluffboden, der mäßig skeletthaltig ist. Der Boden ist mäßig homogen. Dies zeigen die Streuungen der Messwerte, die vor allem im Unterboden recht hoch sind.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 1995 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mittlerem bis engem C/N-Verhältnis bis in 40 cm Tiefe und sehr engem bis engem Verhältnis in größerer Tiefe.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte waren 1995 sehr hoch, die Kalium (K)-Versorgung mit einem mäßig hohem Vorrat schlechter.

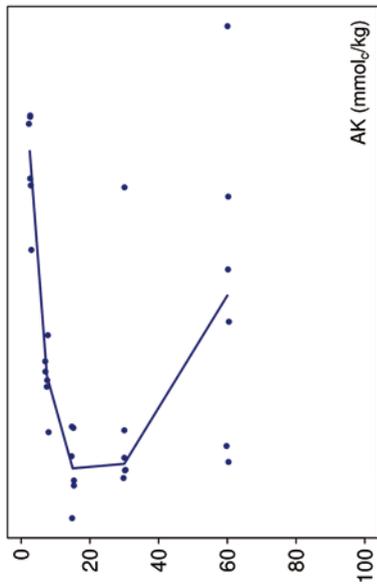
Mit 3108 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 1995 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen.

Für Schwefel (S) gibt es keine Messwerte.

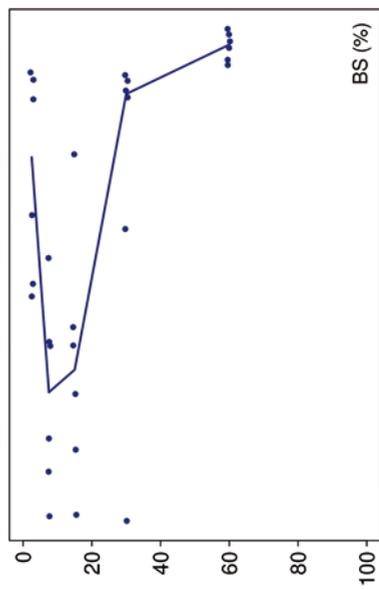
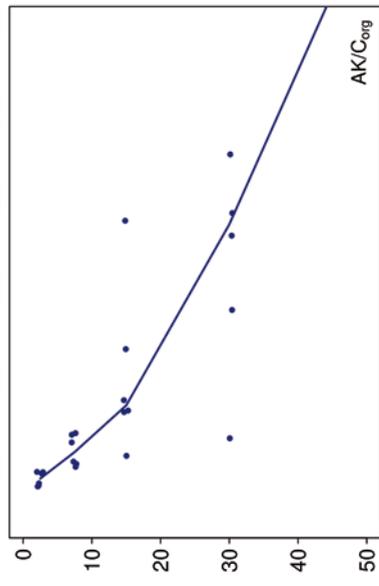
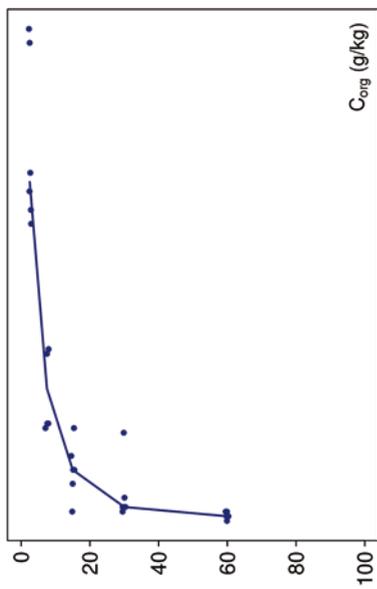
Säure-Base-Status und -Dynamik

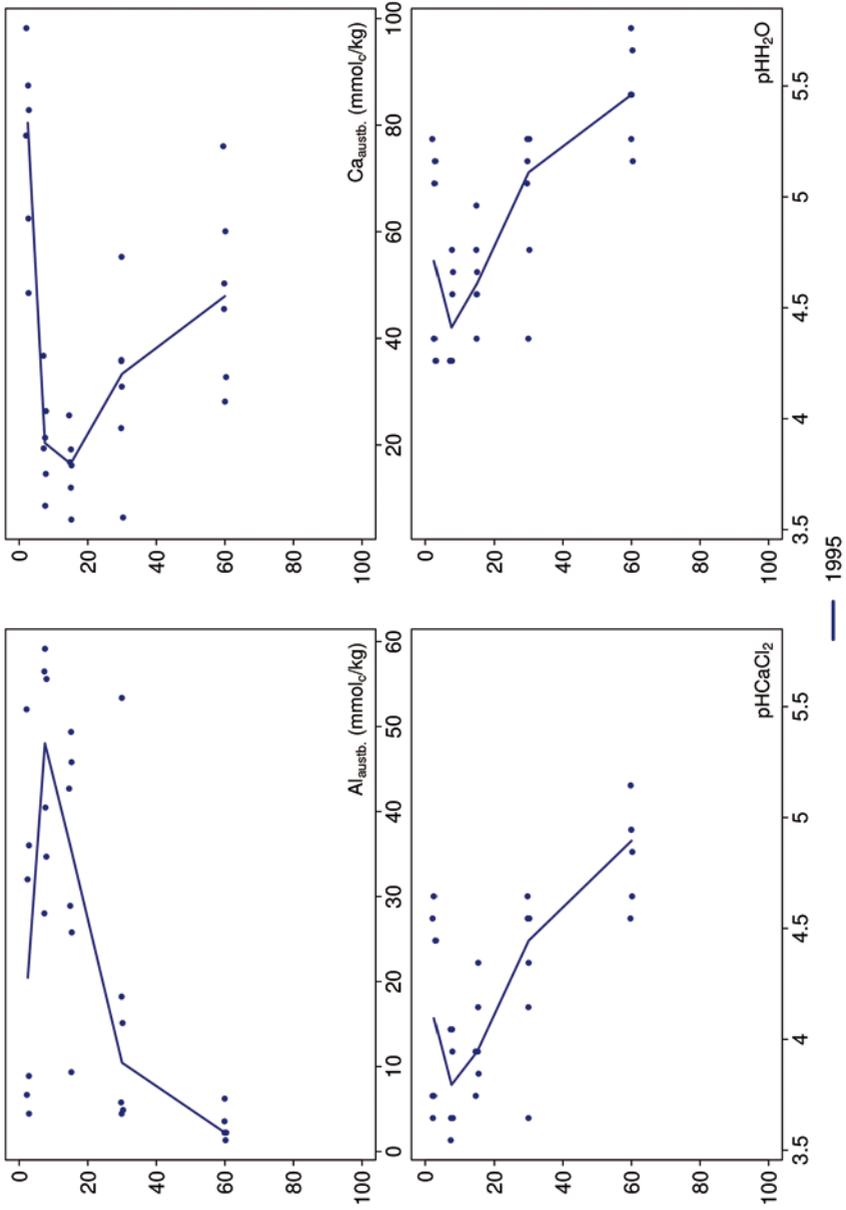
Der nur oberflächlich versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 40 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung von unter 40 % bis in 20 cm Tiefe steigt in größerer Tiefe schnell auf bis zu 100 % an (Typ 2 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

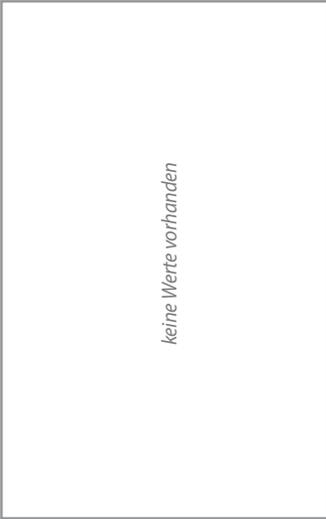


Homburg Buche

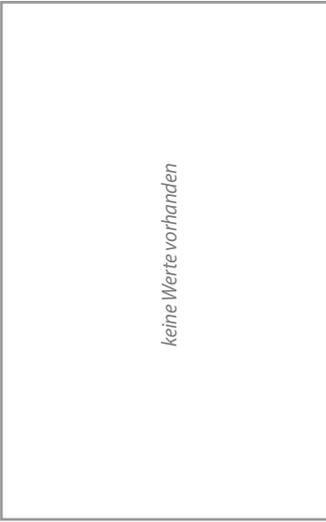




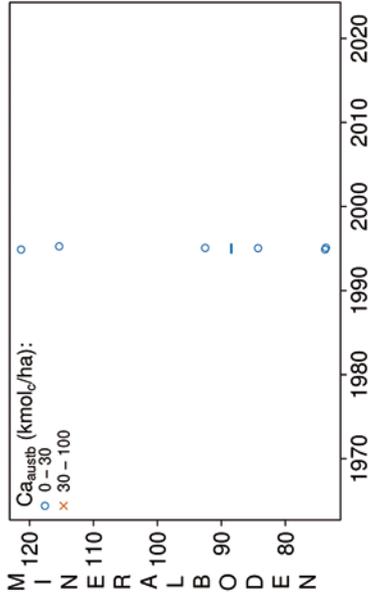
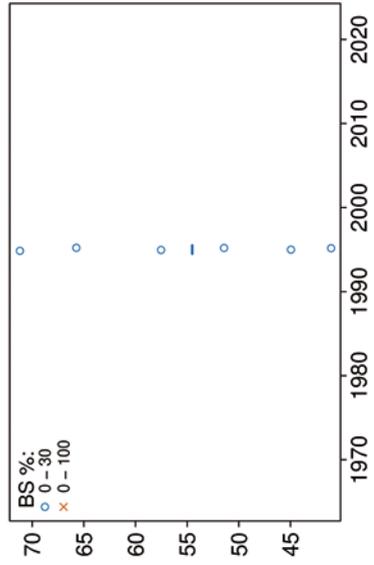
Vorrats- und pH-Änderungen



Homberg Buche



H U M U S



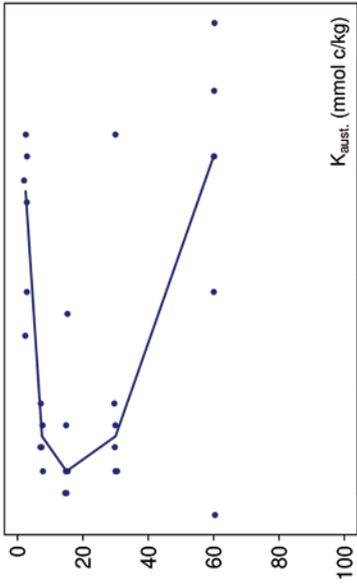
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe

keine Werte vorhanden

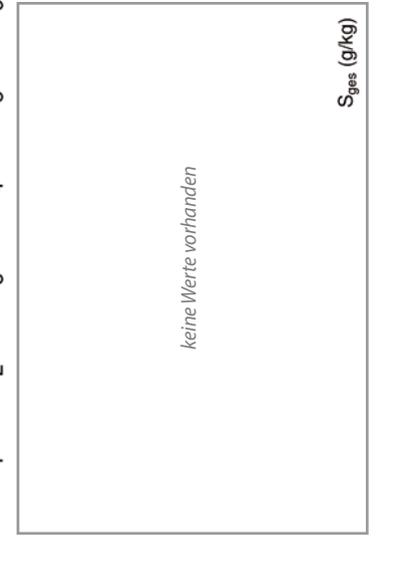
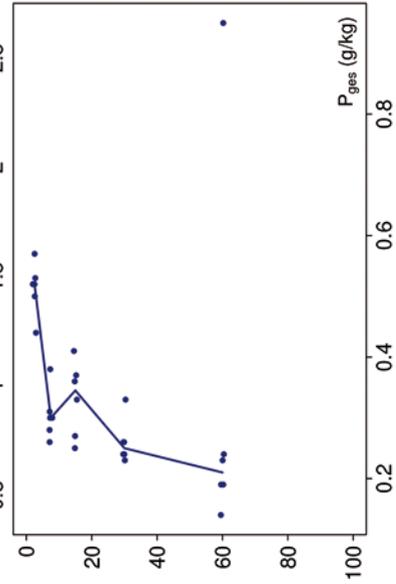
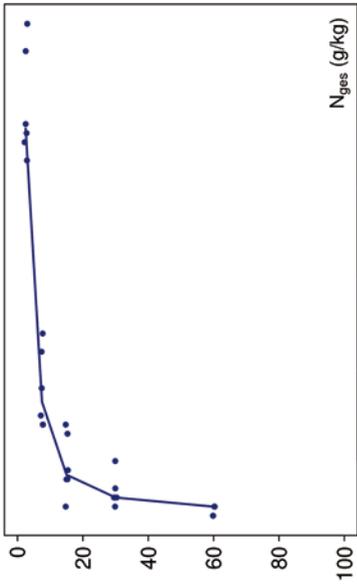
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe

keine Werte vorhanden

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

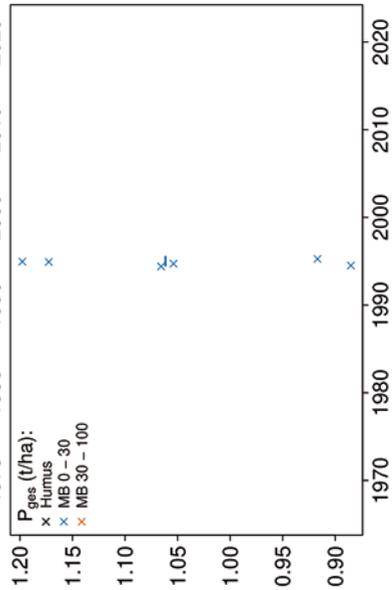
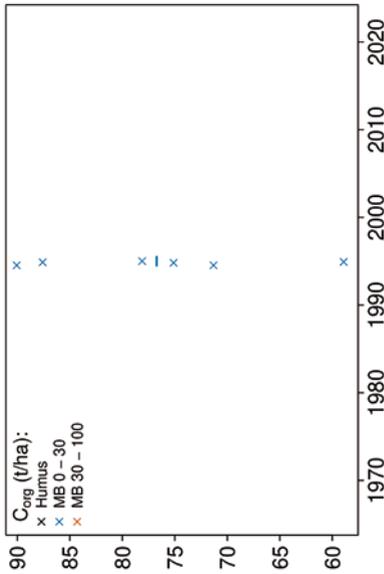


Homberg Buche

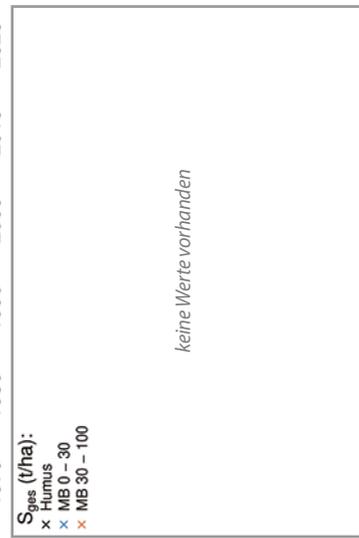
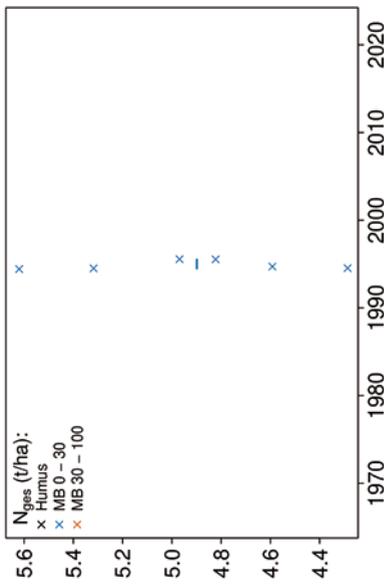


— 1995

Vorratsänderungen (t/ha)



Homberg Buche



Schwermetalle

Bewertung Schwermetalle (2018)

keine Werte vorhanden

Schwermetallvorräte

keine Werte vorhanden

keine Werte vorhanden

keine Werte vorhanden

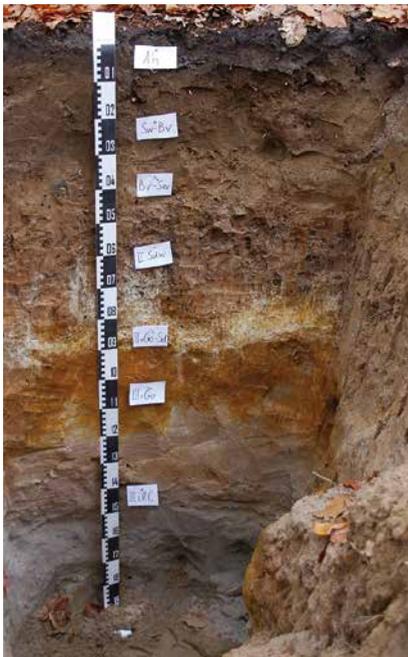
12.44 Hess. Ried Eiche (HRIE)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Lampertheim 64		Hessen		
<i>Wuchsgebiet</i>		UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>	
Oberrhein. Tiefland und Rhein-Main-Ebene		465500		
<i>Wuchsbezirk</i>		UTM N	91/0/-	
Hessische Rheinebene		5505700		
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subkontinental	694	642	354	316
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
mäßig subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	10,2	11,2	16,9	18
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 611				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische Bodeninventuren 1999 und 2008, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
–				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Meteorologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanlyse, LAI				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
pleistozäne und holozäne fluviale Ablagerungen von Fein- und Mittelsand	Semiterrestrische Böden breiter Flusstäler		skelettfrei	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
feinhumusreicher Moder (MOR)	Pseudogley-Braunerde		Luvic Pantofluvic Stagnic Endoeutric Endocalcic Planosol (Arenic, Endoloamic)	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
1.2.13.10	ziemlich frisch, eutroph		113	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
2	–			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Eiche	Rotbuche		Waldmeister-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
116	2,9/1,5		starke Hochdurchforstung	
sonstiges: Fläche wegen Eichenprozessionsspinnerbefall vorübergehend stillgelegt				

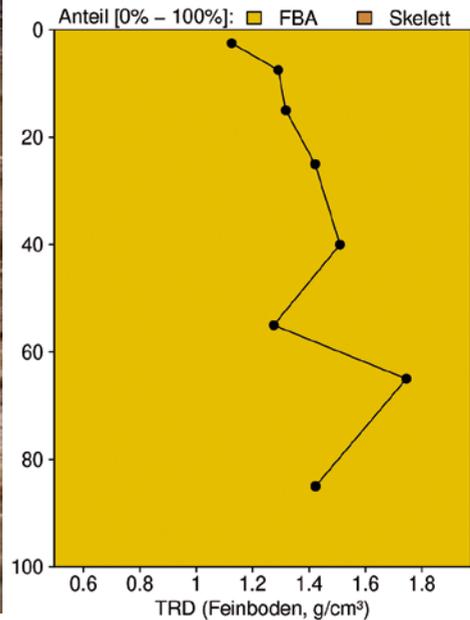
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humusgehalt	Lagerungsdichte	Carbonatgehalt	nFK mm/ Horizont
L	-3.8 - -2.2	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,9
Of	-2.2 - -0.9	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,9
Oh	-0.9 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,3
Ah	0 - 10	0	fSms	h3	Ld2	c0	15,0
Sw-Bv	10 - 37	0	fSms	h1	Ld2	c0	35,1
Bv-Sw	37 - 48	0	fSms	h1	Ld3	c0	15,4
IIbV-Swd	48 - 69	0	St3	h0	Ld4	c1	18,9
IIGo-Scd	69 - 99	0	St2	h0	Ld5	c3	27,0
IIIrGcro	99 - 125	0	mS	h0	Ld3	c2	28,6
IIIGro-Cv	125 - 200	0	mS	h0	Ld2	c1	75,0
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							112,5
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							120,6

Beisecker 22.9.2008



Bodenphysikalische Kenngrößen



HRIE

Bodenanalytik 2008

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	34,4	3,1	4,4	1,4	0,05	28,2	2,6	4,2	4,94	4,35
Of	-	-	105	20,4	26,3	7,7	0,36	21,3	18,5	36,2	4,26	3,59
Oh	-	-	59,8	13,4	18,2	5,1	0,27	19,3	13,2	26,7	4,02	3,33
0 - 5	31,4	44,1	227	21,6	26,2	25,5	1,35	18,8	103	157	3,73	3,25
5 - 10	20,6	40,5	139	13,9	19,1	19,2	1,02	18,8	85,7	106	3,68	3,31
10 - 20	12,6	64,1	114	13,2	28,1	18,8	0,98	19,3	127	116	3,80	3,51
20 - 30	17,4	52,8	141	12,6	26,8	11,9	0,66	18,0	109	78,6	4,03	3,74
30 - 50	48,5	143	1681	72,7	80,7	10,5	0,74	14,3	215	99,1	4,47	4,08
50 - 60	96,0	141	2477	131	78,3	4,9	0,35	13,8	130	65,0	5,92	5,11
60 - 70	95,8	149	2557	149	89,8	5,3	0,37	14,4	208	89,9	5,84	5,14
70 - 100	98,3	251	4378	244	166	10,1	0,48	20,8	682	213	7,56	7,01
100 - 150	99,5	319	5576	321	289	13,7	0,24	56,5	1340	214	7,40	7,01
150 - 200	100	137	2356	140	161	9,6	0,10	96,4	1055	161	8,06	7,55
Σ L-100cm		886	11914	695	564	120	6,6		1693	992		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortsaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Eichen und Rotbuchen stockt auf einem sehr tiefgründigen, skelettfreien Sandboden. Der Oberboden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit Variationskoeffizienten unter 30 % moderat sind. Da es im Unterboden durch den stark schwankenden Grundwasserspiegel in der Vergangenheit zu Kalkausfällungen gekommen ist, streuen die Elementgehalte, vor allem Calcium (Ca), hier sehr stark. Das Profilfoto zeigt diese Kalkablagerungen, so genanntes Rheinweiß, als hellere Bereiche.

Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der ersten Inventur wird auf die Veränderungen der Bodenvorräte an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Entsprechendes gilt auch für die bodenchemischen Indikatorvariablen.

Nährelementstatus

Die Stickstoff (N)- und Kohlenstoff (C)-Vorräte lagen 2008 im mittleren Bereich bei mäßig weitem bis mittlerem C/N-Verhältnis im Oberboden und mäßig engem Verhältnis im Unterboden.

Der Ca-Vorrat ist mit 11914 kg/ha im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe sehr hoch, was auf den hohen Vorrat im Unterboden zurückzuführen ist. Die Vorräte an Magnesium (Mg) und Kalium (K) sind als mäßig hoch und mäßig anzusprechen.

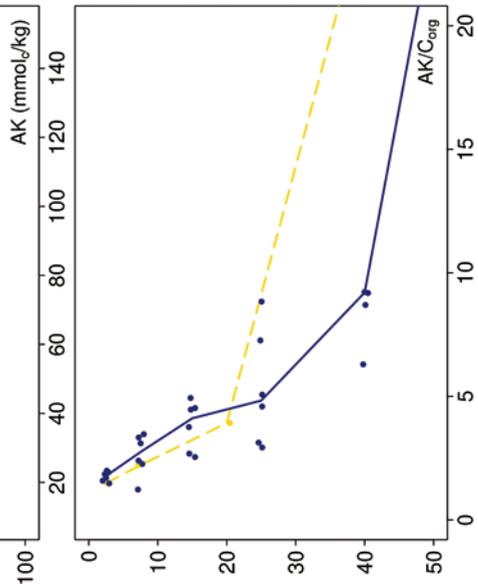
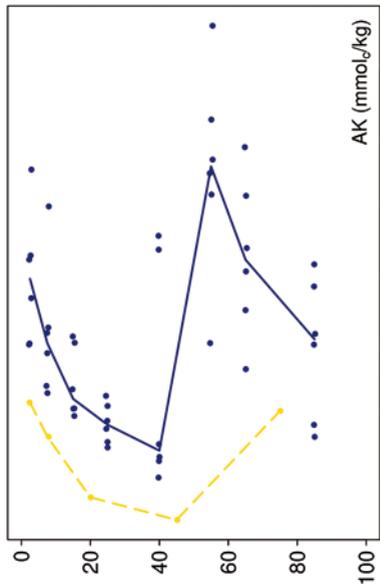
Mit einem Vorrat von 1693 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2008 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe zwischen dem Median und dem 75 %-Quartil der Vorräte aller Flächen.

Mit 992 kg/ha lag der S-Vorrat 2008 zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median.

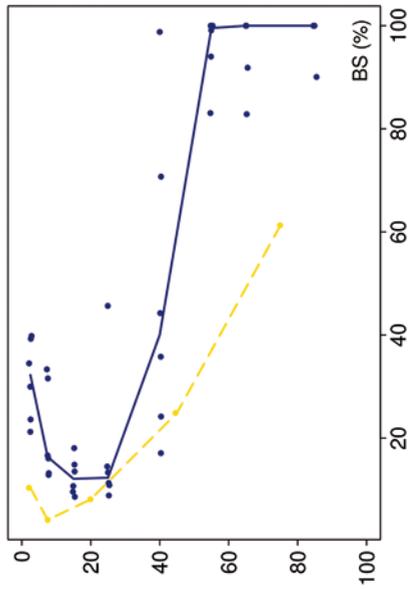
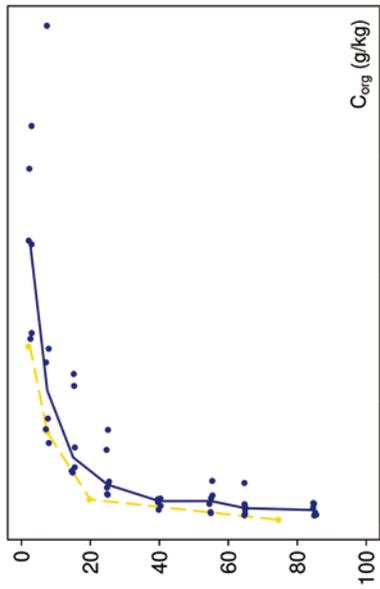
Säure-Base-Status und -Dynamik

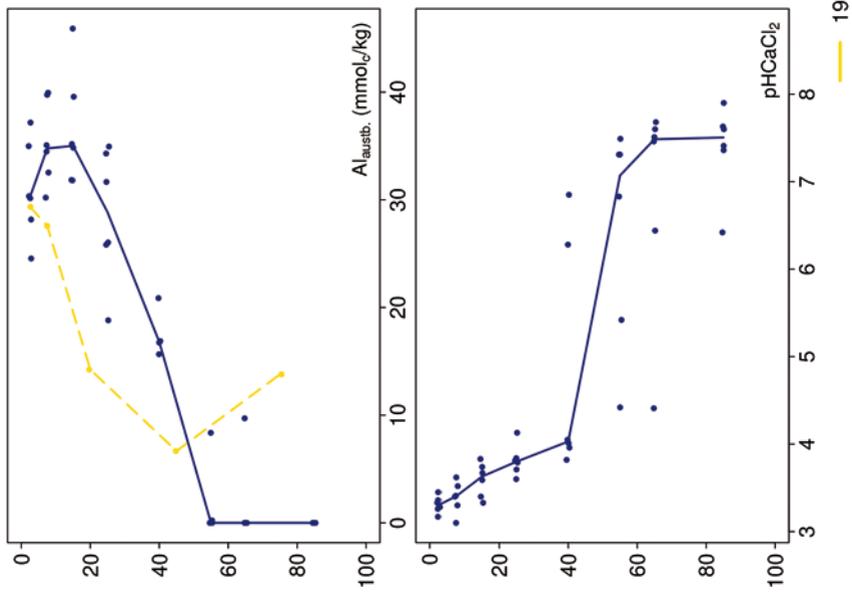
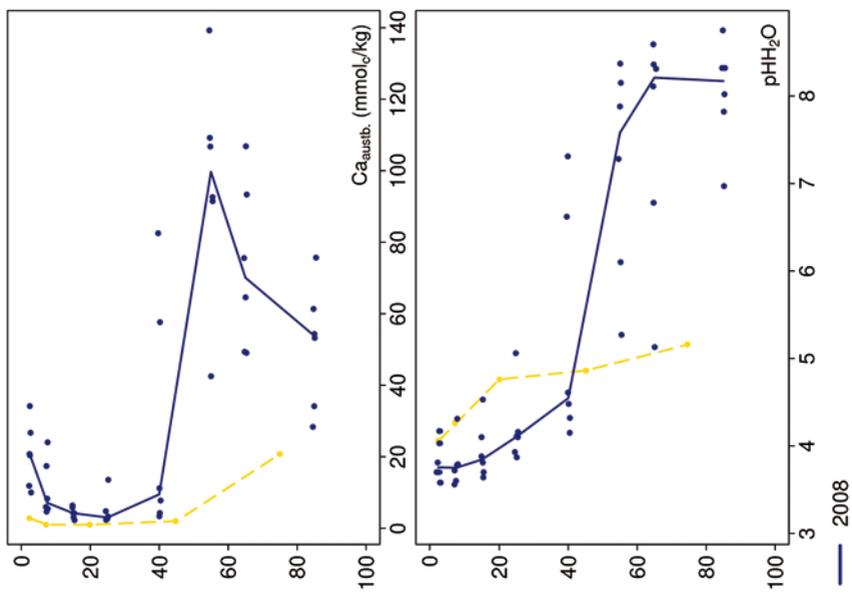
Der nur oberflächlich versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 10 cm Tiefe dem Eisen-Aluminium-Pufferbereich, bis in 30 cm Tiefe dem Aluminium-Pufferbereich, bis in 50 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, bis in 70 cm Tiefe dem Silikat-Pufferbereich und in größerer Tiefe dem Carbonat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung von unter 20 % bis in 30 cm Tiefe steigt in größerer Tiefe schnell auf bis zu 100 % an (Typ 2 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)



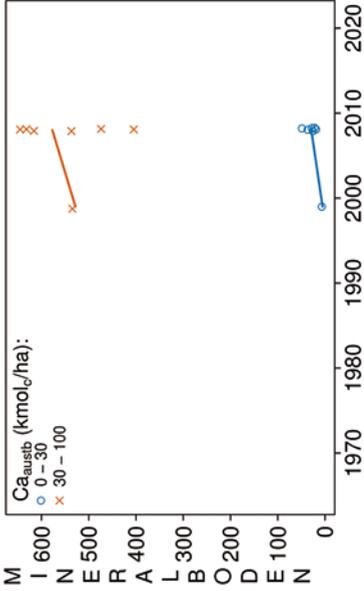
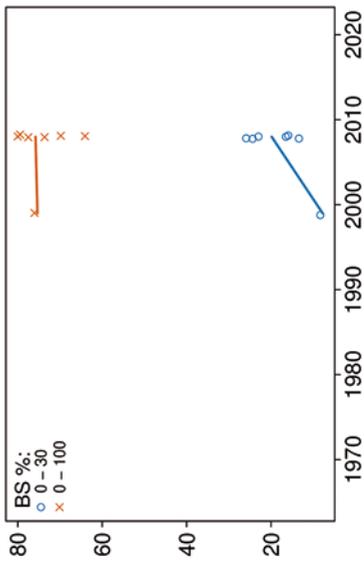
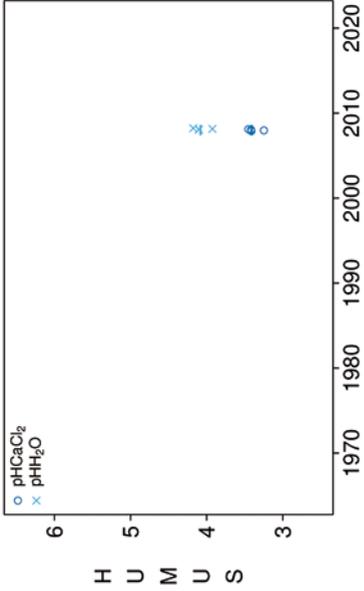
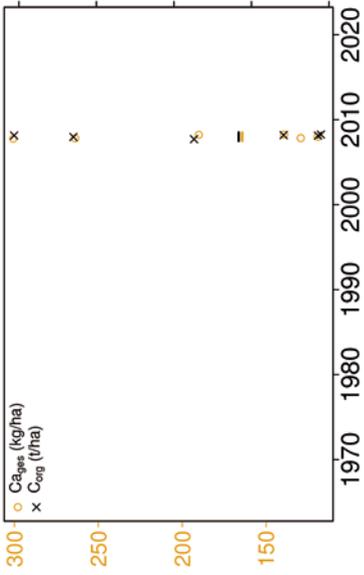
Hess. Ried Eiche





Vorrats- und pH-Änderungen

Hess. Ried Eiche



Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2008)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	4,79	0,87	4,17	0,50	0,51	0,06	0,19	0,28	0,058	1,10	8,72	4,41	4,08	22,86	13,38
5	10	5,39	0,74	4,33	0,50	0,58	0,05	0,13	0,17	0,049	1,06	8,58	2,73	3,61	16,55	11,31
10	20	5,86	0,67	4,42	0,50	0,64	0,04	0,10	0,09	0,048	1,11	8,48	1,70	3,39	10,43	10,06
20	30	6,46	0,76	4,88	0,61	0,76	0,06	0,08	0,06	0,054	1,39	9,30	1,47	3,98	7,29	10,13
30	50	8,36	2,15	6,39	1,10	1,15	0,13	0,07	0,03	0,050	2,01	12,11	2,07	6,30	6,22	12,65
50	60	16,90	27,48	11,23	2,86	2,77	0,36	0,10	0,05	0,044	3,09	20,32	4,51	12,23	6,31	18,57
60	70	13,08	33,70	9,41	2,32	2,61	0,33	0,12	0,05	0,037	2,54	17,61	3,96	10,50	5,10	15,60
70	100	9,07	27,48	9,35	1,65	2,02	0,26	0,16	0,05	0,028	2,28	13,72	3,31	8,73	3,90	12,46
100	150	7,52	20,04	8,56	1,47	1,84	0,18	0,19	0,03	0,029	2,29	12,62	3,46	8,51	3,75	13,57
150	200	4,22	30,62	4,91	0,91	2,01	0,10	0,15	0,02	0,033	1,65	9,40	2,90	6,67	2,91	11,27

□ bis 25%-Quartil

■ 25%-Quartil - Med.

■ Med. - 75%-Quartil

■ 75%-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2008)

von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	20	14	20	23	23	35	21	32	33	20	16	12	16	8	15
5	10	18	13	20	22	24	34	29	56	41	24	13	37	20	28	19
10	20	14	10	19	25	21	41	16	30	25	23	14	20	20	19	15
20	30	23	8	25	43	29	66	17	25	15	34	21	23	28	12	24
30	50	45	106	28	61	43	78	12	15	24	31	31	49	42	13	34
50	60	12	132	15	13	21	31	12	60	33	19	13	17	13	10	9
60	70	29	113	24	31	20	45	19	78	38	29	29	35	26	23	22
70	100	37	82	38	34	24	52	36	66	28	24	25	28	24	25	21
100	150	33	55	20	19	13	56	16	29	17	16	18	24	18	16	16
150	200	17	42	10	15	30	28	14	21	21	9	8	28	11	11	11

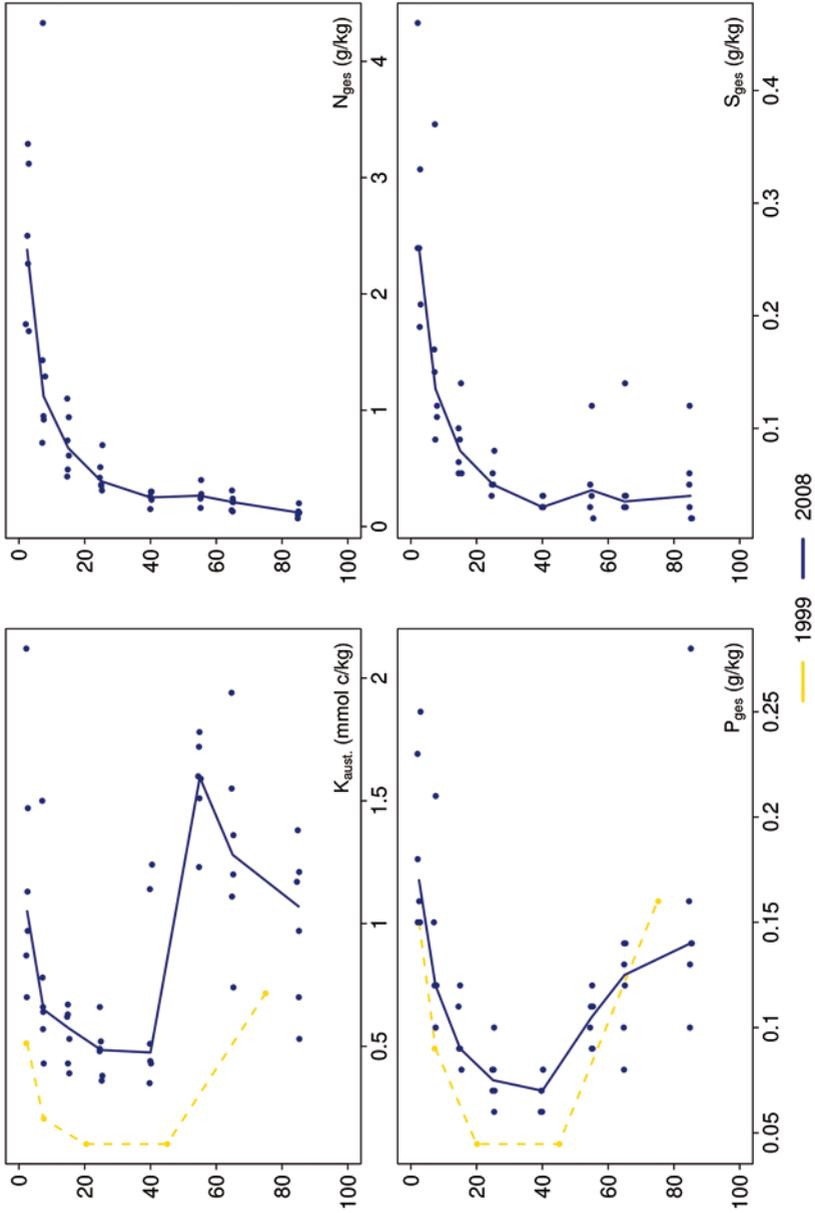
□ 0-20 %

■ 20-50 %

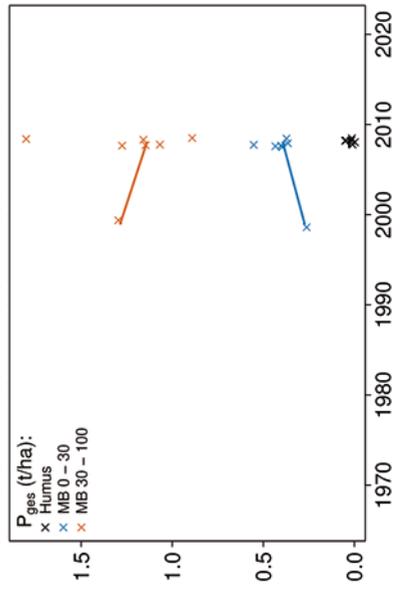
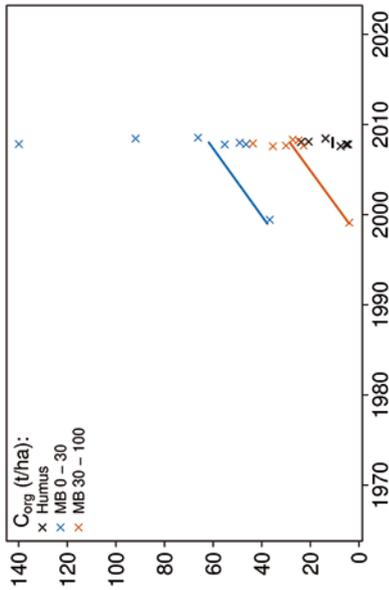
■ >50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

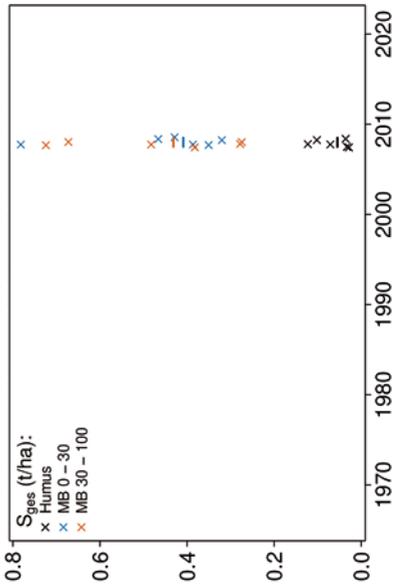
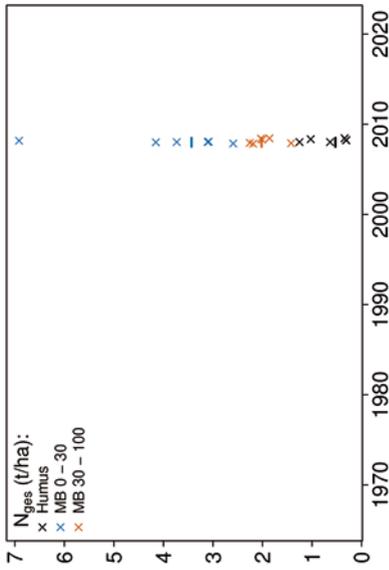
Hess. Ried Eiche



Vorratsänderungen (t/ha)



Hess. Ried Eiche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Pseudogley-Braunerde, die sich aus Ablagerungen von Mittel- und Feinsand gebildet hat. Dieser skelettfreie Sandboden weist niedrige Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt für Blei (Pb) eine leichte und für Cadmium (Cd) eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden nicht überschritten.

Im Unterboden liegen die Chrom (Cr)- und Nickel (Ni)-Gehalte teilweise über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV.

Die Gehalte der Humusauflage sind nur für Pb höher als die Hintergrundwerte von Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden werden sie nicht überschritten.

In 0-10 cm Tiefe sind die Pb-Gehalte, die über dem Median der Gehalte aller Flächen liegen, hoch und nehmen mit zunehmender Tiefe auf sehr niedrige Werte ab. Für Cadmium (Cd) ist der Verlauf auf niedrigerem Niveau ähnlich wie bei Pb. Die Kupfer (Cu)-Gehalte sind bis in 5 cm Tiefe ebenfalls hoch, nehmen bis in 50 cm Tiefe stark ab und danach wieder zu. Die Kobalt (Co)-, Cr-, Ni- und Zink (Zn)-Gehalte sind bis in 50 cm Tiefe gering und nehmen danach auf Werte, die größtenteils über dem Median liegen, kontinuierlich zu.

In der Humusauflage sind die Gehalte von Co, Cr und Ni höher als der Median, für alle anderen Schwermetalle sind sie niedriger.

Über eine Veränderung der Schwermetall-Vorräte kann keine Aussage gemacht werden, da es nur für eine Inventur Messwerte gibt.

Die Humusauflage ist durch Pb, Co, Cr und Ni in geringem Maße kontaminiert. Dass die Belastung der Humusauflage mit Co, Cr und Ni, die überwiegend geogenen Ursprungs sind, deutlich höher als in der Humusauflage der benachbarten Buchen (HRIBU)- und Kiefernfläche (HRIKI) ist, lässt sich mit den vorhandenen Daten nicht erklären. Für Pb, Cd und Cu deutet sich eine Verlagerung von der Humusauflage in den Mineralboden an, was die höheren Werte im Oberboden zeigen. Insgesamt sind die Schwermetallgehalte dieser Fläche im Mineralboden ähnlich wie im Boden der benachbarten Flächen. Auffällig ist die vergleichsweise hohe Variabilität der Schwermetall-Gehalte im Boden dieser Fläche, die insbesondere in tieferen Schichten zu sehen ist. Die Ursache hierfür könnte der stark schwankende Grundwasserspiegel in der Vergangenheit sein, in dessen Folge es neben deutlich sichtbaren Kalkausfällungen auch zu einer hohen Streuung der Elementgehalte gekommen ist.

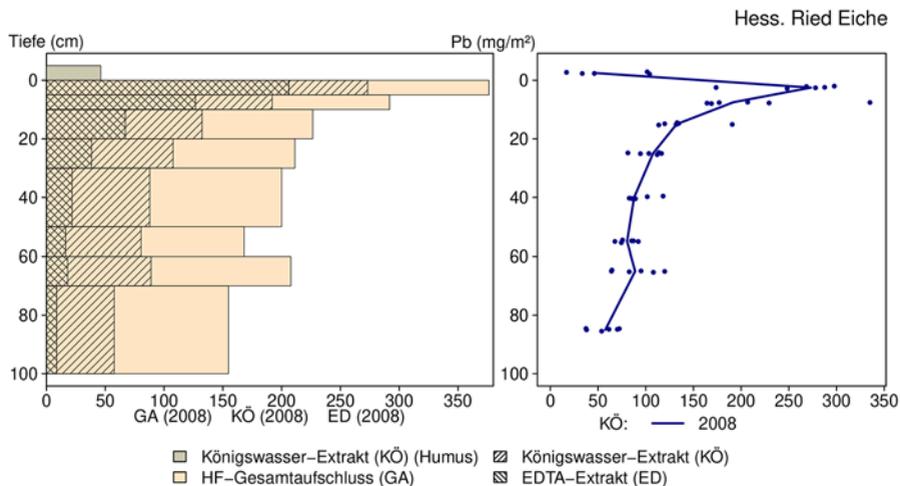
Bewertung Schwermetalle (2008)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,06	1,10	8,72	4,41	4,08	22,86	13,38
5	10	0,05	1,06	8,58	2,73	3,61	16,55	11,31
10	20	0,05	1,11	8,48	1,70	3,39	10,43	10,06
20	30	0,05	1,39	9,30	1,47	3,98	7,29	10,13
30	50	0,05	2,01	12,11	2,07	6,30	6,22	12,65
50	60	0,04	3,09	20,32	4,51	12,23	6,31	18,57
60	70	0,04	2,54	17,61	3,96	10,50	5,10	15,60
70	100	0,03	2,28	13,72	3,31	8,73	3,90	12,46
100	150	0,03	2,29	12,62	3,46	8,51	3,75	13,57
150	200	0,03	1,65	9,40	2,90	6,67	2,91	11,27
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Sand)		0,4	-	30	20	15	40	60

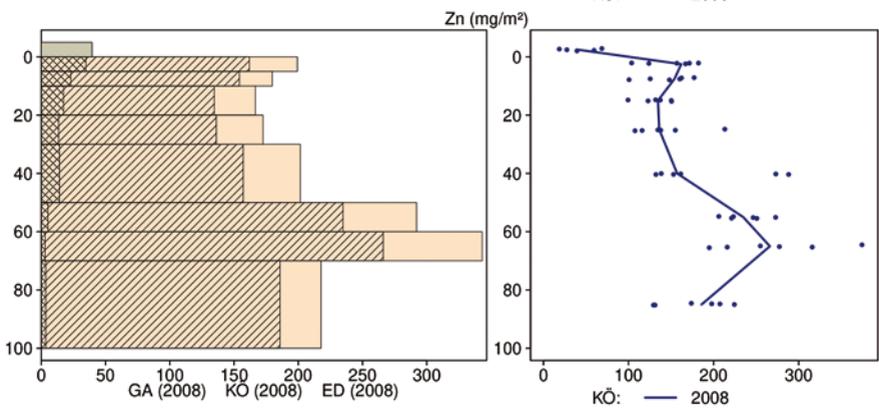
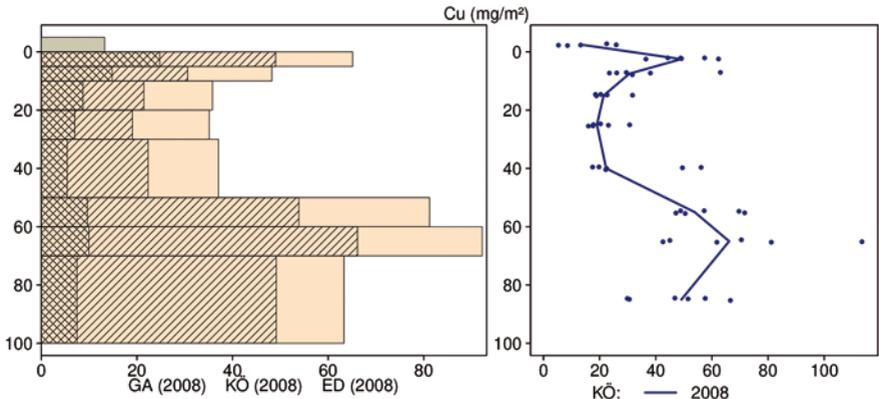
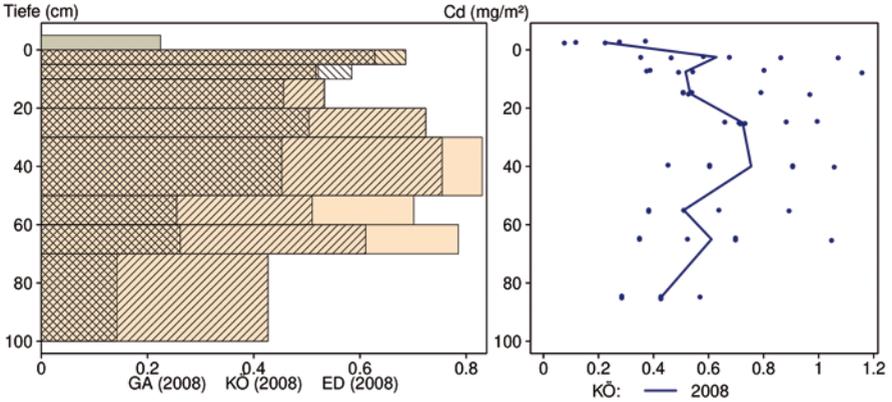
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

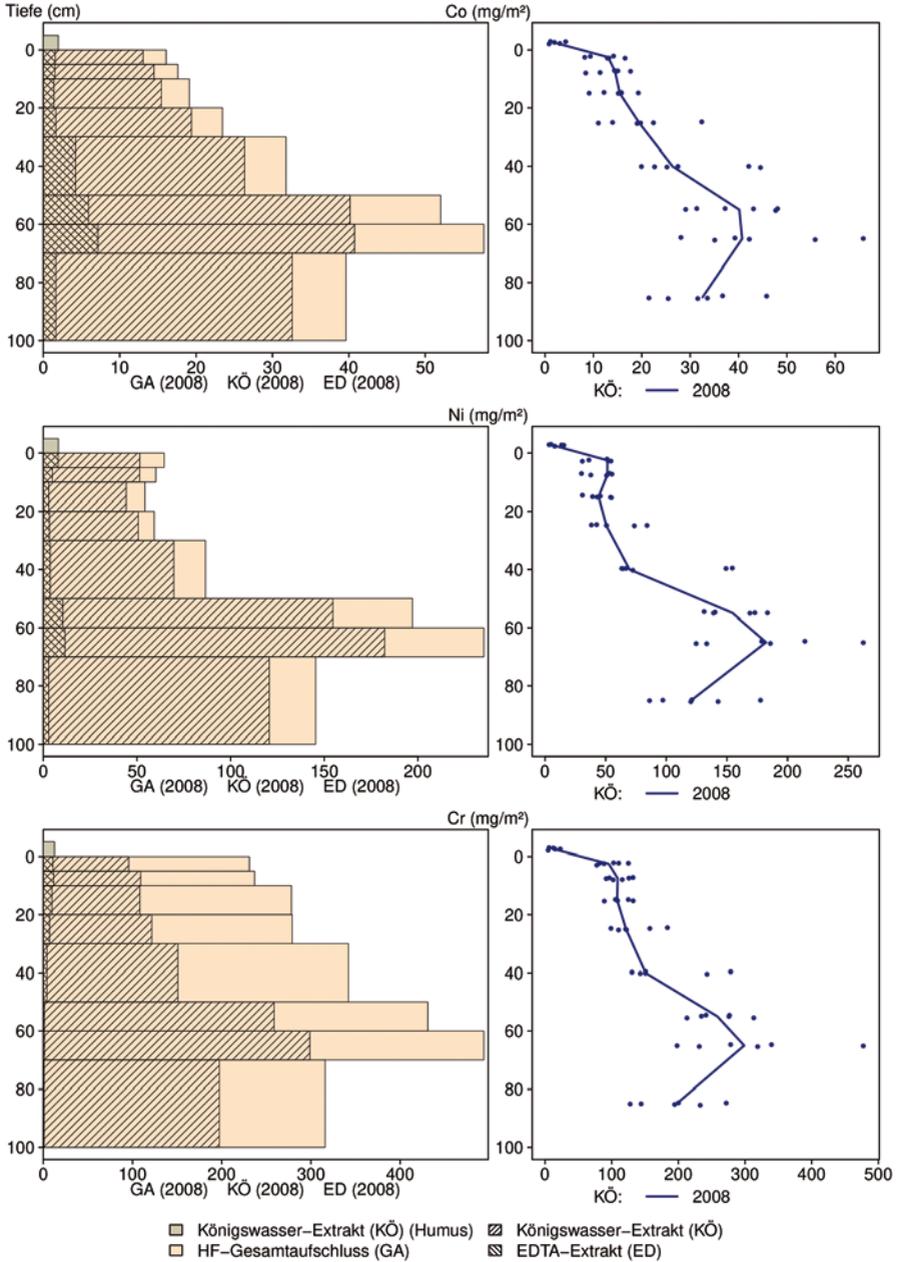
Schwermetallvorräte



Hess. Ried Eiche



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- ▨ Königwasser-Extrakt (KÖ)
- ▨ EDTA-Extrakt (ED)



12.45 Kirchhain Buche (KIRBU)

Standörtliche Grundlagen				
Forstamt Abteilung		Bundesland		
Kirchhain 335a1		Hessen		
Wuchsgebiet		UTM E	Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition	
Vogelsberg, angrenzende Sandsteingebirge		492600		
Wuchsbezirk		UTM N	362/2/NNO	
Vorderer Vogelsberg		5618200		
Klima				
Klimafeuchtestufe		Niederschlag pro Jahr [mm]		Niederschlag VZ [mm]
1961-1990		1961-1990	1991-2020	1961-1990 1991-2020
schwach subkontinental		799	777	351 356
1991-2020		mittlere Temperatur [°C]		mittl. Temperatur VZ [°C]
schwach subkontinental		1961-1990	1991-2020	1961-1990 1991-2020
		7,6	8,7	14,2 15,2
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II plot 603 (Level II wurde 2009 stillgelegt)				
Bodenuntersuchungen				
chemische Bodenuntersuchungen 1995 und 2008, einmalige physikalische Inventur				
sonstige Untersuchungen Boden				
–				
weitere Untersuchungen				
Bodenlösung, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Nadel-/Blattanlyse, Meteorologie				
Boden				
Ausgangssubstrat		Substratgruppe (n. BZE II)		Skelett
Basalt		Böden aus basisch-intermediärem Festgestein		<5 %, skelettarmer
Humusform (n. KA5)		Bodentyp (n. KA5)		Bodentyp (n. WRB 2014)
F-Mull (MUO)		Pseudogley-Parabraunerde		Epiprotostagnic Lixisol (Cutanic, Densic, Endoclayic, Episiltic, Xantic)
Standortstyp Bundesland		Standortstyp Synopse NW-FVA		nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)
4.4.1.10		frisch, eutroph		127
Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)		Kalkung (Menge/Jahr)		
2		–		
Bestand				
Hauptbaumart		Nebenbaumart(en)		potenziell natürliche Vegetation
Rotbuche		Stieleiche		Hainsimsen-Waldmeister- Buchenwald
Bestandesalter (2021)		Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse		waldbauliche Behandlung
137		11,2/0,2		unbekannt
sonstiges: –				

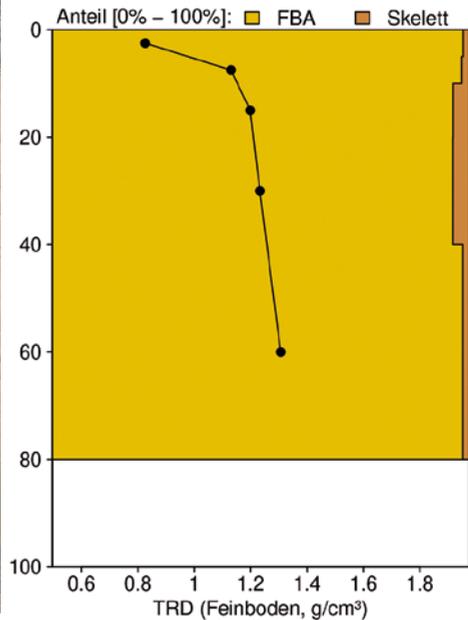
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus- gehalt	Lagerungs- dichte	Carbonat- gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-2 - -1	0	Vb	h7	Ld0	c0	1,8
Of	-1 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	2,2
Ah	0 - 5	5	Ut2	h3	Ld1	c0	11,9
(Sw)-Al	5 - 15	5	Ut3	h2	Ld3	c0	20,9
Bt	15 - 40	5	Ut4	h1	Ld3	c0	42,8
Sw	40 - 70	5	Ut4	h1	Ld3	c0	51,3
Sd	70 - 100	10	k.A.	NA	Ld3	c0	k.A.
Σ bis 70 cm nur Mineralboden							126,8
Σ bis 70 cm incl. Humusauflage							130,8

Jacobsen 21.6.1996



Bodenphysikalische Kenngrößen



KIRBU

Bodenanalytik 2008

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	36,8	5,2	5,8	1,8	0,05	37,4	3,2	3,7	5,50	4,95
Of	-	-	86,2	16,2	11,5	3,5	0,12	28,6	7,8	10,5	5,46	4,90
0 - 5	56,0	46,2	367	117	28,9	16,5	1,00	16,5	184	118	4,72	4,05
5 - 10	31,2	45,5	175	94,3	24,7	10,7	0,65	16,5	189	92,6	4,55	3,89
10 - 20	33,8	122	420	277	121	14,5	0,97	14,9	399	159	4,58	3,91
20 - 40	48,3	201	1026	650	118	17,2	1,44	11,9	904	272	4,77	4,00
40 - 80	87,7	772	6413	4232	444	26,1	2,43	10,8	2997	534	5,25	4,42
Σ L-80cm		1187	8525	5392	754	90,3	6,66		4684	1190		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen und Stieleichen stockt auf einem tiefgründigen, tonigen, skelettarmen Schluffboden. Der Boden ist vergleichsweise homogen. Dies zeigt das AK/Corg-Verhältnis, das bei beiden Inventuren eng zusammen liegt. Die Streuung der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte ist mit Ausnahme von Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) mit Variationskoeffizienten unter 30 % ebenfalls moderat. Nur die Ca- und Mg-Gehalte streuen mit Variationskoeffizienten von bis zu 70 % stärker.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2008 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mittlerem bis mäßig engem C/N-Verhältnis im Oberboden und engem Verhältnis in größerer Tiefe. Zwischen 1995 und 2008 haben die N-Vorräte im Mineralboden leicht abgenommen. Für die Humusaufgabe gibt es nur von 2008 Daten.

Die Calcium (Ca)- und Magnesium (Mg)-Vorräte waren 2008 sehr hoch, während der Kalium (K)-Vorrat im mittleren Bereich lag. Zwischen 1995 und 2008 haben sie im Mineralboden leicht abgenommen.

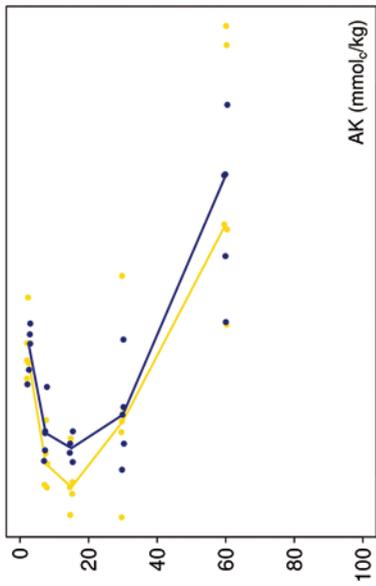
Mit einem Vorrat von 4684 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2008 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen. Im Oberboden hat sich der Phosphorvorrat nur wenig geändert. Für die Humusaufgabe und den Unterboden liegen keine Daten vor.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2008 mit 1190 kg/ha im oberen Quartil. Da nur von der Inventur 2008 S-Messwerte vorliegen, kann keine Aussage über eine Veränderung gemacht werden. Die hohen Schwefel-Vorräte im Unterboden sind geogenen Ursprungs.

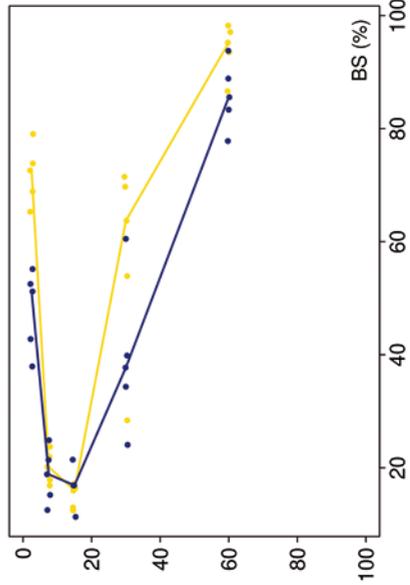
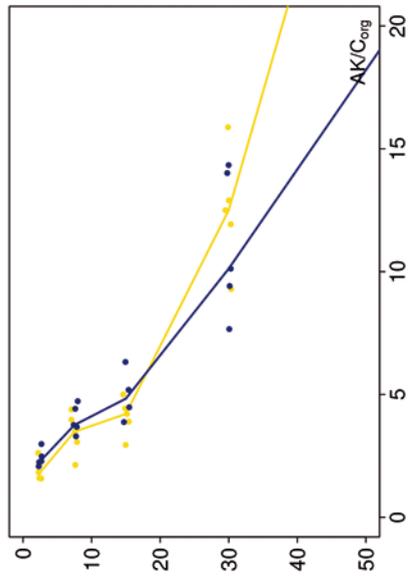
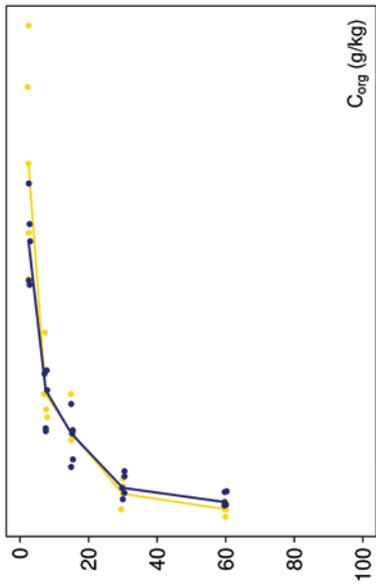
Säure-Base-Status und -Dynamik

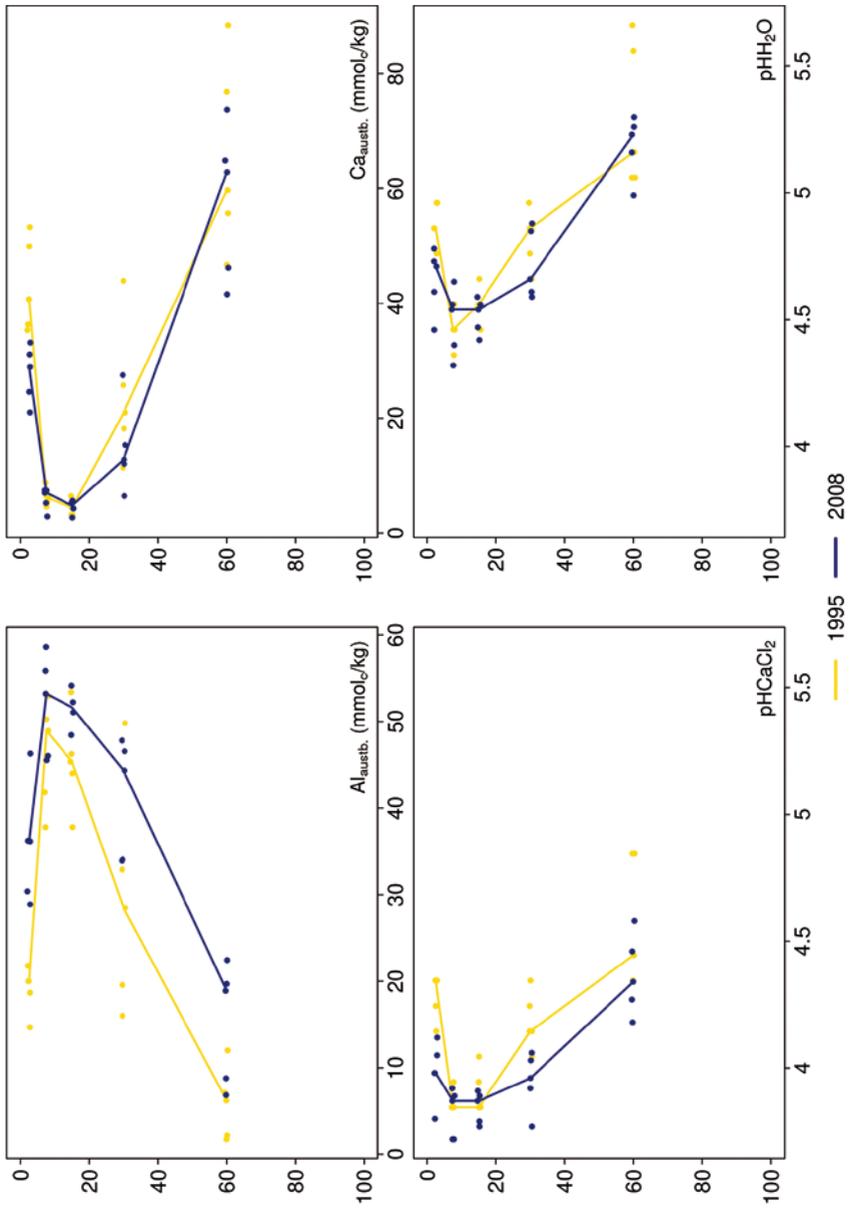
Der nur oberflächlich versauerte Boden ist anhand der pH-Werte bis in 40 cm Tiefe dem Austauscher-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Silikat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung von unter 20 % bis in 20 cm Tiefe steigt in größerer Tiefe schnell auf bis zu 90 % an (Typ 2 – Kölling et al. 1996). Im Untersuchungszeitraum hat die Basensättigung etwas abgenommen.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

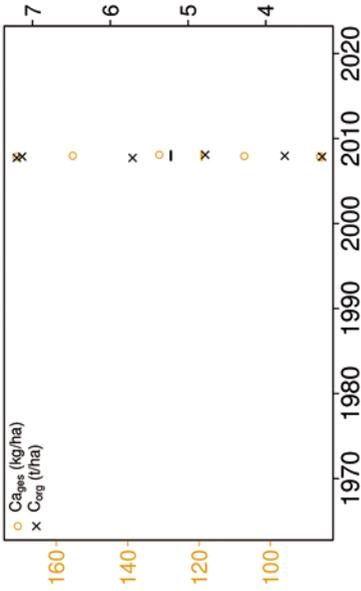


Kirchhain Buche

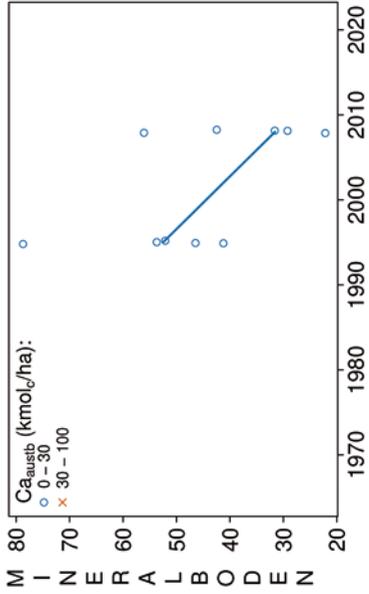
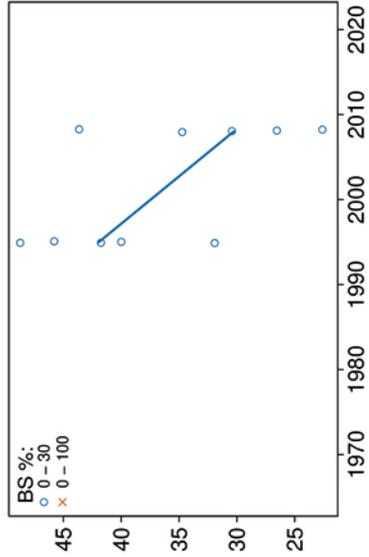
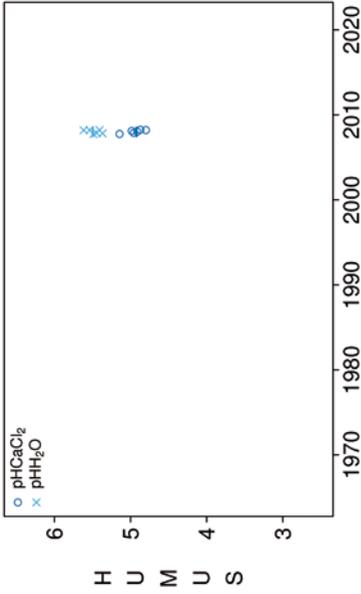




Vorrats- und pH-Änderungen



Kirchhain Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2008)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	19,74	1,41	29,00	1,10	2,95	1,19	0,37	0,28	0,206	17,43	128,17	13,23	101,25	60,17	73,44
5	10	20,39	0,80	29,54	1,09	3,01	0,98	0,29	0,17	0,143	19,99	123,08	11,80	96,79	30,14	67,81
10	20	21,99	0,73	30,95	1,21	3,28	1,02	0,29	0,14	0,131	21,41	131,28	13,16	108,89	19,48	70,28
20	40	27,52	0,89	37,31	1,57	4,44	1,14	0,31	0,12	0,183	27,94	161,77	18,01	124,68	14,89	82,02
40	80	45,67	1,72	55,63	1,93	9,09	1,04	0,45	0,10	0,170	34,56	325,46	32,52	366,30	9,15	132,39

bis 25%-Quartil

25 %-Quartil - Med.

Med. - 75 %-Quartil

75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2008)

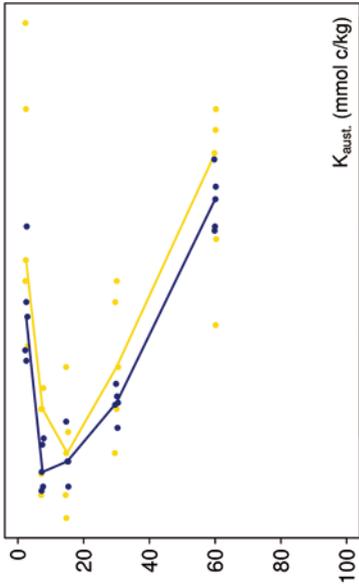
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	14	62	16	9	30	29	15	14	38	27	26	28	35	7	19
5	10	14	53	19	9	31	16	19	15	39	27	31	34	35	21	18
10	20	15	41	21	7	39	20	14	12	26	26	31	30	37	19	18
20	40	14	33	18	11	26	10	16	12	21	27	33	25	53	11	20
40	80	22	33	18	12	67	9	25	21	47	22	33	27	39	38	45

0-20 %

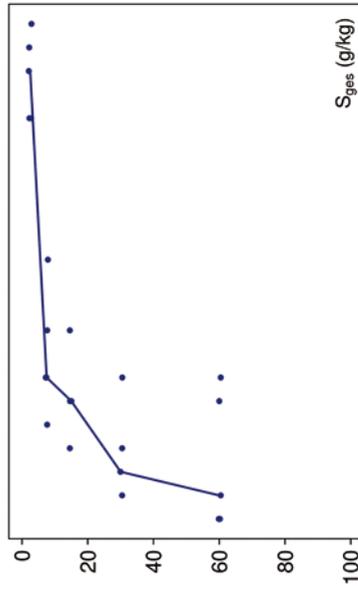
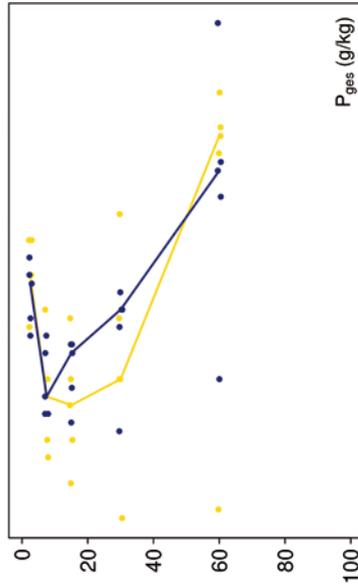
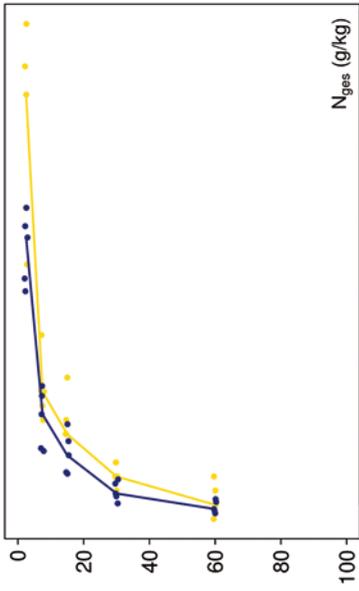
20-50 %

>50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

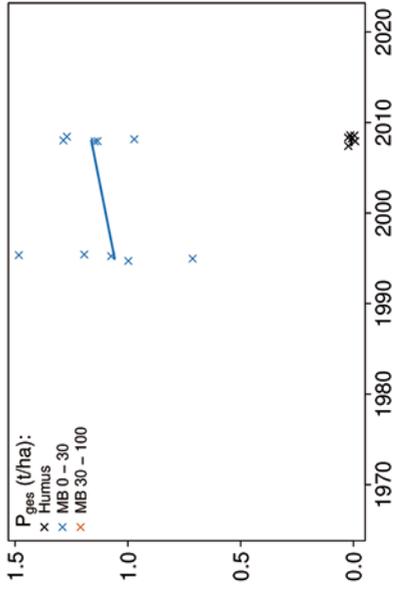
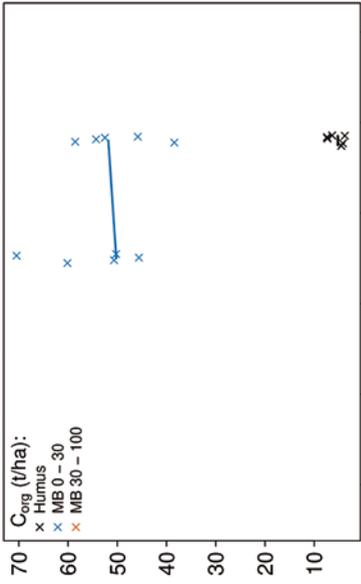


Kirchhain Buche

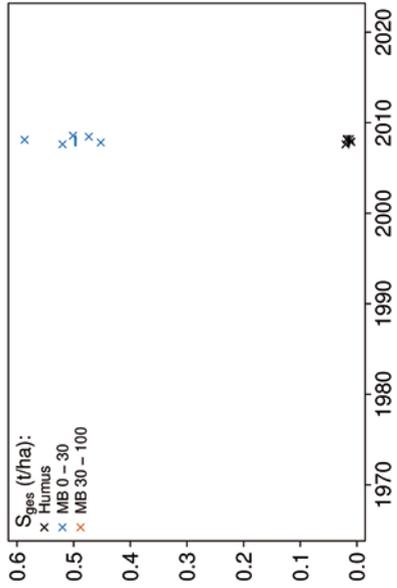
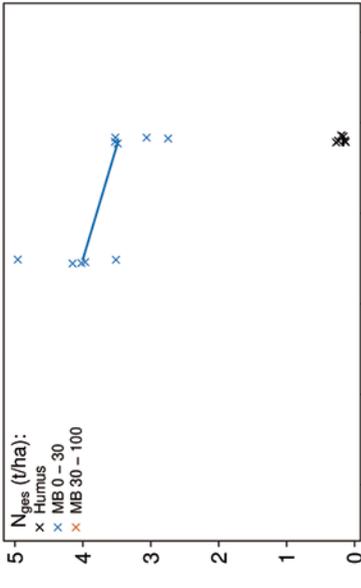


— 1995 — 2008

Vorratsänderungen (t/ha)



Kirchhain Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Pseudogley-Parabraunerde, die sich aus Basalt gebildet hat. Dieser skelettarme Boden weist hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf.

Der I_{geo} zeigt nur für Blei (Pb) eine leichte Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb-Gehalte liegen zudem bis in 5 cm Tiefe über dem halben Vorsorgewert der BBodSchV. Für Chrom (Cr) und Nickel (Ni) wird der Vorsorgewert im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe und für Kupfer (Cu) und Zink (Zn) die halben Vorsorgewerte in größerer Tiefe überschritten.

Im Mineralboden liegen die Gehalte aller Schwermetalle über den Hintergrundwerten für Waldböden (Bommaré et al. 2021). In der Humusaufgabe sind sie von Cr, Cu, Ni und Zn höher als dieser Wert.

Kritische Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden von Cr im Mineralboden überschritten.

Mit Ausnahme von Pb liegen die Gehalte aller Schwermetalle im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen. Für Pb zeigen sich hohe Werte (oberes Quartil) bis in 10 cm Tiefe und abnehmende Gehalte mit zunehmender Tiefe.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte fast aller Schwermetalle ebenfalls sehr hoch. Nur für Cu und Pb liegen sie unter dem Median.

Da in den Jahren 1995 und 2008 unterschiedliche analytische Verfahren zum Einsatz kamen, sind die Messwerte nur bedingt vergleichbar. Es deutet sich jedoch eine Abnahme der Schwermetall-Vorräte im Mineralboden an. Für die Humusaufgabe kann keine Aussage gemacht werden, da es nur von einer Inventur Messwerte gibt.

In der Humusaufgabe sind die Gehalte fast aller Schwermetalle sehr hoch, was wahrscheinlich auf die sehr hohen Schwermetall-Gehalte im gesamten Mineralboden zurückzuführen ist. Ein Einfluss von Schwermetallen atmosphärischen Ursprungs lässt sich nur für Pb feststellen, dessen Gehalte bis in 10 cm höher als in größerer Tiefe sind und Grenz- und Indikatorwerte im Oberboden überschritten werden.

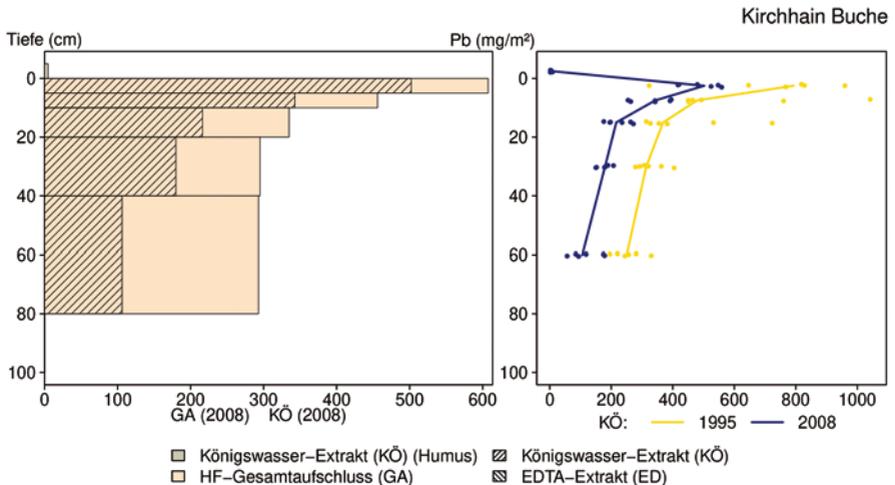
Bewertung Schwermetalle (2008)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,21	17,43	128,17	13,23	101,25	60,17	73,44
5	10	0,14	19,99	123,08	11,80	96,79	30,14	67,81
10	20	0,13	21,41	131,28	13,16	108,89	19,48	70,28
20	40	0,18	27,94	161,77	18,01	124,68	14,89	82,02
40	80	0,17	34,56	325,46	32,52	366,30	9,15	132,39
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

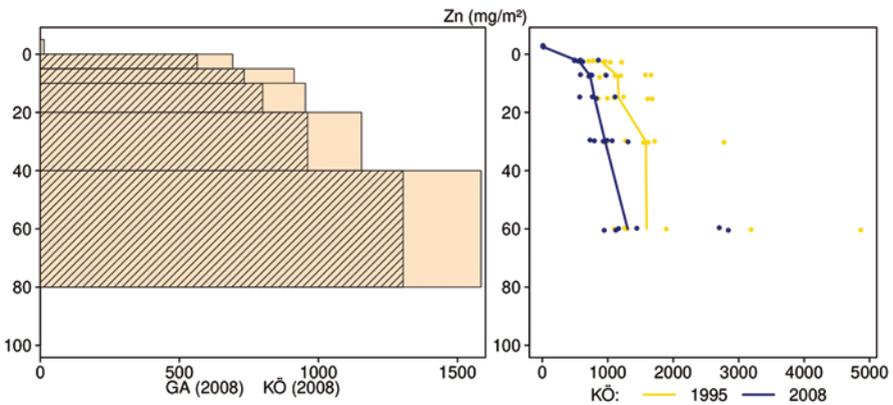
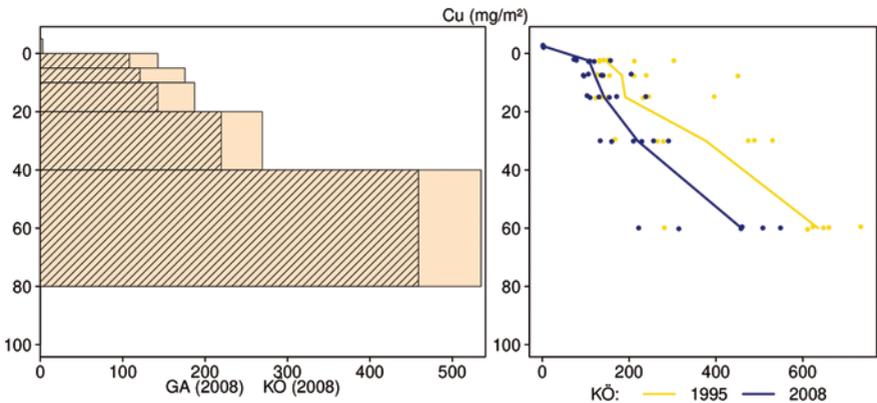
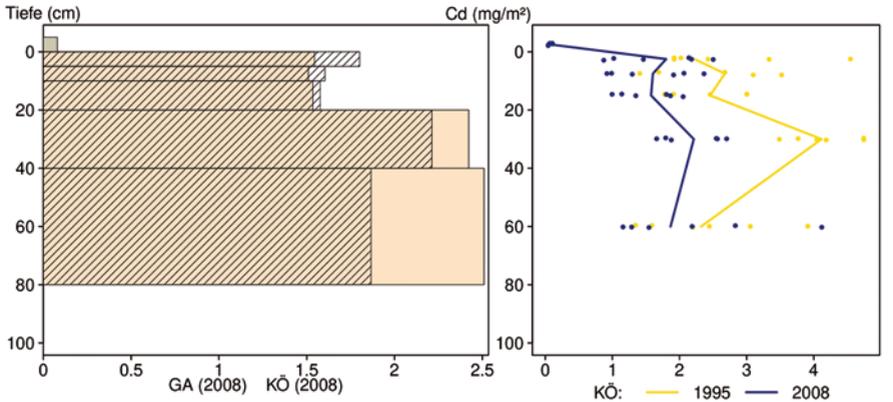
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

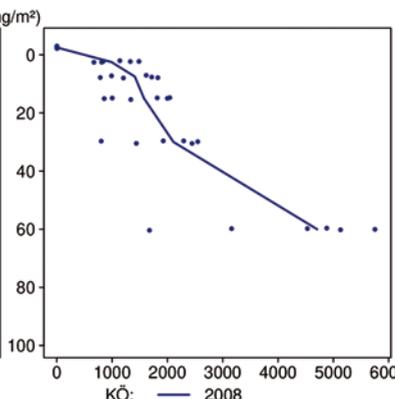
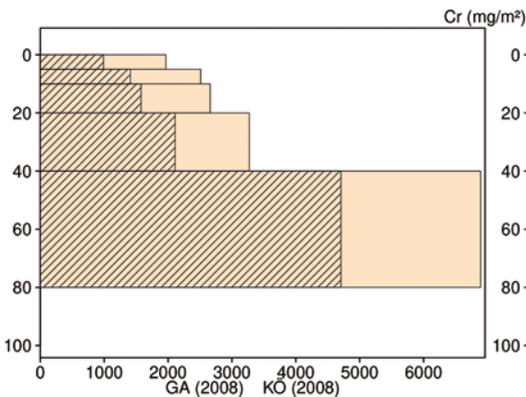
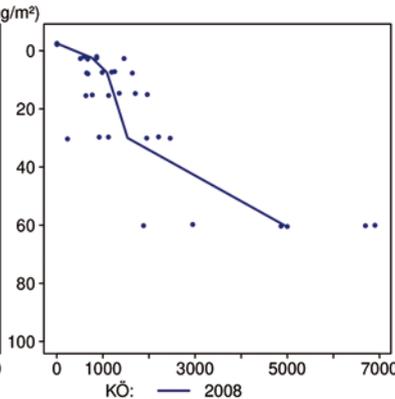
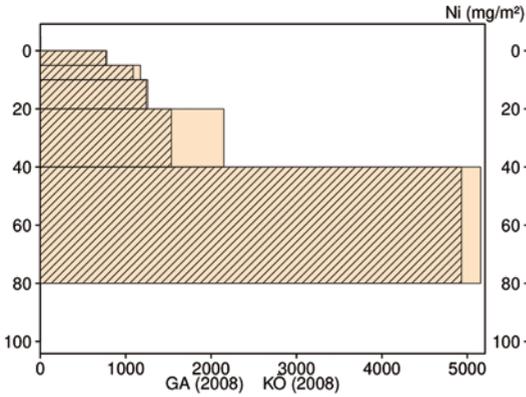
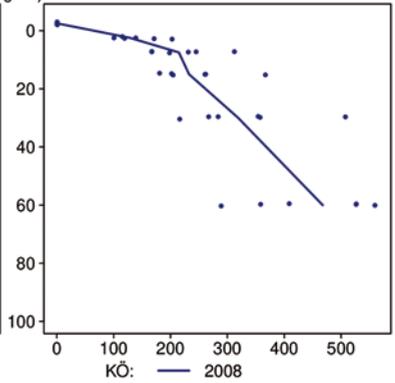
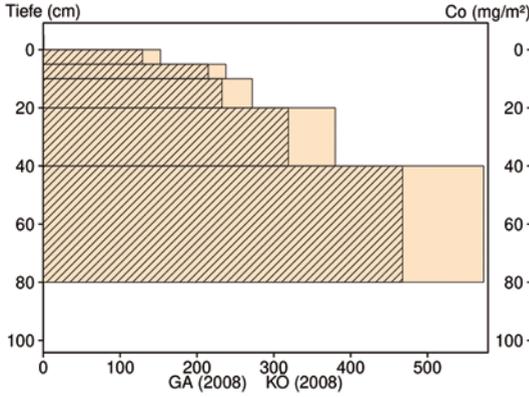


Kirchhain Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

Kirchhain Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- EDTA-Extrakt (ED)

12.46 Drömling Eiche (DREI)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Wolfenbüttel 5154a1		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>		UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>	
Ostniedersächsisches Tiefland		631900		
<i>Wuchsbezirk</i>		UTM N	60/0/-	
Ost-Heide		5819000		
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
mäßig subkontinental	593	615	285	293
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
mäßig subkontinental	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	8,7	9,8	15,4	16,5
Monitoringprogramme				
BDF-F 15 (Standard)				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische, physikalische und mikrobiologische Bodeninventuren 1993 und 2003				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1992, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1992-2003, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenvegetation, Kronenzustand, Nadel-/Blattanalyse				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
-	Moore und Anmoore		skelettfrei	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
-	Erdniedermoor		-	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
31.4.5.2 III1	Moorstandort, mesotroph		298	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
1	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Stieleiche	-		Moorbirken- und Schwarzerlenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
130	-/-		unbekannt	
sonstiges: -				

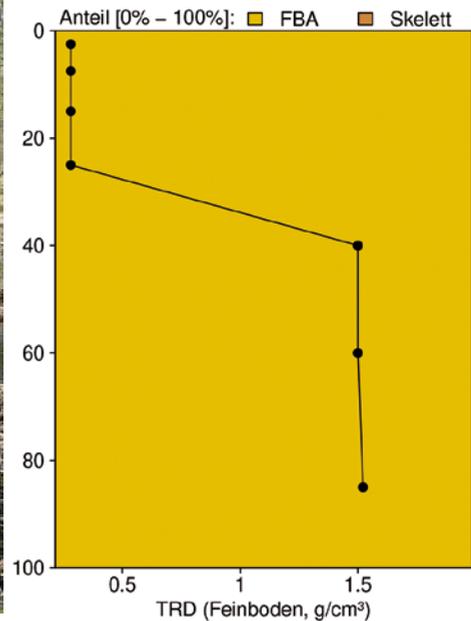
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
nHv	0 - 50	0	Hn	h7	Ld0	c0	215,0
IIGr	50 - 72	0	Ut3	h2	Ld1	c0	50,6
IIIGr	72 - 100	5	SI2	h0	Ld2.5	c0	31,9
IIIGr	100 - 120	5	SI3	h0	Ld2.5	c0	24,7
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							297,5
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							297,5

Deutschmann 23.9.2000



Bodenphysikalische Kenngrößen



DREI

Bodenanalytik 2003

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L/Of	-	-	407,8	18,7	22,0	8,9		16,9	27,8	127,6	5,28	4,89
0 - 5	99,3							15,4			5,07	4,78
5 - 10	99,3							16,0			5,12	4,80
10 - 20	99,6							18,3			5,50	5,21
20 - 30	99,7							20,8			5,77	5,46
30 - 50	99,7							24,3			6,20	5,80
50 - 70	99,9							23,5			6,60	6,03
70 - 100	99,9							19,7			6,73	6,08
Summe												

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2), ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Stieleichen-Reinbestand stockt auf einem Erdniedermoor (n. KA5), das, nachdem es in der Vergangenheit trocken gelegt worden war, ab 2000 in mehreren Stufen wieder vernässt wurde. Dieser sehr tiefgründige Moorboden, in dem eine 30-50 cm dicke Torfschicht über Sand liegt, ist skelettfrei. Durch die Wiedervernässung ist die Torfschicht zwischen 1992 und 2003 um ca. 15-20 cm geschrumpft. Dies zeigen die Grafiken mit den Tiefenverläufen der Elementgehalte, in denen die Linien in der Tiefe parallel verschoben sind. Die Elementvorräte wurden deshalb 1992 für die 50 cm dicke Torfschicht, 2003 für die 30 cm dicke Schicht berechnet. Die Vorratsberechnungen mussten mit Literaturwerten für Torfböden gemacht werden, da keine verwertbaren Trockenraumdichten der Inventuren vorliegen. Für die Torfschicht wurde 1992 mit 0,28 g/cm³, 2003 mit 0,35 g/cm³ gerechnet, da es durch die Wasserzufuhr anscheinend zu einer Kompression des organischen Horizonts gekommen ist. Da das analysierte Sand- und Torfkompartiment deshalb an den beiden Terminen unterschiedlich mächtig ist, wurden die Elementvorräte nur für die gesamte Torfschicht berechnet (s. Tabelle Elementvorräte in der Torfschicht), und auf eine grafische Darstellung der Vorräte in den Tiefenstufen 0-30 cm und 30-100 cm verzichtet. Auf dem Torf-Horizont befindet sich eine geringmächtige L-Lage.

DREI

Ab 2003 konnte die Fläche aufgrund des sehr hohen Wasserstands und des Befalls mit dem Eichenprozessionsspinner nicht mehr beprobt werden.

Nährelementstatus

Elementvorräte in der Torfschicht:

Jahr	Tiefenstufe	Ca austb. [kg/ha]	K austb. [kg/ha]	Mg austb. [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	Pges [kg/ha]	Sges [kg/ha]
1992	0-50 cm	130069	305	3178	2137	117	5007	22317
2003	0-30 cm	134673	565	3418	2694	145	3238	29825

Der Stickstoff-Vorrat (N) war 2003 sehr hoch (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mittlerem bis mäßig engem C/N-Verhältnis in der Torfschicht. Zwischen 1992 und 2003 haben sich die N- und Kohlenstoff (C)-Vorräte kaum verändert.

Die Calcium (Ca)-, Magnesium (Mg)- und Kalium (K)-Gehalte sind in der Torfschicht wesentlich höher als in der Sandschicht. Zwischen 1992 und 2003 ist der K-Vorrat in der Torfschicht leicht angestiegen, während sich die Ca- und die Mg-Vorräte nur wenig geändert haben.

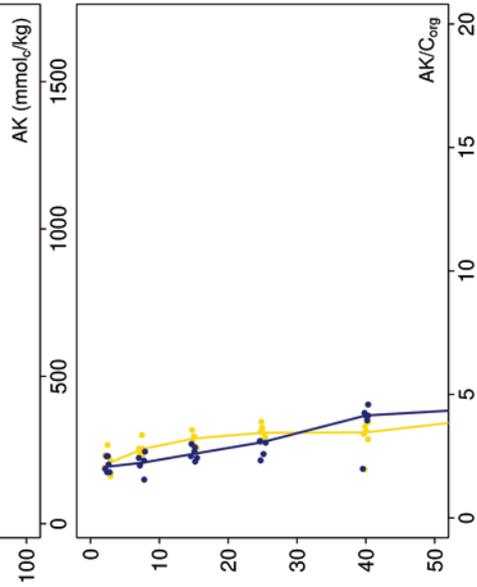
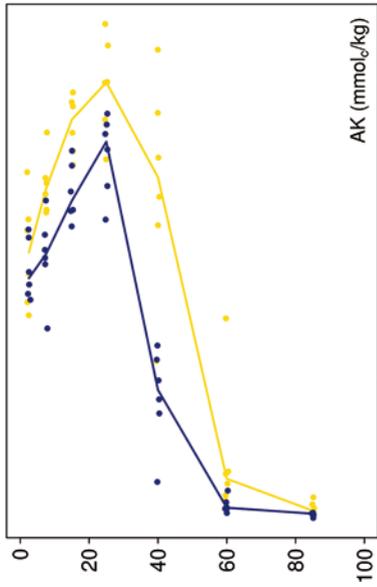
Der Phosphor (P)-Vorrat der Torfschicht ist sehr hoch. Zwischen 1992 und 2003 hat er leicht abgenommen.

Der Schwefel (S)-Vorrat ist ebenfalls extrem hoch, was für einen Moorboden typisch ist.

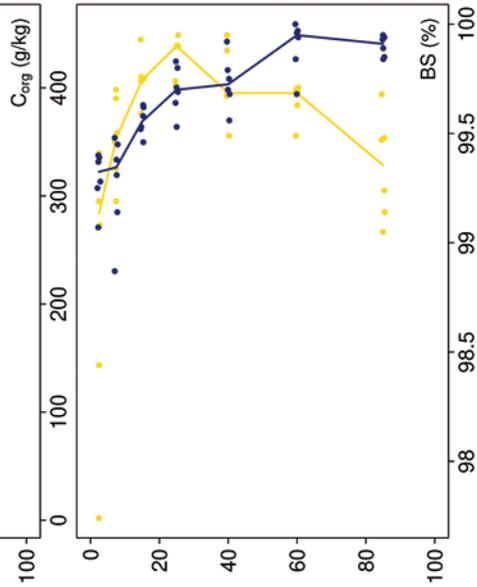
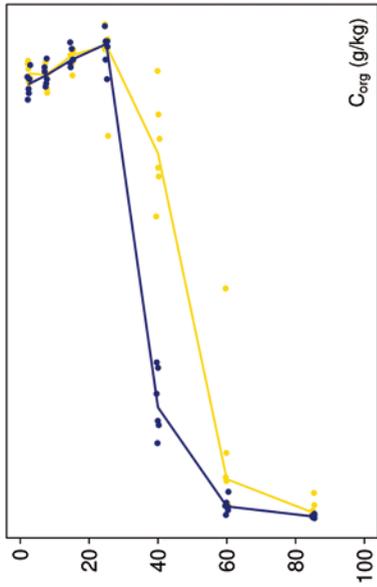
Säure-Base-Status und -Dynamik

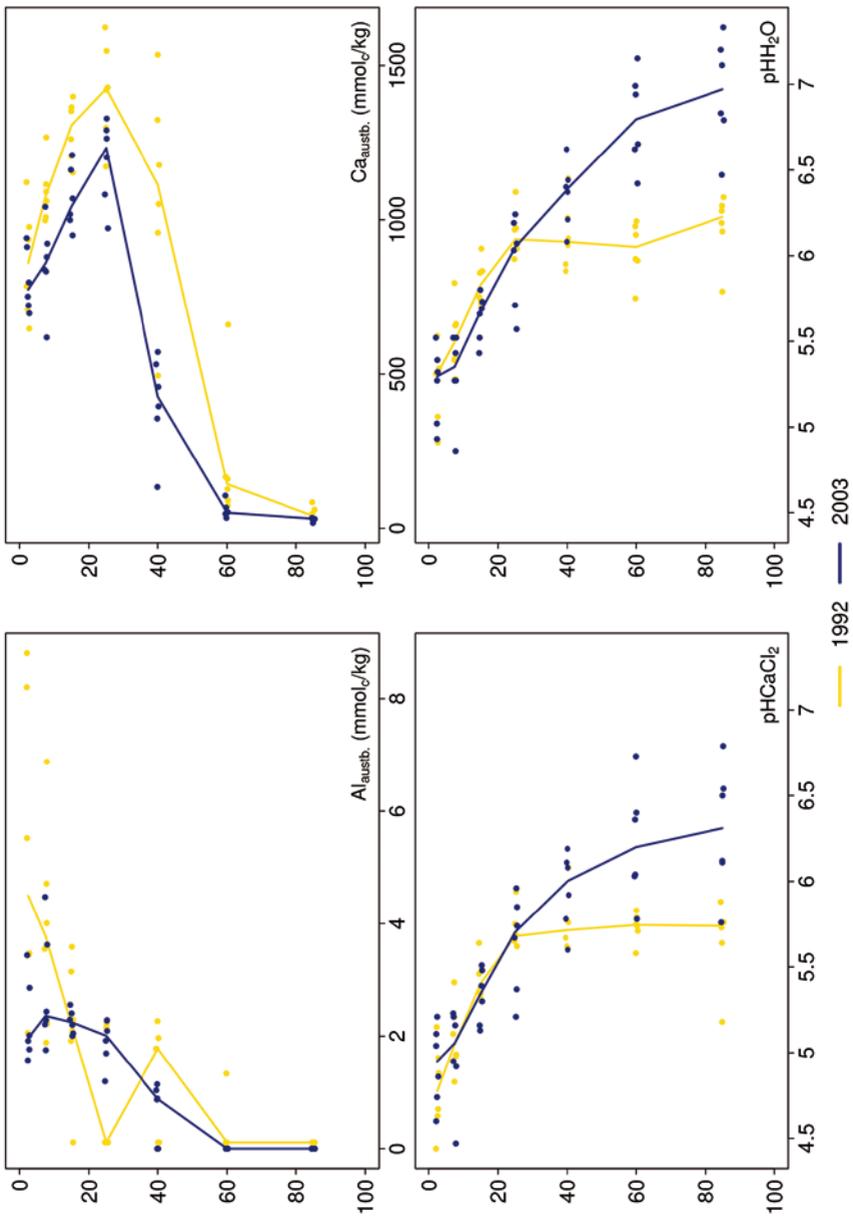
Anhand der pH-Werte ist der mineralische Horizont bis in 50 cm Tiefe dem Silikat-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Carbonat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Über das gesamte Profil ist der Boden mit einer Basensättigung von fast 100 % durchgehend sehr gut mit basischen Kationen versorgt (Typ 1 – Kölling et al. 1996).

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

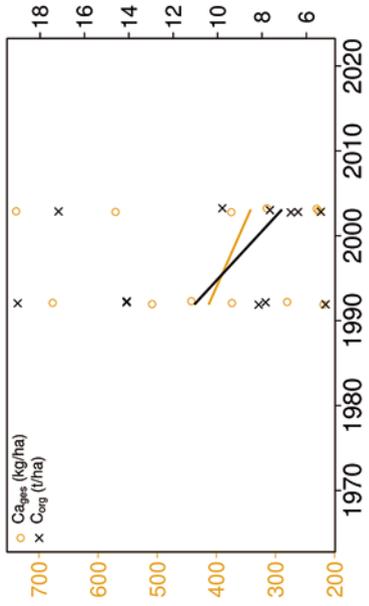


Drömling Eiche



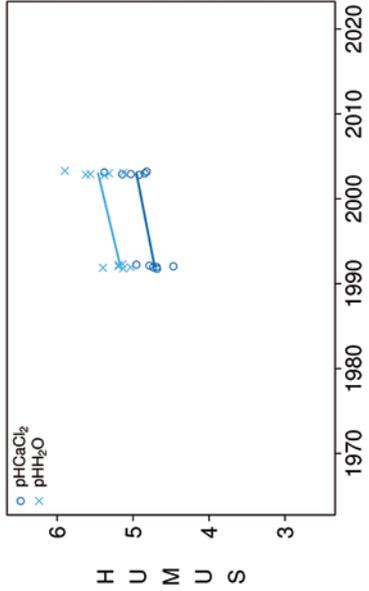


Vorrats- und pH-Änderungen



keine Werte vorhanden

Drömling Eiche



keine Werte vorhanden

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe

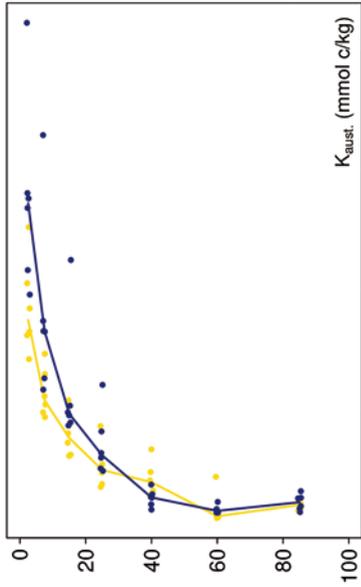
<i>keine Werte vorhanden</i>

689

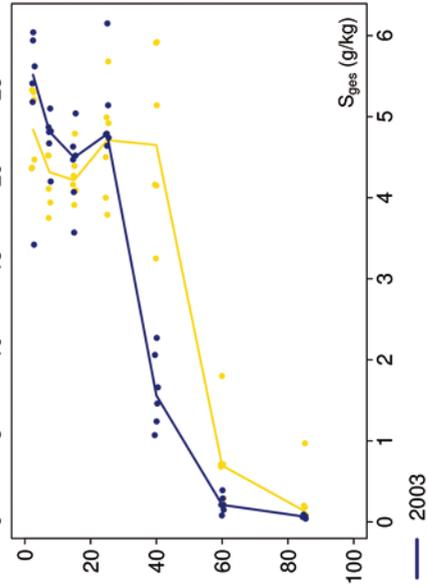
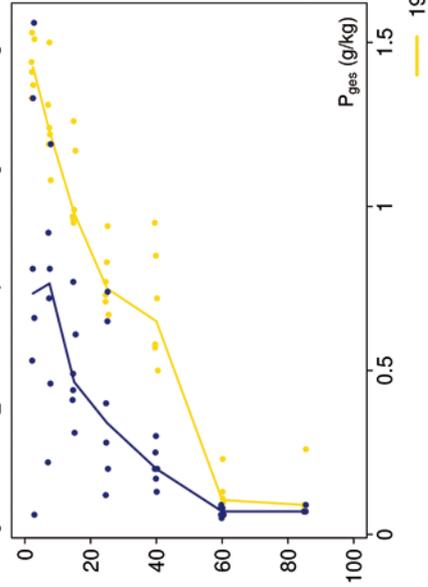
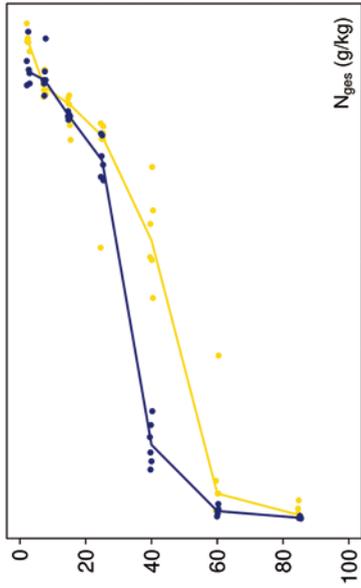
Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe

<i>keine Werte vorhanden</i>

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

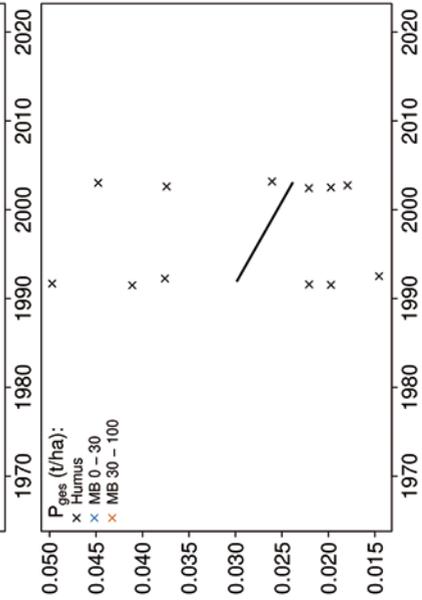
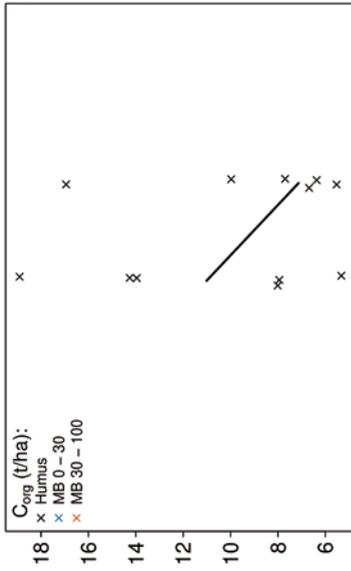


Drömling Eiche

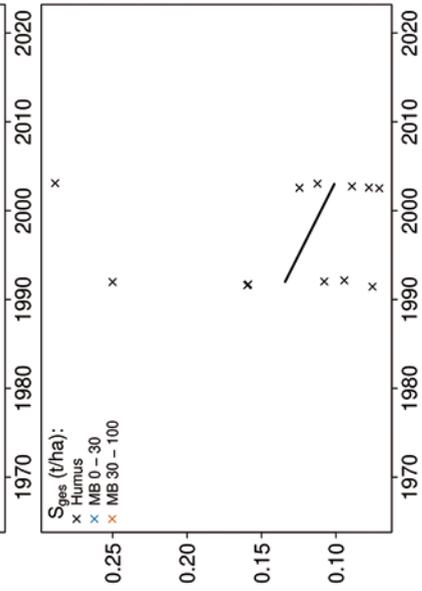
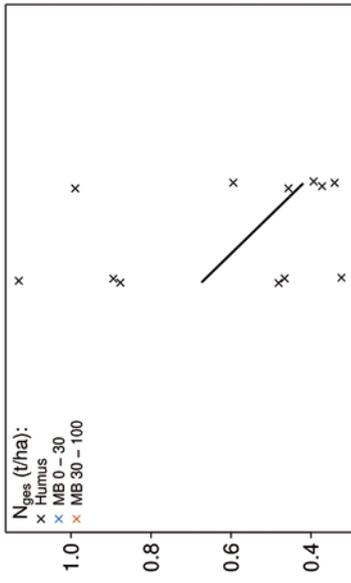


— 1992 — 2003

Vorratsänderungen (t/ha)



Drömling Eiche



Schwermetalle

Bewertung Schwermetalle

keine Werte vorhanden

Schwermetallvorräte

keine Werte vorhanden

keine Werte vorhanden

keine Werte vorhanden

12.47 Göttinger Wald Buche (GWBU)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Reinhausen 166j		Niedersachsen		
<i>Wuchsgebiet</i>		UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>	
Mitteldeutsches Trias-Berg- und Hügelland		572600		
<i>Wuchsbezirk</i>		UTM N		
Göttinger Wald		5709100	420/0/-	
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	742	806	351	374
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,1	8,1	13,4	14,5
Monitoringprogramme				
BDF-F 9 (Intensiv), Level II plot 306				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische Bodenuntersuchungen ab 1980 (Forschungsprojekte), chem. und mikrobiol. Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 1995, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
org. Schadstoffe (PAKs, PCBs, CKWs), ab 1995, alle ±10 Jahre, Radionuklide (Cs-134, Cs-137), 1995-2004, alle ±10 Jahre				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Phänologie, Nadel-/Blattanalyse, CO ₂ Bodenrespiration, LAI				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
Karbonatgestein	Böden aus verwittertem Karbonatgestein		>55 %, sehr skelettreich	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
typischer Mull (MU)	Terra-Fusca-Rendzina		Endocalcaric Endoleptic Hypercalcic Skeletic Luvisol (Cutanic, Hypereutric, Loamic, Raptic)	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
9.5.4.2t	ziemlich frisch karbonat-eutroph		35 (bis 55 cm)	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
1	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Rotbuche	Esche, Bergahorn		Waldgersten-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
142	8,9/0,4		mäßige Niederdurchforstung, seit 1980 keine reguläre Durchforstung mehr	
sonstiges: -				

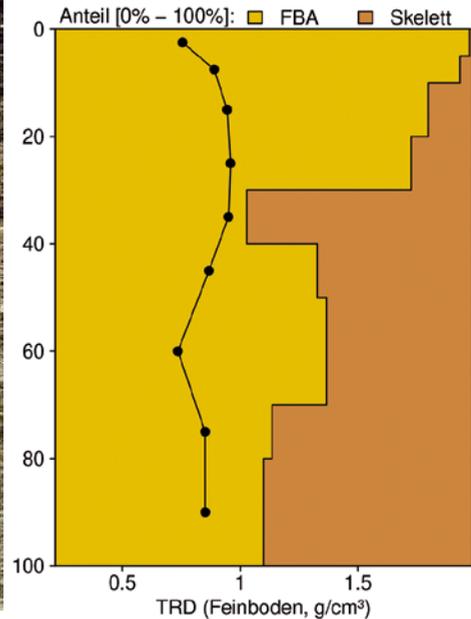
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humusgehalt	Lagerungsdichte	Carbonatgehalt	nFK mm/ Horizont
L	-4 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	7,2
Ah	0 - 6	10	Ut3	h3	Ld2	c1	13,0
IIT-Ah	6 - 15	10	Tu4	h2	Ld3	c1	15,4
IIclAh-T-Cv	15 - 26	80	Tu3	h2	Ld3	c5	3,5
IIclT-Cv	26 - 50	90	Tu3	h0	Ld3	c5	2,6
IIcmCv	50 - 55	95	Lu	h0	Ld4	c7	0,3
Σ bis 55 cm nur Mineralboden							34,8
Σ bis 55 cm incl. Humusauflage							42,0

Melms 15.4.2015



Bodenphysikalische Kenngrößen



Bodenanalytik 2015

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	211	17,1	26,1	4,6	0,16	28,8	7,1	12,7	5,70	5,34
0 - 5	86,9	237	3908	77,8	152	35,4	2,45	14,4	195	272	6,55	6,41
5 - 10	84,2	218	3578	42,5	87,3	31,1	2,39	13,0	201	243	6,70	6,26
10 - 20	93,2	392	7158	54,0	138	40,8	3,48	11,7	343	389	6,87	6,49
20 - 30	100	332	6491	40,6	132	28,5	2,52	11,3	286	329	7,69	7,23
30 - 40	100	139	2709	20,4	69,3	12,6	1,03	12,2	122	148	7,86	7,31
∑ L-40		1318	24056	252	605	153	12,0		1155	1394		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasserauflschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasserauflschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuche, Esche und Bergahorn stockt auf einem flachgründigen, sehr skelettreichen, tonigen Schluffboden. Bis in 40 cm Tiefe ist der Boden relativ homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit Ausnahme von Calcium (Ca) kleiner als 30 % sind. Die Ca-Gehalte streuen mit Variationskoeffizienten bis zu 65 % wesentlich stärker. In größerer Tiefe war eine Beprobung wegen des sehr hohen Skelettanteils nur selten möglich. Hier streuen die Gehalte aller Elemente mit Variationskoeffizienten von bis zu 60 % sehr stark.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat war 2015 hoch (Forstliche Standortaufnahme 2016), bei mäßig engem bis engem C/N-Verhältnis bis in 40 cm Tiefe. Zwischen 1995 und 2015 haben die N- und die organischen Kohlenstoff (C)-Vorräte im Oberboden sehr leicht zugenommen. Für den Unterboden ist eine Beurteilung wegen der hohen Variabilität der Gründigkeit nicht möglich. Entsprechend konnten Elementvorräte nur bis in 40 cm Tiefe berechnet werden. In der Humusaufgabe haben sie sich nur wenig verändert.

Die Magnesium (Mg)- und Kalium (K)-Vorräte lagen 2015 im mittleren Bereich. Für Ca waren sie mit 24056 kg/ha bis in 40 cm Tiefe extrem hoch. Die Ca-, Mg- und K-Vorräte haben sich zwischen 1983 und 2015 nur geringfügig verändert.

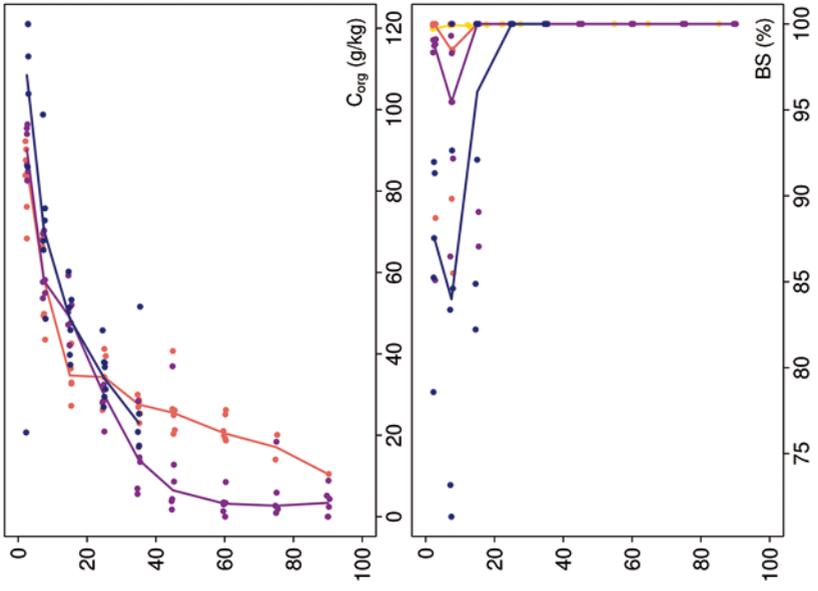
Mit einem Vorrat von 1155 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2015 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im unteren Quartil der Vorräte aller Flächen. Zwischen 1995 und 2015 hat er im Mineralboden kontinuierlich abgenommen.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2015 mit 1394 kg/ha bis in 40 cm Tiefe im oberen Quartil, wobei die höchsten Werte in 0-10 cm zu finden waren. Beim S-Vorrat zeigt sich im Oberboden zwischen 1995 und 2005 ein leichter Abwärtstrend. Für den Unterboden ist eine Beurteilung aufgrund der wenigen Messwerte nicht möglich.

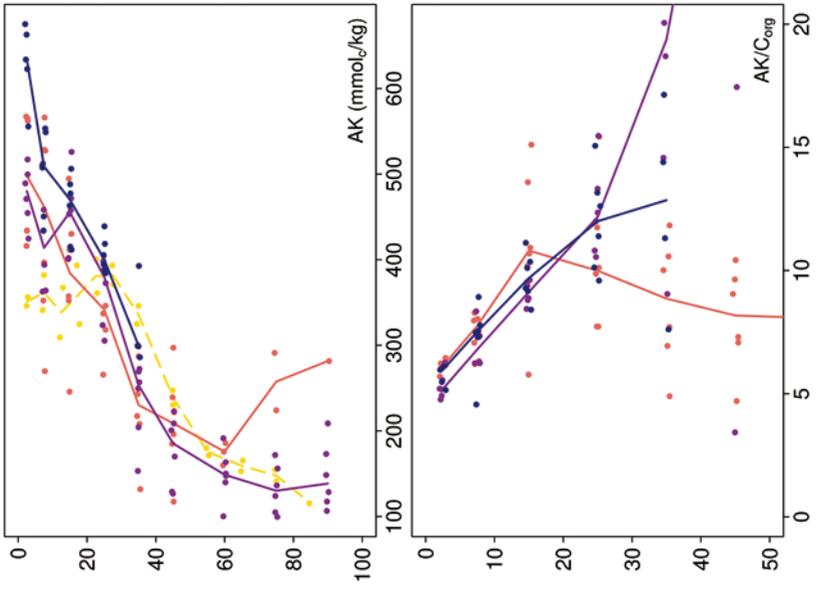
Säure-Base-Status und -Dynamik

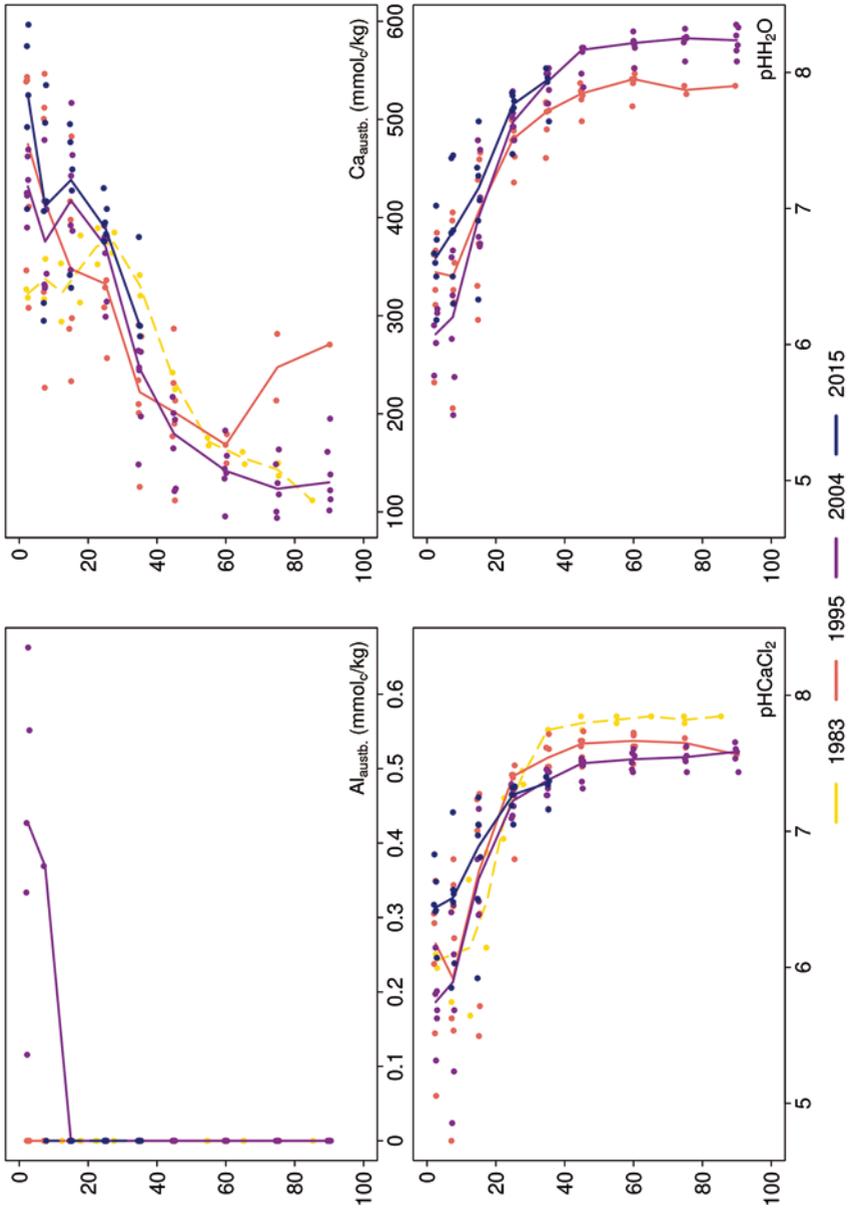
Anhand der pH-Werte ist der Boden 2015 dem Carbonat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Der Boden ist nur bis in 10 cm Tiefe leicht versauert. Danach steigt die Basensättigung schnell auf 100 % an (Typ1 – Kölling et al. 1996). In den oberen 10 cm hat die Basensättigung zwischen 1983 und 2015 von 100 % auf 80-85 % abgenommen.

Göttinger Wald Buche

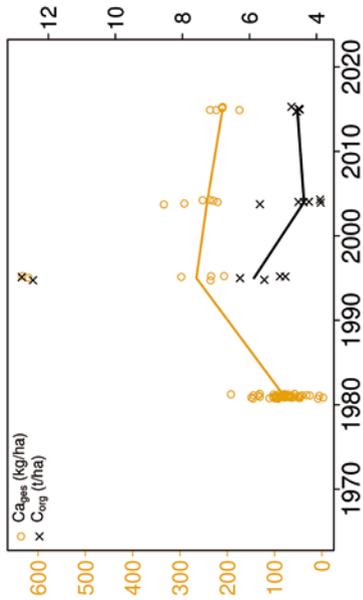


Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

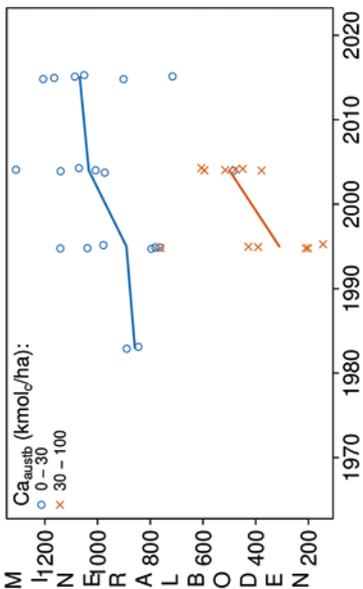
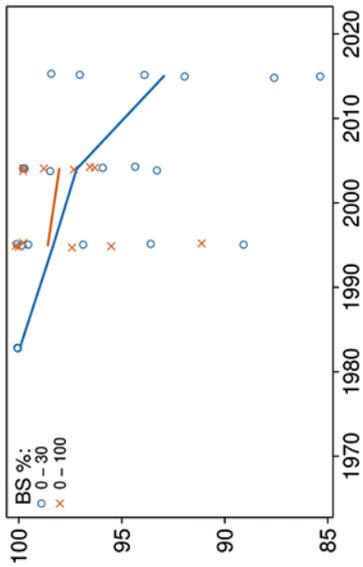
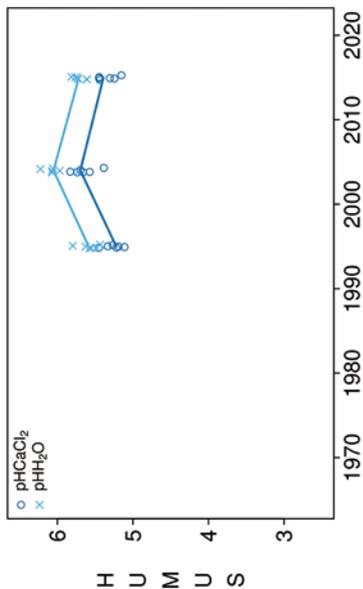




Vorrats- und pH-Änderungen



Göttinger Wald Buche



Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2015)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	43,74	18,83	29,76	6,83	6,19	1,27	0,52	0,72	0,953	10,46	38,54	20,77	28,09	78,49	151,76
5	10	50,87	17,78	33,84	7,30	6,93	1,32	0,46	0,56	0,774	11,57	43,47	21,08	30,91	84,12	156,33
10	20	49,48	37,34	32,83	6,84	6,84	1,23	0,40	0,46	0,609	10,84	40,45	19,18	29,52	64,11	124,73
20	30	41,26	101,28	27,61	6,48	6,47	0,95	0,35	0,40	0,414	8,18	31,94	15,58	24,01	37,38	81,30
30	40	32,60	162,47	21,95	5,89	5,90	0,59	0,28	0,34	0,272	6,61	25,75	12,91	19,63	26,28	58,30
40	50	32,62	117,36	22,91	6,23	5,80	0,55	0,32	0,44	0,344	7,87	27,09	14,54	21,60	34,49	65,93

□ bis 25%-Quartil

■ 25 %-Quartil - Med.

■ Med. - 75 %-Quartil

■ 75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (gesiebte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2015)

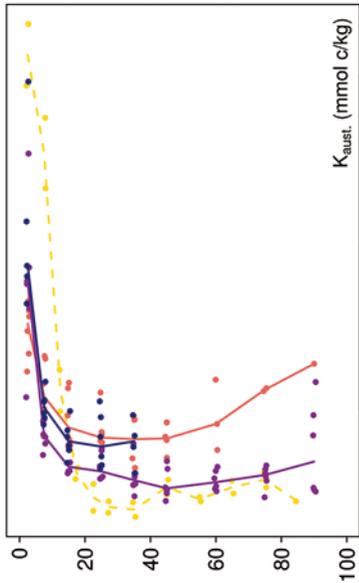
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	2	33	3	12	6	12	14	12	14	6	6	7	3	7	10
5	10	4	65	6	14	7	14	17	15	22	7	8	9	5	9	13
10	20	6	51	6	11	6	13	16	14	24	9	6	7	7	12	17
20	30	15	20	11	18	11	14	14	12	20	9	13	5	13	18	8
30	40	9	4	8	22	15	25	7	15	31	11	4	7	9	18	14
40	50	6	58	3	22	13	50	29	50	74	2	10	4	1	43	43

□ 0-20 %

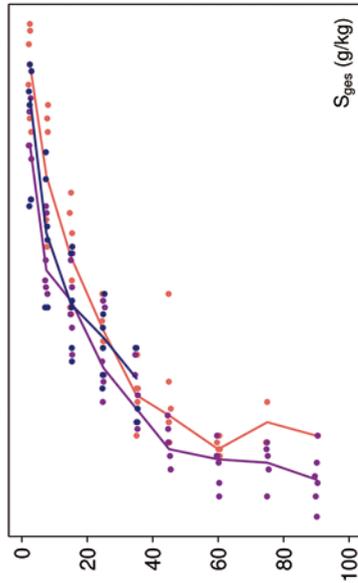
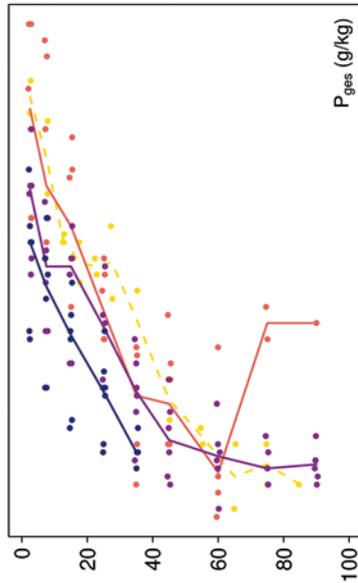
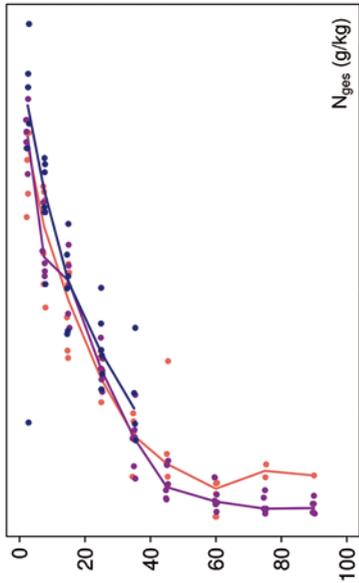
■ 20-50 %

■ >50 %

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

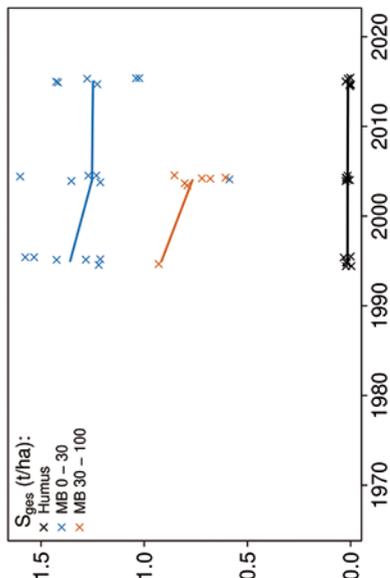
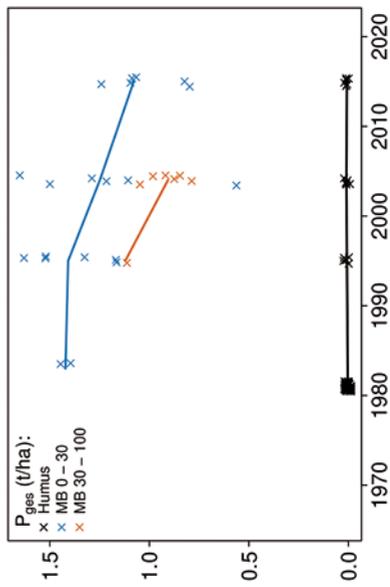
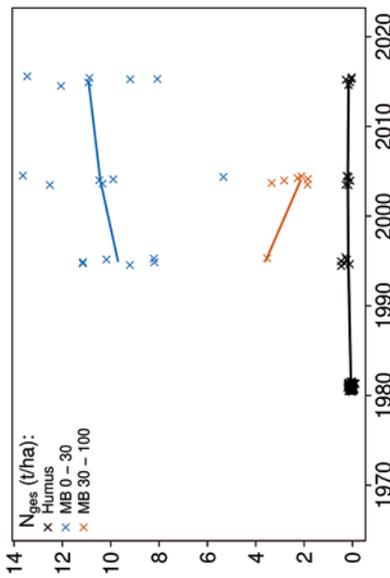
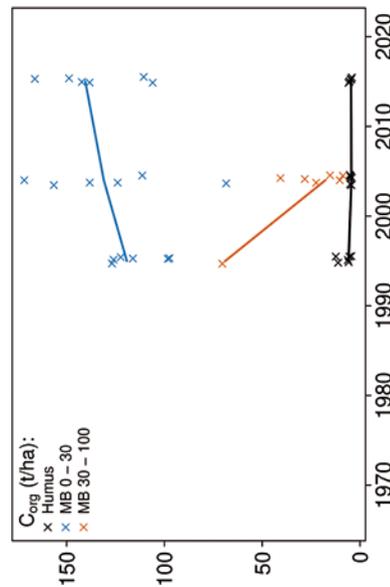


Göttinger Wald Buche



Göttinger Wald Buche

Vorratsänderungen (t/ha)



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Terra-Fusca-Rendzina, die sich aus Karbonatgesteinen gebildet hat. Dieser skelettreiche Boden weist sehr hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf. Böden auf Karbonat-Gesteinen haben die höchsten Cadmium (Cd)- und Zink (Zn)-Gehalte, was auf die hohen Gehalte im Ausgangssubstrat und die starke Bindung dieser Elemente bei hohen pH-Werten zurückzuführen ist (Wellbrock et al. 2016).

Der I_{geo} zeigt für Cd, Chrom (Cr), Blei (Pb) und Zn eine geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Cd-, Pb- und Zn-Gehalte überschreiten zudem bis in 20 cm Tiefe den halben Vorsorgewert der BBodSchV.

In der sehr gering mächtigen Humusauflage (L-Mull) und im Mineralboden liegen die Messwerte aller Schwermetalle über den Hintergrundwerten für Waldböden (Bommaré et al. 2021).

Kritische Level (CL), ab deren Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht, werden jedoch nicht überschritten.

Die Gehalte aller Schwermetalle liegen im gesamten Profil bis in 50 cm Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen, wobei sie in den oberen 20 cm noch wesentlich höher als in größerer Tiefe sind. Im Oberboden wurden für Zn die zweithöchsten und für Cd die höchsten Gehalte aller Flächen gemessen.

In der Humusauflage liegen die Gehalte fast aller Schwermetalle über dem Median, nur von Ni und Pb sind sie niedriger.

In der Humusauflage haben sich die Vorräte aller Schwermetalle zwischen 1995 und 2004 kaum verändert und sind danach bis 2015 stark gesunken. Für den Mineralboden kann nur für den Zeitraum zwischen 2004 bis 2015 eine Aussage gemacht werden, da es von 1995 keine Messwerte gibt. In diesem Zeitraum haben die Pb-, Kobalt (Co)-, Kupfer (Cu)- und Nickel (Ni)-Vorräte bis in 20 cm Tiefe abgenommen und sich in größerer Tiefe kaum verändert. Für Cd und Zn kann im ganzen Profil bis in 50 cm Tiefe kein Trend festgestellt werden. Für Cr gibt es nur von 2015 Messwerte.

Die seit 2004 abnehmenden Vorräte aller Schwermetalle in der Humusauflage und von Pb und Cu im Oberboden sind ein Hinweis auf sinkende Einträge aus der Atmosphäre.

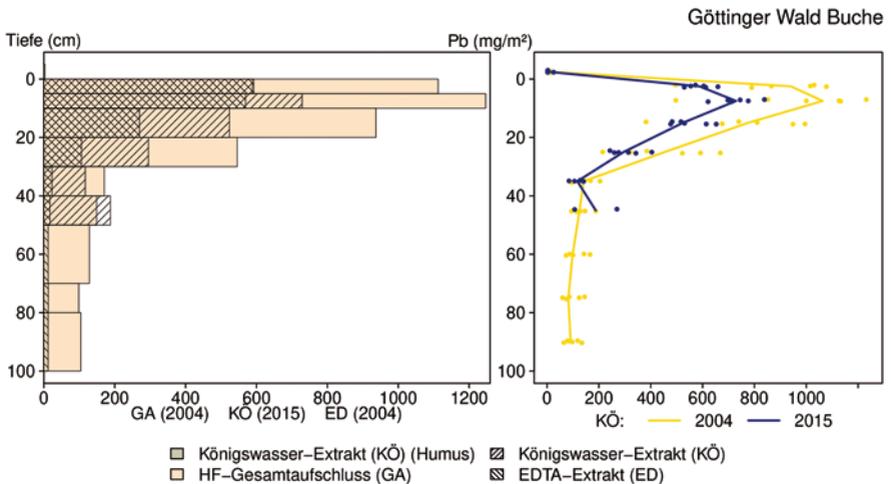
Bewertung Schwermetalle (2015)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,95	10,46	38,54	20,77	28,09	78,49	151,76
5	10	0,77	11,57	43,47	21,08	30,91	84,12	156,33
10	20	0,61	10,84	40,45	19,18	29,52	64,11	124,73
20	30	0,41	8,18	31,94	15,58	24,01	37,38	81,30
30	40	0,27	6,61	25,75	12,91	19,63	26,28	58,30
40	50	0,34	7,87	27,09	14,54	21,60	34,49	65,93
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Ton)		1,5	-	100	60	70	100	200

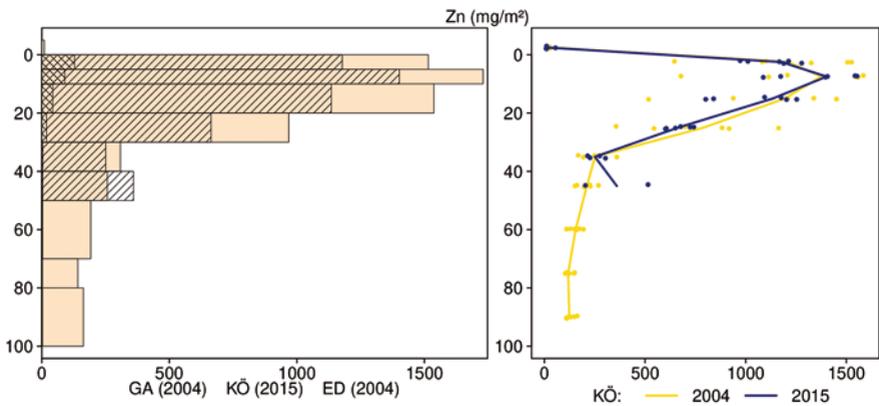
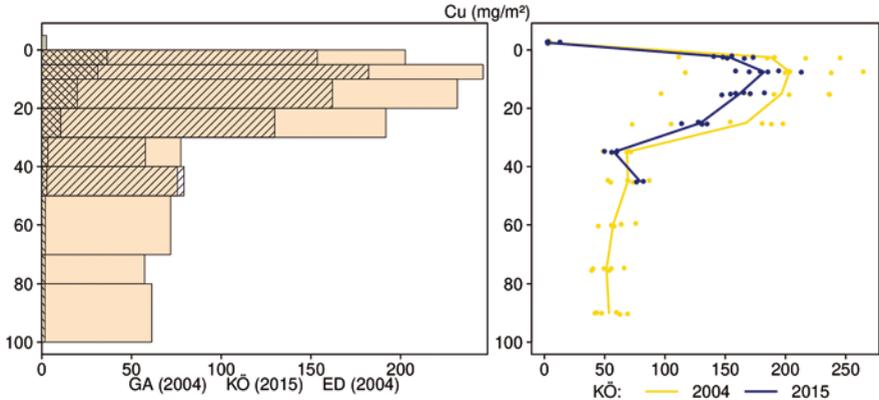
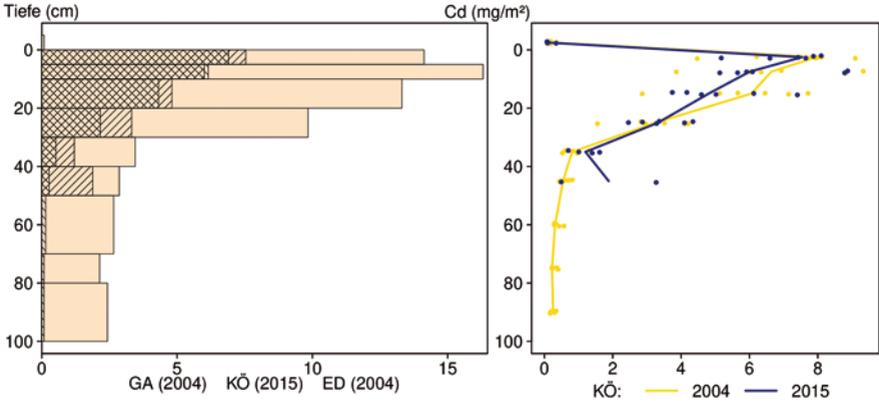
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

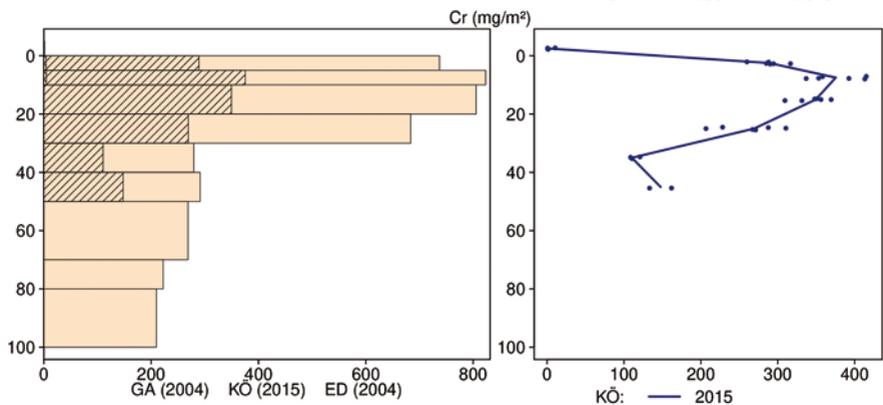
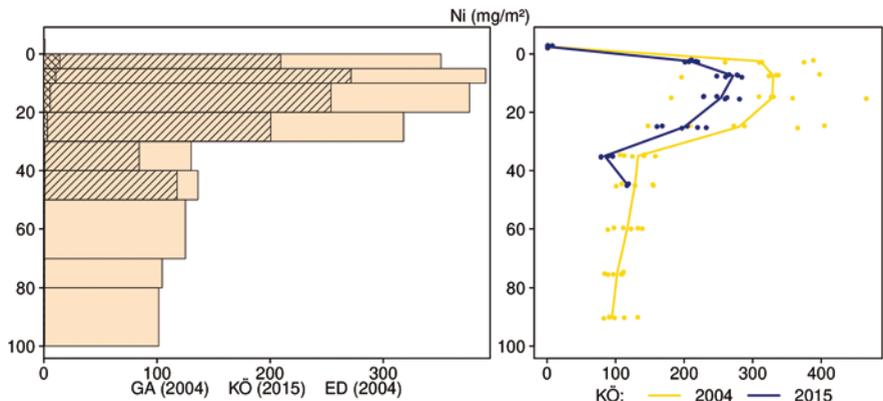
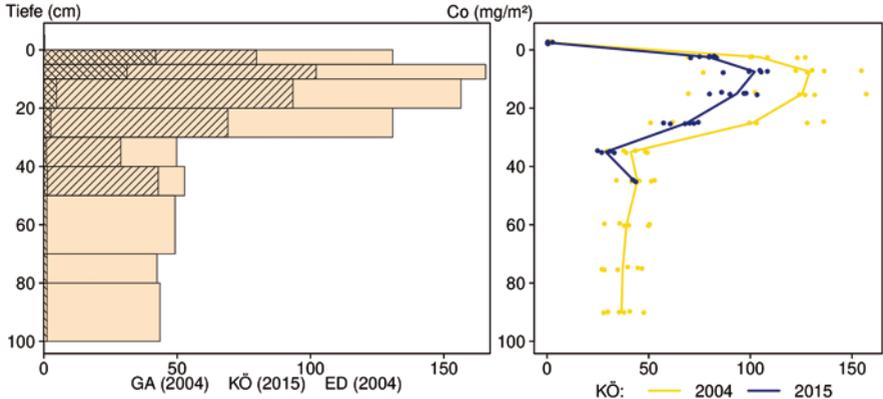


Göttinger Wald Buche



- Königwasser-Extrakt (KÖ) (Humus)
- Königwasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA)
- EDTA-Extrakt (ED)

Göttinger Wald Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

12.48 Zierenberg Buche (ZIEBU)

Standörtliche Grundlagen				
<i>Forstamt Abteilung</i>		<i>Bundesland</i>		
Wolfhagen 38A		Hessen		
<i>Wuchsgebiet</i>	UTM E	<i>Höhe ü. NN [m] / Neigung [°] / Exposition</i>		
Nordwesthessisches Bergland	518600			
<i>Wuchsbezirk</i>	UTM N	443 (415-470)/18/NO		
Habichtswald	5691100			
Klima				
<i>Klimafeuchtestufe</i>	<i>Niederschlag pro Jahr [mm]</i>		<i>Niederschlag VZ [mm]</i>	
1961-1990	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
schwach subatlantisch	746	731	358	352
1991-2020	<i>mittlere Temperatur [°C]</i>		<i>mittl. Temperatur VZ [°C]</i>	
schwach subatlantisch	1961-1990	1991-2020	1961-1990	1991-2020
	7,2	8,1	13,5	14,4
Monitoringprogramme				
WÖSSH, Level II Core plot 606				
<i>Bodenuntersuchungen</i>				
chemische Bodenuntersuchungen 1996 (WÖSSH, Level II), chemische Bodeninventuren alle ±10 Jahre, seit 2007, einmalige physikalische Inventur				
<i>sonstige Untersuchungen Boden</i>				
-				
<i>weitere Untersuchungen</i>				
Bodenlösung, Hydrologie, Deposition, Meteorologie, Streufall, Bodenvegetation, Kronenzustand, Baumwachstum, Phänologie, Nadel-/Blattanalyse, LAI, Ozon (passiv)				
Boden				
<i>Ausgangssubstrat</i>	<i>Substratgruppe (n. BZE II)</i>		<i>Skelett</i>	
Basalt	Böden aus basisch-intermediärem Festgestein		10-55 %, sehr skelettreich	
<i>Humusform (n. KA5)</i>	<i>Bodentyp (n. KA5)</i>		<i>Bodentyp (n. WRB 2014)</i>	
typischer Mull (MU)	Braunerde		Protostagnic Eutrosilic Leptic Endoskeletal Endoeutric Andosol (Melanic, Pantosiltic)	
<i>Standortstyp Bundesland</i>	<i>Standortstyp Synopse NW-FVA</i>		<i>nutzbare Feldkapazität [mm] (Mineralboden bis 100 cm)</i>	
5.4.1.10	frisch, eutroph		115	
<i>Basensättigungsverlauf (n. Kölling et al. 1996)</i>	<i>Kalkung (Menge/Jahr)</i>			
1	-			
Bestand				
<i>Hauptbaumart</i>	<i>Nebenbaumart(en)</i>		<i>potenziell natürliche Vegetation</i>	
Rotbuche	Bergahorn, Esche		Waldgersten-Buchenwald	
<i>Bestandesalter (2021)</i>	<i>Zuwachs (2000-2020) [m³ je ha]/Ertragsklasse</i>		<i>waldbauliche Behandlung</i>	
175	7,9/1,6		Zielstärkennutzung und Strukturdurchforstung	
sonstiges: Luftqualität an der Luftmessstelle Zierenberg (HLNUG)				

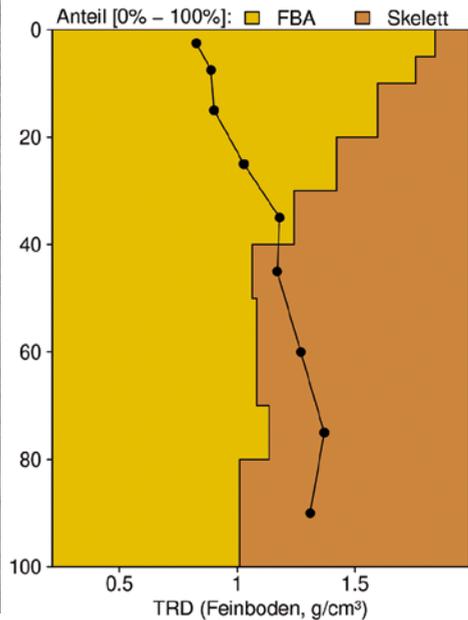
Profilbeschreibungen (nach KA5)

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [Vol%]	Textur	Humus-gehalt	Lagerungs-dichte	Carbonat-gehalt	nFK mm/ Horizont
L	-4 - 0	0	Vb	h7	Ld0	c0	7,2
Ah	0 - 14	10	Ut4	h4	Ld2	c0	31,5
B(h)v	14 - 47	20	Ut4	h3	Ld3	c0	55,4
IIS-Bv-Cv	47 - 95	50	Lt2	h1	Ld4	c0	26,4
IIICv	95 - 100	80	Lu	h0	Ld4	c0	1,3
Σ bis 100 cm nur Mineralboden							114,6
Σ bis 100 cm incl. Humusauflage							121,8

Schwender 20.10.2017



Bodenphysikalische Kenngrößen



Bodenanalytik 2017

Tiefe [cm]	BS [%]	AK [kmol _c /ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	K [kg/ha]	Corg [t/ha]	Nges [t/ha]	C/N	P [kg/ha]	S [kg/ha]	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)
L	-	-	66,9	10,3	22,7	2,2	0,04	55,4	5,3	3,3	5,91	5,40
0 - 5	90,9	93,8	1196	247	84,7	21,7	1,55	14,0	388	164	5,95	5,60
5 - 10	89,2	65,4	818	179	40,9	14,2	1,10	12,9	392	124	5,77	5,09
10 - 20	83,7	108	1219	285	60,4	17,0	1,31	13,0	701	151	5,82	5,09
20 - 30	88,3	108	1317	289	50,6	10,1	0,77	13,0	727	93,8	6,14	5,47
30 - 40	77,7	158	1807	325	60,8	5,4	0,49	11,0	753	69,0	6,70	6,04
40 - 50	85,8	130	1737	308	67,6	2,8	0,28	9,8	648	55,2	6,96	6,25
50 - 70	93,7	280	3879	757	172	3,8	0,45	8,4	1276	158	7,18	6,38
70 - 80	92,6	157	2128	417	101	1,3	0,19	7,2	844	74,9	7,35	6,44
80 - 100	94,8	290	4076	753	190	2,2	0,27	8,0	1509	129	7,34	6,43
Σ L-100cm		1390	18244	3569	851	80,6	6,44		7241	1022		

Auflage (L, Of, Oh): Königswasseraufschluss an gemahlene Proben (Ca, Mg, K, Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390
 Mineralboden: effektive Kationenaustauschkapazität oder potentielle Kationenaustauschkapazität (pH>6,2),
 ggf. kombiniert, Königswasseraufschluss an gesiebten Proben (Pges, Sges), pH nach DIN ISO 10390

BS, AK, Ca, Mg, K	sehr gering	gering	mäßig	mittel	mäßig hoch	hoch	sehr hoch
Corg, Nges	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch		
Pufferbereiche	Fe	Fe-Al	Al	Austauscher	Silikat	Carbonat	
C/N-Verhältnis	sehr weit	weit	mäßig weit	mittel	mäßig eng	eng	sehr eng

Nach Forstl. Standortaufnahme 2016, 7. Auflage

Allgemeines

Der Bestand aus Rotbuchen, Bergahorn und Esche stockt auf einem mittelgründigen, sehr skeletthaltigen, stark tonigen Schluffboden. Der Boden ist bis in 30 cm Tiefe vergleichsweise homogen. Dies zeigen die Streuungen der im Königswasseraufschluss gemessenen Elementgehalte, die mit Ausnahme von Kalium (K) kleiner als 20 % sind. Die K-Gehalte streuen mit Variationskoeffizienten bis zu 50 % wesentlich stärker. In größerer Tiefe streuen alle Elementgehalte mit Variationskoeffizienten bis zu 120 % sehr stark.

Nährelementstatus

Der Stickstoff (N)-Vorrat lag 2017 im mittleren Bereich (Forstliche Standortaufnahme 2016) bei mäßig engem C/N-Verhältnis im Oberboden und engem bis sehr engem Verhältnis in größerer Tiefe. Zwischen 1996 und 2017 haben sich die Kohlenstoff (C)- und N-Vorräte nur wenig verändert.

Die Versorgung mit Calcium (Ca), K und Magnesium (Mg) ist mit sehr hohen Vorräten an Ca und Mg und einem hohen K-Vorrat sehr gut. Im Oberboden haben die Ca- und K-Vorräte zwischen 2007 und 2017 leicht zugenommen, und der Mg-Vorrat leicht abgenommen. Im Unterboden und in der Humusaufgabe ist wegen der hohen Streuungen der Messwerte keine Tendenz festzustellen.

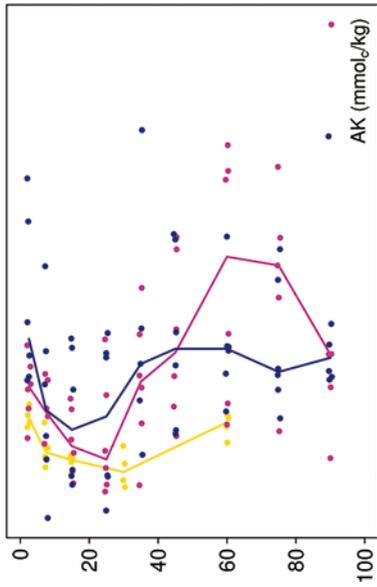
Mit einem Vorrat von 7241 kg/ha lag der Phosphor (P)-Vorrat 2017 im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Vorräte aller Flächen und ist der höchste gemessene Wert überhaupt. Bei den P-Verbindungen im Mineralboden dieser Fläche handelt es sich um besonders stabile Verbindungen, da diese mit dem Königswasseraufschluss nicht vollständig in Lösung gebracht werden können, was ein Vergleich mit den im Gesamtaufschluss gemessenen Gehalten zeigt. Die P-Verbindungen im Boden aller anderen Flächen werden mit dem Königswasseraufschluss vollständig erfasst. Zwischen 1996 und 2017 zeigt sich bei den P-Vorräten keine Tendenz.

Der Schwefel (S)-Vorrat lag 2017 mit 1022 kg/ha zwischen dem 25 %-Quartil und dem Median mit hohen Gehalten bis in 20 cm Tiefe und mittleren Gehalten in größerer Tiefe. Im Mineralboden haben die S-Vorräte zwischen 2007 und 2017 abgenommen. In der Humusaufgabe veränderten sie sich nur wenig.

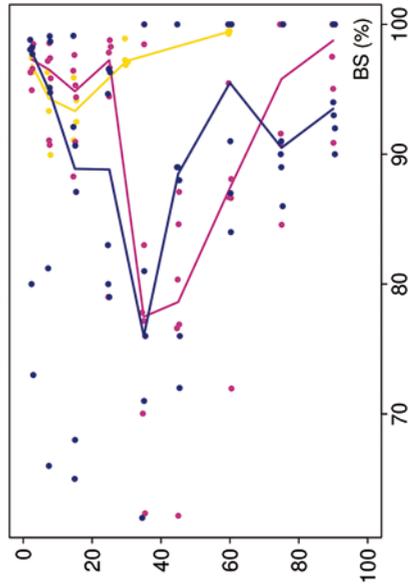
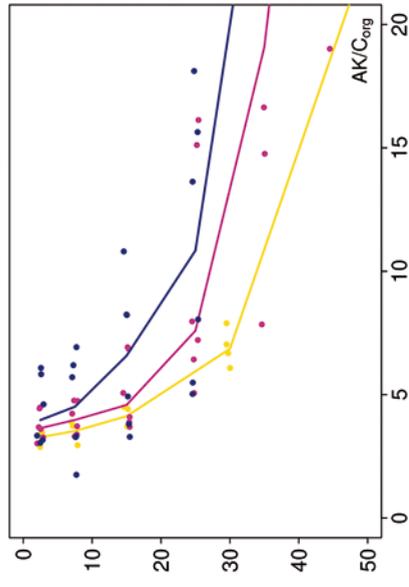
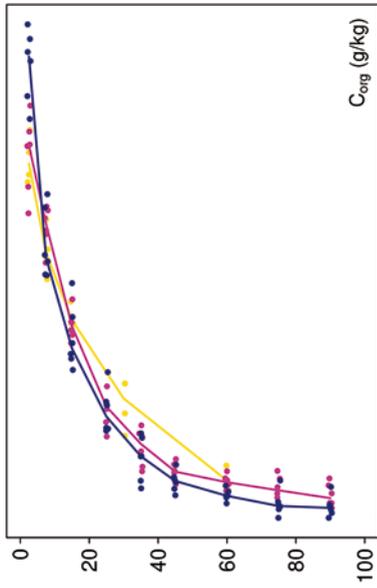
Säure-Base-Status und -Dynamik

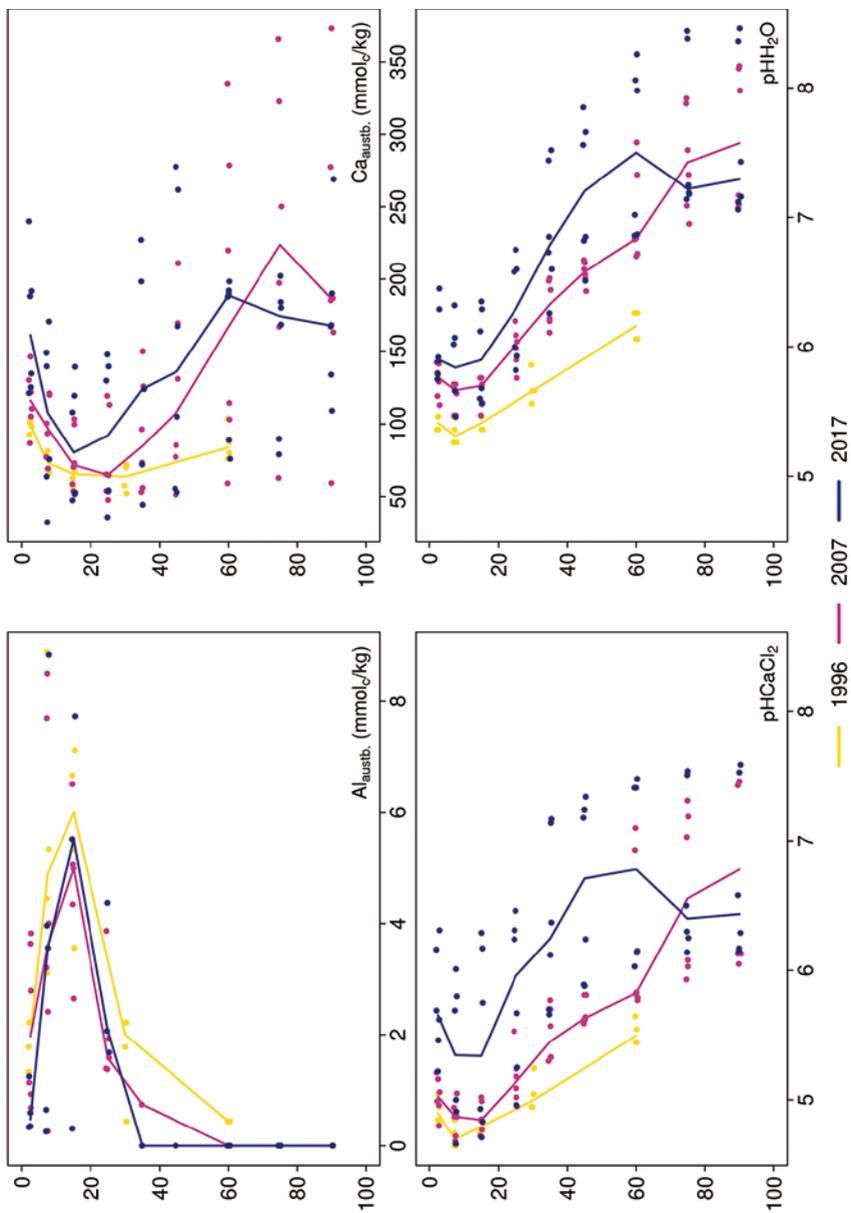
Der Boden ist anhand der pH-Werte bis in 30 cm Tiefe dem Silikat-Pufferbereich, in größerer Tiefe dem Carbonat-Pufferbereich nach Ulrich (1981) zuzuordnen. Die Basensättigung streut mit Werten zwischen 70 und 100 % im gesamten Profil stark (Typ 1 – Kölling et al. 1996). An der Basensättigung hat sich im Untersuchungszeitraum nur wenig geändert. Die pH-Werte sind bis in 70 cm Tiefe zwischen 1996 und 2017 leicht angestiegen.

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

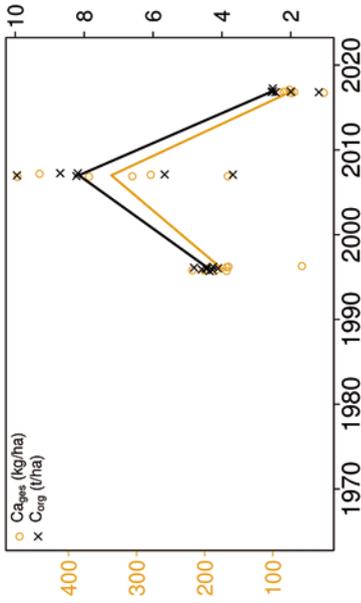


Zierenberg Buche

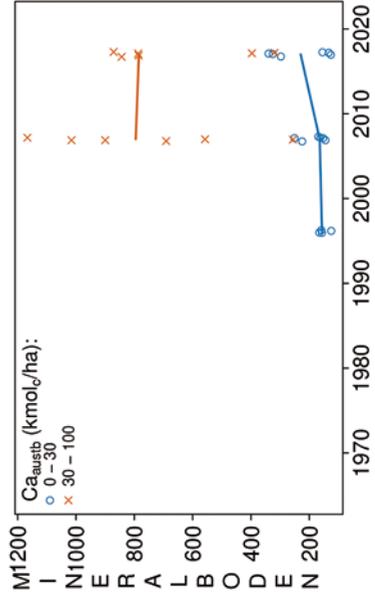
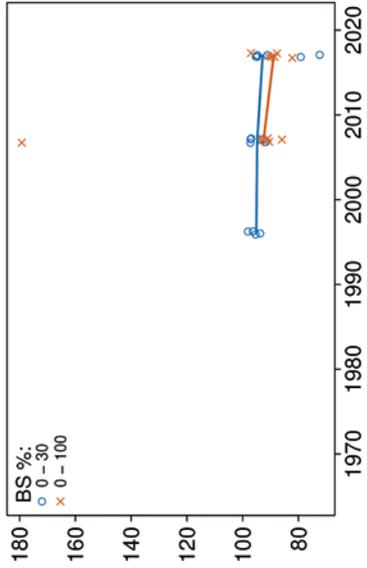
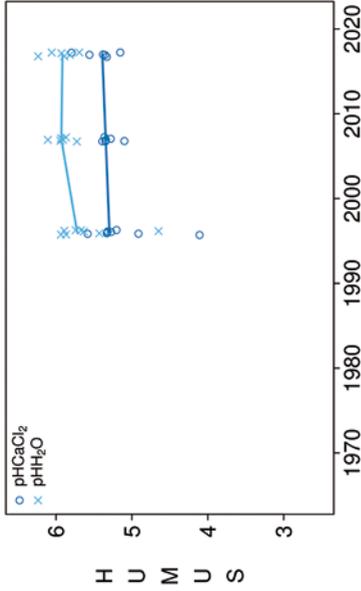




Vorrats- und pH-Änderungen



Zierenberg Buche



Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): mittlere Elementgehalte je Tiefenstufe (2017)

von cm	bis cm	Al [g/kg]	Ca [g/kg]	Fe [g/kg]	K [g/kg]	Mg [g/kg]	Mn [g/kg]	P [g/kg]	S [g/kg]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	18,38	8,61	36,51	1,77	15,72	0,79	1,08	0,46	0,342	31,43	133,13	15,77	170,24	41,24	98,63
5	10	19,24	7,50	38,54	1,60	17,21	0,80	1,01	0,32	0,297	32,82	143,36	15,17	183,85	39,63	96,19
10	20	19,55	7,37	39,40	1,45	19,50	0,80	1,00	0,21	0,214	33,91	145,60	14,46	200,78	26,98	85,03
20	30	21,96	7,95	42,55	1,70	21,14	0,83	1,03	0,13	0,123	35,72	149,01	15,52	233,40	15,59	75,48
30	40	25,58	19,64	44,35	2,37	26,32	0,83	1,11	0,10	0,088	34,34	145,20	18,13	257,85	11,03	71,99
40	50	29,06	37,80	42,79	3,40	27,90	0,78	1,15	0,10	0,069	32,15	128,84	19,84	262,31	10,19	65,40
50	70	30,33	85,62	38,47	3,88	25,89	0,66	1,03	0,13	0,049	27,38	104,78	21,10	240,43	9,86	55,36
70	80	29,20	78,14	38,85	4,22	28,65	0,67	1,20	0,11	0,047	29,62	106,52	23,13	253,95	9,33	56,26
80	100	31,82	79,36	40,61	4,54	25,91	0,67	1,28	0,11	0,046	28,43	107,01	25,19	230,29	8,55	60,51

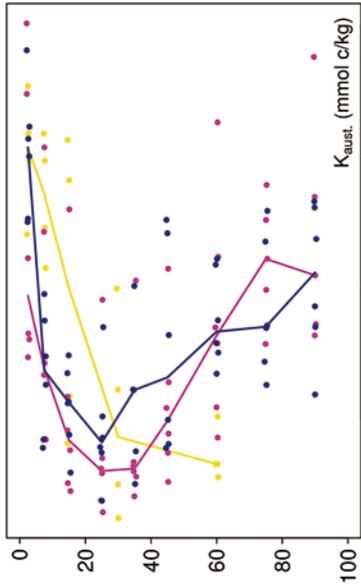
bis 25%-Quartil
 25 %-Quartil - Med.
 Med. - 75 %-Quartil
 75 %-Quartil - Max.

Königswasser-Extrakt (geseibte Proben): Variationskoeffizienten je Tiefenstufe (2017)

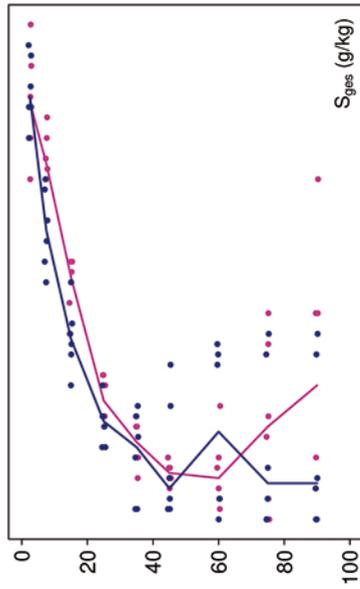
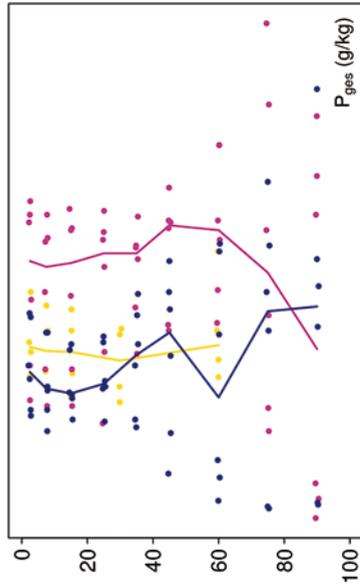
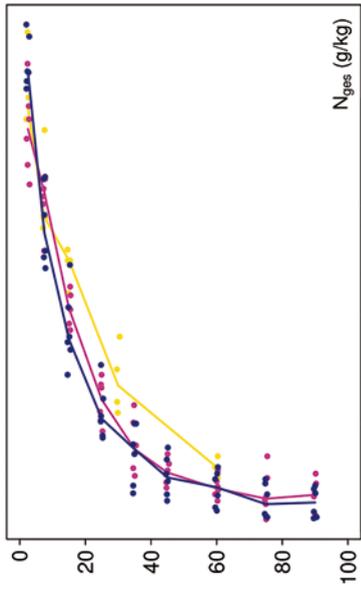
von cm	bis cm	Al [%]	Ca [%]	Fe [%]	K [%]	Mg [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cd [%]	Co [%]	Cr [%]	Cu [%]	Ni [%]	Pb [%]	Zn [%]
0	5	11	19	6	26	10	8	19	7	13	4	8	13	10	7	5
5	10	12	19	8	28	11	9	19	12	15	5	8	14	10	6	5
10	20	9	19	6	28	7	5	14	14	14	3	7	13	10	14	6
20	30	16	14	7	48	16	4	15	17	15	5	5	14	14	16	6
30	40	16	76	6	57	34	4	23	38	19	11	14	12	29	34	11
40	50	16	112	14	70	43	17	35	55	8	23	23	15	43	41	10
50	70	15	90	34	41	63	33	54	59	24	46	43	30	65	33	29
70	80	17	120	39	61	59	35	53	71	38	44	48	33	64	32	39
80	100	20	116	41	51	51	40	58	66	42	47	48	39	57	33	41

0-20%
 20-50%
 >50%

Tiefenverläufe je Inventurjahr (Tiefe in cm)

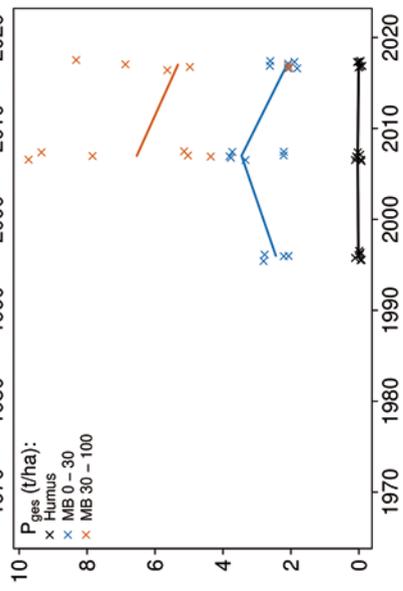
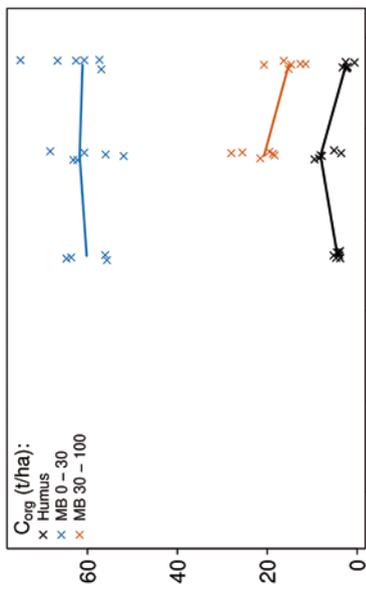


Zierenberg Buche

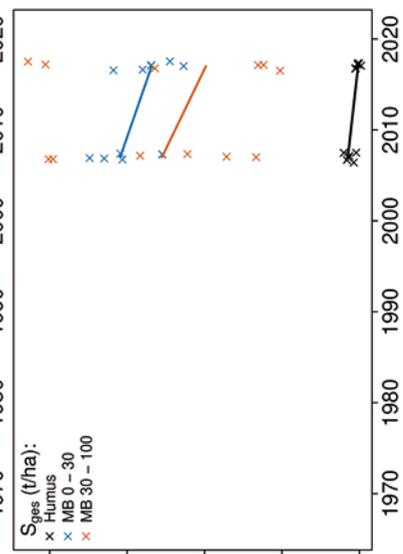
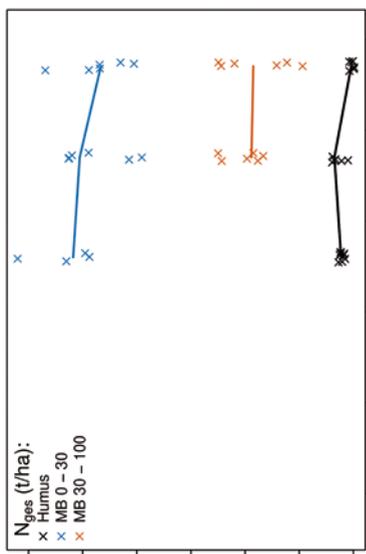


— 1996 — 2007 — 2017

Vorratsänderungen (t/ha)



Zierenberg Buche



Schwermetalle

Der Boden der Fläche ist eine Braunerde, die sich aus Basalt über Muschelkalk gebildet hat. Dieser skelettreiche Boden weist sehr hohe Schwermetall-Gehalte geogenen Ursprungs auf. Der I_{geo} zeigt für Cadmium (Cd) eine mittlere, für Blei (Pb) eine leichte und für Zink (Zn) eine sehr geringe Kontamination des Oberbodens (0-10 cm).

Die Pb- und Zn-Gehalte überschreiten zudem bis in 10 bzw. 30 cm Tiefe zudem den halben Vorsorgewert der BBodSchV. Im Unterboden wird dieser Wert von Kupfer (Cu) überschritten. Die Chrom (Cr)- und Nickel (Ni)-Gehalte liegen im ganzen Profil bis in 1 m Tiefe deutlich über dem Vorsorgewert.

Im Mineralboden überschreiten die Cr- und Ni-Gehalte sogar den kritischen Level (CL), ab dessen Überschreitung ein nicht akzeptables ökologisches Risiko für viele Arten besteht.

In der sehr gering mächtigen Humusauflage (Mull) liegen die Messwerte aller Schwermetalle, mit Ausnahme von Pb, über den Hintergrundwerten für Waldböden (Bommaré et al. 2021). Im Mineralboden werden sie für alle Schwermetalle überschritten.

Die Gehalte aller Schwermetalle, mit Ausnahme von Cd und Pb, liegen im gesamten Profil bis in 1 m Tiefe im oberen Quartil der Gehalte aller Flächen. Die Cd- und Pb-Gehalte sind bis in 20 cm Tiefe sehr hoch (oberes Quartil) und nehmen mit zunehmender Tiefe auf Werte, die unter dem Median liegen, stark ab.

In der Humusauflage liegen die Gehalte aller Schwermetalle unter dem Median.

Zwischen 2007 und 2017 haben die Cd-Vorräte im Mineralboden bis in 1 m Tiefe stark abgenommen, während sie sich für alle anderen Schwermetalle nur wenig verändert haben. In der Humusauflage zeigt sich ein indifferentes Bild.

Trotz der hohen Schwermetall-Gehalte im Mineralboden dieser Fläche kann für Cd und Pb ein Einfluss von über den Luftweg eingetragenen Schwermetallen festgestellt werden. Für diese Elemente sind die Gehalte im Oberboden höher als in größerer Tiefe. Indikatoren hierfür sind auch der I_{geo} -Wert, sowie die Überschreitung des Vorsorgewertes für Pb. Dass der atmosphärische Eintrag von Cd abgenommen hat, zeigt sich in der Abnahme des Cd-Vorrats im Mineralboden.

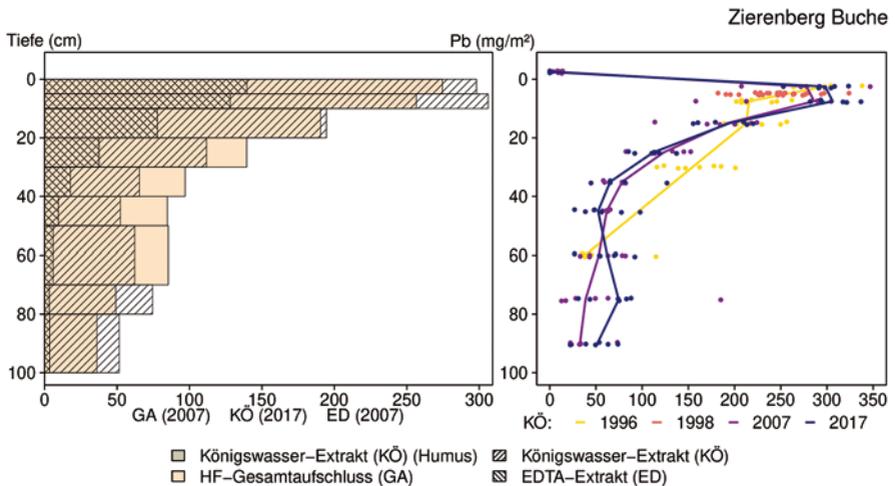
Bewertung Schwermetalle (2017)

von [cm]	bis [cm]	Cd [mg/kg]	Co [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
0	5	0,34	31,43	133,13	15,77	170,24	41,24	98,63
5	10	0,30	32,82	143,36	15,17	183,85	39,63	96,19
10	20	0,21	33,91	145,60	14,46	200,78	26,98	85,03
20	30	0,12	35,72	149,01	15,52	233,40	15,59	75,48
30	40	0,09	34,34	145,20	18,13	257,85	11,03	71,99
40	50	0,07	32,15	128,84	19,84	262,31	10,19	65,40
50	70	0,05	27,38	104,78	21,10	240,43	9,86	55,36
70	80	0,05	29,62	106,52	23,13	253,95	9,33	56,26
80	100	0,05	28,43	107,01	25,19	230,29	8,55	60,51
Vorsorgewerte								
BBodSchV (Lehm/Schluff)		1,0	-	60	40	50	70	150

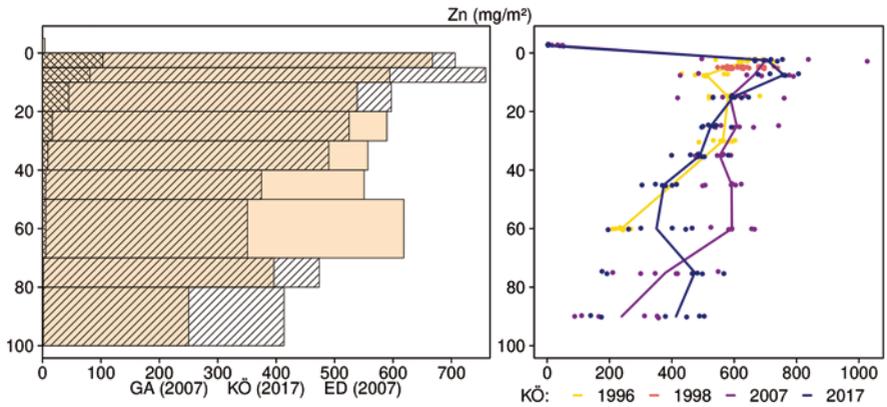
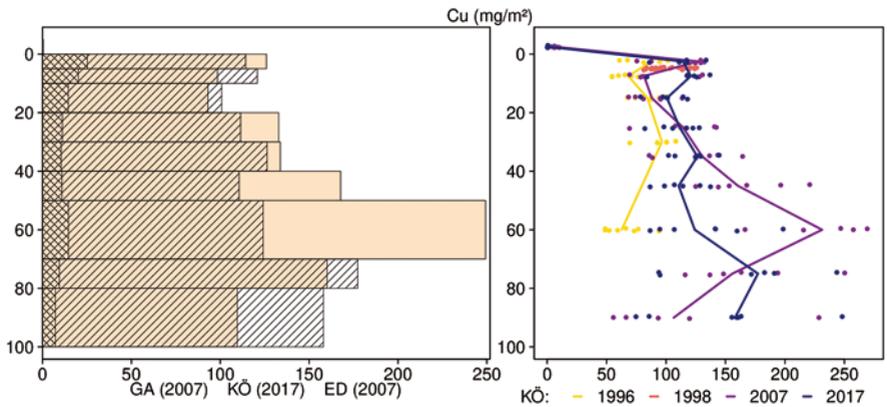
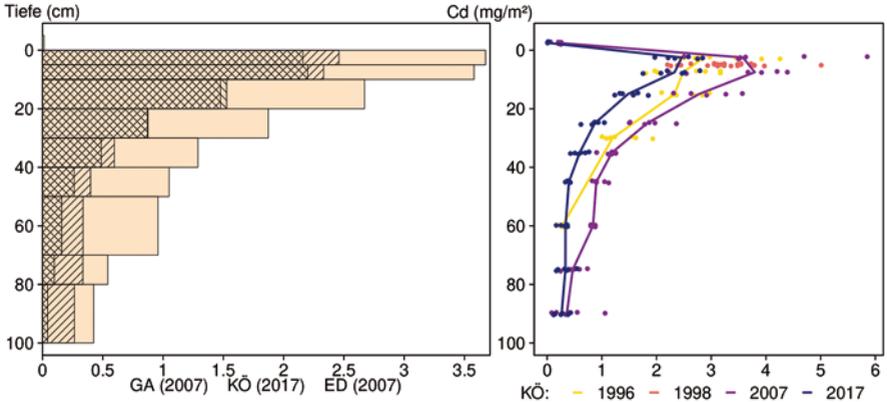
> Vorsorgewert

> 1/2 Vorsorgewert

Schwermetallvorräte

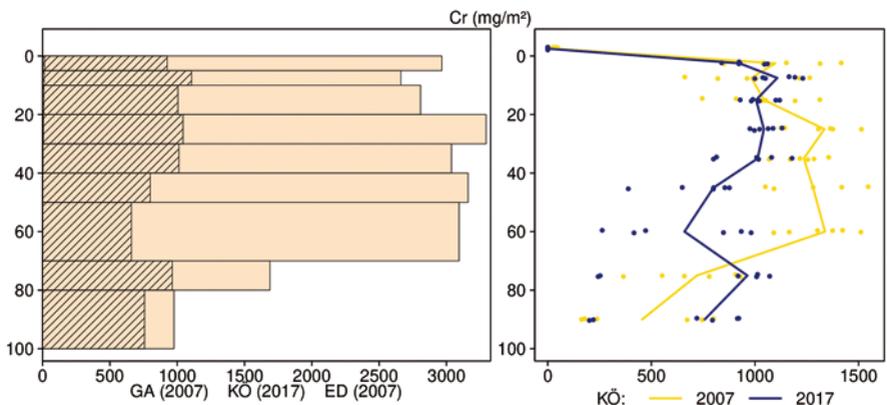
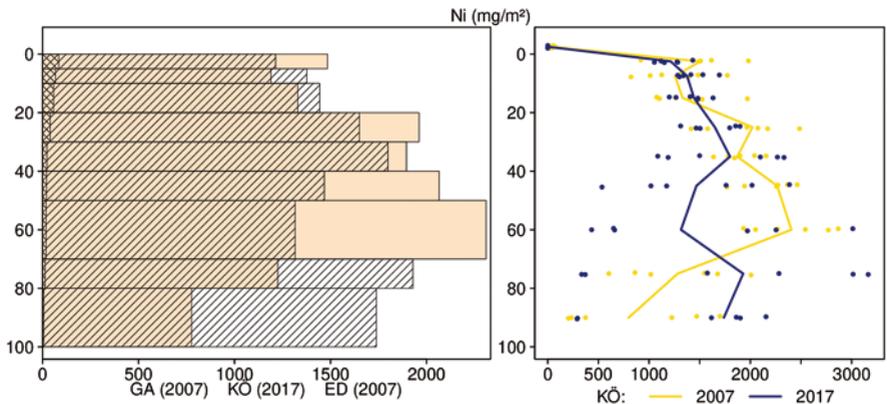
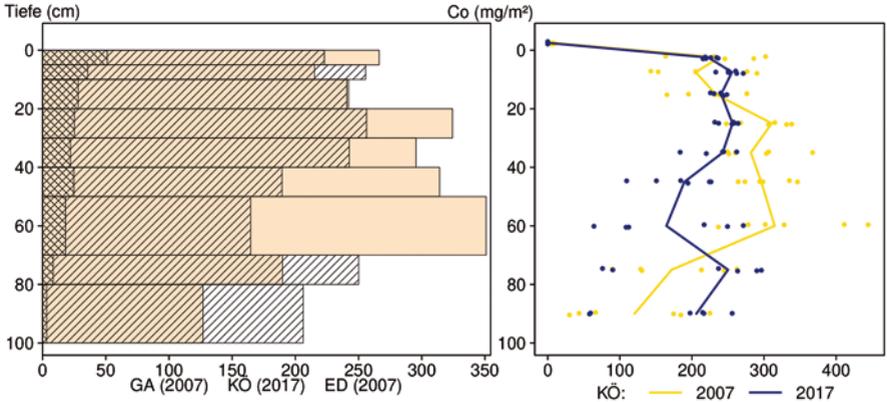


Zierenberg Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

Zierenberg Buche



- Königswasser-Extrakt (KÖ) (Humus) ▨ Königswasser-Extrakt (KÖ)
- HF-Gesamtaufschluss (GA) ▨ EDTA-Extrakt (ED)

13. Literatur

- AD-HOC-AG BODEN, BODENKUNDLICHE KARTIERANLEITUNG, 5. Aufl., 438 S., Hannover 2005: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- AHNER, J., AHRENDTS, B., ENGEL, F., HANSEN, J., HENTSCHEL, S., HURLING, R., MEESENBURG, H., MESTERMACHER, U., MEYER, P., MÖHRING, B., NAGEL, J., NAGEL, R., PAPE, B., ROHDE, M., RUMPF, H., SCHMIDT, M., SCHMIDT, M., SPELLMANN, H., SUTMÖLLER, J. (2013): Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried. Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund sich beschleunigt ändernder Wasserhaushalts- und Klimabedingungen und den Anforderungen aus dem europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000. Beitr. aus der NW-FVA 10: 398 S.
- AHRENDTS, B., DÖRING, C., JANSEN, M., MEESENBURG, H. (2008): Unterschiedliche Nutzungsszenarien und ihre Auswirkungen auf die Basensättigung im Wurzelraum - Ergebnisse von Szenarienvergleichen in Teileinzugsgebieten der Großen Bramke. Forst und Holz, 63, (12): 32-36.
- AHRENDTS, B., MEESENBURG, H., DÖRING, C., JANSEN, M. (2010): A spatio-temporal modelling approach for assessment of management effects in forest catchments. Status and Perspectives of Hydrology in Small Basins, IAHS Publ. 336: 32-37.
- AHRENDTS, B., SCHELER, B., WAGNER, M., FLECK, S., FORTMANN, H., MEESENBURG, H. (2021): Trends der Nährstoffbilanzen forstlich genutzter Intensiv-BDF in Niedersachsen. GeoBerichte, 39: 40-54.
- AHRENDTS, B., FORTMANN, H., MEESENBURG, H. (2022a): The Influence of Tree Species on the Recovery of Forest Soils from Acidification in Lower Saxony, Germany. Soil Systems 6, (2): 40.
- AHRENDTS, B., VON WILPERT, K., WEIS, W., VONDERACH, C., KÄNDLER, G., ZIRLEWAGEN, D., SUCKER, C., PUHLMANN, H. (2022B): Merits and Limitations of Element Balances as a Forest Planning Tool for Harvest Intensities and Sustainable Nutrient Management - A Case Study from Germany. Soil Systems, 6, (2): 41.
- ANDREAE, H., MAYER, R. (1989): Einfluss der Bodenversauerung auf die Mobilität von Schwermetallen im Einzugsbereich der Sösetalsperre im Harz. DVWK Mitt., 17. Jg.: 285-292.
- ANDREAE, H., EICKENSCHIEDT, N., EVERS, J., GRÜNEBERG, E., ZICHE, D., AHRENDTS, B., HÖHLE, J., NAGEL, H.-D., WELLBROCK, N. (2016): Stickstoffstatus und dessen zeitliche Veränderungen in Waldböden, In: WELLBROCK, N., BOLTE, A., FLESSA, H. (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Johann Heinrich von Thünen Institut: 135-180.
- BAATH, E. (1989): Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). Water Air Soil Pollut. 47: 335-379.
- BAIZE, D., STERCKEMAN, T. (2001): Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements. Sci. Total Environ. 264: 127-139.
- BALLA, S., FELDWISCH, N., BORKENHAGEN, J., FRIEDRICH, C. (2008): Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen-Ergebnisse eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO). UVP-Report 22: 72-80.
- BARTH, N., BRANDTNER, W., CORDSEN, E., DANN, T., et al. (2000): Boden-Dauerbeobachtung – Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., König, W., Einsele, G. (Hrsg.): Bodenschutz, Ergänzbares Loseblattsammlung, Blatt 9152, BOS 32, Lfg. XI/00, Berlin (Erich Schmid).
- BARTELT, R., BRUNOTTE, J., DAHLMANN, I., GUNREBEN, M., MOSIMANN, T., SCHÄFER, W., SEVERIN, K., THARSEN, J., THIERMANN, A. (2003): Bodenqualitätszielkonzept Niedersachsen. Teil 1: Bodenerosion und Bodenversiegelung. - Nachhaltiges Niedersachsen, 23. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLO), Hannover.
- BOMMAREZ, T., COOLS, N., DE VOS, B. (2021): Heavy metals in forest floors and topsoils of ICP Forests Level I plots. Forest Soil Coordinating Centre of ICP Forests. Report of the Research Institute for Nature and Forest 2021 (5). Research Institute for Nature and Forest, Brussels. DOI: doi.org/10.21436/inbor.29316481.
- BONTEN, L., GROENENBERG, J.E., MEESENBURG, H., DE VRIES, W. (2011): Using advanced surface complexation models for modelling soil chemistry under forests: Solling forest, Germany. Environ. Pollut., 159, (10): 2831-2839.

- BONTEN, L.T.C., REINDS, G.J., POSCH, M. (2016): A model to calculate effects of atmospheric deposition on soil acidification, eutrophication and carbon sequestration. *Environ. Model. Softw.*, 79: 75-84.
- BORKEN, W., MATZNER, E. (2004): Nitrate leaching in forest soils: an analysis of long-term monitoring sites in Germany. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 167, (3): 277-283.
- BRUMME, R., AHRENDTS, B., BLOCK, J., SCHULZ, C., MEESENBURG, H., KLINCK, U., WAGNER, M., KHANNA, P.K. (2021): Cycling and retention of nitrogen in European beech (*Fagus sylvatica* L.) ecosystems under elevated fructification frequency. *Biogeosciences*, 18, (12): 3763-3779.
- BUG J., HEUMANN, S., MÜLLER, U., WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). *GeoBerichte* 19, Hannover (LBEG): 105-112.
- COOLS, N., DE VOS, B. (2020): Part X: Sampling and Analysis of Soil. Version 2020-1. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 29 p + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>].
- DE VRIES, W., POSCH, M., OJA, T., OENE, H.V., KROS, H., WARFVINGE, P., ARP, P.A. (1995): Modelling critical loads for the Solling spruce site. *Ecol. Model.*, 83, (1/2): 283-293.
- DE WIT, H.A., ELDHUSET, T.D., MULDER, J. (2010): Dissolved Al reduces Mg uptake in Norway spruce forest: results from a long-term field manipulation experiment in Norway. *For. Ecol. Manage.*, 259: 2072–2082.
- EICHHORN, J. (Hg.) (1992): 10 Jahre Waldökosystemstudie Hessen: Ergebnisse und Perspektiven. *Forschungsberichte Hessische Forstliche Versuchsanstalt* 15: 87 S.
- EICHHORN, J., BOLTE, A., CHMARA, I., DIETRICH, H.P., FLECK, S., GEHRMANN, J., KIRCHNER, T., KÖNIG, N., MEESENBURG, H., RASPE, S., SCHMIDTKE, H., SCHÜTZE, G., STRICH, S., SUKOPP, U. (2016): Forstliches Umweltmonitoring in Deutschland: Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring. – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.). FORUMV-AG – Bund-Länder-AG zur Umsetzung der Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring: 40 S.
- ELLENBERG, H., MAYER, R., SCHAUERMAN, J. (1986): Ökosystemforschung: Ergebnisse des Sollingprojekts 1966-1986. Stuttgart, Ulmer: 507 S.
- EVERS, J., DAMMANN, I., KÖNIG, N., et al. (2019): Waldbodenzustandsbericht für Niedersachsen und Bremen – Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 19.
- FERRETTI, M. (2021): New appetite for the monitoring of European forests. *Ann. For. Sci.* 78: 1–4.
- FISCHER, H., BENS, O., HÜTTL, R. (2002): Veränderung von Humusform,-vorrat und-verteilung im Zuge von Waldumbau-Maßnahmen im Nordostdeutschen Tiefland. *Forstw. Cbl.* 121: 322–334.
- FLECK, S., COOLS, N., DE VOS, B., MEESENBURG, H., FISCHER, R. (2016): The Level II aggregated forest soil condition database links soil physicochemical and hydraulic properties with long-term observations of forest condition in Europe. *Ann. For. Sci.*: 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0571-4>.
- FLECK, S., EICKENSCHIEDT, N., AHRENDTS, B., EVERS, J., GRÜNEBERG, E., ZICHE, D., HÖHLE, J., SCHMITZ, A., WEIS, W., SCHMIDT-WALTER, P., ANDREAE, H., WELLBROCK, N. (2019): Nitrogen Status and Dynamics in German Forest Soils. In: Wellbrock, N., Bolte, A.: Status and Dynamics of Forests in Germany: Results of the National Forest Monitoring. Springer International Publishing. Cham.: 123-166.
- FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME (2016): Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. IHW-Verlag, Eching bei München: 400 S.
- FORTMANN, H., MEESENBURG, H. (2007): Organische Schadstoffe in Waldböden Niedersachsens – Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen. *GeoBerichte* 4: 91 S., 53 Abb., 29 Tab., Hannover (LBEG).
- FORTMANN, H., MEESENBURG, H. (2009): Radioaktives Cäsium in Waldböden Niedersachsens – 20 Jahre nach Tschernobyl. *Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen. GeoBerichte* 11: 56 S., 28 Abb., 5 Tab., Hannover (LBEG).
- FORTMANN, H., RADEMACHER, P., GROH, H., HÖPER, H. (2012): Stoffgehalte und -vorräte im Boden und deren Veränderungen. *GeoBerichte* 23, Hannover (LBEG): 48-69.

- FÖRSTER, A., BECKER, T., GERLACH, A., MEESENBURG, H., LEUSCHNER, C. (2017): Long-term change in understory plant communities of conventionally managed temperate deciduous forests: effects of nitrogen deposition and forest management. *J. Veg. Sci.*, 28: 747-761.
- GARNIER, S., ROSS, N., RUDIS, R., et al. (2021): Viridis – Colorblind-Friendly Color Maps for R. R package version 06 2.
- GODBOLD, DL., HÜTTERMANN, A. (1986): The uptake and toxicity of mercury and lead to spruce (*Picea abies* karst. seedlings. *Water Air Soil Pollut.* 31: 509–515.
- GUCKLAND, A., JACOB, M., FLESSA, H., ET AL. (2009): Acidity, nutrient stocks, and organic-matter content in soils of a temperate deciduous forest with different abundance of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172: 500–511.
- GROENENBERG, B. J., KROS, H., VAN DER SALM, C., DEVRIES, W. (1995): Application of the NUCSAM model to the Solling spruce site. *Ecol. Model.*, 83, (1-2): 97-107.
- GRÜNEBERG, E., ZICHE, D., WELLBROCK, N. (2014): Organic carbon stocks and sequestration rates of forest soils in Germany. *Glob. Chang. Biol.* 20:2644–2662.
- HANDBUCH FORSTLICHE ANALYTIK (2022): Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich. Gutachterausschuß Forstliche Analytik.
- HANSEN, K., VESTERDAL, L., BASTRUP-BIRK, A., BILLE-HANSEN, J. (2007): Are indicators for critical load exceedance related to forest condition?, *Water Air Soil Pollut.* 183: 293–308.
- HÖHLE, J.; BIELEFELDT, J.; DÜHNELT, P.-E.; KÖNIG, N.; ZICHE, D.; EICKENSCHIEDT, N.; GRÜNEBERG, E.; HILBRIG, L. U. WELLBROCK, N. (2018): Bodenzustandserhebung im Wald - Dokumentation und Harmonisierung der Methoden. 540. Holmberg, M., Aherne, J., Austnes, K., Beloica, J., De Marco, A., Dirnböck, T., Fornasier, M.F., Goergen, K., Futter, M., Lindroos, A.-J., Krám, P., Neiryneck, J., Nieminen, T. M., Pecka, T., Posch, T., Pröll, G., Rowe, E. C., Scheuschner, T., Schlutow, A., Valinia, S., Forsius, M.: Modelling study of soil C, N and pH response to air pollution and climate change using European LTER site observations. *Sci. Total Environ.*, 640-641, 387-399.
- HÖPER, H., MEESENBURG, H. (Hrsg.) (2012): Tagungsband 20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen. – *GeoBerichte* 23, Hannover (LBEG): 256 S.
- HÖPER, H., MEESENBURG, H. (Hrsg.) (2021): Tagungsband 30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen. – *GeoBerichte* 39, Hannover (LBEG) : 259 S.
- JÖNSSON, C., WARFVINGE, P., SVERDRUP, H. (1995): Application of the SAFE model to the Solling spruce site. *Ecol. Model.*, 83, 85-96.
- KLEEFISCH, B., KUES, J. (Koord.) (1997): Das Bodendauerbeobachtungsprogramm von Niedersachsen. Methoden und Ergebnisse. *Arb.-H. Boden* 1997/2: 3–108.
- KLINCK, U., RADEMACHER, P., SCHELER, B., WAGNER, M., FLECK, S., AHRENDTS, B., MEESENBURG, H. (2012): Ökosystembilanzen auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen. *GeoBerichte* 23, Hannover (LBEG): 163-174.
- KLINCK, U., AHRENDTS, B. (2018): Funktionen zur Abschätzung der Elementgehalte in Waldböden. *Freibg. Forstl. Forsch.*, 101: 95-112.
- KÖLLING, C., HOFFMANN, M., GULDER, H.-J. (1996): Bodenchemische Vertikalgradienten als charakteristische Zustandsgrößen von Waldökosystemen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 159: 69–77.
- KÖNIG, N., BACCINI, P., ULRICH, B. (1986): Der Einfluss der natürlichen organischen Substanzen auf die Metallverteilung zwischen Boden und Bodenlösung in einem sauren Waldboden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 149: 68–82.
- KÖNIG, N., FORTMANN, H. (1996): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungs-Methoden des Umweltsanalytik-Labors der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt und des Zentrallabor II des Forschungszentrums Waldökosysteme. *Ber. Forsch.zent. Waldökosyst.* Reihe B 46-49.
- KÖNIG, N., FORTMANN, H. (1999): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungs-Methoden des Umweltsanalytik-Labors der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt und des Zentrallabor II des Forschungszentrums Waldökosysteme. *Ber. Forsch.zent. Waldökosyst.*, Reihe B, Bd. 58-60.

- KÖNIG N., FORTMANN H., LÜTER K.-L. (2009): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden des Umweltanalytik-Labors der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ber. Forsch.zent. Waldökosyst., Reihe B, Bd. 75-78.
- KÖNIG N., FORTMANN H., LÜTER K.-L. (2012): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden des Umweltanalytik-Labors der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ber. Forsch.zent. Waldökosyst., Reihe B, Bd. 79-80.
- KÖNIG N., FORTMANN H., LÜTER K.-L. (2016): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden des Umweltanalytik-Labors der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ber. Forsch.zent. Waldökosyst., Reihe B, Bd. 81.
- KÖNIG N., FORTMANN H. (2020): Probenvorbereitungs-, Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden des Umweltanalytik-Labors der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ber. Forsch.zent. Waldökosyst., Reihe B, Bd. 84-86.
- KÖNIG, N., FORTMANN, H., KLINCK, U., SCHELER, B., WAGNER, M. (2016): Schwermetallbelastung der Wälder. In: Waldzustandsbericht 2016, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft, S. 34-39.
- KÖNIG, N., FORTMANN, H., MEESENBURG, H., SCHÖNFELDER, E. (2017): Entwicklung der Bodenversauerung auf Intensiv-Monitoringflächen in Nordwestdeutschland. In: Waldzustandsbericht 2017, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft, S. 31-35.
- LADEGAARD-PEDERSEN, P., ELBERLING, B., VESTERDAL, L. (2005): Soil carbon stocks, mineralization rates, and CO₂ effluxes under 10 tree species on contrasting soil types. *Can. J. For. Res.* 35: 1277–1284.
- LAUBHANN, D., STERBA, H., REINDS, G. J., DEVRIES, W. (2009): The impact of atmospheric deposition and climate on forest growth in European monitoring plots: An individual tree growth model. *For. Ecol. Manage.*, 258, (8): 1751-1761.
- LAVELLE, P., CHAUVEL, A., FRAGOSO, C. (1995): Faunal activity in acid soils. In: *Plant-soil interactions at low pH: principles and management*. Springer: 201–211.
- LEUSCHNER, C., WULF, M., BÄUCHLER, P., HERTEL, D. (2013): Soil C and nutrient stores under Scots pine afforestations compared to ancient beech forests in the German Pleistocene: The role of tree species and forest history. *For. Ecol. Manage.* 310: 405–415.
- LITZ, N., WILCKE, W., WILKE, B.-M. (2015): Bodengefährdende Stoffe. Bewertung – Stoffdaten – Ökotoxikologie – Sanierung. Loseblattsammlung: 82 pp. WILEY-VCH. Weinheim.
- MANDERSCHIED, B., MATZNER, E., MEIWES, K.J., XU, Y. (1995): Long-term development of element budgets in a Norway spruce (*Picea Abies* (L.) Karst.) forest of the German Solling area. *Water Air Soil Pollut.*, 79, 3-18.
- MEESENBURG, H., MEIWES, K.J., RADEMACHER, P. (1995): Long term trends in atmospheric deposition and seepage output in northwest German forest ecosystems. *Water Air Soil Pollut.* 85: 611–616.
- MEESENBURG, H., MEIWES, K.J., BARTENS, H. (1999): Veränderung der Elementvorräte im Boden von Buchen- und Fichtenökosystemen im Solling. *Ber. Freiburger Forstl. Forschung*, 7: 109-114.
- MEESENBURG, H. (2005): Lange Bramke forest research site. *Acid Rain*: 12-19.
- MEESENBURG, H., AHRENDTS, B., FLECK, S., ET AL. (2016): Long-term changes of ecosystem services at Solling, Germany: Recovery from acidification, but increasing nitrogen saturation?, *Ecol. Indic.* 65: 103–112.
- MEESENBURG, H., RIEK, W., AHRENDTS, B., EICKENSCHIEDT, N., GRÜNEBERG, E., EVERS, J., FORTMANN, H., KÖNIG, N., LAUER, A., MEIWES, K.J., NAGEL, H.-D., SCHIMMING, C., WELLBROCK, N. (2019): Soil Acidification in German Forest Soils. In: N. Wellbrock; A. Bolte (eds.): *Status and dynamics of forests in Germany*. In: Wellbrock, N., Bolte, A.: *Status and Dynamics of Forests in Germany*, *Ecol. Studies* 237: 93-121, https://doi.org/10.1007/978-3-030-15734-0_4.
- MEIWES, K.J., KHANNA, P.K., ULRICH, B. (1986): Parameters for describing soil acidification and their relevance to the stability of forest ecosystems. *For. Ecol. Manage.* 15: 161–179.
- MEIWES, K.J., MEESENBURG, H., EICHHORN, J., JACOBSEN, C., KHANNA, P.K. (2009): Changes in C and N content of soils under beech forests over a period of 35 years. In: Brumme, R., Khanna, P.K.: *Functioning and Management of European Beech Ecosystems*. *Ecological Studies*, vol 208. Springer. Berlin, Heidelberg. S. 49-63.

- MOBLEY, M.L., YANG, Y., YANAI, R.D., NELSON, K.A., BACON, A.R., HEINE, P.R., RICHTER, D. D. (2019): How to Estimate Statistically Detectable Trends in a Time Series: A Study of Soil Carbon and Nutrient Concentrations at the Calhoun LTSE. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 83, (S1): S133-S140.
- MÜLLER, F., BERGMANN, M., DANNOWSKI, R., DIPPNER, J.W., GNAUCK, A., HAASE, P., JOCHIMSEN, M.C., KASPRZAK, P., KRÖNCKE, I., KÜMMERLIN, R., KÜSTER, M., LISCHIED, G., MEESENBURG, H., MERZ, C., MILLAT, G., MÜLLER, J., PADISÁK, J., SCHIMMING, C., SCHUBERT, H., SCHULT, M., SELMECZY, G., SHATWELL, T., STOLL, S., SCHWABE, M., SOLTWEDEL, T., STRAILE, D., THEUERKAUF, M. (2016): Assessing resilience in long-term ecological data sets. *Ecol. Indic.*, 65, 10-43.
- MULLER, G. (1969): Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal* 2:108–118
- NIHLGÅRD, B. (1985): The ammonium hypothesis: an additional explanation to the forest dieback in Europe. *Ambio* 2–8
- OHNESORGE, F.K., WILHELM, M. (1991): Zinc. In: Merian E, Clarkson TW (1991) *Metals and their compounds in the environment*. Wiley-VCH, 1438 S.
- PAAR, U., EVERS, J., DAMMANN, I., et al. (2016): *Waldbodenzustandsbericht für Hessen: Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt*, 15.
- PIÑA, R.G., CERVANTES, C. (1996): Microbial interactions with aluminium. *Biometals* 9:311–316
- RADEMACHER, P., MEESENBURG, H., MÜLLER-USING, B. (2001): Nährstoffkreisläufe in einem Eichenwald-Ökosystem des nordwestdeutschen Pleistozäns. *Forstarchiv* 72, 43-54.
- REUSS, J.O., COSBY, B.J., WRIGHT, R.F. (1987): Chemical processes governing soil and water acidification. *Nature* 329:27–32
- REUSS, J. O. U. JOHNSON, D. W. Effect of soil processes on the acidification of water by acid deposition. *J. Environ. Qual.*; (United States), 14:1, 26-31. REUSS, J. O. U. JOHNSON, D. W. (1986): Acid deposition and the acidification of soils and waters. *Ecol. Studies*, 59. Springer. New York. 120 S. ROHMANN, U., SONTHEIMER, H. (1985): Nitrat im Grundwasser. Ursachen- Bedeutung- Lösungswege: 468 pp. DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe.
- SCHEEL, T., DÖRFLER, C., KALBITZ, K. (2007): Precipitation of dissolved organic matter by aluminum stabilizes carbon in acidic forest soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:64–74
- SCHLESINGER, W.H., BERNHARDT, E.S. (2013): Biogeochemistry: an analysis of global change. Academic press, <https://doi.org/10.1016/C2010-0-66291-2>
- TARRAH, J., MEIWES, K.J., MEESENBURG H. (2000): Normative calculation of minerals in North German loess soils using the modified CIPW norm. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 163, 307-312.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 144:289–305
- ULRICH, B. (1986a): Die Rolle der Bodenversauerung beim Waldsterben: langfristige Konsequenzen und forstliche Möglichkeiten. *Forstwiss. Cent.bl.* 105:421–435
- ULRICH, B. (1986b): Natural and anthropogenic components of soil acidification. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 149:702–717
- ULRICH, B. (1987): Stability, elasticity, and resilience of terrestrial ecosystems with respect to matter balance. In: *Potentials and limitations of ecosystem analysis*. Springer, S. 11–49
- ULRICH, B. (1994): Nutrient and acid/base budget of central European forest ecosystems. – In: HÜTTERMANN A. und GODBOLD D. L. (Hrsg.): *Effects of acid rain on forest processes. Acid Rain on Forest Processes*, New York (Wiley): 1–50.
- ULRICH, B. (1995): The history and possible causes of forest decline in central Europe, with particular attention to the German situation. *Environ. Rev.* 3:262–276
- UNECE ICP FORESTS PROGRAMME CO-ORDINATING CENTRE (ED.) (2022): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, [<http://www.icp-forests.net/page/icp-forests-manual>]

- UTERMANN, J., AYDIN, C.T., EICKENSCHIEDT, N., GEHRMANN, J., KÖNIG, N., SCHELER, B., STANGE, F., WELLBROCK, N. (2016): Vorräte und Gehalte von Schwermetallen in Waldböden, In: WELLBROCK, N., BOLTE, A., FLESSA, H. (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Johann Heinrich von Thünen Institut, 210-244
- UTERMANN, J.; AYDIN, C. T.; BISCHOFF, N.; BÖTTCHER, J.; EICKENSCHIEDT, N.; GEHRMANN, J.; KÖNIG, N.; SCHELER, B.; STANGE, F. U. WELLBROCK, N. (2019): Heavy Metal Stocks and Concentrations in Forest Soils. In: Wellbrock, Nicole u. Bolte, Andreas: Status and Dynamics of Forests in Germany : Results of the National Forest Monitoring. Springer International Publishing. Cham. S. 199-229. VEERHOF, M., BRÜMMER, G.W. (1992): Silicatverwitterung und -zerstörung in Waldböden als Folge von Versauerungsprozessen und deren ökologische Konsequenzen. *Natur- und Landschaftskunde* 28:25–32
- VEERHOFF, M., BRÜMMER, G.W. (1993): Bildung schlechtkristalliner bis amorpher Verwitterungsprodukte in stark bis extrem versauerten Waldböden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 156:11–17
- VESTERDAL, L., SCHMIDT, I.K., CALLESEN, I., ET AL. (2008): Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *For. Ecol. Manage.* 255:35–48
- VON WILPERT, K., HARTMANN, P., PUHLMANN, H., SCHMIDT-WALTER, P., MEESENBURG, H., MÜLLER, J., EVERS, J. (2016): Bodenwasserhaushalt und Trockenstress. In: Wellbrock, N., Bolte, A., Flessa, H.: Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland. Thünen Report, S. 343-386.
- WALTHERT, L., ZIMMERMANN, S., BLASER, P., ET AL. (2004): Waldböden der Schweiz. Band 1. Grundlagen und Region Jura. (Forest soils of Switzerland. Vol. 1. Basics and the Jura Region)
- WELLBROCK, N., BOLTE, A., FLESSA, H. (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland: Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Thünen Report, 43, 558.
- WESSELINK, L.G., MEIWES, K.J., MATZNER, E., STEIN, A. (1995): Long-term changes in water and soil chemistry in spruce and beech forests, Solling, Germany. *Environ. Sci. Technol.* 29:51–58
- WICKHAM, H. (2011): The split-apply-combine strategy for data analysis. *Journal of statistical software* 40:1–29
- WILKE, B.M., HUND-RINKE, K., PIEPER, S., RÖMBKE, J. (2003): Entwicklung ökotoxikologischer Orientierungswerte für Böden. Abschlussbericht (Förderkennzeichen: UFOPLAN 299 71 207) Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Germany
- WOLFF, B., RIEK, W. (1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996: Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987-1993 (BZE). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), 144 S.

14. Anhang – Methodendokumentation

In den folgenden Tabellen sind alle verwendeten Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden mit ihren Kürzeln dokumentiert. Alle Methoden ab 1990 sind bei König, N. u. Fortmann, H. 1996a-d, 1999a-c, 2012a+b, 2016, 2020a-c, und König, N. et al. 2009a-d, ausführlich beschrieben. In diesen Methodenbänden findet man die Untersuchungs- oder Elementbestimmungsmethoden nach den Kürzeln alphabetisch geordnet. Da die Methoden etappenweise veröffentlicht wurden, helfen zum Auffinden der Methodenbeschreibungen die Übersichtstabellen zu Beginn jedes Bandes, in denen alle Methoden mit ihrem Geltungszeitraum aufgeführt sind. Mit dem Geltungszeitraumbeginn kann man den Band ermitteln, in dem die Methode beschrieben ist. Der Geltungszeitraum ist im Titel jedes Bandes enthalten.

Methodenbeschreibungen aus dem Zeitraum vor 1990 liegen nicht veröffentlicht vor. Für diese Methoden wurden Kürzel erstellt, die sich ebenfalls in den Tabellen befinden. In den beiden nachfolgenden Tabellen sind diese Methoden kurz beschrieben.

Für jede Methode gibt es eine Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden-Tabelle und eine Tabelle mit den sogenannten HFA-Codes. Diese wurden aus dem Teil E des Handbuchs Forstliche Analytik (6. Ergänzung, 2022) abgeleitet.

Die Methoden-Tabellen sind in der Regel so aufgebaut, dass in der ersten Spalte das Analysenjahr, in der zweiten Spalte das Untersuchungsmethodenkürzel und in den folgenden Spalten die dazugehörigen Elementbestimmungsmethodenkürzel aufgelistet sind. In den HFA-Code-Tabellen sind in der Regel ebenfalls in der ersten Spalte das Analysenjahr verzeichnet, in der zweiten Spalte der HFA-Code der Untersuchungsmethode und in den folgenden Spalten die dazugehörigen HFA-Codes der Elementbestimmungsmethoden.

Tabelle 1: Liste der Untersuchungsmethoden vor 1990

Untersuchungs- methode	Untersuchungs- methodenkürzel	Methodenbeschreibung
Humusvorrat	HV.60	Humusvorrat der bei 60 °C getrockneten Probe
Elementaranalyse	OA.KJELDAHL	offener Aufschluss nach dem Kjeldahl-Verfahren
Königswasser- Extrakt	OAKW.X	Königswasser-Extrakt, Details unbekannt
Aufschluss	TVA	Trockenveraschung und anschließende Aufnahme in verdünnter HCl
potentielle Aus- tauschkapazität	AKT.X	potentielle Austauschkapazität, Details unbekannt

Tabelle 2: Liste der Elementbestimmungsmethoden vor 1990

Elementbestimmungs- methodenkürzel	Methodenbeschreibung
AlAlgesAAS.FL	Al-Messung mit Flammen-AAS
AlAlgesCFC.ALUMINON	Fotometrische Al-Messung mit dem Continuous-Flow-Verfahren; Farbreaktion mit Aluminon
AlAlgesICP.X	Al-Messung mit ICP
AlAlPHOTOM.ALUMINON	Fotometrische Al-Messung; Farbreaktion mit Aluminon
BaBaFaellung.SO4	Ba-Messung durch Ausfällung von BaSO ₄ mit Schwefelsäure; Gravimetrie
CaCagesAAS.FL	Ca-Messung mit Flammen-AAS
CaCagesICP.X	Ca-Messung mit ICP
CaCagesX.X	Ca-Messung; Verfahren unbekannt
CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	C-Bestimmung mit dem Woesthoff-Verfahren; konduktometrische Bestimmung
CdCdgesICP.X	Cd-Messung mit ICP
CuCuGesICP.X	Cu-Messung mit ICP
FeFeAAS.FL	Fe-Messung mit Flammen-AAS
FeFegesICP.X	Fe-Messung mit ICP
FeFePHOTOM.THIOCYANAT	Fotometrische Fe-Bestimmung; Farbreaktion mit Thiocyanat
HH+PHM.HAND	pH-Messung mit Glaselektrode, nicht näher spezifiziert
HH+PHM.X	pH-Messung; Verfahren unbekannt
KKgesAAS.FL	K-Messung mit Flammen-AAS
KKgesICP.X	K-Messung mit ICP
KKgesPHOTOM.FL	K-Bestimmung mit Flammenfotometrie
KKgesX.X	K-Messung; Verfahren unbekannt
MgMggesAAS.FL	Mg-Messung mit Flammen-AAS
MgMggesICP.X	Mg-Messung mit ICP
MgMggesX.X	Mg-Messung; Verfahren unbekannt
MnMngesAAS.FL	Mn-Messung mit Flammen-AAS
MnMngesICP.X	Mn-Messung mit ICP
MnMngesX.X	Mn-Messung; Verfahren unbekannt
NaNagesAAS.FL	Na-Messung mit Flammen-AAS
NaNagesPHOTOM.FL	Na-Bestimmung mit Flammenfotometrie
NaNagesX.X	Na-Messung; Verfahren unbekannt
NNH4CFC.BERTHELOT	Fotometrische NH ₄ -Messung mit dem Continuous-Flow-Verfahren; Berthelot-Farbreaktion
NNH4PHOTOM.X	Fotometrische NH ₄ -Bestimmung; Verfahren unbekannt
PbPbgesICP.X	Pb-Messung mit ICP
PPgesICP.X	P-Messung mit ICP
PPO4CFC.MOLYBBLAU	Fotometrische PO ₄ -Messung mit dem Continuous-Flow-Verfahren; Farbreaktion mit Molybdänblau
PPO4PHOTOM.MOLYBBLAU	Fotometrische PO ₄ -Messung; Farbreaktion mit Molybdänblau
ZnZngesICP.X	Zn-Messung mit ICP

Humus

Humusvorrat		
Jahr	Unters.methode	HFA-Code
1966	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1968	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1973	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1974	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1975	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1976	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1979	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1981	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1982	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1983	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1984	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1985	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1986	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1987	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1988	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1989	HV.60	C3;114;-1;-3;-3;
1990	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1991	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1992	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1993	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1994	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1995	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1996	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1997	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1998	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
1999	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2000	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2001	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2002	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2003	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2004	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2005	HV1.1	C3;114;-1;-3;-3;
2006	HV3.1	C3;114;-1;-3;-3;
2007	HV3.1	C3;114;-1;-3;-3;
2008	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2009	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2010	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2011	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2012	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2013	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2014	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2015	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2016	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2017	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2018	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2019	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;
2020	HV4.1	C3;116;-1;-3;-3;

Humus

pH-Wert NWFVA						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
1966	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1968	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1975	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1979	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1983	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1984	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1986	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1987	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1988	pHCaCl22.1	HH+PHM.HAND				
1990	pHCaCl22.1	HH+PHM1.1	pHH202.1	HH+PHM1.1	pHKCl2.1	HH+PHM1.1
1991	pHCaCl22.1	HH+PHM1.1	pHH202.1	HH+PHM1.1	pHKCl2.1	HH+PHM1.1
1992	pHCaCl22.1	HH+PHM1.1	pHH202.1	HH+PHM1.1	pHKCl2.1	HH+PHM1.1
1993	pHCaCl22.1	HH+PHM1.1	pHH202.1	HH+PHM1.1	pHKCl2.1	HH+PHM1.1
1994	pHCaCl22.1	HH+PHM1.1	pHH202.1	HH+PHM1.1	pHKCl2.1	HH+PHM1.1
1995	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
1996	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
1997	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
1998	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
1999	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
2000	pHCaCl22.2	HH+PHM1.1	pHH202.2	HH+PHM1.1	pHKCl2.2	HH+PHM1.1
2001	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2002	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2003	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2004	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2005	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2006	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2007	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH205.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1

Humus

pH-Wert NWFVA (HFA-Code)						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
1966	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1968	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1975	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1979	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1983	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1984	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1986	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1987	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1988	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1990	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1991	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1992	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1993	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1994	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1995	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1996	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1997	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1998	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1999	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2000	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2001	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2002	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2003	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2004	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2005	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2006	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2007	C1;5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;

Humus

pH-Wert DIN ISO						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
2005	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2006	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2007	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2008	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2009	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2010	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2011	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2012	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2013	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2014	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2015	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2016	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2017	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2018	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2019	pHCaCl26.1	HH+PHM10.1	pHH2O6.1	HH+PHM10.1	pHKCl6.1	HH+PHM10.1
2020	pHCaCl26.1	HH+PHM10.1	pHH2O6.1	HH+PHM10.1	pHKCl6.1	HH+PHM10.1

Humus

pH-Wert DIN ISO (HFA-Code)						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
2005	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2006	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2007	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2008	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2009	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2010	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2011	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2012	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2013	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2014	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2015	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2016	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2017	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2018	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2019	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2020	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;

Humus

Elementaranalyse			
Jahr	Unters.methode	Cges	Nges
1966	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4PHOTOM.X
1968	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4PHOTOM.X
1973	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1974	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1975	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1976	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1979	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1981	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1982	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1983	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1984	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1985	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1986	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1987	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1988	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1989	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1990	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1991	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1992	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1993	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1994	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1995	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1998	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
1999	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2000	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2001	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2002	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2003	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2004	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2005	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2006	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2007	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2008	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2009	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2010	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2011	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2012	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2013	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2014	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2015	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2016	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2017	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2018	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2019	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2020	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2

Humus

Elementaranalyse (HFA-Code)			
Jahr	Unters.methode	Cges	Nges
1966	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;
1968	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;
1973	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1974	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1975	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1976	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1979	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1981	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1982	C1;304;10;4;2/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1983	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1984	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1985	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1986	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1987	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1988	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1989	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1990	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1991	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1992	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1993	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1994	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1995	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1998	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
1999	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2000	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2001	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2002	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2003	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2004	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;-1;-1;
2005	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2006	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2007	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2008	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2009	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2010	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2011	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2012	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2013	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2014	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2015	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2016	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2017	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2018	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2019	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2020	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;

Humus

Königswasser-Extrakt (Hauptelemente)										
Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1986	OAKWX	AlAlgesCPX	CaCagesCPX	FeFegesCPX	KKgesCPX	MgMggesCPX	MnMngesCPX		PPgesCPX	
1995	OAKWX	AlAlgesCPX	CaCagesCPX	FeFegesCPX	KKgesCPX	MgMggesCPX	MnMngesCPX		PPgesCPX	
1996	OAKWX	AlAlgesCPX	CaCagesCPX	FeFegesCPX	KKgesCPX	MgMggesCPX	MnMngesCPX		PPgesCPX	
1999	OAKWX	AlAlgesCPX	CaCagesCPX	FeFegesCPX	KKgesCPX	MgMggesCPX	MnMngesCPX		PPgesCPX	
2003	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2004	OAKW1	AlAlgesCP8.1	CaCagesCP8.1	FeFegesCP8.1	KKgesCP8.1	MgMggesCP8.1	MnMngesCP8.1	NaNagesCP8.1	PPgesCP8.1	SSgesCP11.1
2006	OAKW1	AlAlgesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFegesCP16.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PPgesCP16.1	SSgesCP16.1
2007	OAKW1	AlAlgesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFegesCP16.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PPgesCP16.1	SSgesCP16.1
2008	OAKW1	AlAlgesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFegesCP16.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PPgesCP16.1	SSgesCP16.1
2009	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2010	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2011	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2012	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2013	OAKW1	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2014	OAKW2	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2015	OAKW2	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2016	OAKW2	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2017	OAKW2	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2018	OAKW2	AlAlgesCP19.1	CaCagesCP19.1	FeFegesCP19.1	KKgesCP19.1	MgMggesCP19.1	MnMngesCP19.1	NaNagesCP19.1	PPgesCP19.1	SSgesCP19.1
2019	OAKW2	AlAlgesCP19.2	CaCagesCP19.2	FeFegesCP19.2	KKgesCP19.2	MgMggesCP19.2	MnMngesCP19.2	NaNagesCP19.2	PPgesCP19.2	SSgesCP19.2
2020	OAKW2	AlAlgesCP19.2	CaCagesCP19.2	FeFegesCP19.2	KKgesCP19.2	MgMggesCP19.2	MnMngesCP19.2	NaNagesCP19.2	PPgesCP19.2	SSgesCP19.2

Humus

Königswasser-Extrakt (Schwermetalle)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1986	OAKW.X	CdCdges/CP.X			CuCuiges/CP.X		PbPbges/CP.X	ZnZnges/CP.X		
1995	OAKW.X	CdCdges/CP.X			CuCuiges/CP.X		PbPbges/CP.X	ZnZnges/CP.X		
1996	OAKW.X	CdCdges/CP.X			CuCuiges/CP.X		PbPbges/CP.X	ZnZnges/CP.X		
1999	OAKW.X	CdCdges/CP.X			CuCuiges/CP.X		PbPbges/CP.X	ZnZnges/CP.X		
2003	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2004	OAKW1.1	CdCdges/CP3.2	CoCoges/CP3.2	CrCrges/CP3.1	CuCuiges/CP3.2	NiNiges/CP3.2	PbPbges/CP3.2	ZnZnges/CP3.2		
2006	OAKW1.1	CdCdges/CP16.1	CoCoges/CP16.1	CrCrges/CP16.1	CuCuiges/CP16.1	NiNiges/CP16.1	PbPbges/CP16.1	ZnZnges/CP16.1		
2007	OAKW1.1	CdCdges/CP16.1	CoCoges/CP16.1	CrCrges/CP16.1	CuCuiges/CP16.1	NiNiges/CP16.1	PbPbges/CP16.1	ZnZnges/CP16.1		
2008	OAKW1.1	CdCdges/CP16.1	CoCoges/CP16.1	CrCrges/CP16.1	CuCuiges/CP16.1	NiNiges/CP16.1	PbPbges/CP16.1	ZnZnges/CP16.1		
2009	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2010	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2011	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2012	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2013	OAKW1.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2014	OAKW2.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2015	OAKW2.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2016	OAKW2.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2017	OAKW2.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2018	OAKW2.1	CdCdges/CP19.1	CoCoges/CP19.1	CrCrges/CP19.1	CuCuiges/CP19.1	NiNiges/CP19.1	PbPbges/CP19.1	ZnZnges/CP19.1		
2019	OAKW2.1	CdCdges/CPMS1.1	CoCoges/CPMS1.1	CrCrges/CPMS1.1	CuCuiges/CPMS1.1	NiNiges/CPMS1.1	PbPbges/CPMS1.1	ZnZnges/CPMS1.1		
2020	OAKW2.1	CdCdges/CPMS1.1	CoCoges/CPMS1.1	CrCrges/CPMS1.1	CuCuiges/CPMS1.1	NiNiges/CPMS1.1	PbPbges/CPMS1.1	ZnZnges/CPMS1.1		

Humus

Druckaufschluss mit Salpetersäure (Hauptelemente)

Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1966	TVA	AlPHOTOM.ALUMINON	CaCagesXX	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesXX	MgMggesXX	MnMngesXX	NaNagesXX	PPO4PHOTOM.MOLYBBLAU	
1968	TVA	AlPHOTOM.ALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4PHOTOM.MOLYBBLAU	
1973	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1974	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1975	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1976	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1979	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1981	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1982	TVA	AlAglesCFCALUMINON	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1983	TVA	AlAglesAAS.FL	CaCagesAAS.FL	FeFePHOTOM.THIOCYANAT	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1984	TVA	AlAglesAAS.FL	CaCagesAAS.FL	FeFeAAS.FL	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1985	DANI.1	AlAglesAAS.FL	CaCagesAAS.FL	FeFeAAS.FL	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1986	DANI.1	AlAglesAAS.FL	CaCagesAAS.FL	FeFeAAS.FL	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1987	DANI.1	AlAglesAAS.FL	CaCagesAAS.FL	FeFeAAS.FL	KKgesAAS.FL	MgMggesAAS.FL	MnMngesAAS.FL	NaNagesAAS.FL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1988	DANI.1	AlAglesAAS1.1	CaCagesAAS1.1	FeFeAAS1.1	KKgesAAS1.1	MgMggesAAS1.1	MnMngesAAS1.1	NaNagesAAS1.1	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1989	DANI.1	AlAglesAAS1.1	CaCagesAAS1.1	FeFeAAS1.1	KKgesAAS1.1	MgMggesAAS1.1	MnMngesAAS1.1	NaNagesAAS1.1	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1990	DANI.1	AlAglesCP1.2	CaCagesCP1.2	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.2	MgMggesCP1.2	MnMngesCP1.2	NaNagesCP1.2	PBggesCP1.2	SSgesCP1.2
1991	DANI.1	AlAglesCP1.2	CaCagesCP1.2	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.2	MgMggesCP1.2	MnMngesCP1.2	NaNagesCP1.2	PBggesCP1.2	SSgesCP1.2
1992	DAN2.1	AlAglesCP1.1	CaCagesCP1.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.1	MgMggesCP1.1	MnMngesCP1.1	NaNagesCP1.1	PBggesCP1.1	SSgesCP1.1
1993	DAN2.1	AlAglesCP1.2	CaCagesCP1.2	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.2	MgMggesCP1.2	MnMngesCP1.2	NaNagesCP1.2	PBggesCP1.2	SSgesCP1.2
1994	DAN2.1	AlAglesCP1.2	CaCagesCP1.2	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.2	MgMggesCP1.2	MnMngesCP1.2	NaNagesCP1.2	PBggesCP1.2	SSgesCP1.2
1995	DAN2.1	AlAglesCP1.2	CaCagesCP1.2	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.2	MgMggesCP1.2	MnMngesCP1.2	NaNagesCP1.2	PBggesCP1.2	SSgesCP1.2
1998	DAN2.2	AlAglesCP2.1	CaCagesCP2.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP2.1	MgMggesCP2.1	MnMngesCP2.1	NaNagesCP2.1	PBggesCP2.1	SSgesCP2.1
1999	DAN2.2	AlAglesCP1.3	CaCagesCP1.3	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.3	MgMggesCP1.3	MnMngesCP1.3	NaNagesCP1.3	PBggesCP1.3	SSgesCP1.3
2000	DAN2.2	AlAglesCP1.3	CaCagesCP1.3	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.3	MgMggesCP1.3	MnMngesCP1.3	NaNagesCP1.3	PBggesCP1.3	SSgesCP1.3
2001	DAN2.2	AlAglesCP1.3	CaCagesCP1.3	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.3	MgMggesCP1.3	MnMngesCP1.3	NaNagesCP1.3	PBggesCP1.3	SSgesCP1.3
2002	DAN2.2	AlAglesCP1.3	CaCagesCP1.3	FeFeAAS1.1	KKgesCP1.3	MgMggesCP1.3	MnMngesCP1.3	NaNagesCP1.3	PBggesCP1.3	SSgesCP1.3
2003	DAN2.2	AlAglesCP8.1	CaCagesCP8.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP8.1	MgMggesCP8.1	MnMngesCP8.1	NaNagesCP8.1	PBggesCP8.1	SSgesCP8.2
2004	DAN2.2	AlAglesCP8.1	CaCagesCP8.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP8.1	MgMggesCP8.1	MnMngesCP8.1	NaNagesCP8.1	PBggesCP8.1	SSgesCP1.1
2005	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1
2006	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1
2007	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1
2008	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1
2009	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1
2010	DAN2.2	AlAglesCP16.1	CaCagesCP16.1	FeFeAAS1.1	KKgesCP16.1	MgMggesCP16.1	MnMngesCP16.1	NaNagesCP16.1	PBggesCP16.1	SSgesCP16.1

Humus

Druckaufschluss mit Salpetersäure (Schwermetalle)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1992	DAN2.1	CdCdgesAAS3.1	CoCogesAAS3.1	CrCrigesAAS3.1	CuCuigesAAS4.1	NiNiigesAAS3.1	PbPbogesAAS3.1	ZnZngesCP1.1		
1993	DAN2.1	CdCdgesAAS3.1	CoCogesAAS3.1	CrCrigesAAS3.1	CuCuigesAAS4.1	NiNiigesAAS4.1	PbPbogesAAS3.1	ZnZngesCP1.2		
1994	DAN2.1	CdCdgesAAS4.1	CoCogesAAS4.1	CrCrigesAAS4.1	CuCuigesAAS5.1	NiNiigesAAS4.1	PbPbogesAAS4.1	ZnZngesCP1.2		
1995	DAN2.1	CdCdgesAAS4.1	CoCogesAAS4.1	CrCrigesAAS4.1	CuCuigesAAS5.1	NiNiigesAAS4.1	PbPbogesAAS4.1	ZnZngesCP1.2		
1998	DAN2.2	CdCdgestCP2.1	CoCogestCP3.1	CrCrigestCP2.1	CuCuigestCP2.1	NiNiigestCP2.1	PbPbigestCP2.1	ZnZngestCP2.1		
1999	DAN2.2	CdCdgestCP3.1	CoCogestCP3.1	CrCrigestCP3.1	CuCuigestCP3.1	NiNiigestCP3.1	PbPbigestCP3.1	ZnZngestCP3.1		
2000	DAN2.2	CdCdgestCP3.1	CoCogestCP3.1	CrCrigestCP3.1	CuCuigestCP3.1	NiNiigestCP3.1	PbPbigestCP3.1	ZnZngestCP3.1		
2001	DAN2.2	CdCdgestCP3.2	CoCogestCP3.2	CrCrigestCP3.2	CuCuigestCP3.2	NiNiigestCP3.2	PbPbigestCP3.2	ZnZngestCP3.2		
2002	DAN2.2	CdCdgestCP3.2	CoCogestCP3.2	CrCrigestCP3.2	CuCuigestCP3.2	NiNiigestCP3.2	PbPbigestCP3.2	ZnZngestCP3.2		
2003	DAN2.2	CdCdgestCP3.2	CoCogestCP3.2	CrCrigestCP3.2	CuCuigestCP3.2	NiNiigestCP3.2	PbPbigestCP3.2	ZnZngestCP3.2		
2004	DAN2.2	CdCdgestCP3.2	CoCogestCP3.2	CrCrigestCP3.2	CuCuigestCP3.2	NiNiigestCP3.2	PbPbigestCP3.2	ZnZngestCP3.2		
2005	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		
2006	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		
2007	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		
2008	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		
2009	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		
2010	DAN2.2	CdCdgestCP16.1	CoCogestCP16.1	CrCrigestCP16.1	CuCuigestCP16.1	NiNiigestCP16.1	PbPbigestCP16.1	ZnZngestCP16.1		

Humus

Druckaufschluss mit Salpetersäure (Schwermetalle) (HFA-Code)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1992	C153;-3;-3;-3;	D2;1;4;1;60;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;4;1;60;	D4;1;1;-1;-1;1;		
1993	C153;-3;-3;-3;-3;	D2;1;4;1;60;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;2;1;-1;0;	D2;1;4;1;60;	D4;1;1;-1;-1;1;		
1994	C153;-3;-3;-3;-3;	D2;1;4;1;60;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;4;1;-1;0;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;4;1;60;	D4;1;1;-1;-1;1;		
1995	C153;-3;-3;-3;-3;	D2;1;4;1;60;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;4;1;-1;0;	D2;1;2;-1;-1;0;	D2;1;4;1;60;	D4;1;1;-1;-1;1;		
1998	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;5;0;	D4;2;3;1;4;1;		
1999	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2000	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2001	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2002	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2003	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2004	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;3;1;9;2;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;9;0;	D4;2;3;1;-1;0;	D4;2;3;1;2;0;	D4;2;3;1;7;0;	D4;2;3;1;9;1;		
2005	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		
2006	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		
2007	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		
2008	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		
2009	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		
2010	C153;-3;-3;-3;-3;	D4;2;2;-1;2;2;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;-1;0;	D4;2;2;-1;1;0;	D4;2;2;-1;4;1;		

Boden

pH-Wert NWFVA						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
1966	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1968	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1973	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1974	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1975	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1976	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1977	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1979	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1981	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1982	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1983	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1984	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1985	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1986	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1987	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1988	pHCaCl21.1	HH+PHM.X				
1990	pHCaCl21.2	HH+PHM1.1	pHH2O1.2	HH+PHM1.1	pHKCl1.2	HH+PHM1.1
1992	pHCaCl21.2	HH+PHM1.1	pHH2O1.2	HH+PHM1.1	pHKCl1.2	HH+PHM1.1
1993	pHCaCl21.2	HH+PHM1.1	pHH2O1.2	HH+PHM1.1	pHKCl1.2	HH+PHM1.1
1994	pHCaCl21.2	HH+PHM1.1	pHH2O1.2	HH+PHM1.1	pHKCl1.2	HH+PHM1.1
1995	pHCaCl21.3	HH+PHM1.1	pHH2O1.3	HH+PHM1.1	pHKCl1.3	HH+PHM1.1
1998	pHCaCl21.3	HH+PHM1.3	pHH2O1.3	HH+PHM1.3	pHKCl1.3	HH+PHM1.3
1999	pHCaCl21.3	HH+PHM1.3	pHH2O1.3	HH+PHM1.3	pHKCl1.3	HH+PHM1.3
2000	pHCaCl21.3	HH+PHM5.1	pHH2O1.3	HH+PHM5.1	pHKCl1.3	HH+PHM5.1
2001	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2002	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2003	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2004	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2005	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2006	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1
2007	pHCaCl25.1	HH+PHM5.1	pHH2O5.1	HH+PHM5.1	pHKCl5.1	HH+PHM5.1

Boden

pH-Wert NWFVA (HFA-Code)						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
1966	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1968	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1973	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1974	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1975	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1976	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1977	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1979	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1981	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1982	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1983	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1984	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1985	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1986	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1987	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1988	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;-9;-9;-9;-9;-9;				
1990	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1992	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1993	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1994	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1995	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1998	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
1999	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2000	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2001	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2002	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2003	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2004	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2005	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2006	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2007	C1,5;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;1;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;3;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;

Boden

pH-Wert DIN ISO						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
2005	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2006	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2007	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2008	pHCaCl26.1	HH+PHM5.1	pHH2O6.1	HH+PHM5.1	pHKCl6.1	HH+PHM5.1
2009	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2010	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2011	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2012	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2013	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2014	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2015	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2016	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2017	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2018	pHCaCl26.1	HH+PHM7.1	pHH2O6.1	HH+PHM7.1	pHKCl6.1	HH+PHM7.1
2019	pHCaCl26.1	HH+PHM10.1	pHH2O6.1	HH+PHM10.1	pHKCl6.1	HH+PHM10.1
2020	pHCaCl26.1	HH+PHM10.1	pHH2O6.1	HH+PHM10.1	pHKCl6.1	HH+PHM10.1

Boden

pH-Wert DIN ISO (HFA-Code)						
Jahr	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH	Unters.meth.	pH
2005	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2006	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2007	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2008	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2009	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2010	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2011	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2012	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2013	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2014	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2015	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2016	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2017	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2018	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2019	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;
2020	C1;7;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;2;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;	C1;4;-3;-3;-3;	D;11;0;0;2;2;-3;

Boden

Elementaranalyse			
Jahr	Unters.meth.	Cges	Nges
1966	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4PHOTOM.X
1968	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4PHOTOM.X
1973	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1974	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1975	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1976	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1977	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1979	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1981	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1982	Nges: OA.KJELDAHL/Cges:ATNULL	CCgesKONDUKT.WOESTHOFF	NNH4CFC.BERTHELOT
1983	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1984	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1985	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1986	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1987	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1988	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1990	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1992	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1993	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1994	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1995	ATNULL	CCgesCNS1.1	NNgesCNS1.1
1998	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
1999	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2000	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2001	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2002	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2003	ATNULL	CCgesCNS2.2	NNgesCNS2.2
2004	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2005	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2006	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2007	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2008	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2009	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2010	ATNULL	CCgesCNS5.1	NNgesCNS5.1
2011	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2012	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2013	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2014	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2015	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2016	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2017	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2018	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2019	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2
2020	ATNULL	CCgesCNS6.1	NNgesCNS6.1
2020	ATNULL	CCgesCNS5.2	NNgesCNS5.2

Boden

Elementaranalyse (HFA-Code)			
Jahr	Unters.meth.	Cges	Nges
1966	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;
1968	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;
1973	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1974	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1975	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1976	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1977	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1979	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1981	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1982	C1;304;10;4;2;/C1;-1;-1;-1;-1;	D;12,1;-9;-9;-9;-9;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;
1983	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1984	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1985	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1986	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1987	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1988	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1990	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1992	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1993	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1994	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1995	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1998	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
1999	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
2000	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
2001	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
2002	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
2003	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;4;-1;-1;	D;8;1;2;4;1;-1;
2004	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2005	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2006	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2007	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2008	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2009	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2010	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2011	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2012	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2013	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2014	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2015	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2016	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2017	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2018	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2019	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;
2020	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;5;-2;-1;	D;8;1;1;5;-2;-1;
2020	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;2;4;-2;-1;	D;8;1;2;5;-2;-1;

Boden

Carbonat- und Corg-Bestimmung			
Jahr	Umeth.	CO3-C	Corg
1995	CO3ges1.1	CCO3SCH1.1	
2002	CO3ges1.1	CCO3SCH1.2	
2004	CO3ges2.1	CCO3DRU1.1	
2006	ATNULL	CCO3CNS1.1	
2007	ATNULL	CCO3C1.1	CCorgC1.1
2008	ATNULLCO3	CCO3C1.1	
2015	ATNULLCO3	CCO3C1.1	
2016	ATNULLCO3	CCO3C2.1	
2017	ATNULLCO3	CCO3C4.1	
2018	ATNULLCO3	CCO3C4.1	
2020	ATNULLCO3	CCO3C4.1	

Carbonat- und Corg-Bestimmung (HFA-Code)			
Jahr	Umeth.	CO3-C	Corg
1995	C1;-1;-1;-1;-1;	D;14;1;1;2;2;0;	
2002	C1;-1;-1;-1;-1;	D;14;1;1;2;2;0;	
2004	C1;-1;-1;-1;-1;	D;14;1;1;2;1;1;	
2006	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;2;-1;-1;	
2007	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;
2008	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	
2015	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	
2016	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	
2017	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	
2018	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	
2020	C1;-1;-1;-1;-1;	D;8;1;1;1;-1;-1;	

Boden

potenzielle Kationenaustauschkapazität						
Jahr	Unters.meth.	Ba	Ca	K	Mg	Na
1966	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1968	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1973	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1974	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1975	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1976	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1977	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1979	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1981	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1982	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1983	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1984	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1985	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1986	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1987	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1988	AKT.X	BaBaFaellung.SO4				
1995	AKT2.1	BaBageslCP10.1	CaCageslCP13.1	KKgeslCP13.1	MgMggeslCP13.1	NaNageslCP13.1
2002	AKT2.1	BaBageslCP1.2	CaCageslCP6.1	KKgeslCP5.1	MgMggeslCP6.1	NaNageslCP5.1
2004	AKT2.1	BaBageslCP10.1	CaCageslCP13.1	KKgeslCP13.1	MgMggeslCP13.1	NaNageslCP13.1
2006	AKT2.1	BaBageslCP10.1	CaCageslCP13.1	KKgeslCP13.1	MgMggeslCP13.1	NaNageslCP13.1
2007	AKT2.1	BaBageslCP10.1	CaCageslCP13.1	KKgeslCP13.1	MgMggeslCP13.1	NaNageslCP13.1
2008	AKT2.1	BaBageslCP10.1	CaCageslCP13.1	KKgeslCP13.1	MgMggeslCP13.1	NaNageslCP13.1
2015	AKT2.1	BaBageslCP21.1	CaCageslCP21.1	KKgeslCP21.1	MgMggeslCP21.1	NaNageslCP21.1
2016	AKT2.1	BaBageslCP21.1	CaCageslCP21.1	KKgeslCP21.1	MgMggeslCP21.1	NaNageslCP21.1
2017	AKT2.1	BaBageslCP21.1	CaCageslCP21.1	KKgeslCP21.1	MgMggeslCP21.1	NaNageslCP21.1
2018	AKT2.1	BaBageslCP21.1	CaCageslCP21.1	KKgeslCP21.1	MgMggeslCP21.1	NaNageslCP21.1
2020	AKT2.1	BaBageslCP21.1	CaCageslCP21.1	KKgeslCP21.1	MgMggeslCP21.1	NaNageslCP21.1

Boden

potenzielle Kationenaustauschkapazität (HFA-Code)						
Jahr	Unters.meth.	Ba	Ca	K	Mg	Na
1966	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1968	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1973	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1974	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1975	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1976	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1977	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1979	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1981	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1982	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1983	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1984	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1985	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1986	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1987	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1988	C1;301;-9;10;-1;	D;19;-9;-9;-9;-9;-9;				
1995	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;6;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;2;	D;4;1;2;-1;-1;1;
2002	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;1;	D;4;2;2;-1;-1;0;	D;4;2;2;-1;-1;0;	D;4;2;2;-1;-1;2;	D;4;2;2;-1;-1;1;
2004	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;6;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;2;	D;4;1;2;-1;-1;1;
2006	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;6;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;2;	D;4;1;2;-1;-1;1;
2007	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;6;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;2;	D;4;1;2;-1;-1;1;
2008	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;6;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;2;	D;4;1;2;-1;-1;1;
2015	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;7	D;4;1;2;-1;-1;3;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;2;-1;-1;0;
2016	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;7	D;4;1;2;-1;-1;3;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;2;-1;-1;0;
2017	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;7	D;4;1;2;-1;-1;3;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;2;-1;-1;0;
2018	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;7	D;4;1;2;-1;-1;3;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;2;-1;-1;0;
2020	C1;12;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;7	D;4;1;2;-1;-1;3;	D;4;1;2;-1;-1;0;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;2;-1;-1;0;

Boden

Königswasser-Extrakt EU (gesiebte Probe)

Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
2003	OKAWEG2.1	CdCages(CP19.1)	CoCoges(CP19.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2007	OKAWEG2.1	CdCages(CP16.1)	CoCoges(CP16.1)	CrCrges(CP16.1)	CuCuoges(CP16.1)	NiNiiges(CP16.1)	PbPboges(CP16.1)	ZnZniges(CP16.1)
2008	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2009	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2010	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2011	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2012	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2013	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2014	OKAWEG2.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2015	OKAWEG2.2	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2016	OKAWEG3.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2017	OKAWEG3.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2018	OKAWEG3.1	CdCages(CPA58.1)	CoCoges(CPA58.1)	CrCrges(CP19.1)	CuCuoges(CP19.1)	NiNiiges(CP19.1)	PbPboges(CP19.1)	ZnZniges(CP19.1)
2019	OKAWEG3.1	CdCages(CPMS1.1)	CoCoges(CPMS1.1)	CrCrges(CPMS1.1)	CuCuoges(CPMS1.1)	NiNiiges(CPMS1.1)	PbPboges(CPMS1.1)	ZnZniges(CPMS1.1)
2020	OKAWEG3.1	CdCages(CPMS1.1)	CoCoges(CPMS1.1)	CrCrges(CPMS1.1)	CuCuoges(CPMS1.1)	NiNiiges(CPMS1.1)	PbPboges(CPMS1.1)	ZnZniges(CPMS1.1)

Königswasser-Extrakt EU (gesiebte Probe) (HFA-Code)

Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
2003	C152-3-3-3	D422-122	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2007	C152-3-3-3	D422-122	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2008	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2009	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2010	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2011	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2012	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2013	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2014	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2015	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2016	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2017	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2018	C152-3-3-3	D214270	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-110	D422-141
2019	C152-3-3-3	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-16	D5312-10
2020	C152-3-3-3	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-10	D5312-16	D5312-10

Boden

Königswasser-Extrakt (gemahlene Probe)										
Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1993	OAKW1.1	AlAgesiCP1.3	CaCagesiCP1.3	FeFegesiCP1.3	KKgesiCP1.3	MgMggesiCP1.3	MnMngesiCP1.3	NaNagesiCP1.3	PPgesiCP1.3	SSgesiCP1.3
2003	OAKW1.1	AlAgesiCP19.1	CaCagesiCP19.1	FeFegesiCP19.1	KKgesiCP19.1	MgMggesiCP19.1	MnMngesiCP19.1	NaNagesiCP19.1	PPgesiCP19.1	SSgesiCP19.1
2004	OAKW1.1	AlAgesiCP8.1	CaCagesiCP8.1	FeFegesiCP8.1	KKgesiCP8.1	MgMggesiCP8.1	MnMngesiCP8.1	NaNagesiCP8.1	PPgesiCP8.1	SSgesiCP11.1
2007	OAKW1.1	AlAgesiCP16.1	CaCagesiCP16.1	FeFegesiCP16.1	KKgesiCP16.1	MgMggesiCP16.1	MnMngesiCP16.1	NaNagesiCP16.1	PPgesiCP16.1	SSgesiCP16.1
2008	OAKW1.1	AlAgesiCP16.1	CaCagesiCP16.1	FeFegesiCP16.1	KKgesiCP16.1	MgMggesiCP16.1	MnMngesiCP16.1	NaNagesiCP16.1	PPgesiCP16.1	SSgesiCP16.1
2009	OAKW1.1	AlAgesiCP16.1	CaCagesiCP16.1	FeFegesiCP16.1	KKgesiCP16.1	MgMggesiCP16.1	MnMngesiCP16.1	NaNagesiCP16.1	PPgesiCP16.1	SSgesiCP16.1
2010	OAKW1.1	AlAgesiCP19.1	CaCagesiCP19.1	FeFegesiCP19.1	KKgesiCP19.1	MgMggesiCP19.1	MnMngesiCP19.1	NaNagesiCP19.1	PPgesiCP19.1	SSgesiCP19.1
2011	OAKW1.1	AlAgesiCP19.1	CaCagesiCP19.1	FeFegesiCP19.1	KKgesiCP19.1	MgMggesiCP19.1	MnMngesiCP19.1	NaNagesiCP19.1	PPgesiCP19.1	SSgesiCP19.1

Königswasser-Extrakt (gemahlene Probe) (HFA-Code)										
Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1993	C152-3-3-3	D4:1:1-1:1								
2003	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0
2004	C152-3-3-3	D4:1:2:2-1:6	D4:1:2:2-1:1	D4:1:2:2-1:5	D4:1:2:2-1:0	D4:1:2:2-1:0	D4:1:2:2-1:3	D4:1:2:2-1:0	D4:1:2:2-1:1	D4:1:2:2-1:0
2007	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0
2008	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0
2009	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0
2010	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0
2011	C152-3-3-3	D4:2:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:5	D4:1:2-1:1:1	D4:1:2-1:1:0	D4:1:2-1:1:2	D4:2:2-1:1:3	D4:1:2-1:1:0	D4:2:2-1:1:1	D4:2:2-1:1:0

Boden

Königswasser-Extrakt (gemahlene Probe)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1993	OAKW1.1	CdCdgesCP3.1	CoCoGes(CP3.1	CrCrGes(CP3.1	CuCuGes(CP3.1	NiNiGes(CP3.1	PbPbGes(CP3.1	ZnZnGes(CP3.1		
2003	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP19.1	CrCrGes(CP19.1	CuCuGes(CP19.1	NiNiGes(CP19.1	PbPbGes(CP19.1	ZnZnGes(CP19.1		
2004	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP8.1	CrCrGes(CP8.1	CuCuGes(CP8.1	NiNiGes(CP8.1	PbPbGes(CP3.2	ZnZnGes(CP3.2		
2007	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP16.1	CrCrGes(CP16.1	CuCuGes(CP16.1	NiNiGes(CP16.1	PbPbGes(CP16.1	ZnZnGes(CP16.1		
2008	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP16.1	CrCrGes(CP16.1	CuCuGes(CP16.1	NiNiGes(CP16.1	PbPbGes(CP16.1	ZnZnGes(CP16.1		
2009	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP16.1	CrCrGes(CP16.1	CuCuGes(CP16.1	NiNiGes(CP16.1	PbPbGes(CP16.1	ZnZnGes(CP16.1		
2010	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP19.1	CrCrGes(CP19.1	CuCuGes(CP19.1	NiNiGes(CP19.1	PbPbGes(CP19.1	ZnZnGes(CP19.1		
2011	OAKW1.1	CdCdgesAA58.1	CoCoGes(CP19.1	CrCrGes(CP19.1	CuCuGes(CP19.1	NiNiGes(CP19.1	PbPbGes(CP19.1	ZnZnGes(CP19.1		

Königswasser-Extrakt (gemahlene Probe) (HFA-Code)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1993	C152;-3;-3;-3;	D423;1;9;2	D423;1;9;0;	D423;1;-1;0;	D423;1;2;0;	D423;1;9;0;	D423;1;7;0;	D423;1;9;1;		
2003	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		
2004	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D41;2;2;1;0;	D41;2;2;-1;0;	D41;2;-1;-1;0;	D41;2;2;-1;0;	D423;1;9;0;	D41;2;2;4;1;		
2007	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		
2008	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		
2009	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		
2010	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		
2011	C152;-3;-3;-3;	D21;4;2;7;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;-1;0;	D422;-1;1;0;	D422;-1;4;1;		

Boden

Gesamtphosphor und -schwefel			
Jahr	Unters.meth.	Pges	Sges
1966	OA.KJELDAHL	PPO4PHOTOM.MOLYBBLAU	
1968	OA.KJELDAHL	PPO4PHOTOM.MOLYBBLAU	
1973	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1974	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1975	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1976	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1977	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1979	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1981	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1982	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1983	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1984	OA.KJELDAHL	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1985	DAN1.1	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1986	DAN1.1	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1987	DAN1.1	PPO4CFC.MOLYBBLAU	
1990	DAN1.1	PPgesICP1.2	SSgesICP1.2
1992	DAN1.1	PPgesICP1.2	SSgesICP1.2
1993	DAN1.1	PPgesICP1.1	SSgesICP1.1
1994	DAN1.1	PPgesICP1.2	SSgesICP1.2
1995	DAN1.1	PPgesICP1.2	SSgesICP1.2
1998	DAN1.1	PPgesICP1.3	SSgesICP1.3
1999	DAN1.1	PPgesICP1.3	SSgesICP1.3
2000	DAN1.1	PPgesICP1.3	SSgesICP1.3
2001	DAN1.1	PPgesICP1.3	SSgesICP1.3
2002	DAN1.1	PPgesICP1.3	SSgesICP1.3
2003	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP9.1
2004	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1
2005	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1
2006	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1
2007	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1
2008	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1
2010	DAN1.1	PPgesICP9.1	SSgesICP12.1

Boden

Gesamtphosphor und -schwefel (HFA-Code)			
Jahr	Unters.meth.	Pges	Sges
1966	C1;304;10;4;2;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;	
1968	C1;304;10;4;2;	D;9;1;-9;-9;-9;-9;	
1973	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1974	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1975	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1976	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1977	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1979	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1981	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1982	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1983	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1984	C1;304;10;4;2;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1985	C1;53;-3;-3;-3;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1986	C1;53;-3;-3;-3;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1987	C1;53;-3;-3;-3;	D;9;2;-9;-9;-9;-9;	
1990	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1992	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1993	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1994	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1995	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1998	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
1999	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
2000	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
2001	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
2002	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;1;-1;-1;0;	D;4;1;1;-1;-1;0;
2003	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;3;2;
2004	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;
2005	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;
2006	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;
2007	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;
2008	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;
2010	C1;53;-3;-3;-3;	D;4;1;2;2;-1;1;	D;4;1;2;2;-1;0;

Boden

Gesamtaufschluss mit Flussäure

Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1993	DANF1.1	AlAlges/CP1.3	CaCages/CP5.1	FeFeges/CP1.3	KKges/CP1.3	MgMgges/CP5.1	MnMnges/CP5.1	NaNages/AA51.1	PPges/CP3.1	SSges/CP3.1
1995	DANF1.1	AlAlges/CP5.1	CaCages/CP5.1	FeFeges/CP5.1	KKges/CP1.3	MgMgges/CP1.3	MnMnges/CP1.3	NaNages/CP1.3	PPges/CP3.1	SSges/CP3.1
1998	DANF1.1	AlAlges/CP1.3	CaCages/CP1.3	FeFeges/CP1.3	KKges/CP1.3	MgMgges/CP1.3	MnMnges/CP1.3	NaNages/CP1.3	PPges/CP3.1	SSges/CP3.1
2000	DANF1.1	AlAlges/CP1.3	CaCages/CP1.3	FeFeges/CP1.3	KKges/CP1.3	MgMgges/CP1.3	MnMnges/CP1.3	NaNages/CP1.3	PPges/CP1.3	SSges/CP1.3
2001	DANF1.1	AlAlges/CP1.3	CaCages/CP1.3	FeFeges/CP1.3	KKges/CP1.3	MgMgges/CP1.3	MnMnges/CP1.3	NaNages/CP1.3	PPges/CP1.3	SSges/CP1.3
2002	DANF1.1	AlAlges/CP1.3	CaCages/CP1.3	FeFeges/CP1.3	KKges/CP1.3	MgMgges/CP1.3	MnMnges/CP1.3	NaNages/CP1.3	PPges/CP1.3	SSges/CP1.3
2003	DANF1.1	AlAlges/CP8.1	CaCages/CP8.1	FeFeges/CP8.1	KKges/CP8.1	MgMgges/CP8.1	MnMnges/CP8.1	NaNages/CP8.1	PPges/CP8.1	SSges/CP8.2
2004	DANF1.1	AlAlges/CP8.2	CaCages/CP8.2	FeFeges/CP8.2	KKges/CP8.2	MgMgges/CP8.2	MnMnges/CP8.2	NaNages/CP8.2	PPges/CP8.2	SSges/CP11.2
2005	DANF1.1	AlAlges/CP8.2	CaCages/CP8.2	FeFeges/CP8.2	KKges/CP8.2	MgMgges/CP8.2	MnMnges/CP8.2	NaNages/CP8.2	PPges/CP8.2	SSges/CP11.2
2006	DANF1.1	AlAlges/CP8.2	CaCages/CP8.2	FeFeges/CP8.2	KKges/CP8.2	MgMgges/CP8.2	MnMnges/CP8.2	NaNages/CP8.2	PPges/CP8.2	SSges/CP11.2
2007	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2008	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2009	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2011	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2012	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2013	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1
2014	DANF1.1	AlAlges/CP16.1	CaCages/CP16.1	FeFeges/CP16.1	KKges/CP16.1	MgMgges/CP16.1	MnMnges/CP16.1	NaNages/CP16.1	PPges/CP16.1	SSges/CP16.1

Boden

Gesamtaufschluss mit Fluss säure (HFA-Code)										
Jahr	Unters.meth.	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pges	Sges
1993	C1,50:3-3:3-3	D4:1,1:1:1:1;	D4:2,3:1:1:0;	D4:1,1:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:2,3:1:1:2;	D4:2,3:1:9:0;	D:1:1:2:1:1:1;	D4:2,3:1:1:0;	D4:2,3:1:1:0;
1995	C1,50:3-3:3-3	D4:2,3:1:1:0;	D4:2,3:1:1:1;	D4:2,3:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:2,3:1:1:0;	D4:2,3:1:1:0;
1998	C1,50:3-3:3-3	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:2,3:1:1:0;	D4:2,3:1:1:0;
2000	C1,50:3-3:3-3	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;
2001	C1,50:3-3:3-3	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;
2002	C1,50:3-3:3-3	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:1;	D4:1,1:1:1:5;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:10;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;	D4:1,1:1:1:0;
2003	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2,2:1:0;	D4:1,2,2:1:1;	D4:1,2,2:1:0;	D4:1,2,2:1:10;	D4:1,2,2:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2,2:1:0;	D4:1,2,2:1:1;	D4:1,2,2,2:
2004	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:6;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2,2:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:0;
2005	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:6;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2,2:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:0;
2006	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:6;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2,2:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:0;
2007	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2008	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2009	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2011	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2012	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2013	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;
2014	C1,50:3-3:3-3	D4:1,2:1:1:0;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:1;	D4:1,2:1:1:10;	D4:1,2:1:1:2;	D4:1,2,2:1:3;	D4:1,2:1:1:0;	D4:2,2:1:1:1;	D4:2,2:1:1:0;

Boden

Gesamtaufschluss mit Flusssäure										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1993	DANF1.1	CdCdges CP3.1	CoCoges CP3.1	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.1	NiNiiges CP3.1	PbPbges CP3.1	ZnZniges CP3.1		
1995	DANF1.1	CdCdges CP3.1	CoCoges CP3.1	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.1	NiNiiges CP3.1	PbPbges CP3.1	ZnZniges CP3.1		
1998	DANF1.1	CdCdges CP3.1	CoCoges CP3.1	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.1	NiNiiges CP3.1	PbPbges CP3.1	ZnZniges CP3.1		
2000	DANF1.1	CdCdges CP3.1	CoCoges CP3.1	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.1	NiNiiges CP3.1	PbPbges CP3.1	ZnZniges CP3.1		
2001	DANF1.1	CdCdges CP3.2	CoCoges CP3.2	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.2	NiNiiges CP3.2	PbPbges CP3.2	ZnZniges CP3.2		
2002	DANF1.1	CdCdges CP3.2	CoCoges CP3.2	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.2	NiNiiges CP3.2	PbPbges CP3.2	ZnZniges CP3.2		
2003	DANF1.1	CdCdges CP3.2	CoCoges CP3.2	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.2	NiNiiges CP3.2	PbPbges CP3.2	ZnZniges CP3.2		
2004	DANF1.1	CdCdges CP3.2	CoCoges CP3.2	CrCrges CP3.1	CuCuges CP3.2	NiNiiges CP3.2	PbPbges CP3.2	ZnZniges CP3.2		
2005	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP8.1	CrCrges CP8.1	CuCuges CP8.1	NiNiiges CP8.1	PbPbges CP8.1	ZnZniges CP8.1		
2006	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP8.1	CrCrges CP8.1	CuCuges CP8.1	NiNiiges CP8.1	PbPbges AAS8.1	ZnZniges AAS8.1		
2007	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2008	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2009	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2011	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2012	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2013	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		
2014	DANF1.1	CdCdges AAS8.1	CoCoges CP16.1	CrCrges CP16.1	CuCuges CP16.1	NiNiiges CP16.1	PbPbges CP16.1	ZnZniges CP16.1		

Boden

Gesamtaufschluss mit Flussäure (HFA-Code)										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1993	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:7:0;	D4:2:3:1:9:1;		
1995	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:7:0;	D4:2:3:1:9:1;		
1998	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:7:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2000	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:7:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2001	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2002	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2003	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2004	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:3:1:9:2;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:2:0;	D4:2:3:1;-1:0;	D4:2:3:1:9:0;	D4:2:3:1:9:1;		
2005	C1:50;-3;-3;-3;	D2:1:4:2:7:0;	D4:1:2:2:1:0;	D4:1:2:2;-1:0;	D4:1:2:-1;-1:0;	D4:1:2:2;-1:0;	D4:1:2:2:6:0;	D4:1:2:2:4:1;		
2006	C1:50;-3;-3;-3;	D2:1:4:2:7:0;	D4:1:2:2:1:0;	D4:1:2:2;-1:0;	D4:1:2:-1;-1:0;	D4:1:2:2;-1:0;	D2:1:4:2:6:0;	D4:1:2:2:4:1;		
2007	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2008	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2009	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2011	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2012	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2013	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		
2014	C1:50;-3;-3;-3;	D4:2:2:-1:2:2;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1;-1:0;	D4:2:2:-1:1:0;	D4:2:2:-1:4:1;		

Boden

EDTA-Extrakt										
Jahr	Unters.meth.	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		
1992	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.1	CoCogesAAS2.1	CrCrgesAAS2.1	CuCuogesAAS2.1	NiNigesAAS2.1	PbPbogesAAS2.1	ZnZngesAAS2.1		
1993	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.1	CoCogesAAS2.1	CrCrgesAAS2.1	CuCuogesAAS2.1	NiNigesAAS2.1	PbPbogesAAS2.1	ZnZngesAAS2.1		
1994	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.1	CoCogesAAS2.1	CrCrgesAAS2.1	CuCuogesAAS2.1	NiNigesAAS2.1	PbPbogesAAS2.1	ZnZngesAAS2.1		
1995	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.1	CoCogesAAS2.1	CrCrgesAAS2.1	CuCuogesAAS2.1	NiNigesAAS2.1	PbPbogesAAS2.1	ZnZngesAAS2.1		
1998	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.2	CoCogesAAS2.2	CrCrgesAAS2.2	CuCuogesAAS2.2	NiNigesAAS2.2	PbPbogesAAS2.2	ZnZngesAAS2.2		
1999	EXTEDIA.1	CdCogesAAS2.2	CoCogesAAS2.2	CrCrgesAAS2.2	CuCuogesAAS2.2	NiNigesAAS2.2	PbPbogesAAS2.2	ZnZngesAAS2.2		
2000	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2001	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2002	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2003	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2004	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2005	EXTEDIA.1	CdCogesCP4.1	CoCogesCP4.1	CrCrgesCP4.1	CuCuogesCP4.1	NiNigesCP4.1	PbPbogesCP4.1	ZnZngesCP4.1		
2006	EXTEDIA.1	CdCogesCP17.1	CoCogesCP17.1	CrCrgesCP17.1	CuCuogesCP17.1	NiNigesCP17.1	PbPbogesCP17.1	ZnZngesCP17.1		
2007	EXTEDIA.1	CdCogesCP17.1	CoCogesCP17.1	CrCrgesCP17.1	CuCuogesCP17.1	NiNigesCP17.1	PbPbogesCP17.1	ZnZngesCP17.1		
2008	EXTEDIA.1	CdCogesCP17.1	CoCogesCP17.1	CrCrgesCP17.1	CuCuogesCP17.1	NiNigesCP17.1	PbPbogesCP17.1	ZnZngesCP17.1		
2009	EXTEDIA.1	CdCogesCP17.1	CoCogesCP17.1	CrCrgesCP17.1	CuCuogesCP17.1	NiNigesCP17.1	PbPbogesCP17.1	ZnZngesCP17.1		
2010	EXTEDIA.1	CdCogesCP17.1	CoCogesCP17.1	CrCrgesCP17.1	CuCuogesCP17.1	NiNigesCP17.1	PbPbogesCP17.1	ZnZngesCP17.1		

Boden

Oxalat-Extrakt			
Jahr	Unters.meth.	Al	Fe
2003	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2007	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2008	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2009	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2010	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2011	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2012	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2013	EXTOX1.1	AlAlgesICP18.1	FeFegesICP18.1
2014	EXTOX1.1	AlAlgesICP23.1	FeFegesICP23.1
2015	EXTOX1.1	AlAlgesICP23.1	FeFegesICP23.1
2017	EXTOX1.1	AlAlgesICP23.1	FeFegesICP23.1

Oxalat-Extrakt (HFA-Code)			
Jahr	Unters.meth.	Al	Fe
2003	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2007	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2008	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2009	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2010	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2011	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2012	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2013	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;6;-1;-1;0;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2014	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2015	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;6;-1;-1;1;
2017	C1;40;-3;-3;-3;	D;4;1;2;-1;-1;1;	D;4;1;6;-1;-1;1;

