

Inhaltsverzeichnis

Vorwort (Johannes Eichhorn)	IX
Zusammenfassung	1
Abstract	7
1 Überblick: Bewertung und Diskussion der bodenkundlichen Ergebnisse (Jan Evers, Uwe Paar)	13
1.1 Vorbemerkungen und Rahmenbedingungen	13
1.1.1 Ländlicher Versorgungswald und Waldboden	14
1.1.2 Säureeintrag und Waldboden	15
1.1.3 Veränderungen des Stickstoffhaushaltes und Waldboden	16
1.1.4 Klimaveränderungen und Waldboden	16
1.2 Repräsentativität der Bodenzustandserhebungen	17
1.3 Geologie, Boden und Bodenentwicklung	18
1.4 Substratgruppen	21
1.5 Bodentypen	21
1.6 Trockenrohdichten und Grobbodenanteile	22
1.7 Austauschkapazität	23
1.8 Status und Veränderung der Bodenversauerung	23
1.8.1 Kationen-Anteile an der Austauschkapazität	25
1.8.2 Basensättigung	25
1.8.3 Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorrat	27
1.8.4 Pufferbereiche	28
1.8.5 Bewertung	30
1.9 Hauptergebnisse für die Substratgruppen	31
1.9.1 Unverlehmter Sand (51 % der Waldböden nach BZE II in Sachsen-Anhalt)	31
1.9.2 Schwach verlehmte Sande (7 % der Waldböden nach BZE II in Sachsen-Anhalt)	33
1.9.3 Verlehmte Sande (5 % der Waldböden nach BZE II in Sachsen-Anhalt)	34
1.9.4 Lösslehm (11 % der Waldböden nach BZE II in Sachsen-Anhalt)	34
1.9.5 Tonschiefer (9 % der Waldböden nach BZE II in Sachsen-Anhalt)	35
1.9.6 Substratgruppen mit geringen Anteilen an der BZE II	36

1.10	Humusformen	37
1.11	Kohlenstoff - Status und Veränderung in den Waldböden	38
1.12	Stickstoff – Status und Veränderung in den Waldböden	42
2	Kurzportraits der BZE-Punkte („Steckbriefe“)	
	(Jan Evers, Andreas Hafner, Uwe Paar)	47
3	Einleitung	71
3.1	Allgemeine Einführung zum Thema Boden (Uwe Paar, Jan Evers)	71
3.1.1	Bodenbildung	71
3.1.2	Funktionen der Böden	72
3.1.3	Gefährdungen	73
3.2	Geologische und bodenkundliche Verhältnisse in sachsen-anhaltischen Wäldern (Wolfgang Schmidt, Jan Evers, Uwe Paar)	76
3.2.1	Geologie Sachsen-Anhalts	76
3.2.2	Bodenbildung der geologischen Formationen	79
3.2.2.1	<i>Holozäne Bodenbildung</i>	79
3.2.2.2	<i>Pleistozäne Sedimente</i>	80
3.2.2.3	<i>Tertiär</i>	81
3.2.2.4	<i>Kreide und Jura</i>	81
3.2.2.5	<i>Trias</i>	81
3.2.2.6	<i>Perm</i>	82
3.2.2.7	<i>Karbon</i>	82
3.2.2.8	<i>Devon und Silur</i>	83
3.2.3	Prozesse der Bodenbildung	84
3.2.4	Zusammenfassung	86
3.3	Forstliches Umweltmonitoring an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) (Johannes Eichhorn, Uwe Paar, Henning Meesenburg, Jan Evers, Birte Scheler, Nils König)	88
3.3.1	Aufgaben	88
3.3.2	Konzept	89
3.4	Befunde des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings zur Bewertung und Einordnung der Ergebnisse der BZE (Birte Scheler, Henning Meesenburg)	95
3.4.1	Stoffeintrag – Belastungssituation der Wälder	95
3.4.2	Chemische Zusammensetzung des Wasserflusses durch die Waldökosysteme	99
3.4.3	Ernährungssituation	101
3.4.4	Schlussfolgerung und Ausblick	103

4 Aufgaben und Ziele der Bodenzustandserhebungen	105
(Uwe Paar, Jan Evers)	
5 Methoden (Jan Evers, Uwe Paar, Inge Dammann, Marcus Schmidt)	107
5.1 Allgemeine Einführung	107
5.2 Merkmalsgruppen	108
5.3 Untersuchungsdesign und -module am BZE II-Punkt	108
5.3.1 Beprobung und Analyse des Auflagehumus und des Mineralbodens	109
5.3.2 Blatt- und Nadelernährung	110
5.3.3 Vegetationsaufnahmen	112
5.3.4 Waldwachstumskundliche Aufnahmen	113
6 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	115
6.1 Repräsentativität des Erhebungsnetzes (Jan Evers, Martin Buresch, Swen Hentschel)	115
6.1.1 Vergleich BZE II und BÜK 1000	115
6.1.2 Vergleich BZE II und Standortskartierung	117
6.2 Bodenmorphologische Kenngrößen (Jan Evers, Uwe Paar, Jörg Weymar)	120
6.2.1 Substratgruppen	120
6.2.2 Bodentypen	123
6.2.2.1 Bodentypen nach Substratgruppen	127
6.2.3 Humusformen	127
6.2.3.1 Verteilungen der Humusformen	127
6.2.3.2 Trockenmasse im Auflagehumus	132
6.3 Bodenphysikalische Kenngrößen (Jan Evers, Uwe Paar)	135
6.3.1 Trockenrohdichten des Feinbodens	135
6.3.2 Grobbodenanteile	136
6.3.3 Feinbodenvorrat	137
6.3.4 Nutzbare Feldkapazität	138
6.4 Bodenmorphologische und bodenphysikalische Kenngrößen im Ländervergleich Nordwestdeutschlands (Jan Evers, Uwe Paar)	140
6.5 Bodenchemische Kenngrößen im Waldboden Sachsen-Anhalts (Jan Evers, Uwe Paar, Egbert Schönfelder)	148
6.5.1 Austauschkapazität	149
6.5.1.1 Austauschkapazität in den Substratgruppen	152
6.5.1.2 Verteilung der Kationen an der Austauschkapazität	159
6.5.2 Basensättigung	160
6.5.2.1 Basensättigung nach Substratgruppen	162

6.5.3	Vorräte austauschbarer Calcium-, Magnesium- und Kaliumkationen	170
6.5.3.1	<i>Calcium</i>	170
6.5.3.2	<i>Magnesium</i>	175
6.5.3.3	<i>Kalium</i>	182
6.5.4	Vorräte austauschbarer Protonen, Eisen, Mangan und Aluminium	190
6.5.5	pH-Werte und Pufferbereiche	193
6.5.5.1	<i>pH(H₂O)</i>	195
6.5.5.2	<i>pH(KCl)</i>	201
6.5.6	Kohlenstoff	203
6.5.6.1	<i>Kohlenstoffvorräte nach Substratgruppen</i>	207
6.5.6.2	<i>Kohlenstoffvorräte und Bestand</i>	209
6.5.7	Stickstoff	211
6.5.7.1	<i>Stickstoffvorräte nach Substratgruppen</i>	214
6.5.7.2	<i>Stickstoffvorräte und Bestand</i>	218
6.5.8	C/N-Verhältnisse	219
6.5.8.1	<i>C/N-Verhältnisse nach Substratgruppen</i>	221
6.5.8.2	<i>C/N-Verhältnisse nach Bestandestypen</i>	222
7	Flugasche, Düngung, Waldkalkung und Bodenbearbeitung	
	(Jan Evers, Bernd Ahrends)	223
8	Waldernährung (Inge Dammann, Egbert Schönfelder, Ulrike Talkner, Jan Evers, Uwe Paar)	243
8.1	Einleitung	243
8.2	Material und Methoden	244
8.3	Ergebnisse	250
8.3.1	Kiefer	250
8.3.1.1	<i>Ernährungsstatus 2007</i>	250
8.3.1.2	<i>Flugascheeinfluss</i>	253
8.3.1.3	<i>Ernährungssituation in den Waldregionen</i>	254
8.3.1.4	<i>Zeitliche Veränderungen</i>	256
8.3.2	Eiche	260
8.3.2.1	<i>Ernährungsstatus 2007</i>	260
8.3.2.2	<i>Ernährungssituation in den Waldregionen</i>	262
8.3.3	Fichte	264
8.3.3.1	<i>Ernährungsstatus 2007</i>	264
8.3.3.2	<i>Ernährungssituation in den Waldregionen</i>	266
8.3.3.3	<i>Vergleich 1. und 3. Nadeljahrgang 2007</i>	267
8.3.3.4	<i>Zeitliche Veränderungen</i>	268

8.3.4	Buche	271
8.3.4.1	<i>Ernährungsstatus 2007</i>	271
8.3.4.2	<i>Ernährungssituation in den Waldregionen</i>	274
8.4	Einflussfaktoren auf die Ernährungssituation	274
8.5	Diskussion und Bewertung der Ernährungssituation	279
8.5.1	Stickstoffeutrophierung und Bodenversauerung	279
8.5.1.1	<i>Stickstoffeutrophierung</i>	279
8.5.1.2	<i>Bodenversauerung</i>	280
8.5.2	Phosphorernährung	284
8.5.3	Bodenschutzkalkung	286
8.5.4	Vollbaumnutzung	289
8.6	Zusammenfassung	291
9	Vegetation (Marcus Schmidt, Egbert Schönfelder, Uwe Paar, Jan Evers)	293
9.1	Einführung	293
9.2	Methodik	293
9.2.1	Datenerhebung	293
9.2.2	Datenauswertung	294
9.2.3	Darstellung und Anwendung der Ergebnisse	294
9.3	Ergebnisse und Diskussion	297
9.3.1	pH(H ₂ O)	297
9.3.2	Basensättigung	301
9.3.3	C/N-Verhältnis	305
9.3.4	Basische Kationen (Ca, Mg, K)	307
9.3.4.1	<i>Calcium</i>	307
9.3.4.2	<i>Magnesium</i>	311
9.3.4.3	<i>Kalium</i>	313
9.3.5	Ansprache der Nährstoffversorgung mithilfe von Indikatorarten	316
10	Hauptergebnisse und Folgerungen für die forstliche Praxis	319
	(Jan Evers, Inge Dammann, Bernd Ahrends, Uwe Paar)	
10.1	Wie repräsentativ sind die Bodenzustandserhebungen? Sind die Ergebnisse für die wichtigsten Bodensubstrate in den Wäldern aussagekräftig?	319
10.2	Welche Waldböden können unterschieden werden?	320
10.2.1	Geologie, Boden und Bodenentwicklung	320
10.2.2	Substratgruppen	321
10.2.3	Bodentypen	322
10.2.4	Auflagehumus	322
10.2.5	Trockenrohdichten und Skelettanteile	323

10.3	Wie sauer sind die Waldböden? Versauern sie trotz geringerer luftbürtiger Säurebelastungen weiter?	324
10.3.1	Bewertung	327
10.4	Wie entwickeln sich die Stickstoffvorräte in Waldböden?	327
10.5	Tragen Waldböden als Kohlenstoffsenke zum Klimaschutz bei?	329
10.6	Auf welchen Standorten ist Trockenstress bei Waldbäumen zu erwarten?	329
10.7	Welche Folgerungen ergeben sich für die Energieholznutzung in Wäldern?	330
10.8	Welche Folgerungen ergeben sich aus den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung II für die Standortskartierung?	331
10.9	Wer nutzt die Informationen der Bodenzustandserhebung (BZE als Informationsplattform)? Braucht die forstliche Umweltbeobachtung (Monitoring) eine Bodenzustandserhebung?	332
10.9.1	Informationen aus der Bodenzustandserhebung als Teil des Forstlichen Umweltmonitorings	332
10.9.2	Nationale/Internationale Partner	332
10.9.3	Gesellschaft, Politik und Verwaltung	333
10.9.4	Forstliche Betriebe verschiedener Waldbesitzarten	333
10.9.5	Wissenschaft	334
11	Qualitätssicherung (Nils König)	335
11.1	Probenvorbereitung und -analyse	335
11.2	Methodendokumentation und Qualitätssicherung in den beteiligten Laboren	373
11.2.1	Umweltlabor der Nordwestdeutschen (früher: Niedersächsischen) Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen	373
11.2.2	Landesanstalt für Forstplanung Brandenburg, Labor Eberswalde	374
11.2.3	Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL), Standort Kassel (und Vorläufer-Einrichtungen)	374
11.2.4	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover	376
11.3	Bundesweites BZE II-Qualitätssicherungsprogramm	377
11.4	Bedeutung methodisch bedingter Streuungen und Fehlerquellen	384
11.4.1	Probleme der Probennahme	384
11.4.1.1	<i>Vergleichbarkeit von Beprobungen der Profilgrube und Satelliten-Bohrungen</i>	384
11.4.1.2	<i>Räumliche Variabilität chemischer und physikalischer Kenngrößen</i>	384
11.4.1.3	<i>Nullpunktdefinition</i>	395
11.4.1.4	<i>Verschleppung</i>	397
11.4.1.5	<i>Veränderung der Trockenrohdichte in oberen Bodenschichten („Soufflé-Effekt“)</i>	397

11.4.2	Probleme der Probenanalyse	397
11.4.2.1	<i>Abschätzung der Streuung chemischer Parameter durch kontinuierliches Mitmessen von Kontrollstandards</i>	397
11.4.2.2	<i>Eingeschränkte Repräsentativität von Teilstichen</i>	399
12	Aspekte des BZE-Datenmanagements (Andreas Hafner, Jan Evers)	401
12.1	Anforderungen	401
12.1.1	Integration der Merkmalsgruppen	401
12.1.2	Integration der Datenbestände der Bundesländer	402
12.1.3	Integration von BZE I und II	403
12.1.4	Integration von Methodeninformation	403
12.1.5	Externe Fachinhalte	404
12.2	Umsetzung	405
12.2.1	Identifizierung von Informations-Kategorien	406
12.2.2	Integration der Fach-Arbeitsanleitung	406
12.2.3	Projektübergreifende Listen mit projektspezifischen Kodierungen	407
12.2.4	Differenzierung von Fehlwerten	408
12.2.5	Methodendokumentation der Laboranalytik	408
12.2.6	Anwendungsprogrammierung	409
12.3	Praktische Erfahrungen	412
12.4	Fazit	414
Literatur		417
Glossar und Abkürzungen		433
Danksagung		437
Autor*innen		439