

I	Einführung	1
I.1	Übergeordnete Ziele des Level II-Programms	1
I.2	Auswertungsstrategien	1
I.3	Methodische Randbedingungen.....	2
I.4	Zielsetzung des Arbeitskreisberichtes	2
II	Kennwerte zum Säure-Base-Zustand in Waldböden – Bewertung des aktuellen Zustands und des Risikos von Veränderungen	4
II.1	Einleitung.....	4
II.2	Intensive Größen der Bodenlösung.....	6
II.2.1	Gesamtbetrachtung.....	6
II.2.2	Einzelbetrachtung.....	7
II.2.2.1	Einzelne Ionen und Ionensummen	7
II.2.2.2	pH-Wert.....	8
II.2.3	Indizes.....	9
II.2.3.1	Alkalinität	9
II.2.3.2	Aziditätsgrad	11
II.2.3.3	Ca:Al-Verhältnis	13
II.2.3.4	M _b :Al-Verhältnis.....	15
II.2.3.5	Zusammenhänge zwischen den Indizes.....	16
II.3	Intensive Hilfsgrößen aus der Bodenfestphase.....	17
II.3.1	Gesamtbetrachtung.....	17
II.3.2	Selektivitätsverhältnisse zwischen Austauscheroberflächen und Bodenlösungen für Kationen	17
II.3.3	Basensättigung	19
II.3.4	pH-Wert.....	22
II.4	Kapazitive Größen aus der Bodenfestphase.....	23
II.4.1	Vorräte austauschbarer M _b -Kationen	24
II.4.2	Säurelösliche Vorräte	25
II.4.3	Titrationen.....	26
II.5	Dynamik mobiler Anionen.....	26
II.5.1	Ökosystembilanz.....	26
II.5.2	Schätzung des Ökosystemoutputs mit Hilfe der Chloridmethode	28
II.5.3	Quellen und Senken.....	29
II.6	Risikoabschätzung fortschreitender Bodenversauerung	30
II.6.1	Abschätzung ohne Ökosystembilanz.....	30
II.6.2	Abschätzung aus der Ökosystembilanz.....	31

III	Kennwerte zur Charakterisierung der Nährelementverfügbarkeit und zur Abschätzung des Risikos zunehmender Nährstoffengpässe.....	34
III.1	Einleitung.....	34
III.2	Charakterisierung der aktuellen Nährstoffverfügbarkeit	34
III.2.1	Kenngrößen aus der Bodenfestphase	34
III.2.1.1	Stickstoff- und Phosphorverfügbarkeit.....	34
III.2.1.2	Kalium-, Calcium- und Magnesium-Verfügbarkeit.....	35
III.2.1.3	Spurennährstoffverfügbarkeit	37
III.2.3	Kenngrößen aus der Bodenlösungsphase	38
III.2.4	Hinweise zur Anwendung der Kennwerte.....	41
III.3	Abschätzung des Risikos zunehmender Nährstoffengpässe und Nährstoffungleichgewichte.....	41
IV	Kennwerte zur Abschätzung von Risiken durch Aluminium- und Säurestress	43
IV.1	Einleitung.....	43
IV.2	Kennwerte.....	43
IV.2.1	pH-Wert.....	43
IV.2.2	Ca:H-Verhältnis	44
IV.2.3	Aluminiumkonzentrationen und Basekationen/Aluminium-Verhältnisse.....	49
IV.2.3.1	Al-Wirkungen	49
IV.2.3.2	Phytotoxizität verschiedener Al-Verbindungen.....	50
IV.2.3.3	Al-Stresskennwerte	50
IV.2.3.4	Al-Speziierung und Kalkulation der Stresskennwerte aus Gesamt-Al-Analysen.....	55
IV.3	Aussagekraft der Stresskennwerte	56
IV.4	Vorschläge zur Anwendung der Stresskennwerte	59
V	Kennwerte zum Stickstoffstatus von Waldökosystemen und zum Risiko zunehmender Stickstoffsättigung	66
V.1	Einleitung.....	66
V.2	Kennwerte zum Stickstoffstatus von Waldökosystemen.....	67
V.2.1	Ökosystembilanz (externer Stickstoffumsatz).....	67
V.2.2	Größen des internen Stickstoffumsatzes.....	70
V.3	Indikatoren für den Stickstoffstatus von Waldökosystemen	71
V.3.1	N-Gehalt und C:N-Verhältnis des Auflagehumus	72
V.3.2	N-Mineralisation	73
V.3.3	Nadel-/Blattgehalte.....	75
V.3.4	Streufall.....	76
V.3.5	Bodenvegetation.....	77

V.4	Vorratsgrößen	77
V.5	Kombination von Indikatoren	78
V.6	Abschätzung des Risikos zunehmender Stickstoffsättigung (Prognose)	79
V.6.1	Prognose als Fortschreibung beobachteter Entwicklungen	79
V.6.2	Prognosemodelle	80
VI	Kennwerte zur Beurteilung eines möglichen Humusvorratsabbaus	81
VI.1	Einleitung	81
VI.2	Humusdisintegration	82
VI.2.1	Grundhypothese	82
VI.2.2	Biochemischer Hintergrund der Humusdynamik.....	83
VI.2.3	Spezielle Hypothesen zur Humusdisintegration	85
VI.2.4	Bewertung der Stabilität organischer Substanz im Sickerwasser am Beispiel der Fallstudie Zierenberg	86
VI.3	Relevanz der Humusdisintegration für eine Anwendung im Datensatz der Level II-Flächen	87
VI.4	Standörtliche Rahmenbedingungen	88
VI.5	Kennwerte für das Vorliegen einer Humusdisintegration	88
VI.5.1	Stickstoffhaushalt	88
VI.5.1.1	Stickstoffpools im Waldboden.....	89
VI.5.1.2	Stickstoffbilanz	89
VI.5.1.3	Bodenintern gebildeter mineralischer Stickstoff.....	89
VI.5.2	Freisetzung von Kationen, insbesondere Aluminium im Bodensickerwasser.....	91
VI.5.3	DOC im Sickerwasser	91
VI.5.4	Rezente Verwitterung von Mineralien	91
VI.6	Übersicht: Indikatoren des Stoffhaushalts für das Vorliegen einer Humusdisintegration	92
VI.7	Vorschlag zur weiteren Untersuchung der Humusdisintegration im Rahmen des Level II-Programms	92
VII	Kennwerte zur Abschätzung des Gefährdungspotentials durch Schwermetalle	94
VII.1	Einleitung	94
VII.2	Schwermetallanalysen im Rahmen des Level II-Programms	95
VII.3	Kennwerte zur Schwermetallbelastung von Waldböden	96
VII.3.1	Kennwerte der Bodenfestphase.....	96
VII.3.2	Kennwerte der Bodenlösungsphase.....	97
VII.3.3	Hinweise zur Verwendung der Kennwerte zur Schwermetallbelastung	98

VIII	Kennwerte für die aktuelle Gefährdung von Grundwasser und oberirdischen Gewässern und für das Risiko zunehmender Gefährdung dieser Wässer	104
VIII.1	Einleitung.....	104
VIII.2	Grundwasserneubildung.....	104
VIII.3	Deckschichtenabfluss.....	105
VIII.4	Oberirdische Gewässer	105
VIII.5	Sickerwassertypen	106
VIII.6	Kennwerte.....	108
VIII.6.1	Alkalinität	108
VIII.6.2	pH-Wert.....	111
VIII.6.3	Gesamthärte und Versauerungsindex.....	111
VIII.6.4	Stoffkonzentrationen	113
VIII.6.4.1	Grenzwerte der Trinkwasserverordnung	113
VIII.6.4.2	Grenzwerte für aquatische Lebensgemeinschaften.....	114
VIII.7	Gefährdungsrisiken.....	115
VIII.7.1	Verlagerung von Versauerungsfronten.....	115
VIII.7.2	Risikoabschätzung.....	116
VIII.8	Ergänzende Untersuchungen	117
IX	Vorschläge zur Ergänzung der bodenbezogenen Untersuchungen des Level II-Programms.....	118
IX.1	Feinwurzelverteilung.....	118
IX.2	pH-Stat.-Titrationsen.....	120
IX.3	Wasserlösliches Sulfat	123
IX.4	Mineralanalysen	124
IX.5	Stickstoffmineralisation	124
IX.6	Al-Speziation	125
X	Hinweise zum Management von Level II-Waldbodendaten.....	128
X.1	Einleitung.....	128
X.2	Informationen zur Bodenfestphase in der Level II-Datenbank der BFH	129
X.3	Notwendiger Datenumfang zur Beschreibung des Bodenzustands und seiner Entwicklung im Rahmen des Level II-Programms.....	137
X.4	Lösungsansätze.....	142
XI	Schlussbemerkungen	146
XII	Zusammenfassung	147
XIII	Summary	151
XIV	Literatur.....	155