

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Autorenverzeichnis	18
1 Ziele und Organisation des Sollingprojekts (El)	19
1.1 Was ist ein Ökosystem?	19
1.2 Das Internationale Biologische Programm	20
1.2.1 Zur Planung des IBP	20
1.2.2 Einige Ergebnis-Übersichten des IBP	20
1.2.2.1 Allgemeines	20
1.2.2.2 Projekte in Laubwaldgebieten	21
1.2.2.3 Projekte in Nadelwaldgebieten und im Mediterranklima	21
1.2.2.4 Grünland- und Tundra-Projekte	22
1.2.2.5 Projekte in Süßwasser-Ökosystemen	23
1.3 Ein Pilotprojekt der Ökosystemforschung im Solling	23
1.3.1 Einleitende Bemerkungen	23
1.3.2 Gründe für die Wahl des Sollings als Untersuchungsgebiet	24
1.4 Teilziele, Organisation und Entwicklung des Sollingprojekts	25
1.4.1 Das ursprüngliche Konzept des Schwerpunktprogramms	25
1.4.2 Ineinandergreifende Teilvorhaben 1966–73	25
1.4.3 Weiterführende Forschungsvorhaben nach 1973	26
1.4.4 Bisher erschienene Teilsynthesen	28
1.5 Ökosystem-Modelle und Modelle von Teilsystemen	28
1.5.1 Grundsätzliches zu mathematischen Modellen in der Ökosystemforschung	28
1.5.2 Erfahrungen anderer IBP-Projekte mit Gesamtmodellen	29
1.5.3 Modellvorstellungen, von denen das Sollingprojekt ausgehen konnte	31
2 Entstehung und Umwelt der untersuchten Ökosysteme (El, Ge u.a.)	38
2.0 Die Höhenstufen und Ökosysteme des Sollings im Überblick (El)	38
2.1 Die Solling-Landschaft im Wandel der Jahrhunderte (Ge, El)	39
2.1.1 Hauptzüge der Waldgeschichte des Sollings	39
2.1.1.1 Vom Urwald zum Bauernwald	39
2.1.1.2 Fichtenaufforstungen und Trennung von Wald und Weide	40
2.1.2 Einflüsse der Industrie auf die Sollingwälder	41
2.1.3 Veränderungen der Flächenanteile von Buche, Eiche und Fichte	42
2.2 Die heutige Vegetation im Vergleich zur potentiellen (Ge, El)	42
2.2.1 Einleitung und Methodik	42
2.2.2 Übersicht der potentiellen natürlichen Vegetation des Sollings	44
2.2.3 Die aktuelle Vegetation des Hochsollings	47
2.2.3.1 Wald- und Forstgesellschaften	47
2.2.3.2 Grünland-Gesellschaften	49
2.2.3.3 Ackerunkraut-Bestände	51
2.3 Die Untersuchungsflächen des Sollingprojekts (Ge, El)	51
2.3.1 Übersicht (El)	51
2.3.2 Zur Bestandes-Geschichte der einzelnen Probeflächen (Ge)	52

2.3.2.1	Allgemeines	52
2.3.2.2	Hauptprobefläche Buchen-Altholz B1	58
2.3.2.3	Tierökologische Ergänzungsfläche B1a	58
2.3.2.4	Buchen-Baumholz B3	58
2.3.2.5	Buchen-Stangenholz B4	59
2.3.2.6	Hauptprobefläche Fichten-Baumholz F1	60
2.3.2.7	Fichten-Altholz F2	60
2.3.2.8	Fichten-Stangenholz F3	61
2.4	Allgemeinklima und Bestandesklima (Wi, El)	61
2.4.1	Das Allgemeinklima des Hochsollings im Rahmen Mitteleuropas (El, Wi)	61
2.4.1.1	Subozeanisch-montaner Charakter des Klimas	61
2.4.1.2	Dem Hochsolling ähnliche Klimabereiche in Mitteleuropa	62
2.4.1.3	Variationen der Niederschläge und Temperaturen von Jahr zu Jahr	63
2.4.1.4	Weitere Charakteristika des Allgemeinklimas	66
2.4.2	Das Mikroklima in den untersuchten Beständen (Wi, El)	67
2.4.2.1	Meßprogramme und Methoden	67
2.4.2.2	Temperaturverläufe in Wiese und Wald	67
2.4.2.3	Der relative Strahlungsgenuß im Buchenwald und Fichtenforst	72
2.4.2.4	Windgeschwindigkeiten im Freiland und Wald	74
2.5	Geologischer Bau und Böden des Hochsollings (Bk)	76
2.5.1	Geologischer Überblick	76
2.5.2	Die Böden des Hochsollings	77
2.5.2.1	Lage des Kartierungsgebiets	77
2.5.2.2	Bodenarten	77
2.5.2.3	Durchlässigkeit der Böden	77
2.5.2.4	Bodentypen	80
2.5.2.5	Humusformen	81
2.5.2.6	Grade der Podsoligkeit	81
2.5.3	Böden der Buchen- und Fichtenbestände im Hochsolling	82
2.5.3.1	Bodentypen unter Buchen, jüngeren und älteren Fichten	82
2.5.3.2	Bodenprofil der Probeflächen	82
3	Pflanzengemeinschaften und deren Produktionsleistung (versch. Autoren)	84
3.0	Wege zur Beurteilung der Primärproduktion (El)	84
3.1	Hainsimsen-Buchenwald und Siebenstern-Fichtenforst (Ge, Mu, El)	85
3.1.1	Der Typische Hainsimsen-Buchenwald (Ge, El)	85
3.1.1.1	Entwicklungsrhythmus und Gefüge der Pflanzenarten	85
3.1.1.2	Zur pflanzensoziologischen Einstufung	90
3.1.2	Der Siebenstern-Fichtenforst (Ge, El)	92
3.1.2.1	Der Pflanzwald im Vergleich zum Naturwald	92
3.1.2.2	Stellung des Siebenstern-Fichtenforstes zu anderen Gesellschaften	95
3.1.3	Kleinstandorte und deren Bewuchs in Wald und Forst (Mu, El)	96
3.1.3.1	Durch sturmgeworfene Bäume geschaffenes Kleinrelief	96
3.1.3.2	Baumstümpfe als Sonderhabitate und deren Besiedlung	98
3.1.3.3	Epiphyten-Gesellschaften an Buchen und Fichten	101
3.2	Entwicklung und Leistung der Buchen- und Fichtenbestände (Se, El)	103
3.2.1	Bestandesentwicklung und forstlicher Zuwachs	103
3.2.1.1	Probeflächen im Hainsimsen-Buchenwald	103
3.2.1.2	Probeflächen im Fichtenforst	105
3.2.2	Zuwachs-Schwankungen und deren mögliche Ursachen	106
3.2.2.1	Schwankungen von Jahr zu Jahr	106
3.2.2.2	Veränderungen im Jahreslauf	107
3.3	Biomasse-Messungen an Buche und Fichte (He, Gö)	109
3.3.1	Streufall und dessen Periodizität (He)	109

3.3.1.1	Einleitung und Methoden	109
3.3.1.2	Streufall bei der Buche	110
3.3.1.3	Steufall bei der Fichte	113
3.3.2	Biomasse-Kompartimente von Probestämmen (He)	113
3.3.3	Zur Biomasse der Buchenwurzeln mit weniger als 5 mm Durchmesser (Gö)	119
3.3.3.1	Biomasse-Verteilung der Feinst- und Feinwurzeln (< 2 mm Ø)	119
3.3.3.2	Biomasse-Verteilung der Schwachwurzeln (2–5 mm Ø)	120
3.3.3.3	Mindestwerte für die Jahresproduktion an Feinst- und Feinwurzeln	121
3.3.4	Gesamt-Biomasse und Biomasse-Produktion (He)	121
3.3.4.1	Buchen-Probeflächen	121
3.3.4.2	Fichten-Probeflächen	125
3.4	Jahresrhythmus und Produktion der Kraut- und Moosschicht (Eb)	127
3.4.1	Einleitung und Methoden	127
3.4.2	Verteilung von Vegetation und Biomasse am Waldboden	128
3.4.3	Jahresgänge der Biomassen-Entwicklung	129
3.4.3.1	Keimlinge und Jungpflanzen der Buche	130
3.4.3.2	Hainsimse (<i>Luzula luzuloides</i>)	131
3.4.3.3	Sauerklee (<i>Oxalis acetosella</i>)	132
3.4.3.4	Drahtschmiele (<i>Avenella flexuosa</i>)	134
3.4.3.5	Haarmützenmoos (<i>Polytrichum formosum</i>)	134
3.4.4	Die Stoffproduktion der Kraut- und Moosschicht	134
3.4.5	Vergleich mit der Kraut- und Moosschicht anderer Waldgesellschaften	135
3.5	Der Kohlenstoff-Haushalt von Pflanzen in Wald, Forst und Wiese (Su, La u. a.)	136
3.5.1	Einleitung und Methoden (Su, El)	136
3.5.2	Die CO ₂ -Assimilation von Buche und Fichte	137
3.5.2.1	Ein Tageslauf von Assimilation und Transpiration als Beispiel (El)	137
3.5.2.2	Jahresgänge der potentiellen Photosynthese-Leistung (bis 3.5.5.2 Su, La)	138
3.5.2.3	Aktuelle Photosynthese und deren limitierende Faktoren	138
3.5.3	Rückschlüsse auf die Kohlenstoffbilanz von Buche und Fichte	142
3.5.4	Vergleich des Verhaltens immer- und wechselgrüner Bäume	143
3.5.5	Die CO ₂ -Assimilation von Waldbodenpflanzen und Epiphyten	143
3.5.5.1	Kräuter, Grasartige und Jungbuchen	143
3.5.5.2	<i>Hypogymnia</i> , eine epiphytische Flechte	145
3.5.6	Die CO ₂ -Assimilation des Rotschwingels in der Wiese (RUETZ, EL)	145
3.5.6.1	Tagesgänge und Schwankungen während der Vegetationszeit	145
3.5.6.2	Zur Bedeutung des Lichts als begrenzender Faktor	147
3.5.7	Zum CO ₂ -Gaswechsel der Fichte im Winter (MOKROSS, EL)	149
3.6	Organische Inhaltsstoffe in der Bodenvegetation und deren Umsatz (Bt)	150
3.6.1	Einleitung	150
3.6.2	Material und Methoden	151
3.6.3	Stoff-Zusammensetzung als Ausdruck pflanzlicher Lebensform	152
3.6.4	Wichtige Stoffgruppen in den untersuchten Arten	152
3.6.4.1	Gehalte an Asche, Stickstoff und Proteinen	152
3.6.4.2	Lipidgehalt	154
3.6.4.3	Gehalt an löslichen Kohlenhydraten und Stärke	155
3.6.4.4	Gehalt an Zellwandsubstanzen	155
3.6.5	Vorrat, Produktion und Umsatz an Inhaltsstoffen	157
3.6.5.1	Stoffgehalt in Biomasse und Jahresproduktion	157
3.6.5.2	Umsatz der Inhaltsstoffe	158
3.7	Dynamik und Haushalt der Goldhaferwiese bei verschiedener Düngung (Sp)	159
3.7.1	Einleitung und Methoden	159
3.7.2	Der Pflanzenbestand und seine Veränderung durch Düngung	160
3.7.3	Erträge und Biomassen	162
3.7.3.1	Ernteerträge	162
3.7.3.2	Oberirdische Biomassen im Jahreslauf	162
3.7.3.3	Unterirdische Biomassen und deren Tiefenverteilung	163
3.7.4	Dynamik des Wurzelwachstums	165

3.7.4.1	Jahresschwankungen der Zahl lebender Wurzelspitzen	165
3.7.4.2	Lebensdauer der Wurzeln	166
3.7.5	Reservestoff-Haushalt	168
3.7.6	Bioelement-Haushalt	168
3.7.6.1	Inhaltsstoffe	168
3.7.6.2	Bilanz des Bioelement-Haushalts	170
3.7.6.2.1	Ungedüngte Variante	170
3.7.6.2.2	PK-Variante	173
3.7.6.2.3	NPK-Variante	174
3.8	Stoffproduktion und Bioelement-Haushalt einer Weidelgrasansaat (Sp)	174
3.8.1	Einleitung	174
3.8.2	Biomasse-Entwicklung	174
3.8.2.1	Oberirdische Biomasse	174
3.8.2.2	Wurzelmasse	175
3.8.3	Bioelement-Gehalte	176
3.8.3.1	Oberirdische Biomasse	176
3.8.3.2	Wurzelmasse	176
3.8.4	Bioelement-Haushalt	177
4	Die Tierwelt, ihre Nahrungsbeziehungen und ihre Rolle (We, Sa)	179
4.1	Die Struktur der Tiergemeinschaften (We)	179
4.1.1	Einleitung	179
4.1.2	Untersuchungsflächen und -methoden	179
4.1.2.1	Die Untersuchungsflächen aus tierökologischer Sicht	179
4.1.2.2	Methoden zur Erfassung der Fauna und ihrer Funktion	181
4.2	Nahrungsbeziehungen der Tiere (We)	183
4.2.1	Trophische Struktur	183
4.2.2	An der Streuzersetzung beteiligte Tiere (Saprophage)	186
4.2.2.1	Allgemeines	186
4.2.2.2	Vorwiegend saprophage Tiergruppen	186
4.2.2.3	Pilz- und Bakterienfresser	187
4.2.3	Die Nahrung charakteristischer Pflanzenfresser, vor allem im Buchenwald (Phytophage)	187
4.2.3.1	Allgemeines	187
4.2.3.2	Algenfresser (Phycophage)	188
4.2.3.3	Blattfresser (Phyllophage)	188
4.2.3.4	Wurzelfresser (Rhizophage)	189
4.2.3.5	Blüten- und Samenfresser	190
4.2.3.6	Saftsauger	190
4.2.4	Tierfresser und ihre bevorzugte Beute (Zoophage)	190
4.2.4.1	Allgemeines	190
4.2.4.2	Laufkäfer als Räuber mit breitem Nahrungsspektrum	191
4.2.4.3	Spinnentiere mit breiten und engen Nahrungsbeziehungen	191
4.2.4.4	Zoophage Zweiflügler und ihre Beute	192
4.2.4.5	Fresser von Enchyträen und anderen Bodentieren	193
4.2.4.6	Blattlausfresser	193
4.2.4.7	Parasitoide Haut- und Zweiflügler	193
4.2.4.8	Vorwiegend zoophage Vögel	193
4.2.4.9	Spitzmäuse	193
4.2.5	Allesfresser (Pantophage)	193
4.2.6	Nahrungsketten und Nahrungsnetz im Hainsimsen-Buchenwald	194
4.3	Zeitlicher Ablauf des Tierlebens (We)	195
4.3.1	Vorbemerkungen zur Raum-Zeit-Struktur	195
4.3.2	Lebenszyklen häufiger Tierarten	195
4.3.2.1	Ein Jahr lebende Arthropoden	195
4.3.2.1.1	Schmetterlinge (Lepidoptera)	197
4.3.2.1.2	Rüsselkäfer (Curculionidae)	197

4.3.2.1.3	Zweiflügler (Diptera)	197
4.3.2.1.4	Kurzflügelkäfer (Staphylinidae)	198
4.3.2.1.5	Pseudoskorpione (Pseudoscorpionida)	198
4.3.2.1.6	Weberknechte (Opilionida)	198
4.3.2.1.7	Laufkäfer (Carabidae)	198
4.3.2.1.8	Spinnen (Araneida)	198
4.3.2.2	Länger lebende Arthropoden	198
4.3.2.2.1	Zweijährige Rüsselkäfer	199
4.3.2.2.2	Ohrwürmer (Dermaptera)	199
4.3.2.2.3	Zweijährige Spinnen	199
4.3.2.2.4	Zweijährige Laufkäfer	199
4.3.2.2.5	Zweijährige Kurzflügelkäfer	200
4.3.2.2.6	Hundertfüßer (Chilopoda)	200
4.3.2.2.7	Mehrfährige Schnellkäfer (Elateridae)	200
4.3.3	Zusammenhänge zwischen Lebenszyklus und Wohnstratum	200
4.3.4	Jahreszeitliche Entwicklung der Biozönose	202
4.3.4.1	Pflanzenphänologie und Stratenwechsel der Phytophagen	202
4.3.4.1.1	Typen des Stratenwechsels	202
4.3.4.1.2	Verbreitung der Pflanzenfresser in der Kronenschicht	204
4.3.4.2	Jahresperiodizität der am Boden lebenden Räuber	205
4.3.4.2.1	Übersicht über die Aktivitätsphasen	205
4.3.4.2.2	Aktivitätsdynamik wichtiger Spinnentiere	207
4.3.4.2.3	Aktivitätsphasen der Laufkäfer	207
4.4	Verteilung der Bodenfauna (Sa)	208
4.4.1	Begriff der Dispersion	208
4.4.2	Vertikale Verteilungsmuster von Bodentieren	209
4.4.2.1	Einführung	209
4.4.2.2	Beschalte Amöben (Testacea)	209
4.4.2.2.1	Verteilung der Amöben als Gruppe	209
4.4.2.2.2	Anteile von Thekamöben in den Bodenhorizonten	210
4.4.2.3	Enchyträen, Milben und Springschwänze	210
4.4.2.3.1	Enchyträen (Enchytraeidae)	217
4.4.2.3.2	Milben (Acarina)	217
4.4.2.3.3	Springschwänze (Collembola)	217
4.4.2.4	Einige semiaquatische Gruppen	218
4.4.2.4.1	Strudelwürmer (Turbellaria)	218
4.4.2.4.2	Bärtierchen (Tardigrada)	218
4.4.2.4.3	Rädertierchen (Rotatoria)	218
4.4.2.4.4	Ruderfußkrebse (Copepoda)	218
4.4.2.5	Mücken und Fliegen (Nematocera, Brachycera)	218
4.4.2.6	Sonstige Tiergruppen	219
4.5	Artenzahlen in den Ökosystemen des Sollings (We)	219
4.5.1	Übersicht über die taxonomische Struktur	219
4.5.1.1	Allgemeines	219
4.5.1.2	Artenpektren des Hainsimsen-Buchenwaldes	219
4.5.1.3	Das Artenspektrum des Fichtenforstes im Vergleich zu anderen Ökosystemen	223
4.5.1.4	Bemerkungen zum Artenspektrum der Goldhaferwiese	223
4.5.2	Beziehungen zwischen Artenzahl und Fläche	223
4.6	Siedlungsdichten und Biomassen (Sa)	225
4.6.1	Zur Problematik von Abundanz- und Biomassedaten	225
4.6.1.1	Allgemeines	225
4.6.1.2	Faktoren, von denen Abundanz und Biomasse abhängen	227
4.6.1.2.1	Abiotische Faktoren	227
4.6.1.2.2	Biotische Faktoren	229
4.6.1.3	Schwankungen von Abundanz und Biomasse in Raum und Zeit	232
4.6.1.3.1	Räumliche Verteilung	232
4.6.1.3.2	Oszillationen im Jahreslauf	233
4.6.1.3.3	Fluktuationen von Jahr zu Jahr	233

4.6.2	Siedlungs- und Biomassedichten beim Verlassen des Bodens	234
4.6.2.1	Im Hainsimsen-Buchenwald	236
4.6.2.2	Im Siebenstern-Fichtenforst	237
4.6.2.3	In der Goldhaferwiese	238
4.6.3	Abundanzen und Biomassen in einzelnen Tiergruppen	239
4.6.3.1	Allgemeiner Überblick	239
4.6.3.2	Vorwiegend saprophage und mikrophytophage Bodenbewohner	252
4.6.3.2.1	Beschaltete Amöben (Testacea)	252
4.6.3.2.2	Rädertierchen (Rotatoria)	253
4.6.3.2.3	Fadenwürmer (Nematoda)	253
4.6.3.2.4	Enchyträen (Enchytraeidae)	253
4.6.3.2.5	Regenwürmer (Lumbricidae)	254
4.6.3.2.6	Milben (Acarina)	255
4.6.3.2.7	Beintastler (Protura)	256
4.6.3.2.8	Springschwänze (Collembola)	256
4.6.3.2.9	Nestkäfer (Catopidae)	256
4.6.3.2.10	Zweiflügler (Diptera)	256
4.6.3.3	Vorwiegend oder ausschließlich phytophage Gruppen	257
4.6.3.3.1	Fransenflügler (Thysanoptera)	257
4.6.3.3.2	Zikaden (Auchenorrhyncha)	257
4.6.3.3.3	Blattläuse (Aphidina)	257
4.6.3.3.4	Rüsselkäfer (Curculionidae)	257
4.6.3.3.5	Schmetterlinge (Lepidoptera)	258
4.6.3.4	Vollständig oder teilweise zoophage Gruppen	258
4.6.3.4.1	Strudelwürmer (Turbellaria)	258
4.6.3.4.2	Bärtierchen (Tardigrada)	258
4.6.3.4.3	Pseudoskorpione (Pseudoscorpionida)	259
4.6.3.4.4	Weberknechte (Opilionida)	259
4.6.3.4.5	Spinnen (Araneida)	259
4.6.3.4.6	Hundertfüßer (Chilopoda)	260
4.6.3.4.7	Doppelschwänze (Diplura)	260
4.6.3.4.8	Wanzen (Heteroptera)	260
4.6.3.4.9	Netzflügler (Planipennia)	261
4.6.3.4.10	Laufkäfer (Carabidae)	261
4.6.3.4.11	Kurzflügelkäfer (Staphylinidae)	261
4.6.3.4.12	Leg- und Stechimmen (Apocrita)	263
4.6.3.4.13	Vögel (Aves)	263
4.6.3.5	Pantophage und sonstige Gruppen	264
4.6.3.5.1	Ruderfußkrebse (Harpaticoidea)	264
4.6.3.5.2	Ohrwürmer (Dermaptera)	264
4.6.2.5.3	Schnellkäfer (Elateridae)	265
4.6.3.6	Wirbeltiere außer den Vögeln	265
4.7	Zur Bedeutung der Tiere in den Ökosystemen (Sa, El)	265
5	Leistungen der Pilze und Bakterien, besonders im Moder-Buchenwald (versch. Autoren)	267
5.0	Vorbemerkungen (El)	267
5.1	Morphologisch feststellbare Umwandlungen der Waldstreu (Ba)	267
5.1.1	Einleitung	267
5.1.2	Bemerkungen zur Methodik	268
5.1.3	Humushorizonte im Buchenwald B1 und Diskussion der Befunde	269
5.1.3.1	Ln: Obere Streuschicht	269
5.1.3.2	Lnv + LvFr: Untere Streuschicht und beginnende Vermoderungsschicht	271
5.1.3.3	Fr: Vermoderungsschicht mit vielen erkennbaren Pflanzenresten	273
5.1.3.4	Fm: Vermoderungsschicht mittleren Zersetzungsgrades	274
5.1.3.5	H: Humusstoffschicht	274
5.1.3.6	Ahe: Humoser podsoliger oberster Mineralboden	275
5.1.3.7	Bv: Humusarmer bis -freier Verwitterungshorizont	275

5.1.4	Räumliche und zeitliche Variabilität des Buchen-Humusprofils	276
5.1.5	Zusammenfassung der Befunde am Buchen-Humusprofil	276
5.1.6	Besonderheiten des Humusprofils im Fichtenforst	277
5.2	Jahreslauf und Bilanz des Streuabbaus durch Mikroorganismen (Me)	278
5.2.1	Einleitung	278
5.2.2	Probenahme und Atmungsmessung	279
5.2.3	Blattstreu- und Humus-Zersetzung im Jahreslauf	279
5.2.3.1	Jahresschwankungen im Auflagehumus und deren Ursachen	279
5.2.3.2	Jahresbilanz für die L- und F-Schicht („Streu“)	280
5.2.3.3	Jahresbilanz bei Einbeziehung der H- und Ahe-Schicht („Humus“)	282
5.2.4	Abbauraten in verschiedenen Bodentiefen	282
5.2.5	Vergleich des Sollingbodens mit einer Reihe von Bodentypen	283
5.3	Biomasse und Abbauleistung der Pilze und Bakterien im Boden (Do, An)	284
5.3.1	Einleitung	284
5.3.2	Material und Methoden	284
5.3.3	Bakterien/Pilz-Verhältnis im F- und H-Horizont	285
5.3.4	Diskussion der Ergebnisse	286
5.4	Zur Lebensweise und Funktion der Boden-Mikroorganismen (El, Ja)	287
5.4.1	Einleitung (El)	287
5.4.2	Streßfaktoren für Bodenpilze und -bakterien (Ja)	287
5.4.3	Pilze als Mineralisierer und Nährstoff-Vermittler (El)	288
5.4.4	Der biologische Kreislauf des Stickstoffs als Beispiel (El)	290
5.4.4.1	Das Ineinandergreifen der Organismengruppen	290
5.4.4.2	Höhe und zeitliche Schwankungen der Mineralisations-Leistungen	291
5.5	Mikrobieller Abbau bestimmter Stoffgruppen in der Buchenstreu (Ja)	292
5.5.1	Einleitung und Untersuchungsmethoden	292
5.5.2	Stoffgruppen im Fallaub verschiedenen Zersetzungsgrades	293
5.5.3	Abbau von Streukomponenten und Bildung von Zwischenprodukten	294
5.5.4	Einflüsse von Streukomponenten auf die Bodenaktivität	296
5.5.4.1	Änderungen der Enzymaktivität	296
5.5.4.2	Wirkungen auf die Stickstoff-Mineralisation	298
5.6	Bakterien verschiedener physiologischer Gruppen im Boden (Ja)	299
5.6.1	Einleitung	299
5.6.2	Aerobe chemo-organotrophe Bakterien	299
5.6.2.1	Methoden und Ergebnisse	299
5.6.2.2	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Befunden	300
5.6.2.3	Bemerkungen zu den Actinomyceten und Myxobakterien	301
5.6.3	Anaerobe und fakultativ anaerobe chemo-organotrophe Bakterien	302
5.6.4	Chemo-lithotrophe Bakterien: Nitrifikanten	303
5.7	Pilze im Hainsimsen-Buchenwald (Me, Do, An)	304
5.7.1	Höhere Pilze mit Fruchtkörpern über der Erdoberfläche (Me)	304
5.7.1.1	Mykorrhiza bildende und sonstige Bodenpilz-Arten	304
5.7.1.2	Fruchtkörper-Biomassen im Laufe eines Jahres	304
5.7.1.3	Jahresrhythmus der Fruchtkörper-Produktion	305
5.7.2	Auf Buchenstubben gefundene Pilzarten (Me)	308
5.7.3	Sonstige Pilze, insbesondere Mikromyceten im Boden (Do, An)	308
5.7.3.1	Einleitung und Methodik	308
5.7.3.2	Mikromyceten im Solling-Buchenwald und anderen Buchenwäldern	309
5.8	Mykorrhizen sowie Feinst- und Feinwurzeln der Buche (Gö, Me)	310
5.8.1	Wesen und Zeitablauf der Mykorrhiza-Bildung (Me, El)	310
5.8.2	Räumliche und zeitliche Verteilung der Mykorrhiza-Gattungen (Gö)	312
5.8.2.1	Methodik	312
5.8.2.2	Häufigkeit und Verteilung der Mykorrhiza-Gattungen	312
5.8.2.3	Entwicklung der Mykorrhizen im Laufe des Jahres	315
5.8.2.4	Wirkungen der Mykorrhiza auf die Buchenwurzeln	315

5.8.3	Jahresrhythmus des Wachstums der Buchenwurzeln (Gö)	316
5.8.3.1	Häufigkeit der Wurzelspitzen im Jahreslauf	316
5.8.3.2	Rhythmus im Längenwachstum der Wurzeln	318
5.8.4	Atmung der Fein- und Feinstwurzeln mit ihren Symbionten (Me)	320
5.8.4.1	Bemerkungen zum Untersuchungsziel und zur Methodik	320
5.8.4.2	Atmung der Wurzeln mit ihrem Pilzmantel	321
5.8.4.3	Atmung der Fruchtkörper und des Bodenmycels	322
6	Energieumsätze durch die Ökosysteme (versch. Autoren)	323
6.0	Physikalischer und organischer Energieumsatz (El)	323
6.1	Strahlungsumsatz in Waldbeständen (Ki, El)	324
6.1.1	Die Strahlungsbilanz als Eingangsgröße	324
6.1.2	Die kurzwellige Strahlungsbilanz	326
6.1.3	Die langwellige Strahlungsbilanz und der Wärmehaushalt	327
6.1.4	Tagesgänge der Wärmehaushalts-Komponenten	327
6.2	Energiebindung durch die Photosynthese (Ru)	330
6.2.1	Einführung	330
6.2.2	Definitionen und Bestimmungsverfahren	330
6.2.3	Brennwerte	331
6.2.4	Netto-Primärproduktion in verschiedenen Ökosystemen	332
6.2.4.1	Hainsimsen-Buchenwald	332
6.2.4.2	Siebenstern-Fichtenforst	333
6.2.4.3	Krautige Bestände	334
6.2.5	Verteilung der Netto-Primärproduktion	335
6.2.6	Die Netto-Primärproduktion im Energieumsatz der Ökosysteme	336
6.3	Energieflüsse durch die Populationen der Tiere (Gr, Fu)	337
6.3.1	Einführung	337
6.3.1.1	Die Tiere im Energiefluß eines Ökosystems	337
6.3.1.2	Zielsetzungen	338
6.3.2	Definitionen, Erläuterungen, Vorgehensweise	338
6.3.2.1	Der Energiefluß durch Einzeltiere oder Kompartimente	338
6.3.2.2	Parameter des Energieflusses	338
6.3.2.2.1	Produktion	338
6.3.2.2.2	Respiration	339
6.3.2.2.3	Assimilation, Konsumption und Defäkation, Effizienzen	340
6.3.2.3	Ablauf der Untersuchungen zur Energetik der Tiere	340
6.3.2.4	Verfahrensweisen zur Quantifizierung des Energieumsatzes	341
6.3.2.4.1	Bestimmung für ein „Durchschnittsindividuum“	341
6.3.2.4.2	Berechnung der Assimilation nach der Biomasse von Imagines beim Verlassen des Bodens	342
6.3.2.4.3	Kalkulation der Respiration von Populationen	343
6.3.2.4.4	Relationen experimentell ermittelter Parameter	343
6.3.3	Umsätze verschiedener Populationen und trophischer Gruppen	343
6.3.3.1	Biophagen-Nahrungskette: Phytophage	343
6.3.3.1.1	Blattfresser	343
6.3.3.1.2	Saftsauger	348
6.3.3.1.3	Wurzelfresser	348
6.3.3.2	Biophagen-Nahrungskette: Zoophage	349
6.3.3.3	Zersetzer-Nahrungskette: Saprophage Tiere	351
6.3.3.3.1	Diptera	352
6.3.3.3.2	Elateridae	352
6.3.3.3.3	Acarina	352
6.3.3.3.4	Enchytraeidae	353
6.3.3.3.5	Lumbricidae	353
6.3.3.3.6	Nematoda	353
6.3.3.3.7	Testacea	353

6.3.4	Bedeutung der Tiere, beurteilt nach ihrer Respiration	353
6.3.4.1	Respirations-Anteile verschiedener Tiergruppen	353
6.3.4.2	Der Anteil tierischer Atmung an der Heterotrophen-Atmung	354
6.4	Energiebilanz des Buchenwald-Ökosystems (El)	354
7	Umsatz und Verfügbarkeit des Wassers im Buchen- und Fichtenbestand (Bk, El)	356
7.0	Komponenten des Wasserhaushalts im Überblick (El)	356
7.1	Modelle des Wasserumsatzes von Waldbeständen (Bk, El)	357
7.1.1	Wasserhaushalts-Gleichung und Kompartiment-Modell	357
7.1.2	Konzept eines Modells der hydrologischen Dynamik im Boden	358
7.1.3	Meßmethoden	360
7.1.3.1	Freiland-Niederschlag, Kronendurchlaß und Stammablauf	360
7.1.3.2	Matrixpotentiale und Leitfähigkeit des Bodens	361
7.2	Wasserbilanzen des Buchen- und Fichtenbestandes in unterschiedlichen Jahren (Bk, El)	363
7.2.1	Freiland- und Bestandes-Niederschläge	363
7.2.2	Interception und Evapo-Transpiration	365
7.2.3	Versickerung ins Grundwasser	365
7.3	Bilanzen über kürzere Zeiträume (Bk, El)	367
7.3.1	Jahresgänge der Monatsbilanzen	367
7.3.1.1	Normal-, Naß- und Trockenjahr im Vergleich	367
7.3.1.2	Gang der Rücklagen und der Evapo-Transpiration	367
7.3.2	Tagesbilanzen und Versickerungs-Geschwindigkeiten	367
7.4	Vergleiche mit anderen Wegen zur Bestimmung der Evapo-Transpiration (Bk, El)	369
7.5	Transpirations-Koeffizienten von Buchen- und Fichtenbeständen (El)	370
7.6	Schwankungen der Saugspannung im Wurzelbereich (Bk, El)	372
7.6.1	Jahresgänge der Saugspannung unter Buche und Fichte	372
7.6.2	Auswirkungen von Regen- und Trockenperioden	373
8	Vorräte und Flüsse der chemischen Elemente (Ul, Ma, Mz)	375
8.0	Vorbemerkungen zu den untersuchten Elementen (El)	375
8.1	Kompartiment-Modell der biogeochemischen Kreisläufe	376
8.1.1	Untersuchungsansatz	376
8.1.2	Analysenmethoden	377
8.2	Vorräte im Bestand	378
8.2.1	Probenahme	378
8.2.2	Gehalte und deren Streuungen	378
8.2.3	Vorräte im Buchen- und Fichtenbestand	381
8.3	Vorräte im Boden	382
8.3.1	Probenahme und Bestimmungsgrößen	382
8.3.2	Gesamtgehalte und -vorräte	383
8.3.2.1	Mineralboden	383
8.3.2.2	Auflagehumus	387
8.3.3	Trends während der Beobachtungszeit	388
8.3.3.1	Bemerkungen zum Datenmaterial	388
8.3.3.2	Auflagehumus	389
8.3.3.3	Mineralboden	391

8.4 Flüsse	395
8.4.1 Meßansatz	395
8.4.2 Elementflüsse mit dem Streufall	395
8.4.3 Elementflüsse mit Niederschlägen und Bodenlösung	398
8.4.3.1 Probenahme für Konzentrations-Bestimmungen	398
8.4.3.2 Element-Konzentrationen und ihre Steuerungen	398
8.4.4 Transportraten in den Niederschlägen	404
8.4.4.1 Saisonale Variabilität	404
8.4.4.2 Annuelle Variabilität	405
8.4.5 Flüssebilanz des Kronenraums	405
8.4.5.1 Bilanzgleichungen	405
8.4.5.2 Elementeintrag durch Interceptions-Deposition	407
8.4.5.3 Gesamt-Deposition und Speicherung im Zuwachs	407
8.4.5.4 Anthropogener Säureeintrag	408
8.4.6 Flüssebilanz des Auflagehumus	411
8.4.7 Flüssebilanz des Ökosystems	412
8.4.7.1 Veränderungsraten der Bodenvorräte	412
8.4.7.2 Verhaltensweisen des Bodens bei Eintrag bestimmter Ionen	413
8.4.8 Jahresbilanzen der Bioelementflüsse	415
9 Ergebnisse des Sollingprojekts in verschiedener Sicht (El)	418
9.0 Einleitende Bemerkungen	418
9.1 Die einzelnen Lebensgemeinschaften im Vergleich	418
9.1.1 Naturnaher Wald und Nadelforst	418
9.1.1.1 Der Hainsimsen-Buchenwald (Moder-Buchenwald)	418
9.1.1.2 Der Siebenstern-Fichtenforst	420
9.1.1.3 Lebensgemeinschaften auf Sondersubstraten im Wald	421
9.1.2 Stärker vom Menschen geprägte Lebensgemeinschaften	422
9.1.2.1 Die Rotschwingel-Goldhaferwiese bei ungleicher Düngung	422
9.1.2.2 Ein stark gedüngter Acker mit Welschem Weidelgras	423
9.1.3 Gemeinsamkeiten und Querbeziehungen	423
9.1.3.1 Allgemeinklimatische Bedingungen und deren Auswirkungen	423
9.1.3.2 Parallelen in Gewinn und Weitergabe der Sonnenenergie	424
9.1.3.3 Nachgewiesene Querbeziehungen	424
9.2 Phänologie und Haushalt der Ökosysteme	425
9.2.1 Jahreszeitlicher Rhythmus der Produktion	425
9.2.1.1 Leben während der Winterruhe	425
9.2.1.2 Gesteigerte Aktivität der Lebensgemeinschaften im Frühjahr	426
9.2.1.3 Leistungsabstufungen im Sommer	427
9.2.1.4 Verstärkte Zersetzertätigkeit im Herbst	428
9.2.2 Zum Energie-, Wasser- und Stoffhaushalt der Ökosysteme	429
9.2.2.1 Energiebilanz und Rückschlüsse auf die Sauerstoff-Abgabe	429
9.2.2.2 Wasserhaushalt von Buchen- und Fichtenbeständen	430
9.2.2.3 Nährstoff-Versorgung der Pflanzen im Buchenwald und Fichtenforst	431
9.2.2.4 Zur Filterwirkung von Laubwäldern und Nadelforsten	432
9.3 Veränderungen während der Untersuchungszeit	433
9.3.1 Gerichtete Veränderungen der Lebensgemeinschaften	433
9.3.1.1 Eindeutige Änderungen des Artengefüges	433
9.3.1.2 Schwankungen und mögliche Trends der Produktivität	433
9.3.1.3 Ausmaß „neuartiger Waldschäden“	434
9.3.2 Änderungen chemischer Faktoren	434
9.3.2.1 Gab es Trends bei den Immissionen?	434
9.3.2.2 Mögliche Veränderungen von Bodenzuständen	435
9.4 Empfehlungen für künftige Ökosystemforschungen	436
9.4.1 Gültigkeitsbereich der Ergebnisse des Sollingprojekts	436

9.4.1.1	Vegetations- und bodenkundliche Gesichtspunkte	436
9.4.1.2	Zur Vergleichbarkeit des Allgemeinklimas	437
9.4.1.3	Wichtige noch wenig erforschte Ökosysteme	437
9.4.2	Generelle Empfehlungen und Erfahrungen	438
9.4.2.1	Zur Organisation der Gemeinschaftsarbeit	438
9.4.2.2	Notwendigkeit von Dauerprobeflächen	439
9.4.2.3	Basisprogramm und erweiterte Programme	440
10	Literatur-Verzeichnisse (El, He)	441
10.1	In den Kapiteln 1–9 erwähnte Schriften (El)	441
10.2	Veröffentlichungen des Sollingprojekts (He, El)	463
11	Anhänge (We, Sa, El)	471
11.1	Liste der in den Solling-Probeflächen nachgewiesenen Pflanzen (El)	471
11.2	Liste der in den Solling-Probeflächen nachgewiesenen Tiere (We, Sa)	473
12	Register (CH. LEUSCHNER)	489