

27.36-020 2

20

DISSERTATIONES BOTANICÆ

BAND 238

Reaktion zweier Grünland-Ökosysteme auf chemische Belastung durch ausgewählte Umweltchemikalien

von

WILLY WERNER



J. CRAMER

in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung

BERLIN · STUTTGART 1995

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Einführung in die Problemstellung	1
1.2 Modellvorstellungen und Hypothesen	3
1.3 Fragestellungen und Zielsetzung dieser Arbeit	8
2. Material	10
2.1 Konzeption der Untersuchungen	10
2.1.1 Zeitliche Entwicklung und Organisation der Projekte	10
2.2. Auswahl und Beschreibung der Ökosysteme	12
2.2.1 Lage, geologische Verhältnisse und Boden des Weidelgras-Weißkleerasens	16
2.2.2 Lage, geologische Verhältnisse und Boden der Goldhaferwiese	18
2.2.3 Allgemeinklima und Witterungsverlauf in den Untersuchungsjahren	19
2.2.3.1 Weidelgras-Weißkleerasen	19
2.2.3.2 Goldhaferwiese	22
2.2.4 Vegetation, Fauna und Bewirtschaftung der Grünlandökosysteme	24
2.2.4.1 Weidelgras-Weißkleerasen	25
2.2.4.2 Goldhaferwiese	30
2.3 Angewendete Chemikalien und deren Applikation	35
2.3.1 Angewendete Chemikalien	35
2.3.1.1 Pentachlorphenol (PCP)	39
2.3.1.2 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)	41
2.3.1.3 2-Ethylamino-4-chlor-6-(2-propylamino)-1,3,5-triazin (Atrazin)	45
2.4 Applikation	46
3. Rückstände der applizierten Chemikalien in den untersuchten Ökosystem-Kompartimenten	49
3.1 Extraktion, Reinigung und Nachweis von PCP	49
3.2 Rückstände von PCP in verschiedenen Ökosystemkompartimenten	52
3.2.1 Kleinräumige Verteilung von PCP direkt nach der Applikation	52
3.2.2 Rückstandsgehalte von PCP in Kompartimenten des Weidelgras-Weißkleerasens bei einmaliger Applikation	53
3.2.3 Rückstandsgehalte von PCP in Kompartimenten der Goldhaferwiese bei einmaliger und mehrfacher Applikation	57
3.2.4 Vergleich der Rückstände im Weidelgras-Weißkleerasen und in der Goldhaferwiese	66
4. Gaswechselphysiologische Messungen (nach Ergebnissen von STICKAN 1985 und RUNGE et al. 1989)	69
4.1 Meßmethoden	69
4.2 Gaswechsel unbelasteter Pflanzen	71
4.3. Auswirkung chemischer Belastung	72
4.3.1 Auswirkungen von Pentachlorphenol (PCP)	72
4.3.1.1 Schädigungsverlauf, Dosis-Wirkungsbeziehungen und langfristige Wirkungen	72
4.3.1.2 Auswirkungen von Natriumpentachlorphenolat (NaPCP)	75

4.3.1.3 Vergleich der Empfindlichkeit der Arten	77
4.3.1.4 Akute und chronische Toxizität	81
4.3.2 Auswirkungen von Atrazin	86
4.3.3 Auswirkungen von 2,4-D auf die Photosynthese	87
4.4. Vergleich der Wirkung der Chemikalien	89
5. Der Reservekohlehydrat-Haushalt von <i>Plantago lanceolata</i> (nach Ergebnissen von NEEMANN 1990)	93
5.1 Methode der Zuckeranalysen	95
5.1.1 Probenahme, Probenaufbereitung und quantitativer Nachweis	95
5.1.2 Berechnung der einzelnen Zuckerkonzentrationen	97
5.2 Reservekohlehydratgehalte zu verschiedenen Jahreszeiten	98
5.2.1 Reservekohlehydrat-Haushalt ohne Chemikalieneinfluß	98
5.3 Reservekohlehydratgehalte bei chemischer Belastung	100
5.3.1 Auswirkungen von PCP	101
5.3.2 Auswirkungen von 2,4-D	107
5.4 Diskussion der Veränderungen im Reservekohlehydrat-Haushalt von <i>Plantago lanceolata</i>	112
6. Wirkung der Chemikalien auf Phytomasse-Vorräte von Grünland-Ökosystemen (Weidelgras-Weißkleerasen: eigene Ergebnisse; Goldhaferwiese nach Ergebnissen von NEEMANN (1990))	116
6.1 Methoden	117
6.1.1 Erntemethoden und Aufarbeitung der Proben des Weidelgras-Weißkleerasens	117
6.1.2 Erntemethoden und Aufarbeitung des Pflanzenmaterials von der Goldhaferwiese	117
6.1.3 Bestimmung der Trockensubstanz	117
6.1.4 Berechnung des oberirdischen Trockensubstanz-Zuwachses	118
6.2 Weidelgras-Weißkleerasen	119
6.2.1 Gesamtbestand	119
6.2.1.1 PCP	119
6.2.1.2 Atrazin	121
6.2.2 Gruppe der Gräser und Kräuter	122
6.2.2.1 PCP	123
6.2.2.2 Atrazin	124
6.3 Goldhaferwiese	124
6.3.1 Gesamtbestand	124
6.3.1.1 PCP	125
6.3.1.2 2,4-D	128
6.3.2 Gruppe der Gräser und Kräuter	130
6.3.2.1 PCP	130
6.3.2.2 2,4-D	134
6.3.3 Einzelne Arten	137
6.3.3.1 PCP	138
6.3.3.2 2,4-D	145
6.4 Diskussion der Veränderung der Phytomasse-Vorräte und des Zuwachsverhaltens	150

7. Veränderung des Artengefüges der Phytozönose (eigene Ergebnisse)	156
7.1 Vegetationskundliche Methoden	156
7.1.1 Versuchsanlage	156
7.1.2. Vegetationskundliche Methoden	159
7.1.3 Mathematische und statistische Methoden	159
7.1.3.1 Gemeinschaftskoeffizienten und Dominanzstruktur	159
7.1.3.2 Methoden der Interferenz-Statistik	162
7.1.3.3 Methoden der multivariaten Statistik	163
7.2 Ergebnisse	165
7.2.1. Einfluß der Chemikalienbehandlung auf die phänologische Entwicklung und die Bildung morphologischer Veränderungen	165
7.2.2 Veränderung des Artengefüges im Weidelgras-Weißkleerasen	166
7.2.2.1 Fluktuation des Artengefüges im Weidelgras-Weißkleerasen von 1984 bis 1987 ohne Chemikalieneinfluß	166
7.2.2.2 Chemikalieneffekt	167
7.2.2.2.1 Reaktionen einzelner Arten	168
7.2.2.2.2 Synökologische Aspekte der Veränderung des Artengefüges	173
7.2.2.2.3 Veränderungen in der Dominanzstruktur	179
7.2.2.2.4 Kanonische Korrespondenzanalyse mit den Vegetationsaufnahmen des Weidelgras-Weißkleerasens	184
7.2.3 Veränderungen des Artengefüges in der Goldhaferwiese	190
7.2.3.1 Fluktuationen in der Artenzusammensetzung der Goldhaferwiese von 1984 bis 1987 ohne Chemikalieneinfluß	190
7.2.3.2 Reaktionen einzelner Arten	192
7.2.3.3 Synökologische Aspekte der Veränderungen des Artengefüges	195
7.2.3.3.1 Veränderungen in der Dominanzstruktur	202
7.2.3.3.2 Kanonische Korrespondenzanalyse mit den Vegetationsaufnahmen der Goldhaferwiese	204
7.3 Diskussion der Veränderung des Artengefüges der Phytozönose	209
7.3.1 Vergleich der toxischen Wirkungen der verschiedenen Chemikalien	209
7.3.2 Wirkung und Vergleich der Applikationsformen	209
7.3.3 Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse und Verwendbarkeit der synökologischen Darstellungen als Beurteilungsgrößen für eine Schädigung bzw. Erholung	211
8. Einfluß der Chemikalien auf die Zoozönose von Grünland-Ökosystemen (nach Ergebnissen von CONRADY 1983 und 1987)	212
8.1 Methoden zur Untersuchung der Zoozönose	213
8.2 Einfluß der Chemikalien	215
8.2.1 Einfluß der Chemikalien auf die Zoozönose des Weidelgras-Weißkleerasens	215
8.2.1.1 Reaktion einzelner Arten und Artengruppen	215
8.2.1.2 Auswirkungen auf die Nahrungsbeziehungen	219
8.2.2 Einfluß der Chemikalien auf die Zoozönose der Goldhaferwiese	222
8.2.2.1 Reaktion einzelner Arten und Artengruppen	222
8.2.2.2 Auswirkungen auf die Nahrungsbeziehungen	229

8.3 Diskussion der Wirkung der Chemikalien auf die Zoozönose	230
8.3.1 Verhaltensänderungen der Tiere durch Chemikalieneinfluß	230
8.3.2 Auswirkungen chronischer und akuter Belastung	232
8.3.3 direkte und indirekte toxische Wirkungen	233
8.3.4 Veränderung der Dominanzstruktur und Ähnlichkeit zur Kontrolle von Artengruppen der Zoozönose	235
8.3.5 Einflüsse der Chemikalien auf die trophischen Ebenen	236
8.3.6 Einflüsse der Chemikalien auf die Nahrungsmenge und das Raumangebot	237
9. Einfluß der Chemikalien auf die Streuzersetzung in der Goldhaferwiese (nach Ergebnissen von CONRADY 1987)	239
9.1 Bestimmung der Streuabbaurate und des C/N-Verhältnisses	240
9.2 Rückstände in der Streu der Netzbeutel	240
9.3 Besiedlung der Netzbeutel mit <i>Collembolen</i>	242
9.4 Gewichtsverlust der Streu in den Netzbeuteln verschiedener Maschen- weiten	244
9.5 Veränderung des C/N-Verhältnisses	245
9.6 Diskussion der Streuabbauleistung in der Goldhaferwiese	246
10. Schlußfolgerungen	251
10.1 Exposition der Organismen und Lebensgemeinschaften	251
10.2 Direkte und indirekte Auswirkungen in den untersuchten Organi- sationsebenen	256
10.3 Zeitliche Andauer der Wirkungen	263
10.4 Reproduzierbarkeit der Auswirkungen	268
10.5 Vergleich der Wirkung der Chemikalien	271
10.6 Vergleich der Applikationstypen	275
10.7 Vergleich der Reaktionen beider Grünland-Biozönosen	278
10.8 Wirkungswege	280
10.8.1 Wirkungsweg von der Photosynthese bis zur Veränderung des Arten- gefüges von Pflanzenbeständen	281
10.8.2 Wirkungsweg Streuzersetzung (Interferenzen zwischen Makro-, Meso- und Mikrofauna)	285
10.9 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Ökosysteme	288
10.10 Bioindikation	293
10.10.1 Allgemeines	293
10.10.2 Nutzbarkeit der Untersuchungen für die Bioindikation	294
10.10.3 Ableitung ökotoxikologischer Testverfahren	299
10.11 Schlußbetrachtung	303
11. Zusammenfassung	304
12. Literatur	308