

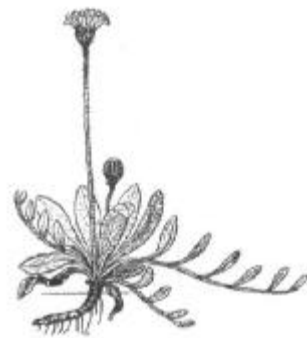
**Räumliche Muster von Bodenstörungen  
durch Ameisen und Kaninchen  
in offenen Sandlebensräumen  
und ihre Auswirkungen auf die Vegetation**



*Corynephorus canescens*



*Rumex acetosella*



*Hieracium pilosella*

Diplomarbeit  
aus dem Institut für  
Botanik und Pharmazeutische Biologie  
Lehrstuhl Botanik II  
Arbeitsgruppe Geobotanik  
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

betreut von: Prof. Dr. Werner Nežadal

vorgelegt von:

**Silke Friedrich**

aus Bad Windsheim

Erlangen, im Juli 2001

Titelbilder modifiziert aus: **ROTHMALER, W.** (1994): Exkursionsflora von Deutschland  
– Gefäßpflanzen: Atlasband. – 753 S., Jena / Stuttgart.

## **Danksagung**

An dieser Stelle sei allen gedankt, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. Werner Nezadal für die Betreuung der Arbeit sowie an Herrn Dr. Walter Weiß. Von beiden habe ich in zahlreichen geobotanischen Lehrveranstaltungen und Exkursionen viel gelernt. Danke auch für die fachlichen Ratschläge und die Bereitstellung von Literatur.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Wolfram Beyschlag und Herrn Dr. Thomas Steinlein vom Lehrstuhl für Experimentelle Ökologie und Ökosystembiologie an der Universität Bielefeld für ihr Interesse an meiner Arbeit und ihre Unterstützung.

Herzliches Dankeschön an Frau Dr. Anke Jentsch, die diese Arbeit im Rahmen ihrer Dissertation angeregt hat, für die hervorragende Unterstützung und die gute Zusammenarbeit.

Wichtig für diese Arbeit war, Untersuchungsflächen anlegen zu können. Daher danke ich der Regierung von Mittelfranken für die Genehmigung in den Naturschutzgebieten „Tennenloher Forst“ und „Hainberg“. Ebenso danke ich der Firma REHAU in Eltersdorf, daß ich auf ihrem Gelände Untersuchungen durchführen durfte. Gleiches gilt für die Flächen bei Möhrendorf, die den Erlanger Stadtwerken gehören.

Für Auskünfte und Unterstützung bedanke ich mich insbesondere bei Herrn Joachim Backhaus von den Erlanger Stadtwerken, Herrn Helmut Dörfler von der Naturschutzgemeinschaft Erlangen, Herrn Florian Bemmerlein-Lux von IFANOS, Herrn Andreas Leßmann von der Unteren Naturschutzbehörde im Landratsamt Fürth, Herrn Johannes Mohr von der Unteren Naturschutzbehörde im Landratsamt Forchheim, Herrn Jahreis von der Stadt Erlangen, dem Vermessungsamt Erlangen und Herrn Andreas Niedling vom Projektbüro SandAchse.

Weiterhin danke ich allen Freunden und Bekannten, die zu dieser Arbeit beigetragen haben, besonders Sandra Grelka, Jochen Wolf und Stefan Böger.

Lieber Dank an meine Eltern Elke und Erich Wagner für ihr Interesse und ihre Hilfe. Dafür danke ich auch meinem Mann Marcus Friedrich ganz herzlich sowie für sein offenes Ohr zu jeder Tages- und Nachtzeit.



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UNTERSUCHUNGSGEBIETE.....</b>	<b>3</b>
2.1 Lage .....	3
2.2 Geologie .....	8
2.3 Klima .....	10
2.4 Potentielle natürliche Vegetation .....	11
2.5 Sukzession .....	12
2.6 Aktuelle Vegetation.....	13
<b>3. STÖRUNGEN UND VEGETATIONSDYNAMIK.....</b>	<b>15</b>
3.1 Störung und Musterbildung .....	15
3.1.1 Definition von Störung .....	15
3.1.2 Auswirkungen von Störungen .....	16
3.1.3 Musterbildung.....	17
3.1.4 Dynamisches Gleichgewicht.....	18
3.2 Störungen in Sandökosystemen.....	18
3.2.1 Störungen durch Ameisen .....	19
3.2.2 Störungen durch Kaninchen .....	20
<b>4. ARBEITSHYPOTHESEN UND FRAGESTELLUNGEN .....</b>	<b>23</b>
<b>5. METHODEN.....</b>	<b>25</b>
5.1 Standort- und Flächenwahl .....	25
5.2 Aufnahmemethoden.....	27
5.3 Analyse der Daten.....	31
5.3.1 Statistische Analyse .....	31
5.3.2 Analyse der Größe der Ameisen- und Kaninchenstörungen.....	32
5.3.3 Analyse der Verbreitungsmuster .....	32
5.3.4 Analyse der Frequenzwerte.....	32
5.3.5 Auswertung der weiteren Vegetationsdaten.....	33
5.4 Diskussion der Ergebnisse .....	34
5.5 Nomenklatur .....	34

<b>6. ERGEBNISSE.....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 Größe der Ameisen- und Kaninchenstörungen.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Verbreitungsmuster und Frequenzwerte .....</b>	<b>37</b>
6.2.1 50 m x 100 m – Ebene.....	38
6.2.2 10 m x 10 m – Ebene.....	52
6.2.3 1 m x 1 m – Ebene.....	66
6.2.4 10 cm x 10 cm – Ebene .....	80
6.2.5 Ameisen- und Kaninchenstörungen im Jahresverlauf.....	94
6.2.6 Zusammenfassung der statistischen Analyse.....	96
<b>6.3 Vergleich der Maßstabebenen.....</b>	<b>97</b>
<b>6.4 Vegetation.....</b>	<b>100</b>
6.4.1 Deckungswerte.....	100
6.4.2 Artenzahlen.....	104
6.4.3 Frequenzsummen .....	107
6.4.4 Frequenzwerte von <i>Spergula morisonii</i> und <i>Teesdalia nudicaulis</i> .....	110
6.4.5 Keimlinge von <i>Corynephorus canescens</i> .....	113
6.4.6 Wiederbesiedlung der Störungsstellen .....	115
<b>7. DISKUSSION .....</b>	<b>117</b>
<b>7.1 Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>117</b>
7.1.1 Ameisen- und Kaninchenstörungen .....	117
7.1.2 Vegetation.....	118
<b>7.2 Diskussion der Methoden.....</b>	<b>122</b>
<b>7.3 Naturschutz.....</b>	<b>124</b>
7.3.1 Schutzwürdigkeit.....	124
7.3.2 Konsequenzen für den Naturschutz .....	124
7.3.3 Zustand und Gefährdung der Untersuchungsgebiete .....	126
<b>8. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>127</b>

## ANHANG

A	Literaturverzeichnis.....	Anhang S. 1
B	Abkürzungsverzeichnis.....	Anhang S. 8
C	Artenliste.....	Anhang S. 9
D	Vegetationsdaten.....	Anhang S. 11

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Lage der Untersuchungsgebiete .....	3
Abbildung 2.2: Eltersdorf .....	6
Abbildung 2.3: Möhrendorf .....	6
Abbildung 2.4: Tennenlohe .....	6
Abbildung 2.5: Hainberg .....	7
Abbildung 2.6: Büg .....	7
Abbildung 2.1: Monatsmitteltemperaturen und Niederschlagssummen der Wetterstation Buch bei Nürnberg .....	10
Abbildung 3.1: Durch Ameisen übersandeter <i>Corynephorus canescens</i> – Horst .....	19
Abbildung 3.1: Europäisches Wildkaninchen ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) .....	20
Abbildung 3.2: Kaninchenbau .....	20
Abbildung 3.3: Kaninchenausscharrung mit Vertiefung und Übersandung .....	20
Abbildung 5.1: Flächendesign .....	25
Abbildung 5.1: Kartierung der 1 m x 1 m – Ebene mit einem Frequenzrahmen .....	30
Abbildung 5.2: Kartierung der 10 m x 10 m – Ebene mit Maßbändern und Zollstöcken .....	30
Abbildung 6.1: 50 m x 100 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	38
Abbildung 6.2: 50 m x 100 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	39
Abbildung 6.3: 50 m x 100 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	40
Abbildung 6.4: 50 m x 100 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	41
Abbildung 6.5: 50 m x 100 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	42
Abbildung 6.6: 50 m x 100 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	43
Abbildung 6.7: 50 m x 100 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	44
Abbildung 6.8: 50 m x 100 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	45
Abbildung 6.9: 50 m x 100 m – Ebene, Büg: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	46
Abbildung 6.10: 50 m x 100 m – Ebene, Büg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	47
Abbildung 6.11: Frequenzwerte der Ameisen- und Kaninchenstörungen auf der 50 m x 100 m – Ebene .....	49
Abbildung 6.12: Frequenzwerte von <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> und <i>Hieracium pilosella</i> auf der 50 m x 100 m – Ebene .....	51
Abbildung 6.13: 10 m x 10 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	52
Abbildung 6.14: 10 m x 10 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	53
Abbildung 6.15: 10 m x 10 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	54
Abbildung 6.16: 10 m x 10 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	55
Abbildung 6.17: 10 m x 10 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	56
Abbildung 6.18: 10 m x 10 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	57
Abbildung 6.19: 10 m x 10 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	58
Abbildung 6.20: 10 m x 10 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	59

Abbildung 6.21: 10 m x 10 m – Ebene, Büg,: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	60
Abbildung 6.22: 10 m x 10 m – Ebene, Büg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	61
Abbildung 6.23: Frequenzwerte der Ameisen- und Kaninchenstörungen auf der 10 m x 10 m – Ebene.....	63
Abbildung 6.24: Frequenzwerte von <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> und <i>Hieracium pilosella</i> auf der 10 m x 10 m – Ebene .....	65
Abbildung 6.25: 1 m x 1 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	66
Abbildung 6.26: 1 m x 1 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	67
Abbildung 6.27: 1 m x 1 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	68
Abbildung 6.28: 1 m x 1 m – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	69
Abbildung 6.29: 1 m x 1 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	70
Abbildung 6.30: 1 m x 1 m – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	71
Abbildung 6.31: 1 m x 1 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	72
Abbildung 6.32: 1 m x 1 m – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	73
Abbildung 6.33: 1 m x 1 m – Ebene, Büg,: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	74
Abbildung 6.34: 1 m x 1 m – Ebene, Büg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	75
Abbildung 6.35: Frequenzwerte der Ameisen- und Kaninchenstörungen auf der 1 m x 1m – Ebene.....	76
Abbildung 6.36: Frequenzwerte von <i>Corynephorus canescens</i> auf der 1 m x 1 m – Ebene.....	78
Abbildung 6.37: Frequenzwerte von <i>Rumex acetosella</i> auf der 1 m x 1 m – Ebene .....	78
Abbildung 6.38: Frequenzwerte von <i>Hieracium pilosella</i> auf der 1 m x 1 m – Ebene .....	79
Abbildung 6.39: : 10 cm x 10 cm – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	80
Abbildung 6.40: 1 m x 1 m – Ebene, Eltersdorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	81
Abbildung 6.41: 10 cm x 10 cm – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	82
Abbildung 6.42: 10 cm x 10 cm – Ebene, Möhrendorf: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	83
Abbildung 6.43: 10 cm x 10 cm – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	84
Abbildung 6.44: 10 cm x 10 cm – Ebene, Tennenlohe: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Hieracium pilosella</i> .....	85
Abbildung 6.45: 10 cm x 10 cm – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	86
Abbildung 6.46: 10 cm x 10 cm – Ebene, Hainberg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	87
Abbildung 6.47: 10 cm x 10 cm – Ebene, Büg,: Verbreitungsmuster Ameisenstörungen, Kaninchenstörungen, Offenes Substrat .....	88
Abbildung 6.48: 10 cm x 10 cm – Ebene, Büg: Verbreitungsmuster <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Rumex acetosella</i> .....	89
Abbildung 6.49: Frequenzwerte der Ameisen- und Kaninchenstörungen auf der 10 cm x 10 cm – Ebene.....	90
Abbildung 6.50: Frequenzwerte von <i>Corynephorus canescens</i> auf der 10 cm x 10 cm – Ebene .....	91
Abbildung 6.51: Frequenzwerte von <i>Rumex acetosella</i> auf der 10 cm x 10 cm – Ebene.....	92
Abbildung 6.52: Frequenzwerte von <i>Hieracium pilosella</i> auf der 10 cm x 10 cm – Ebene .....	92
Abbildung 6.53: Ameisenfläche im Jahresverlauf .....	94
Abbildung 6.54: Kaninchenfläche im Jahresverlauf .....	95



Abbildung 6.55: Vergleich der Frequenzwerte der Ameisenstörungen auf allen Maßstabsebenen.....	98
Abbildung 6.56: Vergleich der Frequenzwerte der Kaninchenstörungen auf allen Maßstabsebenen.....	98
Abbildung 6.57: Vergleich der Frequenzwerte von <i>Corynephorus canescens</i> auf allen Maßstabsebenen .....	99
Abbildung 6.58: Deckungsschätzung auf der 50 m x 100 m – Ebene .....	100
Abbildung 6.59: Deckungsschätzung auf der 10 m x 10 m – Ebene .....	101
Abbildung 6.60: Vergleich der Frequenz- und der Deckungswerte auf der 1 m x 1 m – Ebene .....	102
Abbildung 6.61: Vergleich der Frequenz- un der Deckungswerte auf der 10 cm x 10 cm – Ebene .....	103
Abbildung 6.62: Artenzahl (ohne Kryptogamen) auf der 1 m x 1 m - Ebene .....	105
Abbildung 6.63: Artenzahl (ohne Kryptogamen) auf der 10 cm x 10 cm – Ebene.....	105
Abbildung 6.64: Frequenzsummen auf der 1 m x 1 m – Ebene .....	108
Abbildung 6.65: Frequenzsummen (ohne Kryptogamen) auf der 10 cm x 10 cm - Ebene .....	109
Abbildung 6.66: Frequenzsummen (ohne Kryptogamen) auf der 10 cm x 10 cm – Ebene.....	109
Abbildung 6.67: Frequenzwerte von <i>Spergula morisonii</i> und <i>Teesdalia nudicaulis</i> auf der 1 m x 1 m – Ebene .....	111
Abbildung 6.68: Frequenzwerte von <i>Spergula morisonii</i> und <i>Teesdalia nudicaulis</i> auf der 10 cm x 10 cm – Ebene .....	111
Abbildung 6.69: Vorkommen von <i>Corynephorus canescens</i> auf den 1 m x 1 m – Beispielflächen in Eltersdorf im Oktober 2000.....	114
Abbildung 6.70: Ameisenfläche (Eltersdorf) .....	116
Abbildung 6.71: Kaninchenfläche (Büg).....	116

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Sandanteil, Wassergehalt, pH-Wert und Humusgehalt der Böden in den Untersuchungsgebieten Eltersdorf, Tennenlohe und Hainberg .....	9
Tabelle 5.1: Übersicht über alle Untersuchungsflächen .....	27
Tabelle 5.1: Übersicht über die erhobenen Daten auf den verschiedenen Maßstabsebenen .....	29
Tabelle 6.1: Größe der „normale“ Ameisenstörungen.....	35
Tabelle 6.2: Größe der „maximalen“ Ameisenstörungen .....	35
Tabelle 6.3: Größe der Kaninchenausscharrungen .....	36
Tabelle 6.4: Größe der Kaninchenbauten .....	36
Tabelle 6.5: Normative Skala für die 50 m x 100 m – Ebene .....	48
Tabelle 6.6: Normative Skala für die 10 mx 10 m – Ebene .....	62
Tabelle 6.7: Zusammenfassung der Ergebnisse der statistischen Analyse der Frequenzwerte.....	96
Tabelle 6.8: Deckungsschätzung auf der 50 m x 100 m – Ebene .....	100
Tabelle 6.9: Deckungsschätzung auf der 10 m x 10 m – Ebene .....	101
Tabelle 6.10: Artenzahl (ohne Kryptogamen) auf der 1 m x 1 m - Ebene .....	106
Tabelle 6.11: Artenzahl (ohne Kryptogamen) auf der 10 cm x 10 cm – Ebene .....	106
Tabelle 6.12: Artenzahl (ohne Kryptogamen) auf der 10 m x 10 m – Ebene.....	107
Tabelle 6.13: Anzahl der Flächen mit Vorkommen von <i>Spergula morisonii</i> und <i>Teesdalia nudicaulis</i> .....	112
Tabelle 6.14: Frequenzwerte der <i>Corynephorus canescens</i> – Keimlinge auf der 1 m x 1 – Ebene im Oktober 2000.....	113
Tabelle 6.15: Im Mai 2001 gegenüber Mai 2000 neu aufgetretene Arten auf der 10 cm x 10 cm – Ebene ..	115