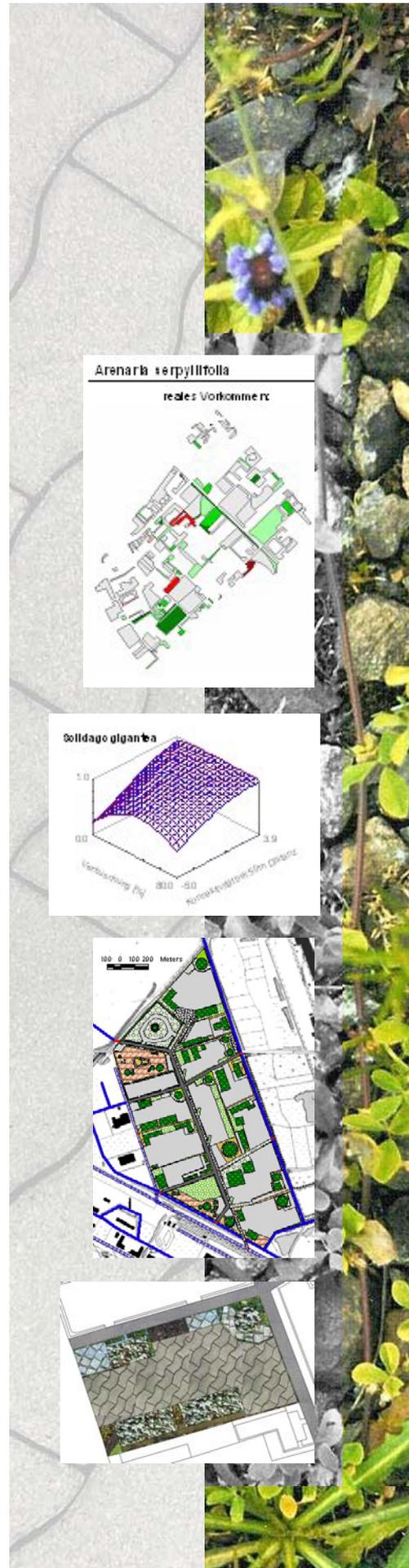


Räumlich
explizite
Habitatmodelle
von
Ruderalpflanzen
in
Bremen
und
Umsetzung
in eine
fiktive
Gebietsplanung

Diplomarbeit

Barbara Fuchs



Studiengang Diplom-Landschaftsökologie

Diplomarbeit

**RÄUMLICH EXPLIZITE HABITATMODELLE VON RUDERALPFLANZEN
IN BREMEN UND
UMSETZUNG IN EINE FIKTIVE PLANUNG EINES GEWERBEGEBIETES**

Vorgelegt von Barbara Fuchs

Betreuender Gutachter: Prof. Dr. Michael Kleyer

Zweiter Gutachter: PD Dr. Robert Biedermann

Oldenburg, April 2005

VORWORT

„Schritt für Schritt“...

...lautete der Bildschirmschoner meines Computers. Und Schritt für Schritt näherte ich mich bzw. wir uns, liebe Steffi, dem Ziel- dem Ziel diese Arbeit über Blumen und Brummifahrer zu beenden. Nun ist es geschafft!

Auch ich möchte mich bei Menschen bedanken, die mir in dieser - doch länger gedauert als gedachten- Zeit zur Seite gestanden haben:

- bei Steffi, dafür das wir diese Zeit zusammen gearbeitet, gelacht, geweint, gegrübelt, verzweifelt und durchgehalten haben,
- bei Michael Kleyer, dafür das er uns betreute - mit Forderungen und Ideen weitertrieb,
- Robert Biedermann, dass er als Retter in der Not in letzter Minute einsprang,
- bei Frank, dafür dass er mir mit Liebe und Vertrauen immer wieder Motivation gab und immer für mich da ist,
- bei Moritz, für das Wunderbarste auf der Welt,
- bei meinen Eltern, dafür dass sie mich schon immer und besonders in der letzten Zeit unterstützten, mir Vertrauen und Zeit gaben,
- bei Angelika, Gertrud und Erwin für die herzliche Moritz- Betreuung,
- bei Gabi, für das konstruktive Korrekturlesen und immer mit Ohr und Wort zur Seite stehen, wenn ich nicht weiter wusste,
- Ute und Barbara, für ihre Unterstützung als Fachfrauen in unseren Untersuchungsgebieten durch das Tempo- Projekt.



Euch allen ein herzliches riesiges Danke!!!!

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	3
1.1	Einleitende Fragestellungen und Zielvorstellungen °sm+bf	3
1.2	Ablauf der Arbeit °sm	5
1.3	Einbettung in TEMPO °bf	6
1.4	Einführung in die Habitatmodellierung °bf	7
1.5	Untersuchungsgebiete	8
1.5.1	Lage der Untersuchungsgebiete °bf+sm	8
1.5.2	Nutzung und Geschichte °sm	9
1.5.3	Geographie °sm	10
1.5.4	Geologie und Boden °sm	11
1.5.5	Ruderalvegetation °bf	12
2	METHODIK	14
2.1	Arbeitsgrundlage °bf	14
	STANDORTPARAMETER	16
2.2	Auswahl der Standortparameter °bf	16
2.2.1	Berechnung der Standortparameter zur Konnektivität °sm ..	20
	VEGETATION	22
2.3	Feststellung des Artenpools °bf+sm	22
2.4	Bildung von Artengemeinschaften °sm	23
2.5	Auswahl der Pflanzenarten °sm	24
2.6	Kartierung der ausgewählten Arten °bf	25
2.7	Bestimmung und Erfassung der Traits (biologische Pflanzenmerkmale) °bf	26
	STATISTISCHE MODELLIERUNG	28
2.8	Logistische Regression °bf+sm	28
2.8.1	Variablenauswahl °bf	29
2.8.2	Interpretation °sm	32
2.9	Modellbewertung °bf	34
2.9.1	Modellkalibrierung	35
2.9.2	Modelldiskriminierung	35
2.10	Modellvalidierung °bf	38
2.11	Verletzung von Modellannahmen durch räumliche Autokorrelation °sm	38
2.12	Realitätsnähe der Modellierung °sm	39
3	ERGEBNISSE	40
	STANDORTPARAMETER	40
3.1	Ausprägungen der Standortparameter °b	40
3.1.1	Wertebereiche für Standortparameter Konnektivität °sm	50

3.1.2	Exkurs: Metapopulationstheorie und mutmaßliche Populationsgrenzen °sm.....	52
3.1.3	Wichtigste Standortparameter der Habitatmodellierung °bf	60
VEGETATION		63
3.2	Artenpool °sm.....	63
3.3	Artengemeinschaften °sm.....	63
3.4	Vorkommen der ausgewählten Pflanzenarten °sm	65
3.5	Traits (biologische Pflanzenmerkmale) °bf.....	68
STATISTISCHE MODELLIERUNG		69
3.6	Modellübergreifende Ergebnisse °sm	69
3.7	Habitatmodelle der ausgewählten Arten °sm+bf	72
3.7.1	Modell für <i>Arenaria serpyllifolia</i> (AG-I).....	73
3.7.2	Modelle für <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago gigantea</i> und <i>Tanacetum vulgare</i> (AG-II)	74
3.7.3	Modell für <i>Matricaria maritima</i> (AG-III).....	78
3.7.4	Modelle für <i>Veronica arvensis</i> und <i>Erophila verna</i> (AG-IV) ...	79
3.7.5	Modelle für <i>Rumex acetosella</i> und <i>Carex arenaria</i> (AG-V)	81
3.7.6	Modelle für <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> und <i>Apera spica-venti</i> (ohne AG)	83
4	METHODENDISKUSSION	86
4.1	Auswahl der Untersuchungsgebiete °sm	86
4.2	Auswahl und Kartierung der Standortparameter °sm	86
4.3	Vegetationsaufnahmen °bf	89
4.4	Bildung von Artengemeinschaften °sm.....	89
4.5	Kartierung der ausgewählten Arten °sm	89
4.6	Statistische Modellierung °bf	90
5	ERGEBNISDISKUSSION	97
5.1	Wie können die vegetationskundlichen und statistischen Ergebnisse interpretiert werden?	97
5.1.1	Interpretation für <i>Arenaria serpyllifolia</i> , <i>Conyza canadensis</i> und <i>Poa compressa</i> (AG-I) °sm	97
5.1.2	Interpretation für <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago gigantea</i> und <i>Tanacetum vulgare</i> (AG-II) °sm	100
5.1.3	Interpretation für <i>Matricaria maritima</i> , <i>Poa annua</i> und <i>Senecio vulgaris</i> (AG-III) °bf	103
5.1.4	Interpretation für <i>Veronica arvensis</i> und <i>Erophila verna</i> (AG-IV) °sm	106
5.1.5	Interpretation für <i>Rumex acetosella</i> , <i>Carex arenaria</i> und <i>Corynepherus canescens</i> (AG-V) °sm	108
5.1.6	Interpretation für <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> und <i>Apera spica-venti</i> (ohne AG) °bf.....	110

6	ZUSAMMENFASSUNG °SM	113
7	SIND DIE WISSENSCHAFTLICHEN ERGEBNISSE ALS PLANUNGSVORGABEN ZU FORMULIEREN? °SM	116
7.1	Artengemeinschaften als Planungsgerechte Einheiten °sm	116
7.2	Eignung und Ansprüche an den Wuchsstandort als Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume °sm	116
7.3	Verwendung der mutmaßlichen Populationsgrößen als zusätzliche Planungsvorgaben? °sm	120
	PLANUNGSTEIL.....	121
8	EINFÜHRUNG IN DEN PLANERISCHEN TEIL	121
8.1	Lage des Planungsgebietes	122
8.2	„Funktionen“ eines Gewerbegebietes	123
8.3	Ökologischen Artengemeinschaften in entsprechenden „Räumen“	124
8.4	Zusätzliche Räume	127
9	WIE LASSEN SICH FUNKTIONEN UND RÄUME KOMBINIEREN?	129
	MOMENTBEZOGENE PLANUNG	139
9.1	Planfolge 1: Schienen- und Straßennetz	139
9.2	Planfolge 2: verschieden Bereiche im Planungsgebiet	140
9.3	Planfolge 3: Verteilung der verschiedenen „Funktionen“	143
9.4	Planfolge 4: Verteilung der einzelnen „Räume“	145
9.5	Planfolge 5: Verteilung der „FUNKTIONSRÄUME“	147
9.6	Planfolge 6: Artengemeinschaften im Planungsgebiet	149
9.7	Planfolge 7: Detailansicht eines Betriebsgeländes	151
10	ZEITBEZOGENE PLANUNG	153
10.1	Sukzessionsstadien auf Stadtbrachen	153
10.2	Planfolge 8: mobile Gebäude im Bereich Versorgung	155
11	ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION	158
12	FAZIT.....	162
13	LITERATURVERZEICHNIS	164
14	NHANG	I
	Gesamtartenliste	Anhang I
	Steckbriefe der ausgewählten Pflanzenarten	Anhang III
	Erläuterungen zu den Steckbriefen	Anhang VII
	Kartiererergebnisse der ausgewählten Pflanzenarten	Anhang IX
	Vegetationstabelle auf der CD	
	CD mit weiteren Anhängen	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Schematische Darstellung der Arbeitsabläufe	5
Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete	8
Abb. 3: Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen in den Untersuchungsgebieten GVZ und OCHTUM.....	15
Abb. 4: Übersicht ausgewählter Oberflächenmaterialien.....	17
Abb. 5: Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen im UG GVZ und UG OCHTUM	22
Abb. 6: Klassifikationsmatrix und abzuleitende Gütemaße.....	36
Abb. 7: ROC- Kurve (aus REINIKING & SCHRÖDER 2004).....	37
Abb. 8: Verteilung der Oberflächenmaterialobergruppen im UG OCHTUM	41
Abb. 9: Verteilung der Oberflächenmaterialobergruppen im UG GVZ.....	42
Abb. 10: Verteilung des Oberflächenalters im UG OCHTUM.....	43
Abb. 11: Verteilung des Oberflächenalters im UG GVZ.....	43
Abb. 12: Grad der Oberflächenverdichtung im UG OCHTUM.....	44
Abb. 13: der Oberflächenverdichtung im UG GVZ.....	44
Abb. 14: Grad der aktuellen Störung im UG OCHTUM	45
Abb. 15: : Grad der aktuellen Störung im UG GVZ	46
Abb. 16: : Dauer der aktuellen Störung im UG OCHTUM	46
Abb. 17: : Dauer der aktuellen Störung im UG GVZ	47
Abb. 18: Grad der Verbuschung (in %) im UG OCHTUM und UG GVZ.....	48
Abb. 19: prozentuale Verteilung der Krautschichthöhe im UG OCHTUM und UG GVZ	49
Abb. 20: "Saat/Mahd" im UG GVZ	50
Abb. 21: Wertebereiche aller Arten für Konnektivität bei 50 m Distanz.....	51
Abb. 22: Kartierergebnisse von <i>Solidago gigantea</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> und <i>Conyza canadensis</i> im Untersuchungsgebiet GVZ	56
Abb. 23: Wertebereiche der Konnektivität bei 50 m Distanz für beispielhaft besprochene Arten	57
Abb. 24: Kartierergebnisse von <i>Arenaria serpyllifolia</i> und <i>Leontodon autumnalis</i> im Untersuchungsgebiet Ochtum.....	57
Abb. 25: Kartierergebnisse von <i>Carex arenaria</i> , <i>Erophila verna</i> und <i>Veronica arvensis</i> im Untersuchungsgebiet GVZ bzw. Ochtum.....	58
Abb. 26: Kartierergebnisse von <i>Apera spica-venti</i> und <i>Rumex acetosella</i> im Unter- suchungsgebiet GVZ	59
Abb. 27: OFM- Gruppen im UG OCHTUM und UG GVZ	60
Abb. 28: Aktuelle Störung im UG OCHTUM und UG GVZ.....	61
Abb. 29: Höhe der Krautschicht im UG OCHTUM und UG GVZ	61
Abb. 30: Anzahl der Arten mit prozentualem Anteil an Untersuchungsflächen mit flächenhaftem Vorkommen	67

Abb. 31: Besiedlungsgrade von <i>Conyza canadensis</i> und <i>Senecio vulgaris</i> in Ochtrum	68
Abb. 32: Häufigkeit der unabhängigen Variablen innerhalb der Modelle.....	71
Abb. 33: Prozentuale Verteilung der Modelle unterschiedlicher Variablenzahl	71
Abb. 34: Verteilung der Gütemaße R^2 und AUC innerhalb der Modelle.....	72
Abb. 35: Bivariate Darstellungen der Variablen des Habitatmodells von <i>Arenaria serpyllifolia</i>	73
Abb. 36: Univariate Darstellung der Variablen Wuchshöhe der Krautschicht – ohne Einfluss der übrigen Variablen	75
Abb. 37: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/ Konnektivität bei 50 m Distanz bzw. Grad der aktuellen Störung/Alter der Oberfläche der Habitatmodelle von <i>Tanacetum vulgare</i> bzw. <i>Medicago lupulina</i>	75
Abb. 38: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Verdichtungsgrad der Oberfläche des Habitatmodells von <i>Tanacetum vulgare</i>	76
Abb. 39: Bivariate Darstellungen der Variablen Verbuschung/Konnektivität bei 50 m Distanz des Habitatmodells von <i>Solidago gigantea</i>	76
Abb. 40: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der akt. Störung des Habitatmodells von <i>Holcus lanatus</i>	77
Abb. 41: Univariate Darstellung der Variablen Wuchshöhe der Krautschicht – ohne Einfluss der übrigen Variablen	78
Abb. 42: Bivariate Darstellungen der Variablen Dauer der aktuellen Störung/ Konnektivität bei 50 m Distanz des Modells von <i>Matricaria maritima</i>	79
Abb. 43: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der aktuelle Störung des Modells von <i>Veronica arvensis</i>	80
Abb. 44: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der akt. Störung des Modells von <i>Erophila verna</i>	80
Abb. 45: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/Konnektivität bei 500 m Distanz des Modells von <i>Rumex acetosella</i>	82
Abb. 46: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Wuchshöhe der Krautschicht des Modells von <i>Carex arenaria</i>	82
Abb. 47: Univariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche – ohne Einfluss der übrigen Variablen.....	83
Abb. 48: Bivariate Darstellung der Variablen Verdichtungsgrad der Oberfläche/Konnektivität bei 500 m Distanz des Modells von <i>Saxifraga tridactylites</i>	84
Abb. 49: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Konnektivität bei 500 m Distanz des Modells von <i>Apera spica-venti</i>	84
Abb. 50: Univariate Darstellung der Variablen Wuchshöhe der Krautschicht – ohne Einfluss der übrigen Variablen	84
Abb. 51: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Wuchshöhe der Krautschicht des Modells von <i>Apera spica-venti</i>	84
Abb. 52: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/ Konnektivität bei 50 m Distanz des Modells von <i>Leontodon autumnalis</i>	85
Abb. 53: Direkter Vergleich des realen Vorkommens und des prognostizierten Vorkommen von <i>Arenaria serpyllifolia</i>	94

Abb. 54: Direkter Vergleich des realen Vorkommens und des prognostizierten Vorkommen von <i>Tanacetum vulgare</i>	95
Abb. 55: Lage des zu planenden Gebietes.....	122
Abb. 56: verschiedene Funktionen und Räume und entsprechende FUNKTIONSRÄUME	130
Abb. 57: Skizze von Park und Terrasse im Funktionsraum Erholung	135
Abb. 58: Skizze Fuß- und Radwege und Fahrradstand	138

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Einfluss des Menschen (nach WITTIG 2002)	13
Tab. 2: Oberflächenmaterialien und Definitionen* :	16
Tab. 3: Oberflächenmaterial (OFM)- Obergruppen	17
Tab. 4: Altersklassen laut Luftbildanalyse und Beobachtungen	18
Tab. 5: Kategorien der Oberflächenverdichtung	18
Tab. 6: Störungsregime	18
Tab. 7: Beispiele für die Kategorien	23
Tab. 8: Skala zur Schätzung der Deckungsgrade nach BRAUN-BLANQUET	23
Tab. 9: Artenlisten der ausgewählten Pflanzenarten beider UG	24
Tab. 10: Detaillierte Klassen des Pflanzenvorkommens	25
Tab. 11: Biologischen Pflanzenmerkmalen und Erläuterungen	27
Tab. 12: Gesamtübersicht der unabhängigen Variablen	30
Tab. 13: Zur Modellbewertung herangezogene Gütekriterien und ihre Bedeutung	34
Tab. 14: Bewertung des R^2 nach Nagelkerke	35
Tab. 15: Klassifizierung der AUC- Werte nach HOSMER & LEMESHOW (1989)	37
Tab. 16: Wertebereiche für den Standortparameter Konnektivität	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tab. 17: Ableitung der Populationsgrenzen durch Parameter Samenanzahl, Anhänge, Terminal Velocity und Variable Konnektivität	55
Tab. 18: Separierte Artengemeinschaften (AG)	63
Tab. 19: Prozentualer Anteil an Untersuchungsflächen mit flächenhaftem Vorkommen der ausgewählten Arten	66
Tab. 20 : Liste der untersuchten Pflanzenarten	69
Tab. 21: Zur Modellierung verwendete unabhängige Variablen und ihre Häufigkeiten	70
Tab. 22: : Regressionskoeffizienten für <i>Arenaria serpyllifolia</i> (sp1)	73
Tab. 23: Gütemaße für das Modell von <i>Arenaria serpyllifolia</i>	74
Tab. 24: Regressionskoeffizienten für <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago</i> <i>gigantea</i> und <i>Tanacetum vulgare</i>	74
Tab. 25: Gütemaße für die Modelle von <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> und <i>Solidago gigantea</i>	77
Tab. 26: Regressionskoeffizienten für <i>Matricaria maritima</i>	78
Tab. 27: Gütemaße für das Modell von <i>Matricaria maritima</i>	79
Tab. 28: Regressionskoeffizienten für <i>Veronica arvensis</i> und <i>Erophila verna</i>	80
Tab. 29: Gütemaße für die Modelle von <i>Veronica arvensis</i> und <i>Erophila verna</i>	81
Tab. 30: Regressionskoeffizienten für <i>Rumex acetosella</i> und <i>Carex arenaria</i>	81
Tab. 31: Gütemaße für die Modelle von <i>Rumex acetosella</i> und <i>Carex arenaria</i>	83
Tab. 32: Regressionskoeffizienten für <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> und <i>Apera spica-venti</i>	83

Tab. 33: Gütemaße für die Modelle von <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> und <i>Apera spica-venti</i>	85
Tab. 34: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG I	117
Tab. 35: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG II	118
Tab. 36: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG III	118
Tab. 37: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG IV	119
Tab. 38: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG V	119
Tab. 39: Raumdefinition und damit verbundenes Artenvorkommen	149
Tab. 40: FUNKTIONSRÄUME des Betriebshofes Nr.11	151

BOXEN-VERZEICHNIS

Box 1: Erläuterung zur Wahl der Distanzen 50 und 500 Metern	21
Box 2: Korrelationsüberprüfung anhand Microsoft Excel	31
Box 3: Variablenauswahl mit stepwise selection in SAS	32
Box 4: Verwendete Funktionen des Programms LR Mesh	34
Box 5: Kritische Anmerkung zur Ausbreitungsdistanz	59
Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl	71

VERZEICHNIS DER GLEICHUNGEN

Gleichung 1: Formel zur Berechnung der Konnektivität nach HANSKI (1994)	20
Gleichung 2: Regressionsgleichung zur Logistischen Regression	28
Gleichung 3: Gleichung zur Berechnung des Nagelkerke-Wertes	35

PLANFOLGEN

Planfolge 1: bestehendes und geplantes Schienen- und Straßennetz	139
Planfolge 2: "Bewegungen" im Planungsgebiet	141
Planfolge 3: Verteilung der Funktionen im Planungsgebiet	144
Planfolge 4: Verteilung der einzelnen Räume	146
Planfolge 5: FUNKTIONSRÄUME im Planungsgebiet	148
Planfolge 6: Artengemeinschaft und Vegetation im Planungsgebiet	150
Planfolge 7: Detailplanungen des Betriebshofes Nr.11 Fehler! Textmarke nicht definiert.	

1 EINFÜHRUNG

1.1 Einleitende Fragestellungen und Zielvorstellungen °sm+bf

Gegenstand dieser Arbeit sind vegetations- und standortökologische Untersuchungen in zwei Bremer Industrie- bzw. Gewerbeten. Anhand dieser Daten wird eine Habitatmodellierung mittels logistischer Regression durchgeführt, dessen Ergebnisse als Orientierung für die vegetationskundlich ausgerichtete Planung eines fiktiven Gewerbegebietes dienen.

Betrachten wir die Städtische Entwicklung im Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum, so ist festzustellen, dass die Einwohnerzahl in Städten zunehmend steigt. Wohnen heute bereits die Hälfte der Menschen in Städten, steigt dieser Anteil bis zum Jahr 2025 auf voraussichtlich zwei Drittel (WITTIG ET AL. 1995). Dies bedeutet einen stetig wachsenden Verbrauch von Naturraum durch den Menschen, um seinen Bedarf zum Beispiel an Siedlungs- und Versorgungsfläche zu stillen. Dem Ökologen stellt sich dabei automatisch die Notwendigkeit, sein Augenmerk auf die Ökologie der besiedelten Bereiche zu richten, da sich diese - bei unveränderter Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung - zunehmend zum Haupthandlungsfeld eines Ökologen entwickeln könnten. Eine Kombination von Nutzung und Naturschutz scheint unter diesen Umständen wichtig und sinnvoll.

Mit der Habitatmodellierung von Ruderalpflanzen werden im Rahmen dieser Arbeit Datengrundlagen geschaffen, von denen wir aufschlußreiche und verwendbare Informationen für einen integrativen Naturschutzes erwarten. Dabei geht es keinesfalls um die Schaffung aufwendiger Kompensationsmaßnahmen, der Forderung nach gefälligen Grünanlagen oder sonstiger Flächenansprüche, sondern um Orientierungshilfen für den praktischen Naturschutz im primären Nutzungsraum des Menschen.

Ob produzierendes Gewerbe, Handel oder Dienstleistungen, die Betriebsgelände in den o. g. Untersuchungsgebieten unterliegen einer starken Nutzung mit hoher Frequentierung durch Personen- und Kraftfahrzeuge; eine nahezu vollständige Versiegelung ist die Regel. Der spontan und natürlich gewachsenen Vegetation dieses außergewöhnlichen Lebensraumes stellen sich erschwerte Lebensbedingungen: durch baulich organisierte Regenwasserabflüsse bedingte Trockenheit, hohe Lichteinstrahlungen aufgrund fehlender Schattenspenden und vor allem durch anthropogen aufgetragene Oberflächenmaterialien. Strassen- und Gebäudebebauung zerschneiden und begrenzen potentielle Lebensräume und stellen Hindernisse für die Verbreitung dar; mit dem hohen Störungsgrad geht eine extreme mechanische Beeinträchtigung der Oberflächen und ihrer Vegetation einher.

Doch in der Weitläufigkeit und stetigen Weiterentwicklung solcher Industriegebiete entstehen auch zwangsläufig zahlreiche Areale, die kaum beachtet sich selbst überlassen sind, größtenteils ohne jeglichen menschlichen Einfluss. Im historisch gewachsenen Gewerbegebiet Ochtum (einem der beiden Untersuchungsgebiete) kann man dies besonders gut erkennen; hier bietet die heterogene und kleinräumige Binnenstruktur etliche Lebensräume für Ruderalvegetation.

Die Abhängigkeit der Vegetation von den speziellen Standortfaktoren der beiden Untersuchungsgebiete ist wesentlicher Gegenstand dieser Arbeit. Mithilfe der Habitatmodellierung sollen diese Zusammenhänge aufgeklärt werden. Der räumliche Verbund von Flächen – die Konnektivität - wird als explizit berechneter Standortparameter hinzugezogen. Mithilfe diesbezüglicher Ergebnisse hoffen wir darüberhinaus Zusammenhänge darzustellen zu können, die auf Einzel- oder Metapopulationen schließen lassen. Biologische Pflanzenmerkmale („Traits“) werden im Rahmen dieser Fragestellung betrachtet und diskutiert.

Folgende Fragestellungen wurden entwickelt:

Welche expliziten Standortfaktoren sind in den beiden untersuchten Industriegebieten zu finden?

Wie setzt sich der spezifische Artenpool zusammen?

*Wie können wir Vor- bzw. Nichtvorkommen ausgewählter Arten erklären?
(Stichwort: Habitatmodelle)*

Welche Rolle spielt der räumliche Verbund von Flächen für das Vorkommen der ausgewählten Arten?

Die Antworten dieser Fragen liefern die Datenbasis für einen Schritt in Richtung des integrativen Naturschutzes: Die Schaffung von „latenten sekundären Pflanzenlebensräumen“ im primären Nutzungsraum des Menschen. Idealerweise finden die Bedürfnisse dieser „integrierten“ Vegetation einen Platz in der Planung und Gestaltung der Nutzungsräume. Ob ein solcher Integrationsansatz theoretisch möglich wäre, ist eine weitere Überlegung und wird als Abschluß dieser Arbeit in Form eines Planungsteils untersucht. Dabei stellen sich diesbezüglich weitere Leitfragen als Inhalt dieser Arbeit:

Welche Ausprägungen von planungsgerechter Vegetation finden wir in den Untersuchungsgebieten? (Stichwort: Ökologischen Artengemeinschaften)
Können wir die Ergebnisse der Habitatmodellierungen im Rahmen der Planung eines fiktiven Gewerbegebietes umsetzen ?

1.2 Ablauf der Arbeit °sm

Die Gestaltung dieser Arbeit gliedert sich in verschiedene Arbeitsbereiche, deren Arbeitsablauf hier schematisch wiedergegeben wird.

Um die Zusammensetzung der gebietspezifischen Flora und der jeweiligen Standorteigenschaften zu erfassen, erforderte es zunächst einer umfassenden Kartierung und Datenerhebung: Im Rahmen des grünen Arbeitsblocks wurden die vegetationsspezifischen Daten erhoben. Die Feststellung des Artenpools, die Auswahl der zu untersuchenden Arten einschließlich ihrer biologischen Traits (Merkmale) sowie die Bildung von Ökologischen Artengemeinschaften zählten zu den Arbeitsschritten dieses Blocks. Die Auswahl der Untersuchungsflächen innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete sowie die Wahl der abiotischen Standortparameter waren Arbeitsschritte des grauen Blocks.

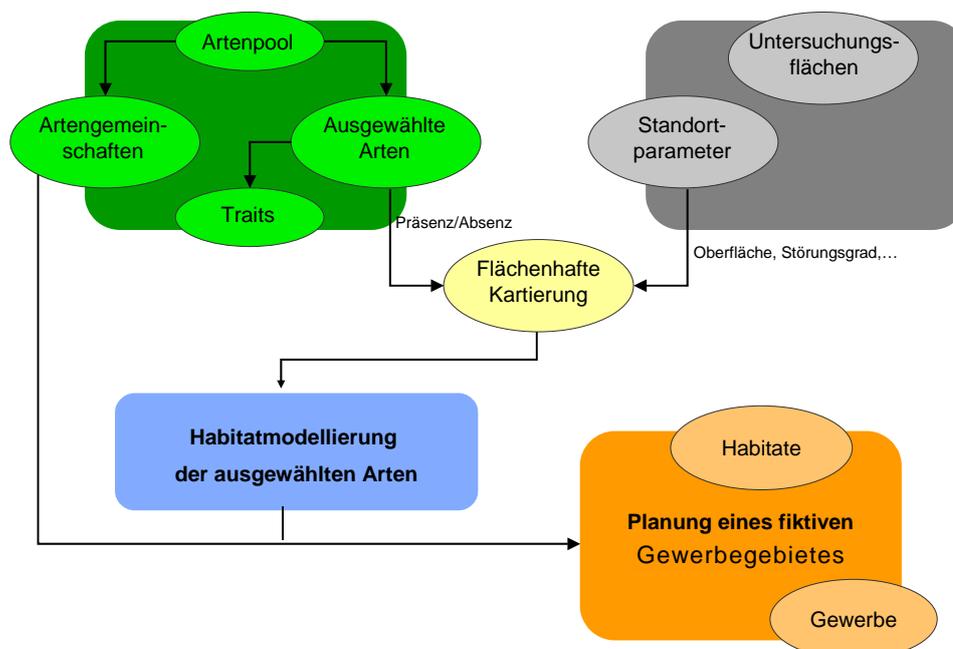


Abb. 1: Schematische Darstellung der Arbeitsabläufe

Auf sämtlichen Untersuchungsflächen wurden das jeweilige Vorkommen der ausgewählten Arten sowie die Daten zu den Standortparametern kartiert.

Mithilfe einer statistischen Auswertung durch logistische Regression (blauer Arbeitsblock) haben wir die flächenhaft kartierten Daten für die Habitatmodellierung ausgewählter Pflanzenarten genutzt. Die daraus resultierenden Ergebnisse bzgl. der Habitatansprüche der ausgewählten repräsentativen Pflanzenarten bildeten die vegetationskundlich orientierten Vorgaben für die Planung eines fiktiven Gewerbegebietes (gelber Arbeitsblock). Die Schaffung potentieller Lebensräume für die Ökologischen Artengemeinschaften (als planungsgerechte Vegetation) innerhalb dieses Gewerbegebietes war ökologisches Leitziel dieser Planung.

1.3 Einbettung in TEMPO °bf

Die Wahl der Untersuchungsgebiete als auch des inhaltlichen Schwerpunktes, die Ruderalvegetation, erfolgte in Anlehnung an das Projekt TEMPO der AG Landschaftsökologie an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg in Zusammenarbeit mit dem Labor für integrative Architektur der TU Berlin und der Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GMBH in Oldenburg. TEMPO wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in den Jahren 2003 bis 2008 gefördert.

Dieses Projekt beschäftigt sich mit Mosaikzyklen städtischer Brachen, d.h. dem ständigen Wechsel stark genutzter Flächen zu Brachflächen und umgekehrt. Die daraus resultierenden Standortveränderungen bieten damit einer Vielzahl spezialisierter Pflanzenarten Lebensraum. Ohne die regelmäßige Störung würden Pioniergesellschaften und Ruderalfluren schnell einer zunehmenden Verbuschung weichen müssen.

Ziel von TEMPO ist es, „Zeitabstände“ (Turn-over-rates), d.h. Störungshäufigkeit und -intensität festzustellen, um somit die Existenz der ruderalen Vegetation langfristig zu sichern (Stichwörter: „Naturschutz auf Zeit“; „Schutz trotz Nutzung“).

Weitere Schwerpunkte dieses Projektes liegen in faunistischen Untersuchungen, architektonischen Ansprüchen und ökonomischer Gesamtanalyse. Für weitere Erläuterungen verweisen wir direkt an das Projekt TEMPO der AG Landschaftsökologie <http://www.uni-oldenburg.de/landeco/Projects/tempo/index.htm>.

Eine direkt Einbindung der Ergebnisse dieser Arbeit in TEMPO ist nicht möglich, da die flächenhafte Analyse dieser Arbeit mit der Punkt-Daten Analyse von Tempo nicht übereinstimmt. So können die beiden Arbeiten lediglich

nebeneinander stehen und als Arbeiten mit dem selben Thema „Ruderalvegetation“ und in selben Gebieten verstanden werden.

1.4 Einführung in die Habitatmodellierung °bf

Zunächst eine Definition des Begriffs HABITAT, gegeben von MORRISON ET. AL. (1998): „Habitat [...] is an area with the combination of resources (like food, cover, water) and environmental conditions (temperature, precipitation, presence or absence of predators and competitors) that promotes occupancy by individuals to survive and to reproduce.“

Habitatmodelle beschreiben folglich funktionale Zusammenhänge der Beziehungen zwischen Organismen und ihrem Lebensraum und quantifizieren die Qualität des Habitats aus Sicht dieser Organismen (Schröder and Reineking 2004).

Die Bandbreite der verschiedenen Methoden ist äußerst komplex; wichtige Methoden, wie Klassifikation- und Korrespondenzanalyse seien hier nur genannt. Als weiterführende Literatur für einen Methodenüberblick sei hier SCHRÖDER & REINEKING (2004) genannt.

Das in dieser Arbeit verwendete Verfahren ist die **logistische Regression**. Diese Methode gehört zu den Regressionsverfahren, welche die funktionale Abhängigkeit einer abhängigen Variable (z.B. das Vorkommen einer Art) von einer oder mehreren unabhängigen Variablen (z.B. Bodenart oder PH- Wert) modellieren (SCHRÖDER AND REINEKING 2004).

Die Logistische Regression ist das am häufigsten verwendetet Verfahren zur Modellierung von Präsenz(1)-Absenz(0)-Daten (d.h. für Fälle, in denen die abhängige Variable mit Einsen= Vorkommen und Nullen= Nichtvorkommen codiert ist) (SCHRÖDER AND REINEKING 2004). Zusammen mit einer Reihe unabhängiger Variablen (Habitatigenschaften bzw. Standortparameter) bilden diese die Eingangsdaten der Modellierung. Mit ihrer Hilfe erfolgt eine Schätzung von „Präsenz-Absenz-Responsekurven“ (PEETERS AND GARDENIERS 1998), welche die Vorkommenswahrscheinlichkeit einer Art als Regressionsfunktion von Umweltvariablen beschreiben (ÖZESMI AND MITSCH 1997). Diese Beziehung wird in der Regressionsgleichung ausgedrückt. Die detaillierte Methodik wird in den Kapiteln 2.8 bis 2.12 beschrieben.

1.5 Untersuchungsgebiete

1.5.1 Lage der Untersuchungsgebiete °bf+sm

Sämtliche Untersuchungen dieser Arbeit finden in zwei Untersuchungsgebieten innerhalb der Stadt Bremen statt: 1. **Ochtum**, einem relativ „alten“ (seit Mitte des 18. Jahrhunderts) Industriegebiet nördlich des Bremer Flughafens, 2. das **GüterVerkehrsZentrum** (GVZ). Dabei handelt es sich um ein verhältnismäßig junges Industrie- bzw. Gewerbegebiet (bestehend seit ca. 20 Jahren) im Westen Bremens. Die äußeren Grenzen beider Untersuchungsgebiete umfassen eine Gesamtfläche von ca. 440 Hectar (ha), innerhalb derer konkrete Untersuchungsflächen festgelegt wurden, die in Ochtum ca. 34 ha und im GVZ ca. 186 ha einnehmen.

Für die Begrenzung der Untersuchungsgebiete konnten zum überwiegenden Teil reale Grenzen herangezogen werden; insbesondere im GVZ, welches zu ca. 80 % von landwirtschaftlichen Flächen umgeben ist. Die nördliche Hälfte des Gewerbegebiets Ochtum ist von einer Hochstrasse (Oldenburger Strasse) und von einem Wohngebiet mit Blockrandbebauung (Neuenlander Strasse) begrenzt; eine Schrebergartenanlage im Südwesten des Untersuchungsgebiets bot ebenfalls eine sinnvolle Grenze.

Folgende Karte zeigt die Untersuchungsgebiete im Stadtgebiet der Hansestadt Bremen:

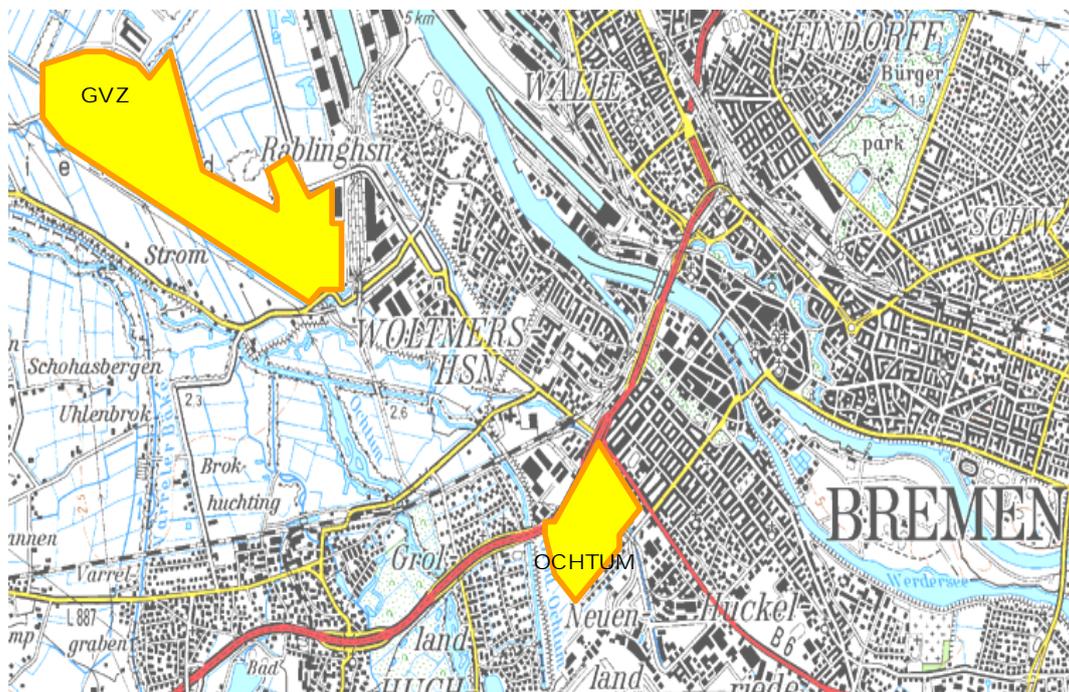


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete

1.5.2 Nutzung und Geschichte °sm

Entlang der Weser hat sich über Jahrhunderte hinweg eine Kette von Siedlungsstrukturen gebildet, die von Verden bis Bremerhaven reicht. Innerhalb dieser stellt die Stadt Bremen die größte Agglomeration dar. Bremen, derer Anfänge bis in das achte Jahrhundert zurückreichen, entwickelte sich bis zu Beginn des 17. Jahrhunderts lediglich auf der rechten Weserseite. Aufgrund des ständigen Städtewachstums wurde 1852 erstmalig ein Strassennetzplan erstellt, der auch die Grundzüge der linksseitigen Stadtteile festlegte.

Der Generalsiedlungsplan von 1925 sah für das Gebiet südlich der Neuenlander Strasse, wozu auch das **Untersuchungsgebiet Ochtum** zählt, eine Ausweitung der Gewerbeflächen vor. Erste Gewerbeansiedlungen gehen jedoch bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts zurück; es entstanden erste kleinere Fabriken. Gleichzeitig wurden Strassen und die noch heute vielerorts vorhandenen Bahngleise angelegt. Die Binnenstruktur des Gewerbe- und Industriegebietes Ochtum wird durch



mehrere kleinräumige Bebauungsschichten gebildet, die in weiten Teilen den historischen Entwicklungsphasen der Stadt entsprechen. Das heutige Ochtum zeigt ein überaus heterogenes Bild: historische Industriebrachen, produzierendes Gewerbe, vielfältiges Kleingewerbe, wenige Wohngebäude und etliche Abrissflächen, die auf eine erneute Bebauung warten. Im Zuge des anstehenden Autobahnbaus der A 281, einer Eckverbindung zwischen der A 27 im Nordwesten Bremens und der A 1 im Südosten, wird das Gewerbegebiet Ochtum in Hochlage über der Richard-Dunkel-Strasse gequert. Das aktuelle Entwicklungskonzept sieht produzierendes Gewerbe im südlichen Teil vor, während eine Aufwertung der nördlichen Flächen zur Airport-Stadt West mit überwiegender Dienstleistungsnutzung und Einzelhandel angestrebt wird.

Eine gewerblich orientierte, städtebauliche Entwicklungsmaßnahme ist das zweite **Untersuchungsgebiet Güterverkehrszentrum (GVZ)** am Stadtrand Bremens im Stadtteil Niedervieland. Der Gedanke, in Bremen ein



leistungsfähiges Güterverkehrszentrum zu bauen, geht auf den Anfang der 70er Jahre zurück. Dabei stand die Überlegung im Vordergrund, die vielfältigen Güterverkehrsströme der Hansestadt an einem geeigneten Ort zu bündeln und zu verknüpfen, um so die Nutzung vorhandener Verkehrswege (Strassen, Schienen, Häfen) zu

intensivieren.

Zur Errichtung des GVZ war neben dem Grunderwerb zunächst die verkehrliche Erschließung, d. h. der Gleisbau und der Strassenbau, ein erster Maßnahmenswerpunkt; damit wurde im Jahr 1983 begonnen. Nach einer Verordnung von 1968 ist Niedervieland als großflächiges Feuchtbiotop größtenteils zum Landschaftsschutzgebiet erklärt worden. Dieser Tatbestand als auch die „unsensible“ Vorgehensweise bei der Durchführung der Baumaßnahmen veranlassten den anerkannten Verband Natur- und Umweltschutz Unterweser e. V. (GNUU) gegen den Planfeststellungsbeschluss vom 30.06.83 Verbandsklage einzureichen. Es folgte eine fast zweijährige Phase der Auseinandersetzung; im September 1985 wurde der Rechtsstreit zwischen der Stadt Bremen und dem Naturschutzverband beigelegt.

Die einstigen Planungsflächen sind fast vollständig bebaut und genutzt; darüberhinaus hat ein stetiger Ausbau des GVZ stattgefunden. Eine großflächige Erweiterung ist in ihren Grundzügen bereits geplant und der Strassenbau hat begonnen. Das GVZ präsentiert sich heute als betriebsamer Standort von zahlreichen Transport- und Logistikunternehmen, Produktionsstätten der Verpackungsindustrie, Containerlagern und Verladestationen, LKW-Servicestationen sowie einigen gewerblichen Firmen. Die unternehmenstypischen großen Lager- und Betriebshallen sind zum großen Teil in Fertig- und Leichtbauweise errichtet worden und vermitteln einen Eindruck von gepflegter aber betont schlichter Architektur; die weiträumigen Betriebsgelände sind für gewöhnlich bis auf randliche Grünstrukturen versiegelt.

1.5.3 Geographie °sm

Das Bundesland Bremen ist von niedersächsischem Staatsgebiet umgeben; angrenzende Landkreise sind Wesermarsch, Diepholz, Vechta, und Osterholz. Das Stadtgebiet nimmt eine Fläche von ca. 326 m² ein und hat ca. 540.000 Einwohner.

Die Hansestadt liegt zu beiden Seiten der Weser und etwa 126 km von deren Mündung in die Nordsee entfernt. An dieser Stelle, wo sich der Fluss zu einem Mündungstrichter verbreitet, wird als Unterweser genannt. Die umgebende Landschaft wird als Wesermarsch bezeichnet und hinsichtlich der naturräumlichen Gliederung sprechen wir vom Naturraum Bremer Wesermarsch.

1.5.4 Geologie und Boden °sm

Die Hansestadt liegt im sog. Urstromtal der Weser. Die Geländeoberkante liegt im Durchschnitt 11,5 Meter über NN. Die Böden dieser Region bestehen aus anthropogenen Auffüllungen, holozänen Weichschichten (sogn. Kleiböden) sowie Terrassensanden der Weser .

In dem Gutachten zur Baugrundbeurteilung im Auftrag der GPV (Bremer Gesellschaft für Projektmanagement und Verkehrswegebau) vom 7. Oktober 1998 werden die Böden dieser Region wie folgt beschrieben:

Die Schichtdicke und die Zusammensetzung der Böden wurde von der jeweiligen Nutzung des Geländes und dem Abflußregime bestimmt und variiert dementsprechend relativ stark. Die Auffüllungen sind aus Sand, Bauschutt, Klei und Abfallschlacken zusammengesetzt. Unter den Auffüllungen befinden sich die organischen, tonigen bis sandigen Schluffe der ehemaligen Weserniederung. Diese Kleiböden werden im Bremer Raum als „Klei“ unter erdbaulichen Aspekten bezeichnet. Im Mittel liegt die Kleisequenz bei rd. 5 m Tiefe unter Geländeoberkante.

Die Kleischichten werden von den Sanden der Weserterrasse unterlagert, deren Kornstruktur örtlich von gleichförmigen fein- bis grobsandigen bis hin zu kiesigen Mittelsanden wechselt. Unterhalb der Sande finden sich in größeren Tiefen (> 10 m unter GOK) die mächtigen, bindigen pleistozänen „Lauenburger Schichten“.

Untersuchungsgebiet Ochtum

Da es sich bei dem UG Ochtum, wie bereits erwähnt, um ein verhältnismäßig altes Gebiet handelt, welches im Laufe der Zeit einem ständigen Wandel und Wechsel von Nutzung und Bebauung unterlag, spiegelt sich dieses auch in den oberen Bodenschichten wider. Dementsprechend sind diese äußerst heterogen; auf z. T. extrem engen Raum findet man Bauschutt ehemaliger Gebäude, Altlasten, Sande oder humusreiches Material.

Untersuchungsgebiet GVZ

Die oberen Bodenschichten im „jungen“ UG Güterverkehrszentrum bestehen aus Sanden, die direkt auf das vorher als Grünland genutzte Land aufgeschüttet wurden. Somit lassen sich im gesamten Gebiet homogene sandige Bodensubstrate feststellen.

1.5.5 Ruderalvegetation °bf

DIETMAR BRANDES von der Technischen Universität Braunschweig beschreibt Ruderalvegetation wie folgt:

„Die Ruderalvegetation besiedelt offene und häufig gestörte Flächen der Siedlungen, Industrie- und Entsorgungsanlagen sowie Verkehrswege. Sie ist auf kleinstem Raum sehr vielfältig, da bereits geringe Änderungen einzelner Standortfaktoren zu quantitativen oder qualitativen Veränderungen in der Artenzusammensetzung führen. [...]. Besonders interessant ist das Vermögen der Ruderalpflanzen, gestörte bzw. in der Naturlandschaft nicht auftretende Wuchsorte zu besiedeln.“

Zur Herkunft und Geschichte des Begriffes der Ruderalvegetation nennt Brandes folgendes: abgeleitet aus dem Wort *rudus, ruderis* (lat.: Schutt, Mörtel), taucht Ruderalvegetation in der botanischen Fachliteratur nach HEKLAU & DÖRFELT (1987) als 1721 bei Buxbaum sowie 1751 bei Linnaeus auf. Insbesondere im 20. Jahrhundert erfuhr der Ruderalbegriff in unterschiedlichen Kombinationen eine erhebliche Begriffserweiterung bzw. -aufweichung (z.B. halbruderal, Ruderalstandort, Ruderalgesellschaft, Ruderalpflanze, etc.).

Vor diesem Hintergrund definiert Brandes den Begriff der Ruderalvegetation neu und entsprechend unserem Verständnis:

Ruderalvegetation ist die vorwiegend krautige Vegetation anthropogen stark veränderter und/oder gestörter Wuchsplätze, sofern diese weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt werden.

Entsprechend dieser Definition von Ruderalvegetation handelt es sich bei den beiden Untersuchungsgebieten, um Bereiche die stark durch anthropogene Einflüsse geprägt sind. Die damit verbundenen Folgen seien in der nachfolgenden Tabelle noch einmal kurz zusammengefasst.

Tab. 1: Einfluss des Menschen (nach WITTIG 2002)

Einfluss auf	Folgen
KLIMA	wärmer und trockener
	stärkere Luftverschmutzung
BODEN	nährstoffreicher, basischer
	schadstoffreicher
	wasserärmer
WASSER	verringerte Luftfeuchtigkeit
	schneller Oberflächenabfluss
	Absenkung des Grundwassers
GESAMTER STANDORT	Störung, Vernichtung, Neuschaffung
PFLANZE	Bekämpfung

Arten der Ruderalvegetation müssen demnach an extrem unterschiedlichen Standortbedingungen angepasst sein. Laut dem NATURSCHUTZ-ZENTRUM HESSEN (2002) kommen sogenannte Ruderalpflanzen natürlicher Weise auf steilen Flussufern und Schutthängen vor. Bei durch den Menschen beeinflussten, urbanen Lebensräumen handelt es sich demnach um Ersatzbiotope. Zu den Ruderalpflanzen gehören neben heimischen auch eingewanderte Arten und verschiedene Kulturflüchtlinge:

- *heimische Ruderalpflanzen* wie z.B. Schöllkraut (*Chelidonium majus*) und Grosse Brennessel (*Urtica dioeca*).
- vor 1500 n. Chr. eingewanderte Arten, sog. *Paläophyten*, wie: Kleine Brennessel (*Urtica urens*), Natternkopf (*Echium vulgare*), Eseldistel (*Onopordon acanthium*) sowie Kompass-Lattich (*Lactuca serriola*).
- nach 1500 eingewanderte sog. *Neophyten*, wie: Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*), Rauhaariger Amaranth (*Amaranthus retroflexus*) und die Strahlenlose Kamille (*Matricaria matricaroides*).

Weitere Elemente der Vegetation in den beiden UG ist das angepflanzte Strassenbegleitgrün, in Form von Baumreihen und Raseneinsaat. Informationen zur genauen Artenzusammensetzung des Saatgutes liegen nicht vor.

Steckbrief UG Ochtum

Das UG Ochtum ist ein relativ altes Gebiet (siehe Abschnitt Nutzung und Geschichte). Ein ständiger Wechsel von Nutzung, Brachfallen und schließlich erneute Bebauung und wiederholter Nutzung charakterisierten seit langem das Erscheinungsbild. Dieser ständige Wechsel spiegelt sich auch in der Vegetation

wieder. So finden wir optimale Flächen für junge Pioniergesellschaften auf frisch aufgebrochenen und aufgeschütteten Bereichen, neben beständigen ruderalen Hochstaudenfluren auf alten Brachen oder in ungenutzten „Ecken“ auf Betriebshöfen.

Durch z.T. sehr alte Natursteinpflaster-Flächen auf Parkplätzen oder Fabrikgeländen, finden Trittpflanzengesellschaften optimale Bedingungen. Zudem ist das ganze Gebiet durchzogen von einem nicht mehr genutzten Bahnschienen-Netz. Auch diese Bereiche bieten aufgrund ihres besonders groben, steinigen Substrates (und damit eher trockeneren Charakters wegen schnellem Oberflächenabfluss von Niederschlag), angepassten Ruderal- und Trockenfluren optimale Bedingungen.

Steckbrief UG GVZ

Im Vergleich zum UG Ochtum ist das UG GVZ ein recht junges Gebiet. Der überwiegende Teil der Flächen entstand zwischen den Jahren 1997 und 1987. Das gesamte Gebiet ist heute durch eine rasche und zunehmende Bebauung geprägt. Ältere beständige ruderale Hochstaudenfluren sind hier kaum anzutreffen. Bereits länger brachliegende Flächen sind hingegen durch starke Verbuschung junger Birken gekennzeichnet. Standorte für Pionierfluren und annuelle Ruderalfluren bieten die frisch aufgeschlossen, aufgeschütteten großen Flächen reichlich

Das UG GVZ liegt neu erschlossen, erhöht wie eine „Insel“ zwischen landwirtschaftlich genutzten Feuchtgrünländern. Daher können in den Randbereichen z.T typische Vertreter des Feuchtgrünlandes auftreten.

2 METHODIK

2.1 Arbeitsgrundlage °bf

Wie bereits erwähnt (siehe Kap.1.5) sind die UG sehr heterogen und kleinräumig gegliedert. Eine flächenscharfe Kartengrundlage z.B. in Form eines aktuellen Bebauungs- oder Entwicklungsplanes lag uns zum Zeitpunkt der Geländearbeit nicht vor; zudem ist die rasch fortschreitende Entwicklung der Gebiete nicht in Karten wiederzufinden. Aufgrund dessen wurde eine eigene Kartengrundlage erstellt, die auf Luftbildern im Maßstab 1: 2500 der Untersuchungsgebiete aus dem Jahr 2000 basiert. Diese Kartengrundlage wurde für die Kartierungen der Standortparameter (grauer Arbeitsblock) und der Vegetation (grüner Arbeitsblock) herangezogen und beinhaltet die festgelegten Untersuchungsflächen innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete, d.h. potentielle Standorte für die im Rahmen dieser

Arbeit untersuchten Pflanzenarten. Diese Untersuchungsflächen wurden nach folgenden, von uns definierten Auswahlkriterien, ausgewählt. Dies ermöglichte eine zielgerichtete Analyse:

- ausschließlich trockene Standorte
- keine asphaltierten Flächen
- keine feuchten bis nassen Bereiche
- keine Gebüsche

Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen im UG GVZ und UG OCHTUM

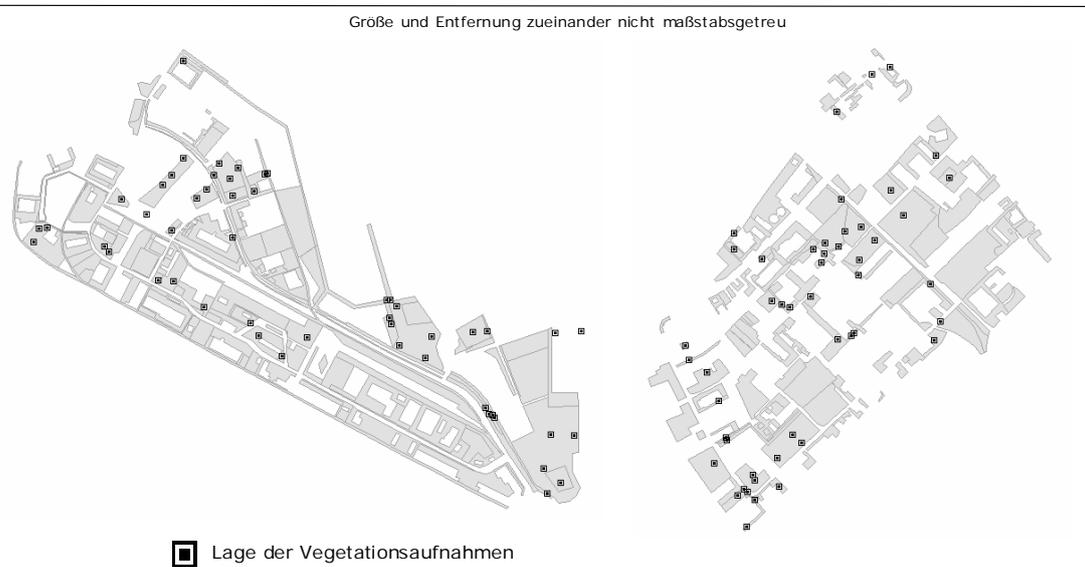


Abb. 3: Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen in den Untersuchungsgebieten GVZ und OCHTUM

Insgesamt wurden innerhalb der beiden Untersuchungsgebiete, die rund 440 ha Fläche einnehmen, 350 Untersuchungsflächen für die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit festgestellt und ausgegliedert:

Werden diese auf die einzelnen UG aufgeteilt, so fallen 159 zu untersuchende Standorte auf das UG Ochtum und 191 Standorte auf das UG GVZ. Die Kartierungen der ausgewählten Pflanzenarten sowie die Untersuchungen zu den Standorteigenschaften richteten sich an den Grenzen dieser o.g. Untersuchungsflächen aus.

Standortparameter

Die Erfassung der einzelnen Standortparameter bezog sich auf die Untersuchungsflächen und richtete sich, wie auch die Vegetationskundliche Arbeit, an ihren Grenzen aus. Sämtliche Standortparameter wurden flächendeckend erfasst und in ArcView 3.2 (ESRI 2000) digitalisiert.

2.2 Auswahl der Standortparameter °bf

Bei der Auswahl der einzelnen Standortparameter wurde generell die ökologische Relevanz als grundlegendes Auswahlkriterium herangezogen. Es wurde demnach von vornherein versucht, die zu erfassenden Standortparameter möglichst eindeutig und mit „ökologischem Hintergrund“ auszuwählen.

Auf bodenkundliche Untersuchungen mussten aufgrund der extrem antropogenen Einflüsse und häufig versiegelten Oberflächen (Beton- oder Natursteinpflaster) der Untersuchungsflächen verzichtet werden. Die einzelnen Standortparameter werden nun im Folgenden näher erläutert: Beschaffenheit der Oberfläche

Das Oberflächenmaterial (OFM) wurde unterschieden und definiert durch:

Tab. 2: Oberflächenmaterialien und Definitionen:*

Oberflächenmaterial	Definitionen
Natursteinpflaster	Pflastersteine in den Größen 4x4 cm bis 15x15 cm mit einem Fugenabstand von 0,4 bis 2,3 cm
Betonpflaster	aus gegossenem Beton von einer Größe 20x16 cm mit einem Fugenabstand von maximal 1 cm
Kiesel	abgerundetes Substrat von der Größe 1,0 - 3,0 cm Durchmesser
Grus	kantiges Substrat von der Größe 0,2 - 2,0 cm Durchmesser
Sand	sandiges Material aus der Weser oder Abbauhalden von der Größe bis 2 mm Durchmesser
Sand/Grus	ein Gemisch aus beiden OFM.
Schotter	kantiges Substrat von der Größe 2,0 – 7,0 cm
Schotter/Grus	ein Gemisch aus beiden OFM.
Mix	ein Gemisch aus mehreren OFM, oft zusammen mit Teilen von Bauschutt.

- in Anlehnung an KA 4; Ergänzungen lt. Auskunft BPR Bremen, Herr Hübner

In der folgenden Abbildung sind beispielhaft unterschiedliche Oberflächen dargestellt. Die zusätzlichen Angaben geben das jeweilige Oberflächenmaterial sowie das individuelle Alter dieser Oberflächen wieder (siehe folgend: „Alter des Oberflächenmaterials“).



Abb. 4: Übersicht ausgewählter Oberflächenmaterialien

Für den späteren Verlauf der Habitatmodellierung wurden die verschiedenen Oberflächenmaterialien in Obergruppen zusammengefasst, um durch möglichst wenig Kategorien eindeutige Aussagen zu erhalten. Sie gehen als drei dichotome Variablen in die Berechnung ein.

Tab. 3: Oberflächenmaterial (OFM)- Obergruppen

Obergruppe	OFM
OFM_GROB	Schotter/Grus, Kiesel, Mix, Grus
OFM_FEIN	Sand/Grus, Sand
OFM_DICHT	Natursteinpflaster, Pflaster

Alter des Oberflächenmaterials

Das Alter der verschiedenen Oberflächen wurde mithilfe einer Luftbildanalyse festgestellt. Hierzu standen Luftbilder aus den Jahren 1974, 1987, 1997, 2000 und 2002 zur Verfügung. Die Beobachtungen während der Arbeit im Gelände im Jahr 2003, werden als zusätzliches „Zeitbestimmungsmaß“ hinzugezogen.

So ergaben sich gemäß der Luftbilder und Beobachtungen insgesamt 6 Altersklassen. Diese lauten:

Tab. 4: Altersklassen laut Luftbildanalyse und Beobachtungen

Altersklasse	Kürzel	Entstehung der Oberfläche
0-1	1	zwischen 2003 und 2002
1-3	2	zwischen 2002 und 2000
3-6	3	zwischen 2000 und 1997
6-16	4	zwischen 1997 und 1987
16-29	5	zwischen 1987 und 1974
29+	6	vor 1974

Verdichtung

Dieser Standortparameter bezieht sich auf die Verdichtung des Oberbodens. Diese wurde direkt im Gelände durch Begehung der Flächen festgestellt und folgenden Kategorien zugeordnet:

Tab. 5: Kategorien der Oberflächenverdichtung

Verdichtung	Kürzel	Beschreibung
hoch	3	grundsätzlich Pflaster und Natursteinpflaster
mittel	2	durch Nutzung verdichtete Flächen mittlerer Intensität
gering	1	Flächen mit relativ lockerem Oberboden, wie z.B. ungenutzte Brachflächen

Grad der aktuellen Störung

Um das Störungsregime für die einzelnen Untersuchungsflächen zu charakterisieren, wurden vier Störungsklassen festgelegt:

Tab. 6: Störungsregime

Störungsklasse	Kürzel	Beschreibung
hoch	3	durch Nutzung stark gestörte Bereiche, wie z.B. hoch frequentierte Parkplätze oder Rangier- und Lagerflächen
mittel	2	Bereiche mittlerer Störung, wie z.B. weniger gestörte Lagerflächen oder Zufahrten
gering	1	gering gestörte und beeinflusste Bereiche, wie z.B. abgelegene Lagerflächen oder Brachen die nur zeitweise als Lagerflächen oder zum Hunderausführen genutzt werden
keine	0	Bereiche ohne Störung

Die Einteilung der einzelnen Flächen in die verschiedenen Störungsklassen erfolgte vorort durch Begehung, Befragung und Einschätzung der aktuellen Situation.

Dauer der aktuellen Störung

Dieser Parameter beschreibt die Dauer der aktuellen Störung (z. B. hohe aktuelle Störung *seit 3-6 Jahren*) auf der jeweiligen Untersuchungsfläche und wurde mithilfe der Luftbildanalyse bestimmt. Diese „Dauer-Klassen“ sind daher identisch mit denen der Bestimmung für das Alter des Oberflächenmaterials (vgl. Tab. 4: Altersklassen laut Luftbildanalyse).

Versiegelung und Offenbodenanteil in %

Für jede Untersuchungsfläche wurde sowohl der Anteil an versiegelter Fläche als auch der Anteil des Offenbodens in % geschätzt.

Grad der Beschattung

Die Intensität der Beschattung der einzelnen Standorte wurde im Gelände unter Berücksichtigung angrenzender Gebäude, der Verbuschung und des Baumbewuchses geschätzt und in die Klassen *hoch, mittel, gering* und *keine* Beschattung eingeteilt.

Nischen- Situation

Mit diesem Parameter wird die räumliche Situation der einzelnen Fläche beschrieben. Dabei wurden angrenzende Gebäude in die Beurteilung mit einbezogen. So wurde lediglich in Nischen-Situation *ja* oder *nein* unterschieden. Handelt es sich um eine Fläche mit Nischen-Charakter so bedeutet dies, dass sie verhältnismäßig klein und von mindestens drei Seiten durch Gebäudebauten eingeschlossen ist.

Im direkten Zusammenhang mit diesem Parameter wurde zusätzlich die Aussage getroffen, ob eine Fläche mit Nischen-Situation *offen* oder *geschlossen* gegenüber der Hauptwindrichtung Nordwest bis Südwest ist. Diese Einteilung erfolgte mithilfe der digitalisierten Datengrundlagen in ArcView.

Verbuschung

Zusätzlich wurde der Grad der Verbuschung in % für jede einzelne Fläche bestimmt.

Krauthöhe

Dieser Parameter gibt die Höhe der Krautschicht in cm an.

Saat & Mahd

Da es sich besonders bei den breiten Grünstreifen entlang der Strassen im GVZ um eingesäte und regelmäßig gepflegte Grünanlagen handelt, wurde dieser Standortparameter zusätzlich angeführt; diese Unterteilung bezieht sich lediglich auf *Saat/Mahd*= „ja“ oder „nein“.

2.2.1 Berechnung der Standortparameter zur Konnektivität °sm

Mit dem Standortparameter *Wert für die Konnektivität* (bzw. Isolation) wird der räumlichen Lage einer Untersuchungsfläche im Verhältnis zu den jeweils umgebenden Untersuchungsflächen Rechnung getragen. Dabei wird die Beziehung von Vorkommensflächen einer Art innerhalb eines vorgegebenen Radius durch zwei wertgebende Faktoren bestimmt. Dies ist einerseits das Verhältnis der Flächengrößen sowie andererseits die Entfernungen zwischen den jeweiligen Flächenmittelpunkten.

Dieser *Konnektivitätswert* wurde mithilfe des Tools ISOLATOR von Robert Biedermann, Mitarbeiter der AG Landschaftsökologie, errechnet. Folgende Gleichung zur *Konnektivität nach Hanski* liegt dieser Berechnung zugrunde:

$$S_i = \sum_{j=1}^n p_j \cdot \exp(-\alpha \cdot d_{ij}) \cdot A_j^b$$

Gleichung 1: Formel zur Berechnung der Konnektivität nach HANSKI (1994)

S_i : Konnektivitätswert der positiv besetzten Untersuchungsfläche

p : Vorkommen bzw. Nichtvorkommen der benachbarten Fläche (0 bzw. 1)

A_j : Flächengröße der benachbarten Flächen

d_{ij} : Entfernung zwischen der Untersuchungsfläche und den Nachbarflächen

a : bestimmt den Einfluss der Ausbreitungsdistanz

Diese Gleichung wurde entsprechend den Anforderungen der Analyse modifiziert werden; dabei wurde der Wert alpha α ($\alpha = 2 / D$) über den Faktor *D* manuell verändert.

Der Faktor *D* entspricht der Distanz einer angenommenen durchschnittlichen Diasporenausbreitung. Für die Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit wurden die Distanzen 50 und 500 Meter angenommen; dementsprechend gibt es zwei berechnete Konnektivitätswerte.

Box 1: Erläuterung zur Wahl der Distanzen 50 und 500 Metern

Für die Berechnung des Konnektivitätswertes wurde das o. g. alpha (als Wert für den Einfluss der Ausbreitungsdistanz) modifiziert. Da laut (TACKENBERG 2001) die Ausbreitungsdistanz einer sessilen Pflanze nicht allein von artspezifischen Merkmalen wie beispielsweise der Fallgeschwindigkeit der Diaspore (terminal velocity) und der Ausbreitungshöhe abhängig ist, sondern darüberhinaus auch von landschaftsbezogenen und meteorologische Faktoren (im Falle von Anemochorie) abhängt, sind in der Literatur keine konkreten Angaben zur Ausbreitungsdistanz einzelner Arten zu finden (vgl. BULLOCK & CLARKE 2000 IN TACKENBERG 2001). So können Unterschiede im Windausbreitungspotential von Pflanzenarten selbst in aufwendigen Feldstudien kaum quantifiziert werden (ebd.). Der Charakter der Untersuchungsgebiete als ebene und weitestgehend versiegelte Flächen mit großem Einfluss menschlicher Tätigkeiten (vorwiegend Lkw- und Pkw-Verkehr) auf die Diasporenausbreitung lässt auf relativ weite Ausbreitungsdistanzen schließen. Auch TACKENBERG (2001) hat im Rahmen eines Windausbreitungsmodells („PAPPUS“) in 800 Metern Distanz in nicht unerheblichem Maße Diasporen festgestellt. Aus diesem Grund wurden mit 50 und 500 Metern zwei Distanzen gewählt, die das Ausbreitungsspektrum der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Arten abdecken sollen.

Da diese beiden Werte für jede Pflanzenart explizit berechnet wurden, sind sie einerseits **standortbezogene** aber darüberhinaus **auch artspezifischer Parameter**. Letztlich ergeben sich für jede Art und jede (Vorkommens-) Fläche zwei spezifische Werte, welche für die Modellierung in logarithmierter Weise (für eine Werteskala im 1stelligen Zahlenbereich) verwendet werden.

Für die Berechnung werden, wie auch in der Habitatmodellierung, Vorkommens- und Nichtvorkommensflächen unterschieden. Im Unterschied zur Modellierung wurden bei der Berechnung der Konnektivität Flächen mit ausschließlich randlichem Vorkommen ebenfalls als Vorkommensflächen berücksichtigt, was eine größere Realitätsnähe bietet.

Vegetation

Während des Zeitraumes von April bis September 2003 wurde in beiden Untersuchungsgebieten die gesamte vegetationskundliche Geländearbeit durchgeführt.

2.3 Feststellung des Artenpools °bf+sm

Für die Feststellung der gebietspezifischen Flora in den Untersuchungsgebieten, wurden unabhängig von den später festgelegten Untersuchungsflächen 101 Punkte (52 im UG GVZ und 49 im UG Ochtum) für Vegetationsaufnahmen bestimmt, um eine repräsentative Einschätzung des Artenspektrums zuzulassen.

Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen im UG GVZ und UG OCHTUM

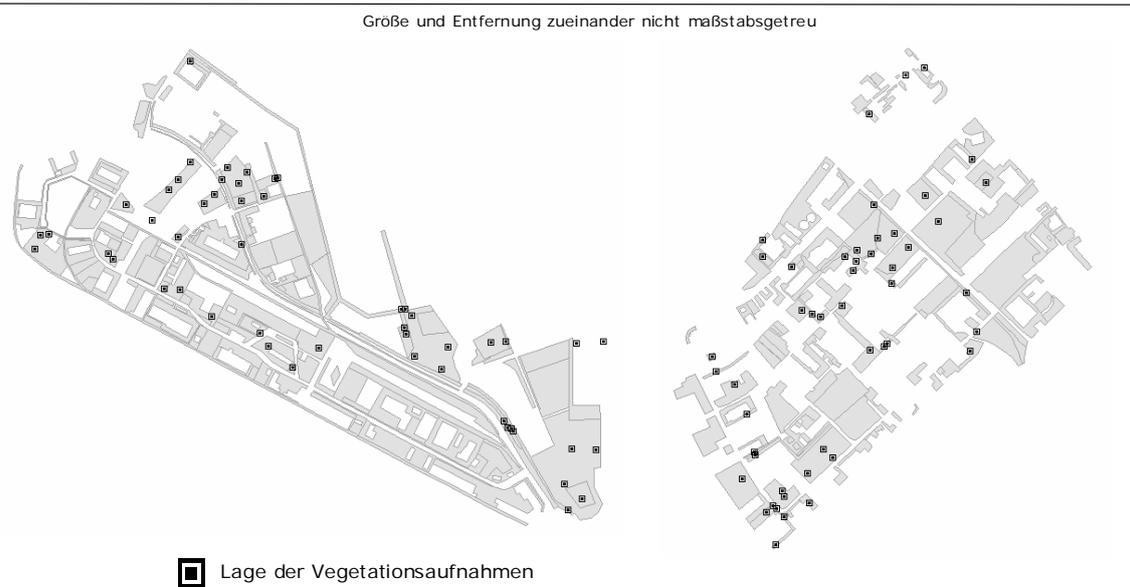


Abb. 5: Untersuchungsflächen und Lage der Vegetationsaufnahmen im UG GVZ und UG OCHTUM

Da, wie bereits erwähnt, keine Kartengrundlage zu Beginn der Geländearbeit zur Verfügung stand und die Erstellung der Karte der Untersuchungsflächen als Arbeitsgrundlage zeitgleich mit der Kartierung der ausgewählten Arten erstellt wurde, war eine Festlegung der Standorte für die Vegetationsaufnahmen a priori durch z.B. stochastische Verfahren nicht möglich. Die Wahl wurde stattdessen direkt im Gelände getroffen.

Um eine ausgeglichene Auswahl von Vegetationsaufnahmen verschiedener Standorte zu gewährleisten und damit einen repräsentativen Artenpool zu erheben, wurden sämtlichen Vegetationsaufnahmen kategorisiert. Diese Kategorien beinhalten einerseits *Art und Alter der Oberfläche* sowie *Grad und*

Dauer der aktuellen Störung. Durch diese Vorgehensweise wurde die Heterogenität der Standorte, welche augenscheinlich einen wesentlichen Einfluss auf die Vegetation hat, weitestgehend und in möglichst ausgeglichener Gewichtung berücksichtigt.

Tab. 7: Beispiele für die Kategorien

s 1-3 min 1-3	p 29+ min 1-3
bedeutet:	bedeutet:
sandige Fläche seit 1-3 Jahren mit min imaler Störung seit 1-3 Jahren	gepflasterte Fläche, seit über 29+ Jahren mit min imaler Störung seit 1-3 Jahren

Genauere Erläuterung zu den Kategorien bzgl. Art und Alter sind Kap. 2.2 zu entnehmen.

Die Untersuchungsgebiete wurden zeitlich getrennt untersucht. Im UG Ochtum fanden die Vegetationsaufnahmen im Monat April 2003 statt, im UG GVZ im Zeitraum Mai bis Juni 2003. Für die Vergleichbarkeit der Daten wurde die Grösse der Aufnahmeflächen stets mit 16 m² bemessen. Die Lage dieser ist der obigen Abbildung zu ersehen. Die Schätzung der Häufigkeit und des Deckungsgrades der Pflanzenarten wurde in der modifizierten Skala nach BRAUN-BLANQUET (siehe Tab.8) festgehalten. Moose wurden generell nicht erfasst. Die Vegetationsaufnahmen bilden die Ausgangsbasis für die Artenauswahl. Darüberhinaus sind sie Datengrundlage für die pflanzensoziologische Tabellenarbeit (siehe folgendes Kapitel). Eine Gesamtartenliste befindet sich im Anhang.

Kürzel	Deckung [%]	Individuen
r	bis 1	1
+	bis 1	1 - 5
1	bis 5	6 - 50
1	bis 5	> 50
2	5 – 12,5	beliebig
2	12,5 - 25	beliebig
3	25 - 50	beliebig
4	50 - 75	beliebig
5	75 - 100	beliebig

Tab. 8: Skala zur Schätzung der Deckungsgrade nach BRAUN-BLANQUET

2.4 Bildung von Artengemeinschaften °sm

Die Ökologischen Artengemeinschaften stellen planungsgerechte Vegetationseinheiten dar. Von ihren spezifischen Habitatansprüchen leiten sich Planungsvorgaben zur Schaffung potentieller Lebensräume für die Artengemeinschaften ab.

Mit den Daten aus den insgesamt 101 Vegetationsaufnahmen wurde eine pflanzensoziologische Tabellenarbeit durchgeführt (siehe Anhang). Dabei konnten fünf Ökologischen Artengemeinschaften herausgearbeitet werden.

Kriterien zur Sortierung der Vegetationsaufnahmen waren beispielsweise Nährstoff- und Feuchtigkeitsanprüche der einzelnen Arten, Störungsempfindlichkeit sowie die jeweilige Stetigkeit. Sofern sie zur Erstellung der Artenblöcke von Nutzen waren, wurden Arten mit 5 % Stetigkeit diesen Artenblöcken zugeordnet; andernfalls erscheinen sie als Begleiter am Ende der Tabelle. Arten mit weniger als 5 % Stetigkeit wurden in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Die Vegetationstabelle wurde mit dem Programm Excel 2000 (MICROSOFT 2000) erstellt; sie befindet sich im Anhang.

2.5 Auswahl der Pflanzenarten °sm

Ausgangsbasis für die Auswahl der flächenhaft zu untersuchenden Pflanzenarten ist der aus den Vegetationsaufnahmen folgenden Artenpool.

Der vorausgehende Gedanke, eine Artenliste aus jeweils gleicher Anzahl von ein- und mehrjährigen Kräutern und -Gräsern der Ruderalflur aufzustellen, wurde weitestgehend beibehalten. Letztlich wurden die zu untersuchenden Pflanzenarten jedoch aufgrund ihres auffälligen Verhaltens hinsichtlich ihrer Wuchsstandorte ausgesucht.

So beispielsweise *Conyza canadensis*, eine Art, die auf nahezu allen Untersuchungsflächen mit oftmals häufigem Vorkommen festgestellt wurde oder *Saxifraga tridactylites*, die selten und ausschließlich auf sehr alten Standorten mit minimaler Störung angetroffen wurde. Da die Kartierung der ausgewählten Arten in den beiden Untersuchungsgebieten nacheinander erfolgte und somit zeitversetzt stattgefunden hat, wurden die ausgewählten Frühblüher nur im UG Ochtum erfasst. Dafür konnten im UG GVZ einige Vertreteter besonders sandiger Standorte zu der Artenliste hinzugenommen werden. Die Artenlisten der beiden Untersuchungsgebiete enthalten somit unterschiedliche als auch identische Arten.

Tab. 9: Artenlisten der ausgewählten Pflanzenarten beider UG

UG	Unterschiedliche Arten		Identische Arten	
Ochtum	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	sp1	<i>Poa annua</i>	sp5
	<i>Erophila verna</i>	sp3	<i>Conyza canadensis</i>	sp6
	<i>Saxifraga tridactylites</i>	sp2	<i>Rumex acetosella</i>	sp7
	<i>Veronica arvensis</i>	sp4	<i>Poa compressa</i>	sp14
	<i>Berteroa incana</i>	sp15	<i>Matricaria maritima</i>	sp12
GVZ	<i>Apera spica-venti</i>	sp17	<i>Holcus lanatus</i>	sp13
	<i>Corynephorus canescens</i>	sp16	<i>Solidago gigantea</i>	sp10
	<i>Medicago lupulina</i>	sp19	<i>Tanacetum vulgare</i>	sp11
	<i>Carex arenaria</i>	sp18	<i>Senecio vulgaris</i>	sp8
			<i>Leontodon autumnalis</i>	sp9

2.6 Kartierung der ausgewählten Arten °bf

Als Grundlage für die flächendeckende Kartierung der ausgewählten Arten dient wiederum die Karte der Untersuchungsflächen.

Das Vorkommen der ausgewählten Pflanzen beider Untersuchungsgebiete wurde flächendeckend für jede Untersuchungsfläche erfasst; im UG Ochtum während der Monate April bis Mai 2003 und im UG GVZ von Juni bis August 2003. Die Flächen wurde von uns vollständig zu Fuß abgegangen und auf das Vorkommen der ausgewählten Arten untersucht. Dabei wurden das Vorkommen in folgende detaillierte Klassen unterschieden:

Tab. 10: Detaillierte Klassen des Pflanzenvorkommens

Kürzel	Vorkommen detailliert
s	selten/sporadisch - in der gesamten Fläche
s (R)	selten/sporadisch - ausschließlich im Randbereich der Fläche
z	zerstreut - in der gesamten Fläche
z (R)	zerstreut - ausschließlich im Randbereich der Fläche
h	häufig – in der gesamten Fläche
h (R)	häufig – ausschließlich im Randbereich der Fläche

Eine Differenzierung hinsichtlich des flächenhaften und ausschließlich randlichen Auftretens erwies sich als sinnvoll, da es eine größere Genauigkeit vermittelt, besonders im Hinblick darauf, dass der Verbund von Flächen (Wert der Konnektivität) zusammen mit dem Ausbreitungsvermögen Teil der Modellierung ist. Dabei sind auch randliche Vorkommen sehr wichtig. Im Gegensatz dazu ist bei der Habitatmodellierung, bei der es um die Ansprüche der Pflanzenarten an den Standort geht, lediglich ein flächenhaftes Vorkommen ausschlaggebend.

In diesem Zusammenhang die Randbereiche als eigenständige Untersuchungsflächen auszukartieren und den zu erhebenden Standortparametern zuzuweisen, um auch diese in die Habitatmodellierung einfließen zu lassen, war nicht realisierbar. Hauptsächlich handelte es sich dabei um sehr schmale Linienstrukturen, wie z.B. Ränder der Lagerflächen für Container im UG GVZ oder gar schmale Bereich um schon länger gelagerte Container herum. Diese Bereiche wiesen schließlich häufig ein Vorkommen der Arten auf, wobei die eigentliche Fläche durch eine starkes Befahren ohne Vegetation blieb.

Das Datenmaterial wurde mit ArcView für die Darstellung und Auswertung bearbeitet.

2.7 Bestimmung und Erfassung der Traits (biologische Pflanzenmerkmale) °bf

Biologische Pflanzenmerkmale (plant traits) können auf der Morphologie, Physiologie und/oder der Lebensgeschichte von Arten basieren (DUCKWORTH ET AL. 2000). So werden sie z.B. direkt im Gelände erfasst (wie z.B. die Wuchshöhe der Pflanze oder die laterale Ausbreitung des Wurzelwerkes), oder bedürfen einer genaueren Vermessung oder experimentellen Arbeit im Labor (z.B. Untersuchung des Pflanzengewebes oder chemische Abwehrmechanismen gegen Feinde) (ebd.).

Diese biologischen Pflanzenmerkmale sind wichtiges Instrument der Grundlagenforschung und Anwendung in der Populationsbiologie von Pflanzen und der Untersuchung von Vegetation. (WEIHER ET AL. 1999). Auf ihnen basiert die Bildung sog. „plant functional types“ , also funktionaler Gruppen von Pflanzen, welche eine wichtige Rolle in der aktuellen Diskussion um eine sinnvolle Klassifikation von Pflanzenarten (Verweis auf weiterführende Literatur, wie DUCKWORTH ET AL. (1997) spielen.

CORNELISSEN ET AL. (2003) beschreiben in ihrem Buch „Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide“ plant functional types wie folgt:

“Plant functional types and plant strategies, the units within functional classification schemes, can be defined as groups of plant species sharing similar functioning at the organismic level, similar responses to environmental factors and/or similar roles in (or effects on) ecosystems or biomes [...]. These similarities are based on the fact that they tend to share a set of key functional traits.”

In dieser Arbeit spielt das Ausbreitungsvermögen von Pflanzenarten im Zusammenhang mit dem Flächenverbund (Konnektivität) eine Rolle hinsichtlich den Aussagen zu Einzel- oder Metapopulationen (vgl. Kap. 2.2.1 und Exkurs 3.1.2). So wurden die biologischen Pflanzenmerkmale schließlich dementsprechend ausgewählt.

Die Ausprägung der gewählten biologischen Pflanzenmerkmale aller untersuchten Pflanzenarten wurden der Literatur (z. B. ELLENBERG 1996) und verfügbaren Datenbanken (z. B. BIOPOP, BIOLFLOR, FLORAWEB) entnommen; oder stammen aus eigenen Erhebungen und Auftragsarbeit .

Die ausgewählten biologischen Merkmale sind in der folgenden Tabelle (nächste Seite) wiedergegeben.

Tab. 11: Biologischen Pflanzenmerkmalen und Erläuterungen

Trait	biologische Merkmale	Information	Einheit
shoot form	Wuchsform des Sprosses	BIOPOP	
life span	Lebensdauer	BIOPOP; Rothmaler (1995)	
life form	Lebensform (Lage der Erneuerungsknospen)	BIOPOP; Bioloflor	
Fruchtyp		Biolflor; Rothmaler	
seed number (mean) Literatur und eigene Erhebung Bremen	Samenzahl (Individuum)	BIOPOP und eigene Bestimmung	
seed mass (mean)	Gewicht des Samens	BIOPOP; Bioloflor	(mg)
seed lenght (mean)	Länge des Samens	BIOPOP; Bioloflor	(mm)
seed width (mean)	Breite des Samens	BIOPOP; Bioloflor	(mm)
terminal velocity	Fallgeschwindigkeit	eigene Bestimmung; BIOPOP	(m/s)
dispersal type	Ausbreitungstyp	BIOPOP; Rothmaler (1995); Floraweb	
dispersal unit	Ausbreitung im Raum	BIOPOP; Bioloflor	
	Urbanität	Biolflor; Floraweb	
	Licht-, Temperatur-, Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahlen	Ellenberg (1996)	
	Regenerationstyp	Biolflor	
	Wuchshöhe	Rothmaler (1995)	(m)

Die ursprüngliche Überlegung, die zusammengetragenen biologischen Merkmale in einem weiteren Schritt zur Habitatmodellierung (Stichwort: „Clusteranalyse“) in die statistische Analyse einfließen zu lassen, erwies sich aufgrund zu wenig untersuchter Arten als nicht realisierbar.

Die zusammengetragenen Informationen zu den ausgewählten Pflanzenarten finden schließlich in Form von „Steckbriefen“, Einfluss in die verbalargumentative Beschreibung und Auswertung der Modellierungsergebnisse. Diese Steckbriefe mit den zusammengetragenen biologischen Pflanzenmerkmalen sind im Anhang einzusehen.

Laborarbeit

Die biologischen Merkmale **Samenzahl** und **Terminal Velocity** wurden anhand gesammelter Exemplare der ausgewählten Arten ermittelt.

Während des gesamten Zeitraumes der Kartierungen im Gelände wurden jeweils 10 Individuen der einzelnen Pflanzenarten im UG Ochtum und UG GVZ (d.h. 5 aus jedem UG) gesammelt. Im Anschluß daran erfolgte die Auszählung der Samen pro Pflanze.

Die Terminal Velocity (TV) wurde durch Dr. Ken Thompson an der University Sheffield (USFD), Dept. of Animal and Plant Sciences in England bestimmt. Bei der dabei verwendeten Methode wird auf ASKEW ET AL. (1996) verwiesen.

Statistische Modellierung

2.8 Logistische Regression °bf+sm

Wie schon im einleitenden Teil zur Habitatmodellierung erwähnt, wird in dieser Arbeit die Logistische Regression als „Modellierungs-Instrument“ verwendet. Dieses Verfahren ist für die Analyse von Präsenz-Absenz-Daten besonders geeignet (HOSMER 1989 zit. n. KLEYER 1999/2000) und gibt dahingehend Wahrscheinlichkeiten für das Vorkommen oder Nichtvorkommen.

Die Vorteile der logistischen Regression liegen u. a. darin, dass sie neben der ökologischen Interpretierbarkeit der Ergebnisse die gleichzeitige Verwendung metrischer und kategorischer Prädiktorvariablen ermöglicht (CAPEN ET AL. 1986, NOON 1986 zit. n. SCHRÖDER UND REINEKING 2004), wenn letztere als dichotome Dummy-Variablen codiert werden (NADEAU ET AL. 1995 zit. n. KLEYER ET AL. 1999/2000). Zudem werden durch robustere Modellen mit weniger erklärenden Variablen bessere Klassifizierungsergebnisse erzielt (EFRON 1975; PRESS & WILSON 1978 zit. n. KLEYER ET AL. 1999/2000).

Ergebnis der Modellierung sind „presence-absence-response-curves“ (PEETERS AND GARDENIERS 1998), welche die Vorkommenswahrscheinlichkeit einer Art als Regressionfunktion von Umweltvariablen beschreibt (Verweis: Kap. 2.8.2 Interpretation). Die geschätzte abhängige Variable ist dann als Habitateignung interpretierbar und nichtlinear von den Habitatfaktoren abhängig (KLEYER 1999/2000).

Die Regressionsgleichung der Logistischen Regression lautet wie folgt:

$$p(y_i = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

- $p(y=1)$ die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens
- β_0 die Konstante
- x_k die unabhängige Variable
- β_k ein Koeffizient der unabhängigen Variable

Gleichung 2: Regressionsgleichung zur Logistischen Regression

Für eine einzelne unabhängige Variable beschreibt diese Gleichung eine s-förmige (sigmoide) Kurve mit den Extremwerten 0 (0% Vorkommenswahrscheinlichkeit) und 1 (100% Vorkommenswahrscheinlichkeit). Um einen unimodalen Zusammenhang zu beschreiben, der Kurve also eine glockenförmige Gestalt zu geben, muss die jeweilige Variable x auch als quadrierter Term (x^2) in das Modell einbezogen werden (SCHRÖDER 2000). So können auch Nischen-Charaktere hervorgehoben und modelliert werden (JONGMAN ET AL. 1995 in STRAUSS 2003).

Die Schätzung der Regressionskoeffizienten erfolgt über die Maximierung einer Likelihood Funktion (Methode der maximalen Wahrscheinlichkeit) (STRAUSS 2003).

Ob ein so gebildetes Modell signifikant ist, also besser zwischen Vorkommen und Nichtvorkommen trennen kann als der Zufall, wird über den Likelihood-Ratio-Test (LR-Test) bestimmt. Dabei wird der LogLikelihood-Wert des Modells mit dem eines Nullmodells verglichen. Für genauere Erläuterungen wird auf weitere Werke zur allgemeinen Statistik und Datenanalyse (JONGMAN ET AL. 1995, KREYSING 1991, NETER ET AL. 1989) sowie auf spezielle Literatur zur Methode der Logistischen Regression (HOSMER & LEMESHOW 1989, PEETERS & GARDENIERS 1998) verwiesen.

2.8.1 Variablenauswahl °bf

Vor der Berechnung multivariater Modelle ist es empfehlenswert, unter den vorhandenen Variablen eine Auswahl zu treffen. Dafür gibt es laut SCHRÖDER & REINEKING (2004) im wesentlichen zwei Gründe:

- es „ besteht die Gefahr der Überanpassung (Overfitting) des Modells an die Daten, wenn der großen Zahl der erklärenden Variablen nicht hinreichend viele Vorkommens- und Nichtvorkommensaufnahmen gegenüberstehen“. Dieses überangepasste Modell macht schlechte Vorhersagen, und Overfitting ist der häufigste Grund für unzuverlässige Modelle (HARREL 2001 zit. n. SCHRÖDER 2004).
- Modelle mit sehr vielen Variablen sind schwierig zu interpretieren. „Ein Modell mit 20 oder mehr Variablen ist letztlich kaum mehr nachzuvollziehen, und Variablenselektion dient in diesem Fall dem Ziel, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren“ (SCHRÖDER AND REINEKING 2004).

Bzgl. der Auswahl der **abhängigen Variablen**, d.h. der Präsenz-Absenz-Informationen der einzelnen Arten, wurden lediglich die Arten ausgewählt, die in mindestens 10% der kartierten Flächen vorkamen und darüberhinaus auf der

Untersuchungsflächen ein flächenhaftes Vorkommen aufwiesen. Kartierte randliche Vorkommen fließen nicht in die Habitatmodellierung ein.

Grundlage für die Auswahl der **unabhängigen Variablen** sind die erhobenen Standortparameter der einzelnen Untersuchungsflächen. Als erstes grundlegendes Auswahlkriterium ist die ökologische Relevanz von vornherein hinzugezogen worden. Das bedeutet, dass schon bei ersten Überlegungen möglicher zu erhebender Parameter auf eventuelle ökologische Zusammenhänge geachtet wurde.

Die nachfolgende Tabelle bietet eine Gesamtübersicht der erhobenen unabhängigen Variablen:

Tab. 12: Gesamtübersicht der unabhängigen Variablen

Variablen	Kürzel	Einheit	Wertebereich	Skala
Wert für die Konnektivität einer Fläche (bei Ø Diasporenausbreitung von 500 m)	LOG_ISO4	Zahlenwert	Art-spezifisch	metrisch
Wert für die Konnektivität einer Fläche (bei Ø Diasporenausbreitung von 50 m)	LOG_ISO40	Zahlenwert	Art-spezifisch	metrisch
Grad der aktuellen Störung	AKT_S	4 Kategorien	1-4	kategorial
Dauer der aktuellen Störung	S_ALTER	6 Kategorien	1-6	kategorial
Oberflächenmaterial aus Schotter/Grus, Kiesel, Mix oder Grus	KOMP_GROB	ja; nein		nominal
Oberflächenmaterial aus Sand/Grus oder Sand	KOMP_FEIN	ja; nein		nominal
Oberflächenmaterial aus Naturstein oder Pflaster	KOMP_DICHT	ja; nein		nominal
Alter des Oberflächenmaterials	O_ALTER	6 Kategorien	1-6	kategorial
Grad der Oberflächenverdichtung	VERDICHT	ja; nein		nominal
Grad der Beschattung	BESCHAT	3 Kategorien	0-3	kategorial
Verbuschung	BUSCH_	%	0-100	metrisch
Höhe der Kraut- bzw. Vegetationsschicht	KRAUT_	cm	0-170	metrisch
regelmäßige Pflege des Fläche	SAAT_MAHD		ja;nein	nominal

Die einzelnen Variablen wurden zunächst mit dem Programm Microsoft Excel auf Korrelation überprüft. Laut NETER ET AL. (1989 zit. n. STRAUSS 2003) führen unabhängige Variablen, die miteinander korreliert sind und in ein Modell aufgenommen werden, zu abnorm hohen Koeffizienten und Standardfehlern.

*Box 2: Korrelationsüberprüfung anhand Microsoft Excel***Korrelationsüberprüfung** mithilfe von Excel (MICROSOFT 2000)

Durch die berechneten Korrelationskoeffizienten, kann eine Beziehung zwischen zwei unabhängigen Variablen festgestellt werden. Die erstellten Korrelationsmatrizen sind im Anhang einzusehen.

Bei der Erstellung der Korrelationsmatrizen in Excel werden nur **lineare** Beziehungen deutlich; andere **nicht-lineare** Zusammenhänge wurden anschließend durch Streu- Diagramme (ebenso erstellt mit Excel) auf Korrelationen überprüft.

Es wurden schließlich drei Korrelationsmatrizen erstellt: eine Matrix für Standorte der Arten, die nur im UG GVZ, eine für die Arten ,die nur in Ochtum und eine für Arten, die in beiden Gebieten kartiert wurden.

Ob Variablen schließlich korrelieren oder nicht, bleibt eine Frage der Grenzwert-Definition, d.h. ab welchen Korrelationskoeffizienten eine Korrelation zweier Variablen angenommen wird. Dabei gibt es keinen verlässlichen Richtwert dafür, ab welchem Grenzwert von zwei korrelierten Variablen nur eine berücksichtigt werden sollte. SCHRÖDER (2000) nennt z.B. 0,7, was jedoch sehr weit gefasst scheint. In dieser Arbeit liegt der Grenzwert für angenommen Korrelation bei 0,6, d.h. bei ≥ 0.6 gehen wir von korrelierenden Variablen aus. Ist der Korrelationskoeffizient negativ, bedeutet dies einen gegenläufigen Zusammenhang: je größer der Wert einer Variable, desto kleiner wird der Wert der anderen.

Um einen Überblick über die Relevanz einzelner unabhängiger Variablen zu bekommen, wurden im Anschluss für alle Variablen mithilfe der Logistischen Regression in SAS **univariate Analysen** durchgeführt, um die **Signifikanz** der einzelnen Variablen in Bezug auf die untersuchten Arten festzustellen. In diesem Schritt wurde zusätzlich, durch Hinzufügen eines quadratischen Terms (SCHRÖDER 2000) ein unimodaler Zusammenhang geprüft.

Eine vorgestellte visuelle Inspektion der Variablen hilft dabei, eventuelle Probleme wie z. B. Ausreißer oder sehr schiefe Verteilungen zu erkennen. Für kategoriale und ordinale Variablen geschieht dies über die Erstellung von Häufigkeitstabellen. Für jede Kategorie wird die Häufigkeit von Vorkommen und Nichtvorkommen in einer Tabelle dargestellt. Das Auftreten sogenannter Nullzellen, d. h. Kategorien in denen es überhaupt keine Vorkommen oder Nichtvorkommen gibt, kann zu hohen Standardfehlern oder Koeffizienten führen. Durch das Zusammenfassen mehrerer Kategorien kann dies jedoch vermieden werden. War eine Zusammenfassung nicht möglich, wie z. B. bei

dichotomen Variablen (z.B. „0/1“ für „ja/nein“), mussten die entsprechenden Kategorien aus der Analyse ausgeschlossen werden.

Bezüglich der Signifikanz sollten im weiteren Verlauf der Analyse nur Variablen nur Einfluss finden, die ein Mindestmaß an Zusammenhang erkennen lassen. In dieser Arbeit werden Variablen weiterverwendet, die in den univariaten Modellen mindestens einen AUC-Wert von 0.7 und R^2 nach Nagelkerke von 0.3 aufweisen (Erläuterungen zu AUC und Nagelkerke siehe Kap. 2.9 Modellbewertung).

Im Anschluss an die univariate Analyse wurden **multivariate Modelle** erstellt. Es wurden nur Variablen in die multivariate Analyse hinzugezogen, die in den univariaten Modellen bereits eine Signifikanz aufwiesen. Die daraus resultierende Variablenkombination ist demnach für die einzelnen Arten unterschiedlich.

Bei dem für die multivariate Analyse angewandten Verfahren handelt sich um das **schrittweise (stepwise)** Verfahren. Nach HOSMER & LEMESHOW (1989 zit. n. SCHRÖDER & REINEKING 2004) ist dieses das am häufigsten verwendete Verfahren bei der Variablenselektion mit einem kritischen Signifikanzniveau für die hinzufügenden oder zu entfernenden Variablen. In dieser Arbeit wurde das Signifikanzniveau für die Aufnahme einer Variable bei $p_{in} = 0.10$ und für den Ausschluss bei $p_{out} = 0.10$ festgelegt.

Box 3: Variablenauswahl mit stepwise selection in SAS

Die Stepwise Selection (schrittweise Auswahl der Variablen) in SAS

In SAS besteht die Möglichkeit der „stepwise selection“. Dieses Verfahren ist dem „forward stepwise“, bei dem so lange Variablen in das Modell aufgenommen, wie sich das Gesamtmodell dadurch signifikant verbessert, ähnlich, allerdings verbleiben aufgenommene Variablen nicht grundsätzlich im Modell. Stattdessen kann durch direkten Anschluss eines „backward elimination step“, also einem rückwärtigen Ausschluss eine Variable sofort wieder aus dem Modell ausgeschlossen werden.

Diese „stepwise selection“ endet, wenn keine weiteren Variablen in das Modell hinzugefügt werden können, oder wenn die als letzte in das Modell aufgenommene Variable, die einzige ist, die im folgendem „backward elimination step“ wieder aus dem Modell genommen wird.

2.8.2 Interpretation °sm

Schlussendlich ist die Interpretation der einzelnen Modelle erforderlich:

Interpretation des Regressionskoeffizienten

Aus der Größe des Regressionskoeffizienten β lässt sich erkennen in welche Richtung der Einfluss einer Variablen x geht. Ist β positiv, so bedeuten höhere Werte für x eine höhere Vorkommenswahrscheinlichkeit; der Zusammenhang zwischen Variable und Vorkommen ist positiv. Ein β mit negativem Vorzeichen hingegen lässt bei steigendem x das Vorkommen sinken; der Zusammenhang ist negativ. Eine Interpretation der Koeffizienten über die Wirkrichtung hinaus ist nicht möglich.

Interpretation über graphische Darstellung

Die graphische Darstellung der Modelle erleichtert das Erkennen der im Modell ausgedrückten Zusammenhänge. Bei den hier berechneten multivariaten Modellen bietet sich eine bivariate Darstellung mit je zwei unabhängigen Variablen an. Eine Abbildung sämtlicher Variablen eines Modells wäre nur über n -dimensionale Räume möglich. Da dies der Interpretation der Ergebnisse definitiv nicht zuträglich wäre, wird eine bivariate Abbildung bevorzugt.

Für jede einzelne unabhängige Variable beschreibt die Regressionsgleichung eine Kurve mit den Extremwerten 0 und 1 (0 % bzw. 100 % Vorkommen). Die Werte der beiden unabhängigen Variablen bilden bei der bivariaten Darstellung im dreidimensionalen Raum eine netzartige Oberfläche, die sog. Responseoberfläche. Um Nischen-Charaktere hervorzuheben und zu modellieren, werden die unabhängigen Variablen als quadratische Terme hinzugefügt (JONGMAN ET AL. 1995 in STRAUSS 2003); die graphische Darstellung eines solchen Nischen-Charakters würde sich dann in einer glockenförmigen Gestalt der Responseoberfläche äußern.

An der y -Achse lässt sich die jeweilige Vorkommenswahrscheinlichkeit einer Wertekombination der beiden Variablen ablesen. Der Einfluss einer Variablen kann sich folgendermaßen graphisch auswirken:

- konstant, d.h. die Variable hat keinen Einfluss auf das Vorkommen;
- sigmoid, d.h. stetig steigend/fallend; entspricht einer steigenden/fallenden Vorkommenswahrscheinlichkeit mit Zunahme/Abnahme der Variable;
- unimodal, d.h. die Kurve weist ein Maximum/Optimum auf;
- bimodal, mit zwei Maxima;
- oder unbestimmt.

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse dieser Arbeit wurde das Programm LR Mesh 1.0.4 von Michael Rudner (AG Landschaftsökologie, C.v.O. Universität Oldenburg) verwendet:

LR Mesh erlaubt innerhalb einer bivariaten, dreidimensionalen Graphik die Darstellung der abhängigen Variablen (Vor- bzw. Nichtvorkommen der Art) neben zwei unabhängigen Variablen. Dabei wird eine Konstante für die nicht in der Graphik berücksichtigten Variablen berechnet; diese Konstante fließt dennoch in die Abbildung mit ein. Ein solches Vorgehen spiegelt den Einfluss bzw. die Wechselwirkungen aller Variablen innerhalb des entsprechenden Habitatmodells wider und ermöglicht eine engere Bindung an die Ergebnisse des jeweiligen Modells.

Box 4: Verwendete Funktionen des Programms LR Mesh

(Version 1.0.4; Oldenburg, April 2004)

Anzeige der Responseoberfläche eines logistischen Regressionsmodells als Gitter.

Auswahl der Variablen und Editieren der Regressionskoeffizienten.

Optionales Einstellen „Include mean influence of other variables (Constant)“ = Berechnen einer Konstanten für die nicht in der Grafik berücksichtigten Variablen, welche der Summe der Produkte aus den mittleren Werten des Wertebereichs sowie den Regressionskoeffizienten entspricht.

2.9 Modellbewertung °bf

Es werden verschiedene Kriterien zur Bewertung herangezogen. Darunter sollten sowohl Gütemaße für die Kalibrierung als auch für die Diskriminierung sein (KLEYER 1999/2000).

Folgende Tabelle bietet zunächst einen Überblick über die im Folgenden beschriebenen Kriterien zur Modellbewertung:

Tab. 13: Zur Modellbewertung herangezogene Gütekriterien und ihre Bedeutung

Maß	Werte	Bedeutung
R^2_N	zwischen 0 und 1	je größer, desto besser; Maß für die durch das Modell erklärte Varianz; Vergleich univariater Modelle
AUC	zwischen 0 und 1	je größer, desto besser; Werte bis 0.5 sind nicht besser als ein Nullmodell
% korrekt	zwischen 0 und 100	je größer, desto besser
Sensivität	zwischen 0 und 100	je größer, desto besser
Spezifizität	zwischen 0 und 100	je größer, desto besser
p-opt	zwischen 0 und 100	je größer, desto besser

2.9.1 Modellkalibrierung

Die Kalibrierung überprüft die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und den vom Modell vorhergesagten Werten. Von verschiedenen möglichen Bestimmtheitsmaßen wird hier wie bei SCHRÖDER (2000) das R^2 nach Nagelkerke verwendet (R^2_N), welches den Anteil der durch das Modell erklärten Varianz angibt (ebd). Hier fließen die Likelihood-Werte von Nullmodell und Modell sowie die Fallzahl ein. Das R Quadrat errechnet sich nach folgender Gleichung {BACKHAUS, 2000 #74):

$$R^2_N = \frac{1 - \exp(-LR/n)}{1 - \exp(-L^0/n)}$$

R^2_N : R- Quadrat nach Nagelkerke LR: LogLikelihood des Modells
 N: Anzahl der Beobachtungen L^0 : LogLikelihood des Nullmodells

Gleichung 3: Gleichung zur Berechnung des Nagelkerke-Wertes

Das R^2_N kann Werte zwischen 0 und 1; je größer dieser Wert ist, desto höher ist der Erklärungsanteil, den die unabhängige Variable an der Varianz der Daten hat, d. h. desto besser ist das Modell.

Tab. 14: Bewertung des R^2 nach Nagelkerke

R^2 Nagelkerke	Bezeichnung
kleiner 0.3	sehr schlecht
0.3 bis 0.4	schlecht
0.4 bis 0.5	befriedigend
0.5 bis 0.6	gut
größer/gleich 0.6	sehr gut

2.9.2 Modelldiskriminierung

Die Diskriminanz untersucht die Trennschärfe des Modells, also die Fähigkeit, Fälle der richtigen Gruppe (Vorkommen = 1 oder Nichtvorkommen = 0) zuzuweisen. Hierbei werden sowohl schwellenwertabhängige als auch – unabhängige Maße unterschieden. Als **Schwellenwert** wird diejenige Vorkommenswahrscheinlichkeit bezeichnet, bei der die Grenze zwischen Vorkommen und Nichtvorkommen gezogen wird.

schwellenwertabhängige Gütemaße

Die schwellenwertabhängigen Werte werden aus der unten abgebildeten Klassifikationsmatrix abgeleitet, nachdem ein Schwellenwert festgelegt wurde.

		Beobachtung		Zeilen- summe
		0	1	
Prognose	0	a	b	a+b
	1	c	d	c+d
Spalten- summe		a+c	b+d	a+b+c+d=n

a: Anteil korrekter Nichtvorkommensprognosen	d / b+d: Sensitivität
b: Anteil falscher Nichtvorkommensprognosen	a / a+c: Spezifizität
c: Anteil falscher Vorkommensprognosen	a+d / n: Anteil korrekter Prognosen
d: Anteil korrekter Vorkommensprognosen	b+d / n: Prävalenz (Anteil der Vorkommen)

Abb. 6: Klassifikationsmatrix und abzuleitende Gütemaße

Die Diskussion um verschiedene Schwellenwerte sei an dieser Stelle nur angerissen und beispielhaft mit verschiedenen Möglichkeiten der Schwellenwert-Bestimmung belegt:

- *priori* Festlegung eines bestimmten Schwellenwertes, z. B. 0.5
- Schwellenwert, bei der *Sensitivität* (Anteil korrekter Vorkommensprognosen) und *Spezifizität* (Anteil korrekter Nichtvorkommensprognosen) möglichst *gleich* groß sind (P_{fair})
- Schwellenwert, bei der der Anteil *korrekter Prognosen* am *höchsten* liegt (P_{opt})

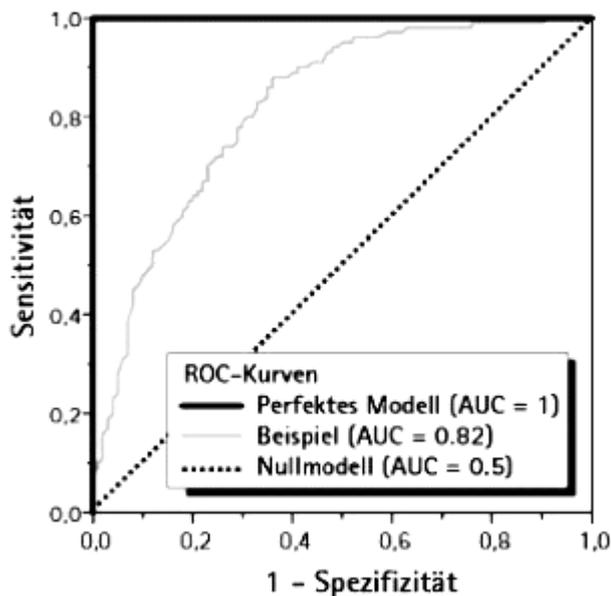
Letzteres, also " p_{opt} " als Schwellenwert, wird in dieser Arbeit verwendet. Wie bereits erwähnt, wird durch den „optimalen“ Schwellenwert die höchste prozentuale Anzahl korrekter Vorhersagen getroffen, dementsprechend die

höchste Übereinstimmung der realen Beobachtungen mit den vorhergesagten Vorkommen.

Der **Anteil korrekter Vorhersagen** als p_{opt} zusammen mit **Sensitivität und Spezifität** als Gütemaße der einzelnen Modelle (siehe 3.7) angegeben.

schwelenwertunabhängige Gütemaße

Unabhängig vom Schwellenwert und den damit behafteten Problemen ist die Fläche unter der receiver-operating-characteristic-Kurve (=ROC-Kurve). Sie



wird als **AUC** (area under curve) bezeichnet und als Gütemaß von zahlreichen Autoren empfohlen (z. B. SCHRÖDER 2000). Dabei wird in einem Streudiagramm für jeden möglichen Trennwert die Sensitivität gegen 1-Spezifität aufgetragen. Ein Modell ist um so besser, je größer die Fläche unter dieser ROC-Kurve ist; je näher die Kurve also am linken oberen Rand des Diagramms verläuft.

Abb. 7: ROC- Kurve (aus REINEKING & SCHRÖDER 2004)

In der folgenden Tabelle ist die verwendete Klassifizierung der AUC-Werte nach HOSMER & LEMESHOW (1989 zit. n. SCHRÖDER & REINEKING 2004) aufgeführt:

Tab. 15: Klassifizierung der AUC- Werte nach HOSMER & LEMESHOW (1989)

AUC	Bezeichnung
kleiner 0.6	sehr schlecht
0.6 bis 0.7	schlecht
0.7 bis 0.8	befriedigend
0.8 bis 0.9	gut
größer/gleich 0.9	sehr gut

2.10 Modellvalidierung °bf

Durch statistische Verfahren gebildete Modelle sind immer optimal an den zugrunde liegenden Datensatz angepasst. Die Modellbewertung liefert dadurch zu optimistische Werte für die Modellgüte (SCHRÖDER 2000). Eine Validierung des Modells zeigt, ob das Modell auch auf andere Datensätze übertragbar ist und welche realistische Güte es aufweist.

Validierung beschreibt die Modellbewertung auf Grundlage von Stichproben, die nicht zur Modellschätzung verwendet wurden (Testdaten). Bei der externen Validierung werden unabhängige Testdaten zur Einschätzung der Modellgüte verwendet, während bei der internen die Testdaten aus dem vorhandenen Datensatz mittels Resamplingverfahren erstellt werden (CHATFIELD 1995, HARRELL 2001, MANLEY 1997 in SCHRÖDER & REINEKING 2004).

Da für diese Arbeit kein externer Datensatz zur Verfügung steht und der vorhanden zu „klein“ ist, um ihn in einen Trainingsdatensatz für die Modellbildung und in einen Testdatensatz für die Validierung zu teilen, findet nur die interne Validierung Anwendung.

Interne Kreuzvalidierung

Bei der internen Kreuzvalidierung handelt es sich um das „Leave One Out“-Prinzip. Diese Methode ist ein Extremfall der Kreuzvalidierung, bei der jeweils nur eine Beobachtung zum Testen des Modells verwendet wird, das auf Grundlage aller anderen $n - 1$ Beobachtungen geschätzt wird. Dieses Vorgehen wird n -mal wiederholt, bis jede Beobachtung einmal zum Testen verwendet wurde (SCHRÖDER AND REINEKING 2004).

2.11 Verletzung von Modellannahmen durch räumliche Autokorrelation °sm

Eine Grundannahme der (logistischen) Regression ist die Unabhängigkeit der Beobachtungen. Diesbezüglich stellt der räumliche Zusammenhang einzelner Standorte mit entsprechenden Vor- bzw. Nichtvorkommen ein besonderes Problem dar.

So ist die positive räumliche Autokorrelation der abhängigen Variablen bei räumlichen Daten bekannt. Nach SMITH (1994 zit. n. SCHÖNHERR 2002) bedeutet das Vorkommen einer Art an einem Ort meist, dass das Vorkommen in der Umgebung erhöht ist. Dies stellt eine Verletzung der Unabhängigkeit der Fälle dar. Die Untersuchungsflächen grenzen teilweise direkt aneinander, so dass von Autokorrelationen zwischen den Flächen ausgegangen werden muss.

Mithilfe eines zusätzlichen Arbeitsschrittes, der Verwendung des Programms ISOLATOR 1.3 von Robert Biedermann (AG Landschaftsökologie, C.v.O. Universität Oldenburg), versuchten wir dieser Problematik gerecht zu werden. Mit dem durch ISOLATOR ermittelten Standortparameter *Wert für die Konnektivität* (bzw. Isolation) wird der räumlichen Lage einer Untersuchungsfläche im Verhältnis zu den jeweils umgebenden Untersuchungsflächen Rechnung getragen (vgl. Kap. 2.2.1). Wenn dies auch kein konkretes Maß für die Autokorrelation zweier Flächen darstellt, so floss der jeweilige Konnektivitätswert doch als unabhängige Variable in die Habitatmodellierung ein und ermöglichte u. U. Aussagen über die Notwendigkeit von Flächenkonnektivität.

2.12 Realitätsnähe der Modellierung °sm

Bei den im Rahmen dieser Arbeit erstellten Habitatmodellen handelt sich um Berechnungen, die auf Grundlage von Habitateigenschaften (= Standortparametern) der untersuchten Raumeinheiten (= Untersuchungsflächen) entsteht und die als nicht-dynamisch zu sehen sind. Sie spiegeln einen Zustand der Umwelt wider, der mehr oder weniger als konstant angesehen wird (SCHRÖDER AND REINEKING 2004). Die Berücksichtigung der tatsächlichen Dynamik der Habitateigenschaften in unseren Untersuchungsgebieten (z. B. Änderung des Störungsgrades durch Nutzungsänderung) war aufgrund der Kleinräumigkeit und differenzierten Eigentumsverhältnisse nicht möglich; so konnten wir nur Aussagen zum aktuellen Zustand der jeweiligen Raumeinheit treffen. Die Annahme, diese seien quasi-konstant, ist in unserem Fall aufgrund der schnellen wirtschaftlichen Entwicklung und Veränderung allerdings unter Vorbehalt zu sehen. Mit den Parametern *Alter der Oberfläche* und *Dauer der aktuellen Störung* haben wir versucht, diese Problematik zu entschärfen.

3 ERGEBNISSE

Standortparameter

3.1 Ausprägungen der Standortparameter °b

In dem nun folgenden Abschnitt, werden nur die Standortparameter beschrieben, die auch in der multivariaten Modellierung verwendet wurden. Parameter, die schon in der univariaten Analyse keinen signifikanten Einfluss aufweisen, werden nicht explizit dargestellt. Bei Bedarf sind diese Informationen der Attributtabelle auf der beigelegten CD zu entnehmen. Folgende Parameter sind nicht Teil der Habitatmodellierung: Offenbodenanteil in %, Grad der Beschattung und Nischen-Charakter.

Die einzelnen Ergebnisse der Erfassung der verschiedenen Standortparameter werden für die UG OCHTUM und GVZ getrennt dargestellt.

Oberflächenmaterial

Da bei der Modellierung nur die Oberflächenmaterialobergruppen¹ einen Einfluss haben, wird auch nur die Verteilung dieser in den beiden UG vorgestellt (die detaillierte Verbreitung der einzelnen Oberflächenmaterialien ist dem ArcView- Shape-File „atributtabelle_hb05.shp“ auf der CD zu entnehmen).

Die folgenden Diagramme zeigen die Verteilung der vertretenen Oberflächenmaterialobergruppen und die prozentuale Verteilung der Flächengrößen entsprechend dieser auf den Untersuchungsflächen im UG OCHTUM:

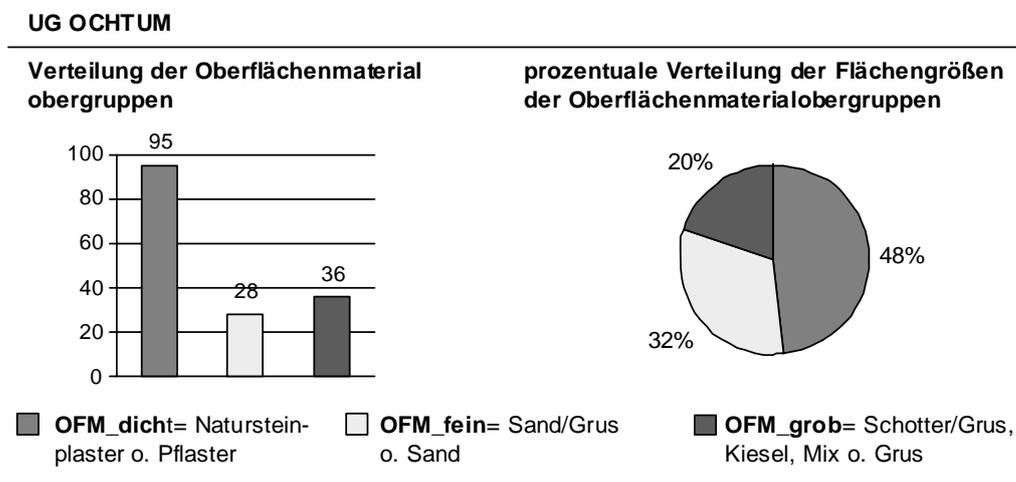


Abb. 8: Verteilung der Oberflächenmaterialobergruppen im UG OCHTUM

Im UG OCHTUM sind 95 der auskartierten Untersuchungsflächen von insgesamt 159 der Obergruppe „OFM_dicht“, also Natursteinpflaster oder Pflaster, zugeordnet. Insgesamt deckt diese Gruppe fast die Hälfte der gesamten Fläche des UG ab, was aufgrund der Tatsache, dass es sich um ein stark genutztes Gewerbegebiet handelt, auch nicht verwunderlich ist. Feines Oberflächenmaterial aus Sand/Grus oder Sand („OFM_fein“) steht mit einem Drittel des gesamten UG an zweiter Stelle bei der prozentualen Verteilung der Flächenanteile. Diese feinen Substrate sind häufig auf Flächen, die für eine zukünftige Bebauung mit feinkörnigem Material aufgefüllt wurden. Schließlich bleibt die Obergruppe „OFM_grob“, wie Schotter/Grus, Kiesel, Mix oder Grus.

¹ „OFM_dicht“ = Natursteinpflaster oder Pflaster; „OFM_fein“= Sand/Grus oder Sand; „OFM_grob“= Schotter/Grus, Kiesel, Mix oder Grus

Diese Gruppe ist mit einem Flächenanteil von 20% des UG die flächenmäßig am wenigsten vertretene Gruppe. Bei Flächen diesen Oberflächenmaterials handelt es sich überwiegend um Abruchflächen.

Bei der entsprechenden Verteilung im UG GVZ zeigt sich folgedes Bild:

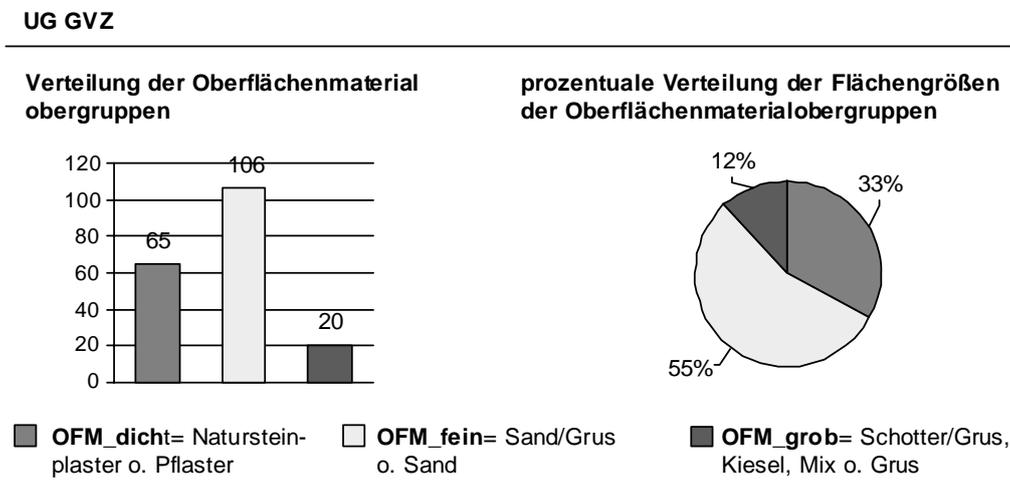


Abb. 9: Verteilung der Oberflächenmaterialobergruppen im UG GVZ

Die Oberflächenmaterialien Sand/Grus oder Sand („OFM_fein“) macht 55% der Gesamtfläche, und damit gut 100 ha, im UG GVZ aus. Grund dafür sind die Auffüllungen des ursprünglich als Feuchtgrünland genutzten Gebietes aus Sanden, welche z.T. zum Zeitpunkt der Geländearbeit noch nicht bebaut waren. Zudem obliegt das verhältnismäßig „junge“ UG GVZ im Gegensatz zum UG OCHTUM bislang nicht so starker Strukturveränderungen, wodurch die Sande überwiegend ungestört blieben. Gut ein Drittel der Untersuchungsflächen bestehen aus Natursteinpflaster oder Pflaster („OFM_dicht“). Es sind die weiträumigen Containerlageflächen und Betriebshöfe. Ein geringes Vorkommen, zahlen- als auch flächenmäßig, weist die Gruppe der Schotter/Grus, Kiesel, Mix oder Grus Flächen („OFM_grob“) mit insgesamt 20 Untersuchungsflächen und einem Flächenanteil von 12% auf. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um die Bahnschotter des Eisenbahnnetzes, welches das Gebiet durchzieht.

Altersverteilung des Oberflächenmaterials

Die Verteilung des Alters der Oberflächenmaterial-Obergruppen in OCHTUM, zusammen mit der prozentualen Verteilung der Flächengrößen stellen folgende Diagramme dar:

UG OCHTUM

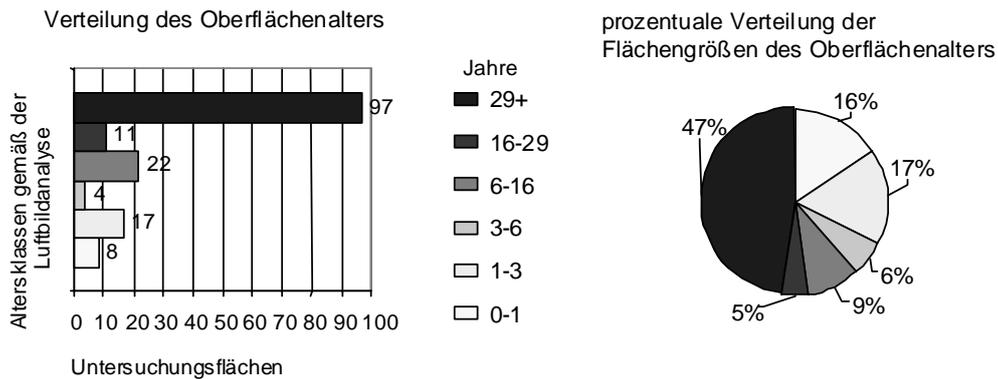


Abb. 10: Verteilung des Oberflächenalters im UG OCHTUM

Den größten Teil stellen die alten Flächen, ca. 50% (= 17 ha), gefolgt von sehr jungen Flächen (Altersklasse „1-3“ und „0-1“) dar. Diese sind zwar zahlenmäßig seltener, weisen jedoch Flächengrößen von rund 5,5 ha auf. Auf die Altersklasse „16-29“ (= Entstehung zwischen 1987 und 1974) fallen 11 Untersuchungsflächen, welche aber nur 1,7 ha des UG bedecken. Die Altersklassen der Flächen mit einer Entstehung zwischen 2000 und 1997 (Klasse „3-6“) machen 2 ha aus. Die Verteilung im GVZ stellt sich wie folgt dar:

UG GVZ

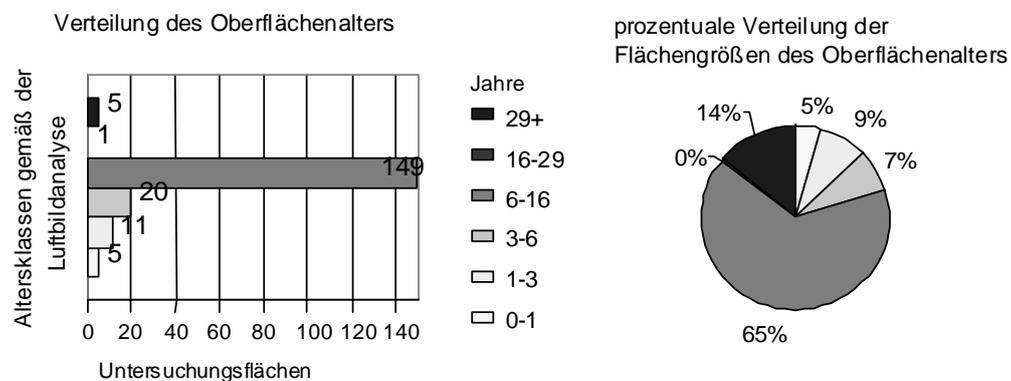


Abb. 11: Verteilung des Oberflächenalters im UG GVZ

Dominierendste Altersklasse im UG GVZ ist die Klasse „6-16“ (= Entstehung zwischen 1997 und 1987) mit 149 Untersuchungsflächen und einem Flächenanteil von 65%, der Zeitraum im dem schließlich der überwiegende Teil dieses Gebietes erbaut wurde. Nur wenige Flächen, diese jedoch mit einer Größe von fast 5 ha, sind älter als 29ig Jahre. Junge Flächen der Altersklassen „1-3“, „3-6“ und „0-1“ machen insgesamt ca. ein Fünftel, entsprechend 37 ha, des Gebiets aus. Schlusslicht bildet die Klasse „16-29“ (= zwischen 1987 und 1974) mit gerade einmal einer potentiellen Fläche, nicht einmal ausreichend für 1% Flächenanteil.

Grad der Oberflächenverdichtung

Der Grad der Verdichtung im Oberboden wird in dieser Arbeit in „hoch“, „mittel“, und „gering“² unterschieden. Die Verteilung der Verdichtung des Oberbodens sowie der entsprechenden prozentualen Flächenanteile, ist den folgenden Diagrammen zu entnehmen:

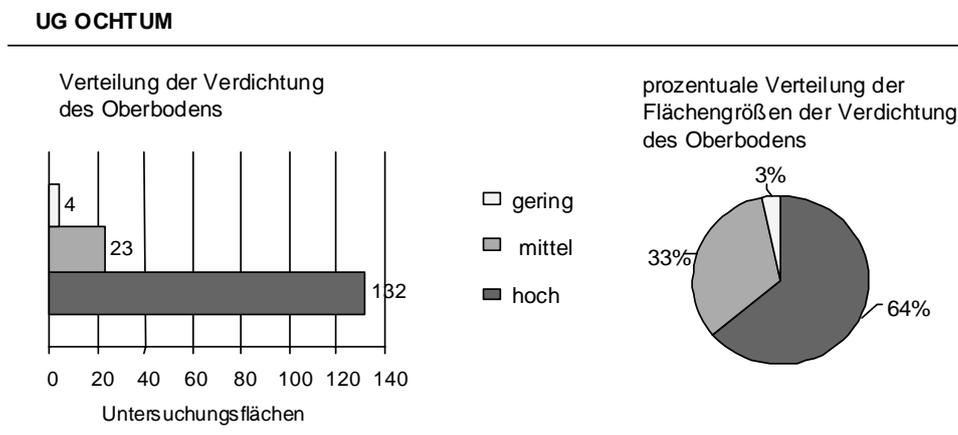


Abb. 12: Grad der Oberflächenverdichtung im UG OCHTUM

Überwiegend im UG OCHTUM sind Flächen mit Pflaster und Natursteinpflaster, also mit hoher Verdichtung des Oberbodens. Insgesamt handelt es sich um gut 22 ha. Ein Drittel der Untersuchungsflächen sind Bereiche mittlere Verdichtung des Oberbodens. Geringe Verdichtung findet man im UG kaum, da es sich überwiegend um stark genutzte Flächen handelt, meistens durch Befahren, womit eine zunehmende Verdichtung des Oberbodens einhergeht.

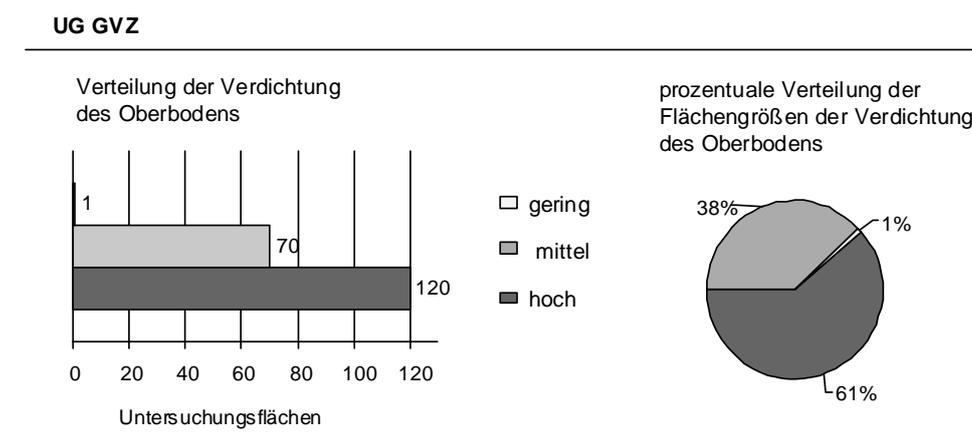


Abb. 13: der Oberflächenverdichtung im UG GVZ

² „hoch“= grundsätzlich Pflaster und Natursteinpflaster; „mittel“= durch Nutzung verdichtete Flächen mittlere Intensität; „gering“= Flächen mit relativ lockerem Oberboden, wie z.B. ungenutzte Brachflächen

Wie auch in OCHTUM ist der überwiegende Teil (61%) der Flächen des UG GVZ im Boden hoch verdichtet, also mit Pflaster oder Natursteinpflaster bedeckt. Die Kategorie mittlerer Verdichtung im Oberboden betrifft 38% des UGs. Deutlich am wenigsten vorzufinden sind Flächen geringer Verdichtung (1%).

Grad der aktuellen Störung

Die Verteilung der Störungsregime im UG OCHTUM ergibt sich wie folgt:

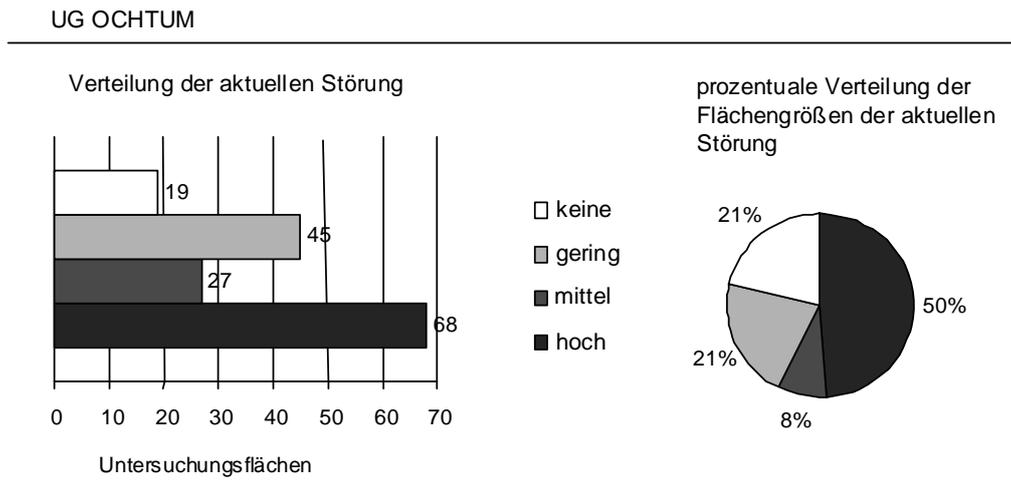


Abb. 14: Grad der aktuellen Störung im UG OCHTUM

Die Hälfte des gesamten UG sind einem hohen Störungsregime zugeordnet. Es handelt sich um durch Nutzung stark gestörte Bereiche. Flächen mit keiner sowie mit geringer Störung folgen mit einem Flächenanteil von jeweils 21%. Diese unterscheiden sich aber bei der Anzahl der Untersuchungsfelder: unter das Störungsregime keine Störung fallen lediglich 19 Flächen, wobei die Kategorie geringer Störung mit 45 Flächen deutlich mehr aufweist.

Dies ist damit zu erklären das Flächen ohne Störung in diesem stark genutzten Gebiet einfach selten auftreten, z.T. handelt es sich dabei z.B. um kleine Hinterhöfe aber auch um sehr große Bereiche, die in naher Zukunft wieder bebaut werden. Flächen, an denen eine geringe Störung festgestellt wurde sind häufig kleinere Bereiche, die z.B. unregelmäßig als Lagerflächen genutzt werden.

Mit einem Flächenanteil von 8% ist das Regime mittlerer Störung das bzgl. des Flächenanteils das am geringsten vertretene in OCHTUM.

Das UG GVZ bietet folgendes Bild der Verteilungen:

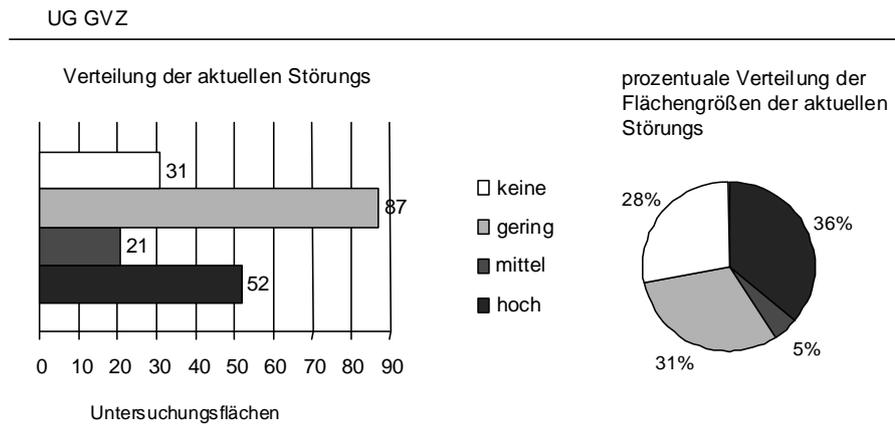


Abb. 15: : Grad der aktuellen Störung im UG GVZ

Flächen geringer Störung sind im UG häufig vertreten und machen knapp ein Drittel der untersuchten Flächen aus. Dabei handelt es sich z.T um das Strassenbegleitgrün oder um nicht hoch frequentierte Lagerflächen. Die größten Flächen unterliegen einer hohen Störung. Es handelt sich dabei überwiegend um die weitreichenden Lagerflächen der Container. Auffällig sind die großen Bereiche keiner Störung. Diese befinden sich häufig am Rande des UG GVZ, wo bereits Sande aufgeschüttet worden, eine Bebauung jedoch noch nicht standfand.

Dauer der aktuellen Störung

Mit der Verteilung der Flächen in die, aus der Luftbildanalyse hervorgegangenen Altersklassen, erhalten wir für jede Untersuchungsfläche die Information, wie lange die aktuelle Störung bereits besteht. Die folgenden Diagramme beschreiben dies für das UG OCHTUM:

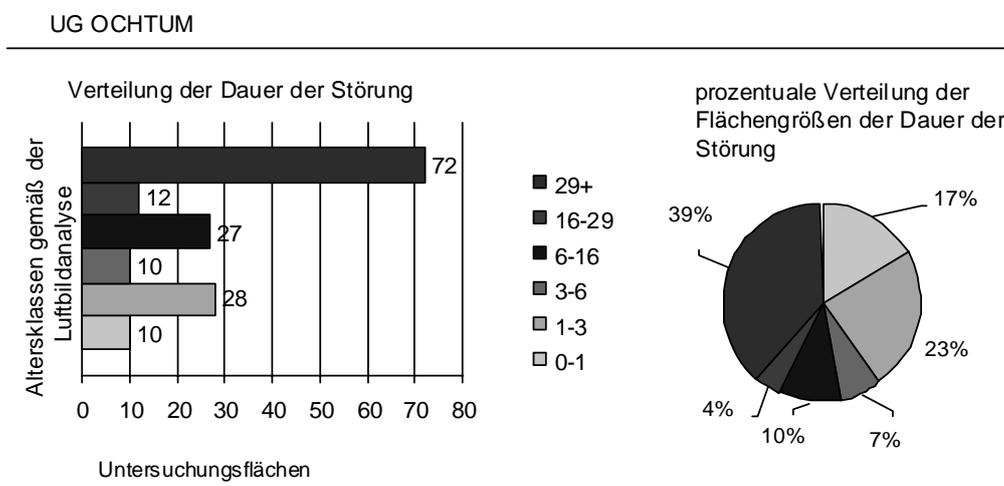


Abb. 16: : Dauer der aktuellen Störung im UG OCHTUM

Die meisten Flächen, 39% des UG und damit gut 13 ha, unterliegen schon länger als 1974 der aktuellen Störungsintensität. Darunter fallen z.B. der große Betriebshof der Brauerei „Becks“ am nordwestlichen Rand des Untersuchungsraumes und viele einzelne kleinere Bereiche verschiedener Gewerbe. Dadurch wird deutlich wie lange das UG OCHTUM bereits besteht und genutzt wird. Mit knapp einem Viertel (7,8 ha) folgt die Altersklasse „1-3“ (= Entstehung zwischen 2002 und 2000). Überwiegend sind dies größere Areale, welche z.T. in diesen Jahren neu bebaut wurden oder auch noch brachliegen. Der stete Wandel und Umbau dieses Gebietes wird auch durch die verbleibenden Altersklassen deutlich: so erfuhren Flächen von 4% bis 17% Flächenanteil Veränderungen in ihrer Nutzungsintensität., so z.B. durch Abriss Übergang zu Flächen keiner Nutzung, durch Neubau Flächen starker Nutzung oder auch Übergangsflächen dieser Extreme.

Der Verteilung der Altersklassen im UG GVZ ist in den beiden anschließenden Diagrammen dargestellt.

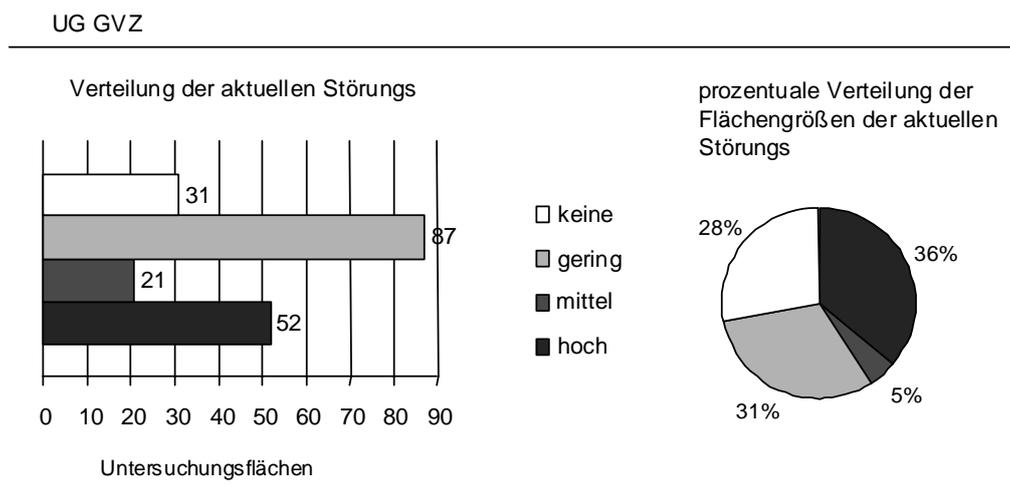


Abb. 17: : Dauer der aktuellen Störung im UG GVZ

Eindeutig setzt sich die Altersklasse „6-16“ mit 142 Flächen und 64% Flächenanteil (entsprechen knapp 120 ha) im UG GVZ durch. In dieser Zeit wurde der überwiegende Teil dieses Gebietes erbaut, wodurch die Flächen, vom ehemaligen Feuchtgrünland in stark genutzte Bereiche des Gewerbegebietes übergangen und seit dem hoch frequentiert sind. Flächen mit einer Störung seit den Jahren 1987 bis 1974 sind im Süd-Osten des UG (26 ha groß), und grenzen an schon früher genutzte Bereiche außerhalb des Untersuchungsraumes. In diesen Jahren sind diese Flächen mit Sanden aufgefüllt worden, unterliegen seitdem allerdings keiner starken Nutzung.

Flächen die schon länger als 1974 für Gewerbe genutzt werden, sind im UG GVZ gar nicht zu finden. Vor dieser Zeit wurde das Gebiet höchstwahrscheinlich als Feuchtgrünland genutzt.

Grad der Verbuschung

In beiden Untersuchungsgebieten wurde der Grad der Verbuschung in % geschätzt, die Skala reicht von Flächen ohne Verbuschung bis zu Flächen die bereits vollständig verbuscht waren. Für eine übersichtliche Darstellung wurden die jeweiligen prozentualen Werte der Verbuschung in drei Gruppen zusammengefasst: Flächen mit 0%, mit 1-49% und mit 50-100% Verbuschung. Die detaillierte Verteilung der Verbuschung ist der Attributtabelle auf der CD zu entnehmen.

So ergeben sich folgenden Diagramme:

prozentuale Verteilung der Flächenanteile der Verbuschung (%)

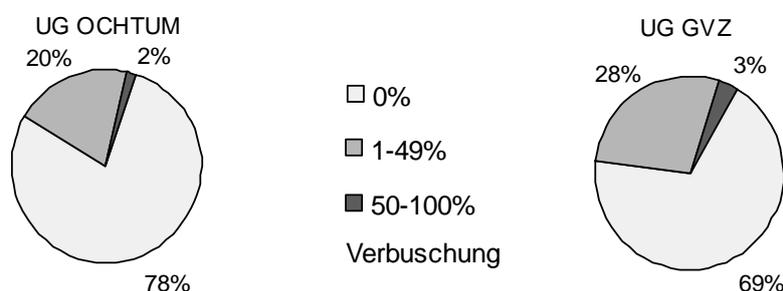


Abb. 18: Grad der Verbuschung (in %) im UG OCHTUM und UG GVZ

Die prozentuale Verteilung der Verbuschung stellt sich in beiden UG sehr ähnlich dar. Der überwiegende Teil ist frei von jeglicher Verbuschung (UG OCHTUM= 79% der Flächen und UG GVZ= 69%), was schließlich auf die Nutzung dieser Bereiche zurückzuführen ist. 20% Flächenanteil in OCHTUM und 28% im GVZ fallen sind zu 1-49% verbuscht. Dabei handelt es sich z.T. um kleinere Grünflächen von Betriebshöfen, die unregelmäßig gepflegt werden oder um Brachflächen. Der kleinste Teil in beiden UG, lediglich um die 2,5%, sind stark verbuscht. Im UG GVZ sind dies häufig linienförmige Strukturen entlang der Bahnschienen oder Strassen, oder auch in beiden UG kleinere Areale, die schon längere Zeit brachliegen.

Höhe der Krauthöhe

Die Höhe der Krautschicht der einzelnen Flächen wurde in Zentimeter (cm) geschätzt. Eine detaillierte Übersicht der Wuchshöhen in den UG ist wiederum der Attributtabelle auf der CD zu entnehmen.

Für die grafische Darstellung wurden, wie auch bei der Verbuschung, die Wuchshöhen zu insgesamt vier Klassen zusammengefasst: keine Krautschicht (0 cm), Krautschicht von 1 bis 49 cm, von 50 bis 100 cm und von 101 bis 170 cm.

Folgende Diagramme stellen die prozentuale Verteilung der Wuchshöhen gemäß der beiden UG gegenüber:

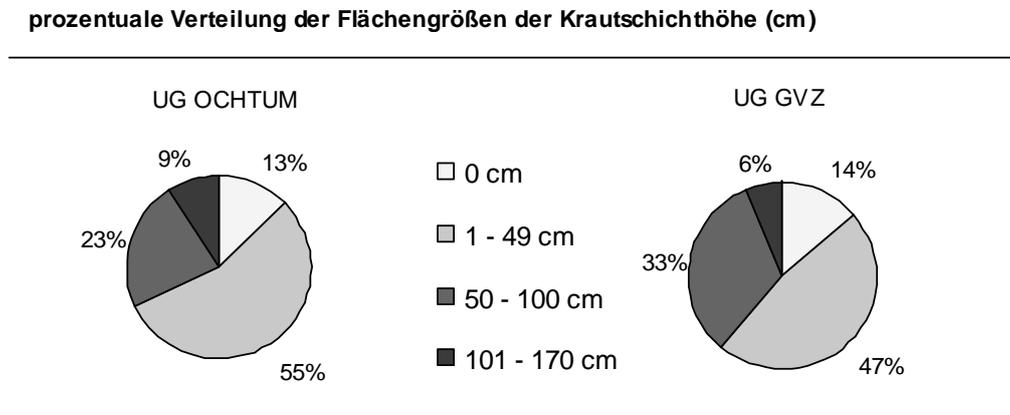


Abb. 19: prozentuale Verteilung der Krautschichthöhe im UG OCHTUM und UG GVZ

Im UG OCHTUM als auch im UG GVZ überwiegt flächenanteilig die Krauthöhe „1 - 49 cm“. Oft sind es Flächen die einer regelmäßigen Pflege durch Mahd unterliegen. Auch im weiteren Verlauf gleichen sich die UG: so folgen die Krautschichthöhe „50 - 100 cm“ flächenanteilig in beiden Gebieten mit einem Viertel bis einem Drittel der Gesamtfläche, anschließend die Wuchshöhe „0 cm“ und damit häufig geplasterte oder sehr stark genutzte Flächen. Am flächenmäßig kleinsten ist die Klasse größer als 100 cm (9% und 6%), wobei es sich um länger ungenutzte Areale handelt.

Regelmäßige Pflege durch Saat/Mahd

Folgende Diagramme beschreiben den Parameter „Saat/Mahd“, das heißt die regelmäßige Pflege von Flächen. Dieser Parameter wurde nur für das UG GVZ erfasst, da es sich hier z.T. bei den größeren Flächen auf Betriebsgeländen und auch beim Strassenbegleitgrün um eingesäte Grünflächen mit häufiger Mahd handelt. Diese Art von Flächen in der Größenordnung sind im UG OCHTUM nicht vorzufinden:

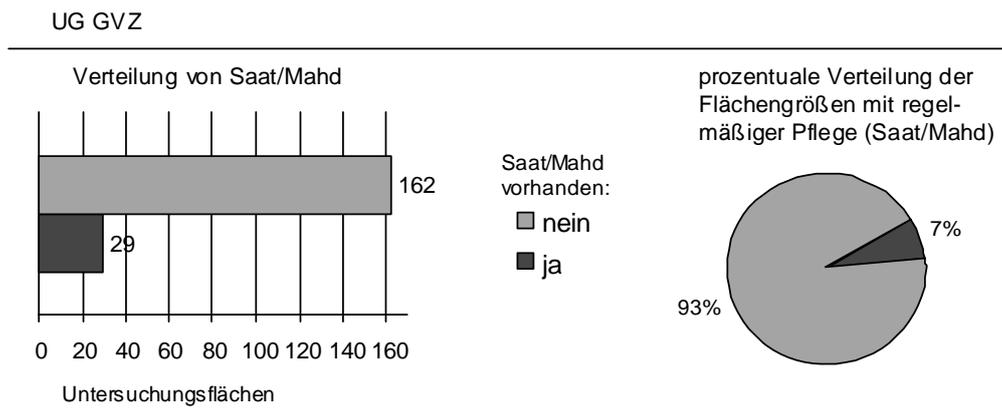


Abb. 20: "Saat/Mahd" im UG GVZ

Im GVZ sind schließlich gut 13 ha eingesät und werden regelmäßig gemähd.

3.1.1 Wertebereiche für Standortparameter Konnektivität °sm

Die artspezifischen Konnektivitätswerte für eine angenommene Diasporen-Ausbreitungsdistanz von 50 bzw. 500 m wurden anhand des Programms ISOLATOR (vgl. Kap. 2.2.1) berechnet. Es handelt sich dabei um Zahlenwerte ohne Einheit, welche für die Integration in die Habitatmodellierung logarithmiert wurden. Hohe Werte bedeuten eine hohe bzw. gute Konnektivität der Flächen und niedrige Werte eine schlechte Konnektivität und damit höhere Isolation.

Die artspezifische Konnektivität liegt jeweils in Wertespans vor, die das Spektrum der Werte für sämtliche Untersuchungsflächen beinhalten. Die folgende Tabelle gibt die ermittelten Wertebereiche für alle untersuchten Pflanzenarten wieder. Die Konnektivitätswerte bzw. -spannen derjenigen Pflanzenarten, für die kein Habitatmodell berechnet wurde, sind dennoch aufgelistet. Die Werte finden im Rahmen der Ergebnisdiskussion (Kap. 3.7) sowie im nachfolgenden Exkurs teilweise Anwendung.

Tab. 16: Wertebereiche für den Standortparameter Konnektivität

Pflanzenart	Wertebereich für Konnektivität bei 50 m Distanz	Wertebereich für Konnektivität bei 500 m Distanz
Apera spica-venti	-5.3 bis 3.7	3.3 bis 4.8
Arenaria serpyllifolia	-0.9 bis 3.4	3.8 bis 4.4
Carex arenaria	-7.6 bis 3.5	3.0 bis 4.9
Conyza canadensis *	-1.4 bis 3.9	4.2 bis 5.2
Corynephorus canescens *	-7.3 bis 3.7	3.3 bis 4.9
Erophila verna	-2.9 bis 2.9	3.0 bis 3.6
Holcus lanatus	-1.4 bis 3.9	3.8 bis 5.0
Leontodon autumnalis	-0.3 bis 3.1	3.6 bis 4.4
Matricaria maritima	-3.4 bis 3.9	3.9 bis 5.0
Medicago lupulina	-3.6 bis 3.9	4.1 bis 4.9
Poa annua *	-3.1 bis 3.8	3.9 bis 5.1
Poa compressa *	-4.7 bis 3.9	3.4 bis 5.0
Rumex acetosella	-2.2 bis 3.8	3.4 bis 5.0
Saxifraga tridactylites	-1.8 bis 2.9	3.0 bis 3.6
Senecio vulgaris *	-5.7 bis 3.6	3.3 bis 4.8
Solidago gigantea	-4.9 bis 3.9	3.8 bis 5.0
Tanacetum vulgare	-1.4 bis 3.9	3.9 bis 5.1
Veronica arvensis	-2.3 bis 3.2	3.6 bis 4.2

* für diese Arten existiert kein Habitatmodell

Die Daten der **Konnektivität bei 50 m Distanz** erreichen deutlich größere Wertespanssen im Vergleich zu denjenigen der Konnektivität bei 500 m Distanz. Die folgende **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** veranschaulicht diese größeren Wertebereiche in Form eines Balkendiagramms.

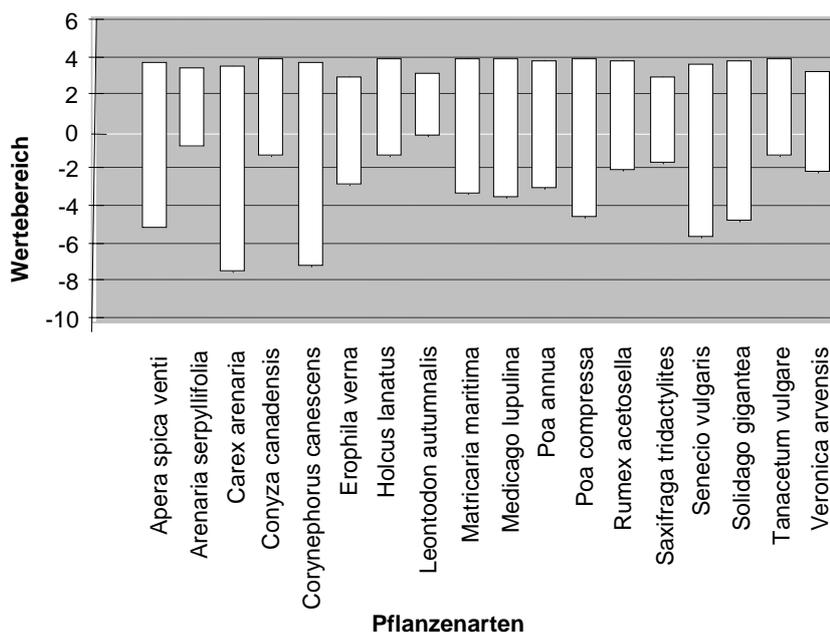


Abb. 21: Wertebereiche aller Arten für Konnektivität bei 50 m Distanz

Es zeigen sich offensichtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arten. Die weiteste **Wertespanne** von $-7,3$ bis $3,5$ lässt sich bei *Carex arenaria* feststellen; die Wuchsorte besitzen folglich eine sehr unterschiedliche Konnektivität.

Im Gegensatz dazu hat *Leontodon autumnalis* mit Werten zwischen $-0,3$ bis $3,1$ die kleinste Spanne aufzuweisen; die Wuchsorte dieser Art zeichnen sich demnach durch eine ähnliche Konnektivität aus.

Die insgesamt **höchsten Konnektivitätswerte** erreichen jedoch *Conyza canadensis*, *Tanacetum vulgare* und *Holcus lanatus*. Das Maximum der Wertespannen dieser Arten liegt bei $3,9$; das bedeutet, unter den Wuchsorten dieser Arten (also den Untersuchungsflächen mit Vorkommen einer Art) besitzt mindestens eine Fläche die höchste im Rahmen dieser Arbeit berechnete Konnektivität. Die berechneten Minimalwerte von $-1,4$ sind im Vergleich zu den Minimalwerten der übrigen Arten ebenfalls recht hoch. Die Wuchsorte dieser Arten haben im Vergleich zu den anderen Arten eine regelmäßig hohe Konnektivität.

Den niedrigsten Maximalwert von $2,9$ erreichen *Saxifraga tridactylites* und *Erophila verna*; ihre Wuchsorte weisen damit eine generell geringere Konnektivität auf.

Die **Wertebereiche der Konnektivität bei 500 m Distanz** zeigen ein insgesamt homogeneres Bild. Die Minimalwerte sämtlicher Arten liegen zwischen $2,0$ und $4,2$ während die Maximalwerte in einem Bereich zwischen $3,6$ bis $5,2$ liegen. Mit einer Spanne von $3,0$ bis $3,6$ haben *Erophila verna* und *Saxifraga tridactylites* ebenfalls generell sehr niedrige Werte. Die grundsätzlich höchsten Konnektivitätswerte bei 500 m Distanz erreichen *Conyza canadensis*, *Poa annua* und *Tanacetum vulgare*.

Dass die Konnektivitätswerte bei 500 m Distanz insgesamt homogener und höher sind erklärt sich durch den großräumigen Umkreis. Hier gilt quasi der Umkehrschluß zur Aussage: Je enger die räumlichen Vorgaben, desto größer die verhältnismäßigen Unterschiede von Flächengrößen und -entfernungen.

3.1.2 Exkurs: Metapopulationstheorie und mutmaßliche Populationsgrenzen °sm

Der Parameter Konnektivität birgt ein weiteres interessantes Interpretationspotential hinsichtlich der Frage, ob es sich bei Artenvorkommen um Einzel- oder Metapopulationen handeln könnte. Die Beantwortung dieser Frage ist nicht unerheblich für die Inhalte des diese Arbeit abschließenden Planungsteils; die dementsprechenden Schlußfolgerungen könnten als Planungsvorgaben übernommen werden.

Das **Konzept der Metapopulation** nimmt in der Theorie der Naturschutzökologie sehr breiten Raum ein; vor allem in Verbindung mit Vorstellungen zum Biotopverbund (SUKOPP AND WITTIG 1993). Neben der Verteilung von Populationen auf klar abgegrenzte Lebensräume („habitat patches“) mit dazwischen liegenden, von diesen Populationen nicht besiedelten Bereichen („matrix“), ist das Bestehen eines ggf. nur gelegentlichen Austausches zwischen den besiedelten Lebensräumen die zweite wichtige Prämisse des Konzepts (ebd.). Die Dynamik einer Metapopulation wird zudem durch das Wechselspiel von Auslöschung lokaler Subpopulationen und der Wiederbesiedlung von leeren Patches bestimmt, so AMLER (1999).

Wie aber erkennt man eine Einzel- oder Metapopulation? Die zuvor von AMLER (1999) genannte Dynamik kann durch eine einmalige Vegetationsaufnahme, wie sie im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde, weder beobachtet noch prognostiziert werden; die Datenbasis als solche ist ein statischer Zustand. Trotzdem sind auf den Untersuchungsflächen möglicherweise Teilpopulationen einer Pflanzenspezies kartiert worden, zwischen denen ein Austausch stattfindet und die demnach einen Verbund bilden. Darüberhinaus muss man bedenken, dass Untersuchungsflächen, auf denen diese Art aktuell *nicht* gefunden wurde, vielleicht Standorte einer aktuell ausgestorbenen Teilpopulation sind. In diesem Fall hat der so genannte „rescue effect“ (nach BROWN & KODRIC-BROWN 1977 in AMLER ET AL. 1999), bei dem ein Zustrom aus benachbarten Teilpopulationen das Aussterben einer Anderen verhindert, *nicht* stattgefunden. Doch auch wenn solche Interaktionen tatsächlich festzustellen sind, bleibt dennoch die bereits gestellte Frage, ob es sich dann auch wirklich um eine Metapopulation handelt oder um voneinander unabhängige Einzelpopulationen, zwischen denen zwar ein Austausch stattfindet, dieser jedoch nicht existenziell für die Population ist.

Es ist **offensichtlich schwierig**, die Grenze zwischen einer Metapopulation und einer einzelnen Population zu ziehen, zumal unsere bisherigen Kenntnisse über Zusammenhänge und quantifizierbaren Austausch zu gering sind; eine solche Grenze kann demnach nur willkürlich gezogen werden (z. B. WELCH 1990, SETTELE 1996B in AMLER ET AL. 1999). In den vergangenen Jahren haben sich verschiedene Autoren mit dieser vielseitigen Problemstellung beschäftigt; es stehen zahlreiche Veröffentlichungen (z. B. in SETTELE ET AL. 1996, TILMAN ET AL. 1997, SCHRÖDER 2000, AMLER ET AL. 1999), wenn auch zumeist für ausgewählte Tierarten oder –gruppen, zur Verfügung. Ob nun Tier- oder Pflanzenpopulation, eine Übereinstimmung besteht ohne Frage darin, dass **vielfältige Faktoren und Größen** bekannt sein müssen, um Aussagen hinsichtlich der Populationsgrenzen zu treffen. Hierzu zählen beispielsweise ausbreitungsbiologische Merkmale, physische und genetische Fitness, Konkurrenzsituation, Persistenz der Diasporenbank (bei Pflanzenarten), Stochastik, Habitatqualität und –größe sowie die Isolation bzw. Konnektivität der potentiellen Teilhabitate, der „habitat patches“.

Abgeleitete artspezifische Populationsgrenzen

Mit der berechneten Konnektivität der Untersuchungsflächen sowie ausbreitungsbiologischen Merkmalen der ausgewählten Pflanzenarten soll im Folgenden geprüft werden, ob es sich bei den jeweils kartierten Artenvorkommen um eine Einzel- bzw. Metapopulation handelt. Die Möglichkeit, mehrere Metapopulationen einer Art oder aber lediglich Subpopulationen einer Population vorzufinden, die u. U. weit über die Grenzen der Untersuchungsgebiete hinaus besteht, wird dabei nicht berücksichtigt. Für eine solchermaßen differenzierte Betrachtung bieten die zur Verfügung stehenden Daten keinen Ansatzpunkt. Das Ergebnis basiert hier im Wesentlichen auf den Konnektivitätswerten der Untersuchungsflächen und den Aussagen, die sich davon ableiten lassen und bietet sich für weitergehende Untersuchungen an.

Die Konnektivität (für 50 als auch 500 m Distanz) wurde für jede Spezies explizit berechnet; ist also einerseits standortbezogen aber darüberhinaus auch artspezifisch. Ein ausschließlicher Vergleich der Werte unterschiedlicher Arten führt demnach zu keinem auswertbaren Ergebnis. Aussagekräftig ist zuerst vielmehr die Tatsache, ob die **Konnektivität als signifikanter Parameter** in Habitatmodelle eingeflossen ist oder nicht. Die diesbezüglichen Angaben als auch Daten zu Samenzahlen und –gewicht sowie die Terminal Velocity (TV) sind in der nachstehenden Tabelle (Tab. 17) zu sämtlichen untersuchten Arten aufgelistet.

Diese Daten können, entsprechend der Aussage von Prof. Dr. M. KLEYER (2004), nach folgender Theorie ausgelegt werden: Falls der Parameter Konnektivität nicht als signifikante Variable Eingang in das Habitatmodell findet, bietet sich eine von zwei Optionen zur Erläuterung an:

1. Es handelt sich um Einzelpopulationen ohne Verbindung zu Populationen anderer Flächen. (Charakterisierung: geringes Ausbreitungsvermögen durch wenige schwere Samen ohne Anhänge und einer hoher TV).
2. Es handelt sich um eine Pflanzenart, die praktisch überall vertreten ist und dadurch eine Differenzierung der Standorte zur Habitatmodellierung nicht zulässt. (Charakterisierung: hohes Ausbreitungsvermögen durch viele kleine, leichte Samen mit einer niedrigen TV oder effektiven Anhängen).

Im Umkehrschluß bedeutet dies, dass bei einer Signifikanz der Variablen Konnektivität möglicherweise von einer Metapopulation ausgegangen werden muss.

Tab. 17: Ableitung der Populationsgrenzen durch Parameter Samenanzahl, Anhänge, Terminal Velocity und Variable Konnektivität

Pflanzenart (je ökolog. AG)	seed number	seed mass [mg]	Anhänge	TV [m/s]	Kon. bei 50 m Distanz	Kon. bei 500 m Distanz	Mögliche Pop.grenzen
Arenaria serpyllif.	896	0,07	Haftorg.	1,86	ja (+)	nein	Metapop.?
Conyza canadensis	20769	0,07	Pappus	0,30	k. M.	k. M.	Vork. überall
Poa compressa	973	0,20	behaart	1,33	k. M.	k. M.	zu wenig Daten
Holcus lanatus	2005	0,33	geflügelt	1,75	nein	nein	Vork. überall
Medicago lupulina	1671	1,64	Haftorg.	2,96	nein	nein	Einzelpop.?
Solidago gigantea	18097	0,06	Pappus	0,24	ja (+)	nein	Metapop.?
Tanacetum vulgare	21967	0,11	Haftorg.	1,10	ja (+)	nein	Metapop.?
Matricaria maritima	1452	0,30	-	2,33	ja (+)	nein	Metapop.?
Senecio vulgaris	515	0,31	Pappus	0,30	k. M.	k. M.	zu wenig Daten
Poa annua	1900	0,32	Rauh	2,53	k. M.	k. M.	Vork. überall
Erophila verna	596	0,01	-	k. A..	nein	nein	Einzelpop.?
Veronica arvensis	636	0,10	Haftorg.	1,91	nein	nein	Einzelpop.?
Saxifraga tridact.	244	0,01	Haftorg.	k. A.	nein	ja (-)	Metapop.?
Rumex acetosella	138	0,42	geflügelt	2,88	nein	ja (+)	Metapop.?
Carex arenaria	305	0,80	-	2,85	nein	nein	Einzelpop.?
Corynephorus can.	1113	k. A.	Haftorg.	1,38	k. M.	k. M.	zu wenig Daten
Apera spica-venti*	2730	0,11	1 la. Haar	0,97	nein	ja (+)	Metapop.?
Leontodon aut.*	456	0,75	Pappus	0,51	ja (+)	nein	Metapop.?

* diese beiden Arten konnten keiner ökologischen Artengemeinschaft zugeordnet werden

Erläuterung zur Tabelle:

Seed number, seed mass, TV : aus artspezifischen Steckbriefen (siehe Anhang); Angaben zu Anhängen aus Tackenberg (2001), Klapp (1990), Rothmaler (1995), Bonn (1998);

Angaben zur Konnektivität: „k. M.“ bedeutet kein Modell vorhanden; „nein“ bedeutet Konnektivität nicht signifikant; „ja(+)“ bzw. „(-)“ bedeutet Konnektivität mit positivem bzw. negativem Zusammenhang signifikant

Mögliche Erklärung: „zu wenig Daten“ für Habitatmodellierung, „Vork. überall“ und damit nicht zu differenzieren für Habitatmodellierung

Bevor die abgeleiteten Populationsgrenzen aus der obigen Tabelle beispielhaft hinterfragt werden, sei an dieser Stelle auf die Methodik zur Berechnung der Konnektivität (Kap. 2.2.1) sowie auf die Diskussion zur Wahl der Distanzen 50 und 500 Meter (Kap. 4.2) hingewiesen. Die Distanzen sollen das Spektrum der untersuchten Pflanzenarten abdecken und sind nicht für jede Spezies neu gewählt worden. Diese pragmatische als auch effektive Herangehensweise führt im Einzelfall zu Diskussionsbedarf und wird entsprechend aufgegriffen.

Bei *Solidago gigantea* und *Tanacetum vulgare* kann, laut Tabelle, jeweils von einer Metapopulation ausgegangen werden. Beide Arten produzieren eine überaus große Anzahl an vergleichsweise leichten Samen mit geringen Fallgeschwindigkeiten, besitzen eine hohe und damit günstige Ausbreitungshöhe (vgl. Steckbrief im Anhang). Sie zeichnen sich demnach durch ein hohes Ausbreitungspotential aus, was definitiv auch für *Conyza canadensis* gilt. Für diese Art wurde aufgrund ihres weit verbreiteten und undifferenzierten Vorkommens in den Untersuchungsgebieten kein Habitatmodell berechnet (die folgende Abbildung visualisiert den jeweiligen Verbreitungsgrad der Arten). Die Vermutung liegt nahe, dass diese Spezies auf eine hohe Flächenkonnektivität und damit einen Verbund von Teillebensräumen *nicht* angewiesen ist. Könnte dies nicht auch für *Tanacetum vulgare* oder *Senecio vulgaris* zutreffen?

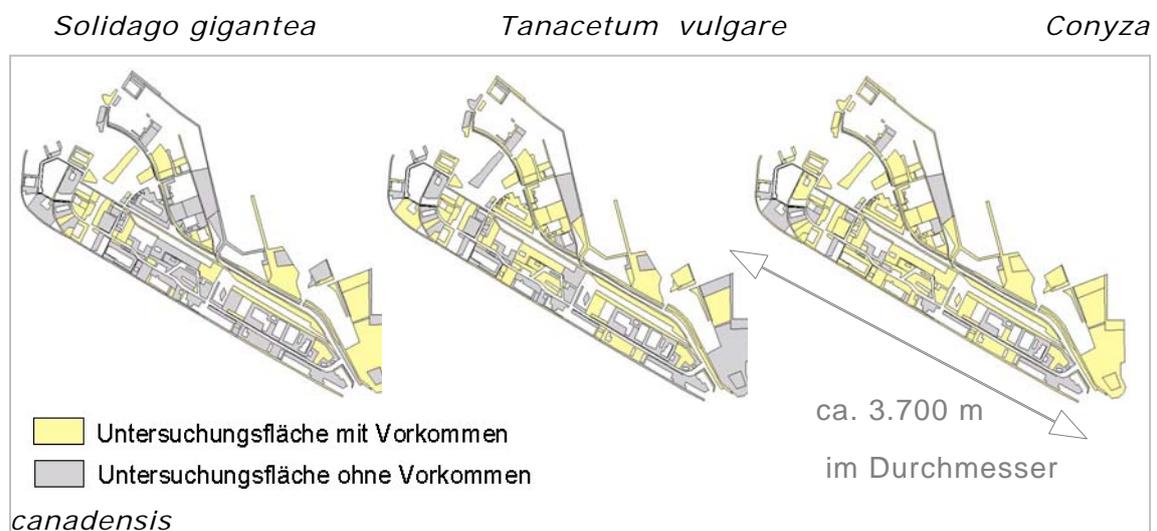


Abb. 22: Kartierergebnisse von *Solidago gigantea*, *Tanacetum vulgare* und *Conyza canadensis* im Untersuchungsgebiet GVZ

Tanacetum vulgare besitzt z. B. eine quasi identisch enge Wertespanne der Konnektivität wie *Conyza* (vgl. Abb. 23); d. h. sämtliche von *Tanacetum vulgare* oder *Conyza canadensis* positiv besetzten Untersuchungsflächen liegen (innerhalb einer betrachteten Distanz von 50 m) recht nahe bei einander. Bei *Solidago gigantea* liegen auch größere Entfernungen zwischen den Wuchsstandorten; die Spanne der Konnektivität ist dementsprechend weiter gefaßt. Für solch ausbreitungsstarke Pflanzenarten (oder zumindest für *Tanacetum vulgare*) wäre es vorstellbar, dass es aufgrund des daraus resultierenden hohen Verbreitungsgrades zwangsläufig zu hohen Konnektivitätswerten mit einer engen Wertespanne kommt. Als denkbare Folge könnte sich diese Variable als signifikant für die Habitatmodelle erwiesen haben.

Wertebereiche
für Konnektivität
bei 50 m Distanz

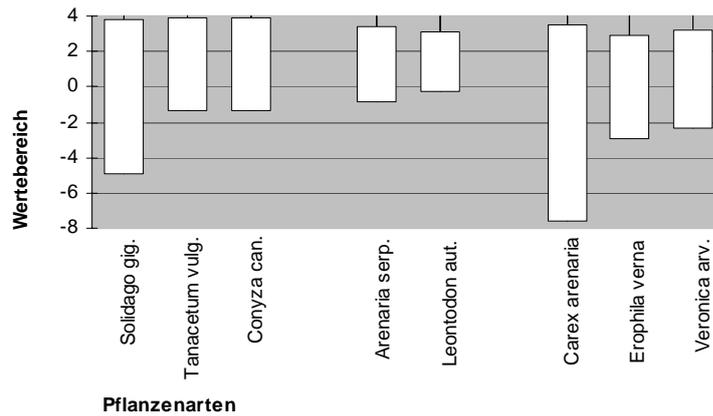


Abb. 23: Wertebereiche der Konnektivität bei 50 m Distanz für beispielhaft besprochene Arten

Hierzu können jedoch nur Vermutungen geäußert werden. Es sind insbesondere Arten mit hohem Ausbreitungspotential, für die Angaben über Populationsgrenzen nur sehr schwer zu treffen sind; umfangreiche Daten zu den bereits genannten Faktoren und Größen sind unerlässlich.

Enge Wertespanssen (mit etwas geringeren Maximalwerten) haben weiterhin *Arenaria serpyllifolia* und *Leontodon autumnalis*. Trotz unterschiedlicher Ausbreitungstypen (ago-, boleo- und endozoochor bzw. meteochochor, siehe Steckbriefe im Anhang) lässt sich visuell eine ähnliche Verbreitungsstruktur der beiden Arten erkennen. „Echte“ Metapopulationen sind hier eher zu vermuten als bei *Tanacetum vulgare* oder *Solidago gigantea*.

Arenaria serp.

Leontodon aut.

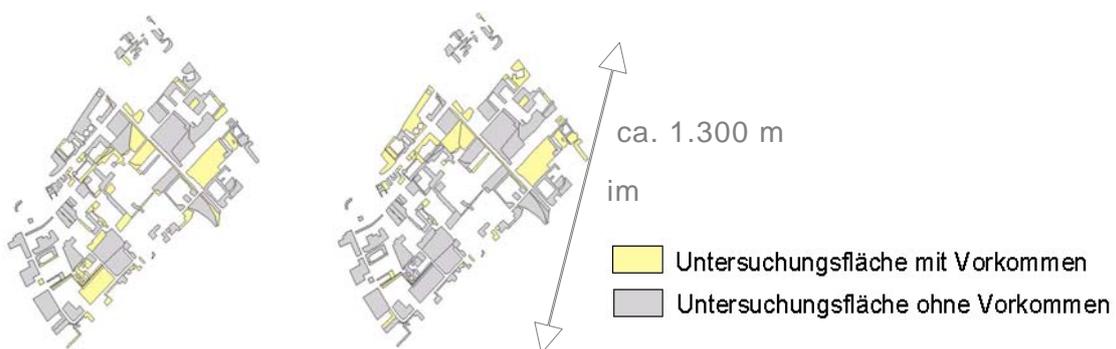


Abb. 24: Kartierergebnisse von *Arenaria serpyllifolia* und *Leontodon autumnalis* im Untersuchungsgebiet Ochtum

Einzelpopulationen sind, laut Tabelle, beispielsweise von *Carex arenaria*, *Erophila verna* und *Veronica arvensis* kartiert worden. Die vergleichsweise breite Spanne der Konnektivitätswerte von *Carex arenaria* relativiert sich in Anbetracht der erheblich größeren Distanzen im GVZ. Liegen hier zwischen den Wuchsstandorten i. d. R. mehrere Hundert Meter, so sind Abstände von über 200 Metern bei *Erophila verna* und *Veronica arvensis* die Ausnahme. Unter der Annahme, dass diese Arten keine hohen Ausbreitungsdistanzen erreichen, kann von Einzelpopulationen zumindest auf einigen der Untersuchungsflächen ausgegangen werden.

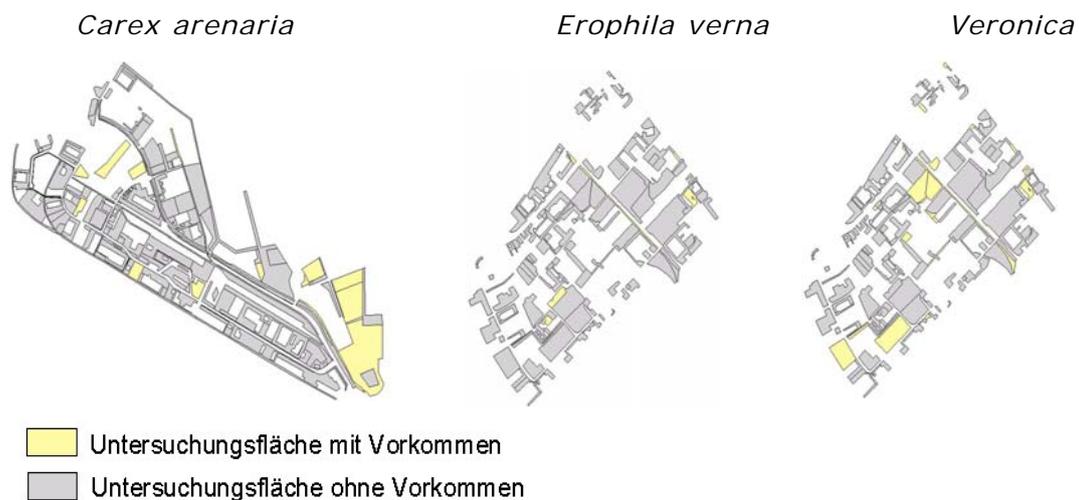


Abb. 25: Kartiererergebnisse von *Carex arenaria*, *Erophila verna* und *Veronica arvensis* im Untersuchungsgebiet GVZ bzw. Ochtum

Auch die *Konnektivität bei 500 m Distanz* ist als signifikante Variable in drei Habitatmodelle integriert. Bei *Saxifraga tridactylites* besteht laut Modell ein negativer Zusammenhang zwischen Konnektivität und Vorkommen dieser Art, wofür es keine logische Erklärung gibt. Dieser Fehler könnte auf den kleinen Datensatz zurückzuführen sein, der in die Modellierung eingeflossen ist.

Ein positiver Zusammenhang zwischen der Konnektivität (bei 500 m Distanz) und dem Artenvorkommen ist für *Rumex acetosella* und *Apera spica-venti* ermittelt worden. Dieses Ergebnis stellt jedoch nur dann eine tragfähige Aussage dar, wenn die Diasporen tatsächlich eine Ausbreitungsdistanz von 500 Metern erreichen. Von den sehr leichten Samen *Apera spica-ventis* (0,11 mg), die zudem mit einem langen Haar als Haftorgan versehen sind, wäre dies vorstellbar. Durch die unbeabsichtigte Verbreitung mittels Fahrzeuge oder Tiere könnten solche Strecken zurückgelegt werden. Die geflügelte Diaspore von *Rumex acetosella* weist mit 2,88 m/s eine vergleichsweise hohe Fallgeschwindigkeit auf. Ob durch Windausbreitung 500 Meter-Distanzen erreicht werden, ist eher fraglich.

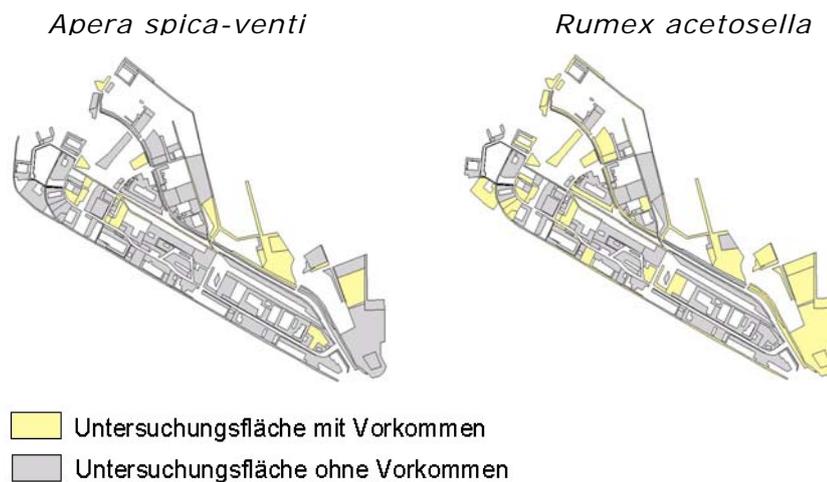


Abb. 26: Kartierergebnisse von *Apera spica-venti* und *Rumex acetosella* im Untersuchungsgebiet GVZ

Box 5: Kritische Anmerkung zur Ausbreitungsdistanz

Die Ausbreitungsdistanz, die eine Pflanze bzw. ihre Diasporen zurückzulegen vermag, ist ohne Frage ein bedeutsamer Faktor für Aussagen über Populationsgrößen. Üblicherweise wird anhand der Diasporenmorphologie bzw. des „Bautyps“ eine spezialisierte Ausbreitungsart (z. B. Autochorie, Anemochorie, Zoochorie) abgeleitet (BONN 1998), auf Grund dessen Vermutungen zu Ausbreitungsdistanzen erhoben werden. Auch WENZEL (1995) nennt die vorherrschende Art der Samenausbreitung einer Pflanze als bestimmenden Faktor für die Ausbreitungsleistung sowie die Fähigkeit, Störungen zu bewältigen. Möglicherweise ist jedoch die generalisierte Ausbreitung, d. h. Ausbreitung, die nicht auf den morphologischen Eigenschaften der Diaspore beruht, weit häufiger (LACEY 1981 zit. n. BONN 1998). Es kann daher zu erheblichen Fehlprognosen hinsichtlich der Ausbreitungsfähigkeit von Arten führen, so die Autorin.

Die Konnektivität der Flächen liefert, in Verbindung mit Schätzungen zum Ausbreitungsvermögen einer Art, nachvollziehbare **Theorien zur Klärung von Populationsgrenzen**. Dass diese Annahmen durch weitere Faktoren und Größen (wie eingangs genannt) genauer untersucht und hinterfragt werden müssen, steht außer Frage; doch diese Leistung kann nicht im Rahmen dieser Diplomarbeit erbracht werden.

3.1.3 Wichtigste Standortparameter der Habitatmodellierung °bf

An dieser Stelle werden noch einmal die am häufigsten vertretenen Standortparameter der Habitatmodellierung betrachtet.

Als wichtiger Parameter stellt sich das **Oberflächenmaterial** in den UG wie folgt dar: in OCHTUM als auch im GVZ sind Flächen mit grobem Oberflächenmaterial am wenigsten anzutreffen. Häufig handelt es sich dabei um Abruchflächen im UG OCHTUM oder die Bahnschotter des Eisenbahnnetzes im UG GVZ. Dichte Flächen, also Natursteinpflaster oder Pflaster Oberflächen sind hingegen häufig, u.z. auf Betriebshöfen, Parkplätzen oder Lagerflächen. In OCHTUM ist fast die Hälfte der Flächen gepflastert, im GVZ lediglich ein Drittel. Hier sind sandige oder sandig-grusige Flächen sehr oft vertreten. Als vergleichsweise „junges“ Gewerbegebiet sind hier die Auffüllungen aus Sanden häufig noch ungestört vorhanden.

Folgende Karte verdeutlicht das Ergebnis:

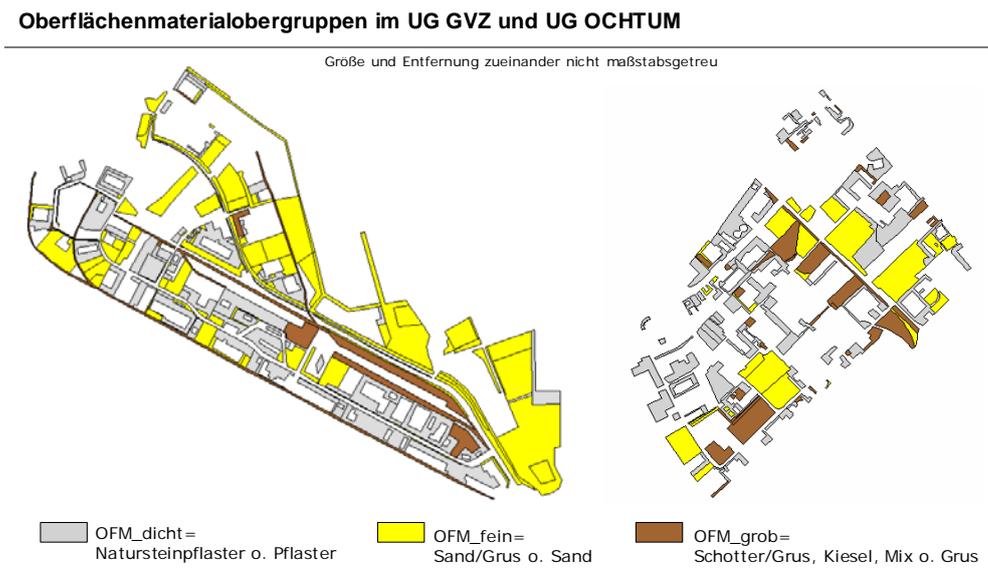


Abb. 27: OFM- Gruppen im UG OCHTUM und UG GVZ

Ein weitere wichtiger Standortparameter ist die **aktuelle Störung** der Untersuchungsflächen. Wie zu erwarten, ist eine hohe Störung in beiden Gebieten häufig (im UG OCHTUM die Hälfte, im UG GVZ ein Drittel der Flächen). Zudem sind Flächen, die keiner oder geringer Störung unterliegen im GVZ oft zu finden. Sie machen 110 ha des gesamten Gebietes aus. Dabei handelt es sich größtenteils um aufgefüllte aber noch nicht bebaute Flächen.

aktuelle Störung im UG GVZ und UG OCHTUM



Abb. 28: Aktuelle Störung im UG OCHTUM und UG GVZ

Ein weitere Parameter, der häufig Einfluss in die Habitatmodelle fand, ist der **Wert der Konnektivität** und die **Höhe der Krautschicht**. Die Verteilung der Krautschichthöhe zeigt sich in den beiden Gebieten ähnlich. So sind Flächen ohne Krautschicht überwiegend gepflasterte Flächen oder frisch aufgeschüttete, wie z.B. im UG OCHTUM, wo noch keine Pflanzen Fuss gefasst haben. Der größte Teil hat eine Vegetationshöhe von 1 bis 50 cm.

Höhe der Krautschicht im UG GVZ und UG OCHTUM

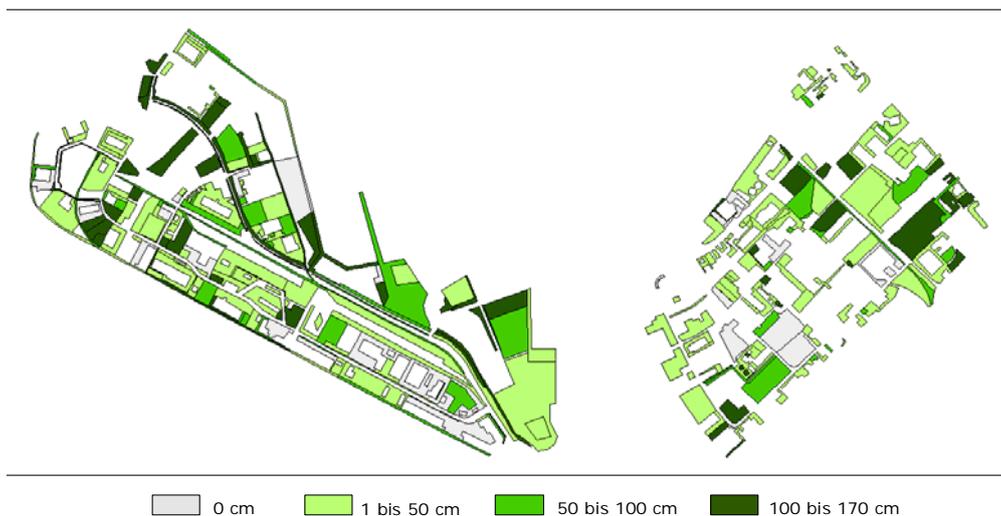


Abb. 29: Höhe der Krautschicht im UG OCHTUM und UG GVZ

Letztlich bleibt der **Wert der Konnektivität** als häufig angewandter Standortparameter. Die Werte der Konnektivität bei 50 m Distanz erreichen im

Vergleich zu den Werten bei 500 m deutlich größere Wertespannen. Hohe Konnektivitätswerte bei beiden Distanzen, d.h. Flächen im engeren Verbund weisen z.B. *Conyza canadensis* und *Tanacetum vulgare* auf. Arten mit geringen Werten sind im Gegensatz dazu sind *Saxifraga tridactylites* und *Erophila verna*. Im Grunde genommen ist dies gleichzusetzen: wurden *Conyza canadensis* und *Tanacetum vulgare* beispielsweise häufig in den beiden UG gefunden, sind Flächen mit einem Vorkommen von *Saxifraga tridactylites* und *Erophila verna* selten.

Vegetation

3.2 Artenpool °sm

Als Ergebnis der 101 Vegetationsaufnahmen konnte ein Artenpool von insgesamt 236 Pflanzenarten festgestellt werden. Während im Untersuchungsgebiet Ochtum 179 dieser Arten gefunden wurden, lag die Artenzahl im Untersuchungsgebiet GVZ bei 164. Eine vollständige Artenliste befindet sich im Anhang.

3.3 Artengemeinschaften °sm

Mit den Daten aus 101 Vegetationsaufnahmen wurde eine pflanzensoziologische Tabellenarbeit durchgeführt; die Daten aus beiden Untersuchungsgebieten wurden hierbei gemeinsam verwendet. Die Tabelle befindet sich im Anhang. Im Tabellenkopf sind Angaben zur Standortcharakterisierung eingefügt; neben Oberflächenmaterial und Alter der Oberfläche finden sich dort Grad und Dauer der aktuellen Störung. Als Ergebnis konnten folgende Ökologischen Artengemeinschaften separiert werden:

Tab. 18: Separierte Artengemeinschaften (AG)

Artengemeinschaft		häufigste Pflanzenarten
AG-I	AG der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration	Arenaria serpyllifolia, Artemisia vulgaris, Conyza canadensis, Poa compressa, Taraxacum sect. Ruderalia
AG-II	AG der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten	Holcus lanatus, Medicago lupulina, Solidago gigantea, Tanacetum vulgare, Trifolium repens
AG-III	AG der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenten Reaktionszahl	Matricaria maritima, Poa annua, Plantago major, Polygonum aviculare, Sagina procumbens, Sonchus asper, Senecio vulgaris
AG-IV	AG der anuellen Arten trockener Standorte	Arabidopsis thaliana, Bromus tectorum, Cerastium semidecandrum, Erophila verna, Veronica arvensis
AG-V	AG der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte	Carex arenaria, Corynephorus canescens, Hypochaeris radicata, Rumex acetosella

Insgesamt wurden fünf Artengemeinschaften festgestellt. Diese unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche, an beispielsweise Feuchtigkeits- oder Nährstoffverhältnissen, sondern weisen teilweise differenzierte Vorlieben für die unterschiedlichen Oberflächenmaterialien und Störungsregime auf. Allen Arten der fünf Gemeinschaften ist gemein, dass sie mittlere bis hohe Lichtansprüche haben, also als Halblicht- bis Volllichtpflanzen entsprechend der Ellenbergschen Zeigerwerte einzuordnen sind, und gemäß

ihrer Temperaturzahlen Mäßigwärme- bis Wärmezeiger sind bzw. indifferente Temperaturansprüche stellen.

Die erste **Artengemeinschaft der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration** (AG-I) beinhaltet mit *Arenaria serpyllifolia*, *Conyza canadensis* und *Poa compressa* drei Arten, die im Rahmen dieser Arbeit flächenhaft untersucht wurden. Diese Artengruppe umfasst ein- und mehrjährige Kräuter und Gräser, die sich durch verhältnismäßig hohe Stetigkeiten (29-52 %) auszeichnen und auf fast allen Standortkombinationen (Oberflächenmaterial/Störungsgrad) vorkommen. Eine Meidung ist lediglich bei gepflasterten Oberflächen (Betonstein-/Natursteinpflaster) mit maximaler Störung festzustellen. Es sind Arten mit mittlerem bis hohem Lichtbedarf auf eher trockenen als feuchten Böden bzw. Oberflächen.

Die **Artengemeinschaft der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten** (AG-II) besteht aus mehrjährigen Kräutern (z. B. *Tanacetum vulgare*, *Solidago gigantea*) und Gräsern (*Holcus lanatus*) (die genannten Arten zählen zur Liste der flächenhaft untersuchten Pflanzen) mit mäßigen bis stickstoffreichen Standortansprüchen. Es ist eine Artengruppe mit ebenfalls relativ häufigem Vorkommen (29-39 % Stetigkeit). *Holcus lanatus* erreicht zweimal mit 50 – 75 % Deckung den insgesamt höchsten gemessenen Deckungsgrad innerhalb sämtlicher Vegetationsaufnahmen. Im Vergleich zur erstgenannten AG scheinen die Pflanzenarten dieser Artengemeinschaft die gepflasterten Oberflächen stärker zu meiden; auch auf besonders alten Standorten (älter als 29 Jahre) sind meist nur wenige Individuen der Vertreter dieses Artenblocks zu finden.

Mit 13 Pflanzenarten bildet die **Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenter Reaktionszahl** (AG-III) die größte ökologische Artengruppe, wobei mit *Poa annua* und *Matricaria maritima* zwei davon zur Liste der in dieser Arbeit untersuchten Pflanzenarten zählen. Neben *Plantago major* erreicht *Poa annua* zudem das mit Abstand höchste Vorkommen (43 % Stetigkeit) innerhalb dieser Artengruppe. Viele dieser ein- oder mehrjährigen Kräuter (z. B. *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*) und Gräser (z. B. *Bromus hordeaceus*) zeigen ein indifferentes Verhalten gegenüber den Standortparametern Temperatur und Reaktion. Auffälligstes Merkmal dieser Artengruppe ist, dass sie als einzige AG Pflanzenarten aufweist, welche gepflasterte Oberflächen (Bestonstein-/Natursteinpflaster) mit maximaler Nutzung *nicht* meiden. Zu diesen Pflanzenarten gehört, wie die bereits genannten *Poa annua*, *Plantago major* und *Polygonum aviculare*, auch *Sagina procumbens* (Untergruppe *Niederwüchsige*, *trittresistente* Arten).

Zwei weitere in dieser Arbeit untersuchte Pflanzenarten, nämlich *Veronica arvensis* und *Erophila verna*, sind der **Artengemeinschaft der anuellen Arten trockener Standorte** (AG-IV) zuzuordnen. Die Pflanzen dieses Artenblocks erreichen eine Stetigkeit zwischen 5 und 18 % und wachsen auf gepflasterten als auch offenen (Sand, Grus etc.) Oberflächen. Hinsichtlich der Bodenfeuchte bevorzugen diese Arten trockene bis frische Bedingungen. Sie wurden hauptsächlich auf den alten Standorten (älter als 29 Jahre) im UG Ochtum gefunden.

Die fünfte und letzte festgestellte **Artengemeinschaft der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte** (AG-V) besteht aus mehrjährigen Kräutern und Gräsern, die saure und deutlich nährstoffarme Verhältnisse bevorzugen. *Rumex acetosella*, die zur Liste der untersuchten Arten zählt, erreicht mit 35 % die höchste Stetigkeit während *Festuca ovina agg.* mit 8 % die kleinste Stetigkeit aufweist. Mit *Corynephorus canescens* und *Carex arenaria* gehören zwei weitere flächenhaft untersuchte Arten zu dieser Artengemeinschaft, die schwer abgrenzbar ist. Diese Pflanzen sind fast ausschließlich auf sandigen Oberflächen mit minimaler Störung kartiert worden, wobei *Corynephorus canescens* und *Festuca ovina agg.* mehrfach eine Deckung zwischen 25 und 50 % erreichen.

3.4 Vorkommen der ausgewählten Pflanzenarten °sm

Die Ergebnisse der Kartierung der ausgewählten Arten (auf den 350 Untersuchungsflächen der beiden UG) werden nachstehend kurz umrissen. Die unten aufgeführten Ergebnisse sollen lediglich einen Eindruck vermitteln, mit welcher Ausbreitung die Pflanzen in den Untersuchungsgebieten vertreten sind. Diese Daten finden im Rahmen der Habitatmodellierung keine Anwendung. Die folgende Tabelle gibt die prozentualen Anteile an Untersuchungsflächen mit jeweils flächenhaftem Vorkommen der Arten wieder. Im Unterschied dazu sind ausschließliche Randvorkommen zwar kartiert worden. Diese werden hier jedoch nicht berücksichtigt, da sie im weiteren Verlauf der Modellierung keine Bedeutung haben.

Die Reihenfolge der Vorkommensbeschreibungen der einzelnen Arten ergibt sich aus den zuvor gebildeten Artengemeinschaften (siehe Kap.3.3); Arten, die keiner Artengemeinschaft zugeordnet werden konnten, befinden sich am Ende der Tabelle.

Um Missverständnissen vorzubeugen sei daran erinnert, dass sich das in Ochtum und im GVZ untersuchte Artenspektrum unterscheidet (vgl. Kap. 2.5).

Tab. 19: Prozentualer Anteil an Untersuchungsflächen mit flächenhaftem Vorkommen der ausgewählten Arten

Art	Anzahl an Untersuchungsflächen [%]		
	Ochtum	GVZ	
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	36,5	-	Vertreter der Artengemeinschaft AG-I
<i>Coryza canadensis</i>	36,9	48,3	
<i>Poa compressa</i>	25,8	21,9	
<i>Holcus lanatus</i>	13,8	41,9	Vertreter der Artengemeinschaft AG-II
<i>Medicago lupulina</i>	-	24,6	
<i>Solidago gigantea</i>	32,1	22,5	
<i>Tanacetum vulgare</i>	20,8	40,8	
<i>Matricaria maritima</i>	16,9	26,7	Vertreter der Artengemeinschaft AG-III
<i>Poa annua</i>	57,8	27,2	
<i>Senecio vulgaris</i>	17,6	7,3	
<i>Erophila verna</i>	5,6	-	Vertreter der Artengemeinschaft AG-IV
<i>Veronica arvensis</i>	17,6	-	
<i>Carex arenaria</i>	-	7,3	Vertreter der Artengemeinschaft AG-V
<i>Corynepherus canescens</i>	-	10,5	
<i>Rumex acetosella</i>	5,0	30,4	
<i>Apera spica-venti</i>	-	10,5	
<i>Leontodon autumnalis</i>	18,2	-	Arten, die keiner Artengemeinschaft zugeordnet sind
<i>Saxifraga tridactylites</i>	7,5	-	

Die ausgewählten Arten treten in sehr unterschiedlichen Häufigkeiten auf. *Coryza canadensis* und *Poa annua* kommen z. B. auf durchschnittlich 42,6 % aller Untersuchungsflächen vor und sind damit die am häufigsten flächenhaft vertretenen Arten. Die Schlußlichter sind *Erophila verna* (5,6 % in Ochtum), *Carex arenaria* (7,3 % im GVZ) und *Saxifraga tridactylites* (7,5 % in Ochtum).

Die folgende Abbildung gibt die prozentualen Anteile an Untersuchungsflächen mit flächenhaftem Vorkommen einer Art wider; die jeweiligen Arten wurden aufsummiert.

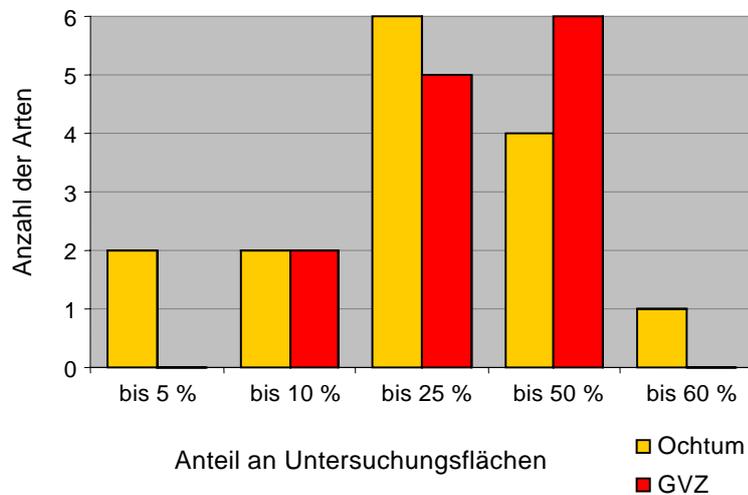


Abb. 30: Anzahl der Arten mit prozentualen Anteil an Untersuchungsflächen mit flächenhaftem Vorkommen

Ein Vorkommen von 58 % aller Untersuchungsflächen in Ochtum weist eine Art, nämlich *Poa annua*. Die meisten Arten besiedeln jedoch bis zu 25 % oder auch bis 50 % der jeweiligen Flächen eines Untersuchungsgebietes; hierzu zählen beispielsweise *Holcus lanatus*, *Matricaria maritima* oder auch *Solidago gigantea*.

Interessant sind die auffälligen Unterschiede mancher Arten hinsichtlich ihrer Verbreitung in den beiden Untersuchungsgebieten; z. B. für *Holcus lanatus*, *Tanacetum vulgare* oder *Rumex acetosella*. Diese Differenzen spiegeln die Verschiedenheit der beiden Untersuchungsgebiete Ochtum und GVZ wider. Da für die Habitatmodellierung die Daten aus beiden UG gemeinsam verwendet wurden, konnte auf die besagten Unterschiede nicht näher eingegangen werden.

Deutliche Unterschiede lassen sich auch hinsichtlich der Vorkommensgrade auf den einzelnen Untersuchungsflächen feststellen. Mit *selten*, *zerstreut* und *häufig* wurden drei Kategorien gebildet, welche diese Differenzen erfassen. Tritt *Conyza canadensis* beispielsweise auf Untersuchungsflächen in Ochtum meist zerstreut oder auch häufig auf, so ist *Senecio vulgaris* vorwiegend selten vertreten. Zu diesen hauptsächlich sporadisch (bis zerstreut) auftretenden Pflanzenarten gehören auch *Poa compressa*, *Leontodon autumnalis* und *Veronica arvensis*.



Abb. 31: Besiedlungsgrade von *Conyza canadensis* und *Senecio vulgaris* in Ochtum

3.5 Traits (biologische Pflanzenmerkmale) °bf

Aufgrund der großen Datenmengen der erhobenen biologischen Pflanzenmerkmale für die einzelnen Arten, würde eine schriftliche Darstellung der Ergebnisse an dieser Stelle dem Verständnis des Lesers nicht behilflich sein. Stattdessen sei auf artspezifische tabellarische Übersichten im Anhang verwiesen.

Statistische Modellierung

3.6 Modellübergreifende Ergebnisse °sm

Im Rahmen dieser Arbeit wurden für 13 der ausgewählten 19 Pflanzenarten (zur Auswahl der Arten vgl. Kap. 2.5) multivariate Habitatmodelle berechnet; dazu flossen die erhobenen Daten beider Untersuchungsgebiete zusammen. Das jeweils beste Modell wird beschrieben; es werden keine Vergleiche von verschiedenen Modellen einer Art aufgestellt.

Tab. 20 : Liste der untersuchten Pflanzenarten

UG	Unterschiedliche Arten	Identische Arten		
Ochtum	Arenaria serpyllifolia	sp1	Poa annua *	sp5
	Erophila verna	sp3	Conyza canadensis *	sp6
	Saxifraga tridactylites	sp2	Rumex acetosella	sp7
	Veronica arvensis	sp4	Poa compressa *	sp14
	Berteroa incana *	sp15	Matricaria maritima	sp12
GVZ	Apera spica-venti	sp17	Holcus lanatus	sp13
	Corynephorus canescens *	sp16	Solidago gigantea	sp10
	Medicago lupulina	sp19	Tanacetum vulgare	sp11
	Carex arenaria	sp18	Senecio vulgaris *	sp8
			Leontodon autumnalis	sp9

* für diese Pflanzenarten wurde kein Modell berechnet

Für die Arten *Poa annua* und *Conyza canadensis* konnte kein aussagekräftiges Modell berechnet werden. Diese Arten sind in beiden Untersuchungsgebieten sehr häufig und auf regelrecht allen Standorten vertreten. *Berteroa incana* wurde im Untersuchungsgebiet Ochtum kartiert, sie wurde lediglich auf einer der 159 Untersuchungsflächen in Ochtum festgestellt, wodurch eine statistische Analyse nicht möglich ist; diese Art findet im weiteren Verlauf der Arbeit keine Beachtung mehr. Für *Corynephorus canescens*, *Senecio vulgaris* und *Poa compressa* existieren ebenfalls keine Habitatmodelle; kein Modell dieser drei Arten erreicht den definierten Minimalwert des Gütekriteriums R^2N .

Für *Carex arenaria*, *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites* und *Leontodon autumnalis* wurden Habitatmodelle mit signifikanten Variablen errechnet; keine dieser Arten erreicht jedoch ein Vorkommen auf mindestens 10 % der Untersuchungsflächen. Die Ergebnisse sind demnach unter Vorbehalt zu betrachten.

Von den ursprünglich 17 erhobenen **Standortparametern** fließen 12 (exkl. Quadratsterme) in die endgültige Modellberechnung ein. Die unabhängigen (und unquadrierten) Variablen sind mit unterschiedlichen Häufigkeiten in den Modellberechnungen zu finden.

Tab. 21: Zur Modellierung verwendete unabhängige Variablen und ihre Häufigkeiten

unabhängige Variable	Kürzel	Häufigkeit	Zusammenhang	
			pos.	neg.
Alter der Oberfläche	o_alter	3	-	3
Dauer der aktuellen Störung	s_alter	2	1	1
Grad der aktuellen Störung	akt_s	6	5	1
Grad der Verbuschung [%]	busch_	1	1	-
Verdichtungsgrad der Oberfläche	verdicht_	3	1	2
Konnektivität bei 50 m Distanz	log_iso40	5	5	-
Konnektivität bei 500 m Distanz	log_iso4	3	2	1
Oberflächenmaterial (OFM) fein (Sand/Grus, Sand)	komp_fein	4	4	-
OFM grob (Schotter/Grus, Kiesel, Mix, Grus)	komp_grob	2	2	-
OFM dicht (Natur- und Betonsteinpflaster)	komp_dicht	1	-	1
Pflege durch Saat und Mahd	saat_mahd	1	-	1
Wuchshöhe der Krautschicht [cm]	kraut_cm	7	7	-

Die *Wuchshöhe der Krautschicht* (kraut_cm) sowie der *Grad der aktuellen Störung* (akt_s) wurden bei sieben bzw. sechs von 13 Pflanzenarten in das jeweilige Habitatmodelle integriert. Sie sind damit die am häufigsten zur Modellbildung herangezogenen Variablen, wobei die erstgenannte Variable ausschließlich im positiven Zusammenhang auftritt. Eine weitere prägnante Variable ist die *Konnektivität bei angenommenen 50 m Ausbreitungsdistanz* (log_iso40; vgl. Kap. 2.2.1); sie wurde fünf mal zur Modellbildung herangezogen. Auch diese Variable tritt ausschließlich im positiven Zusammenhang innerhalb der Modelle auf, d.h. mit steigendem Konnektivitätswert steigt auch das Vorkommen.

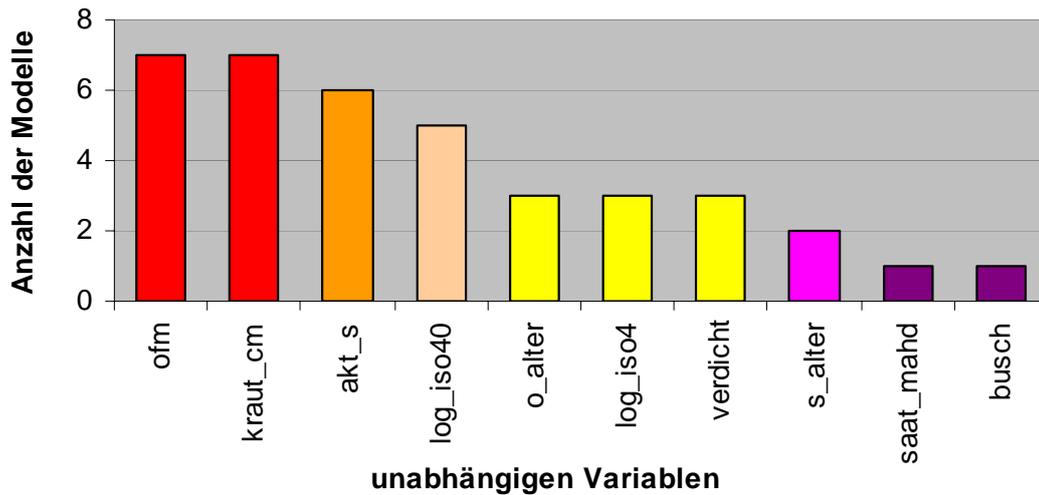


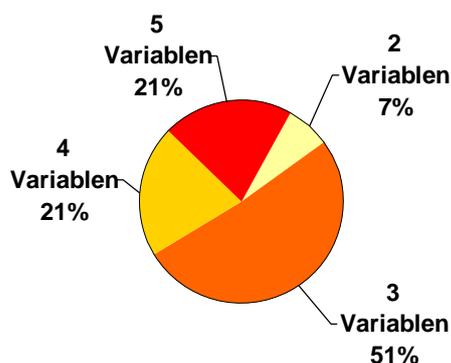
Abb. 32: Häufigkeit der unabhängigen Variablen innerhalb der Modelle

Die Art des *Oberflächenmaterials* (OFM) erweist sich ebenfalls als häufig in den Modellen auftretende Variable. Fassen wir die drei OFM-Obergruppen zusammen, so fließt die Art des Oberflächenmaterials insgesamt sieben mal in die Modellierung ein.

Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl

An dieser Stelle sei auf folgenden möglichen Fehler bei der Modellierung hingewiesen:

Wird eine *unabhängige* Variable durch das Vorkommen einer Art direkt beeinflusst, so ist/wird diese Variable *abhängig* und sollte in die statistische Modellierung keinen Einfluss finden. Im Rahmen dieser Arbeit ergab sich ein direkter Zusammenhang der Variable „Wuchshöhe der Krautschicht“ mit der Wuchshöhe einiger untersuchter Arten wie z. B. *Solidago gigantea* oder *Tanacetum vulgare*; das Vorkommen einer dieser Arten ist demnach höchstwahrscheinlich mit der *Wuchshöhe der Krautschicht* korreliert. Letztgenannte Variable wurde nicht von vornherein aus der Modellberechnung ausgeschlossen; bei der Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse wird diese Variable daher nur selektiv herangezogen.



Die Anzahl der in einem Modell enthaltenen **unabhängigen Variablen** reicht von zwei bis zu fünf Variablen. In den meisten Fällen setzt sich ein Habitatmodell aus drei unabhängigen Variablen zusammen.

Abb. 33: Prozentuale Verteilung der Modelle unterschiedlicher Variablenzahl

Die unterschiedliche Verteilung der Gütemaße R^2 und AUC innerhalb der berechneten Modelle ist der folgenden Abbildung zu entnehmen. Die Werte für R^2 zeigen ein differenziertes Bild; drei Modelle sind gut an den Datensatz angepasst während die restlichen Modelle als befriedigend bis schlecht kalibriert einzustufen sind. Die AUC-Werte der Modelle liegen allesamt über 0,8, d. h. sie diskriminieren ausschließlich gut bis sehr gut.

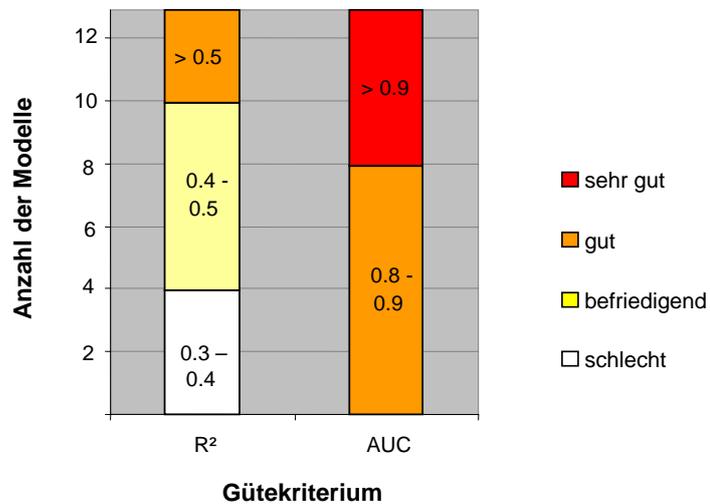


Abb. 34: Verteilung der Gütemaße R^2 und AUC innerhalb der Modelle

3.7 Habitatmodelle der ausgewählten Arten °sm+bf

Die Reihenfolge der zu beschreibenden Habitatmodelle ergibt sich entsprechend der beschriebenen Artengemeinschaften (siehe Kap.3.3). Modelle derjenigen Arten, die keiner Artengemeinschaft zugehören, werden im Anschluss beschrieben.

Bezüglich der grafischen Darstellungen der einzelnen Modellbeschreibungen ist zu erwähnen, dass sämtliche Variablen eines Habitatmodells abgebildet sind. Wie bereits erwähnt, wurden die Abbildungen mit dem Programm LR Mesh erstellt. Für das Verständnis und die **Interpretation dieser Graphiken** ist es notwendig, die besonderen Möglichkeiten dieses Programms zu kennen. Deshalb an dieser Stelle eine kurze Wiederholung dessen, was bereits in Kapitel 2.8.2 erläutert wurde:

LR Mesh erlaubt innerhalb einer bivariaten, dreidimensionalen Graphik die Darstellung der abhängigen Variablen (Vorkommen der Art als Wert zwischen 0 und 1) neben zwei unabhängigen Variablen. Dabei wird eine Konstante für die nicht in der Graphik berücksichtigten Variablen automatisch berechnet; der Einfluss dieser Konstanten ist in allen Abbildung enthalten. Ein solches Vorgehen spiegelt die Wechselwirkungen aller Variablen innerhalb des entsprechenden Habitatmodells wieder und ermöglicht eine engere Bindung an das Datenmaterial des jeweiligen Modells.

Die **Skalierung der Achsen** innerhalb der Graphiken umfasst grundsätzlich die gesamte Spannweite der jeweiligen Variablen.

3.7.1 Modell für *Arenaria serpyllifolia* (AG-I)

Diese Pflanzenart gehört zur Artengemeinschaft der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration. *Arenaria serpyllifolia* ist die einzige der ausgewählten Arten dieser Gemeinschaft, für die ein Habitatmodell zur Verfügung steht.

Drei der insgesamt zwölf Variablen bilden das Habitatmodell dieser Art; dazu zählen die Variablen *Grad der aktuellen Störung*, *Verdichtungsgrad der Oberfläche* sowie die *Konnektivität bei 50 m Distanz*.

Variable	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
steps	4
intercept	-1.25
Grad der aktuellen Störung	1.97
Grad der aktuellen Störung ²	-0.63
Verdichtungsgrad der Oberfläche	-0.86
Konnektivität bei 50m Distanz	0.86

Tab. 22: : Regressionskoeffizienten für *Arenaria serpyllifolia* (sp1)

Wie den beiden folgenden Graphiken zu entnehmen ist, hat der *Grad der aktuellen Störung* einen erkennbaren Einfluss auf das Vorkommen dieser Pflanzenart. Insbesondere in der bivariaten Abbildung mit dem Verdichtungsgrad der Oberfläche zeigt sich eine etwas höhere Vorkommenswahrscheinlichkeit bei einer geringen bis mittleren Störungsintensität (Wert 1.0 und 2.0). In Bezug auf den Wert für die *Konnektivität bei 50 m Distanz* (d.h. einem angenommenen Ausbreitungsvermögen der Diaspore von 50 m) weist der Regressionskoeffizient auf einen positiven Zusammenhang, welcher auch graphisch deutlich wird. Das Vorkommen von *Arenaria serpyllifolia* steigt bis zum höchsten artspezifischen Konnektivitätswert 3.4 an; erreicht aber auch bei mittlerer Störungsintensität nicht die größtmögliche Vorkommenswahrscheinlichkeit. Die Spanne der Konnektivität reicht von -0.9 bis 3.4.

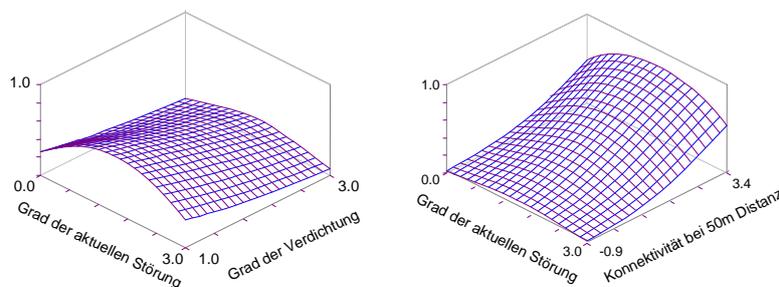


Abb. 35: Bivariate Darstellungen der Variablen des Habitatmodells von *Arenaria serpyllifolia*

Der *Verdichtungsgrad der Oberfläche* wirkt sich hingegen negativ auf das Vorkommen dieser Art aus. So nimmt die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens dieser Art mit steigendem Verdichtungsgrad leicht ab.

Gütemaße	<i>Arenaria serpyllifolia</i> (sp1)
AUC	0.80
R ² Nagelkerke	0.31
% korrekt	73.0
Sensivität (%)	67.2
Spezifizität (%)	76.2
p-opt	0.42

Die nachfolgende Tabelle stellt die Gütekriterien für das Modell von *Arenaria serpyllifolia* dar.

Tab. 23: Gütemaße für das Modell von *Arenaria serpyllifolia*

Hinsichtlich der Gütekriterien dieses Modells lässt sich festhalten, dass es mit einem AUC-Wert von 0.80 gut diskriminiert; durch den Nagelkerke-Wert von 0.31 ist es jedoch schlecht kalibriert.

3.7.2 Modelle für *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea* und *Tanacetum vulgare* (AG-II)

Diese Pflanzenarten zählen zu den Vertretern der Artengemeinschaft der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten. Die Habitatmodelle dieser vier Arten haben gemein, dass sie die Variable *Wuchshöhe der Krautschicht* beinhalten, wobei nochmals auf die mögliche Korrelation dieser Variablen mit den arteneigenen Wuchshöhen hingewiesen wird (siehe auch Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl).

Tab. 24: Regressionskoeffizienten für *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea* und *Tanacetum vulgare*

Variable	<i>Holcus lanatus</i> (sp13)	<i>Medicago lupulina</i> (sp19)	<i>Tanacetum vulgare</i> (sp 11)	<i>Solidago gigantea</i> (sp10)
Step	4	5	14	7
Intercept	-3.88	-2.02	-8.77	-3.33
Grad der aktuellen Störung		2.03	1.18	
Grad der aktuellen Störung ²	-0.26	-1.27	-0.61	-0.15
Oberflächenmaterial fein	1.87			
Wuchshöhe der Krautschicht	0.07	0.06	0.07	0.05
Wuchshöhe der Krautschicht ²	-0.0003	-0.0002	-0.0002	-0.0002
Alter der Oberfläche			-0.26	
Alter der Oberfläche ²		-0.12		
Dauer der akt. Störung	-0.62			
Grad der Verbuschung				0.09
Grad der Verbuschung ²				-0.001
Pflege durch Saat und Mahd				-2.39
Verdichtungsgrad der Oberfläche			5.74	
Verdichtungsgrad der Oberfläche ²			-1.39	
Konnektivität bei 50m Distanz			0.66	0.41

Die folgenden Abbildungen zeigen die kritische Variable *Wuchshöhe der Krautschicht* – in diesem Fall ohne Einfluss (weder univariate Werte noch Konstante) der übrigen unabhängigen Variablen des jeweiligen Habitatmodells - für alle vier Arten. Das Vorkommen von *Medicago lupulina* wird bereits bei niedriger Wuchshöhe festgestellt und steigt dann kontinuierlich an während *Tanacetum vulgare* ab einer mittleren Wuchshöhe der Krautschicht auftritt. *Holcus lanatus* und *Solidago gigantea* nehmen eine Zwischenposition ein.

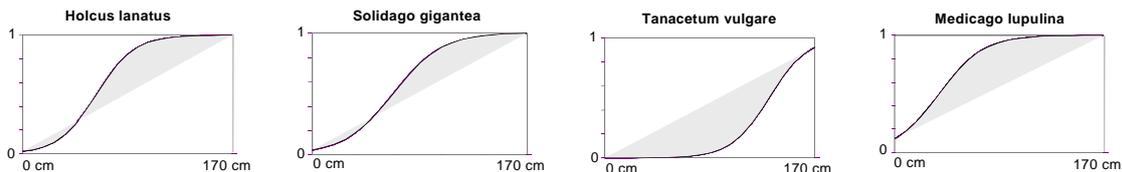
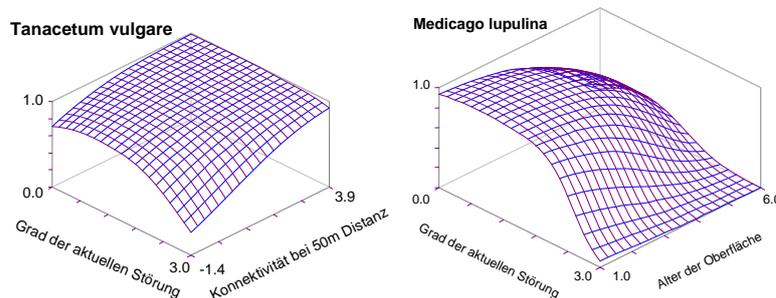


Abb. 36: Univariate Darstellung der Variablen Wuchshöhe der Krautschicht – ohne Einfluss der übrigen Variablen

Die Variable *Grad der aktuellen Störung* ist als signifikante Variable in die Habitatmodelle von *Medicago lupulina* und *Tanacetum vulgare* integriert; in



beiden Fällen wirkt sich ein hoher Störungsgrad (Wert 3) negativ auf das Vorkommen aus.

Abb. 37: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/Konnektivität bei 50 m Distanz bzw. Grad der aktuellen Störung/Alter der Oberfläche der Habitatmodelle von *Tanacetum vulgare* bzw. *Medicago lupulina*

Ein geringer bis mittlerer Störungsgrad (Wert 0 - 2) wirkt sich deutlich positiv auf das Vorkommen von *Medicago lupulina* aus, während bei einer hohen Störungsintensität (Wert 3.0) die Vorkommenswahrscheinlichkeit gegen Null strebt. Ungünstig für das Vorkommen dieser Art erweist sich scheinbar auch ein hohes *Alter der Oberfläche* (Wert 6.0 entspricht der Kategorie 29 Jahre und älter).

Bei *Tanacetum vulgare* fließen weiterhin die Variablen *Alter der Oberfläche* sowie *Verdichtungsgrad der Oberfläche* in das Habitatmodell aus insgesamt fünf Variablen ein. Beide Variablen zeigen kaum Einfluss auf die Vorkommenswahrscheinlichkeit dieser Art; mit zunehmenden Alter der

Oberfläche (Wert 6.0 entspricht 29 Jahre und älter) nimmt das Vorkommen scheinbar leicht ab.

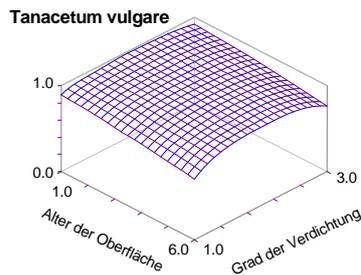


Abb. 38: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Verdichtungsgrad der Oberfläche des Habitatmodells von *Tanacetum vulgare*

Das Habitatmodell von *Solidago gigantea* wird aus insgesamt vier Variablen gebildet. Anhand der folgenden (zweifachen) Abbildung der Variablenkombination *Verbuschung/Konnektivität bei 50 m Distanz* lässt sich der deutlich negative Einfluss der dichotomen Variablen *Pflege durch Saat und Mahd* gut erkennen. Während in der linksseitigen Abbildung diese Variable mit dem Wert „0“ (ohne Pflege) integriert ist, fließt sie in der rechtsseitigen Abbildung mit dem Wert „1“ (mit Pflege) ein.

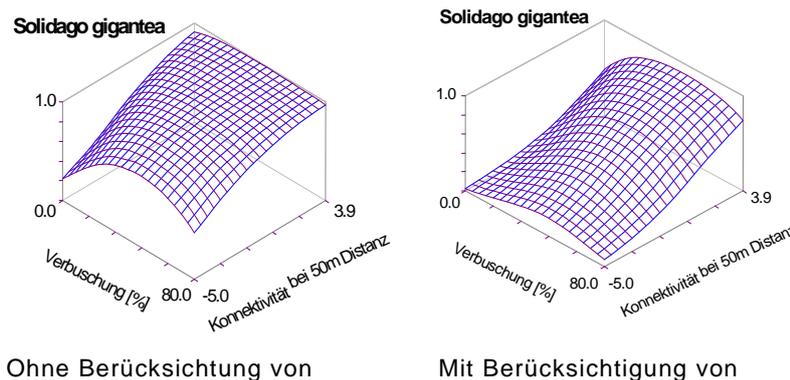


Abb. 39: Bivariate Darstellungen der Variablen *Verbuschung/Konnektivität bei 50 m Distanz* des Habitatmodells von *Solidago gigantea*

Unabhängig des Einflusses der dichotomen Variablen geht ein leicht erhöhtes Vorkommen von *Solidago gigantea* mit einem mittlerem *Verbuschungsgrad* der Flächen einher. Die Variable *Konnektivität bei 50 m Distanz* hat einen offensichtlichen Einfluss auf die Vorkommenswahrscheinlichkeit dieser Art; bis zum höchsten artspezifischen Konnektivitätswert 3.9 steigt das Vorkommen kontinuierlich an. Die Spannweite der Konnektivitätswerte für *Solidago gigantea* beträgt -4.9 bis 3.9.

Für die folgende Abbildung des Habitatmodells für *Holcus lanatus* wurde die dichotome Variable *Oberflächenmaterial fein* (d.h. Sand bzw. Sand/Grus) auf „0“ – also nein - gesetzt. Der Regressionskoeffizient (1.87) lässt auf einen deutlich positiven Zusammenhang zwischen dieser Variablen und der Vorkommenswahrscheinlichkeit für *Holcus lanatus* schließen. Ein hoher *Grad*

der aktuellen Störung (Wert 3.0) sowie eine lange Dauer der aktuellen Störung (Wert 6.0 entspricht der Kategorie 29 Jahre und länger) haben einen deutlich negativen Einfluss auf das Vorkommen dieser Art.

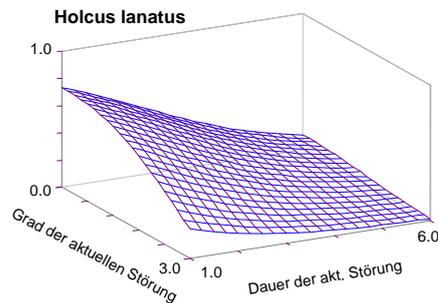


Abb. 40: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der akt. Störung des Habitatmodells von *Holcus lanatus*

Die AUC- Werte dieser vier Habitatmodelle sind als gut bis sehr gut einzustufen. Hinsichtlich des Nagelkerke- Wertes sind die Modelle für *Solidago gigantea* und *Medicago lupulina* nur schlecht bzw. befriedigend kalibriert während die Modelle für *Holcus lanatus* und *Tanacetum vulgare* gut kalibrieren.

Tab. 25: Gütemaße für die Modelle von *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Tanacetum vulgare* und *Solidago gigantea*

Gütemaße	<i>Holcus lanatus</i> (sp13)	<i>Medicago lupulina</i> (sp19)	<i>Tanacetum vulgare</i> (sp 11)	<i>Solidago gigantea</i> (sp10)
AUC	0.91	0.84	0.91	0.83
R ² Nagelkerke	0.58	0.43	0.59	0.37
% korrekt	85.1	77.0	84.0	78.9
Sensivität (%)	85.3	6.4	64.9	52.2
Spezifizität (%)	85.1	100	92.9	88.8
p-opt	0.39	0.79	0.56	0.47

3.7.3 Modell für *Matricaria maritima* (AG-III)

Diese Pflanzenart gehört zur Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen

Variable	<i>Matricaria maritima</i> (sp12)
Step	7
Intercept	-2.18
Konnektivität bei 50m Distanz	0.40
Grad der aktuellen Störung ²	-0.16
Oberflächenmaterial fein	1.08
Dauer der akt. Störung	-0.62
Wuchshöhe der Krautschicht	0.06
Wuchshöhe der Krautschicht ²	-0.0003

oft indifferenter Reaktionszahl. *Matricaria maritima* ist die einzige der ausgewählten Arten dieser Gemeinschaft, für die ein Habitatmodell zur Verfügung steht.

Tab. 26: Regressionskoeffizienten für *Matricaria maritima*

Vier der insgesamt zwölf Variablen bilden das Habitatmodell dieser Art; dazu zählt u. a. auch die kritische Variable *Wuchshöhe der Krautschicht* (siehe Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl). Die folgende Graphik zeigt diese Variable ohne Einfluss der übrigen Variablen des Habitatmodells. Das Vorkommen von *Matricaria maritima* wird bereits bei niedrigen Wuchshöhen festgestellt und steigt mit Zunahme der Wuchshöhe stetig an.

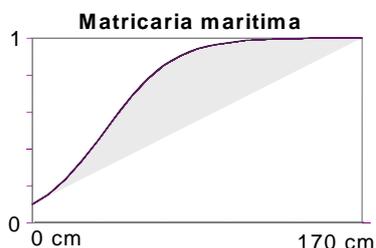
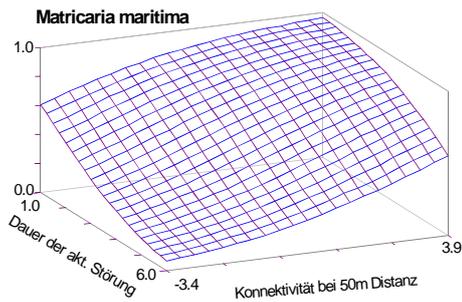
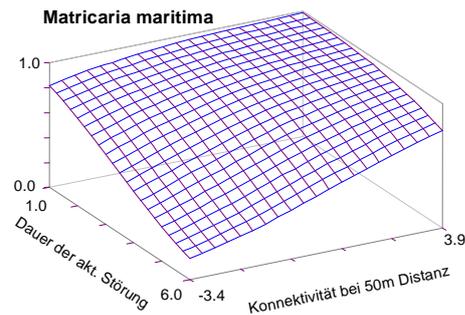


Abb. 41: Univariate Darstellung der Variablen *Wuchshöhe der Krautschicht* – ohne Einfluss der übrigen Variablen

Einen positiven Effekt für das Vorkommen von *Matricaria maritima* hat neben der *Wuchshöhe der Krautschicht* auch die dichotome Variable *Oberflächenmaterial fein* (d. h. Sand bzw. Sand/Grus). Dieser Einfluss wird anhand der nachfolgenden Darstellungen sichtbar. Während in der linksseitigen Abbildung die genannte Variable mit „0“ (für nein) einfließt, gilt die rechtsseitige Graphik für feines Oberflächenmaterial (also „1“); hier lässt sich ein etwas erhöhtes Vorkommen feststellen.



Mit feinem Oberflächenmaterial



Ohne feines Oberflächenmaterial

Abb. 42: Bivariate Darstellungen der Variablen Dauer der aktuellen Störung/ Konnektivität bei 50 m Distanz des Modells von *Matricaria maritima*

Entsprechend des Regressionskoeffizienten hat eine längere *Dauer der aktuellen Störung* (Wert 6.0 entspricht Kategorie 29 Jahre und länger) eine scheinbar stark negative Auswirkung auf das Vorkommen von *Matricaria maritima* innerhalb dieses Habitatmodells. Ein positiver Zusammenhang lässt sich jedoch hinsichtlich der *Konnektivität für 50 m Distanz* feststellen; mit steigendem Konnektivitätswert nimmt auch die Vorkommenswahrscheinlichkeit stetig zu. Die Konnektivität dieser Art erreicht Werte zwischen -3.4 und 3.9 .

Gütemaße	<i>Matricaria maritima</i> (sp12)
AUC	0.88
R ² Nagelkerke	0.46
% korrekt	83.7
Sensivität (%)	57.7
Spezifizität (%)	91.2
p-opt	0.48

Tab. 27: Gütemaße für das Modell von *Matricaria maritima*

Hinsichtlich der Gütemaße dieses Modells lässt sich feststellen, dass es gut diskriminiert und befriedigend kalibriert ist.

3.7.4 Modelle für *Veronica arvensis* und *Erophila verna* (AG-IV)

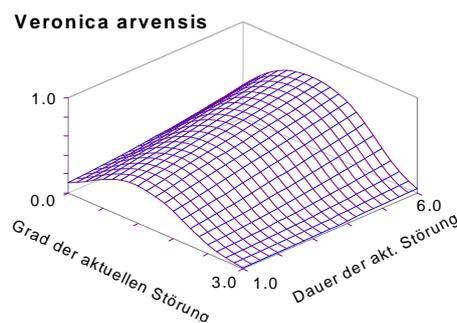
Diese beiden Arten gehören zur Artengemeinschaft der anuellen Arten trockener Standorte. Die Habitatmodelle dieser Pflanzenarten umfassen insgesamt vier Variablen, wobei sie keine gemeinsamen Variablen aufweisen.

Tab. 28: Regressionskoeffizienten für *Veronica arvensis* und *Erophila verna*

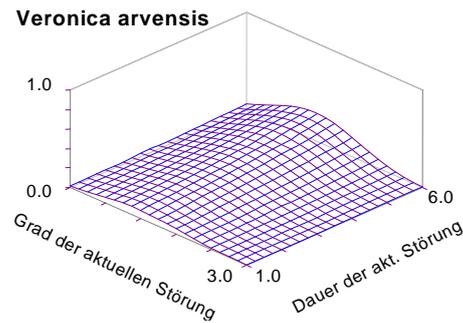
Variable	Veronica arvensis (sp4)	Erophila verna (sp3)
steps	4	3
Intercept	-2.44	-6.22
Grad der aktuellen Störung	2.88	
Grad der aktuellen Störung ²	-1.22	-0.41
Oberflächenmaterial dicht	-1.95	
Oberflächenmaterial grob		2.47
Dauer der akt. Störung	0.29	
Dauer der akt. Störung ²		0.14

Das Habitatmodell für *Veronica arvensis* gibt Auskunft über die interessante Variablenkombination *Grad der aktuellen Störung/Dauer der aktuellen Störung*, welche in der nachstehenden Darstellung wiedergegeben ist. Die

dichotome Variable *Oberflächenmaterial dicht* (d. h. Natur- oder Betonsteinpflaster) ist links mit „0“ (für nein) und rechts mit „1“ (für ja) integriert.



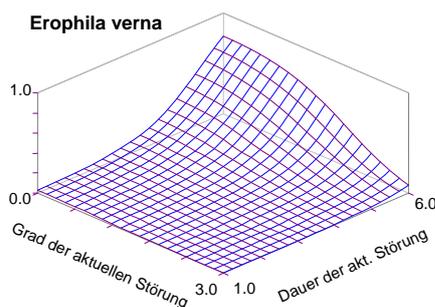
Mit Pflaster als Oberflächenmaterial



Ohne Pflaster als Oberflächenmaterial

Abb. 43: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der aktuellen Störung des Modells von *Veronica arvensis*

Unabhängig von der negativen Auswirkung der o. g. dichotomen Variablen ist eine erhöhte Vorkommenswahrscheinlichkeit von *Veronica arvensis* bei einem geringen bis mittleren Störungsgrad (Wert 1 bis 2) zu erkennen; insbesondere auf ungepflasterten Flächen. Während eine langjährig anhaltende hohe Störung (Wert 6.0 entspricht Kategorie 29 Jahre und länger) das Vorkommen nicht beeinflusst, lässt sich bei einer langjährigen geringen bis mittleren Störungsintensität ein leicht erhöhtes Vorkommen ablesen.

Abb. 44: Bivariate Darstellung der Variablen Grad der aktuellen Störung/Dauer der akt. Störung des Modells von *Erophila verna*

Für das Modell von *Erophila verna* lässt sich festhalten, dass die dichotome Variable *Oberflächenmaterial grob* (d. h. beispielsweise Schotter, Kies) im positiven Zusammenhang (Regressionskoeffizient 2.47) mit der Vorkommenswahrscheinlichkeit steht; eine solche Oberfläche erhöht das Vorkommen dieser Art deutlich. Für die folgende Abbildung wurde diese Variable auf „1“ (für ja) gesetzt; d. h. *Erophila verna* hat die höchste Vorkommenswahrscheinlichkeit auf Oberflächen mit grobem Material und einer

Gütemaße	Veronica arvensis (sp4)	Erophila verna (sp3)
AUC	0.87	0.91
R ² Nagelkerke	0.43	0.44
% korrekt	86.8	96.2
Sensivität (%)	46.4	44.4
Spezifizität (%)	95.4	99.3
p-opt	0.49	0.55

gleichzeitig geringen Störungsintensität; eine langjährige unveränderte Störungsintensität scheint sich positiv auszuwirken.

Tab. 29: Gütemaße für die Modelle von *Veronica arvensis* und *Erophila verna*

Das Modell für *Veronica arvensis* ist gut diskriminiert; das für *Erophila verna* sogar sehr gut. Die Werte für die Kalibrierung liegen für beide Modelle im Bereich befriedigend.

3.7.5 Modelle für *Rumex acetosella* und *Carex arenaria* (AG-V)

Rumex acetosella und *Carex arenaria* gehören zur Artengemeinschaft der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte. Die Habitatmodelle

Variable	<i>Rumex acetosella</i> (sp7)	<i>Carex arenaria</i> (sp18)
steps	3	4
Intercept	-6.97	2.49
Grad der aktuellen Störung	-0.57	
Oberflächenmaterial fein	2.34	
Konnektivität bei 500m Distanz	1.10	
Alter der Oberfläche		-5.35
Alter der Oberfläche ²		0.86
Wuchshöhe der Krautschicht		0.03

dieser Arten setzen sich aus drei bzw. zwei Variablen zusammen; es existieren keine gemeinsamen Variablen.

Tab. 30: Regressionskoeffizienten für *Rumex acetosella* und *Carex arenaria*

Das Habitatmodell von *Rumex acetosella* ist eines von insgesamt drei Modellen, welche die Variable *Konnektivität bei 500 m Distanz* berücksichtigen. Die Spannweite dieser artspezifischen Konnektivitätswerte reicht von 3.4 bis 5.0. In der anschließenden Abbildung ist der positive Einfluss der dichotomen Variable *Oberflächenmaterial fein* (d. h. Sand bzw. Sand/Grus) zu erkennen; so ist die linke Graphik mit „0“ (für nein) und die rechte Graphik mit „1“ (für ja) eingestellt.

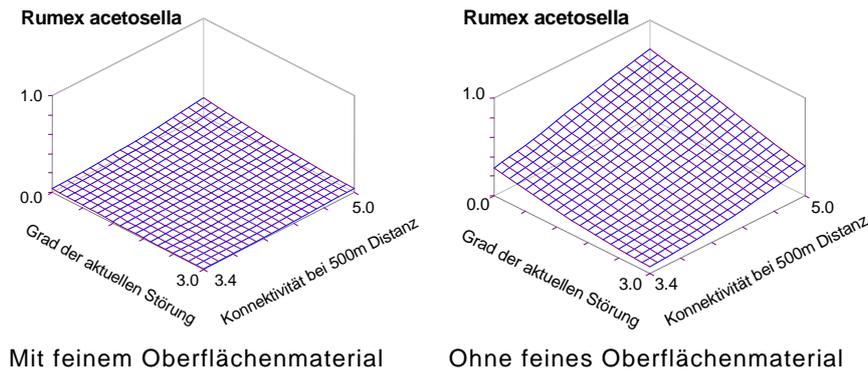


Abb. 45: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/Konnektivität bei 500 m Distanz des Modells von *Rumex acetosella*

Im Zusammenhang mit einer Oberfläche aus Sand oder/und Grus haben Flächen ohne bzw. mit geringer Störung (Wert 0 bis 1) eine erkennbar höhere Vorkommenswahrscheinlichkeit von *Rumex acetosella*. Hinsichtlich der Variablen *Konnektivität bei 500 m Distanz* lässt sich festhalten, dass auch hier unter dem Einfluss des feinen Oberflächenmaterials das Vorkommen mit steigendem Konnektivitätswert zunimmt.

Die folgende Abbildung gibt das Modellierungsergebnis für *Carex arenaria* wieder; demnach hat das *Alter der Oberfläche* (Regressionskoeffizient -5.35) einen wesentlichen Einfluss auf das Vorkommen. Eine hohe Vorkommenswahrscheinlichkeit existiert scheinbar bei Flächen mit jungen Oberflächen (Wert 1 entspricht Kategorie 0 bis 1 Jahr) oder sehr alten Oberflächen (Wert 6 entspricht 29 Jahre und älter).

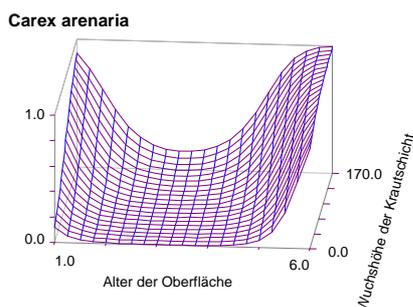
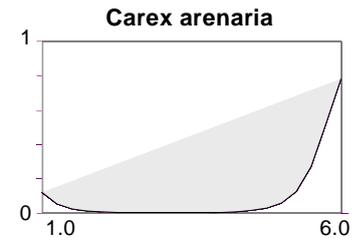


Abb. 46: Bivariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche/Wuchshöhe der Krautschicht des Modells von *Carex arenaria*

In der univariaten Darstellung kommt der Einfluss des Oberflächenalters noch ausgeprägter zum Vorschein. Gilt in der obigen Graphik eine Aussage immer nur im Zusammenhang mit der zweiten Variablen, so gibt die univariate Darstellung die quasi unabhängigen Ergebnisse wieder.

Abb. 47: Univariate Darstellung der Variablen Alter der Oberfläche – ohne Einfluss der übrigen Variablen



Gütemaße	Rumex acetosella (sp7)	Carex arenaria (sp18)
AUC	0.86	0.91
R ² Nagelkerke	0.43	0.51
% korrekt	82.6	94.8
Sensivität (%)	69.7	35.7
Spezifizität (%)	85.6	99.4
p-opt	0.44	0.61

Tab. 31: Gütemaße für die Modelle von Rumex acetosella und Carex arenaria

Die Habitatmodelle dieser Arten diskriminieren gut bis sehr gut. Das Modell von *Carex arenaria* ist eines von insgesamt drei Modellen, welches gut kalibriert ist.

3.7.6 Modelle für *Saxifraga tridactylites*, *Leontodon autumnalis* und *Apera spica-venti* (ohne AG)

Die *Konnektivität bei 500 m Distanz* ist die einzige Variable, die bei zwei dieser drei Arten Bestandteil des jeweiligen Habitatmodells ist; die übrigen Variablen kommen bei je einer Pflanzenart vor.

Tab. 32: Regressionskoeffizienten für *Saxifraga tridactylites*, *Leontodon autumnalis* und *Apera spica-venti*

Variable	<i>Saxifraga tridactylites</i> (sp2)	<i>Leontodon autumnalis</i> (sp9)	<i>Apera spica-venti</i> (sp17)
Step intercept	3 18.89	5 -5.08	4 -13.84
Grad der aktuellen Störung		2.53	
Grad der aktuellen Störung 2	-0.50	-0.83	
Verdichtungsgrad der Oberfläche	-0.84		
Konnektivität bei 500m Distanz	-5.43		2.09
Konnektivität bei 50m Distanz		0.80	
Oberflächenmaterial grob		1.87	
Oberflächenmaterial fein		1.38	
Alter der Oberfläche			-1.54
Wuchshöhe der Krautschicht			0.18
Wuchshöhe der Krautschicht ²			-0.001

Für das Vorkommen von *Saxifraga tridactylites* wirkt sich ein geringer *Verdichtungsgrad der Oberfläche* (Wert 1) positiv aus. Hinsichtlich der Variable *Konnektivität bei 500 m Distanz* ergibt sich eine höhere Vorkommenswahrscheinlichkeit bei einem artspezifisch eher niedrigen Konnektivitätswert; insgesamt ist eine Wertespanne von 3.0 bis 3.6 zu verzeichnen.

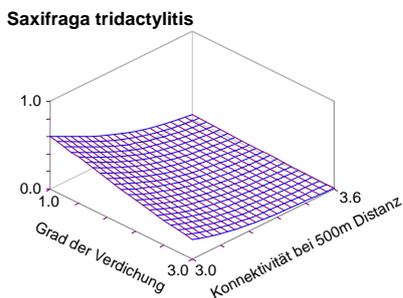


Abb. 48: Bivariate Darstellung der Variablen *Verdichtungsgrad der Oberfläche/Konnektivität bei 500 m Distanz* des Modells von *Saxifraga tridactylites*

Die *Konnektivität bei 500 m Distanz* ist neben zwei weiteren Variablen auch Bestandteil des Modells von *Apera spica-venti*. Hier besteht jedoch ein positiver Zusammenhang zwischen Konnektivität und Vorkommen. Laut folgender Graphik sinkt das Vorkommen deutlich bei einer artspezifisch geringen Konnektivität (Spanne 3.3 bis 4.8) und gleichzeitig hohem *Alter der Oberfläche* (Wert 6 entspricht Kategorie 29 Jahre und älter).

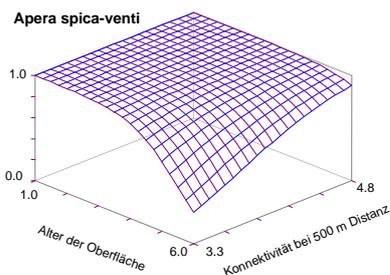


Abb. 49: Bivariate Darstellung der Variablen *Alter der Oberfläche/Konnektivität bei 500 m Distanz* des Modells von *Apera spica-venti*

Die Betrachtung der Variablen *Wuchshöhe der Krautschicht*, deren Koeffizient auch in der obigen Abbildung (Abb. 49) integriert ist, lässt einen generell starken Einfluss vermuten.

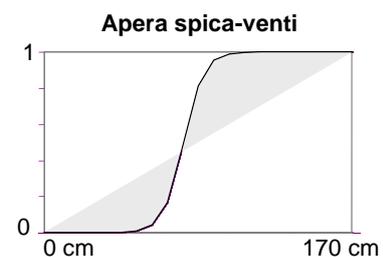


Abb. 50: Univariate Darstellung der Variablen *Wuchshöhe der Krautschicht* – ohne Einfluss der übrigen Variablen

Diese Graphik zeigt die Auswirkung der Variablen *Wuchshöhe der Krautschicht* im Vergleich zur Abb. 49 nochmals deutlich.

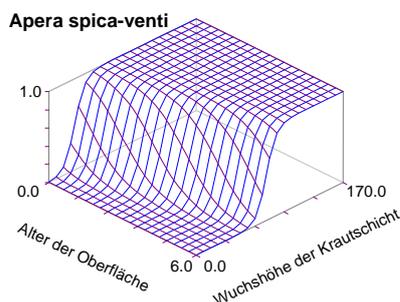
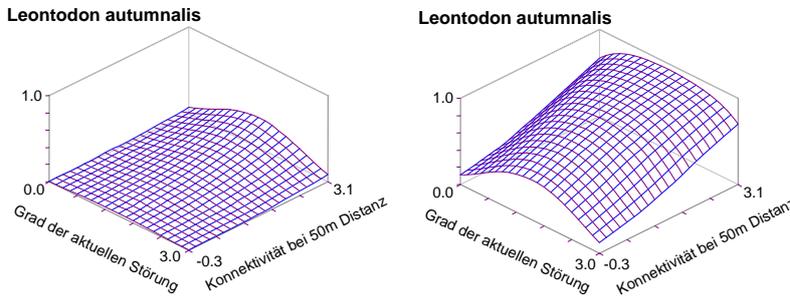


Abb. 51: Bivariate Darstellung der Variablen *Alter der Oberfläche/Wuchshöhe der Krautschicht* des Modells von *Apera spica-venti*

Zu den vier Variablen des Modells von *Leontodon autumnalis* gehören die beiden dichotomen Variablen *Oberflächenmaterial fein* (d. h. Sand bzw. Sand/Grus) und *Oberflächenmaterial grob* (z. B. Schotter). Sind für die



linksseitige Graphik beide Variablen mit „0“ (für nein) eingestellt, so gilt die rechtsseitige Darstellung für Flächen mit feinem oder groben

Oberflächenmaterial (also „1“).

Abb. 52: Bivariate Darstellungen der Variablen Grad der aktuellen Störung/ Konnektivität bei 50 m Distanz des Modells von *Leontodon autumnalis*

Eine Oberfläche aus feinem oder grobem Material wirkt sich deutlich positiv auf das Vorkommen von *Leontodon autumnalis* aus. Unabhängig hiervon lässt sich bei einem geringen bis mittleren Störungsgrad (Wert 1 bis 2) ein leicht erhöhtes Vorkommen feststellen; dies gilt insbesondere für Flächen mit einer eher hohen artspezifischen *Konnektivität bei 50 m Distanz*. Der Wertebereich für die Konnektivität dieser Art reicht von -0.3 bis 3.1. Mit Zunahme der Konnektivität steigt auch das Vorkommen stetig an.

Gütemaße	<i>Saxifraga tridactylitis</i> (sp2)	<i>Leontodon autumnalis</i> (sp9)	<i>Apera spica-venti</i> (sp17)
AUC	0.88	0.83	0.91
R ² Nagelkerke	0.37	0.35	0.46
% korrekt	93.7	85.5	90.6
Sensivität (%)	16.7	48.3	20.0
Spezifizität (%)	100	93.8	98.8
p-opt	0.57	0.47	0.57

Tab. 33: Gütemaße für die Modelle von *Saxifraga tridactylites*, *Leontodon autumnalis* und *Apera spica-venti*

Leontodon autumnalis ist gut. Das Modell für *Apera spica-venti* ist sehr guter Diskriminanz zuzuordnen, der entsprechende Wert der Kalibrierung befriedigend.

Die Diskriminanz der Modelle für *Saxifraga tridactylites* und

4 METHODENDISKUSSION

4.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete °sm

In Anlehnung an das TEMPO Projekt der AG Landschaftsökologie (vgl. Kap. 1.3) wurden aus vier möglichen Gebieten letztlich zwei ausgewählt. Da der zeitliche Aufwand, alle vier Gebiete zu untersuchen, den Rahmen dieser Arbeit überschritten hätte, ist die Auswahl der beiden Gewerbe- bzw. Industriegebiete Ochtum und GVZ zweckmäßig und zielorientiert; die dort erhobenen Daten bilden sinnvolle Grundlagen für die weitere Verwendung im Planungsteil.

Die weiträumigen Areale der Bremer Häfen stellen aufgrund ihrer exponierten Lage als auch ihrer betriebstypischen Abläufe, nämlich Umschlag und Verladung unterschiedlichster Güter und damit einhergehende Emissionen, keine exemplarischen Untersuchungsräume im Sinne dieser Arbeit dar. Gleiches gilt für das Betriebs- und Werksgelände der Stahlwerke Bremen; dieser außergewöhnliche Standort würde vermutlich keine repräsentativen vegetationskundlichen und vor allem nutzungsbezogenen Datengrundlagen für die Planung eines typischen Betriebsgeländes im GVZ liefern.

Für die Begrenzung der Untersuchungsgebiete konnten zum überwiegenden Teil reale Grenzen herangezogen werden; insbesondere im GVZ, welches zu ca. 80 % von landwirtschaftlichen Flächen umgeben ist. Die nördliche Hälfte des Gewerbegebiets Ochtum ist von einer Hochstrasse (Oldenburger Strasse) und von einem Wohngebiet mit Blockrandbebauung (Neuenlander Strasse) begrenzt; eine Schrebergartenanlage im Südwesten des Untersuchungsgebiets bot ebenfalls eine sinnvolle Grenze. Das Vorhandensein dieser annähernd „natürlichen“ Grenzen ist positiv zu werten, lässt es doch auf eine gebietspezifische Vegetation hoffen, die zu repräsentativen Ergebnissen führt.

4.2 Auswahl und Kartierung der Standortparameter °sm

Die in dieser Diplomarbeit erhobenen und ausgewerteten Standortparameter sind mit den üblicherweise herangezogenen Parametern gängiger Habitatmodellierungen (vgl. SCHÖNHERR 2002, SIEMON 2004) nicht zu vergleichen. Die besonderen Anforderungen an das Datenmaterial als Grundlage für den Planungsteil bedingen eine **Abweichung von diesen Standards**; Parameter wie *Grad der aktuellen Störung* oder *Oberflächenmaterial* sind nachvollziehbare Größen, die eine realistische Umsetzung in die Praxis gewährleisten.

Viele der erhobenen Standortparameter waren **nicht objektiv zu messen**; allem voran der häufig modellierte *Grad der aktuellen Störung*. Hierbei müssen

Begehung, Beobachtung und Befragung möglichst sichere Aussagen liefern. Gleiches gilt zum Beispiel für das *Alter der Oberfläche*, die *Dauer der aktuellen Störung* oder auch die Frage, ob eine Fläche der *Pflege durch Saat & Mahd* unterliegt. Für letztgenannten Parameter waren detaillierte und flächenscharfe Ausführungen zur jeweiligen Pflege nicht möglich. Zu viele verschiedenen Firmen sind für die einzelnen Flächen zuständig. Schon eine Befragung weniger Zuständiger ergab erhebliche Unterschiede im Pflegeumfang; die pragmatische Einteilung von Pflege durch Saat & Mahd bzw. ohne Pflege hat sich daraus abgeleitet.

Für Parameter, die in zeitlichen Kategorien bestimmt wurden, standen (neben der Befragung vor Ort) **Luftbilder aus fünf Jahren** zur Verfügung, doch selbst eine solche Analyse ist und bleibt subjektiv. Einige der ursprünglich erhobenen Parameter, wie beispielsweise die *Nischensituation* oder der *Grad der Beschattung* sind nach reiflicher Überlegung aus dem Kollektiv der zur Modellierung angebotenen Variablen herausgenommen worden. Die diesbezüglichen Angaben waren schlichtweg zu vage und ließen zweifelhafte Ergebnisse erwarten. Die ursprünglichen Werte dieser beiden Variablen wurden aus einer persönlichen Bewertung von Flächengröße, Lage der begrenzenden Gebäude und deren Höhe sowie angenommener Schattenwurf durch Verbuschung bzw. Baumbestand hergeleitet.

Auf **Untersuchungen des Bodens** wurde prinzipiell verzichtet, da dies eine Spaltung des Datenmaterials hinsichtlich offener oder versiegelter Oberfläche zur Folge gehabt hätte. Der Großteil der Untersuchungsflächen ist mit Beton- oder Natursteinpflaster versiegelt; Untersuchungen hinsichtlich des Nähr- oder Schadstoffgehaltes, des Bodenwasserhaushaltes u. a. wären hier nicht durchführbar gewesen, was die Homogenität des gesamten zur Modellierung herangezogenen Datenmaterials zerstört hätte. Mit zwei parallel durchgeführten Untersuchungen bzw. Modellierungen auf gepflasterten und ungepflasterten Flächen hätten diese Standortinformationen Anwendung finden können.

Interessante Informationen hätten vermutlich die pH-Werte der verschiedenen Oberflächenmaterialien geliefert, was für diese Arbeit jedoch zu aufwendig erschien. Wie unterscheiden sich die Schlemmsande bei alten Naturstein- und jungen Betonsteinpflasterungen, welche pH-Werte lassen sich an den Oberflächen von verwittertem oder neuem Granitschotter feststellen oder wie verwittert Sandstein? Für gesicherte Angaben müssten umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden. Rückblickend muss gesagt werden, dass detaillierte Parameter zur Boden- und Oberflächenbeschaffenheit sinnvoll gewesen wären; hätten sie doch im Vergleich zu den subjektiv ermittelten Parametern objektive und gesicherte Datengrundlagen geliefert.

Wertgebende Faktoren für die artspezifisch berechneten Standortparameter **Konnektivität bei 50 bzw. 500 m Distanz** sind einerseits das Verhältnis der Flächengrößen zwischen einer Untersuchungsfläche und den ihr umgebenden, positiv besetzten Untersuchungsflächen sowie andererseits die Entfernung zu den jeweiligen Flächenmittelpunkten dieser umgebenden Flächen innerhalb eines bestimmten Radius. Der daraus resultierende Konnektivitätswert bezieht jedoch keinerlei Informationen zur Gestalt oder Ausprägung der „Zwischenräume“ ein; so könnte beispielsweise ein hohes Gebäude oder eine viel befahrene breite Strasse zwischen zwei Untersuchungsflächen liegen oder auch eine asphaltierte, nicht genutzte Fläche. Tatsache ist, dass die Nichtintegration solcher und anderer, realitätsnaher Informationen zu **abstrakten Daten** führen, die sich auf eine quasi homogene Landschaft beziehen. Gleichwohl bietet die Einbeziehung dieser berechneten Variablen interessante und diskussionswürdige Ergebnisse; vor allem hinsichtlich der fortwährend aktuellen Diskussion über die Metapopulationstheorie.

Die **Wahl der Distanzen 50 und 500 m** war ein langwieriger Prozess. Anfangs bot sich eine Matrix zur Feststellung der artspezifischen Ausbreitungsdistanzen an, wie sie z. B. SCHNEIDER (1994 in KLEYER 1997) empfiehlt. Doch diese Methode, bei der die Fernausbreitung ab einer Distanz von 10 m angenommen wird, warf im Vergleich zu Aussagen TACKENBERGS (2001) Zweifel auf. Laut TACKENBERG (2001) werden die Anteile fernausgebreiteter Diasporen generell unterschätzt. In Flugversuchen von Samen mit einer Terminal Velocity von 0,15 m/s, einer Ausbreitungshöhe von 1,5 m sowie einer mittleren Windgeschwindigkeit von (nur) 1,5 m/s hat er Ausbreitungsdistanzen von über 200 m beobachtet. Zudem ist die Ausbreitungsdistanz einer sessilen Pflanze nicht allein von artspezifischen Merkmalen wie beispielsweise der Fallgeschwindigkeit der Diaspore (Terminal Velocity) und der Ausbreitungshöhe abhängig ist, sondern darüberhinaus auch von landschaftsbezogenen und meteorologische Faktoren (ebd.). Leider sind in der Literatur keine konkreten Angaben zur Ausbreitungsdistanz einzelner Arten zu finden (vgl. TACKENBERG 2001 zit. n. BULLOCK & CLARKE 2000). So können Unterschiede im Windausbreitungspotential von Pflanzenarten selbst in aufwendigen Feldstudien kaum quantifiziert werden (ebd.).

Der Charakter der Untersuchungsgebiete als ebene und weitestgehend versiegelte Flächen mit großem Einfluss menschlicher Tätigkeiten (vorwiegend Lkw- und Pkw-Verkehr) auf die Diasporenausbreitung lässt auf relativ weite Ausbreitungsdistanzen schließen. Auch TACKENBERG (2001) hat im Rahmen eines Windausbreitungsmodells („PAPPUS“) in 800 Metern Distanz in nicht unerheblichem Maße Diasporen festgestellt. Aus diesem Grund wurden mit 50 und 500 Metern zwei Distanzen gewählt, die das Ausbreitungsspektrum abdecken sollen.

4.3 Vegetationsaufnahmen °bf

Aufgrund der Heterogenität der Untersuchungsgebiete, der starken Bebauung und Oberflächenversiegelung und der Tatsache, dass keine Kartengrundlage mit sämtlichen Informationen zur Verfügung stand, war eine Auswahl von Punkten für die **Vegetationsaufnahmen** von vornherein, z.B. durch eine zufällige Verteilung im GIS (**G**eografisches **I**nformations- **S**ystem) nicht möglich. Um repräsentative Flächen für das gesamte Gebiet auszuwählen, wurden diese direkt im Gelände festgelegt. Diese Festlegung oblag somit einer **rein subjektiven** Einschätzung. Zum Teil waren die zu repräsentierenden Flächen so heterogen, dass schließlich auch die Vegetationsaufnahmen eine gewisse Heterogenität aufwiesen. Eine noch kleinmaßstäbliche Kartierung um Homogenität zu werden, war nicht möglich.

4.4 Bildung von Artengemeinschaften °sm

Die Bildung der ökologische Artengemeinschaften durch eine pflanzensoziologische Tabellenarbeit erwies sich als langwierige Aufgabe. Wurden zu Beginn dieser Tabellenarbeit eine Vielzahl stark homogener Artenblöcke mit geringer Artenzahl zusammengestellt, erwies sich eine Reduzierung auf insgesamt fünf Artengemeinschaften als zweckmäßig. Viele der in dieser Arbeit ausgewählten Pflanzenarten sind dadurch in diese Artengemeinschaften integriert; stellen also in gewissem Maße Vertreter dieser Ökologischen Gemeinschaft dar. Dies ist hinsichtlich des Planungsteils erfreulich und als äußerst positiv zu werten. Die aus den Modellierungen abgeleiteten Standortansprüche der einzelnen Arten können so (teilweise) auf die Ökologische Artengemeinschaften übertragen werden; eine ökologisch orientierte Planung, welche die Schaffung potentieller Lebensräume für diese AG zum Ziel hat, wird damit überhaupt erst möglich.

4.5 Kartierung der ausgewählten Arten °sm

Die ausgewählten 19 Pflanzenarten wurden auf den 350 festgelegten Untersuchungsflächen kartiert. Frühblüher wie z. B. *Erophila verna* oder *Saxifraga tridactylites* waren aufgrund des verhältnismäßig späten Einstiegsdatums in die Geländearbeit nur im Untersuchungsgebiet Ochtum Gegenstand der Kartierung. Die Suche dieser unauffälligen und sehr kleinen Pflanzen war im Vergleich zu den übrigen Arten außerordentlich schwierig und zeitraubend, sodass trotz aller Sorgfalt von einer relativ hohen **Fehlerquote** ausgegangen werden muss.

Mit den **sechs Häufigkeitsgraden** *selten*, *zerstreut*, *häufig* und *ausschließlich randliches Vorkommen* (selten, zerstreut, häufig) wurde das Auftreten der

jeweiligen Pflanze sehr viel konkreter festgehalten als es für die Habitatmodellierung mit der Unterscheidung zwischen Vor- und Nichtvorkommen notwendig war. Dieses Vorgehen erwies sich jedoch **auf zweierlei Weise sinnvoll**: Zum einen konnten für die Habitatmodellierung Flächen mit flächenhaftem Vorkommen der jeweiligen Art herangezogen werden (und damit für die statistische Berechnung günstige homogene Standorte). Zum anderen wurden auch Flächen mit ausschließlich randlichem Vorkommen einer Art für die Berechnung der Konnektivitätswerte berücksichtigt, was eine weitaus größere Realitätsnähe dieser Variablen bewirkt. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass manche Arten auch in anderen Bereichen vorkommen, die nicht zu den Untersuchungsflächen zählen. Dies könnten stark verbuschte Brachen, nicht zugängliche Areale sowie feuchte Gräben und Senken sein. Für die komplexen Strassenverläufe, die aus Fahrstreifenasphaltierung, unterschiedlich befestigten Oberflächenmaterialien, gepflasterten Parkstreifen und zwischengelagerte Grüninseln zusammensetzen, wurde das Vorkommen der ausgewählten Arten zwar aufgenommen, die Daten jedoch nicht weiter ausgewertet. Für die so vernachlässigte „Untersuchungsfläche Strassenverlauf“ konnten keine eindeutigen Angaben zu den Standortparametern gemacht werden.

Die Einschätzung, ob eine Art selten oder zerstreut, bzw. zerstreut oder häufig auf einer Fläche vorkommt, war eine persönliche und damit subjektive Entscheidung. Die weitgehend gemeinsame (zu zwei also) Kartierarbeit führte jedoch zu einer gewissen „**Kalibrierung**“ der **Schätzungen**, was als überaus positiv gewertet wird.

4.6 Statistische Modellierung °bf

Allgemein

In dieser Arbeit steht die Modellierung mit Daten aus der Kartierungen auf sämtlichen Untersuchungsflächen im Mittelpunkt. Dies ist ein wichtiger Unterschied zu Arbeiten, in denen die Modellbildung auf Informationen von kleinräumigen Flächen wie Vegetationsaufnahmen (i.d.R. mit einer Größe von 4x4 m) basiert. Schwierig dabei erwies sich die Großflächigkeit der Untersuchungsgebiete. So wurden z.T. sehr große Areal, die von uns als homogen betrachtet wurden, den jeweiligen Standortparametern zugeordnet. Die Auskartierungen der Flächen beruht auf einer rein subjektiven Sichtweise. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass sämtliche Strassenzüge nicht Teil der Kartierung und damit der Modellierung sind. Aufgrund der starken Heterogenität auf engem Raum, durch z.B. Grüninseln, Fussgängerwegen mit randlichen Grünstreifen und auch der Rinnsteine, war eine exakte

Auskartierung dieser Bereiche mit einhergehender Zuordnung der einzelnen Standortparameter nicht möglich. So waren Strassen als regelrechte Ausbreitungskorridore, begünstigt durch den Strassenverkehr, Fussgänger oder bei Regen auftretende Rinnsäle als Transporteur von Pflanzensamen nicht Teil der Modellierung. Dieses birgt bzgl. des Parameters Konnektivität Ungenauigkeiten. Für eine 100 %ige lückenlose flächendeckende Kartierung der einzelnen Arten hätte jeder Kieselstein, bzw. jeder Container angehoben werden müssen, was bei der Größe und Heterogenität der UG nicht zu realisieren war.

Variablenauswahl

Wie bereits anfangs zum Thema Variablenauswahl erwähnt, birgt eine zu hohe Anzahl an Variablen die Gefahr des Overfittings und zudem eine erschwerte Interpretierbarkeit der Modelle. Laut BARENDREGT & NIEUWENHUIS (1993 zit. n. SCHÖNHERR 2002) liegt die Höchstgrenze der Eingangsvariablen bei 7. Diesbezüglich ist die Variablenanzahl dieser Arbeit mit zwei bis fünf, überwiegend drei, auftretenden Variablen als gering einzustufen.

Hinsichtlich der einzelnen Standortparameter als unabhängige Variablen der Modellierung ist auf folgendes hinzuweisen:

Der Standortparameter **Oberflächenmaterial** wurde ursprünglich in 9 Ausprägungen³ erfasst. Für die statistische Analyse, in der möglichst wenige Kategorien zu bilden waren, wurden aus insgesamt neun einzelnen von uns kartierten Oberflächenmaterialien drei Obergruppen gebildet. Diese finden häufig Einfluss in die Modellbildung (insgesamt sieben Mal). Die Frage, ob die Zusammenfassung letzten Endes sinnvoll ist, sie anders gruppiert werden oder am besten jedes Oberflächenmaterial einzeln modelliert werden hätte sollen, um die Ergebnisse weiter zu verbessern bleibt unbeantwortet.

Ein weiterer Diskussionspunkt ist der Standortparameter „**Verdichtung des Oberbodens**“. Diese Parameter wurde in drei Kategorien erfasst u.z. Flächen mit geringer, mittlerer oder hoher Verdichtung des Oberbodens, und wurde so in die Habitatmodellierung übernommen. Für drei Arten (*Arenaria serpyllifolia*, *Tanacetum vulgare* und *Saxifraga tridactylitis*) floß diese Variable als signifikanter Parameter mit in das entsprechende Modell ein. Allerdings ist die Verteilung der Standorte auf die Kategorien sehr ungleichmäßig: eine geringe Verdichtung wurde in Ochtum nur vier Mal und im GVZ sogar nur ein einziges Mal festgestellt. Bei einer so selten auftretenden Kategorie ist die Aussagekraft

³ Natursteinpflaster, Betonpflaster, Kiesel, Grus, Sand, Sand/Grus, Schotter, Schotter/Grus und Mix

äußerst fragwürdig. Vor- oder Nichtvorkommen der Arten auf den Flächen mit geringer Verdichtung können rein zufällig sein und von ganz anderen Parametern abhängen. In diesem Fall wäre es von Vorteil gewesen von vornherein eine andere Art der Erfassung der Verdichtung zu wählen, wie z.B. verdichtet „ja“ oder „nein“. Die Modelle bei denen der Grad der Verdichtung des Oberbodens mit einfließt sollten diesbezüglich kritisch betrachtet werden.

Schließlich wollen wir an dieser Stelle noch einmal auf die möglichen Fehler bei der **Wuchshöhe der Krautschicht** hinweisen: wie bereits in Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl beschrieben, können unabhängige Variablen im direkten Zusammenhang mit dem Vorkommen der Arten stehen. Dadurch werden diese selbst zu abhängigen Variablen und sollten somit nicht mehr Teil der Modellierung sein. Die Wuchshöhe der Krautschicht findet sich in insgesamt sieben Modellen wieder, darunter auch Modelle eher hochwüchsigerer Arten wie *Tanacetum vulgare*, *Solidago canadensis*, *Holcus lanatus* oder *Apera spica-venti*. Dementsprechend ist bei diesen Modellen der Wuchshöhe der Krautschicht als signifikanter Parameter eher zu vernachlässigen.

Modellkalibrierung

Für die statistische Modellierung ist die Anzahl der Kalibrierungspunkte (350) und vor allem die Verteilung der Vor- und Nichtvorkommen entscheidend. Das ursprünglich von uns festgesetzte Mindest- Vorkommen der untersuchten Arten auf 10 % der kartierten Flächen als Voraussetzung für die Modellbildung, wurde bei folgenden Arten allerdings nicht eingehalten: *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Leontodon autumnalis* und *Carex arenaria*. Für diese vier Arten Modelle wurden dennoch Modelle gebildet, und diese schließlich auch ökologisch interpretiert. Dieses erschien uns trotz der geringen Prävalenz möglich und sinnvoll.

Modelldiskriminierung

Wie in Kap.2.9.2 beschrieben, wurde der „optimale“ Schwellenwert, bezeichnet als „p-opt“, ausgewählt, um zwischen prognostiziertem Vor- und Nichtvorkommen zu unterscheiden. Dabei ist die starke Abhängigkeit des Anteils korrekter Vorhersagen vom Anteil der eigentlichen Vorkommen (Prävalenz) äußerst kritisch zu betrachten.

Bei Datensätzen mit hoher bzw. niedriger Prävalenz können leicht hohe Anteile korrekter Prognosen erhalten werden, indem einfach vielen oder gar allen Fällen ein Vorkommen bzw. Nichtvorkommen zugewiesen wird. Eine einseitig hohe Sensitivität (Anteil korrekter Vorkommensprognosen) bzw. eine hohe

Spezifizität (Anteil korrekter Nichtvorkommensprognosen) wäre die Folge; sagt aber nichts über die tatsächliche Güte aus.

Bei vielen Modellen dieser Arbeit, steht eine hohe Anzahl Nichtvorkommen einer niedrigeren Anzahl von Vorkommen der Arten gegenüber. Demnach fallen auch die Werte der Spezifizität meist etwas höher aus, als die der Sensivität.

Extrem niedrige Werte für die Sensivität (zwischen ca. 4 und 20 Sensivität gegenüber ca. 95-100 Spezifizität) finden wir bei den Modellen von *Saxifraga tridactylitis*, *Apera spica-venti*, *Medicago lupulina* und *Carex arenaria*. Dieses mag auf die überwiegend sehr niedrigen Prävalenzen der Arten zurückzuführen sein (*Saxifraga* 3 %, *Apera* 12 % und *Carex* 10 %). Bei Datensätzen mit hoher bzw. niedriger Prävalenz können leicht hohe Anteile korrekter Prognosen erhalten werden, indem einfach vielen oder gar allen Fällen ein Vorkommen bzw. Nichtvorkommen zugewiesen wird. Eine einseitig hohe Sensitivität bzw. eine hohe Spezifizität ist schließlich die Folge; sagt aber nichts über die tatsächliche Güte aus.

Modellvalidierung

Die interne Kreuzvalidierung (siehe Kap. 2.10) ist Bestandteil dieser Arbeit. Eine Bewertung der Modellierungsergebnisse anhand eines externen Datensatzes wäre zudem wünschenswert und interessant gewesen. Um dieses zu ermöglichen, müssten die Ausprägungen der Standortparameter, d.h. also die sehr individuell ausgeprägten und v.a. genutzten Flächen, ähnlich sein, da die Modelle schließlich auf diesen beruhen. Dieses ist aufgrund der extremen Vielfältigkeit und Heterogenität der beiden UG äußerst schwer zu realisieren, wenn nicht gar unmöglich.

Die Ergebnisse der internen Kreuzvalidierung im Vergleich zu den realen Vorkommen werden anhand der Arten *Arenaria serpyllifolia* und *Tanacetum vulgare* diskutiert. Das Modell von *Arenaria serpyllifolia* ist mit einem AUC von 0,80 das am schlechtesten diskriminierte und mit einem R^2N das am schlechtesten kalibrierte. Die besten Werte für die Diskriminierung und Kalibrierung weist dagegen das Modell von *Tanacetum vulgare* auf. Es werden die realen Vorkommen den errechneten Vorkommenswahrscheinlichkeiten und schließlich dem prognostizierten Vorkommen bei dem optimalen Schwellenwert (siehe Kap. 2.9.2) der jeweiligen Arten gegenüber gestellt.

Bei den Karten der realen Vegetation werden randliche Vorkommen mit dargestellt. Diese Flächen sind nicht in die Habitatmodellierung eingeflossen. Ein direkter Vergleich mit den Karten der Vorkommenswahrscheinlichkeiten als auch der prognostizierten Vorkommen ist daher besonders interessant. So könnten die randlichen Vorkommen Hinweise geben, ob die

Untersuchungsflächen geeignete Habitate sind, und zukünftig ein Vorkommen aufweisen könnten. Die Arten sozusagen vom Rand her bereits die Fläche besiedeln.

Zunächst betrachten wir die Ergebnisse von *Arenaria serpyllifolia* im UG OCHTUM (im UG GVZ wurde dieser Frühblüher nicht kartiert).

Arenaria serpyllifolia

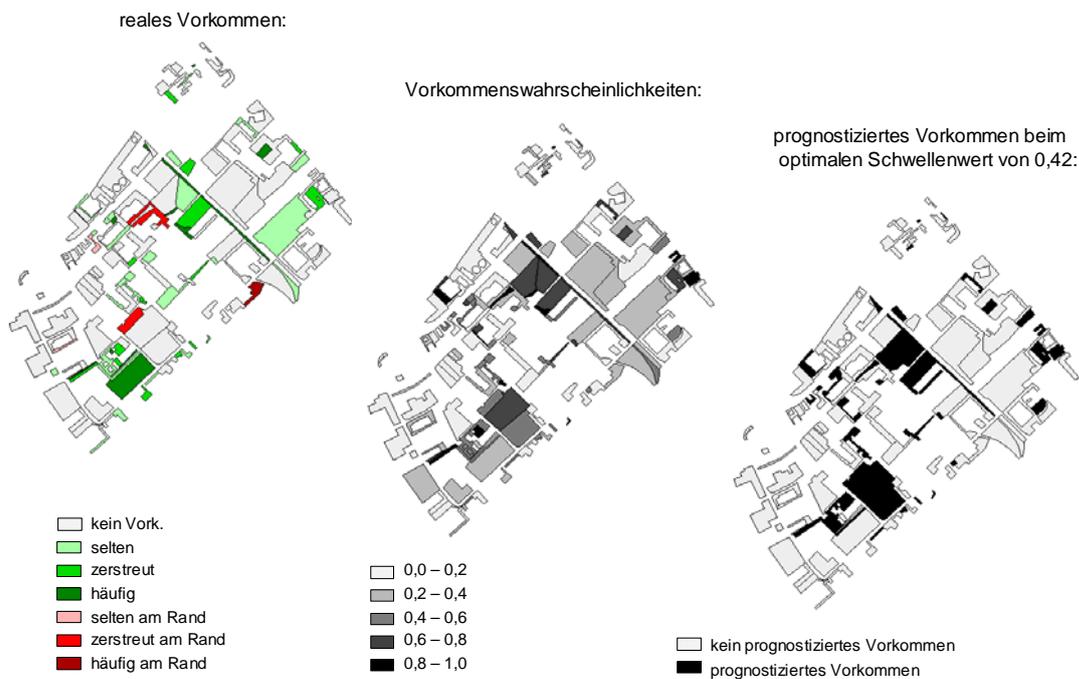


Abb. 53: Direkter Vergleich des realen Vorkommens und des prognostizierten Vorkommen von *Arenaria serpyllifolia*

Bei dem Vergleich der Karte des prognostizierten Vorkommens mit der des realen Vorkommens fallen zuerst die großen Flächen ins Auge. Mittig sind vier nahe beieinander liegende Flächen mit einem zerstreuten bzw. häufigen Vorkommen kartiert worden. Vergleichen wir diesen Bereich mit den prognostizierten Vorkommen, so stimmen diese überein. Zudem werden weiteren angrenzenden Flächen Vorkommen vorhergesagt. Die von dort aus westlich liegende längliche Fläche, auf der ein zerstreutes Vorkommen am Rand kartiert worden ist, weist hingegen in der Prognose kein Vorkommen auf. Dafür der von ihr umschlossene schmale Bereich, bei dem allerdings *Arenaria* nicht gefunden wurde

Für einen weiteren größeren Bereich, bestehend aus drei Untersuchungsflächen am süd-östlichem Rand des UG OCHTUM, wird ein Vorkommen von *Arenaria serpyllifolia* prognostiziert. Betrachten wir dazu die Karte des realen Vorkommens, müssen wir feststellen, dass keine Arten flächig gefunden wurden, sondern nur ein zerstreut randliches Vorkommen in der nördlichen Fläche. Genau gegenteilig zeigt sich die Situation in der großen Untersuchungsfläche am östlichen Rand des UG OCHTUM. Hier wurde ein

Vorkommen, wenn auch ein seltenes, kartiert, in der Prognose erweist sich dieser Bereich jedoch als ungeeignet.

Weiterhin gibt es in den vielen kleinen Untersuchungsflächen z.T. Übereinstimmungen aber genauso auch Fehlprognosen beim Vergleich der Karten. Insgesamt betrachtet weisen im visuellen Vergleich die realen Vorkommen von *Arenaria serpyllifolia* mit der Prognosekarte deutliche Unterschiede auf. Bei *Tanacetum vulgare* richten wir unser Augenmerk auf die Kartierung und die Prognose im UG GVZ:

Tanacetum vulgare



Abb. 54: Direkter Vergleich des realen Vorkommens und des prognostizierten Vorkommens von *Tanacetum vulgare*

Vergleichen wir die kartierte Vorkommen dieser Art mit den prognostizierten aus der Habitatmodellierung, so stimmen die vorhergesagten überwiegend im süd-westlichen Teil des UG übereinstimmen. Ebenso ein Bereich nahe der Bahnschienen, mittig gelegen, passt gut bzgl. Vorkommen und Prognose. Dagegen ist in zwei Untersuchungsflächen im Nordwesten, links und rechts der Schienen, ein Vorkommen prognostiziert worden, real allerdings nicht kartiert wurden. Dieses ist womöglich darauf zurückzuführen, dass diese beiden Flächen umgeben sind von tieferen, sehr feuchten bis sogar nassen Arealen (z.T. stehendes Wasser im kleinen Tümpeln). Ein Aufüllen blieb bislang aus. Dadurch sind die Untersuchungsflächen isoliert von den übrigen Flächen, wodurch ein Einwandern von *Tanacetum vulgare* erschwert würde.

Weitere Übereinstimmung von der Kartierung und der Prognose besteht im Vorkommen dieser Art in den linienförmigen Vegetationsstreifen entlang der

Hauptverkehrsachse von Ost nach West. Auffällig bei der Betrachtung der Karten ist, dass Flächen von kartierten randlichen Vorkommen kein einziges Mal, Flächen des prognostizierten Vorkommens sind. So ist Theorie, dass das kartierte randliche Vorkommen auf spätere Besiedlung der gesamten Fläche hinweisen könnte, in diesem Fall nicht haltbar. Allerdings sollten wir in diesem Fall vor Augen haben, dass es sich bei den Flächen mit randlichen Vorkommen, überwiegend um gepflasterte Oberflächen mit starker Störung handelt. Ein Durchsetzen von *Tanacetum* auf diesen Flächen ist daher kaum realistisch.

5 ERGEBNISDISKUSSION

5.1 Wie können die vegetationskundlichen und statistischen Ergebnisse interpretiert werden?

Im folgenden werden sowohl die Ergebnisse der Habitatmodellierungen (Kap. 3.7) als auch der Kartierung (Kap. 3.4) mit entsprechenden Angaben aus der Literatur verglichen und erläutert. Dazu werden insbesondere die zusammengetragenen artspezifischen Traits (Kap. 3.5, bzw. Steckbriefe im Anhang) herangezogen. Auch diejenigen Arten, für die kein Habitatmodell zur Verfügung steht, werden im Folgenden diskutiert. Die Tatsache, dass für diese Arten kein Modell berechnet werden konnte, ist eindeutig als Ergebnis zu werten und dementsprechend diskussionswürdig.

Für *Carex arenaria*, *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites* und *Leontodon autumnalis* wurden zwar Habitatmodelle mit signifikanten Variablen errechnet, doch keine dieser Arten erreicht ein Vorkommen auf mindestens 10 % der Untersuchungsflächen. Die Ergebnisse der Habitatmodellierung sind demnach unter Vorbehalt zu betrachten.

5.1.1 Interpretation für *Arenaria serpyllifolia*, *Conyza canadensis* und *Poa compressa* (AG-I) °sm

Arenaria serpyllifolia

Arenaria serpyllifolia ist die einzige Art dieser Artengemeinschaft, für die ein Habitatmodell existiert. Demnach bevorzugt diese Art Standorte geringer bis mittlerer Störungsgrade. Als **Ruderalstrategie mit hohem Licht- und Wärmeanspruch** (ELLENBERG 1996) (SUKOPP AND WITTIG 1993) ist *Arenaria serpyllifolia* auf unbeschattete und relativ offenen Bereiche angewiesen, was beispielsweise durch eine Störung bewirkt werden kann.

Wertet man die Pflasterung einer Fläche bereits als Störung, so erklärt dies das im Rahmen der Kartierung festgestellte vereinzelte Vorkommen dieser Art **auch auf gepflasterten Untersuchungsflächen**. Letzteres bedarf jedoch einer genaueren Betrachtung, denn laut Habitatmodell wirkt sich ein hoher Verdichtungsgrad der Oberfläche leicht negativ auf das Vorkommen aus. Warum tritt *Arenaria serpyllifolia* dann dort auf? Möglicherweise ist das Substrat in den Pflasterritzen nicht so stark verdichtet, wie man vermuten würde; auch SUKOPP (1993) hat Verkehrs- und Industriebrachen (und damit asphaltierte und gepflasterte Flächen?) als einen der bevorzugten Standorte festgestellt.

Insgesamt ist diese Art recht häufig im Untersuchungsgebiet Ochtum vertreten; sie wurde auf 1/3 aller dortigen Untersuchungsflächen kartiert; in Bezug auf die erreichten Häufigkeitsgrade kommt sie jedoch nur selten (niedrigster Häufigkeitsgrad für das Vorkommen auf einer Untersuchungsfläche) vor. Mit **rd. 900 Samen pro Pflanze** liegen die eigenen Zählungen weit hinter den Angaben aus der Literatur; hier sind Zählwerte von durchschnittlich 2041 Samen genannt. Der Sammelzeitpunkt war nicht optimal; die Samenreife war bereits überschritten, was auf einen Samenverlust schließen lässt. Zudem sind starke Schwankungen der Pflanzengröße (und damit auch Samenzahl) im Gelände beobachtet worden. Das primäre Investieren in die generative Reproduktion als charakteristische Methode der Ruderalstrategen (FREY AND LÖSCH 1998) ist trotzdem auch bei *Arenaria serpyllifolia* zu erkennen.

Mit nur 0,07 mg Samengewicht und einer Terminal Velocity von 1,86 m/s produziert diese Art **sehr leichte Samen**, die jedoch im Vergleich mit behaarten Samen gleichen Gewichts, z. B. *Conyza canadensis*, eine deutlich höhere Fallgeschwindigkeit und damit geringere Flugweite aufweisen. Eine **hohe Konnektivität der potentiellen Wuchsstandorte** ist für die Ausbreitung dieser Pflanze wahrscheinlich wichtiger als z. B. für *Conyza canadensis*. Die artspezifisch berechneten Konnektivitätswerte als auch die Signifikanz dieses Parameters in der Habitatmodellierung scheinen diese Annahme zu bestätigen. Einerseits bedeutet die vergleichsweise geringe Wertespanne (vgl. Kap. 3.1.1) insbesondere, dass sämtliche Wuchsstandorte dieser Art eine ähnlich hohe Konnektivität besitzen und andererseits liefert das Habitatmodell die Information, dass *Arenaria serpyllifolia* mit steigendem Konnektivitätswert auch häufiger auftritt.

Kein Modell für *Conyza canadensis*

Für diese Art gibt es keine signifikanten Variablen, die ein Habitatmodell begründen. Wie ist das zu verstehen? Laut SUKOPP (1993) zählt *Conyza canadensis* zu den **häufigsten Vertretern in Städten** im gemäßigten Mitteleuropa und tritt vorwiegend im Initialstadium der Sukzession von Gewerbe- und Industrieflächen auf. Auch auf gepflasterten Flächen kann diese Pflanzenart bei nachlassender Störungsintensität aspektbildend sein (ebd.).

Die Kartierung von *Conyza canadensis* (vgl. Kap. 3.4 und Anhang) ergab, dass diese Art auf nahezu der Hälfte aller Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum als auch im GVZ anzutreffen war; es lassen sich aus der Kartierungsarbeit zudem **keine auffällige Standortspezialisierung** hinsichtlich des Oberflächenmaterials und des Störungsgrades feststellen. Es liegt demnach nahe, das Fehlen eines Habitatmodells mit dem starken

Verbreitungsgrad sowie den undifferenzierten Wuchsstandorten von *Conyza canadensis* in den beiden Untersuchungsgebieten zu erklären.

Als typischer SR-Strategie mit kurzer Lebensdauer (WENZEL AND GERHARDT 1995) investiert *Conyza canadensis* trotz seines vergleichsweise hohen Wuchses (bis zu 1 m) in eine hohe Samenproduktion mit **starken Ausbreitungstendenzen**. In der Literatur werden Samenmengen von durchschnittlich 25000 (laut WITTIG, 2002, sogar bis zu 127.000 ohne Stressbedingungen) genannt; die eigenen Untersuchungen ergaben eine Zahl von rd. 21.000 Samen pro Pflanze, also eine etwas geringere Samenmenge. Für die mit einem feinen Haarkranz versehenen und sehr leichten Samen (0,07 mg) wurde eine Terminal Velocity von 0,3 m/s gemessen. Der großzügigen Samenmenge, der Ausbreitungshöhe sowie der relativ geringen Fallgeschwindigkeit verdankt *Conyza canadensis* seine starke Ausbreitungstendenz.

Kein Modell für *Poa compressa*

Die statistische Modellierung liefert kein Habitatmodell für diese Art. Es stellt sich jedoch die Frage, warum für *Poa compressa* **keine signifikanten Variablenkombinationen** existieren. Liefert möglicherweise die Datenmenge einen Erklärungsansatz? Während *Poa compressa* im Gewerbegebiet Ochtum auf ca. 1/3 aller Flächen festgestellt wurde, sind etwa 1/4 der Untersuchungsflächen im GVZ Wuchsstandorte dieser Art. In ähnlichem Umfang wurden jedoch auch andere Arten mit Habitatmodell kartiert (z. B. *Solidago gigantea*), sodass die Datenmenge allein keine Begründung liefert.

Bei der Betrachtung der im Rahmen der flächenhaften Kartierung zusammengetragenen Standortinformationen fällt auf, dass diese Art in Ochtum **auch auf gepflasterten Flächen** vorkommt, während die Wuchsstandorte im GVZ bis auf einzelne Ausnahmen über grobes oder feines Substrat als Oberflächenmaterial verfügen. Als ausdauerndes Rhizomgras liebt *Poa compressa* sonnige und trockene Standorte (KLAPP AND BOBERFELD 1990), was sicherlich auf eine Vielzahl der weiträumig geflasterten und damit wenig beschatteten Flächen zutrifft. Grobes Substrat mit geringer Wasserspeicherkapazität kommt dem Anspruch trockener Standorte ebenfalls entgegen. GRAU ET AL. (1996) beschreiben Schuttplätze neben Wegesrändern als typischen Wuchsstandort und bei SUKOPP (1993) werden vorwiegend Industrie- und Zechenbrachen genannt. *Poa compressa* zeigt demnach hinsichtlich des Oberflächenmaterials **keine auffälligen Vorlieben**, was diesen Parameter als signifikante Variable ausschließt.

Als Pionier an Wegen (GRAU ET AL. 1996) und aufgrund der von ELLENBERG (1996) genannten **Resistenz gegen mechanische Störung** kann *Poa*

compressa wahrscheinlich auch Flächen besiedeln, die einer geringen oder auch höheren Störung unterliegen, was den Parameter *Grad der aktuellen Störung* in seiner Aussagekraft hinsichtlich einer Habitatspezialisierung schwächt.

Zwei der insgesamt am häufigsten modellierten Variablen können also für ein Habitatmodell von *Poa compressa* ausgeschlossen werden; möglicherweise wären Variablen wie Bodenfeuchtigkeit oder Grad der Beschattung (die der statistischen Auswertung nicht zur Verfügung standen) aussagekräftiger gewesen.

5.1.2 Interpretation für *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea* und *Tanacetum vulgare* (AG-II) °sm

Holcus lanatus

Für das von ELLENBERG (1996) als auch KLAPP (1990) als Grünlandgras benannte *Holcus lanatus* konnte ein Habitatmodell erstellt werden. Es zeigt deutliche Vorlieben des laut KLAPP (1990) „lästigen Allerweltsgrases“ für **Offenbodenbereiche mit feinem Oberflächenmaterial**, was auch mit den im Zuge der Kartierung festgestellten Beobachtungen übereinstimmt. Oberflächen aus Grus, Schotter oder gar Pflastersteinen werden gemieden. Als ausdauerndes, in Horsten oder Rasen wachsendes Gras mit kriechenden Rhizomen vermag *Holcus lanatus* keine Pflasterritzen zu nutzen und sucht sich als Konkurrenzstrategie **Standorte mit geringen Stressbedingungen**. Das Habitatmodell bestätigt diese Aussage; ein hoher Störungsgrad wirkt sich deutlich negativ auf das Vorkommen dieser Art aus.

Dass die **Dauer der Störung** (höchste Kategorie 6.0 entspricht 29 Jahre und länger) einen solch starken Einfluss auf das Vorkommen dieser Art hat, muss unter Vorbehalt betrachtet werden. Diese Variable hätte nicht unabhängig vom jeweiligen Störungsgrad mit in die statistische Berechnung einfließen dürfen. Wenn die Abb. 40 diese beiden Variablen auch vereint darstellt, so muss doch jede für sich allein interpretiert werden. Eine anhaltende Störung, gleich welchen Grades, senkt demnach das Vorkommen von *Holcus lanatus*; **wie ist das zu verstehen?** Dass diese störungsempfindliche Art bei einer anhaltenden, hohen Störungsintensität nicht bestehen kann, scheint logisch, doch bei einer geringen Störung über einen längeren Zeitraum? *Holcus lanatus* bevorzugt lückige Bereiche mit vollem Licht (KLAPP AND BOBERFELD 1990, ELLENBERG 1996); geht man von einem Sukzessionsverlauf bei andauernder geringer bzw. keiner Störung aus, so könnte die damit einhergehende Besiedlung der Fläche mit höherwüchsigen und konkurrenzstärkeren Arten *Holcus lanatus* möglicherweise verdrängen. Dennoch scheint diese Erklärung

fraglich, zumal SUKOPP (1993) *Holcus lanatus* als stete Art in Industrie- und Wohnbaubrachten beschreiben.

Medicago lupulina

Diese Art wurde im Untersuchungsgebiet GVZ auf etwa 1/4 aller Flächen festgestellt. Gemäß des Habitatmodells ist das Vorkommen von *Medicago lupulina* bei keiner bzw. einer geringen Störung vergleichbar hoch und **auch ein mittlerer Störungsgrad scheint für diese Art verträglich**. Mit (nur) 10 – 30 cm Wuchshöhe (AICHELE AND GOLTE- BECHTLE 1997) und einer Vorliebe für sonnige, trockene Plätze (AKERROYD 1999) vermutet man jedoch, dass eine Fläche ohne jegliche Störung kein dauerhafter Standort für *Medicago lupulina* sein kann. Eine Verdrängung durch höherwüchsige und konkurrenzstärkere Arten im Laufe der Sukzession scheint unausweichlich. Die univariate Abbildung der Variablen *Wuchshöhe der Krautschicht* (Abb. 36) zeigt jedoch, dass diese Art auch in hochwüchsigen Vegetationen (bis zu 180 cm) ein konstantes Vorkommensverhalten aufweist. Vorstellbar wären Pflasterflächen ohne Nutzung und Störung; hier verhindert das Oberflächenmaterial eine dichte und damit beschattende Vegetation. Der Mangel an Literaturdaten zu dieser Art lässt leider **keine befriedigende Erklärung** hinsichtlich dieser Diskussion zu.

Dass *Medicago lupulina* scheinbar Oberflächen der Alterskategorien 1 – 4 (d. h. neu entstandene bis zu 16 Jahre alte Oberflächen) bevorzugt, ist kein verlässliches Ergebnis der Modellierung! Im GVZ sind lediglich sechs von 191 Untersuchungsflächen älter als 16 Jahre; die entsprechenden Daten damit nicht bedingungslos aussagekräftig.

Solidago gigantea

Diese vor etwa 250 Jahren aus Nordamerika eingewanderte Art hat sich in Deutschland stark ausgebreitet (ELLENBERG 1996), was laut JAKOBS ET AL. (2004) vermutlich auf eine genetische Anpassung zurückzuführen ist. Tatsächlich ist *Solidago gigantea* auch in den beiden Untersuchungsgebieten **recht häufig vertreten**; in Ochtum auf etwa 1/3 - im GVZ auf etwa 1/4 der Untersuchungsflächen.

Das Habitatmodell lässt deutlich erkennen, dass die Pflege einer Fläche durch Einsaat und Mahd das Vorkommen dieser Art erheblich senkt. Im Gegenzug ist sie **häufiger auf verbuschten Flächen** (Verbuschungsgrad ca. 30 - 50 %) zu finden. Auch WENZEL (1995) sieht diese Pflanze als stete städtische Art späterer Sukzessionsphasen oder in Hochstaudenfluren (SUKOPP AND WITTIG 1993).

Als langlebiger Konkurrenzstrategie erreicht *Solidago gigantea* eine Höhe von bis zu 2,5 m, sichert sich seine Standorte durch weitreichende Rhizome (JAKOBS ET AL. 2004) und entwickelt trotzdem eine **auffällig große Samenzahl**. In eigenen Untersuchungen sind durchschnittlich 18000 Samen pro Pflanze gezählt worden. Die sehr niedrige Terminal Velocity (0,24 m/s) sorgt zusammen mit der beträchtlichen Ausbreitungshöhe für mitunter **erhebliche Samenflugweiten**. Laut TACKENBERG (2001) werden die Anteile fernausgebreiteter Diasporen generell unterschätzt. In Flugversuchen von Samen mit einer Terminal Velocity von 0,15 m/s, einer Ausbreitungshöhe von 1,5 m sowie einer mittleren Windgeschwindigkeit von (nur) 1,5 m/s hat er Ausbreitungsdistanzen von über 200 m beobachtet. Von großer Bedeutung für die Fernausbreitung sind vertikale Turbulenzen, insbesondere Aufwinde, so der Autor.

Die **Konnektivität von möglichen Wuchsstandorten** scheint demnach für diese Art nicht so wichtig zu sein; dennoch steigt das Vorkommen von *Solidago gigantea* mit zunehmendem Konnektivitätswert offensichtlich an. Die berechnete Wertespanne mittlerer Breite (im Vergleich zu den übrigen untersuchten Arten, vgl. Kap. 3.1.1) bedeutet aber, dass auch Untersuchungsflächen geringerer Konnektivität positiv besetzt sind.

Tanacetum vulgare

Zwar besteht das Habitatmodell dieser Art aus fünf Variablen, doch umfangreiche Aussagen lässt es trotzdem nicht zu. Betrachtet man die entsprechenden Abbildungen (Abb. 37, Abb. 38), so entsteht der Eindruck, dass die **Variablen scheinbar kaum Einfluss** auf das Vorkommen von *Tanacetum vulgare* haben. Einzig Standorte mit hohem Störungsgrad und gleichzeitig geringer Konnektivität weisen ein deutlich geringeres Vorkommen auf.

Als Konkurrenzstrategie meidet *Tanacetum vulgare* Stressfaktoren und sichert sich als langlebige, rhizomstarke Staude (WITTIG 2002) günstige Wuchsstandorte; dies können feuchte Böden (ELLENBERG 1996) ebenso wie trockenere, sandige Böden (SUKOPP AND WITTIG 1993) sein. Die **Konnektivität möglicher Standorte** hat für diese Art eine wahrscheinlich **größere Bedeutung als die übrigen Parameter**. Diese Bedeutung zeigt sich zum einen in der engen Wertespanne (vgl. 3.1.1) als auch in den vergleichsweise hohen Werten. Dafür spricht auch, dass *Tanacetum vulgare* zwar eine hohe Samenzahl (ca. 22000) produziert, diese jedoch **keine flugbefähigenden Anhänge** besitzen. Auch REBELE (1996) vermutet in erster Linie ausbreitungsbiologische Gründe bei einem Fehlen dieser konkurrenzstarken Art

in städtischen und industriellen Bereichen, wobei der Autor möglicherweise ausschließlich von Brachflächen spricht.

Untersuchungsflächen mit **hohem Alter der Oberfläche** bzw. des jeweiligen Oberflächenmaterials sind entsprechend des Modellierungsergebnisses für *Tanacetum vulgare* ungünstiger als jüngere Oberflächen. Diese Variable ist **kaum zu interpretieren**; letztlich steht dieses Ergebnis im Zusammenhang mit dem vergleichsweise seltenem Vorkommen dieser Art in Ochtum (auf ca. 20 % der Flächen), denn dort sind nahezu die Hälfte aller Flächen 29 Jahre und älter (vgl. Kap. 3.1). Insgesamt lässt sich das berechnete Modell für *Tanacetum vulgare* kaum interpretieren, was u. U. auf die Anzahl der Variablen (fünf) zurückzuführen ist.

5.1.3 Interpretation für *Matricaria maritima*, *Poa annua* und *Senecio vulgaris* (AG-III) °bf

Matricaria maritima

Als häufig beschriebene Art in Europa (Schauer and Caspari) kommt diese Art in Ochtum als auch im GVZ auf gut einem Viertel der untersuchten Flächen vor.

Im Zuge der Habitatmodellierung erwies sich **feines Oberflächenmaterial als bevorzugter Standortparameter** von *Matricaria*. Ebenso WITTIG (2002) beschreibt Flächen feinem Oberflächenmaterials als günstige Wuchsstandorte. Desweiteren seien eine geringe Trittbelastung mit einer geringen Verdichtung vorteilhaft (ebd.), was sich schließlich auch in dem negativen Regressionskoeffizienten des Grades der aktuellen Störung des Habitatmodells wiederfindet.

Als weiterer signifikanter Parameter tritt der Wert der *Konnektivität bei 50 m Distanz* in den Vordergrund: das Vorkommen von *Matricaria maritima* steht im **positiven Zusammenhang mit dem Wert der Konnektivität**. Aufgrund der vergleichsweise hohen Terminal Velocity von 2,33 m/s im Zusammenhang mit den günstigen Ausbreitungsmechanismen (Stichwort: Pappus) und der relativ hohen Samenproduktion (1452 Samen pro Pflanze) ist der positive Zusammenhang des Vorkommens bzgl. Flächen von 50 m Distanz nicht unbedingt zu erwarten gewesen. Vielmehr scheint eine Ausbreitung dieser Art unabhängig von der Distanz der Flächen zueinander oder zumindest von Flächen mit bis zu 500 m Distanz als nicht unmöglich.

Schließlich erwies sich die kritische Variable *Wuchshöhe der Krautschicht* (siehe Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl) als ausschlaggebender Standortparameter. So steigt das Vorkommen von *Maritima* mit **steigender Höhe der Krautschicht**. Als Pflanzenart mit einer mittleren Wuchshöhe von ca. 0,05 - 0,30 m, können wir ausschließen, dass die eigentlich unabhängige

Variable der Krautschichthöhe durch die Wuchshöhe von *Matricaria* direkt beeinflusst wird, und damit zur abhängigen Variable würde. Vielmehr scheint sich *Matricaria* als CR- Strategie, d.h. einerseits als konkurrenzstarke langlebige, und gleichzeitig als sich schnell ausbreitende Art, auch in hochwüchsigen Pflanzenbeständen durchzusetzen bzw. zu halten. Diese höherwüchsigen Unkrautfluren in den UG obliegen überwiegend keiner hohen Störungsintensität, so ist der positive Zusammenhang mit dem Vorkommen dieser Art auf eben diesen Flächen möglicherweise mit der von WITTIG (2002) beschriebenen Bevorzugung geringer Trittbelastung zu erklären.

Kein Modell für *Poa annua*

Poa annua, laut SUKOPP (1993) zu den häufigsten Vertretern in mitteleuropäischen Städten zählend und als „Allerweltsgras“ bezeichnet (KLAPP AND BOBERFELD 1990), ist auch in Ochtum und GVZ auf 58 bzw 27% der Flächen vertreten.

Als **häufiges und anspruchsloses** Gras (GRAU ET AL. 1996) lässt *Poa* als Ergebnis der Kartierung keine Spezialisierung auf bestimmte Standortparameter erkennen. Ebenso in der Habitatmodellierung erweist sich **kein Parameter als signifikant** bzgl. des Vorkommens dieser Art.

Poa annua erweist sich in vielerlei Hinsicht optimal angepaßt an die Situation der UG. Als R- Strategie investiert *Poa* die meisten Ressourcen in die generative Reproduktion. So ist das einjährige Rispengras trotz der annuellen Lebensdauer durch die ganzjährigen Blütezeit und die fortwährende Selbstaussaat praktisch ausdauernd (KLAPP AND BOBERFELD 1990). Zudem bieten verschiedenste Standorte wie z.B. Grünländer, **Pflasterritzen**, Gärten und Schutthalden (KLAPP AND BOBERFELD 1990) (SUKOPP AND WITTIG 1993) diesem anspruchslosen Gras Wuchsmöglichkeiten.

SUKOPP (1993) hebt die Toleranz von *Poa* gegenüber mechanischen Störungen hervor. Diese ergibt sich zum einen aus der großer Regenerationskraft (ebd.) und zudem durch den niederliegenden Wuchses (GRAU ET AL. 1996). Dadurch liegt die Pflanze unterhalb der direkten Störung durch Mahd oder Befahrung der Flächen. Dieses erweist sich besonders in unseren stark frequentiert genutzten UG als vorteilhaft.

Laut KLAPP (1990) meidet *Poa* lediglich tieferen Schatten, was durch die großflächige Bebauung mit zugleich großzügigen offenen Flächen, wie z.B. Verladehöfe im GVZ selten der Fall ist, sowie dürre, magere und stark saure Böden. Desweiteren wirkt sich eine schlechte Wasserversorgung negativ auf das Vorkommen dieser Art aus (GRAU ET AL. 1996). Da spezielle

Standortparameter diesbezüglich in den beiden UG nicht durchgeführt wurden, können wir keine positive oder negative Aussagen hierzu treffen

Durch eine hohe Samenproduktion (aus beiden UG eine durchschnittliche Samenzahl von 1900 Samen pro Pflanze) im Zusammenhang mit den verschiedensten Ausbreitungsformen durch Wind (Terminal Velocity von 2.53 m/s), Mensch sowie Tier und der zusätzlich vegetativen Ausbreitung ist *Poa annua* eine Art, die sich häufig als auch weiträumig ansiedeln kann.

Kein Modell für *Senecio vulgaris*

Senecio vulgaris gehört nach WITTIG (2002) zu den **häufigsten Pflanzenarten in Städten**. Dennoch kommt diese Art im Güterverkehrszentrum auf lediglich 5% der Flächen vor. In Ochtum erreicht *Senecio* zumindest ein Vorkommen auf einem Viertel der untersuchten Flächen

Die Kartierung als auch die Habitatmodellierung liefern **keine eindeutigen Ergebnisse** zu den Standortansprüchen dieser Art. Möglicherweise liegt dieses an dem relativ seltenem Vorkommen (betrachten wir beide UG zusammen, was in der Modellierung geschieht).

Als typischer Ruderalstrategie ist *Senecio vulgaris* als kurzlebige Art mit einer hohen Samenproduktion (in den UG 515 Samen pro Pflanze) im Zusammenhang mit ihren günstigen Ausbreitungsmechanismen durch Wind, Mensch und Tier eine geeignete Pionierpflanze für Standorte mit häufigen Störungen (Wenzel and Gerhardt 1995), was für das Vorkommen dieser Art auf den von uns untersuchten Flächen sprechen sollte. Ebenso FITTER ET AL. (2002) beschreiben *Senecio* als typische Art der Unkrautfluren, welche typischer Bestandteil der überwiegenden Flora in den UG sind. Bleibt die Frage, warum *Senecio vulgaris* dennoch ein relativ geringes Vorkommen in den UG in Bremen aufweist?

AKERROYD (1999) beschreibt *Senecio vulgaris* als „häufige Einjährige, auf Ödland, an Wegen, in Gärten und auf Feldern; [...] auf lockerem, nährstoffreichen Böden [...]“. Bezüglich des Nährstoffgehalts sollte *Senecio* geeignete Verhältnisse in den UG finden. Betrachten wir Ellenbergs Zeigerwerte, so ist *Senecio* als stickstoffliebende Art (Zeigerwert 8) in städtischen Bereichen mit ihren erhöhtem Stickstoffgehalten in Böden gut aufgehoben. Negativ könnte sich hingegen der hohe Anteil verdichteter Flächen (in beiden UG über 60% der Flächen mit hoher Verdichtung) auswirken, und möglicherweise das geringe Vorkommen in den UG erklären. Zudem senken erhöhte städtische Ozon Werte die Biomassenproduktion von *Senecio* (WITTIG 2002).

5.1.4 Interpretation für *Veronica arvensis* und *Erophila verna* (AG-IV) °sm

Veronica arvensis

Entsprechend der Ergebnisse der Habitatmodellierung zeigt *Veronica arvensis* deutliche Vorlieben für Standorte **geringer bis mittlerer Störungsgrade**, was als charakteristisches Verhalten von Ruderalstrategen gilt. Auch WITTIG (2002) schreibt diese Art den gestörten Flächen zu. Auffällig ist jedoch, dass **gepflasterte Oberflächen stark gemieden** werden (vgl. Abb. 43). Als kurzlebiges und kleinwüchsiges Kraut, welches u. a. Wege und Mauern zu besiedeln weiß (SCHAUER AND CASPARI 2001), erscheint dieses Ergebnis recht unerwartet. Welche Faktoren verdrängen *Veronica arvensis* von diesen Flächen? Möglicherweise werden die Samen von den gepflasterten Flächen abgeweht, mit dem Regenwasser abgewaschen oder aber die Pflasterritzen bieten keine günstigen Keimungsbedingungen; hierzu können an dieser Stelle nur Vermutungen aufgestellt werden.

Dass nahezu die Hälfte aller Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum mit Beton- oder Natursteinpflaster versiegelt sind, wäre in diesem Fall jedoch ein Erklärungsansatz dafür, dass *Veronica arvensis* trotz einer gewissen Störungstoleranz **auf vergleichsweise wenig Untersuchungsflächen** (ca. 15 %) im Gewerbegebiet Ochtum gefunden wurde. Zudem sprechen WITTIG (2002) und ELLENBERG (1996) von einer Pflanze sandiger Standorte; das angesammelte bzw. eingeschlammte Substrat in den Pflasterfugen ist u. U. zu fein und zu stark verdichtet. *Veronica arvensis* ist für die Samenausbreitung außerdem in erster Linie auf Regentropfen bzw. Regenwasser angewiesen (für einen Ruderalstrategen eher ungewöhnlich), was unter Umständen geringere Ausbreitungsdistanzen im Vergleich zur Windverbreitung gestattet.

Dass *Veronica arvensis* **mit zunehmender Störungsdauer häufiger auftritt**, muss sehr kritisch hinterfragt werden. Warum verträgt diese Pflanze eine geringe oder auch mittlere Störung über einen Zeitraum von z. B. 1-3 Jahren schlechter als eine gleichermaßen geringe oder mittlere Störung über einen Zeitraum von beispielsweise 16-29 Jahren? Eine **Spekulationen** hierzu wäre, dass sich diese Art, hat sie eine Fläche erst einmal besiedelt, an den jeweiligen Störungsgrad quasi gewöhnt und sich daraufhin dort vermehren kann; doch des Rätsels Lösung liegt sicherlich nicht darin begründet. Es ist wichtig, diejenigen Faktoren zu beachten, die mit dieser Variablen im Zusammenhang stehen. So bedeutet eine langfristig andauernde Störung bestimmten Grades gleichermaßen, dass beispielsweise das Oberflächenmaterial mindestens genauso lange nicht verändert wurde; der Standort an sich auch „älter“ wurde und sich damit rein rechnerisch die Zahl

der „Besiedlungsmöglichkeiten“ aufsummiert hat. Doch auch dies ist keine befriedigende Erklärung. Wesentlich aussagekräftiger wäre eine gemeinsame Verwendung dieser Variablen mit dem jeweils geltenden Störungsgrad gewesen; diese Problematik wurde unter Kap. 4.6 bereits aufgegriffen.

Erophila verna

Für diesen Frühblüher (SUKOPP AND WITTIG 1993) liefert das Habitatmodell eine regelrechte „Habitatnische“. So gibt es ein Vorkommen von *Erophila verna* auf Untersuchungsflächen mit groben Oberflächenmaterial, einer maximal mittleren Störung und gleichzeitig langer Störungsdauer. Als SR-Strategie kann diese konkurrenzschwache Art (ELLENBERG 1996) auf extremen Standorten wie den **trockenen und nährstoffarmen Grus- oder Schotteroberflächen** existieren; diese für viele Arten ungünstigen Bedingungen sichern *Erophila verna* den notwendigen Platz und die hohe Sonneneinstrahlung. Die kurze Entwicklungsphase dieses frühlingsanuellen Zwergkrautes (ebd.) steht möglicherweise mit der festgestellten Störungstoleranz in ursächlichem Zusammenhang, denn je enger die Zeitspanne der Entwicklung, desto geringer der Zeitrahmen für Störungsfälle.

Mit nur 3 – 15 cm Wuchshöhe (ROTHMALER 1995) produziert diese Pflanze **vergleichsweise viele Samen**. In eigenen Untersuchungen wurden rd. 600 Samen gezählt, die ausschließlich mit dem Wind verbreitet werden. Sie sind ausgesprochen klein und leicht (0,01 mg) und werden vermutlich über weite Strecken verweht. Warum ist diese Art dann lediglich auf 3 % der Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum festgestellt worden? Die Suche dieser unauffälligen und sehr kleinen Pflanze war im Vergleich zu den übrigen Arten außerordentlich schwierig und zeitraubend, sodass trotz aller Sorgfalt von einer **relativ hohen Fehlerquote** ausgegangen werden muss (dies sei an dieser Stelle nochmals angemerkt). Dessen ungeachtet liefert das Habitatmodell mit der signifikanten Variablen *Dauer der aktuellen Störung* einen Erklärungsansatz, denn ab einer Störungsdauer (ohne Änderung des Störungsgrades) von mindestens 6 – 16 Jahren (entspricht Kategorie 4) steigt das Vorkommen von *Erophila verna* steil und stetig an. Eine langjährige Störung gleichen Grades bedeutet darüberhinaus, dass sich das Oberflächenmaterial im fraglichen Zeitraum ebenfalls nicht verändert hat; daraus folgt, dass diese Art **ältere Standorte mit einer langjährig geringen bis mittleren Störungsintensität** bzw. ohne Störung deutlich bevorzugt. Vielleicht besitzen jüngere Standorte (noch) einen umfangreichen Diasporenvorrat und das konkurrenzschwache Hungerblümchen kann neben diesen Pflanzen nicht bestehen oder aber die Zersetzung des Oberflächenmaterials spielt eine Rolle.

5.1.5 Interpretation für *Rumex acetosella*, *Carex arenaria* und *Corynepherus canescens* (AG-V) °sm

Rumex acetosella

Aus der Abb. 42 geht der **positive Einfluss des feinen Oberflächenmaterials** (sandige bzw. sandig-grusige Oberfläche) auf das Vorkommen dieser Art hervor; auf groben oder gepflasterten Oberflächen ist diese Art praktisch nicht vertreten. Zur Erklärung kann hier lediglich eine Vermutung geäußert werden: Fraglich ist, ob die pH-Werte derjenigen Oberflächen, die aus Schotter, Bauschutt oder Pflasterstein bestehen, zu hoch sind, denn laut FITTER ET AL. (1995) bevorzugt *Rumex acetosella* saure, kalkfreie Böden.

Für das Habitatmodell dieser Art hat sich die *Konnektivität bei 500 m Distanz* als signifikante Variable erwiesen; so steigt das Vorkommen von *Rumex acetosella* mit Zunahme des Konnektivitätswertes. Wie ist das zu interpretieren? Die Samen dieser Pflanze erreichen eine vergleichsweise hohe Fallgeschwindigkeit (2,88 m/s) und können folglich (durch Windausbreitung) nur relativ geringe Strecken zurücklegen. Es ist demnach fraglich, ob der vorgegebene Radius von 500 m für diese Art sinnvolle **Ergebnisse bezüglich der Konnektivität** liefern kann. TACKENBERG (2001) hat in Flugversuchen von Samen wesentlich geringerer Fallgeschwindigkeit (0,15 m/s) Ausbreitungsdistanzen von etwas über 200 m beobachtet. Unbeachtet der zahlreichen Faktoren, die hierauf Einfluss haben, liegt die Vermutung nahe, dass ein *Rumex acetosella*- Same mit einer Fallgeschwindigkeit von 2,88 m/s sicherlich keine 500 m erreicht. Die Variable *Konnektivität bei 500 m Distanz* ist folglich **nicht aussagekräftig**. Als Folge dessen muss theoretisch das gesamte Modell unter Vorbehalt betrachtet werden; der Einfluss dieser Variablen auf das komplette Habitatmodell könnte nur durch eine neue Modellberechnung ausgeschaltet werden.

Carex arenaria

Das Habitatmodell dieser Pflanzenart erscheint auf den ersten Blick ein wenig ungewöhnlich; und doch gibt es bei genauer Betrachtung und **Vergleich mit den Hintergrunddaten** aus der flächenhaften Kartierung zumindest einen interessanten Erklärungsansatz wieder. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Art auf weniger als 10 % der Untersuchungsfläche im GVZ gefunden wurde; das Habitatmodell demnach möglicherweise unscharf.

Im GVZ existiert nur wenige Flächen, die im Entstehungsprozeß dieses Gebietes hinsichtlich ihres Oberflächenmaterials kaum beeinträchtigt wurden. Es handelt sich um die weitläufigen Areale im Südosten des GVZ. Diese fünf

Flächen bestehen seit mehr als 29 Jahren (Kategorie 6) aus sandigem Oberflächenmaterial und sind allesamt Fundorte dieser Pflanzenart. Da *Carex arenaria* insgesamt nur auf 14 Untersuchungsflächen gefunden wurde und diese zudem - bis auf eine Fläche - sandige Oberflächenmaterialien aufweisen, liegt die Vermutung nahe, dass *Carex arenaria* **alte, sandige Standorte bevorzugt**. Natürlich gilt diese Aussage nicht ohne Vorbehalt; das Habitatmodell liefert hierzu eine logische Einschränkung, denn die *Wuchshöhe der Krautschicht* ist die zweite signifikante Variable des Modells.

Das Vorkommen von *Carex arenaria* steigt mit zunehmender Wuchshöhe deutlich an und erreicht bei der maximalen Wuchshöhe von 170 cm die höchste Vorkommenswahrscheinlichkeit. Eine solche Höhe erreicht die Vegetationsdecke nur dann, wenn die jeweilige Fläche keiner oder nur einer geringen Nutzung unterliegt. Tatsächlich bestätigen die Daten aus der flächenhaften Kartierung diese Annahme, denn die Hälfte der Fundstandorte dieser Art weisen einen **Verbuschungsgrad zwischen 10 und 50 %** auf.

Diese Ergebnisse stimmen mit der geläufigen Charakterisierung dieser Art als CS-Strategie überein; das langlebige *Carex arenaria* besiedelt günstige, störungsarme Standorte. Die bevorzugten trockenen, nährstoffarmen (GRAU ET AL. 1996) und damit extremen Standortbedingungen findet diese Pflanze auf den hellsandigen Oberflächen, die allesamt vor unterschiedlich langer Zeit aufgeschüttet wurden.

Kein Modell für *Corynepherus canescens*

Obwohl diese Art auf 20 der insgesamt 191 Untersuchungsflächen im GVZ kartiert wurde und sämtliche Standorte ein feines Substrat als Oberflächenmaterial und gleichzeitig eine geringe oder keine Störung besitzen, konnte für *Corynepherus canescens* kein Habitatmodell berechnet werden.

Als CS-Strategie mit hohem Lichtanspruch besiedelt diese Art trockene und nährstoffarme Standorte (ELLENBERG 1996). Dies sind beispielsweise die bei REBELE (1996) genannten frischen Sandaufschüttungen oder Abgrabungen in Industriegebieten. Diese Literaturangaben bestätigen demnach die im Rahmen der flächenhaften Kartierung festgestellte Vorliebe von *Corynepherus canescens* für sandige Oberflächen.

5.1.6 Interpretation für *Saxifraga tridactylites*, *Leontodon autumnalis* und *Apera spica-venti* (ohne AG) °bf

Saxifraga tridactylites

Saxifraga tridactylites kommt lediglich auf 3,3 % der untersuchten Flächen in Ochtum vor (als Frühlüher ist diese Art nicht im GVZ kartiert worden).

Im Habitatmodell wird deutlich, dass sich eine **geringe aktuelle Störung positiv** auf das Vorkommen dieser Art auswirkt (die Ergebnisse der flächenhaften Kartierung unterstreichen dieses).

Weiterhin wird das Vorkommen durch eine **geringe Verdichtung des Oberbodens begünstigt**. Dieses könnte im Zusammenhang mit der Bevorzugung trockener Standorte von *Saxifraga* gesehen werden (Zeigerwert nach ELLENBERG (1996) = 2, entspricht Starktrocknis- und Trockniszeiger), wenn wir davon ausgehen, dass mit einer zunehmenden Verdichtung Staunässe der Flächen einhergeht. Da bodenkundliche Untersuchungen bzgl. Wasser- oder Nährstoffgehalt nicht durchgeführt wurden, kann diese Vermutung nicht durch erhobene Daten belegt werden, sie scheint uns in diesem Zusammenhang dennoch als haltbar.

Leider erwies sich die Variable des Oberflächenmaterials als nicht signifikant in dem Modell. Laut Literatur handelt es sich bei *Saxifraga* um einen typischen Bewohner aufgeschütteter Substrate wie Sand, Schuttasche, Grus oder Schotter (REBELE AND DETTMAR 1996). Lange Zeit in Nordwestdeutschland als Rote Liste Art geltend, die nur auf extrem trockenen felsigen Standorten vorkam, hat der Finger- Steinbrech auf **Bahnschotter einen idealen Sekundärlebensraum** gefunden und breitet sich inzwischen entlang von Bahnlinien stark aus (ebd.). Ebenso WITTIG (2002) beschreibt diese wärmeliebende und trockenheitsertagende Art als häufigen Bewohner zwischen Gleisflächen und Industriebrachen. Vor diesem Hintergrund und aufgrund der Tatsache dass wir in Ochtum ausgeprägte Schotterflächen entlang des ehemals genutzten Bahnnetzes und auch Abruchflächen groben Materials häufig vorfinden, konnte dieser Anspruch an das Oberflächenmaterial für geeignete Wuchsstandorte leider dennoch nicht durch die Habitatmodellierung verstärkt werden.

Schließlich erwies sich in der Modellierung der Wert der *Konnektivität bei 500 m Distanz* als ausschlaggebende Variable. So steigt das Vorkommen bei einem abnehmenden Wert der Konnektivität. Bleibt zu klären, welcher Anspruch an den Verbund von Flächen sich dahinter verbirgt? Möglich ist zum einen, dass *Saxifraga* nicht auf eine gute Konnektivität von Flächen im Umkreis von 500 m angewiesen ist, um sich auszubreiten. Als kleinwüchsige (0,02 - 0,18 m),

einjährige Art, die zusätzlich zur Selbstausstreu zwar auf Wind angewiesen ist, deren Samen aber über keinerlei Anhängsel verfügen, erscheint diese Erklärung im Zusammenhang mit dem geringen Vorkommen im UG äußerst zweifelhaft.

Vielmehr wäre eine enge Konnektivität von Flächen zu erwarten, damit sich dieser Frühblüher überhaupt ausbreiten kann. Im Hinblick dessen sollte diese Variable als Modellierungsergebnis ausgenommen werden, und ist womöglich nur aufgrund eines zu kleinen Datensatzes betreffend des Vorkommens von *Saxifraga* in das Modell mit eingeflossen.

Leontodon autumnalis

Der ausdauernde Herbstlöwenzahn zählt nach ELLENBERG (1996) zu den Arten der Grünländer, Ackerunkrautvegetation und des Flutrasens und kommt in Ochtum auf insgesamt 10 % der Flächen des UG vor.

Bezüglich der Oberflächenbeschaffenheit erwiesen sich **grobe** (Schotter/Grus, Kiesel, Mix, Grus) und **feine** (Sand/Grus, Sand) **Oberflächenmaterialien als vorteilhaft** für das Vorkommen dieser Art. Wagen wir, ohne eigenen erhobener Daten über den Wassergehalt der Oberflächenmaterialien, dennoch eine Aussage über die Feuchteverhältnisse, so scheint es durchaus als annehmbar bei groben Materialien eher von einem schnellen Wasserabfluss in tiefere Regionen auszugehen und damit verbunden eher trockeneren Oberflächen. Bzgl. der sandigen (feinen) Oberflächenmaterialien ist eine Aussage über den Feuchtegehalt ohne weiterer Angaben, z.B. zur Verdichtung allerdings nicht zu treffen. So bleibt ein direkter Vergleich mit Informationen aus der Literatur leider aus und nur zu nennen: nach AKEROYD (1999) kommt *Leontodon* häufig auf trockenen und feuchten Wiesen, Wegrändern und Ufern vor und verträgt durch Tritte verfestigte Böden. Ebenfalls WITTIG (2002) und der B U N D HALLE (www.bund-halle.de) weisen auf die Verträglichkeit der durch Tritt verfestigten Böden hin.

Schließlich ist die aus der Modellierung hervorgehende Bevorzugung einer eher **mittleren aktuellen Störung** der Flächen zu nennen. Diese ist möglicherweise damit zu erklären, das es sich beim *Leontodon* um eine Halblichtpflanze (Zeigerwerte nach ELLENBERG) handelt. Mit einer eher mittleren Wuchshöhe von 0,15 - 0,45 m wäre eine ungehindert fortschreitende Sukzession mit zunehmender Krautschichthöhe im Zusammenhang mit einer mehr und mehr geschlossenen Vegetationsdecke von Nachteil.

Letzlich erwies sich die Variable der **Konnektivität bei 50 m Distanz als signifikant**: so nimmt das Vorkommen mit steigendem Wert stetig an. Als mithilfe von Wind sich ausbreitende Art, begünstigt durch den für Asteraceen

typischen Pappus, mit einer verhältnismäßig hohen Samenproduktion von 456 Samen pro Pflanze und der zusätzlich vegetativen Ausbreitung, wäre eine „problemlose“ Verbreitung über weitere Distanzen (Konnektivität bei 500 m Distanz) durchaus zu erwarten gewesen. Grund für das eigentliche Ergebnis mit einer Konnektivität bei 50 m Distanz ist möglicherweise das verhältnismäßig seltene Vorkommen auf nur 10 % der gesamten Fläche.

Apera spica-venti

Laut WITTIG (2002) gehört *Apera spica-venti* zu den Getreide- Wildkräutern und wurde im UG GVZ auf insgesamt 12% der Flächen auskartiert.

Als geeignetes Oberflächensubstrat nennen ELLENBERG (1996) als auch GRAU ET AL. (1996) **sandig oder sandig-lehmige Böden**. Dieses spiegelt sich auch in der flächenhaften Kartierung wieder, zeigt aber leider keinen Einfluss in der Habitatmodellierung.

Hier erweist sich zum einen der Wert der **Konnektivität bei 500 m Distanz als signifikanter Parameter** mit positiven Regressionskoeffizienten. Dieses gute Ausbreitungsvermögen, lässt sich durchaus durch die gute Terminal Velocity von 0,97 m/s, die verhältnismäßig leichten Samen und der hohe Samenmenge (2730 pro Pflanze) von *Apera* erklären.

Bei der *Wuchshöhe der Krautschicht* handelt es sich um einen weiteren Standortparameter als Teil der Habitatmodellierung. So wirkt sich laut Modell eine zunehmende Krautschichthöhe positiv auf das Vorkommen von *Apera* aus. Betrachten wir sämtlich Wuchshöhen gehört *Apera* mit einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 0,3 - 1,0 m zu den eher hochwüchsigen Arten in unserem Untersuchungsgebiet. Daher sollte in diesem Fall die Wuchshöhe der Krautschicht als ausschlaggebender Standortparameter unter Vorbehalt gesehen werden (siehe Box 6: Methodischer Fehler bei Variablenwahl).

Letzlich bleibt das *Alter der Oberfläche*, welches im negativen Zusammenhag zum Vorkommen dieser Art steht, als Teil des Modells für *Apera* zu erklären, d.h. also, dass das Vorkommen von *Apera* mit steigendem Alter der Flächen sinkt. Eine Erläuterung könnte die Kurzlebigkeit dieses Grases sein, welches sich womöglich auf die Dauer gegen konkurrenzstarke langlebige Arten nicht durchsetzen bzw. beständig etablieren kann.

6 ZUSAMMENFASSUNG °SM

Gegenstand dieser Arbeit waren **vegetations- und standortökologische Untersuchungen** in zwei Bremer Industrie- bzw. Gewerbegebieten. Anhand der dort erhobenen Daten wurde eine Habitatmodellierung mittels logistischer Regression durchgeführt, dessen Ergebnisse als Orientierung für die vegetationsökologisch ausgerichtete Planung eines fiktiven Gewerbegebietes dienten. Die Schaffung potentieller Pflanzenlebensräume im Nutzungsraum des Menschen war ökologisches Ziel der Planungsaufgabe, welche in dem noch folgenden Kapitel 8 von beiden Autorinnen dieser Arbeit individuell bearbeitet wurde.

Während des Zeitraumes von April bis September 2003 haben in den o. g. Untersuchungsgebieten die **Geländearbeiten** stattgefunden. Als geographische Arbeitsgrundlage wurde eine Karte der insgesamt **350 festgestellten Untersuchungsflächen** entwickelt. Die Untersuchungsflächen nehmen innerhalb der weiträumigen Untersuchungsgebiete (zusammen ca. 440 Hektar) insgesamt 197 Hektar ein. Zu den Untersuchungsflächen zählen öffentliche und private Betriebs- und Verkehrsflächen (ohne asphaltierte Flächen) ebenso wie Brachen und Grünanlagen.

Die Abhängigkeit der dortigen Vegetation – vertreten durch ausgewählte Pflanzenarten - von den speziellen Standortfaktoren der beiden Untersuchungsgebiete stand im Mittelpunkt dieser Arbeit; die Habitatmodellierung durch logistische Regression berechnete hierzu Ergebnisse auf **Grundlage der von uns erhobenen Daten**.

Für die Auswahl der repräsentativen Pflanzenarten wurde zunächst der lokale Artenpool ermittelt: Im Rahmen von **101 Vegetationsaufnahmen**, die auch außerhalb der 350 festgelegten Untersuchungsflächen stattfanden, konnten 236 Pflanzenarten aufgelistet werden. Während im Untersuchungsgebiet Ochtum 179 dieser Arten gefunden wurden, lag die Artenzahl im Untersuchungsgebiet GVZ bei 164. Aus diesem Artenpool wurden **19 Pflanzenarten ausgewählt**. Einfluß auf die Wahl hatte einerseits das auffällige Verhalten der Arten hinsichtlich ihrer Wuchsorte (z.B. nahezu überall vertreten oder nur auf speziellen Standorten) und andererseits der Leitgedanke, ein- und mehrjährige Kräuter und Gräser zu untersuchen.

Auf **Grundlage einer Karte** der 350 Untersuchungsflächen wurden die ausgewählten 19 Pflanzenarten sowie 17 Standortparameter zur Charakterisierung der Untersuchungsflächen kartiert.

Aus zeittechnischen Gründen konnten die Frühblüher nur im Untersuchungsgebiet Ochtum kartiert werden. Die ausgewählten Arten traten

in sehr unterschiedlicher Verbreitung auf. Während *Conyza canadensis* und *Poa annua* beispielsweise auf durchschnittlich 42,6 % aller Untersuchungsflächen vorkamen, ist *Erophila verna* nur auf 5,6 % der Untersuchungsflächen in Ochtum festgestellt worden. Das **Vorkommen der ausgewählten Arten** wurde dahingehend festgehalten, dass einerseits die Häufigkeitsgrade *selten*, *zerstreut* und *häufig* verwendet wurden und andererseits ein regelmässig flächiges bzw. ausschliesslich randliches Vorkommen auf einer Untersuchungsfläche unterschieden wurde. In die Modellierung flossen sinnvollerweise ausschliesslich Untersuchungsflächen mit flächigem Vorkommen der betreffenden Art ein.

Zu den **erhobenen Standortparametern** zählten beispielsweise *Grad der aktuellen Störung*, *Art des Oberflächenmaterials* oder auch *Pflege durch Saat & Mahd*. Die Parameter sind mit den üblicherweise herangezogenen Parametern gängiger Habitatmodellierungen nicht zu vergleichen. Die Modellierungsergebnisse, die als Orientierung für die vegetationsökologisch ausgerichtete Planungsaufgabe dienten, erforderten eine Abweichung von diesen Standards. Viele der erhobenen Standortparameter waren somit **nicht objektiv zu messen**. So beispielsweise der *Grad der aktuellen Störung*; hierbei mussten Begehung, Beobachtung und Befragung möglichst sichere Aussagen liefern.

Nach Aufbereitung und Auswertung der im Gelände erfassten Daten konnten für 13 Pflanzenarten anhand des Statistik-Programms SAS **diskussionswürdige Habitatmodelle** erstellt werden. Die Modellbewertung erfolgte sowohl nach statistischen Kriterien als auch anhand einer ökologisch-inhaltlichen Plausibilitätsprüfung, d. h. durch einen Vergleich der Ergebnisse mit Angaben aus Fachliteratur. Aufgrund der ermittelten statistischen Gütemaße ergab sich ein differenziertes Bild für die Modelle hinsichtlich ihrer Anpassung an den zugrundeliegenden Datensatz.

Was die inhaltliche **Interpretierbarkeit der Modelle** betrifft, so haben zahlreiche Literaturangaben in den Aussagen der Modelle Bestätigung gefunden. Darüber hinaus lieferten die Modelle differenzierte Aussagen zu den Standortansprüchen, wie z. B. hinsichtlich der *aktuellen Störungsgrade* (keine, gering, mittel, hoch). Das Fehlen jeglicher Störung oder eine hohe Störung bedeutete häufig ein geringeres Vorkommen der Arten.

Die *Wuchshöhe der Krautschicht* als auch der Parameter *Oberflächenmaterial* waren vergleichsweise häufig in den Modellen enthalten. Letzter wurde für die Modellierung in drei dichotome Variablen entsprechend der Kategorien *fein*, *grob* und *dicht* gespalten. Dieser Parameter zeigte deutliche Ergebnisse: während eine Oberfläche aus Sand und/oder Grus (Kategorie *fein*), Schotter bzw. einer Mischung (Kategorie *grob*) stets ein erhöhtes Vorkommen nach sich

zog, wirkte sich eine gepflasterte Oberfläche (Kategorie *dicht*) negativ auf das Vorkommen aus.

Der artspezifisch berechnete Standortparameter *Konnektivität bei 50 m Distanz* fand ebenfalls häufig Eingang in die Modelle und trat ausschließlich im positiven Zusammenhang auf. Mit steigendem Konnektivitätswert - also einem steigenden räumlichen Verbund der Vorkommensflächen einer Art - stieg auch das Vorkommen dieser Art.

Für eine Reihe von Arten mit unterschiedlichen Standortansprüchen ließen sich Habitatmodelle erstellen. Für Pflanzenarten, die sehr stark in den Untersuchungsgebieten vertreten waren, konnten keine Modelle berechnet werden. Bezogen auf den begrenzten Untersuchungsraum kann dies dahingehend erklärt werden, dass die Standortansprüche dieser Arten zu unspezifisch waren.

Von dem Parameter *Konnektivität* wurde ein weiteres interessantes Interpretationspotential abgeleitet. Er lieferte Erklärungsansätze hinsichtlich der Frage, ob es sich bei den kartierten Artenvorkommen um **Einzel- oder Metapopulationen** handelte, was als Exkurs bearbeitet wurde. In diesem Zusammenhang wurden ausbreitungsökologische Pflanzenmerkmale untersucht und diskutiert.

Wie eingangs erklärt, sollten die Modellierungsergebnisse als Orientierung für die vegetationsökologisch ausgerichtete **Planung eines fiktiven Gewerbegebietes** dienen. Die Schaffung potentieller Pflanzenlebensräume im Nutzungsraum des Menschen war ökologisches Ziel dieser Planungsaufgabe. Damit sich die Gestaltung der Planung nicht an den Standortansprüchen einzelner Arten ausrichtete, wurden als Ergebnis der 101 Vegetationsaufnahmen und einer anschließenden vegetationskundlichen Tabellenarbeit fünf typische **Ökologische Artengemeinschaften** gebildet. Die ausgewählten 19 Pflanzenarten finden sich zum größten Teil in diesen Artengemeinschaften wieder, sodass die Modellierungsergebnisse im Planungsteil Anwendung finden können.

In dem folgenden Kapitel wird nun untersucht, ob die wissenschaftlichen Ergebnisse als Planungsvorgaben zur Schaffung potentieller Lebensräume formuliert werden können, womit dann der gemeinsame Teil der beiden Autorinnen dieser Arbeit endet. In Kapitel 8 werden die individuellen Planungsentwürfe dargestellt.

7 SIND DIE WISSENSCHAFTLICHEN ERGEBNISSE ALS PLANUNGSVORGABEN ZU FORMULIEREN? °SM

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Ergebnisse der Habitatmodellierung hinsichtlich ihres Interpretationsgehaltes diskutiert. Diese, auf wissenschaftlichem Wege erzielten Ergebnisse, sollen Grundlage für ökologisch orientierte Planungsvorgaben im Rahmen einer Objektplanung sein. Diese Planungsvorgaben sollen eine Anleitung zur Schaffung von sekundären Pflanzenlebensräumen durch Maßnahmen der Oberflächengestaltung sein.

Ein hohes Maß an Durchsichtigkeit sowie die Umsetzbarkeit dieser theoretischen Daten in praktische Anwendung sind hierfür von entscheidender Bedeutung. Ziel dieses Kapitels soll zunächst eine Klärung dessen sein, inwieweit die Interpretationen der Habitatmodellierung – und damit die festgestellten Ansprüche der Pflanzen an den Wuchsstandort – als Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume - formuliert werden können. Für möglichst gesicherte Angaben werden darüberhinaus die Schlußfolgerungen aus der gesamten Vegetationskundlichen Arbeit (pflanzensoziologische Tabellenarbeit, Kartierung, Steckbriefvergleich) hinzugezogen.

7.1 Artengemeinschaften als Planungsgerechte Einheiten °sm

Die festgestellten Artengemeinschaften stellen **Funktionelle Gruppen** in dem Sinne dar, dass sie aus „[...] Arten bestehen, die sich in Bezug zu Umweltfaktoren auf ähnliche Weise verhalten, weil ihre biologische Ausstattung ähnlich ist [...]“ (KUHN & KLEYER in AMLER ET AL. 1999). Darüberhinaus bieten sie die Möglichkeit „[...] die Vielfalt von Arten in Landschaften auf überschaubare Größen zu reduzieren“ (ebd.). Als überschaubare Größen machen wir uns demgemäß die Artengemeinschaften zu Nutze und deklarieren sie als **Planungsgerechte Einheiten**, die sich im Idealfall dadurch auszeichnen, dass die jeweiligen Arten gleiche Interpretationsergebnisse hinsichtlich ihres Habitatmodells aufweisen.

7.2 Eignung und Ansprüche an den Wuchsstandort als Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume °sm

Diese Interpretationsergebnisse aus der Habitatmodellierung, aber auch die Schlussfolgerungen aus der flächenhaften Kartierung, der pflanzensoziologischen Tabellenarbeit sowie den Gemeinsamkeiten, die sich bei einem Vergleich der artspezifischen Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte, Strategie, Samenzahlen etc.) darlegen, werden im Folgenden für jede Ökologische

Artengemeinschaft tabellarisch zusammengetragen und als richtungsweisend für die gesamte Artengemeinschaft definiert.

Da für manche Artengemeinschaften (z. B. AG I) nur ein oder zwei Habitatmodelle zur Verfügung stehen, leisten diese zusätzlichen Daten wertvolle Hilfestellungen für die Ausarbeitung der Planungsvorgaben. Literaturdaten, die im Rahmen der Ergebnisdiskussion Bestätigung fanden, werden ebenfalls hinzugezogen.

Artengemeinschaft der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration (AG I)

Betrachten wird nun die erste Artengemeinschaft, so müssen wir feststellen, dass von den drei Arten – *Conyza canadensis*, *Poa compressa*, *Arenaria serpyllifolia* - lediglich die Letztgenannte ein Habitatmodell vorzuweisen hat.

Tab. 34: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG I

Quelle	Eignung und Ansprüche an Standort
Pflanzensoziologische Tabellenarbeit	Keine auffälligen Standortkonzentrationen hinsichtlich Oberflächenmaterial oder Störung In sehr vielen Vegetationsaufnahmen present
Habitatmodellierung	Hohe Flächenkonnektivität nur artenspezifisch von Bedeutung Geringe bis mittlere Störungstoleranz
Kartierung	Keine offensichtlichen Vorlieben für bestimmte Oberflächenmaterialien Generell häufig im UG zu finden Auch auf gepflasterten Flächen vertreten
Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte etc.)	Meist gutes Ausbreitungsvermögen hinsichtlich Samenzahl und -gewicht Licht- bis Vollichtpflanzen

Artengemeinschaft der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten (AG II)

Die vier Vertreter dieser Artengemeinschaft – *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea*, *Tanacetum vulgare* - haben allesamt ein Habitatmodell vorzuweisen, was zur Konkretisierung der Planungsvorgaben beiträgt.

Tab. 35: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG II

Quelle	Eignung und Ansprüche an Standort
Pflanzensoziologische Tabellenarbeit	Mehrjährige Ruderal- und Grünlandarten Mäßig stickstoffliebend
Habitatmodellierung	Feines Oberflächenmaterial wird bevorzugt Bevorzugen mehrjährigen Brachen Vertragen/benötigen geringe Störungsintensität Vertragen keine Pflege durch Saat & Mahd
Kartierung	Auch auf verbuschten Flächen
Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte etc.)	Halblicht- bis Lichtpflanzen Mäßige Stickstoffansprüche Meist Konkurrenzstrategen

Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenter Reaktionszahl (AG III)

Von den drei Repräsentanten dieser Artengemeinschaft – *Matricaria maritima*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris* - konnte lediglich für die erstgenannte Art ein Habitatmodell berechnet werden.

Tab. 36: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG III

Quelle	Eignung und Ansprüche an Standort
Pflanzensoziologische Tabellenarbeit	Ruderal- und Trittpflanzen Gepflasterte Flächen werden von niederwüchsigen Arten nicht gemieden Hohe Toleranz gegenüber pH-Wert des Standorts Niederwüchsige Arten tolerieren auch mittlere Störungsintensität
Habitatmodellierung	Feines Oberflächenmaterial wirkt positiv Geringe Störung wirkt sich positiv aus Auch auf verdichteten Flächen
Kartierung	
Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte etc.)	Vorwiegend Ruderalstrategen Halblicht- bis Vollichtpflanzen

Poa annua steht innerhalb dieser Artengemeinschaft stellvertretend für die **Untergruppe der Niederwüchsigen, trittresistenten Arten** (vgl. Kap. 3.3 und Vegetationstabelle im Anhang). Auffälligstes Merkmal dieser Artengruppe ist, dass sie als einzige Pflanzenarten aufweist, welche definitiv gepflasterte Oberflächen (Bestenstein-/Natursteinpflaster) mit maximaler Nutzung nicht meiden. Zu diesen Pflanzenarten gehört, wie das bereits genannte *Poa annua* auch *Plantago major*, *Polygonum aviculare* und *Sagina procumbens*.

Artengemeinschaft der anuellen Arten trockener Standorte (AG IV)

Beide Vertreter dieser Artengemeinschaft, *Veronica arvensis* als auch *Erophila verna*, haben ein Habitatmodell vorzuweisen. Dieser Artengruppe wird weiterhin *Saxifraga tridactylites* zugeordnet, für die ebenfalls ein Habitatmodell vorliegt. Besagte Art konnte im Rahmen der Pflanzensoziologischen Tabellenarbeit durch eine zu geringe Stetigkeit (unter 5 % von 101 Vegetationsaufnahmen) in keine Artengemeinschaft integriert werden. Die Kartierung zeigt jedoch eine 75 %ige Übereinstimmung der Wuchsorte dieser Art mit denen von *Veronica arvensis* und *Erophila verna*.

Quelle	Eignung und Ansprüche an Standort
Pflanzensoziologische Tabellenarbeit	Vorwiegend anuelle Arten Trockene Standorte werden bevorzugt
Habitatmodellierung	Auf älteren Standorten mit geringer bis mittlerer Störung Nicht auf gepflasterte Flächen Grobes Oberflächenmaterial wirkt sich günstig aus
Kartierung	Insgesamt eher selten in den Untersuchungsgebieten
Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte etc.)	Halblicht- bis Lichtpflanzen Auf stickstoffarmen Standorten

Tab. 37: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG IV

Artengemeinschaft der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte (AG V)

Für den Letztgenannten der drei Repräsentanten dieser Artengemeinschaft – *Rumex acetosella*, *Carex arenaria*, *Corynepherus canescens* – steht kein Habitatmodell zur Verfügung.

Tab. 38: Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der AG V

Quelle	Eignung und Ansprüche an Standort
Pflanzensoziologische Tabellenarbeit	Mehrjährige Arten Auf sauren und nährstoffarmen Standorten
Habitatmodellierung	Nur auf feinem Oberflächenmaterial Auf verbuschten Flächen
Kartierung	Nur auf feinem Oberflächenmaterial Auf alten und verbuschten Standorten Ohne oder mit geringem Störungsgrad
Steckbriefe (Traits, Zeigerwerte etc.)	Auf sauren und nährstoffarmen Oberflächen Vorwiegend Konkurrenz-/Stresstoleranzstrategen

Leontodon autumnalis und *Apera spica-venti* konnten im Rahmen der Pflanzensoziologischen Tabellenarbeit aufgrund ihrer geringen Stetigkeit (6 bzw. 0 %) keiner Ökologischen Artengemeinschaft zugeordnet werden. Auch ein Vergleich der Ergebnisse aus der Flächenhaften Kartierung sowie der Habitatmodellierung erbrachte keine sinnvolle Zuordnungsmöglichkeit für diese beiden Arten.

Auf die Verwendung der Ergebnisse dieser beiden Arten als Aussagen für Eignung und Ansprüche an den Standort von Planungsgerechten Einheiten muss hier verzichtet werden.

7.3 Verwendung der mutmaßlichen Populationsgrößen als zusätzliche Planungsvorgaben? °sm

Der Standortparameter *Konnektivität bei 50 bzw. 500 m Distanz* wurde in den tabellarischen Zusammenfassungen der Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume der Artengemeinschaften kaum integriert. Dieser Parameter birgt jedoch ein interessantes Interpretationspotential hinsichtlich der Frage, ob es sich bei Artenvorkommen um Einzel- oder Metapopulationen handeln könnte. Innerhalb des Exkurses zur Metapopulationstheorie (Kap. 3.1.2) wurde diese Thematik aufgegriffen und Populationsgrenzen für die untersuchten Arten ermittelt.

Die Ökologischen Artengemeinschaften bzw. Planungsgerechten Einheiten setzen sich demnach aus Pflanzenarten zusammen, die teils in Einzel- teils in Metapopulationen existieren. Da Planungsvorgaben für potentielle Lebensräume nicht für einzelne Arten, sondern für eben diese Artengemeinschaften/Einheiten Gültigkeit haben sollen, ist eine Verwendung dieser artspezifischen Ergebnisse im Planungsteil kaum möglich. Die endgültige Handhabung bzw. Verwendungsmöglichkeit wird jedoch im Planungsteil besprochen.

PLANUNGSTEIL**8 EINFÜHRUNG IN DEN PLANERISCHEN TEIL**

Die Ergebnisse aus dem wissenschaftlichen Teil, bzgl. der Habitatansprüche einzelner Arten und der Artengemeinschaften, werden im Folgenden als Grundlage verwendet. Ziel ist die **Planung eines Gewerbegebietes** im Sinne eines integrativen Naturschutzes. Sie ist nicht als Bebauungsplan oder Grünordnungsplan zu verstehen, sondern vielmehr als von Richtlinien losgelöste Bauempfehlung. Grundgedanke dieser ist sowohl den Bedürfnissen eines „funktionellen Gewerbegebietes“ (aus Sicht des Menschen), als auch denen der von uns gebildeten Ökologischen Artengemeinschaften gerecht zu werden. So sollen Flächen für den Naturschutz und Flächen für Gewerbe- und Industrie nebeneinander und miteinander existieren.

Die Notwendigkeit dieser Kombination im Zusammenhang mit allgemeingültigen Wissen über das vielerseits wichtige „Grün“ in Städten wird in dem folgenden Auszug aus den Materialien zur Grünordnungsplanung des Ministeriums für ländlichen Raum, Landwirtschaft und Forsten (1987) des Landes Baden- Württemberg kurz und deutlich umrissen:

„Im Siedlungsbereich sollten alle Möglichkeiten genutzt werden, landschaftlich wertvolle Regulierungsfunktionen zu erhalten und zu fördern. Hierzu sind unversiegelte und möglichst vegetationsreiche Flächen notwendig, die eine Vielzahl von Wirkungsmechanismen besitzen, z.B. Abflussverzögerung, Erhöhung der Niederschlagsrate, bioklimatische Faktoren wie Staub- und Schadstofffilterung, Temperatenausgleich, Sauerstoffanreicherung, Schallabsorption, Sichtschutz, Sicherung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere, Aufwertung von Freizeit- und Erholungsnutzung, Verbesserung des Wohnumfeldes“ oder auch des Arbeitsumfeldes.

Diese äußerst wichtigen Auswirkungen von Vegetation in urbanen Räumen seien genannt, um den Leser noch einmal die Aktualität des Themas „integrierter Naturschutz“ vor Augen zu führen. Auf diese Punkte im Einzelnen planerisch einzugehen, ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich und auch nicht Ziel. Der nun folgende Planungsteil beinhaltet die Umsetzung der im wissenschaftlichen Teil herausgearbeiteten Schwerpunkte für die **Förderung der gebildeten Artengemeinschaften (AG) anhand eines neu entstehenden Gewerbegebietes**.

Dafür werden zunächst so genannte Funktionsräume definiert, in denen die Befriedigung der verschiedenen Ansprüche eines Gewerbe-/Industriegebietes, hinsichtlich der Artengemeinschaften und der Nutzung durch die arbeitenden

Menschen, im Vordergrund stehen. Diese setzen sich aus definierten „**Funktionen**“ und „**Räumen**“ (siehe ff.) zusammen.

Mit **Funktionen** ist die Nutzung der Flächen gemeint, wie Flächen, die für Verkehr oder Lagerflächen ausgewiesen sind. **Räumen** beschreiben stattdessen den Zustand bzw. die Beschaffenheit der Flächen im Bezug auf Oberflächenmaterial oder Störungsintensität beschrieben.

Zusätzlich zu der **Momentbezogenen Definition** der Funktionsräume, wie z.B. die Festlegung der Standortparameter Oberflächenmaterial und Störungsintensität, wird für ausgewählte Bereiche zusätzlich eine Entwicklung in der Zeit definiert (**Zeitbezogene Definition**). Damit soll der steten Weiterentwicklung (Sukzession) der Vegetation innerhalb der Planung Rechnung getragen werden.

8.1 Lage des Planungsgebietes

Das Planungsgebiet schließt sich direkt nördlich dem bestehenden UG GVZ an. Folgende Abbildung zeigt die jeweiligen Grenzen. Der Bereich des bereits bebauten und genutzten Teils des Güterverkehrszentrum in Niedervieland ist blau abgebildet, der zu beplanende rot (die Kartengrundlage der Abbildung ist die Topografische Karte 1:100 000 aus dem Jahr 2002, die abgebildete Bebauung entspricht nicht dem aktuellen Zustand).

Das Planungsgebiet umfasst eine Fläche von 151 ha.



Abb. 55: Lage des zu planenden Gebietes

8.2 „Funktionen“ eines Gewerbegebietes

Ein „funktionelles Gewerbegebiet“ soll in erster Linie den Ansprüchen des dort arbeitenden Menschen entsprechen. Damit sind auch die Menschen gemeint, die sich nur zeitweise im Planungsgebiet aufhalten, wie die Fahrer der Lastkraftwagen. Dabei geht es um Interessen wie kurze Wege, z.B. von Parkplatz zu Büro oder von der Autobahn zum Betriebshof, gute Fahrbahnen oder Bereiche für Erholung und Versorgung

Um diese verschiedenen Ansprüchen in die Planung zu integrieren werden folgenden **Funktionen** definiert:

1. Lagerflächen/Betriebsgelände hoch frequentiert- d.h. Flächen, die täglich einer starken und häufigen Nutzung unterliegen. Dieses betrifft den überwiegenden Teil des Planungsgebiets.
2. Lagerflächen/Betriebsgelände gering frequentiert- beispielsweise kann es sich hierbei um abgelegene Flächen auf dem Betriebsgelände handeln, die nicht so einfach zu befahren und nutzen sind.
3. Parkplätze hoch frequentiert- es handelt sich dabei um viel und häufig genutzte Parkplätze, z.B. für LKW oder auch Kundenverkehr.
4. Parkplätze gering frequentiert
5. Straßen häufig befahren - Hauptstraßen
6. Straßen wenig befahren - Nebenstraßen
7. Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- stark genutzt - es handelt sich um ein gut ausgebautes Schienennetz für den schnellen, sicheren und energiebewussten Transport von Gütern. Ziel ist den Straßenverkehr dadurch zu entlasten.
8. Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- wenig genutzt - die Abschnitte des Schienennetzes befinden sich überwiegend auf den einzelnen Betriebshöfen und werden als Nebengleise genutzt.
9. Erholung - Grünflächen, „Ruheräume“- im Zusammenhang mit kurzzeitigen Aufhalten der Lastkraftwagenfahrer im Planungsgebiet zum Be- und Entladen der Frachten, bietet dieser Bereich geringere Lärmbelastigung und durch Grünanlagen visuelle Entspannung. In diesen ausgewiesenen Bereichen für Vegetation ist eine direkte Nutzung z.T. vorgesehen.
10. Versorgung - Serviceeinrichtungen, Gebäude, Zuwege, Parken,...- für Lastkraftwagenfahrer mit kurzweiligen Aufhalten, und dort Angestellte ist dieser Bereich für die Befriedigung aller Bedürfnisse vorgesehen. So finden wir hier Kantinen, Sanitäreinrichtungen, Schlafmöglichkeiten als Gebäude oder Parkplätze und Fußwege, um

diese zu erreichen. Eine Besonderheit bietet die Mobilität ausgewählter Gebäude (siehe ff).

11. Bürogebäude und Lagerhallen
12. Fuß- und Radwege, Fahrradstand

8.3 Ökologischen Artengemeinschaften in entsprechenden „Räumen“

Da die Gebietsplanung sich nicht auf die einzelnen untersuchten Arten bezieht, sondern auf die gebildeten Ökologischen Artengemeinschaften, wurden in Kap. Artengemeinschaften als Planungsgerechte Einheiten (sm) planungsgerechten Einheiten definiert. Diese beinhalten charakteristische Habitatansprüche aus der Habitatmodellierung, der flächenhaften Kartierung, den zusammengetragenen artspezifischen Traits und der Literaturangaben.

Aufgrund der vielfältigen Habitatansprüche der Artengemeinschaften auf der einen Seite und der dafür notwendigen und im Rahmen dieser Arbeit nicht realisierbaren Detailplanung, wird das Hauptaugenmerk auf die Parameter gerichtet, die bei einer Gesamtplanung umzusetzen und klar zu definieren sind. Dabei handelt es sich um zwei wesentliche Parameter: das *Oberflächenmaterial (OFM)* und der *Grad der aktuellen Störung*. Zudem bieten die zusätzlichen Angaben, z.B. Zeigerwerte nach Ellenberg, weitere Information zu den Standortansprüchen der gebildeten AG und fließen zusätzlich direkt in die „Raum“- Definition ein.

Um die Kategorisierung der Standortparameter *Oberflächenmaterial* und *Grad der aktuellen Störung* (Kap. Auswahl der Standortparameter (bf)) in Erinnerung zu rufen, werden diese in Tabelle 2 und 3 noch einmal aufgeführt:

Tab. 40: Oberflächenmaterial (OFM)- Obergruppen

Obergruppe	OFM
OFM_GROB	Schotter/Grus, Kiesel, Mix, Grus
OFM_FEIN	Sand/Grus, Sand
OFM_DICHT	Natursteinpflaster, Pflaster

Tab. 41: Grad der aktuellen Störung

Störungsklasse	Kürzel	Beschreibung
hoch	3	durch Nutzung stark gestörte Bereiche, wie z.B. hoch frequentierte Parkplätze oder Rangier- und Lagerflächen
mittel	2	Bereiche mittlerer Störung, wie z.B. weniger gestörte Lagerflächen oder Zufahrten
gering	1	gering gestörte und beeinflusste Bereiche, wie z.B. abgelegene Lagerflächen oder Brachen die nur zeitweise als Lagerflächen oder zum Hundeausführen genutzt werden
keine	0	Bereiche ohne Störung

Im Folgenden werden die gebildeten ökologischen Artengemeinschaften für die Umsetzung in die Planung genannt und für sie günstige „Räume“ definiert. Diese entsprechen den Ansprüchen der Artengemeinschaften an Oberflächenmaterial und Störungsintensität. Ergeben sich aus den zusammengetragenen Traits zusätzliche interessante und vor allem umsetzbare Kriterien für geeignete Standorte, fließen diese extra in die Raum-Definition mit ein.

Folgenden „Räume“ wurden herausgestellt:

- A. AG I: Artengemeinschaft der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration mit Arten wie *Conyza canadensis*, *Poa compressa*, *Arenaria serpyllifolia*.

Laut der zusammengetragenen Informationen zu den Arten dieser Artengemeinschaft aus verschiedenen Literatur- Quellen werden keine Oberflächenmaterialien bevorzugt. So kann es sich bei diesem Raum um Flächen mit lediglich einem Oberflächenmaterial handeln, aber auch um Flächen wo die verschiedenen Materialien sich auf engstem Raum abwechseln oder gar vermischt sind. Das Vorkommen dieser AG ist dementsprechend vielmehr von der Störungsintensität abhängig. Laut den Ergebnissen aus der Habitatmodellierung bevorzugen diese Arten Flächen mit geringer bis mittlerer Störung.

A- Raumdefinition: Flächen mit sämtlichen OFM (OFM_dicht, OFM_grob, OFM_fein und geringer bis mittlerer Störungsintensität.

B. AG II: Artengemeinschaft der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten wie *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea*, *Tanacetum vulgare*.

Entsprechend der Analyse aus Kap.7.2 zu den Standortansprüchen dieser AG, erweist sich feines Oberflächenmaterial als vorteilhaft. Zudem handelt es sich bei den Arten dieser AG um mehrjährige Pflanzenarten. Dementsprechend sollten die Flächen für diese Arten mehrere Jahre brach liegen und nicht durch Mahd zerstört werden. Eine geringe Störung, z.B. Betreten durch Fußgänger oder gezieltes Verhindern der zunehmenden Verbuschung durch Entfernen von z.B. jungen Birken wirkt sich hingegen positiv aus. Als zusätzliche Gemeinsamkeit zeichnen sich diese Arten durch einen mäßigen Stickstoffanspruch aus. Dies sind dementsprechend z.B. Flächen, die sehr nahe an stark befahrenen Straßen liegen.

B- Raumdefinition: Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität, = mehrjährige Brache ohne Mahd, stickstoffhaltig.

C. AG III: Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenter Reaktionszahl mit Arten wie *Matricaria maritima*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris*.

Zur genauen Beschreibung geeigneter Flächen für diese Artengemeinschaft werden hier zwei Räume unterschieden: zum einen Flächen für die häufig krautigen Arten der Ruderalpflanzen mit Vertretern wie *Matricaria maritima* und *Senecio vulgaris* und zum anderen Flächen für Trittpflanzen wie *Poa annua* (stellvertretend für weitere Arten wie *Sagina procumbens* oder *Polygonum aviculare*). Flächen erster Gruppe zeichnen sich durch feines OFM aus im Zusammenhang mit einer geringen Störung. Die zweite Gruppe, die der kleinwüchsigen Trittpflanzenarten, gedeihen zudem auch auf gepflasterten Flächen mit mittleren Störungsintensitäten. Aufgrund ihres niederen Wuchses werden sie schließlich, z.B. durch Befahren der Fläche, nicht zerstreut. Ihnen gilt D- Raumdefinition 2.

C- Raumdefinition 1: offene Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität

D- Raumdefinition 2: Pflasterflächen und geringer Störungsintensität

- E. AG IV: Artengemeinschaft der anuellen Arten trockener Standorte wie *Veronica arvensis*, *Erophila verna* oder *Saxifraga tridactylites*.

Die überwiegend anuellen Arten dieser Artgemeinschaft bevorzugen grobe Oberflächenmaterialien. Durch das geringe Wasserhaltevermögen dieser Substrate handelt es sich oft um trockene Standorte, welche von Arten wie *Saxifraga tridactylitis* oder *Erophila verna* bevorzugt werden. Bezüglich der Störungsintensität handelt es sich überwiegend um Flächen mit geringer bis mittlerer Störung.

E- Raumdefinition: Flächen mit grobem OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität.

- F. AG V: Artengemeinschaft der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte wie *Rumex acetosella*, *Carex arenaria*, *Corynepherus canescens*.

Die mehrjährigen Arten dieser Artgemeinschaft sind, wie auch die der AG II, auf Brachen angewiesen, d.h. Flächen die einen längeren Zeitraum ungestört bleiben oder höchstens einer geringen Störung, z.B. durch betreten unterliegen. Allerdings ist, wie bereits erwähnt, eine gewisse Störung schließlich auch notwendig, um eine zunehmende Verbuschung und damit einhergehende mögliche Extinktion der Arten zu verhindern. Weiterhin lässt sich aufgrund der Zeigerwerte eine Bevorzugung eher saurer bzw. nährstoffarmer Verhältnisse erkennen. Diese Nährstoffarmut auf Flächen feinen Oberflächenmaterials ist durch Auswaschung der Nährstoffe in tiefere Bodenregionen zu erklären. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine geringe Verdichtung des Substrats.

F- Raumdefinition: Flächen mit feinem OFM und keiner bis geringer Störungsintensität, = mehrjährige Brache ohne Mahd, saurer oder nährstoffarm

8.4 Zusätzliche Räume

Zusätzlich zu den Räumen, die an die ökologischen Artengemeinschaften gebunden sind, ergeben sich weitere Raumdefinitionen. Diese sind gebietspezifisch und losgelöst von den gebildeten AGs aus dem wissenschaftlichen Teil dieser Arbeit. Sie ergeben sich durch die Planung, wie z.B. Gebäude als Raum für Vegetation.

Folgende Räume wurden extra herausgestellt:

G- Raumdefinition: Flächen mit groben OFM und hoher Störungsintensität ohne Vegetation

Dieser Raum beschreibt die intensiv genutzten Bereiche des Schienennetzes für den Transport der verschiedenen Güter innerhalb des Planungsgebietes. Aufgrund der Behandlung durch Herbizide sind hier allerdings kaum Pflanzen zu erwarten.

H- Raumdefinition: Asphalt ohne Vegetation

Dieser Raum steht für viel befahrene öffentliche Straßen.

I- Raumdefinition: Gebäude mit Vegetation

Dieser Raum umfasst **alle** Gebäude im Planungsgebiet u.z. mit Dach- und Fassadenbegrünung. Dabei sind lediglich Flachdächer gemeint, z.B. von Bürogebäuden, Lagerhallen oder Serviceeinrichtungen. Auf die vielseitigen Vorteile dieser Bepflanzungen, wie günstige klimatische Auswirkungen, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr sollen Hinweise zur Artenzusammensetzung gegeben werden.

So gedeihen nach Krupka 1985 (aus Materialien zur Grünordnungsplanung Teil 1, 1987) z.B. folgende Pflanzen in extensiver **Dachbegrünung:**

- *Sedum album*, *Poa compressa*, *Arenaria serpyllifolia*, *Hieracium pilosella*, *Potentilla verna*, *Sanguisorba minor*, *Crysanthemum leucanthemum*, *Achillea millefolium* oder *Prunella vulgaris*.

Zur Pflege von Dachbegrünung wird auf den notwendigen jährlichen Rauswurf von Junghölzern, überwiegend von *Betula pendula*, hingewiesen.

Geeignete Arten für **Fassadengrün** sind laut Krupka (ebd.) *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Hedera helix* oder verschiedene Weinsorten.

J- Raumdefinition: Pflasterflächen mit hoher Störungsintensität ohne Vegetation

Obwohl Pflastersteine erwiesener Maßen verschiedenen Pflanzenarten geeignete Wuchsstandorte liefern, ist dieser Raum aufgrund zu starker Störung vegetationsfrei.

K- Raumdefinition:

Bei diesem Raum handelt es sich um Hecken säume mit Arten wie *Rosa canina*, *Crateagus laevigata*, *C. monogyna*, *Prunus pinosa*, *Sambucus nigra*, *Salix cinerea*, *Sorbus aucuparia*, *Fagus sylvatica* und *Pinus sylvestris*.

9 WIE LASSEN SICH FUNKTIONEN UND RÄUME KOMBINIEREN?

Nach der Definition von Funktionen und Räumen, die in die Planung des fiktiven Gewerbegebietes einfließen, bleibt die Frage, inwieweit diese zu kombinieren sind. In der folgenden Abbildung werden beide gegenüber gestellt, und zu **FUNKTIONSRÄUMEN** kombiniert. Im Anschluss daran folgen genauere Erläuterungen zu den gebildeten Einheiten.

FUNKTION	FUNKTIONsRAUM	RAUM
1 Lagerflächen/Betriebsgelände hoch frequentiert	1 - J 1 - G	A Flächen mit sämtlichen OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität AG I Artengemeinschaft der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration : <i>Coryza canadensis</i> , <i>Poa compressa</i> , <i>Arenaria serpyllifolia</i>
2 Lagerflächen/Betriebsgelände gering frequentiert	2 - E 2 - D 2 - A	B Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität, = mehrjährige Brache, stickstoffhaltig AG II : Artengemeinschaft der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten : <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago gigantea</i> , <i>Tanacetum vulgare</i>
3 Parkplätze hoch frequentiert	3 - J 3 - G	C Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität AG III Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenter Reaktionszahl : <i>Matricaria maritima</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Senecio vulgaris</i>
4 Parkplätze gering frequentiert	4 - A	D Plasterflächen und geringe Störungsintensität AG III Artengemeinschaft der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenter Reaktionszahl : Poa annua
5 Strassen häufig befahren - Hauptverkehrsstrassen -	5 - H	E Flächen mit grobem OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität AG IV Artengemeinschaft der anuellen Arten trockener Standorte: <i>Veronica arvensis</i> , <i>Erophila verna</i> , <i>Saxifraga tridactylitis</i>
6 Strassen wenig befahren - Zufahrtsstrassen -	6 - D	F Flächen mit feinem OFM und keiner bis geringer Störungsintensität, = mehrjährige Brache, sauer o. nährstoffarm AG V Artengemeinschaft der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte: <i>Rumex acetosella</i> , <i>Carex arenaria</i> , <i>Corynephorus canescens</i>
7 Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- stark genutzt -	7 - G	G Flächen mit groben OFM und hoher Störungsintensität ohne Vegetation
8 Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- wenig genutzt -	8 - E	H Asphalt ohne Vegetation
9 Erholung – Grünflächen, Ruheräume	9 - A 9 - B 9 - C 9 - D	I Gebäude mit Vegetation
10 Versorgung – Serviceeinrichtungen, Gebäude, Zuwege, Parken	9 - F 9 - E 9 - K	J Pflasterflächen mit hoher Störungsintensität - ohne Vegetation
11 Bürogebäude und Lagerhallen	10 - F 10 - K 10 - C 10 - A	K Hecke für Schallschutz: <i>Rosa canina</i> , <i>Crateagus laevigata</i> , <i>C. monogyna</i> , <i>Prunus pinosa</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix cinerea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Pinus sylvestris</i>
12 Fuß- und Radwege, Fahrradstand	10 - E 10 - I 10 - J 10 - D	
	11 - I	
	12 - D 12 - E	

Abb. 56: verschiedene Funktionen und Räume und entsprechende FUNKTIONsrÄUME

Aus der Kombination der herausgestellten Funktionen des Planungsgebietes und der Räume ergeben sich folgende **FUNKTIONSRÄUME**:

1: Lagerflächen/Betriebsgelände hoch frequentiert

1 - G

Diese Bereiche sind stark gestörte Lagerflächen bzw. Betriebsgelände auf grobem Oberflächenmaterial wie Schotter. Die Entwicklung einer Vegetationsdecke ist auf diesen Flächen aufgrund der hohen Störungsintensität unmöglich.

Folgendes Bild aus dem UG GVZ einer Container- Lagerfläche soll beispielhaft diese Art von FUNKTIONSRÄUMEN darstellen:



Das Foto zeigt eine stark genutzte Fläche im GVZ. Durch ständiges Befahren der Zwischenräume durch extrem große Gabelstapler, der Be- und Umladung von Containern haben Pflanzen keine Chance diesen Bereich zu besiedeln. Pflastersteine und ein Mix aus Grus und Schotter wechseln sich auf dieser Fläche ab.

1 - J

Dieser FUNKTIONSRaum beschreibt auch wie der vorangehende hochfrequentierte Lagerflächen und Betriebsgelände. Der Unterschied liegt im Oberflächenmaterial. So bedecken hier Pflastersteine den Boden. Obwohl die Pflastersteine potentiellen Lebensraum für Pflanzen wie z.B. *Poa annua* bieten, ist hier die Störung so gravierend, dass kein Bewuchs der Flächen möglich ist.

2: Lagerflächen/Betriebsgelände gering frequentiert

2 - A

Dieser Funktionsraum beschreibt Lagerflächen oder Teile von Betriebshöfen mit sämtlichen OFM, die einer geringen bis mittleren Störung unterliegen. Folgendes Bild aus dem UG OCHTUM zeigt beispielhaft besagten Bereich.

Es handelt sich dabei um eine Fläche, die für die Lagerung von schädlichen Bodenmaterialien ehemaliger Betriebsgelände verwendet wird. In unregelmäßigen Abständen wird weiteres Material hinzugefügt oder

abgeräumt. Ähnlich frequentierte Flächen, lediglich mit anderen Materialien, wie z.B. Sanden sind möglich. Diese unregelmäßige und geringe Störung ist unabdingbar für diesen FUNKTIONSRaum.

2 - D

Dieser Raum obliegt einer geringen Störungsintensität und das Oberflächenmaterial besteht aus Pflastersteinen. Dabei kann es sich um Natursteinpflaster oder Betonsteinpflaster handeln.

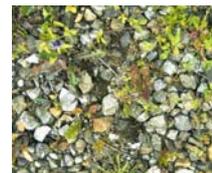
Allerdings wird auf die Bevorzugung von Natursteinpflaster aufgrund der größeren Fugenbreite und der damit verbundenen begünstigten Ansiedlung von Pflanzen ausdrücklich hingewiesen. Genutzt werden



diese Flächen als Lagerflächen oder als Teil von Betriebsgeländen, die keiner häufigen Nutzung unterliegen.

2 - E

Dieser Funktionsraum unterliegt einer geringen bis mittleren Störung und besteht aus grobem Oberflächenmaterial, wie Bahnschotter. Diese Flächen werden in erster Linie als Lagerflächen genutzt. Das Foto zeigt Bahnschotter des ehemaligen genutzten Schienennetzes im UG OCHTUM.



3: Parkplätze hoch frequentiert

3 - J

Bei diesen gepflasterten Flächen handelt es sich um hoch frequentierte Parkplätze. Aufgrund des intensiven Befahrens können sich Pflanzen nicht ansiedeln. Bezüglich der Art der Bepflasterung ist festzuhalten, dass es sich bei ausgewiesenen Parkplätzen im Planungsgebiet ausschließlich um Natursteinpflaster handelt.

3 - G

Grobes Oberflächenmaterial bildet die Grundlage für diese hoch frequentierten Parkplätze. Aufgrund der starken Störung ist wiederum eine Besiedlung durch Pflanzen nicht möglich.

4: Parkplätze gering frequentiert

4 - A

In Bezug auf das Oberflächenmaterial dieser gering frequentierten Parkplätze sind alle Möglichkeiten offen. So können für diesen FUNKTIONSRaum sowohl

Pflastersteine, als auch feines oder grobes Substrat die Oberfläche bedecken. Eine Mischung aus verschiedenen Materialien ist ebenfalls denkbar. Da es sich um gering frequentierte Parkplätze handelt, sollten allerdings feine Materialien mit zusätzlich geringer Verdichtung vermieden werden, um ein „Festfahren“ der Fahrzeuge zu vermeiden.

5: Straßen häufig befahren - Hauptverkehrsstraßen -

5 - H

Diese durch häufiges Befahren stark beanspruchten Straßen bestehen aus Asphalt. sie durchziehen das gesamte Planungsgebiet und unterliegen ständiger Störung. ein Bewuchs von Pflanzen ist unmöglich.

6: Straßen wenig befahren - Zufahrtsstraßen -

6 - D



Im Gegensatz zu den vorherigen, handelt es bei diesem Funktionsraum um gering befahrene Straßen, wie z.B. Zufahrtstraßen zu den einzelnen Betriebsgeländen und Parkplätzen oder kleinere Nebenstraßen. Das Oberflächenmaterial besteht aus Pflastersteinen. Arten wie *Poa annua* finden in auf diesen Flächen geeigneten Lebensraum.

7: Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- stark genutzt -

7 - A

Die Bereiche des Schienennetzes, welche aus Bahnschottern bestehen und einer starken Nutzung unterliegen, bleiben besonders durch den Einsatz von Herbiziden vegetationsfrei. Dieses Schienennetz soll das gesamte Planungsgebiet durchziehen und den Straßenverkehr entlasten.

8: Flächen des Nahverkehrs - Schienennetz- wenig genutzt

8- E

Auf den Schotteroberflächen der wenig genutzten Abschnitte des Schienennetzes finden Annuelle trockener Standorte wie *Veronica arvensis* oder *Saxifraga tridactylitis* geeignete Wuchsstandorte. Weniger genutzte Schienenabschnitte sind auf den einzelnen Betriebsgeländen zu erwarten, zum Beispiel bei eingestellten Vertriebs durch Wirtschaftsflaute oder zeitweise



Leerstehen des Betriebshofes aufgrund Mieterwechsels. Folgendes Bild stammt aus dem UG OCHTUM und zeigt ein ehemals genutzten Bahnabschnitt.

9: Erholung – Grünflächen, Ruheräume

9 - A

Eine geringe bis mittlere Störung ist ausschlaggebend für diesen FUNKTIONSRaum. Es handelt sich um häufig aufzufindende Arten in Gewerbegebieten, die anscheinend kein besonderes Oberflächenmaterial bevorzugen. Da es sich eher um niedrigwüchsigeren Arten handelt, ist eine Störung besonders wichtig, um ein Durchsetzen hochwüchsigerer Arten zu verhindern. Diese Arten scheinen überall ihren Platz zu finden und benötigen zudem nicht zwangsläufig große Areale. So sind z.B. Bereiche wo Sitzbänke oder Tischtennistische aufgestellt sind, geeignete Orte dieses FUNKTIONSRaumes. Weiterhin können Spazierwege oder auch Parkplätze in Bereichen der Erholung für diesen Raum ausgewiesen werden.

9 - B

Feines Substrat bildet das Oberflächenmaterial dieses FUNKTIONSRaumes. Da es sich um mehrjährig ungestörte Areale handelt, können sich krautige Arten wie *Solidago gigantea* etablieren. Mit der Funktion „Erholung – Grünflächen, Ruheräume“ kann es sich um nutzbare Flächen, d.h. Flächen, die zum Betreten gedacht sind, als auch um Flächen, die der visuellen Erholung dienen, wie z.B. Straßenbegleitgrün (siehe Bild), handeln. Im Hinblick auf die Stickstofftoleranz der Arten, die diese planungsrelevante Einheit ausmachen, ist letzteres besonders zu empfehlen.



Weiterer Aspekt sind die mehrjährigen Brachen direkt in Bereichen, die für Erholung ausgewiesen sind. Dabei kann es sich um Wiesen handeln, durch die Fußwege zum Spazierengehen führen oder um randliches Begleitgrün von Plätzen, Parkplätzen oder Terrassenflächen im ausgewiesenen Bereich für Erholung.



Abb. 57: Skizze von Park und Terrasse im Funktionsraum Erholung

9 - C

Im Gegensatz zu den beiden vorherigen FUNKTIONSRÄUMEN spielt der Nährstoffgehalt bei diesen Flächen keine gravierende Rolle. Das Oberflächenmaterial dieses überwiegend von Kräutern dominierten Raumes ist wiederum feines Substrat. Eine regelmäßige Störung ist ebenfalls notwendig. Ein Betreten dieser Flächen beispielsweise zum Spaziergehen der im Gebiet arbeitenden Menschen oder Hundausführen von „Gästen“ in dem Planungsraum ist wünschenswert. Denkbar ist diese Art von FUNKTIONSRaum als Fußwege- Begleitgrün oder als Grün in „unbrauchbaren“ Zwischenräumen auf Betriebsgeländen. Dieses fördert wiederum das Wohlbefinden der Menschen, die sich dort aufhalten.



9 - D

Das Oberflächenmaterial dieses Funktionsraumes ist Natursteinpflaster. Er bietet beispielsweise Platz für Terrassen mit Sitzbänken oder Stühlen im ausgewiesenen Bereich Erholung (siehe auch Abb. 57: Skizze von Park und Terrasse im Funktionsraum Erholung).

9 - E

Diese, mit grobem Substrat bedeckten Flächen, die einer geringen bis mittleren Störung unterliegen sind ebenso Standort für Flächen der Erholung. Es kann sich dabei z.B. um Terrassen handeln auf denen Sitzbänke stehen oder auch um Standorte für Vegetation, die der Auflockerung des Gebietes und damit der visuellen Entspannung dienen.

9 - F

Bei diesem Funktionsraum handelt es sich um Flächen feinen Substrats, die mehrjährig brach liegen. Wichtig ist zudem der Nährstoffgehalt: so handelt es sich bei diesem Funktionsraum um saure oder nährstoffarme Flächen. Um ein schnelles Auswaschen von Nährstoffen zu ermöglichen, sollte das Oberflächenmaterial nicht stark verdichtet sein. Eine regelmäßige Störung ist allerdings notwendig, um die Dominanz hochwüchsiger Stauden und einsetzende Verbuschung zu verhindern. Beispielhaft ist das folgende Bild einer mehrjährigen Brachfläche im UG GVZ.

Aufgrund der geringen Verdichtung sind diese Flächen nicht zum Betreten geeignet. Die Erholungsfunktion liegt daher in der visuellen Entspannung. So eignet sich dieser FUNKTIONSRaum beispielsweise um optisch zwischen Bereichen für Nutzung und Erholung zu unterscheiden oder auch um Flächen innerhalb der Erholungsbereiche aufzulockern. Zusätzlich könnten diese Räume ungenutzte Flächen zwischen angrenzenden Lagerhallen ausfüllen und damit dem dort arbeitenden Menschen visuelle Vielfalt und Abwechslung bieten.



9 - K

Dieser FUNKTIONSRaum steht für die schallschutz- Hecken in Bereichen der Erholung.

10: Versorgung – Serviceeinrichtungen, Gebäude, Zuwege, Parken

10 - A

Gemäß der Beschreibung dieses FUNKTIONSRaumes in Kap. 0 FUNKTIONSRaum 9 - A treten die entsprechenden Arten häufig und vielerorts auf. Im Bereich Versorgung sind mögliche Standorte: Vorplätze der Serviceeinrichtungen wie Restaurant oder Sanitärhäuser, dafür ausgewiesene Parkplätze oder auch verbindende Gehwege.

10 - C

Wie auch in Kap.0 FUNKTIONSRaum 9 - C handelt es sich um einen Raum blühender Kräuter wie *Matricaria maritima*, die auf geringe und regelmäßige Störungen angewiesen sind. Durch das feine Oberflächenmaterial sind diese Flächen nicht unbedingt zum Betreten gedacht. Im Bereich Versorgung könnten schließlich geeignete Standorte dieses Raumes beispielsweise

linienförmige Strukturen entlang der Parkplätze, Rangierflächen oder auch Gebäude sein.

10 - E

Das OFM dieses FUNKTIONSRÄUMES ist grobes Substrat, zusammen mit einer geringen bis mittleren Störungsintensität. Vorstellbare Nutzung dieses Raumes entsprechend der Ansprüche für Versorgungseinrichtungen könnten Lagerflächen für Abfallcontainer oder Wasserbehältern sein. Des Weiteren könnten mobile Sanitäreinrichtungen auf diesem Grund stehen.

Darüber hinaus kann dieser Raum für Ansprüche der Gastronomie genutzt werden, wie z.B. Terrassen im Freien mit Tischen.

10 - F

Dieser Funktionsraum als Teilbereich der Versorgungs- Flächen besteht aus feinem Oberflächenmaterial und obliegt keiner bis geringer Störung. Aufgrund können sich Pflanzen dauerhaft etablieren. Eine visuell entspannende Wirkung begleitet diesen FUNKTIONSRÄUM.

10 - I

Gebäude bilden die Grundlage dieses FUNKTIONSRÄUMES. Durch die positive Wirkung bepflanzter Gebäude, d.h. Dach- als auch Fassadenbegrünung, als Abwechslung für das Auge des Betrachters und des zusätzlichem ökologischen Nutzens für das lokale Klima (siehe kap.8.4) werden sämtliche Gebäude für die Versorgung, z.B. Kantine, Sanitär- oder Schlafräume entsprechend bepflanz.

Für die spätere Umsetzung in die Planung sei an dieser Stelle bereits darauf hingewiesen, dass lediglich Gebäude für Versorgung ausgewiesen werden. Ob es sich dabei um Restaurant-, Schlaf- oder Sanitärräume handelt wird nicht genauer erläutert.

10 - J

Auch im Bereich Versorgung sind stark gestörte und genutzte Flächen zu erwarten. So dürften die Zufahrten, Park- und Rangierflächen durch Lieferanten oder Besucher dieser Einrichtungen hoch frequentiert sein. Dennoch sollen grundsätzlich diese Bereiche gepflastert und nicht asphaltiert sein. Ein Bewuchs durch Pflanzen ist zwar durch die starke Störung nicht zu erwarten, dennoch ist eine gepflasterte Oberfläche bzgl. Oberflächenabfluss von Regenwasser grundsätzlich einer Asphaltfläche vorzuziehen.

10 - K

Hierbei handelt es sich um Schallschutz- Hecken in ausgewiesenen Versorgungs- Bereichen.

11: Bürogebäude und Lagerhallen

11 - I

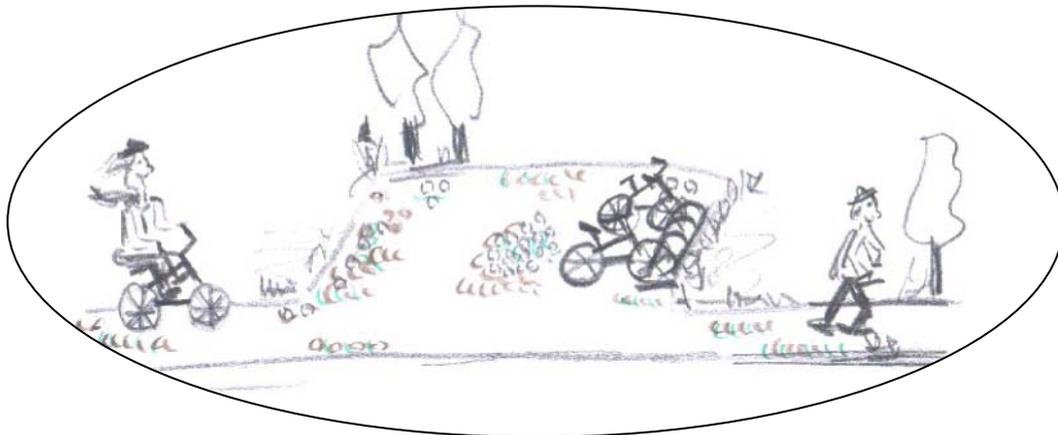
Sämtliche Gebäude, Bürogebäude sowie Lagerhallen des Planungsgebietes werden mit Dach- und Fassadenbegrünung bepflanzt.

12: Fuß- und Radwege, Fahrradstand

12 - D

Für diesen Funktionsraum, d.h. Fuß- und Radwege oder auch Fahrradstände ist wiederum Pflaster aus Naturstein das Oberflächenmaterial. Aufgrund der geringen Störung ist dieser Raum geeigneter Standort für kleinwüchsige, trittresistente Arten wie *Poa annua* oder *Sagina procumbens*.

Abb. 58: Skizze Fuß- und Radwege und Fahrradstand

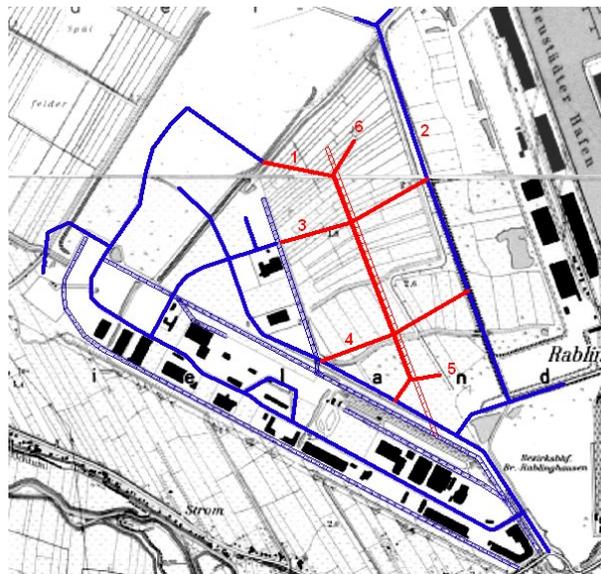


MOMENTBEZOGENE PLANUNG

Nachdem nun die FUNKTIONSRÄUME des Planungsgebietes festgelegt und definiert sind, stellt sich die Frage der Aufteilung dieser im Raum. Für die Beantwortung dieser, werde ich im Folgenden eine Abfolge von Plänen darstellen, so genannte. Planfolgen. Schritt für Schritt nimmt somit das Planungsgebiet seine detaillierte Struktur an.

9.1 Planfolge 1: Schienen- und Straßennetz

In der nun folgenden Abbildung ist das bisher bestehende Schienen- und Straßennetz in **Blau** dargestellt, das des Planungsgebietes in **Rot**. Dabei sind Schienen jeweils durch gestrichelte Linien gekennzeichnet und Strassen durch durchgezogene.



Planfolge 1: bestehendes und geplantes Schienen- und Straßennetz

Für das Planungsgebiet wird lediglich ein neues Gleis gelegt. Dieses zweigt im Süd- Osten vom bestehenden Schienennetz ab und verläuft Richtung Norden. Direkt daneben (westlich) verläuft eine der neuen Hauptverkehrsstraßen des Planungsgebietes.

Diese Straße (Planstraße Nr.1) ist die süd-östliche Verlängerung einer bestehenden Sackgasse des UG GVZ, welche sich an der nördlichen Grenze des Untersuchungsgebietes befindet. Die Planstraße 1 führt schließlich Richtung Süden und schließt wieder an eine Hauptverkehrsstraße des UG GVZ an. Dadurch wird die Nord- Süd Durchquerung des Planungsgebietes ermöglicht. Zum selben Zweck dient auch die bereits bestehende Straße am östlichen Rand des Planungsgebietes (Planstraße Nr.2).

Um ein Befahren von Westen nach Osten zu ermöglichen, wird zum einen eine bereits existierende Sackgasse des UG GVZ verlängert und zwar bis sie auf die östlich verlaufende Planstraße Nr.2 trifft (Planstraße 3). Zusätzlich wird eine weitere Straße zu dieser parallel laufend etwas weiter südlich angelegt (Planstraße 4).

Durch die geplanten vier Hauptverkehrsstraßen ist das gesamte Planungsgebiet erschlossen und alle Bereiche gut zu erreichen. Schließlich ist auch das neue Gleis ausreichend, um den Straßenverkehr zu entlasten. Es durchquert mittig das Planungsgebiet und liegt östlich der Planstraße Nr.1. Damit wird der gesamte östliche Bereich des Gebietes an das Schienennetz angeschlossen. Die Anbindung der von der Planstraße Nr.1 westlich gelegenen Betriebe an das Schienennetz, ist durch das bereits vorhanden Gleis am Rande des UG GVZ gegeben.

Die Planstrassen 5 und 6 bilden Verlängerung der Hauptachse, und vervollständigen die gesamte Erschließung des Gebietes.

9.2 Planfolge 2: verschieden Bereiche im Planungsgebiet

Im nun folgenden Planungsschritt wird das Gebiet in verschiedene Bereiche eingeteilt. Diese lauten wie folgt:

- **stille Bereiche** für die Erholung der arbeitenden Menschen und Besucher. In diesen soll etwas Ruhe bzgl. Verkehr und Lärmbelastung im Gegensatz zum übrigen stark bewegten Plangebiet herrschen
- **laute Bereiche**, welche eben diese übrigen bewegten Bereiche im Plangebiet beschreiben. Damit sind die Hauptverkehrsstraßen und Betriebsgelände gemeint
- **grüne Bereiche**, als vom Menschen ungenutzte Flächen, die als reine Standorte für Vegetation zu verstehen sind.

Neben diesen Bereichen beinhaltet der folgende Plan zusätzlich in ihnen stattfindende **Bewegungen**, wie täglicher Verkehr im Gebiet.

„Bewegungen“ im Planungsgebiet



Planfolge 2: "Bewegungen" im Planungsgebiet

Der überwiegende Teil des Planungsgebiets ist erwartungsgemäß den **lauten Bereichen** zugeordnet. Diese beinhalten zudem viele und schnelle Bewegungen entsprechend der starken Nutzung dieser Bereiche durch den Menschen. Innerhalb dieser Flächen repräsentieren die kleinen **grünen Bereiche** in Form der kleinen Punkte, ausgewiesene Standorte, die ausschließlich bzw. in erster Linie als Wuchsorte für Vegetation dienen. Inwieweit diese vom Menschen zu Nutzen sind, klärt sich im Folgenden in der Definition der FUNKTIONSRÄUME.

Die **stillen Bereiche** nord-westlich und süd-östlich im Planungsgebiet sind als stille Bereiche deklariert. Die orange farbigen, nicht so stark gedrängten Linien stehen für langsamere und weniger Bewegungen. Am Rande zum bereits bestehenden UG GVZ gelegen, dienen sie den arbeitenden Menschen in beiden Gebieten als ausgewiesenen Raum zur Erholung und Versorgung. Auch in diesen stillen Bereichen sind spezielle Flächen für Vegetation ausgewiesen.

9.3 Planfolge 3: Verteilung der verschiedenen „Funktionen“

Nachdem stille, laute und grüne Bereiche im Gebiet verteilt wurden, stellt sich nun die Frage, wie die Verteilung der Funktionen aussieht.

Da der überwiegende Teil des zu planenden Gewerbegebietes aus einzelnen Betriebshöfen besteht, werden nun erst einmal die Funktionen zusammengefasst, die für jeden einzelnen Betriebshof von Bedeutung sind:

- wichtigste Funktion ist genügend Platz für Lagerung und Rangieren von Gütern (= siehe Abb.: Abb. 56: verschiedene Funktionen und Räume und entsprechende FUNKTIONSRÄUME Funktion 1 und 2) zur Verfügung zu haben,
- des Weiteren sind Lagerhallen und Bürogebäude von Bedeutung (Funktion 11),
- diese müssen an ausreichend Parkflächen angebunden sein, welche gleichzeitig wiederum eine gute Anbindung an das Straßennetz des Gebietes benötigen (Funktion 3, 4 und 12),
- auf dem gesamten Betriebshof sollte Raum für Erholung i.S. von visueller Entspannung und Abwechslung durch Bewuchs von Pflanzen gegeben sein. Dieses ist in linienförmigen Begleitstrukturen der Park- oder Lagerflächen vorstellbar (Funktion 9),
- schließlich soll jeder Betriebshof an dem bestehenden Schienennetz angebunden sein, um den Lastkraftwagenverkehr auf den Straßen zu entlasten (Funktion 7 und 8).

Mit diesen benötigten Funktionen für jeden einzelnen Betriebshof, ergibt sich folgende Verteilung der Funktionen im gesamten Planungsgebiet:

"Funktionen" im Planungsgebiet



- | | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Bürogebäude | Lagerfläche hoch | Versorgung-Grünfläche |
| Erholung-Grünfläche | Lagerhalle | Versorgung-mobiles Gebäude |
| Erholung-Terrasse | Nebenstrasse | Versorgung-Sanitär |
| Fuss- und Radwege, R-Stand | Parkplatz gering | Versorgung-Terrasse |
| Hauptstrasse | Parkplatz hoch | Versorgung-Parkplatz hoch |
| Lagerfläche gering | Schienennetz gering | Versorgung-Parkplatz gering |
| | Schienennetz hoch | |
| | Versorgung | |

Planfolge 3: Verteilung der Funktionen im Planungsgebiet

In dieser Planfolge 3 ist die Verteilung der verschiedenen Funktionen gut zu erkennen.

Insgesamt sind 11 Betriebshöfe im Planungsgebiet untergebracht (siehe pinke Nummerierung) Flächenanteil nehmen dabei die Lagerflächen/Betriebsgelände (blau) ein, neben den Bürogebäuden und Lagerhallen (braun) sowie Parkplätzen (rot). Des Weiteren sind grüne Bereiche ausgewiesen, welche Grünflächen im direkten Nutzungsraum beschreiben. Die beiden gelben Bereiche stehen für Versorgung im Gebiet. Damit sind Gebäude z.B. für Sanitäreinrichtungen oder Kantinen (orange) gemeint, aber auch Grünflächen die der visuellen Erholung dienen. Zudem beinhalten sie großräumige Parkplätze, die als Übernachtungsmöglichkeiten der durchreisenden Lastkraftwagenfahrer und ihrer Fahrzeuge gedacht sind.

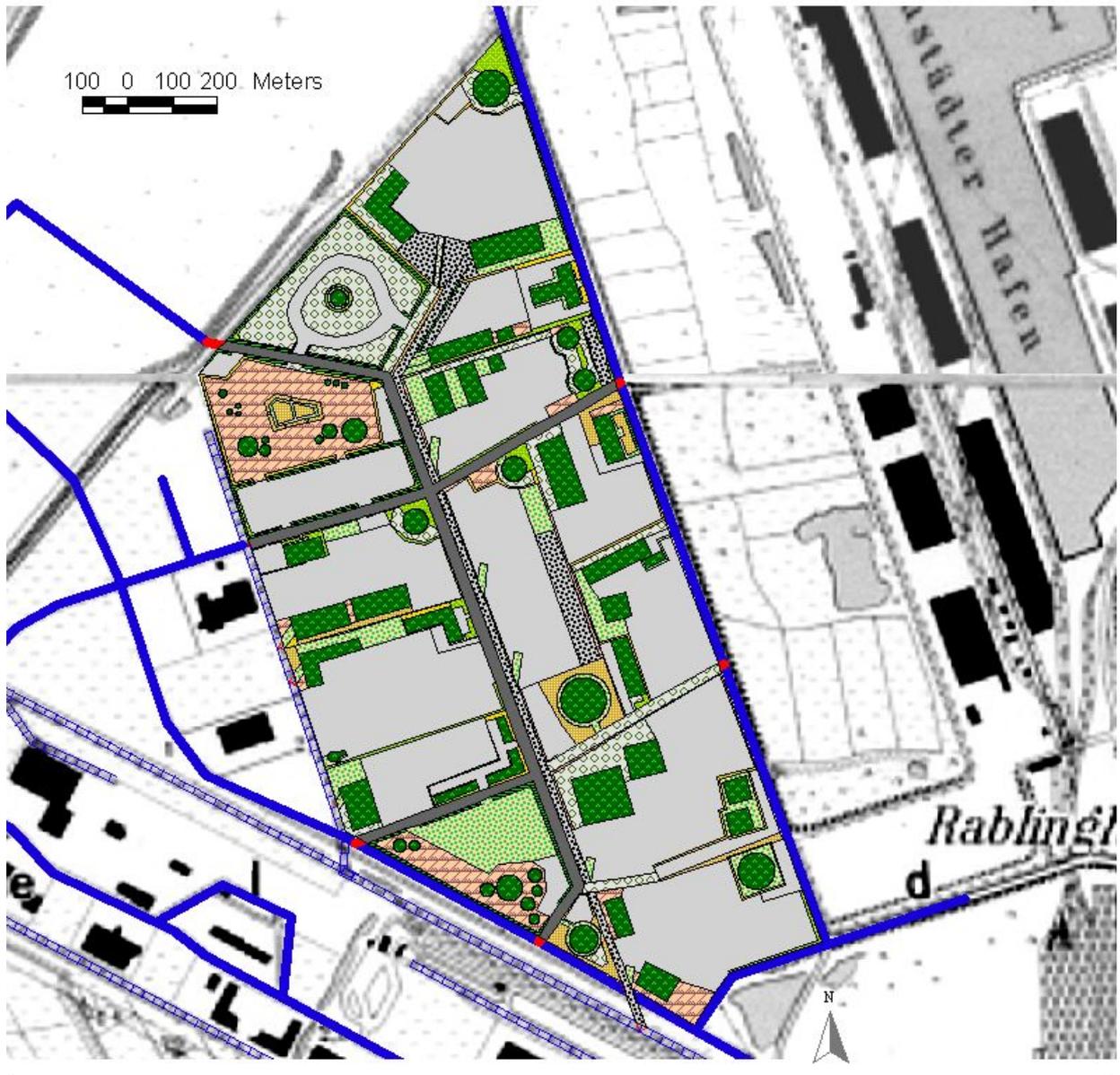
Im dreieckigen Abschnitt im Süden des Plangebietes zwischen Hauptverkehrsstraßen und Schienennetz befindet sich ein Info-Center für das gesamte Gebiet, d.h. bestehendes UG GVZ und Plangebiet mit Parkanlage und Parkplatz. Dieses Center soll den Lastkraftwagenfahrern auf Durchreise, sowie den im Gebiet arbeitenden Menschen, für alle Fragen, wie z.B. „welcher Betrieb befindet sich wo?“, „gibt es bauliche Veränderungen im Gebiet?“ oder Zollangelegenheiten usw. Informationen liefern.

9.4 Planfolge 4: Verteilung der einzelnen „Räume“

Die einzelnen definierten Räume wurden schließlich in der nun folgenden Planfolge auf das gesamte Gebiet umgesetzt. Dabei wurde entsprechend der Funktion der geeignete Raum ausgewählt. So wurden z.B. stark genutzte Lagerflächen/Betriebsgeländen entsprechend Pflasterflächen mit einer hohen Störungsintensität zugeordnet, oder Grünflächen in Bereichen für Erholung ein feines Oberflächenmaterial mit geringer Störungsintensität.

Folgendes Bild ergibt sich für das Plangebiet:

"Räume" im Planungsgebiet



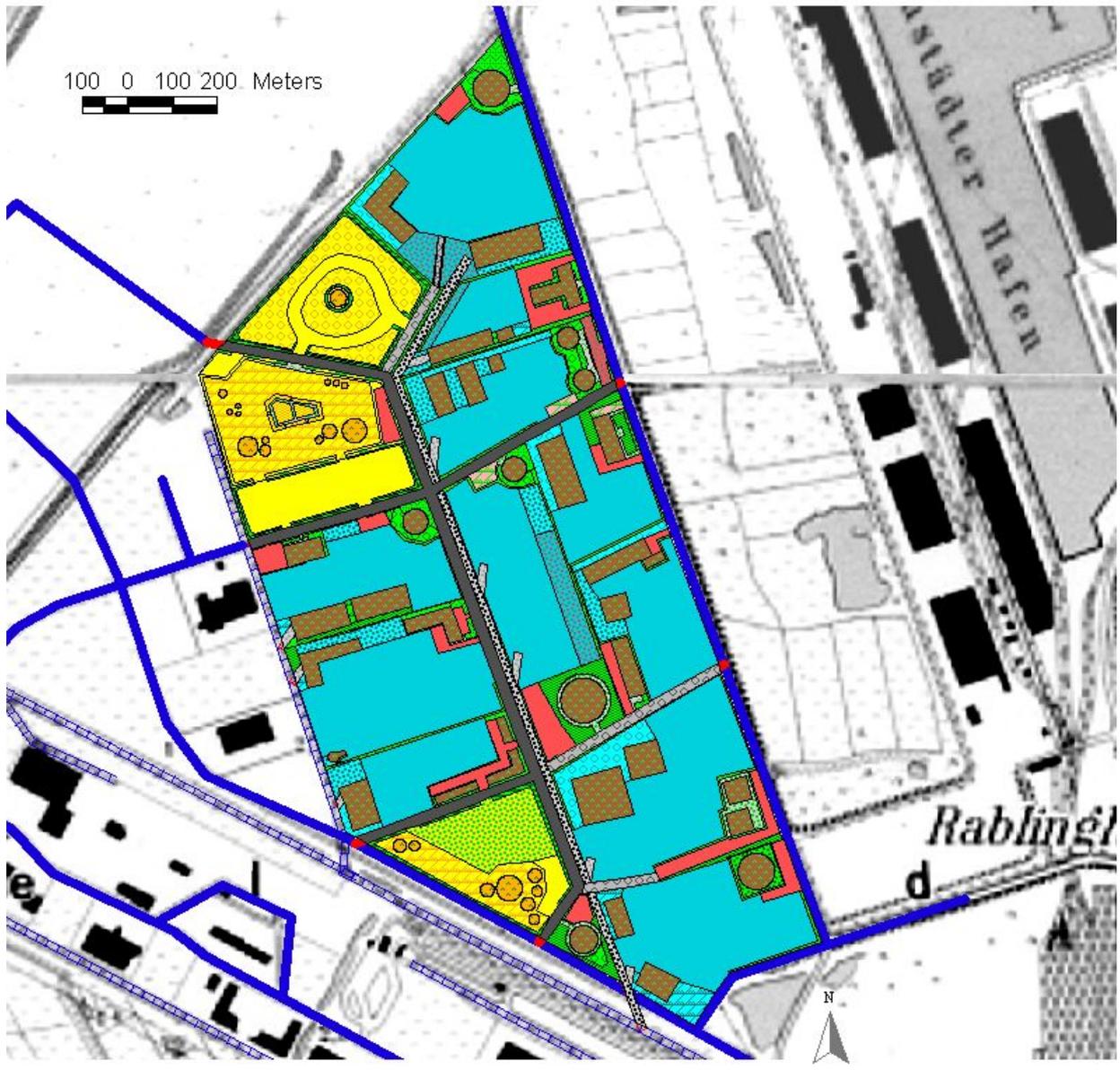
- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Asphalt |  | CFM fein,geringe Störung |
|  | Gebäude mit Vegetation |  | CFM fein,kein-gering Störung, Brache,sauer,nährstoffarm-arm |
|  | Hecke für Schallschutz |  | CFM grob,gering-mittlere Stör |
|  | CFM alle,gering-mittlere Störung |  | CFM grob,hohe Störung |
|  | CFM fein, geringe Störung, Brache, stickstoffhaltig |  | Pflaster u. geringe Störung |
| | |  | Pflaster u. hohe Störung |

Planfolge 4: : Verteilung der einzelnen Räume

9.5 Planfolge 5: Verteilung der „FUNKTIONSRÄUME“

Aus der Zuordnung von Funktionen zu geeigneten Räumen ergeben sich, wie bereits in Kap. 9 bearbeitet FUNKTIONSRÄUME. Insgesamt ergaben 30 verschiedene. Um sich die FUNKTIONSRaum- Definition gleichzeitig vor Augen zu halten, ist im hinteren Umschlag dieser Arbeit eine verkleinerte Kopie der Abb. 56: verschiedene Funktionen und Räume und entsprechende FUNKTIONSRÄUME) Folgendes Bild ergibt sich bei der Visualisierung:

"FUNKTIONSRÄUME" im Planungsgebiet



	1 - G		10 - I		2 - E		9 - A
	1 - J		10 - J		3 - G		9 - B
	10 - A		10 - K		3 - J		9 - C
	10 - C		11 - I		4 - A		9 - D
	10 - D		12 - D		5 - H		9 - E
	10 - E		12 - E		6 - D		9 - F
	10 - F		2 - A		7 - G		9 - K
			2 - D		8 - E		

Planfolge 5: FUNKTIONSRÄUME im Planungsgebiet

9.6 Planfolge 6: Artengemeinschaften im Planungsgebiet

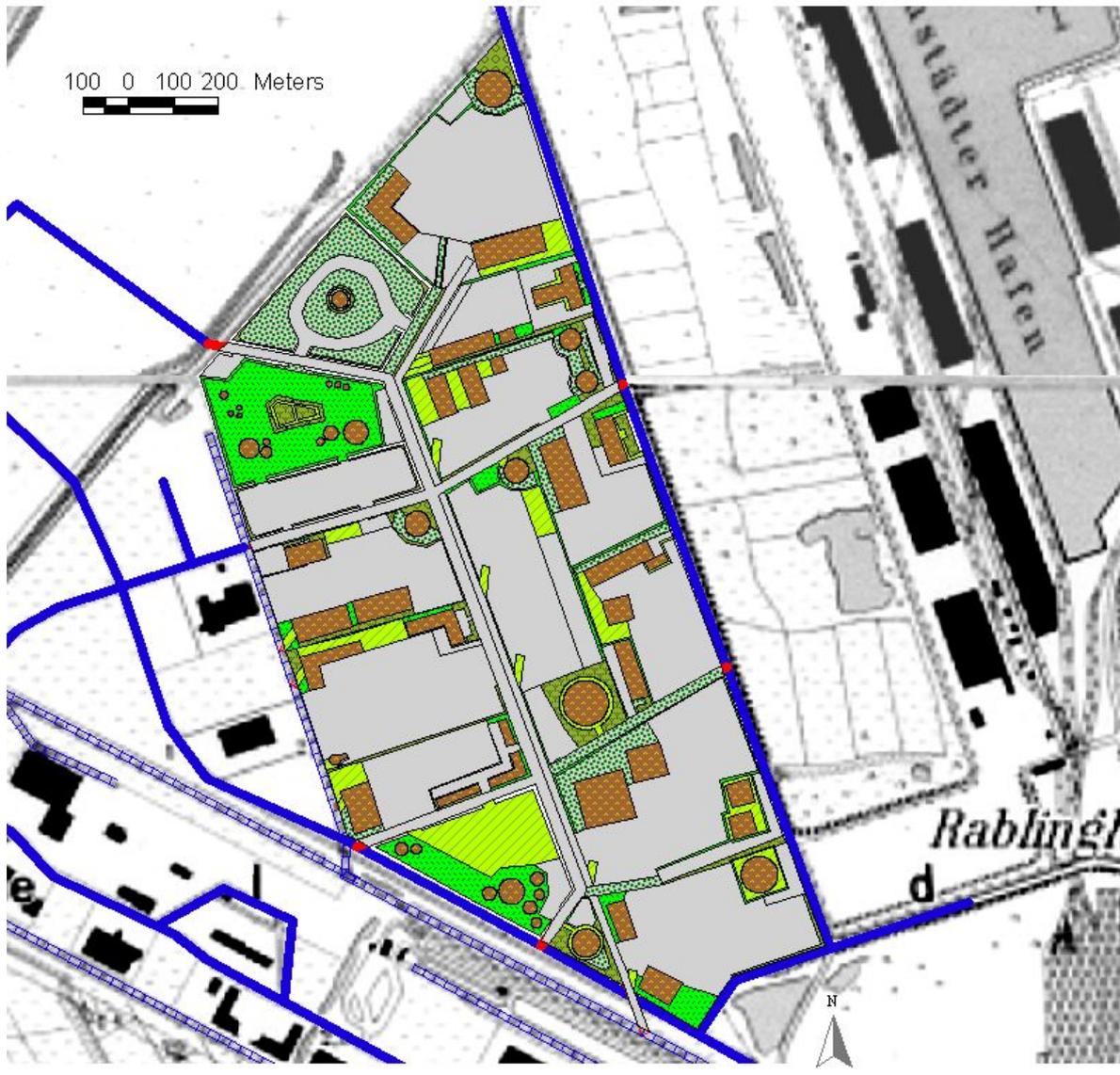
Wie in Kap. Ökologischen Artengemeinschaften in entsprechenden „Räumen“ beschrieben, sind den definierten Räume, typische Pflanzenarten zugeordnet. Folgende Tabelle zeigt noch einmal, welche Arten mit welchen Räumen in Verbindung stehen. Das Arteninventar der einzelnen Räume wurde um die Arten ergänzt, die laut Vegetationstabelle (siehe Anhang) ebenfalls Teil dieser Gemeinschaft sind. Die Arten sind in der Tabelle grau dargestellt. Zusätzlich werden die mit der Planung entstandenen „neuen“ Räume, wie z.B. *Gebäude mit Vegetation* bzgl. ihres Arteninventars beschrieben. Informationen hierzu werden vorhandener Literatur entnommen.

Tab. 39: Raumdefinition und damit verbundenes Artenvorkommen

Raum-Kürzel	Raum-Definition	Arten entsprechend gebildeter AG (Artengemeinschaft)	Arteninventar
A	Flächen mit sämtlichen OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität	AG I der häufig vertretenen Arten ohne auffällige Standortkonzentration	<i>Conyza canadensis</i> , <i>Poa compressa</i> , <i>Arenaria serpyllifolia</i> , <i>Senecio inaequidens</i> , <i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> , <i>Artemisia vulgaris</i>
B	Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität, mehrjährige Brache, stickstoffhaltig	AG II der mehrjährigen, mäßig stickstoffliebenden Ruderal- und Grünlandarten	<i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago gigantea</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> , <i>Trifolium repens</i>
C	Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität	AG III der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenten Reaktionszahl	<i>Matricaria maritima</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Cirsium arvense</i>
D	Pflasterflächen und geringe Störungsintensität	AG III a der Ruderal- und Trittpflanzen oft indifferenten Reaktionszahl	<i>Poa annua</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Sagina procumbens</i> , <i>Polygonum aviculare</i>
E	Flächen mit grobem OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität	AG IV der anuellen Arten trockener Standorte	<i>Veronica arvensis</i> , <i>Erophila verna</i> , <i>Saxifraga tridactylitis</i> , <i>Vulpia myuros</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Arabidopsis thaliana</i>
F	Flächen mit feinem OFM und keiner bis geringer Störungsintensität, mehrjährige Brache, sauer o. nährstoffarm	AG V der mehrjährigen Arten saurer und nährstoffarmer Standorte	<i>Rumex acetosella</i> , <i>Carex arenaria</i> , <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Hypochoeris radicata</i> , <i>Trifolium arvense</i> , <i>Festuca ovina</i>
I	Gebäude mit Vegetation	Arten von Dachbegrünung und Fassadenbegrünung	Dach: <i>Sedum album</i> , <i>Poa compressa</i> , <i>Arenaria serpyllifolia</i> , <i>Hieracium pilosella</i> , <i>Potentilla verna</i> , <i>Sanguisorba minor</i> , <i>Crysanthemum leucanthemum</i> , <i>Achillea millefolium</i> oder <i>Prunella vulgaris</i> Fassade: <i>Clematis vitalba</i> , <i>Humulus lupulus</i> , <i>Hedera helix</i>
K	Hecke für Schallschutz	Sträucher	<i>Rosa canina</i> , <i>Crateagus laevigata</i> , <i>C. monogyna</i> , <i>Prunus pinosa</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix cinerea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Pinus sylvestris</i>

Die Verteilung der Artengemeinschaften, bzw. Artenvorkommen im Planungsgebiet ergibt sich wie folgt:

Artengemeinschaften im Planungsgebiet



- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | <i>Conyza canadensis</i> , <i>Poa compressa</i> , <i>Arenaria serpyllifolia</i> , <i>Senecio inaequidens</i> , <i>Taracum</i> sect. <i>Ruderalia</i> |  | <i>Poa annua</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Sagina procumbens</i> , <i>Polygonum aviculare</i> |
|  | Hecke für Schallschutz |  | <i>Rumex acetosella</i> , <i>Carex arenaria</i> , <i>Corynepharus canscens</i> , <i>Hypochoeris radicata</i> , <i>Trifolium arvense</i> |
|  | <i>Holcus lanatus</i> , <i>Medicago lupulina</i> , <i>Solidago gigantea</i> , <i>Tanacetum vulgare</i> , <i>Trifolium repens</i> |  | <i>Sedum album</i> , <i>Poa compressa</i> , <i>Arenaria serpyllifolia</i> , <i>Clematis vitalba</i> , <i>Hedera helix</i> |
|  | <i>Matricaria maritima</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Chenopodium album</i> |  | <i>Veronica arvensis</i> , <i>Erophila verna</i> , <i>Saxifraga tridactylitis</i> , <i>Vulpia myuros</i> , <i>Bromus tectorum</i> |
|  | ohne Vegetation |  | ohne Vegetation |

Planfolge 6: Artengemeinschaft und Vegetation im Planungsgebiet

9.7 Planfolge 7: Detailansicht eines Betriebsgeländes

An dieser Stelle wird eine Detailplanung eines einzelnen Betriebshofes dargestellt. Dabei sollen dem Leser die verschiedenen FUNKTIONSRÄUME näher gebracht werden, i.S. einer Visualisierung, die sich unterscheidet zu den üblichen Darstellungen i.F. farbiger Polygone.

Hierfür ausgewählt ist der Betriebshof Nr. 11 (Nummerierung siehe Planfolge 3: Verteilung der Funktionen im Planungsgebiet).

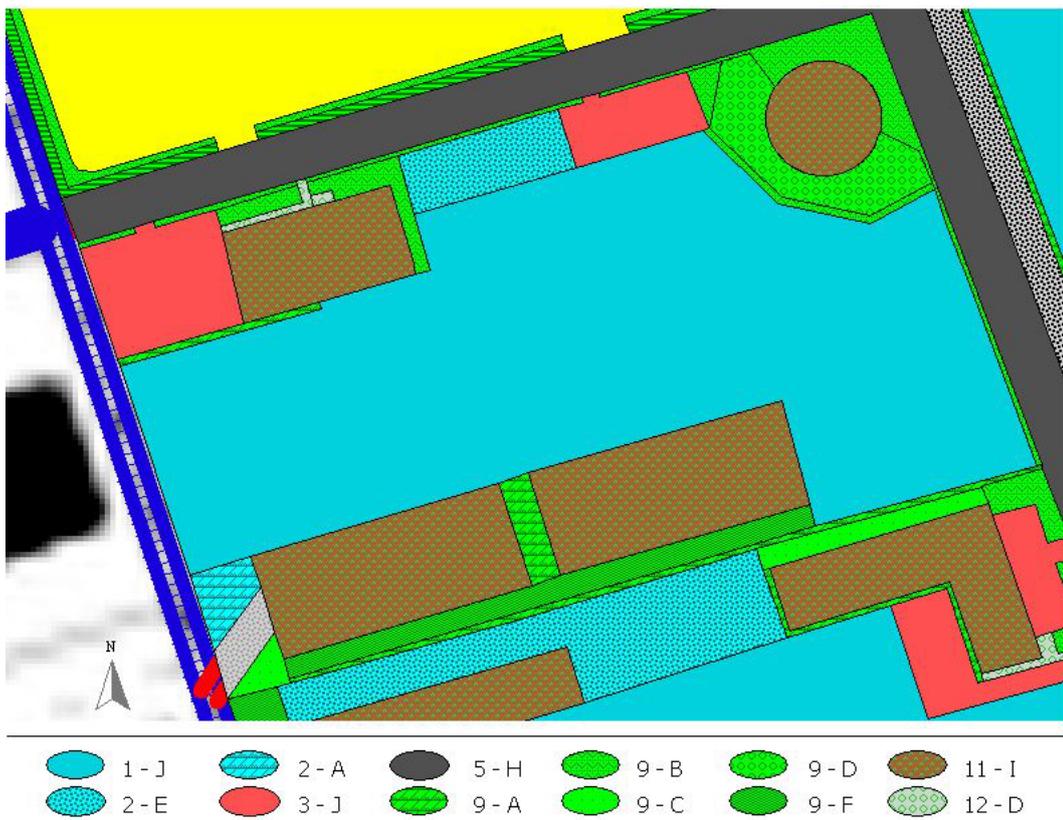
Für das Verständnis der FUNKTIONSRÄUME, die Teil des Betriebshofes sind, werden in der anschließenden Tabellen die entsprechenden Definitionen wiederholt:

Tab. 40: FUNKTIONSRÄUME des Betriebshofes Nr.11

FUNKTIONs RAUM	Funktion	Raum
1 - J	Lagerflächen/Betriebsgelände hoch frequentiert	Pflasterflächen mit hoher Störungsintensität - ohne Vegetation
2 - E	Lagerflächen /Betriebsgelände gering frequentiert	Flächen mit grobem OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität
2 - A	Lagerflächen/Betriebsgelände gering frequentiert	Flächen mit sämtlichen OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität
3 - J	Parkplatz hoch frequentiert	Pflasterflächen mit hoher Störungsintensität - ohne Vegetation
5 - H	Straßen häufig befahren - Hauptstraßen -	Asphalt ohne Vegetation
9 - A	Erholung - Grünflächen, Ruheräume	Flächen mit sämtlichen OFM und geringer bis mittlerer Störungsintensität
9 - B	Erholung - Grünflächen, Ruheräume	Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität, mehrjährige Brache, stickstoffhaltig
9 - C	Erholung - Grünflächen, Ruheräume	Flächen mit feinem OFM und geringer Störungsintensität
9 - D	Erholung - Grünflächen, Ruheräume	Pflasterflächen und geringe Störungsintensität
9 - F	Erholung - Grünflächen, Ruheräume	Flächen mit feinem OFM und keiner bis geringer Störungsintensität, mehrjährige Brache, sauer o. nährstoffarm
11 - I	Bürogebäude und Lagerhallen	Gebäude mit Vegetation
12 - D	Fuß- und Radwege, Fahrradstand	Pflasterflächen und geringe Störungsintensität

Die erste nun folgende Abbildung zeigt den Ausschnitt des Betriebshofes mit entsprechenden FUNKTIONSRÄUMEN. Die zweite spiegelt denselben Betriebshof in etwas anderer Gestalt wieder:

FUNKTIONSRÄUME des Betriebshofes Nr. 11



Detailplanung 2 des Betriebshofes Nr.11



Planfolge 7: Detailplanungen des Betriebshofes Nr.11

Deutlich zu erkennen sind die Pflasterflächen des Betriebshofes und der Parkplätze sowie die bewachsenen Bürogebäude und Lagerhallen. In den Zwischenräumen und auf den umgebenden Randbereichen ist der Bewuchs durch Gräser und Kräuter zu ersehen.

Die beiden Bürogebäude, das eine oben links, das zweite oben rechts (rund) ist nahe der Straße angelegt, um eine gute Erreichbarkeit der Angestellten zu gewährleisten. In direkter Umgebung sind zwei Parkplätze aus Natursteinpflaster. Umgeben sind Gebäude als auch Parkplätze von linienförmigen Grünstreifen. An der oberen Grenze gelegen - ebenfalls nahe der Straße, zwischen Parkplatz und Grünfläche - befindet sich eine gering frequentierte Lagerfläche aus grobem Substrat. Die Rückseite und der Zwischenraum der beiden großen Lagerhallen am südlichen Rand des Betriebshofes, sind mit mehrjährigen Pflanzenarten bewachsen. Die angrenzenden kleineren Flächen um das Nebengleis westlich der Hallen gelegen, unterliegen ebenfalls einer geringen Störung. Den größten Teil des Betriebshofes nimmt die stark genutzte Lagerfläche, bestehend aus Pflastersteinen.

10 ZEITBEZOGENE PLANUNG

Wie bereits in der Einführung dieses Planungsabschnittes erwähnt, soll zusätzlich zur momentbezogenen Definition des Plangebietes auch eine **zeitbezogene Definition** bearbeitet werden. Dabei soll der Entwicklung von Vegetation in der Zeit (Sukzession) besondere Beachtung geschenkt werden. Hauptaugenmerk hier in der Integration gewonnener Kenntnisse in die Planung

10.1 Sukzessionsstadien auf Stadtbrachen

In der Stadt lassen sich verschiedene Vegetationsentwicklungen feststellen, die bei fortschreitender Sukzession ineinander übergehen. Dauerhaft etablieren sich die einzelnen Vegetationstypen lediglich bei entsprechender und regelmäßiger Störung.

Um sich den Verlauf ungestörter Entwicklung von Vegetation auf Brachflächen vorzustellen, sollen verschiedene Sukzessionsstadien an dieser Stelle vorgestellt werden (gemäß BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2003).

Diese Einteilung ist allerdings nur als grobe Gliederung zu sehen. Verschiedenste Zwischen-Stadien sind möglich, bedenken wir der Vielseitigkeit von Klima, Standortverhältnissen, Vornutzung, Diasporenbank, Nachbarschaftsverhältnissen usw. die die spontane Vegetation beeinflussen.

Die Einteilung der Stadien von Brachflächen orientiert sich an der Biotoypeneinteilung von SCHULTE ET AL. (1993) sowie DETTMAR (1991), REBELE (1996) und REBELE & DETTMAR (1996).

1. Vegetationslose Brachflächen:

Dazu zählen alle vegetationslosen bzw. überwiegend vegetationslosen Brachflächen. In der Regel handelt es sich um überwiegende versiegelte Flächen.



2. Junge Brachflächen (bis 3 Jahre):

Es handelt sich um offene lückenhafte Bestände von Pioniervegetation, im Wesentlichen aus kurzlebigen, einjährigen Arten mit großer Samenproduktion. Charakteristische Ruderale Pioniergesellschaften: Trespenerufkraut-Gesellschaft, Gesellschaft des Klebrigen Gänsefußes, Gesellschaft des Klebrigen Alant.



3. Ältere Brachflächen (3- 10 Jahre):

Der Anteil ausdauernde Arten nimmt zu; die Vegetationsdecke schließt sich zunehmend. Es entwickeln sich ausdauernde Ruderalvegetationen, Trocken- und Halbtrockenrasen. Charakteristische Pflanzengesellschaften: Kompasslattich-Gesellschaft, Natternkopf- Königskerzen- Gesellschaft, einzelne Gebüsche und Baumgruppen höher 5 m.



4. Alte Brachflächen (11 bis 50 Jahre):

Es gibt hauptsächlich ausdauernde Arten. Neben ruderalen Hochstauden, Trocken- und Halbtrockenrasen gibt es Gebüsche und vereinzelt auch Gehölze höher 10 m. Pflanzengesellschaften: Natternkopf-Steinklee-Gesellschaft, Beifuß-Rainfarn-Gesellschaft, dichte Goldruten-Bestände, Distel, Schafgarbe, Sommerflieder, Staudenknöterich.



5. Spontane Vorwälder (50 Jahre):

Viele ältere Brachen sind mit dichten Gehölzbeständen bewachsen. Solange die Gehölze nicht geschlossen sind, ist eine dichte hoch wachsende Krautschicht typisch. Typische Pionierwaldgesellschaft ist das Weidenröschen-Salweiden. Gebüsche mit Hängebirke. Weitere Arten: Schwarzer Holunder, Weißer Hartriegel, später Robinie.



6. Komplexe Brachflächen:

Durch zeitlich versetztes Brachfallen entsteht ein kleinräumiges Mosaik verschiedener Sukzessionsstadien mit meist besonders wertvollen Strukturen (Rebele 1996). Je abwechslungsreicher ein Lebensraum, desto größer ist in der Regel die Artenvielfalt, weil Arten nebeneinander vorkommen können, die an verschiedenste Lebensräume gebunden sind.



In dem zu planenden Gewerbegebiet treten lediglich die Vegetationseinheiten Typ 1 - *vegetationslose Brache*, Typ 2 - *Junge Brache* und Typ 3 - *Ältere Brache* auf. In der zeitbezogenen Planung wird daher nur auf diese drei Einheiten Bezug genommen.

10.2 Planfolge 8: mobile Gebäude im Bereich Versorgung

In den vorangegangenen Planfolgen 1-8 wurde eine momentbezogene Definition des Planungsgebiets dargestellt.

Mit dem Hintergrund der fortschreitenden Sukzession bei ausbleibender Störung, würde nach Jahrzehnten von den vegetationsarmen Flächen, den Ruderalfluren und ruderalen Hochstaudenfluren nichts mehr zu finden sein, da Bäume und Sträucher die Standorte so verändern, dass diese für besagte Vegetation nicht mehr geeignet wären.

Da die Förderung dieser Ruderalarten im Vordergrund der gesamten Arbeit und der Planung liegt, soll im nun folgenden Abschnitt auf die Entwicklung in der Zeit eingegangen werden.

Diese Planung in der Zeit - Zeitbezogene Planung- bezieht sich allerdings lediglich auf die Bereiche, die für die Versorgung ausgewiesen sind (siehe Planfolge 3: Verteilung der Funktionen im Planungsgebiet). Bei den übrigen Flächen, die einer ständigen Nutzung unterliegen, gehe ich davon aus, dass sich keine gravierenden Veränderungen in der Zusammensetzung der Vegetation in der Zeit ergeben.

Als Mittel um die fortschreitende Sukzession im Bereich Versorgung einzugreifen, bediene ich mich **mobiler Gebäude**.

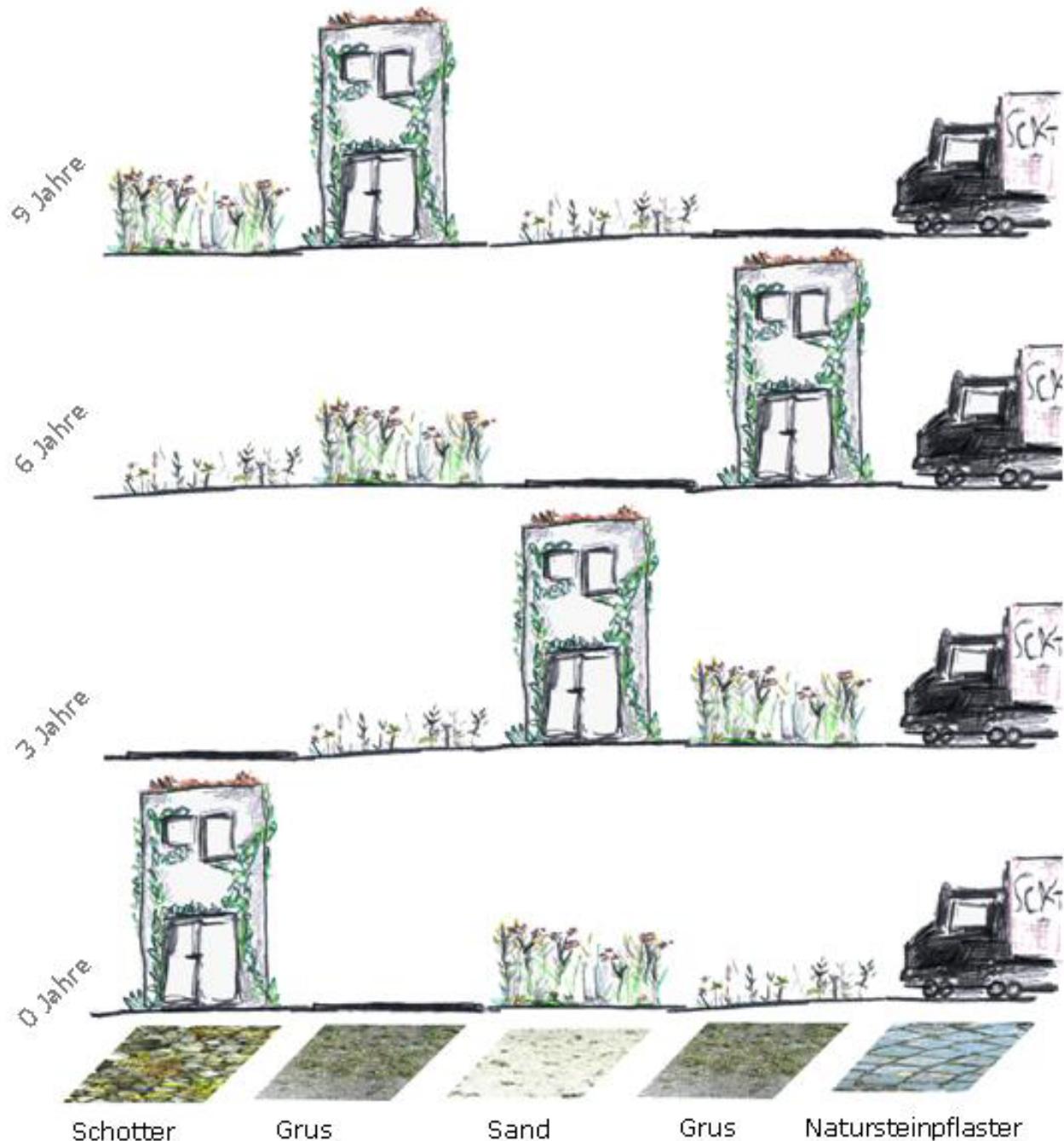
In diesen Gebäuden sind sämtliche Einrichtungen der Versorgung, wie Sanitäreinrichtungen, Kiosk, Kantine oder Aufenthaltsräume untergebracht. Sie sind in Leichtbauweise gebaut und mit Wassertanks, Solar- und Windenergieanlagen sowie externen mobilen Biokläranlagen ausgestattet. Dadurch sind sie anonym und losgelöst von festinstallierten Versorgungsleitungen.

Diese mobilen Gebäude sollen letztlich durch einen Standortwechsel nach ein paar Jahren, die natürliche Sukzession auf der einen Seite stoppen, und auf der anderen Seite wiederum Fläche für die Neubesiedlung durch Pflanzenarten schaffen.

Das Oberflächenmaterial wurde für die Bereiche Versorgung nicht festgelegt, daher kann auf diesen Flächen jegliche OFM vorkommen. Es handelt sich, wie in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu ersehen, um Flächen auf denen alle OFM möglich sind. Das heißt es handelt sich um ein Mosaik von Oberflächenmaterial, manchmal kleinräumig, manchmal großräumig und zudem möglicherweise auch Flächen, wo sich verschiedene Substrate mischen. Da jeder Standort eine differenzierte Artenzusammensetzung mit sich bringt, wird auf die Bearbeitung der genauen Pflanzengesellschaft verzichtet, da dieses zu aufwendig wäre. Vielmehr soll in dieser Planfolge eine mögliche Idee entwickelt werden, in der innerhalb der bestehenden Strukturen, Wuchsorte für spontane Vegetation geschaffen werden.

Die nun folgende Abbildung zeigt die mögliche Entwicklung einer Versorgungsfläche über einen Zeitraum von 9 Jahren.

 Entwicklung in der Zeit



Planfolge 8: Entwicklung in der Zeit

Die Entwicklung in der Zeit ist in dieser Abbildung von unten nach oben zu lesen. Die am unteren Rand der Grafik abgebildeten Oberflächenmaterialien spiegeln die variierenden Substrate wider. Die rechte Fläche besteht aus Natursteinpflaster und wird als Parkplatz genutzt. Über die Jahre verändert sich dieser Standort nicht. Die Funktion eines Parkplatzes bleibt erhalten. Die übrigen vier Standorte verschiedener OFM (siehe Abbildung), werden abwechselnd

als Standort für ein mobiles Gebäude genutzt oder unterliegen der freien Sukzession.

Für den Ablauf der Sukzession betrachten wir nun das Gebäude unten links auf der Fläche groben Substrats und beobachten ihre Entwicklung indem wir ihr waagrecht nach oben folgen:

Nach 3 Jahren wird das Gebäude versetzt, es entsteht eine überwiegend vegetationsfreie Fläche („Vegetationslose Brachflächen“). Im weiteren Verlauf entwickelt sich hier lückenhafte Pioniervegetation mit häufig einjährigen Arten („Junge Brachflächen“- bis 3 Jahre). Bei fortschreitender Entwicklung setzten sich nun mehrjährige Arten durch und bilden teilweise dichte Hochstaudenfluren („Ältere Brachflächen“- 3- 10 Jahre). Bevor nun die zunehmende Verbuschung, die gewünschten Pionier- und Ruderalarten aus der Fläche verdrängt, wird durch das Umsetzen des Gebäudes mobilen Gebäudes, sämtliche Vegetation zerstört. Von hieran beginnt der Zyklus von neuen.

Der Turnus des Umsetzens der mobilen Gebäude beträgt drei Jahre. Nach drei Jahren wird der Standort eines mobilen Gebäudes geändert, d.h. auf eine Fläche einer ruderalen Hochstaudenflur versetzt. Dies führt dazu, dass jeder Standort im Bereich Versorgung, neun Jahre der freien Sukzession unterliegt, bevor drei Jahre lang erneut ein mobiles Gebäude aufgestellt wird.

11 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Die planerische Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse aus dem ersten Teil dieser Arbeit, werden nun zusammengefasst, beschrieben und bei Bedarf diskutiert. Der Schwerpunkt innerhalb der Planung, lag in der Förderung der von uns erarbeiteten ökologischen Artengemeinschaften.

Das Planungsgebiet befindet sich im direkten Anschluss an das bestehende UG GVZ nord- östlich gelegen. Die eigentliche Planung wurde in Planfolgen gegliedert:

Zunächst wurden Funktionen definiert, die den Ansprüchen der Menschen an das zu planende Gewerbegebiet entsprechen.

Im Anschluss folgte eine Raum- Definition, welche sich aus den Habitatansprüchen der einzelnen AG ergab. Ergänzt wurden diese durch weitere Räume, wie Gebäude, die sich aus der Planung ergaben. Aus diesen zwei Definitionen, wurden schließlich **FUNKTIONSRÄUME** definiert, welche gleichzeitig **Funktionen** erfüllen und **Raum** für Vegetation liefern. Das gesamte Planungsgebiet wurde dementsprechend aufgegliedert. Durch eine Detailplanung eines einzelnen Betriebshofes wurde zudem versucht, dem Leser

FUNKTIONSRÄUME, wie sie in dieser Arbeit zu verstehen sind, visuell näher zu bringen.

Eine weitere Planfolge ergab sich durch den Versuch, der natürlichen **Entwicklung von Vegetation** (Sukzession) zusätzlich in die Planung einfließen zu lassen. Dabei wurden mobile Gebäude genutzt, um innerhalb des Planungsgebietes regelmäßig Freiräume zu schaffen, wo sich Pionier- und Ruderalvegetation neu ansiedeln kann.

Funktionen

20 Funktionen wurden definiert, um sämtlichen Ansprüchen an das zu planende Gewerbegebiet gerecht zu werden.

Da es sich schließlich um einen Teil eines Güterverkehrszentrums handelt, sind erwartungsgemäß die meisten Flächen der Funktion *hoch frequentierter Lagerflächen/Betriebsgelände* zugeordnet. Diese Flächen machen gut 65 ha des gesamten Gebietes aus. Der flächenmäßig zweitgrößte Teil ist den Grünflächen der *Erholungs-Funktion* zugeschrieben. Dabei handelt es sich beispielsweise um sämtliche bewachsenen Areale, wie die linienförmigen Grünstreifen entlang der Grenzen von einzelnen Betriebshöfen. Flächenmäßig klein aber ausreichend, fallen die Bereiche der Versorgung aus.

Räume

Neben den Funktionen, wurden 11 Räume definiert, die zum einen, die verschiedenen Standorte für Vorkommen von Vegetation beschreiben, und zum anderen vertretene Pflanzenarten des jeweiligen Raumes nennen.

Flächenmäßig am größten sind *Pflasterflächen mit einer hohen Störung* (insges. 76 ha). Dieses ist durch die großräumigen Lagerflächen/Betriebsgelände zu erklären, welche häufig diesem Raum zugeordnet wurden. Räume die wenig vertreten sind, sind überwiegend Flächen *feinem Substrats mit geringer Störung* welche in erster Linie der Erholung dienen.

Die Definition der Räume ergab sich, wie bereits erwähnt, aus den Habitatansprüchen der einzelnen ökologischen Artengemeinschaften des wissenschaftlichen Teils. Aufgrund der vielfältigen Ausprägungen wurde das Augenmerk lediglich auf die Parameter *Grad der aktuellen Störung* und *Oberflächenmaterial* gelegt. Dadurch wurde eine durchsichtige und nachvollziehbare Planung überhaupt möglich.

Im Bezug auf weitere übereinstimmende Parameter innerhalb der ökologischen Artengemeinschaften wäre folgendes interessant gewesen:

Die AGs wurden im Anschluß an die Geländearbeit mithilfe der pflanzensoziologischen Tabellenarbeit zusammengestellt. Ein weiterer Ansatzpunkt wäre eine wiederholte bzw. überarbeitete Zusammenstellung nach der Habitatmodellierung durchzuführen. Abweichungen zu den ursprünglich definierten AGs wären durchaus möglich. Dieses ist im Rahmen dieser Arbeit leider nicht mehr umzusetzen. Die Frage, ob die gebildeten AGs nach der Modellierung so noch haltbar sind, bleibt unbeantwortet

Da die Konnektivität von Flächen im Zusammenhang mit dem Vorkommen von Pflanzenarten einen Schwerpunkt dieser Arbeit ausmachte, wären Aussagen zum Plangebiet diesbezüglich interessant gewesen. Doch die zusammengetragenen Standortansprüche der Artengemeinschaften gaben dahingehend keine ausreichenden Aussagen.

Auch wenn Ansprüche hätten formuliert werden können, bedeutet die Konnektivität von Flächen, oder andersherum, die Isolation von Flächen in dieser Planung eine nicht allzu gravierende Rolle. Zum einen handelt sich um ein großemäßig überschaubares Gewerbegebiet, welches durch die extreme Nutzung (Straßenverkehr, Umlagerung von Gütern) eine Ausbreitung von Pflanzensamen durch den Menschen begünstigt. Zum anderen bieten die bepflanzten Gebäude und Lagerhallen, sowie die linienförmigen Strukturen entlang von Betriebshofgrenzen und Straßenzügen zahlreiche Möglichkeiten für Pflanzen sich zumindest temporär anzusiedeln. Durch die Bepflanzung der Gebäude, bedeuten diese für die Ausbreitung von Pflanzen keine Barrieren mehr.

FUNKTIONSRÄUME

Insgesamt wurden 30 FUNKTIONSRÄUME, die sich aus der Kombination der Funktionen mit geeigneten Räumen ergaben, gebildet.

In Anlehnung an die Aufteilung der Funktionen und Räume, ist der überwiegende Teil des Planungsgebietes (62,5 ha) den *Lagerflächen/Betriebsgeländen auf gepflasterten Flächen mit hoher Störung* zugeordnet. Die bepflanzten Gebäude (Lagerhallen und Bürogebäude) nehmen mit 17 ha den zweit größten FUNKTIONSRaum ein.

Verschiedene Pflanzenarten im Planungsgebiet

Die Abbildung der verschiedenen Pflanzenarten im Planungsgebiet, ergab sich aus den Arten der ökologischen Artengemeinschaften aus dem wissenschaftlichen Teil und für die Gebäudebepflanzung und Hecken säumen aus Literaturangaben. Somit handelt es sich lediglich um ein prognostiziertes Vorkommen.

Zeitbezogene Planung

Die Lösung der mobilen Gebäude innerhalb des Bereichs Versorgung im Planungsgebiet, ist eine sinnvolle Lösung, in einem bestimmten zeitlichen Turnus, freie Flächen für eine Neubesiedlung durch Pionier- und Ruderalarten, und gleichzeitig Zeit und Raum für freie Sukzession zu schaffen. Die Festlegung der „Stand-Zeit“ eines Gebäudes auf drei Jahre, einhergehend mit der freien Sukzession über neun Jahre, ist eine Möglichkeit, um Gesellschaften von der Pioniervegetation bis zu den Ruderalvegetation Hochstaudenfluren zu fördern. Liegt das Augenmerk auf ältere Brachflächen, mit einem zunehmenden Bewuchs durch Bäume und Sträucher, müsste der zeitliche Wechsel geändert werden. In diesem Fall wäre die „Umstellung“ von Gebäude allerdings als erschwert anzusehen, da es aufwendiger ist, Bäume und Sträucher zu fällen als Stauden zu sicheln.

12 FAZIT

Die Diskussion um Naturschutz in der Stadt hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die Rolle von Städten als bedeutender Lebensraum für Pflanzenarten ist seit den 70er Jahren Forschungsschwerpunkt. Das wesentliche Interesse am Lebensraum Stadt liegt in der Heterogenität der Lebensräume auf engstem Raum, wodurch eine Vielzahl unterschiedlichster Pflanzenarten gefördert wird. Weiterhin ist die Gesamtartenzahl in Städten, durch die Zuwanderung von Neophyten, deutlich erhöht (WITTIG 2002). Die Samen dieser Einwanderer, häufig aus wärmeren Regionen, werden z.B. durch Autoverkehr in die Städte transportiert und finden in diesen, im Vergleich zum Umland, wärmeren Inseln geeigneten Lebensraum.

Im Zusammenhang mit dem kontinuierlichen Wachstum von Städten und Siedlungen und damit einhergehendem Verlust von Freiflächen, ist das Interesse an städtischen Räumen eine unabdingbare Entwicklung.

Viele Literaturbeiträge beschäftigen sich mit dem Naturschutz in der Stadt, wie z. B. BRANDES ET AL. (1991), WITTIG (2002) oder das BAYRISCHEN LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003).

Brachflächen in Städten spielen dabei eine wichtige Rolle, ihre Entwicklung, Förderung und Ökologische Bedeutung. Die Möglichkeiten zur Einteilung in verschiedene Entwicklungsstadien, wie z.B. nach SCHULTE ET AL. (1993), sind Thema aktueller und bekannter Forschungen. Aufgrund ihrer vielfältigen Ausprägungen bzgl. Bodensubstrat, Diasporenbank, Vor- Nutzungen usw. bieten die Stadtbrachen verschiedensten Lebensraum für Flora und Fauna.

So sind Brachflächen innerhalb städtischer Strukturen wichtig und zu fördern, wie sie auch in dieser Arbeit besonders in den randlichen ungestörten oder nur wenig genutzten Bereichen ihren Platz fanden.

Was ist nun aber mit den Flächen, die einer direkten Nutzung durch den Menschen unterliegen? Die statistische Analyse der flächenhaften Kartierung der zwei Gewerbegebiete UG GVZ und UG Ochtum hat gezeigt, dass auch auf genutzten Flächen, durchaus Besiedlung durch Pflanzen möglich ist. Ja z.T. auch notwendig, damit Trittpflanzenarten, wie z.B. *Poa annua* überhaupt geeigneter Lebensraum erhalten bleibt. Daneben gibt es Arten, wie z.B. *Conyza canadensis*, denen anscheinend jeder Standort recht ist. Vielmehr jedoch ist zu erwarten, dass diese Art viele Standorte temporär besiedeln kann. Welchen ökologischen Wert diese Pflanzenarten haben, ist eine interessante Frage im Hinblick auf städtische Planung. Würden diese Arten ihre allgemeingültige Bezeichnung als „Unkraut“ abgenommen, ihnen dafür eine anerkannte Bedeutung als Pflanzen in urbanen Räumen zugesprochen wird, so

würden sie zu mehr Beachtung in Städten und damit auch zum Teil städtischer Planung werden.

Aus Sicht des Forschers mag dieses interessant und sinnvoll sein. Genutzte Flächen würden somit nachweislich Standorte für bestimmte Pflanzenarten sein. Mögliche Konsequenz dessen, könnte der Einzug der städtischen Vegetationstypen auf teilweise genutzten Flächen in Planungen wie der Eingriffsregelung sein. Sie könnten als Ausgleichsflächen für Kompensationsmaßnahmen ausgewiesen werden.

Dieses würde bedeuten, dass Pflanzen, die „überall“ einen Platz zum Besiedeln finden - im Allgemeinen als „Unkraut“ bezeichnet - anerkannten Wert bekommen würden, um Schädigung anderorts auszugleichen. Eine wünschenswerte Entwicklung wäre dieses meines Erachtens nach keinesfalls - vielmehr sollte weiterhin versucht werden, Eingriffe in die Natur mit entsprechenden Ausgleichmaßnahmen auszugleichen und das „Unkraut“ in Pflasterritzen, linienförmigen Strukturen entlang von Straßen, Parkplätzen oder Gebäuden weiter bestehen und lediglich als interessantes Forschungsfeld gesehen werden.

13 LITERATURVERZEICHNIS

- AICHELE, D., AND M. GOLTE- BECHTLE. 1997.** WAS BLÜHT DENN DA. KOSMOS VERLAG, STUTTGART.
- AKERROYD, J. 1999.** WILDBLUMEN MITTELEUROPAS. MOSAIK VERLAG MÜNCHEN.
- AMLER, K., A. BAHL, AND K. HENLE. 1999.** POPULATIONSBIOLOGIE IN DER NATURSCHUTZPRAXIS. VERLAG EUGEN ULMER, STUTTGART.
- AMT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG BREMEN, H. D. 2004.** HERR DZIUBALLA.
- APPELT, M., AND H. J. POETHKE. 1997.** METAPOPULATION DYNAMICS IN A REGIONAL POPULATION OF THE BLUE- WINGED GRASSHOPPER (OEDIPODA CAERULESCENS; LINNAEUS, 1758. JOURNAL OF INSECT CONSERVATION 1: 205-214.
- ARBEITSGRUPPE BODEN. 1996.** BODENKUNDLICHE KARTIERANLEITUNG. BUNDESAMT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, HANNOVER.
- ASKEW, A. P., D. CORKER, D. J. HODKINSON, AND K. THOMPSON. 1997.** A NEW APPARATUS TO MEASURE THE RATE OF FALL OF SEEDS. FUNCTIONAL ECOLOGY 11: 121-125.
- AUHAGEN, ERMER, AND MOHRMANN. 2002.** LANDSCHAFTSPLANUNG IN DER PRAXIS. VERLAG EUGEN ULMER, STUTTGART.
- AUSTIN, M. P. 2002.** SPATIAL PREDICTION OF SPECIES DISTRIBUTION: AN INTERFACE BETWEEN ECOLOGICAL THEORY AND STATISTICAL MODELLING. ECOLOGICAL MODELING 157: 101-118.
- BACKHAUS, K., P. ERICHSON, W. PLINKE, AND R. WEIBER. 2000.** MULTIVARIATE ANALYSEMETHODEN - EINE ANWENDUNGSORIENTIERTE EINFÜHRUNG. SPRINGER VERLAG, BERLIN.
- BARENDREGT, AND NIEUWENHUIS. 1993.** ICHORS - HYDRO-ECOLOGICAL RELATIONS BY MULTIDIMENSIONAL MODELING OF OBSERVATIONS, THE USE OF HADRO-ECOLOGICAL MODELS IN THE NETHERLANDS. HOOGHART, J.C.
- BAUMANN, H., AND T. MÜLLER. 2001.** FARBATLAS GESCHÜTZTE UND GEFÄHRDETE PFLANZEN. ULMER- VERLAG, STUTTGART.
- BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ UND EVANG. AKADEMIE TUTZING (VERANST.):** „STADTNATUR - BEDEUTUNG DER STADT FÜR DIE NATUR UND DER NATUR FÜR DIE STADT (AUGSBURG 02./03.06.2003), AUGSBURG 2003
- BIEDERMANN, R. 2003.** ISOLATOR - PROGRAMM ZUR BERECHNUNG DER FLÄCHEN-KONNEKTIVITÄT COMPUTER PROGRAM, VERSION 1.3. BY BIEDERMANN, R.
- BIOLFLOR. 2002.** EINE DATENBANK MIT BIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHEN MERKMALEN ZUR FLORA VON DEUTSCHLAND. KLOTZ, S., KÜHN, I. UND DURKA, W.
- BIOPOP. 2003.** A DATABASE OF PLANT TRAITS AND INTERNET APPLICATION FOR NATURE CONSERVATION. POSCHLOD,P., KLEYER, M., JACKEL, A.-K., DANNEMANN, A. AND TACKENBERG, O.

- BONN, S. P., PETER. 1998.** AUSBREITUNGSBIOLOGIE DER PFLANZEN MITTELEUROPAS. QUELLE & MEYER VERLAG WIESBADEN.
- BPR BREMEN HERR HÜBNER. 2004.** BREMER PRIVATUNTERNEHMEN FÜR TIEFBAU.
- BRANDES, D. 1985.** DIE RUDERALVEGETATION IM ÖSTLICHEN NIEDERSACHSEN, SYNTAXONOMISCHE GLIEDERUNG, VERBREITUNG UND LEBENSBEDINGUNGEN. NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT DER TU BRAUNSCHWEIG.
- BRANDES, D. 2001.** WWW.RUDERAL-VEGETATION.DE. TU BRAUNSCHWEIG.
- BRANDES, D., AND GRIESE. 1991.** SIEDLUNGS- UND RUDERALVEGETATION VON NIEDERSACHSEN - EINE KRITISCHE ÜBERSICHT. BRAUNSCHWEIGER GEOBOTANISCHE ARBEITEN.
- BREMENPORTS GMBH HERR NOBIS. 2004.** BREMER HAFENVERTRETUNG FÜR DIE FREIE HANSESTADT BREMEN.
- BUND HALLE. 2004.** WWW.BUND.HALLE.DE.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. 2004.** WWW.BIOLOGISCHEVIELFALT.DE.
- CORNELISSEN ET AL. 2003.** HANDBOOK OF PROTOCOLS FOR STANDARDISED AND EASY MEASUREMENT OF PLANT FUNCTIONAL TRAITS WORLDWIDE. AUSTRALIEN JOURNAL OF BOTANY.
- DETTMAR, J.: GESELLSCHAFT INTERNATIONALE BAUAUSSTELLUNG EMSCHER PARK MBH HRSG. 1991.** INDUSTRIEBRACHEN- VERGIFTETE WÜSTEN ODER LEBENDIGE OASEN. EIN FLORISTISCH- VEGETATIONSKUNDLICHER FÜHRER FÜR INDUSTRIEBRACHEN IM RUHRGEBIET.
- D´HERTEFELDT, T., AND I. JONSKOTTIR. 1999.** EXTENSIVE PHYSIOLOGICAL INTEGRATION IN INTACT CLONAL SYSTEMS OF CAREX ARENARIA. JOURNAL OF ECOLOGY 87: 258-264.
- DRACHENFELS, O. v. 1994.** KARTIERSCHLÜSSEL FÜR BIOTOPTYPEN IN NIEDERSACHSEN. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE.
- DUCKWORTH ET AL. 1997.** PLANT FUNCTIONAL TYPES: THEIR RELEVANCE TO ECOSYSTEMS PROPERTIES AND GLOBAL CHANGE. UNIVERSITY PRESS, CAMBRIDGE.
- DUCKWORTH ET AL. 2000.** PLANT FUNCTIONAL TYPES: AN ALTERNATIVE TO TAXONOMIC PLANT COMMUNITY DESCRIPTION IN BIOGEOGRAPHY? HODDER ARNOLD JOURNALS 24: 515-542.
- ELLENBERG, H. 1996.** VEGETATION MITTELEUROPAS MIT DEN ALPEN. EUGEN ULMER VERLAG, STUTTGART.
- ESRI 2000.** ARCVIEW COMPUTER PROGRAM, VERSION 3.2. BY ESRI.
- FITTER, R., A. FITTER, AND M. BLAMEY. 2000.** PAREYS BLUMENBUCH-BLÜTENPFLANZEN DEUTSCHLANDS UND NORDWESTDEUTSCHLANDS. PAREY BUCHVERLAG BERLIN.
- FLORAWEB. WWW.FLORAWEB.DE,** ONLINE-INFORMATIONANGEBOT ZU PFLANZENARTEN, PFLANZENGESELLSCHAFTEN UND VEGETATION. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ.
- FREY, W., AND R. LÖSCH. 1998.** LEHRBUCH DER GEOBOTANIK, PFLANZE UND VEGETATION IN RAUM UND ZEIT. GUSTAV-FISCHER VERLAG.
- GLAVAC, V. 1996.** VEGETATIONSÖKOLOGIE. GUSTAV-FISCHER VERLAG.

- GPV GMBH HERR ELMERS. 2004.** BREMER GESELLSCHAFT FÜR PROJEKTMANAGEMENT UND VERKEHRSSWEGEBAU.
- GRAU, J., B. KREMER, B. MÖSELER, G. RAMBOLD, AND D. TRIEBEL. 1996.** GRÄSER - SÜBGRÄSER, SAUERGRÄSER, BINSENGEWÄCHSE UND GRASÄHNLICHE FAMILIEN EUROPAS. MOSAIK VERLAG MÜNCHEN.
- HANEG HERR MÜLLER. 2004.** HANSEATISCHE NATURENTWICKLUNG GMBH, BREMEN.
- HANF, M. 1990.** ACKERUNKRÄUTER EUROPAS MIT IHREN KEIMLINGEN UND SAMEN. BLV VERLAGSGESELLSCHAFT MÜNCHEN.
- HANSKI, I. 1994.** A PRACTICAL MODEL OF METAPOPOPULATION DYNAMICS. JOURNAL OF ANIMAL ECOLOGY 63: 151-162.
- HANSKI, I. 1999.** METAPOPOPULATION ECOLOGY. OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- HANSKI, I., AND O. OVASKAINEN. 2003.** METAPOPOPULATION THEORY FOR FRAGMENTED LANDSCAPES. THEORETICAL POPULATION BIOLOGY 64: 119-127.
- HEKLAU, H., AND H. DÖRFELT. 1987.** ZUM URSPRUNG UND GEBRAUCH DES RUDERALBEGRIFFES IN DER BOTANIK. WISSENSCHAFTLICHE ZEITSCHRIFT DER UNIVERSITÄT HALLE 36 (4): 49-58.
- HOSMER, D. W., AND LEMESHOW. 1989.** APPLIED LOGISTIC REGRESSION. WILEY, NEW YORK.
- JACKEL, A., AND P. POSCHLOD. 2000.** PERSISTENCE ODER DISPERSAL - WHICH FACTORS DETERMINE THE DISTRIBUTION OF PLANT SPECIES? ZEITSCHRIFT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ 9: 99-106.
- JAKOBS ET AL. 2004.** INTRODUCED PLANTS OF THE INVASIVE SOLIDAGO GIGANTEA ARE LAGER AND GROW DENSER THAN SANSPECIFICS IN THE NATIVE RANGE. BIODIVERSITY RESEARCH 10: 11-19.
- JEDICKE, L., AND E. 1992.** FARBATLAS LANDSCHAFTEN UND BIOTOPTYPEN DEUTSCHLANDS. ULMER- VERLAG, STUTTART.
- JESSEL, B., AND K. TOBIAS. 2002.** ÖKOLOGISCH ORIENTIERTE PLANUNG, EINE EINFÜHRUNG IN THEORIE, DATEN UND METHODEN. VERLAG EUGEN ULMER, STUTTART.
- JONGMAN, R. H. G. E. A. 1995.** DATA ANALYSIS IN COMMUNITY AND LANDSCAPE ECOLOGY.
- KIFFMANN, R. 1988.** ECHE GRÄSER, BESTIMMUNGSATLAS FÜR SÄMEREIEN DER WIESEN- UND WEIDEPFLANZEN DES MITTELEUROPÄISCHEN FLACHLANDES, TEIL A-F.
- KLAPP, E., AND W. V. BOBERFELD. 1990.** TASCHENBUCH DER GRÄSER. VERLAG PAUL PAREY.
- KLEYER, M. 1995.** BIOLOGICAL TRAITS OF VASCULAR PLANTS - A DATABASE. ARBEITSBERICHTE INST. FÜR LANDSCHAFTSPLANUNG UND ÖKOLOGIE 2.
- KLEYER, M. 1997.** VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR ÖKOLOGIE VON PFLANZENGEMEINSCHAFTEN. EINE GRUNDLAGE ZUR BEURTEILUNG DER ERSETZBARKEIT IN DER NATURSCHUTZFACHLICHEN PLANUNG AM BEISPIEL EINER AGRAR- UND EINER STADTLANDSCHAFT - DISS. BOT. 286. BORNRÄGER, STUTTART.
- KLEYER, M. 1999/2000.** HABITATMODELLE FÜR TIERARTEN - ENTWICKLUNG, METHODEN UND PERSPEKTIVEN FÜR DIE AUSWERTUNG. ZEITSCHRIFT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ 8: 177-194.

- KLEYER, M. 2004.** BESPRECHUNG ÜBER DIE METAPOPULATIONSTHEORIE. AG LANDSCHAFTSÖKOLOGIE, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITÄT OLDENBURG.
- KRAUSS, J., I. STEFFAN-DEWENTER, AND T. TSCHARNTKE. 2003.** HOW DOES LANDSCAPE CONTEXT CONTRIBUTE TO EFFECTS OF HABITAT FRAGMENTATION ON DIVERSITY AND POPULATION DENSITY OF BUTTERFLIES? JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY 30: 889-900.
- KRUPKA, B. 1985.** STANDORTFAKTOREN, PFLANZEN UND VEGETATIONSFORMEN FÜR EXTENSIVE DACHBEGRÜNUNG. IN LIESEKE, H.J. (HRSG.): DACHBEGRÜNUNG, PLATZER VERLAG, BERLIN UND HANNOVER.
- LEDA TRAITBASE. 2004.** COLLECTION AN MEASURING STANDARDS OF LIFE-HISTORIX TRAITS OF THE NORTHWEST EUROPEAN FLORA, UNVERÖFFENTLICHT IM INTRANET DER ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDSCHAFTSÖKOLOGIE DER CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITÄT OLDENBURG, WWW.UNI-OLDENBURG.DE/LANDECO. KNEVEL, I.C.
- MICROSOFT 2000A.** EXEL COMPUTER PROGRAM, VERSION BY MICROSOFT.
- MICROSOFT 2000B.** WORD COMPUTER PROGRAM, VERSION BY MICROSOFT.
- MINISTERIUM LÄNDLICHEN RAUM, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ KARLSRUHE 1987.** MATERIALIEN ZUR GRÜNORDNUNGSPLANUNG TEIL1, SIEDLUNGSÖKOLOGISCHE UND GESTALTERISCHE GRUNDLAGE, UNTERSUCHUNGEN ZUR LANDSCHAFTSPLANUNG BAND 10
- ÖZESMI, U., AND W. J. MITSCH. 1997.** A SPATIAL HABITAT MODEL FOR THE MARSH- BREEDING RED- WINGED BLACKBIRD (AGELAIUS PHOENICEUS L.) IN COASTEL LAKE ERIE WETLANDS. ECOLOGICAL MODELING 101: 139-152.
- PEETERS, E. T. H. M., AND J. J. P. GARDENIERS. 1998.** LOGISTIC REGRESSION AS A TOOL FOR DEFINING HABITAT REQUIREMENTS OF TWO COMMON GAMMARIDS. FRESHWATER BIOLOGY 39: 605-615.
- PREISING, E. 1993.** DIE PFLANZENGESELLSCHAFTEN NIEDERSACHSENS, BESTANDSENTWICKLUNG, GEFÄHRDUNG UND SCHUTZPROBLEME - RUDERALE STAUDENFLUREN UND SAUMGESELLSCHAFTEN. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE - NATURSCHUTZ- 20/4. HANNOVER.
- PREISING, E. 1995.** DIE PFLANZENGESELLSCHAFTEN NIEDERSACHSENS, BESTANDSENTWICKLUNG, GEFÄHRDUNG UND SCHUTZPROBLEME - EINJÄHRIGE RUDERALE PIONIER-, TRITT- UND ACKERWILDKRAUT- GESELLSCHAFTEN. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE - NATURSCHUTZ- 20/6. HANNOVER.
- REBELE, F. 1996.** TYPEN VON INDUSTRIEBRACHEN UND DEREN BEDEUTUNG FÜR DEN ARTEN- UND BIOTOPSCHUTZ IN DER STADT. DISSERTATION UNIVERSITÄT, GHS, ESSEN.
- REBELE, F., AND J. DETTMAR. 1996.** INDUSTRIEBRACHEN, ÖKOLOGIE UND MANAGEMENT. VERLAG EUGEN ULMER, STUTTGART.
- ROTHMALER, W. 1995.** EXKURSIONSFLORA VON DEUTSCHLAND, GEFÄßPFLANZEN: ATLASBAND. GUSTAV FISCHER VERLAG.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.P. BLUME, G. BRÜMMER, K.H. HARTGE, U. SCHWERTMANN 1998.** LEHRBUCH DER BODENKUNDE, 14. AUFLAGE. FERDINAND ENKE VERLAG, STUTTGART.
- SCHAUER, T., AND C. CASPARI. 2001.** DER GROBE BLV PFLANZENFÜHRER. BLV VERLAGSGESELLSCHAFT MBH, MÜNCHEN.

- SCHRÖDER, B. 2000.** ZWISCHEN NATURSCHUTZ UND UMWELTFORSCHUNG - MODELLE ZUR HABITATEIGNUNG UND POPULATIONSDYNAMIK IM NIEDERMOOR. SELBSTVERLAG DES INSTITUTS FÜR GEOGRAPHIE UND GEOÖKOLOGIE DER TU BRAUNSCHWEIG.
- SCHRÖDER, B., AND B. REINEKING. 2004.** MODELLIERUNG DER ART- HABITAT- BEZIEHUNG- EIN ÜBERBLICK ÜBER DIE VERFAHREN DER HABITATMODELLIERUNG.
- SCHULTE W., SUKOPP, H. WERNER, P. 1993.** FLÄCHENDECKENDE BIOTOPKARTIERUNG IM BESIEDELTEN BEREICH ALS GRUNDLAGE EINER AM NATURSCHUTZ ORIENTIERTEN PLANUNG- PROGRAMM FÜR DIE BESTANDSAUFNAHME, GLIEDERUNG UND BEWERTUNG VDES BESIEDELTEN BEREICH UND DER RANDZONE- ÜBERARBEITETE FASSUNG 1993. ARBEITSGRUPPE „METHODIK DER BIOTOPKARTIERUNG IM BESIEDELTEN BEREICH“. IN: NATUR UND LANDSCHAFT 10, 491-526.
- STRAUSS, B. 2003.** HABITATMODELLE ZUR PROGNOSE DER VORKOMMEN PHYTOPHAGER INSEKTEN IN MOSIAKZYKLEN. AG LANDSCHAFTSÖKOLOGIE, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITÄT OLDENBURG.
- SUKOPP, H.1990.** STADTÖKOLOGIE: DAS BEISPIEL BERLIN. BERLIN.
- SUKOPP, H. 1992.** EINFÜHRUNG: INTERNATIONALE STADTÖKOLOGISCHE FORSCHUNG. IN: BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (HRSG.): STADTÖKOLOGIE. RUNDGESPRÄCHE AM 8. UND 9. DEZEMBER 1989 IN MÜNCHEN. (RUNDGEPRÄCHE DER KOMMISSION FÜR ÖKOLOGIE, 3). MÜNCHEN
- SUKOPP, H., AND R. WITTIG. 1993.** STADTÖKOLOGIE. GUSTAV-FISCHER-VERLAG.
- TACKENBERG, O. 2001.** METHODEN ZUR BEWERTUNG GRADUELLER UNTERSCHIEDE DES AUSBREITUNGSPOTENTIALS VON PFLANZENARTEN. DISSERTATIONES BOTANICAE BAND 347.
- WENZEL, E., AND A. GERHARDT. 1995.** FLORISTISCHE UND VEGETATIONSKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN ZUR RUDERALVEGETATION DER STADT BIELEFELD IM VERGLEICH MIT ANDERER STÄDTEN. DECHENIANA-VERHANDLUNGEN DES NATURHISTORISCHEN VEREINS DER RHEINLANDE UND WESTFALENS 148: 29-46.
- WITTIG, R. 2002.** SIEDLUNGSVEGETATION, ÖKOSYSTEME MITTELEUROPAS. VERLAG EUGEN ULMER, STUTTGART.
- WITTIG, R., J. BREUSTE, L. FINKE, AND M. KLEYER. 1995.** WIE SOLL DIE AUS ÖKOLOGISCHER SICHT IDEALE STADT AUSSEHEN? - FORDERUNGEN DER ÖKOLOGIE AN DIE STADT DER ZUKUNFT. ZEITSCHRIFT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ 4: 157-161.

14 ANHANG

Gesamtartenliste

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Chaerophyllum spec.</i>	<i>Fallopia convolvulus</i>
<i>Achillea pannonica</i>	<i>Chelidonium majus</i>	<i>Festuca ovina agg.</i>
<i>Aethusa cynapium</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Chenopodium glaucum</i>	<i>Festuca rubra agg.</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Chenopodium pratericola</i>	<i>Filago vulgaris</i>
<i>Alopecurus geniculatus</i>	<i>Chenopodium spec.</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Apera spica-venti</i>	<i>Cirsium acanthoides cf.</i>	<i>Galinsoga quadriradiata</i>
<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Cirsium acaule</i>	<i>Galium odoratum</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Geranium molle</i>
<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Geranium pusillum</i>
<i>Berteroa incana</i>	<i>Clematis vitalba</i>	<i>Geranium rotundifolium</i>
<i>Betula pendula B</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Geranium spec.</i>
<i>Betula pendula juv.</i>	<i>Conyza canadensis</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Betula pendula S</i>	<i>Corynephorus canescens</i>	<i>Glechoma hederacea</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Cotoneaster spec. S</i>	<i>Hieracium bauhinii</i>
<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Crataegus monogyna juv.</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Bromus inermis</i>	<i>Crepis capillaris</i>	<i>Hieracium spec.</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Holcus mollis</i>
<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Hordeum murinum</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Hordeum spec.</i>
<i>Carex arenaria</i>	<i>Elymus repens</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Carex cf. flava agg.</i>	<i>Epilobium adnatum cf.</i>	<i>Hypochoeris radicata</i>
<i>Carex cf. pilosa</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>	<i>Juncus articulatus</i>
<i>Carex gracilis</i>	<i>Epilobium ciliatum cf.</i>	<i>Juncus bulbosus</i>
<i>Carex hirta</i>	<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Juncus conglomeratus</i>
<i>Carex leporina</i>	<i>Epilobium montanum cf.</i>	<i>Juncus effusus</i>
<i>Carex pallescens</i>	<i>Epilobium parviflorum</i>	<i>Juncus tenuis</i>
<i>Carex spec.</i>	<i>Epilobium roseum</i>	<i>Lactuca serriola</i>
<i>Cerastium glomeratum</i>	<i>Epilobium spec. juv.</i>	<i>Lamium album</i>
<i>Cerastium glutinosum</i>	<i>Epilobium tetragonum</i>	<i>Lapsana communis</i>
<i>Cerastium holosteoides</i>	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Lathyrus sativus</i>
<i>Cerastium pumilum</i>	<i>Equisetum palustre</i>	<i>Lens culinaris</i>
<i>Cerastium semidecandrum</i>	<i>Erigeron annuus</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Cerastium spec.</i>	<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Lepidium ruderales cf.</i>
<i>Chaenorhinum ius</i>	<i>Erophila verna</i>	<i>Linaria vulgaris</i>
<i>Chaerophyllum aureum cf.</i>	<i>Erysimum virgatum</i>	<i>Lolium perenne</i>

Lotus corniculatus	Potentilla reptans	Solidago gigantea
Lycopus europeus	Potentilla spec.	Sonchus asper
Lythrum salicaria	Prunella vulgaris	Spergula arvensis
Matricaria discoidea	Quercus robur juv.	Spergula morisonii
Matricaria maritima	Ranunculus acris	Stachys spec juv.
Matricaria recutita	Ranunculus repens	Stellaria media
Medicago arabica cf.	Ranunculus scleratus	Tanacetum vulgare
Medicago lupulina	Rosa spec.	Taraxacum sect. Ruderalia
Melilotus alba	Rubus fruticosus agg.	Tragopogon pratensis cf.
Melilotus altissima	Rubus idaeus	Trifolium arvense
Melilotus officinalis	Rubus spec. juv.	Trifolium campestre
Myosotis arvensis cf.	Rumex acetosa	Trifolium pratense
Myosotis decumbens	Rumex acetosella	Trifolium repens
Myosotis ramosissima	Rumex crispus	Tussilago farfara
Myosoton aquaticum	Rumex spec.	Urtica dioica
Oenothera biennis	Sagina procumbens	Verbascum spec.
Ornithogalum spec.	Salix caprea juv.	Veronica arvensis
Papaver dubium	Salix caprea (S)	Veronica serpyllifolia
Persicaria hydropiper	Salix caprea x cinerea	Veronica verna
Persicaria maculosa	Salix cf. Acutifolia juv.	Vicia angustifolia
Phalaris arundinacea	Salix cf. acutifolia S	Vicia cracca
Phleum pratense	Salix cf. viminalis juv.	Vicia dasycarpa cf.
Phragmites australis	Salix cf. viminalis S	Vicia hirsuta
Picea spec.	Salix cinerea	Vicia parviflora
Picris hieracioides	Salix spec. juv.	Vicia sativa cf.
Pinus nigra juv.	Salix spec. S	Vicia spec.
Plantago lanceolata	Salix viminalis S	Vicia tenuifolia cf.
Plantago major	Salix viminalis x caprea	Vicia tenuissima cf.
Poa annua	Sanguisorba minor	Vicia tetrasperma
Poa compressa	Saponaria officinalis	Viola arvensis
Poa palustris	Saxifraga tridactylites	Vulpia myuros
Poa pratensis	Scleranthus annuus	
Poa trivialis	Scleranthus perennis	
Polygonum aviculare	Sedum acre	
Polygonum lapathifolium	Sedum album	
Polygonum minus	Senecio inaequidens	
Potentilla anserina	Senecio viscosus	
Potentilla inclinat cf.	Senecio vulgaris	
Potentilla intermedia cf.	Sherardia arvensis	
Potentilla neumanniana	Sisymbrium altissimum	
Potentilla norvegica	Sisymbrium officinale	

Anhang

III

Traits	SP1 <i>Arenaria serpyllifolia</i>	SP2 <i>Saxifraga tridactylitis</i>	SP3 <i>Erophila verna</i>	SP4 <i>Veronica arvensis</i>	SP5 <i>Poa annua</i>
shoot form	erect	erect	-	erect	erect, ascending
life span	biennial, perennial, annuell	winter annuell, summer annuell	biennial, annuell, winter annuell	biennial, annuell, winter annuell, summer annuell	biennial, annuell, winter annuell, summer annuell, short-live polycarpic perennial
life form	therophyte, chamaephyt	therophyte	therophyte	therophyte	therophyt, hemicryptophyt
fruchtyp	Kapsel	Kapsel	Schote	Kapsel	Nuss
dispersal unit	seed	-	seed	seed	fruit FZB
Anhänge	Haftorgan	Haftorgan	-	Haftorgan	Rauh.
seed mass (mg)	0.07	0.01	0.01	0.105	0.32
seed length (mm)	0.505	0.47	0.7	1.12	2.3
seed width (mm)	0.475	0.25	0.2	0.81	0.725
terminal velocity (m/s)	1.86			1,68 _11seeds ken neu: 1,91	2.53
dispersal type	agochor, boleochor, endozochor	autochor, anemochor	anemochor	agochor, ombochor, hydrochor	agochor, anemochor, bythisochor, dysochor, ndozoo-epizoo-, meteorchor, zoochor
seed nr_literatur	2041	1106	100	636	97
seed nr measurment HB	896 pro Pflanze	244 pro Pflanze_ 40 pro Schote	596 pro Pflanze_ 39 pro Schote	616 pro Pflanze	1900 pro Pflanze_ 271 pro Blütenstand (Rispe)
HB03 pro pfl	896	244	596	616	1900
HB03 pro blst/rispe					271
HB03 pro schote		40	39		
strategie	r	sr	sr	r	r
urbanität	mäßig urbanophob	urbanophob	mäßig urbanophob	urbanoneutral	urbanoneutral
Licht	8	8	8	7	7
Temperatur	x	6	6	6	x
Feuchtigkeit	4	2	3	x	6
Reaktion	x	7	x	6	x
Stickstoff	x	1	2	x	8
Reproduktionstyp	Samen/Sporen		Samen/Sporen	Samen/Sporen	meist Samen/selten vegetativ
Wuchshöhe (m)	0.03 - 0,30	0,02 - 0,18	0,03 - 0,15	0,03 - 0,25	0,02 - 0,30

Traits	SP6 Conyza canadensis	SP7 Rumex acetosella	SP8 Senecio vulgaris	SP9 Leontodon atumnalis	SP10 Solidago gigantea
shoot form	erect	erect	erect	erect, ascending	erect
life span	biennial, annuell, winter annuell	perennial, winter annuell	biennial, annuell, winter annuell	perennial	perennial
life form	therophyte,hemicryptophyt	hemicryptophyt, geophyt	therophyte, hemicryptophyt	hemicryptophyt	hemicryptophyt, geophyt
fruchttyp	Nuss	Nuss	Nuss	Nuss	Nuss
dispersal unit	fruit FZb	fruit FZb	fruit FZb	fruit FZb	fruit FZb
Anhänge	Pappus	geflügelt	Pappus	Pappus	Pappus
seed mass(mg)	0.07	0.415	0.308	0.75	0.06
seed length (mm)	3.27	1.495	4.1	9.775	2.4
seed width (mm)	0.5	1.04	0.5	0.8	0.35
terminal velocity (m/s)	0.3	2,36 ken neu: 2,88	0.3	0.51	0.24
dispersal type	agochor, anemochor, dysochor, meteorchor	anemochor,epizoochor, hydrochor	agochor, dysochor, meteorochor	meteorochor	anemochor
seed nr_literatur	25000	334	1113	-	-
seed nr measurment HB	20769 pro Pflanze	138 pro Pflanze	515 pro Pflanze	456 pro Pflanze	18097 pro Pflanze
HB03 pro pfl	20769	138	515	456	18097
HB03 pro blst/rispe					
HB03 pro schote					
strategie	cr	csr	r	csr	c
urbanität	urbanoneutral	mäßig urbanophob	urbanoneutral	urbanoneutral	mäßig urbanophob
Licht	8	3	7	7	8
Temperatur	6	5	x	x	6
Feuchtigkeit	4	4	5	5	x
Reaktion	x	2	x	5	x
Stickstoff	5	2	8	5	6
Reproduktionstyp	Samen/Sporen	Samen und vegetativ	Samen/Sporen	Samen und vegetativ	Samen und vegetativ
Wuchshöhe (m)	0,20 - 1,00	0,10 - 0,30	0,10 - 0,30	0,15 - 0,45	0,50 - 2,50

Traits	SP11 Tanacetum vulgare	SP12 Matricaria maritima	SP13 Holcus lanatus	SP14 Poa compressa	SP16 Coryneph. canescens
shoot form	erect	-	erect	erect	-
life span	perennial	biennial, perennial, annuell	perennial	perennial	perennial
life form	hemicryptophyt	therophyt, hemicryptophyt	hemicryptophyt	-	-
fruchttyp	Nuss	Nuss	Nuss	Nuss	-
dispersal unit	fruit FZb	fruit FZb	fruit FZb TFSt, spikelet	fruit FZb	-
Anhänge	Haftorgan	-	geflügelz	behaart	Haftorgan
seed mass (mg)	0.115	0.3	0.33	0.2	1.92
seed length (mm)	2.1	2	3.6	2.475	0.34
seed width (mm)	0.75	1	1.95	0.5	1,38 _20seeds
terminal velocity (m/s)	1.10	2.33	1,24 _30seeds ken neu: 1,75	1.33	anemochor, epizoochor
dispersal type	agochor, boleochor, ethelochor	anemochor, epizoochor, zoochor	ethelochor, herpochor, meteorochor, speirochor	ethelochor, meteorochor	-
seed nr_literatur	-	-	???	-	1113 pro flanze _80 pro Blütenstand (Rispe)
seed nr measurment HB	21967 pro Pflanze	1452 pro Pflanze ?	2005 pro Pflanze _251 pro Blütenstand (Rispe)	973 pro Planze _243 pro Blütenstand (Rispe)	1113
HB03 pro pfl	21967	1452	2005	973	80
HB03 pro blst/rispe			251	243	
HB03 pro schote					cs
strategie	c	cr	c	csr	mäßig urbanophob
urbanität	mäßig urbanophil	urbanoneutral	mäßig urbanophob	urbanoneutral	8
Licht	8	9	7	9	6
Temperatur	6	6	6	x	2
Feuchtigkeit	5	6	6	3	3
Reaktion	8	7	x	9	2
Stickstoff	5	8	4	3	
Reproduktionstyp	meist Samen/selten vegetativ	Samen/Sporen	Samen und vegetativ	Samen und vegetativ	0,15 - 0,30
Wuchshöhe (m)	0,60 - 1,20	0,05 - 0,30	0,30 - 1,00	0,20 - 0,80	

Traits	SP17 <i>Apera spica-venti</i>	SP18 <i>Carex arenaria</i>	SP19 <i>Medicago lupulina</i>
shoot form	erect	-	erect, ascending, prostrate
life span	biennial, annuell	perennial	biennial, perennial, annuell
life form	therophyte	-	therophyt
fruchttyp	Nuss	Nuss	Hülse
dispersal unit	fruit FZb	fruit FZb	fruit FZb
Anhänge	1 langes Haar	-	Haftorgan
seed mass (mg)	0.11	0.8	1.64
seed length (mm)	8.7	4.64	2.425
seed width (mm)	0.5	1.685	1.7
terminal velocity (m/s)	0,97 _14seeds	2.85	2,3 ken neu: 2,96
dispersal type	agochor, dysochor, meteorchor, speirochor	autochor, anemochor, epizoochor	speirochor, zoochor
seed nr_literatur	600	-	1671
seed nr measurment HB	2730 pro Pflanze _546 pro Blütenstand (Rispe)	61 pro Blütenstand (Rispe)	27 Blüten/Same (Annahme 1Same pro Blüte) pro Blütenstand= Blütenköpfchen
HB03 pro pfl	2730		
HB03 pro blst/rispe	546	61	27
HB03 pro schote			
strategie	cr	cs	csr
urbanität	urbanoneutral	mäßig urbanophob	urbanoneutral
Licht	6	7	7
Temperatur	6	6	5
Feuchtigkeit	6	3	4
Reaktion	5	2	8
Stickstoff	x	2	x
Reproduktionstyp	Samen/Sporen	meist vegetativ, selten Samen	Samen und vegetativ
Wuchshöhe (m)	0,30 - 1,00	0,15 - 0,60	0,15 - 0,60

Erläuterungen zu den Steckbriefen	
shoot form	Wuchsform des Sprosses
erect	aufrechter Spross
ascending	Spross aufsteigend
prostrate	Spross niederliegend
life span	Lebensdauer
annuell	einjährig
biennial	zweijährig
perennial	mehrjährig (ausdauernd)
short-live polycarpic perennial	kurzlebige polykarpe Perenne (mehrmals fruchtende Mehrjährige)
life from	Lebensform (Lage Erneuerungsknosp.)
therophyt	Kurzlebige
geophyt	unterirdisch Überdauernd
hemicryptophyt	Knospen an der Erdoberfläche
chamaephyt	Knospen über der Erde
dispersal unit	Ausbreitung im Raum
fruit= Frucht	
A: BIOLFLOR	Gebilde, das sich zur Samenreife aus dem Fruchtknoten gebildet hat (Zusätze extra)
FZb	Frucht mit zusätzlich mit Teilen d.Blütenhülle (Blüten-,Kelchblä), mit Achsengewebe oder Laubblä. verbunden, welche Ausbreitung unterstützen oder geeignete Keimungsverhältnisse schaffen
B: BIOPOP	
seed	Same
fruit	Frucht
spikelet	Ährchen/ Grasährchen
seed mass	in (mg)
seed length	in (mm)
seed width	in (mm)
terminal velocity	Fallgeschwindigkeit in (m/s)
dispersal type	Ausbreitungstyp
autochor	Selbstausstreu
herpochor	hygroskopische Grannen oder Haare
anemochor	Windausbreitung
meteorchor	Ausbreitungseinheit schwebt oder wird vom Wind verweht
boleochor	Same wird von Mutterpflanze nach Stoßeinwirkung (Wind) entlassen
hydrochor	Wasserausbreitung

bythisochor	durch Strömung am Grunde von Gewässern
ombrochor	Regentropfen lösen Schleudermechanismen zur Samenausbreitung aus
zoochor	Ausbreitung durch Tiere
epizoochor	Ausbreitung durch Anheftung
endozoochor	Ausbreitung durch den Verdauungstrakt
dysochor	Ausbreitung durch Sammlung von Nahrung
(hemerochor= durch Menschen)	
ethelochor	Handel mit Pflanzen/Saatgut
speirochor	Ausbreitung mit Saatgut von Kulturpflanzen
agochor	unabsichtliche Ausbreitung durch den Menschen
Strategie	
C= Konkurrenzstrategen	langlebige konkurrenzstarke Arten auf günstigen Standorten (=kein Umweltfaktor im Min- oder Maximum), d.h. nahezu kein Stressbedingungen
S= Stresstoleranzstrategen	leben auf extremen Standortsbedingungen durch schwer verfügbare Ressourcen. typische: stark feucht, trocken od. kalte Klimate
R= Ruderalstrategen	kurzlebig, meist krautig, mit schnellem Zuwachs, aber die meisten Ressourcen in die generativen Reproduktion investieren. meist Selbstbestäuber, Windverbreiter. meist Standorte mit häufigen Störungen
Urbanität	
urbanophob	stadtflihend
urbanoneutral	in Stadt und Umland verbreitet
urbanophil	stadtbevorzugend

Kartierungsergebnisse der ausgewählten Arten

Die Ergebnisse der Kartierung der ausgewählten Arten werden im Folgenden beschrieben. Dabei wird das Vorkommen einer Art (drei Kategorien: selten, zerstreut, häufig) in den beiden Untersuchungsgebieten getrennt betrachtet. Ausschließliche Randvorkommen sind zwar kartiert worden, werden hier jedoch nicht beschrieben, da sie im weiteren Verlauf der Modellierung keine Bedeutung haben und zudem die visuelle Darstellung der Kartierungsergebnisse verzerren würden.

Die Farbskala der Abbildungen umfaßt vier Stufen: hellgrün für ein seltenes Vorkommen, mittelgrün für zerstreutes und dunkelgrün für häufiges Vorkommen einer Art; Untersuchungsflächen ohne Vorkommen sind hellgrau abgebildet. Sind hinsichtlich der Parameter Oberflächenmaterial (fein, grob, versiegelt), Nutzungsintensität (keine, gering, mittel, hoch) und/oder Alters der Oberfläche (0-1, 1-3, 3-6, 6.-16, 16-29, 29+ Jahre) bevorzugte Wuchsstandorte zu erkennen, so wird dies wiedergegeben.

Die Reihenfolge der Vorkommensbeschreibungen der einzelnen Arten, ist an die zuvor gebildeten Vegetationseinheiten angelehnt (siehe Kap.3.2 ??). Um Missverständnissen vorzubeugen sei daran erinnert, dass die Arten nicht grundsätzlich in beiden UG kartiert wurden, sondern das in Ochtum oder GVZ untersuchte Artenspektrum sich unterscheidet. So wird das jeweilige Vorkommen z.T. nur für ein Gebiet oder gegebenenfalls für beide Gebiete beschrieben. Arten die keiner Vegetationseinheit zugeordnet werden konnten werden im Anschluss beschrieben.

Kartierungsergebnisse von *Arenaria serpyllifolia*, *Poa compressa* und *Conyza canadensis* (AG I)

Arenaria serpyllifolia °bf



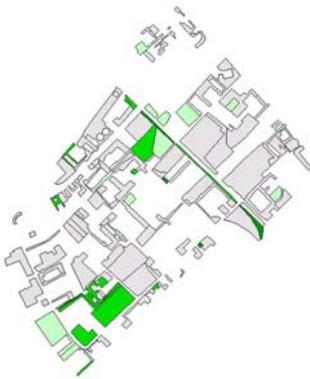
Arenaria serpyllifolia verteilt sich im UG OCHTUM bezüglich Anzahl der Flächen und prozentualen Anteil von Flächengrößen der einzelnen Vorkommen wie folgt:

„kein Vorkommen“ mit 101 von 159 potentiellen Standorten und einem entsprechenden Flächenanteil von 74.0% (19 ha), „selten“ mit 30 potentiellen Standorten und 14.8% Flächenanteil (3.8 ha), „zerstreut“ mit 15 Flächen und 5.2% (1.3 ha) und

mit der Kategorie „häufig“ mit 13 Flächen und damit 6.0% Flächenanteil (1.5

ha). Auf dem überwiegendem Teil der Flächen mit kartiertem Nicht-Vorkommen handelt es sich um Pflaster oder Natursteinpflasterflächen auf denen zudem eine hohe Störung vorherrscht. Flächen mit einem Vorkommen „selten“ sind ebenfalls relativ häufig auf gepflasterten Flächen zu finden (ca. die Hälfte der „selten“ Standorte), dann jedoch mit einer mittleren bis geringen oder keinen Störungsintensität. Die übrigen Flächen teilen sich auf „OFM_fein“ und „OFM_grob“ auf, also auf nicht versiegelte Flächen mit feinem oder groben Substrat. Bezgl. der Störungsintensitäten ist auf diesen Flächen die hohe Störung äußerst selten und geringe Störung dagegen relativ oft vertreten. Die weiteren Störungsintensitäten „keine“ und „mittel“ sind mit einer bzw. zwei Flächen vertreten. Flächen mit einem „zerstreut“-em Vorkommen sind nur auf drei versiegelten Flächen kartiert wurden. Der überwiegende Teil der Flächen ist „OFM_grob“ zugeordnet, bei denen die Störungsintensitäten von „keine“ bis „hoch“ reichen. Lediglich 4 Flächen bestehen aus feinem Substrat, wobei sich die Intensität der Störung ebenfalls nicht besonders hervorhebt. Flächen mit einem „hohem“ Vorkommen sind in allen Oberflächenobergruppen vorhanden, allerdings ist die Störungsintensität „keine“ oder „gering“ ausschlaggebend.

Poa compressa °sm



Auf 41 von 159 Untersuchungsflächen wurde *Poa compressa* festgestellt. 10,4 % (2,6 Ha) der Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum weisen ein seltenes Vorkommen dieser Art auf, 11,1 % (2,8 ha) ein zerstreutes und 1,3 % (0,3 ha) ein häufiges Vorkommen. Die Oberflächen der Standorte mit seltenem Bewuchs durch *Poa compressa* umfassen grobes und feines Substrat ebenso wie Versiegelung durch Beton- und Natursteinpflaster. Hinsichtlich der

Störungsgrade dieser Wuchsstandorte sind sämtliche Kategorien (keine Störung bis hohe Störung) vertreten. Das Störungsregime der Untersuchungsflächen mit zerstreutem Vorkommen ist bis auf zwei Flächen ausschließlich gering bzw. ohne Störung. Bezüglich der Oberflächenmaterialien und der Altersklassen dieser Wuchsstandorte von *Poa compressa* lassen sich keine offensichtlichen Häufungen feststellen. Gleiches gilt auch für Standorte mit häufigem Vorkommen. Von den insgesamt fünf Flächen weist eine Fläche einen mittleren und die restlichen einen geringen Störungsgrad auf.



Im GVZ ist *Poa compressa* auf 42 der insgesamt 191 Untersuchungsflächen vertreten. Flächen mit seltenem Bewuchs nehmen 20,4 % (35,0 ha) der dortigen Untersuchungsflächen ein während ein zerstreutes Vorkommen auf 9,7 % (16,5 ha) und ein häufiges Vorkommen auf 0,2 % (0,3 ha) kartiert wurde. Die Wuchststandorte im GVZ haben gemein, daß sie bis auf einzelne Ausnahmen über grobes oder feines Substat als Oberflächenmaterial verfügen und gleichzeitig einen geringen oder keinen Störungsgrad aufweisen. Untersuchungsflächen ohne Vorkommen von *Poa compressa* haben häufig versiegelte Oberflächen und einen hohen Störungsgrad oder grobes bzw. feines Oberflächensubstrat mit unterschiedlichen Störungsgraden.

***Conyza canadensis* °bf**



In Ochtum sind 72 Flächen mit einem Flächenanteil von 63.1% (16.2 ha) der Kategorie „kein Vorkommen“. „Selten“ ist mit 43 Flächen und einem Flächenanteil von 9.2% (2.3 ha) kartiert wurden. Auf die Kategorien „zerstreut“ und „häufig“ fallen 30 bzw. 14 Flächen (Flächenanteil= 15.8% - 4.1 ha bzw. 11.8% - 3 ha).

Ein großer Teil der mit „kein Vorkommen“ kartierten Flächen sind gepflasterter Flächen, mit zusätzlich hoher Störung. Ebenso in der Kategorie „selten“ sind häufig gepflasterte Flächen zu finden, neben Flächen mit feinem und groben Material. Alle Störungsintensitäten sind vertreten, doch die Störungen von „mittel“ oder „gering“ sind nun häufiger. Fast allen Flächen gemein ist eine Tendenz zu älteren Flächen (Entstehung zwischen 1997 und 1987 oder älter als 1974). Ein sehr ähnliches Bild ergibt sich für die Flächen mit festgestelltem „zerstreut“em Vorkommen. Allerdings sind hier auch Flächen jüngeren Alters vertreten. Bei den Flächen mit einem „häufig“em Vorkommen von *Conyza* sind die drei OFM- Obergruppen fast gleich vertreten. Störungsintensitäten sind eher in den Bereichen „keine“ und „gering“ angesiedelt. Auffällig sind die zunehmend jüngeren Flächen (zwischen den Jahren 2003 und 2002 oder zwischen 2002 und 2000) neben älteren Flächen u.z. älter als 1974.



Das Vorkommen von *Conyza canadensis* im GVZ ergibt sich wie folgt: auf die Kategorie „kein Vorkommen“ fallen 99 Flächen mit einem Flächenanteil von 51.7% (88.6 ha). 50 Flächen mit einem Flächenanteil

von 32.7% (56 ha) sind mit „selten“em Vorkommen kartiert worden. Die Kategorie „zerstreut“ ist mit 35 Flächen vertreten (Flächenanteil= 8.2% - 14 ha), und „häufig“ mit 7 Flächen (Flächenanteil= 7.5% - 12.8).

Gepflasterte Flächen mit hoher Störung machen einen großen Teil der Flächen mit „kein Vorkommen“ aus. Ebenfalls häufig sind Flächen mit feinem Substrat und „geringer“ oder „keiner“ Störung. Flächen mit „OFM_grob“ sind lediglich 12mal festgestellt worden. Die Flächen sind überwiegend dem Störungsregime „keine“ Störung zugeordnet.

Die Flächen mit einem seltenen Vorkommen von *Conyza* sind häufig Flächen feinem Substrats mit überwiegend geringer Störung (neben Flächen keiner und mittlerer Störung). Zerstreutes Vorkommen wurde in erster Linie auf „OFM_dicht“ und „OFM_fein“ festgestellt. Überwiegend handelt es sich um Flächen geringer Störung, entstanden zwischen den Jahren 1997 und 1987. Häufiges Vorkommen wurde durchgehend auf Flächen feinem Substrats gefunden mit geringer oder keiner Störung.

Kartierungsergebnisse von *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Solidago gigantea* und *Tanacetum vulgare* (AG II)

Holcus lanatus °sm



Holcus lanatus wächst auf 22 der insgesamt 159 Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum. 9,9 % (2,5 ha) der untersuchten Flächen weisen ein seltenes Vorkommen auf während ein zerstreutes bzw. häufiges Vorkommen auf 4,9 % (1,2 ha) bzw. 2,4 % (0,6 ha) der untersuchten Flächen festgestellt wurde. Die Wuchsstandorte von *Holcus lanatus* sind bis auf einen Standort unversiegelt und mit feinem oder groben Substrat; diese Flächen zeigen hinsichtlich des Störungsregimes größtenteils keine

oder eine geringe Störung auf. Eine Häufung von Alterskategorien innerhalb der Standorte läßt sich nicht feststellen. Flächen ohne Vorkommen dieser Art haben als Oberflächenmaterial entweder grobes und feines Substrat mit gleichzeitig unterschiedlichen Störungsintensitäten oder Beton- und Natursteinpflaster.

Im GVZ wurde *Holcus lanatus* auf 80 von 191 Flächen festgestellt. Ein seltenes Vorkommen wurde auf 29,7 % (50,9 ha) der dortigen Flächen kartiert, während 13,9 % (23,8 ha) ein zerstreutes Wuchsverhalten aufweisen; 6,2 % (10,5 ha) der Flächen sind häufig mit *Holcus lanatus* bewachsen. Wuchsstandorte mit seltenem oder zerstreutem Vorkommen besitzen meist ein

feines Substrat als Oberflächenmaterial (OFM_fein); selten grobes Substrat oder eine Versiegelung. Diese Flächen sind vorwiegend gering oder gar nicht gestört; nur wenige Standorte sind einer mittleren Störungsintensität ausgesetzt. Untersuchungsflächen mit häufigem Vorkommen von *Holcus lanatus* besitzen ausschließlich feines Substrat als Oberflächenmaterial und einen geringen Störungsgrad. Die Alterskategorie 6-16 Jahre überwiegt bei den Wuchsstandorten als auch bei den Untersuchungsflächen im GVZ allgemein.



Medicago lupulina °sm

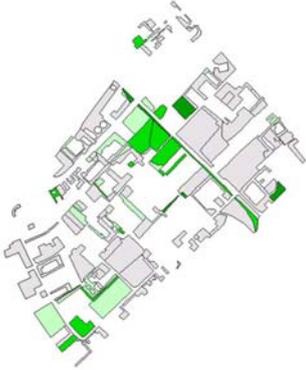


Von den 191 untersuchten Flächen im GVZ sind 47 von *Medicago lupulina* flächenhaft besiedelt. Auf 7,4 % (12,7 ha) der dortigen Flächen kommt diese Pflanzenart selten vor, auf 14,0 % (23,9 ha) zerstreut und auf 2,3 % (3,9 ha) häufig. Wuchsstandorte mit seltenem Vorkommen besitzen meist ein feines Oberflächenmaterial und unterliegen

einer geringen bzw. keiner Störung; weiterhin selten besiedelt sind wenige Standorte mit grobem Substrat bzw. mit versiegelter Oberfläche und meist geringer Störungsintensität. Ein zerstreutes bzw. häufiges Vorkommen von *Medicago lupulina* wurde auf Flächen festgestellt, die ausschließlich ein feines Oberflächensubstrat besitzen und überwiegend einer geringen Störung ausgesetzt sind. Untersuchungsflächen mit versiegelter Oberfläche sind nahezu vollständig ohne Vorkommen dieser Art kartiert worden; gleiches gilt für Flächen mit grobem Substrat. Etwa die Hälfte derjenigen Flächen, die ein feines Oberflächensubstrat besitzen, wurden als Untersuchungsflächen ohne Vorkommen festgestellt. Ein offensichtlicher Zusammenhang zwischen

Vorkommen/Nichtvorkommen und den Altersklassen der Oberflächen lässt sich nicht erkennen.

Solidago gigantea °sm



Im Gewerbegebiet Ochtum wurde *Solidago gigantea* auf insgesamt 51 von 159 untersuchten Flächen festgestellt. Auf 15,1 % der dortigen Untersuchungsflächen (3,8 ha) wurde *Solidago gigantea* selten und auf 11,1 % (2,8 ha) zerstreut gefunden. Ein häufiges Vorkommen wurde auf 0,2 % der untersuchten Standorte (0,6 ha) festgestellt. Hinsichtlich des Oberflächenmaterials der Wuchsstandorte gibt es keine offensichtliche

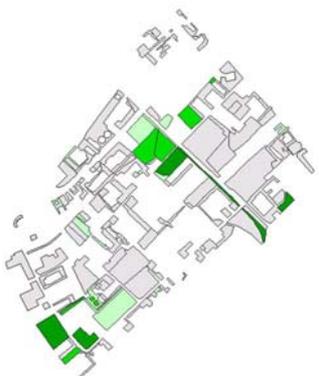
Auswahl; die Nutzungsintensität nimmt mit steigendem Vorkommen scheinbar leicht ab. Diejenigen Flächen ohne Vorkommen von *Solidago gigantea* haben überwiegend versiegelte Oberflächen und einen mittleren bis hohen Störungsgrad.

Im GVZ konnte diese Art auf insgesamt 43 der 191 Untersuchungsflächen kartiert werden, wobei sie vorwiegend auf Flächen mit geringer Nutzung gefunden wurde. Auf 25,6 % (43,9 ha) der im GVZ untersuchten Standorte kam diese Pflanzenart selten, auf 4,1 % (7,0 ha) zerstreut und auf 1,3 % (2,1 ha) der



Untersuchungsflächen häufig vor. Das Alter der Oberflächen lag in den allermeisten Fällen bei 6-16 Jahren; diese Alterskategorie ist jedoch im GVZ hauptsächlich vertreten. Unter den Untersuchungsflächen ohne Vorkommen sind versiegelte Oberflächen (OFM_dicht) deutlich häufiger vertreten.

Tanacetum vulgare °sm



Diese Art wurde auf insgesamt 33 von 159 Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum festgestellt. Auf 10,3 % (2,6 ha) der dortigen Flächen wurde *Tanacetum vulgare* mit einem seltenen Vorkommen kartiert. Diese Flächen zeigen bezüglich der Oberflächenmaterialien als auch der Alterskategorien keine auffälligen Häufungen; eine geringe

Störungsintensität dieser Flächen überwiegt dagegen deutlich. Auf ausschließlich unversiegelten Flächen mit keiner oder einer geringen Störung wurde diese Pflanzenart mit einem zerstreuten oder häufigem Vorkommen kartiert; diese Wuchsstandorte erreichen 6,2 % (1,5 ha) bei zerstreutem und 7,6 % (1,9 ha) der dortigen Flächen bei häufigem Vorkommen. Bei den Untersuchungsflächen ohne Vorkommen dieser Art handelt es sich um überwiegend versiegelte Flächen mit unterschiedlicher Störungsintensität; viele dieser Flächen sind älter als 29 Jahre.

Im GVZ sind 78 von insgesamt 191 Untersuchungsflächen von *Tanacetum vulgare* flächenhaft besiedelt. Als Wuchsstandorte im GVZ überwiegen diejenigen Flächen, die der Oberflächenkategorie OFM_fein angehören und ein geringes Störungsregime aufweisen. Auf 19,2 % (32,8 ha) der dortigen Flächen wurde ein seltenes Vorkommen kartiert, auf 13,0 % (22,2 ha) ein zerstreutes und auf 0,8 % (1,3 ha) ein häufiges Vorkommen. Die Kategorie des Oberflächenalters 6-16 Jahre dominiert die Wuchsstandorte als auch die Untersuchungsflächen im GVZ allgemein. Untersuchungsflächen ohne Vorkommen von *Tanacetum vulgare* zeigen hinsichtlich des Störungsregimes und des Oberflächenmaterials keine offensichtlichen Dominanzen.



Kartierungsergebnisse von Senecio vulgaris, Matricaria maritima und Poa annua (AG III)

Senecio vulgaris °bf



Senecio vulgaris ist in Ochtum wie folgt kartiert worden: 131 Flächen mit einem Flächenanteil von 74.1% (19 ha) wurden mit „kein Vorkommen“ festgestellt, 22 Flächen (Flächenanteil= 21.9% - 5.6 ha) mit „selten“. 5 Flächen (Flächenanteil= 2.1% - 0.5 ha) wurden der Kategorie „zerstreut“ und nur eine Fläche mit einem Flächenanteil von 1.9% (0.5 ha) der Kategorie „häufig“ zugeordnet.

Bei den Flächen der Kategorie „kein Vorkommen“

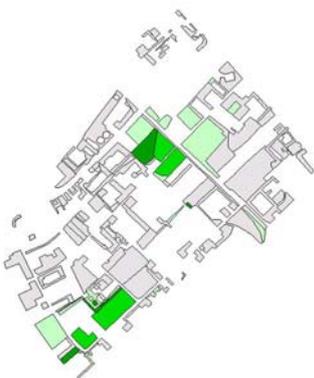
als auch bei denen mit einem seltenem Vorkommen von *Senecio* sind keine Tendenzen bzgl. OFM oder Störungsregime zu erkennen. Die fünf Flächen mit zerstreutem Vorkommen haben feines bzw. grobes Substrat und sind den überwiegend dem Störungsregime „gering“ sowohl eine Fläche geringer Störung zugeordnet. Bis auf eine Fläche, deren Entstehungs-Alter älter als 1974 ist, sind die Flächen mit zerstreutem Vorkommen relativ jung, d.h zwischen 2000 und 2003 entstanden. Die einzige Fläche mit häufig kartiertem *Senecio* ist aus grobem Substrat, mit geringer Störung und ist zwischen den Jahren 2002 und 2000 entstanden.

Im UG GVZ wurde ein Vorkommen von *Senecio vulgaris* auf 177 Flächen mit einem Flächenanteil von 95.6% (163.9 ha) nicht festgestellt. Auf 13 Flächen (Flächenanteil= 3.5% - 5.9 ha) wurde die Art mit „selten“ kartiert. Lediglich eine Fläche wurde zerstreutem Vorkommen zugeordnet (Flächenanteil= 0.9% - 1.6 ha). Ein häufiges Vorkommen war im gesamten Untersuchungsgebiet nicht festzustellen.



Der überwiegende Teil der Flächen mit seltenem Vorkommen besteht aus feinem Substrat (10 Flächen), drei Flächen aus groben OFM. Allen gemein ist die geringe bis keine Störung, nur zwei Flächen sind mit mittlere Störung festgestellt worden. Die einzige Fläche mit zerstreuten Vorkommen ist aus feinem Substrat, mit geringer Störung und zwischen den Jahren 1997 und 1987 entstanden.

Matricaria maritima °sm



Von den 159 Untersuchungsflächen im Gewerbegebiet Ochtum sind 27 Wuchsstandorte von *Matricaria maritima*. Auf 14,8 % (3,8 ha) der dortigen Flächen wurde für diese Art ein seltenes Vorkommen festgestellt, 8,4 % (2,1 ha) weisen ein zerstreutes Vorkommen auf und häufig tritt *Matricaria maritima* auf 3,4 % (0,8 ha) der untersuchten Flächen auf. Häufig und zerstreut wächst diese Art auf unversiegelten Oberflächen mit keiner oder geringer

Störungsintensität während das seltene Wuchsverhalten auch auf wenigen versiegelten Flächen kartiert wurde. Nahezu alle versiegelten Flächen

(OFM_dicht) mit mittlerer bis hoher Störungsintensität zählen zu den Untersuchungsflächen ohne Vorkommen; weiterhin unversiegelte Oberflächen mit groben oder feinem Substrat und gleichzeitig unterschiedlichen Störungsintensitäten. Hinsichtlich des Alters dieser Oberflächen lassen sich keine auffälligen Häufungen feststellen.

Von insgesamt 191 untersuchten Flächen im GVZ sind 51 von *Matricaria maritima* flächenhaft bewachsen. 15,3 % (26,1 ha) der Untersuchungsflächen weisen ein seltenes Vorkommen, 9,7 % (16,5 ha) ein zerstreutes und 2,1 % (3,5 ha) ein häufiges Vorkommen auf. Der überwiegende Teil der Wuchsstandorte von *Matricaria maritima* weist ein feines Substrat als Oberflächenmaterial (OFM_fein) sowie gleichzeitig ein geringes Störungsregime auf, lediglich bei Standorten mit seltenem Vorkommen ist das gesamte Spektrum der Oberflächenmaterialien und Störungsgrade vertreten. Für die Flächen ohne Vorkommen dieser Art lassen sich keine Dominanzen hinsichtlich der genannten Parameter erkennen.



Poa annua °bf



Poa annua wurde im UG Ochtum auf 67 nicht gefunden (Flächenanteil von „kein Vorkommen“= 56.7% - 14.5 ha). 55 Flächen mit einem Flächenanteil von 24.0% (6.1 ha) weisen ein seltenes Vorkommen auf. Auf die Kategorie „zerstreut“ fallen 27 Flächen (Flächenanteil= 15.3% - 4 ha) und auf „häufig“ 10 Flächen (Flächenanteil= 4.0% - 1 ha).

Bei den Flächen mit „kein Vorkommen“ von *Poa* ist wieder keine klare Aussage bzgl. Beschaffenheit und Störung der Flächen zu treffen. Ebenso bei den Vorkommen- Kategorien „selten“, „zerstreut“ und „häufig“ ist eine Differenzierung schwierig. Allen gemeinsam sind Flächen sämtlicher



Anhang XVIII

OF- Obergruppen. Lediglich eine leichte Tendenz bzgl. Abnahme der Störungsintensität und gleichzeitig vermehrtes Vorkommen der Art ist zu erkennen.

Im GVZ ergibt sich die Verteilung des Vorkommens und Nicht-Vorkommens von *Poa* wie folgt:

Auf die Kategorie „kein Vorkommen“ fallen 139 Flächen mit einem Flächenanteil von 76.4% (131 ha). „selten“ ist mit 35 Flächen (Flächenanteil= 19.2% - 32.9 ha) festgestellt wurden und „zerstreut“ auf 15 Flächen mit einem Flächenanteil von 3.9% (6.7 ha). Die Kategorie „häufig“ ist nur mit zwei Flächen (Flächenanteil= 0.5% - 0.9 ha) vertreten. Ein großer Teil der Flächen mit „kein Vorkommen“ sind gepflasterte Bereiche mit hoher Störung oder Flächen mit feinem Substrat und geringer Störung. Ebenso sind Flächen mit groben OFM und eher niedrigen Störungsintensitäten vertreten. In der Kategorie seltenes Vorkommen sind überwiegend gepflasterte Flächen mit geringer als auch hoher Störung und Flächen feinem Substrats, diese überwiegend keiner oder geringer Störung zugeordnet. Gleiches Bild gilt für die Gruppe zerstreuten Vorkommens. Die zwei Flächen mit häufigem Vorkommen bestehen aus feinem Substrat und unterliegen geringer Störung.

Kartierungsergebnisse von Veronica arvensis und Erophila verna (AG IV)

Veronica arvensis °bf



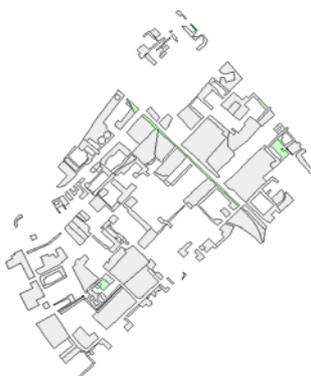
Bei der Vorkommen- Verteilung von *Veronica arvensis* fällt wiederum der größte Teil in die Kategorie „kein Vorkommen“ (mit 131 Flächen und 86.9% Flächenanteil - 22.3 ha). Seltenes Vorkommen ist mit 20 Flächen und einem Flächenanteil von 11.5% vertreten (3 ha). Mit drei Flächen und 0.3% Flächenanteil (0.07 ha) die Kategorie „zerstreut“ und fünf Flächen mit 1.2 % Flächenanteil (0.3 ha) sind mit häufigem Vorkommen

der Art kartiert.

Wie auch bei den vorangegangenen Frühblüheren ist auch bei den Flächen mit „kein Vorkommen“ keine eindeutige Aussage betreffend OFM oder Störung möglich, wiederum ist nur eine leichte Gewichtung bzgl. OFM Richtung „OFM_dicht“ zu erkennen. Seltenes Vorkommen dieser Art wurde häufig auf grobem und feinem Substrat mit geringer Störung nachgewiesen. Von den 3

Flächen mit zerstreutem Vorkommen sind zwei der OFM- Gruppe „OFM_dicht“ und eine der „OFM_grob“ zugeordnet. Ihnen gemeinsam ist eine geringe Störung. Unterscheiden tun sie sich hingegen im OFM- Alter. So sind die gepflasterten Flächen der ältesten „Altersgruppe“ zugeordnet, d.h. älter als 1974, die Fläche mit grobem Substrat stammt aus der Zeit zwischen den Jahren 1997 und 1987. Häufiges Vorkommen wurde auf Flächen mit überwiegend groben Substrat, geringer Störung und eines Alters des OFM von älter als 1974 kartiert.

Erophila verna °bf



Auch bei *Erophila verna* ist „kein Vorkommen“, die am häufigsten vertretene Kategorie mit 150 Flächen und insgesamt 97.4% Flächenanteil (25 ha). Acht Flächen mit 2.5% Flächenanteil (0.6 ha) sind mit einem seltenen Vorkommen kartiert und lediglich eine Fläche mit 0.04% Flächenanteil (0.01 ha) mit zerstreuten. Häufiges Vorkommen von *Erophila* wurde auf keiner Fläche festgestellt.

Tendenzen des OFM im Zusammenhang mit Vorkommen oder Nicht- Vorkommen von *Erophila* sind nicht eindeutig festzustellen. Festzustellen ist, dass die Flächen mit einem Vorkommen „selten“ oder „zerstreut“ eine Störung von „keine“ bis „mittel“ aufweisen und es sich überwiegend um alte Flächen bzgl. des OFMs, d.h älter als 1974 handelt.

Kartierungsergebnisse von Rumex acetosella, Corynephorus canescens und Carex arenaria (AG V)

Rumex acetosella °bf



Rumex acetosella wurde auf 151 Flächen im UG Ochtum und damit 95.5% Flächenanteil (24.5 ha) nicht gefunden („kein Vorkommen“). Nur auf 8 Flächen mit 4.5% Flächenanteil (1.1 ha) wurde das Vorkommen als „selten“ kartiert. „Zerstreut“ als auch „häufig“ ist diese Art in Ochtum gar nicht vertreten.

Klare Aussagen bzgl. OFM- Beschaffenheit, Störungsintensität oder Alter des Oberflächenmaterials sind für „kein Vorkommen“ als auch seltenes

Vorkommen von *Rumex acetosella* in Ochtum nicht zu treffen.

Im GVZ konnte auf insgesamt 133 Flächen mit einem Flächenanteil von 60.3% (103.4 ha) ein Vorkommen von *Rumex* nicht festgestellt werden. 35 Flächen (Flächenanteil= 12.6% - 21.7 ha) sind hingegen mit seltenen Vorkommen kartiert worden. 19 Flächen (Flächenanteil= 16.1% - 27.6 ha) sind der Kategorie „zerstreut“ zugeordnet worden und 4 Flächen (Flächenanteil= 10.9% - 18.7 ha) „häufig“.

Bezüglich der Kategorie „kein Vorkommen“ sind keine Aussagen betreffend OFM oder Störungsregime zu machen. Seltenes Vorkommen von *Rumex* ist überwiegend auf Flächen mit feinem Substrat festgestellt worden. Das Störungsregime ist dabei größtenteils mit „gering“ festgestellt, ebenso wenig vertreten die Regime keine und mittlere Störung. Das OFM- Alter betreffender Flächen ist meistens auf den „Entstehungs-Zeitraum“ zwischen den Jahren 1997 und 1987 festgelegt. Ähnlich stellt sich der Zustand der Flächen mit kartiertem zerstreutem Vorkommen dar: es handelt sich wiederum um Flächen feinem Substrats mit geringer oder auch keiner Störung. Gleiches gilt für die Flächen mit häufigen Vorkommen von *Rumex*.

***Corynepharus canescens* °sm**

Auf 20 der insgesamt 191 Untersuchungsflächen im GVZ wurde diese Art festgestellt. Von den dort untersuchten Flächen weisen 11,5 % (19,7 ha) ein seltenes Vorkommen, 0,9 % (1,4 ha) ein zerstreutes und 14,0 % (23,9 ha) ein häufiges

Vorkommen von *Corynepherus canescens* auf.

Sämtliche Wuchsstandorte zeichnen sich durch feines Substrat als Oberflächenmaterial sowie durch geringe bzw. keine Störung aus. Häufig vertreten ist diese Art vor allem auf den wenigen alten Flächen im Südosten des Untersuchungsgebiets, deren Oberfläche älter als 29 Jahre ist.

Sämtliche versiegelten Flächen (OFM_dicht) und Flächen mit groben Oberflächenmaterial (OFM_grob) sind ohne Vorkommen von *Corynepherus canescens*; ohne Bewuchs sind weiterhin Flächen mit feinem Oberflächenmaterial (OFM_fein) und unterschiedlichen Störungskategorien.



Carex arenaria °sm

Im GVZ sind 14 der insgesamt 191 Untersuchungsflächen Wuchsstandorte von *Carex arenaria*. Ein seltenes Vorkommen wurde auf 4,6 % (7,9 ha) der Untersuchungsflächen kartiert während auf 1,1 % (1,8 ha) ein zerstreutes Vorkommen festgestellt wurde. Häufig vertreten ist *Carex arenaria* auf 13,9 % (23,7 ha) der untersuchten Flächen. Sämtliche Wuchsstandorte besitzen ein feines Oberflächensubstrat (OFM_fein) und unterliegen einer geringen oder keiner Störung. Die wenigen Untersuchungsflächen im GVZ, deren Oberflächen älter als 29 Jahre sind, zählen zu den Wuchsstandorten dieser Pflanzenart. Zu den Untersuchungsflächen ohne Vorkommen dieser Art gehören sämtliche Flächen mit versiegelten oder mit groben Substrat versehenen Oberflächen; weiterhin Flächen mit feinem Oberflächenmaterial und unterschiedlichen Störungsregimen.

Kartierungsergebnisse von Saxifraga tridactylitis, Leontodon autumnalis, Berteroa incana und Apera spica-venti (Arten außerhalb der festgestellten Artengemeinschaften)

Saxifraga tridactylitis °bf



Saxifraga tridactylitis ist in OCHTUM relativ selten überhaupt gefunden wurden. So ist die Kategorie „kein Vorkommen“ eindeutig am häufigsten, mit 147 Flächen und 96.7% Flächenanteil (24.8 ha). Lediglich 6 Flächen wurden mit Vorkommen „selten“ kartiert (Flächenanteil= 2.4% - 0.6 ha), jeweils drei Flächen mit den Kategorien „zerstreut“ und „häufig“ (Flächenanteile= 0.3% - 0.09 ha und 0.5% - 0.13 ha).

Eindeutige Tendenzen bzgl. OFM, Störungsintensität oder Alter des OFM sind bei den Flächen mit „kein Vorkommen“ nicht zu erkennen (lediglich „OFM_dicht“ ist relativ häufig vertreten). Hingegen eindeutig ist bei den zwar wenigen „selten“, „zerstreut“ und „häufig“ Vorkommen, dass die Flächen „keiner“ oder „geringer“ Störung zugeordnet sind. OFM ist dagegen nicht eindeutig auszuwerten, so sind gepflasterte, sowie Flächen mit feinem oder grobem Material vertreten.

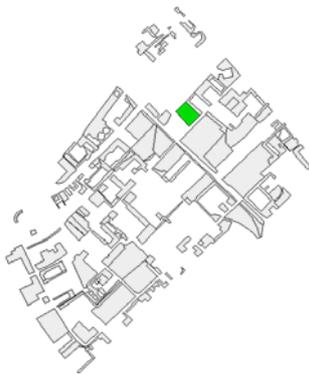
Leontodon autumnalis °bf



Auf insgesamt 130 Flächen in Ochtum (Flächenanteil= 90.2% - 23.1 ha) wurde „kein Vorkommen“ von *Leontodon autumnalis* festgestellt. Seltenes Vorkommen auf 21 Flächen (Flächenanteil= 8.2% - 2.1 ha), zerstreutes auf 6 Flächen (Flächenanteil= 0.9% - 0.2 ha) und häufiges auf lediglich zwei Flächen (Flächenanteil= 0.7% - 0.2 ha).

Sämtliche OFM-Obergruppen sind bei den Flächen mit seltenem Vorkommen von *Leontodon autumnalis* vertreten. Ca. die Hälfte dieser Flächen wurde mit geringer Störung festgestellt (die zweite Hälfte teilt sich auf die übrigen Störungsregime auf). Die Flächen mit zerstreuten Vorkommen als auch die mit häufigem bestehen größtenteils aus grobem Substrat, mit geringer Störung und sind eher den älteren Altersklassen (Entstehung zwischen den Jahren 1987 und 1974 und älter als 1974) zugeordnet.

Berteroa incana °bf



Berteroa incana ist in Ochtum eine äußerst selten vertretene Art. So sind insgesamt 158 Flächen und damit 98.7 % Flächenanteil (25.3 ha) mit „kein Vorkommen“ kartiert. Lediglich eine Fläche mit einem Flächenanteil von 1.3 % (0.3 ha) weist ein zerstreutes Vorkommen auf. Die einzige Fläche mit kartiertem Vorkommen von *Berteroa* besteht aus feinem Substrat, unterliegt keiner Störung und ist zwischen den Jahren 2002 und 2000 entstanden.

Apera spica-venti °sm

Von den 191 untersuchten Flächen im GVZ sind 20 von *Apera spica-venti* flächenhaft bewachsen. Ein seltenes Vorkommen dieser Art ist auf 9,8 % (16,8 ha) der dortigen Untersuchungsflächen festgestellt worden, ein zerstreutes auf 1,7 % (2,9 ha) und häufig vertreten ist *Apera spica-venti* auf 0,5 % (0,9 ha) der Flächen.



Diese Pflanzenart ist fast ausschließlich auf Flächen mit feinem Oberflächenmaterial und gleichzeitig geringer Störungsintensität kartiert worden; lediglich zwei Wuchsstandorte mit seltenem Vorkommen haben grobes Oberflächensubstrat bzw. sind versiegelt. Mit Beton- oder Natursteinpflaster versiegelte Flächen (OFM_dicht) und Flächen mit groben Oberflächenmaterial (OFM_grob) sind fast immer ohne Vorkommen von *Apera spica-venti*; ohne Bewuchs sind weiterhin Flächen mit feinem Oberflächenmaterial (OFM_fein) und unterschiedlichen Störungskategorien.

Erlahrung

SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die mit meinem Kürzel (°bf) versehenen Kapitel dieser Arbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Kapitel, welche mit den Kürzeln beider Autorinnen (°sm+bf) versehen sind, wurden in gemeinschaftlicher Arbeit verfasst.

Oldenburg, 22. April 2005

Barbara Fuchs