

**WACHSTUM UND HABITATBESETZUNG VON SCHILF  
(*PHRAGMITES AUSTRALIS*) IN KARPFENTEICHEN**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des  
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie  
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
DAVID RITTERBUSCH  
(Berlin)

im April 2004

1. Gutachter: Prof. Dr. W. Frey

2. Gutachter: Prof. Dr. R. Eckmann

Disputation am 03.06.2004

Ich danke folgenden Wissenschaftlern ganz herzlich für ihre hilfreichen Kommentare und Ratschläge (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr. R. Bornkamm

Prof. Dr. R. Eckmann

Prof. Dr. W. Frey

Prof. Dr. Reiner Knösche

Prof. Dr. Rüdiger Knösche

Dipl.-Fischwirt N. Langner

Prof. Dr. A. Nauwerck

Dr. B. Ritterbusch-Nauwerck

Prof. Dr. K. Schreckenbach

# Inhalt

Abbildungen .....	1
Tabellen .....	1
Abkürzungen .....	2
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>8</b>
2.1 Übersicht .....	8
2.2 Halme .....	12
2.2.1 Durchmesser .....	12
2.2.2 Länge .....	12
2.2.3 Halmmasse .....	12
2.2.4 Internodien .....	13
2.2.5 Blätter .....	13
2.3 Bestände .....	14
2.3.1 Durchmesser .....	14
2.3.2 Längen .....	14
2.3.3 Dichten und „standing crop“ .....	14
2.3.4 Wachstumsphasen .....	15
2.3.5 Saisonale Entwicklung .....	16
2.4 Habitatbesetzung .....	17
2.4.1 Rhizome .....	17
2.4.2 Flächen .....	18
2.4.3 Wassertiefe .....	18
2.5 Statistik .....	20
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>23</b>
3.1 Halme .....	23
3.1.1 Durchmesser .....	23
3.1.2 Länge .....	24
3.1.3 Halmmasse .....	28
3.1.4 Internodien .....	29
3.1.5 Blätter .....	31
3.2 Bestände .....	33
3.2.1 Durchmesser .....	33
3.2.2 Längen .....	38
3.2.3 Dichten und „standing crop“ .....	39
3.2.4 Wachstumsphasen .....	41
3.2.5 Saisonale Entwicklung .....	43

3.3	Habitatbesetzung .....	51
3.3.1	Halme .....	51
3.3.2	Rhizommodule und -linien.....	52
3.3.3	Rhizome und Habitatbesetzung.....	52
3.3.4	Flächenausdehnung und Änderung des Uferverlaufs.....	56
3.3.5	Wassertiefe .....	59
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>60</b>
4.1	Das Wachstum von Schilfhalmen .....	60
4.1.1	Der Durchmesser .....	60
4.1.2	Die Länge .....	61
4.1.3	Halmmasse .....	63
4.1.4	Internodien und Blätter.....	63
4.2	Das Wachstum in Beständen.....	67
4.2.1	Durchmesser .....	67
4.2.2	Länge .....	69
4.2.3	Dichte und „standing crop“ .....	70
4.2.4	Wachstumsphasen .....	72
4.2.5	Saisonale Entwicklung .....	73
4.3	Habitatbesetzung .....	78
4.4	Die E-Typen als Taktiken .....	85
4.5	Schlusswort .....	89
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>91</b>
<b>6.</b>	<b>Summary.....</b>	<b>94</b>
<b>7.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>97</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>104</b>
8.1	Die Morphologie von Schilf.....	104
8.2	Präzision der Methoden.....	105
8.3	Anmerkung zur Berechnung der Halmmasse.....	106
8.4	Tabellen zur saisonalen Entwicklung.....	107
8.5	Der Einfluss von Stickstoff und Phosphor auf Schilf .....	110
8.6	Die Ausbildung von Rispen .....	111
8.7	Vergleichsdaten aus der Literatur .....	113

## ABBILDUNGEN

Abb. 1:	Die Durchmesserdifferenzen im Halmverlauf.....	23
Abb. 2:	Die maximale Länge von Schilfhalmern bei gegebenem Durchmesser.....	24
Abb. 3:	Die Länge von Schilfhalmern im Jahresverlauf 2001.....	26
Abb. 4:	Längenwachstumsraten von Schilfhalmern.....	27
Abb. 5:	Die lineare Abhängigkeit der Feuchtmasse eines Schilfhalmes.....	28
Abb. 6:	Die Internodienlängen im Halmverlauf.....	30
Abb. 7:	Lineare Abhängigkeit der Blattfläche von dem Produkt seiner Länge und Breite..	32
Abb. 8:	Die mittleren Längen der Schilfhalmern am Ende der Vegetationsperiode.....	39
Abb. 9:	Halmdichten in Abhängigkeit vom mittleren Durchmesser.....	40
Abb. 10:	Datengrundlage der Beziehung zwischen „standing crop“ und Halmdichte.....	41
Abb. 11:	Das Längenwachstum der Halme verschiedener D-Typen im Jahr 2000.....	42
Abb. 12:	Saisonale Entwicklung - Instabiler E-Typ mit hoher Variabilität.....	46
Abb. 13:	Saisonale Entwicklung - Instabiler E-Typ mit frühen Folgetrieben.....	47
Abb. 14:	Saisonale Entwicklung - Stabiler E-Typ mit mittleren Durchmessern.....	48
Abb. 15:	Saisonale Entwicklung - Stabiler E-Typ mit großen Durchmessern.....	49
Abb. 16:	Saisonale Entwicklung - Instabiler E-Typ mit Halmersatz.....	50
Abb. 17:	Halme einer Rhizomlinie an der Ausdehnungsfront eines Bestandes.....	52
Abb. 18:	Lage der Rhizome und Halme von langen Besetzungslinien.....	54
Abb. 19:	Kurze Besetzungslinien am Westufer des Schreiterteichs.....	55
Abb. 20:	Verlauf der Rhizome an der Front einer Ausbuchtung im Hennenteich VI.....	56
Abb. 21:	Die Schilfflächen in den untersuchten Teichen.....	58
Abb. 22:	Die relative Ausdehnung von Schilf entlang eines Tiefengradienten.....	59
Abb. 23:	Die Verlandung in ungestörten Schilfröhrichten.....	85
Abb. 24:	Alternativentwicklungen: Steiluferschilf (links) und Bültenschilf.....	88
Abb. 25:	Die Morphologie von Schilf.....	104
Abb. 26:	Der nicht-lineare Zusammenhang zwischen Biomasse und Halmvolumen.....	106
Abb. 27:	Rispenbildung in Abhängigkeit vom mittleren Durchmesser.....	112

## TABELLEN

Tab. 1:	Die für die Probenaufnahme ausgewählten Teiche.....	8
Tab. 2:	Die Kriterien für die Testwahl bei Mittelwertvergleichen.....	20
Tab. 3:	Abhängigkeit der Internodienzahl ( $N_{\text{Inter}}$ ) von Halmeigenschaften.....	30
Tab. 4:	Abhängigkeit der Blattanzahl ( $N_{\text{Blatt}}$ ) eines Halmes.....	31
Tab. 5:	Die D-Typen im Juli 2002.....	34
Tab. 6:	Durchmesser von Schilf in Zentral- und Außenbereichen.....	35
Tab. 7:	Unterschiede der mittleren Durchmesser im Jahresverlauf (2001).....	36
Tab. 8:	Die langfristige Entwicklung der Durchmesser.....	37
Tab. 9:	Der „standing crop“ von Schilf.....	40
Tab. 10:	Einfluss der Schilfröhrichte auf Karpfenteiche im Oktober 2000.....	57
Tab. 11:	Die Präzision der Halmmessungen.....	105
Tab. 12:	Teil 1-4 Kennwerte der saisonalen Entwicklung 2001.....	107
Tab. 13:	Der Einfluss von Nährstoffen auf Schilfhalmern (Herbst 2000).....	110
Tab. 14:	Internodienzahlen bei Schilfhalmern (Literaturdaten).....	113
Tab. 15:	Halmdichten in Schilfbeständen (Literaturdaten).....	113
Tab. 16:	Der „standing crop“ von Schilf (Literaturdaten).....	114

## ABKÜRZUNGEN

(--)	Sehr kleiner D-Typ	Max	Maximum
(-)	Kleiner D-Typ	Min	Minimum
(0)	Mittlerer D-Typ	Mw	Mittelwert
(+)	Großer D-Typ	n	Stichprobenumfang
(++)	Sehr großer D-Typ	N	Gesamtstickstoff
*	Signifikant ( $p < 0,5$ )	N <sub>Blatt</sub>	Blattanzahl
**	Sehr signifikant ( $p < 0,1$ )	N <sub>Inter</sub>	Anzahl der Internodien
***	Höchst signifikant ( $p < 0,01$ )	n. s.	Nicht signifikant
Abb.	Abbildung	nv	normal verteilt
Bfq	Blattflächenquotient	p	Irrtumswahrscheinlichkeit
D	Durchmesser	P	Gesamtphosphor
D0	Konstante zur Berechnung der erreichbaren Länge eines Halmes	Pos	Position, Entfernung vom Boden
D <sub>bas</sub>	Basaldurchmesser	r	Korrelationskoeffizient nach PEARSON
D <sub>pos</sub>	Durchmesser an einer bestimmten Stelle des Halmes	r <sub>s</sub>	Korrelationskoeffizient nach SPEARMAN
D-Typ	Durchmesser-Typ	Sf	Schilffläche
eAnova	Einfache Varianzanalyse	Stabw	Standardabweichung
E-Typ	Entwicklungs-Typ	t	t-Test nach STUDENT
F <sub>Lin</sub>	Varianzanalyse der Linearität	t <sub>ab</sub>	t-Test für abhängige Stichproben nach STUDENT
F <sub>Steig</sub>	Varianzanalyse von Steigungen	Tab.	Tabelle
F <sub>Achse</sub>	Varianzanalyse von Y-Achsenabschnitten	U	U-Test nach MANN und WHITNEY
GT	Griesteich III	Vk	Variationskoeffizient
H	H-Test nach KRUSKAL UND WALLIS mit nicht normal verteilten Daten	VT	Versuchsteich(e)
H-NV	H-Test nach KRUSKAL UND WALLIS mit normal verteilten Daten	Wt	Wassertiefe
HT	Hennenteich VI		
k	Stichprobenanzahl		
K	Konstante zur Berechnung der erreichbaren Länge eines Halmes		
L	Halmlänge		
L <sub>D</sub>	Erreichbare Länge eines Halmes in Abhängigkeit von D		
L <sub>Max</sub>	Maximallänge von Schilfhalmen im Untersuchungsgebiet (4,1 m)		
M	Halmmasse		
M <sub>F</sub>	Feuchtmasse eines Halmes		
M <sub>T</sub>	Trockenmasse eines Halmes		