Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 103 (1989)

Artikel: Ligningehalt und andere Merkmale des Schilfhalmes ("Phragmites australis" [Cav.] Trin. ex Steudel) in Beziehung zur Röhrichtbewirtschaftung = Content of lignin and other characteristics of reed stalks ("Phragmites australis [Cav.] Trin, ex Steudel) dependingu on management

Autor: Guntli, Albert P.

Kapitel: 2: Grundlagen : das Schilfrohr, sein Vorkommen und sein Aufbau

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308912

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

2. GRUNDLAGEN: DAS SCHILFROHR, SEIN VORKOMMEN UND SEIN AUFBAU

2.1. DIE VERBREITUNG DES SCHILFES

Das Schilfrohr, *Phragmites australis* [Cav.] Trin. ex Steudel (früher *Phragmites communis* Trin. genannt) ist eine der am weitest verbreiteten Pflanzen der Welt, und ihr kosmopolitischer Charakter wird nach BITTMANN (1953) nur von einigen Landpflanzen (z.B. von *Poa annua* L.) erreicht. Gemäss Fig. 3 ist Schilf in allen fünf Erdteilen zu finden, mit Ausnahme von einigen Tropengebieten (z.B. Amazonasgebiet), vom südlichen Teil Südamerikas und von Island. Nach HÜRLIMANN (1951) wird *P. australis* in kleineren Gebieten der Tropen und Subtropen von zwei anderen Schilfarten, *Phragmites karka* Trin. (in Indien und China) und *Phragmites dioica* Hackel (in Argentinien) abgelöst. Das Schilf verschwindet dort, wo es keine bestimmte Vegetationsperiode hat, die von einer mehrmonatigen Ruhepause (Winter, Trockenzeit oder Überschwemmung wegen Regenzeit) unterbrochen wird.
Die vertikale Verbreitung des Schilfes zeigt ein durchgehendes Vorkommen vom Meeresspiegel bis in die subalpinen Bereiche. Im Kanton Graubünden findet man Schilf mehrfach bis 1900 m. Die höchstgelegene Fundstelle in den Schweizer Alpen liegt nach HÜRLIMANN (1951) auf 1925 m ü.M. am Lago Cadagno im Val Piora im Kanton Tessin (Standort: Quellsumpf; noch blühend; Stengellänge bis ca. 70 cm); hingegen erreicht Schilf in den deutschen Alpen nach OBERDORFER (1970) nur eine Höhe von 1150 m ü.M. Die Höhengrenzen fürs Schilfrohrvorkommen liegen in den Anden und in Tibet bei 3000 m ü.M., also weit höher als in den Alpen.
Standörtlich kommt Schilf bestandesbildend als Verlandungspflanze (im Röhricht) an stehenden oder langsam fliessenden Gewässern, auf schlammigen, torfigen, nährstoffreichen bis nährstoffarmen Böden vor. Nach OBERDORFER (1970) ist das Schilfrohr auch ein Grundwasserzeiger und im grossen und ganzen wärmeliebend. Schilf gedeiht gut auf tonigen oder sandigen Alluvialböden, die reich an Detritus, Humus und $CaCO_3$ sind und regelmässigmässig überschwemmt werden. Auch auf azidophilen Böden (z.B. saure Hochmoorböden mit einem pH 3) kann *Phragmites* auftreten. Eine charakteristische pedologische Formation des Schilfrohres ist das "Plaur", welches an Deltas der grossen Ströme und Flüsse wie Donau, Wolga, Dnjepr, Euphrat und Tigris usw. vorkommt (RODEWALD-RUDESCU 1974). Unter dem "Plaur" versteht man schwimmende 0.5-2.0 m dicke, aus Schilfrohrrhizomen und anderen Pflanzenwurzeln bestehende, mit torfiger Erde

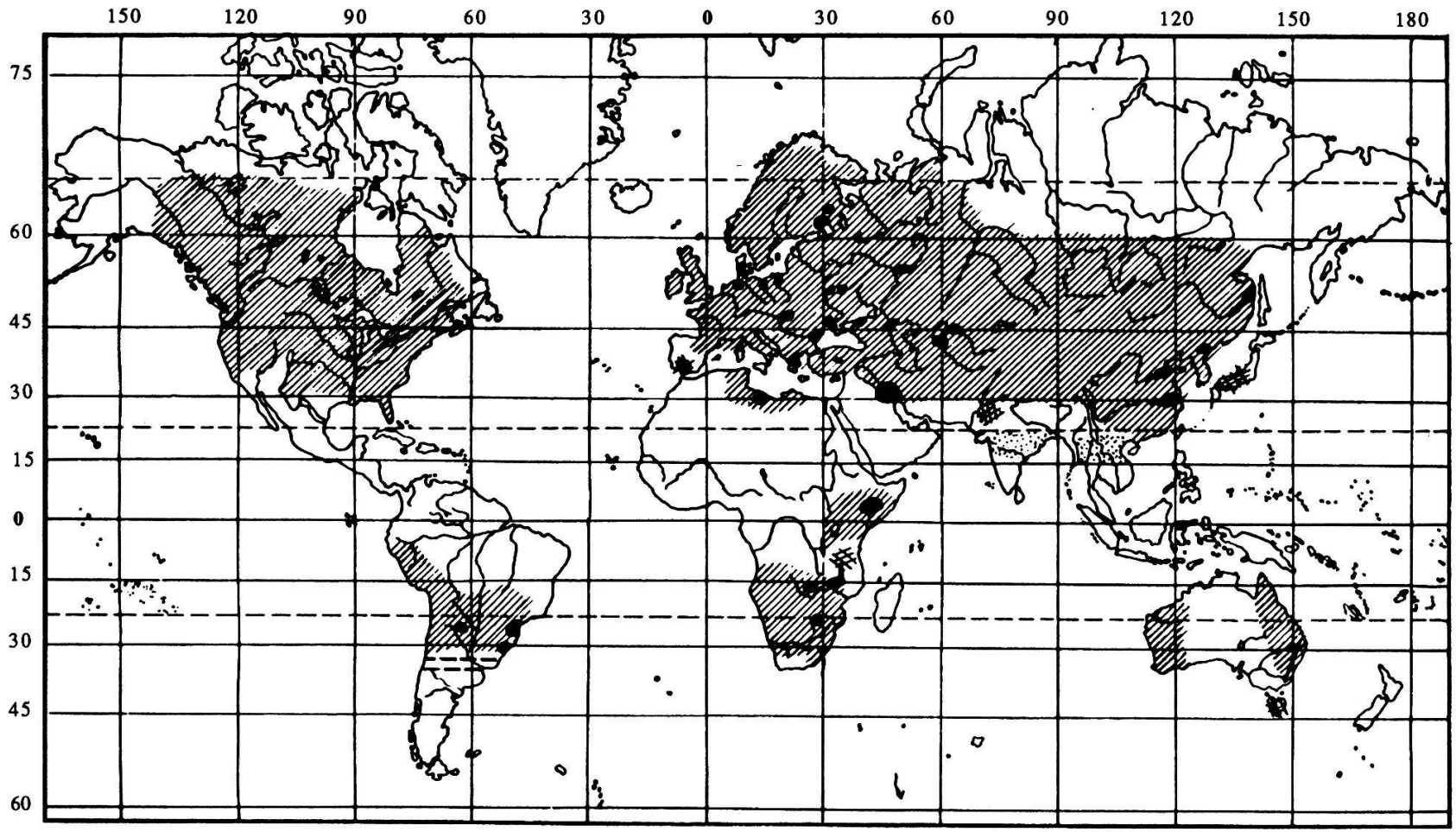

Fig. 3. Verbreitungskarte von *Phragmites* auf der Welt. Die schwarzen Flecken sind industriell verwertbare Schilfrohrflächen; schraffiert = Verbreitung von *Phragmites australis*; punktiert = Verbreitung von *Phragmites karka*; horizontal liniert = Verbreitung von *Phragmites dioica*; gekreuzt schraffiert = Ergänzungen zum Vorkommen von *Phragmites australis* (KLÖTZLI mündl.), (nach RODEWALD-RUDESCU 1974; ergänzt).
Map showing the extension of Phragmites worldwide. The black dots depict reed-areas for industrial use; hatched = the extension of Phragmites australis; dotted = the extension of Phragmites karka; horizontal lines = the extension of Phragmites dioica; cross-hatched = additional occurence of Phragmites australis (KLÖTZLI pers.comm.), (cf. RODEWALD- RUDESCU 1974, supplemented).

befestigte Inseln, deren Oberfläche wegen des spezifischen Gewichtes der hohlen Schilfrohrrhizome ungefähr 10-15 cm über der Wasseroberfläche liegt und dem jeweiligen Niveau des Wassers folgt. Die gleichmässigen hydrologischen Bedingungen mit dem grossen Reichtum an organischen Stoffen haben auf diesem Biotop eine besonders gute Entwicklung des Schilfrohres (meist Monokulturen) zur Folge.

2.2. AUFBAU DES SCHILFHALMES

2.2.1. Einführung

Das zu den Echten Gräsern (*Gramineae* oder *Poaceae*) gehörende Schilfrohr bringt einen oberirdischen, einjährigen Stengel hervor, der im Mittel 2-4 m hoch und 0.8-1.5 cm dick wird. Die steifen Halme sind zellulosereich, mit Kieselsäure durchsetzt und mit mehr als 15 Knoten versehen. Eine grosse, endständige, leicht nickende und vielblütige Rispe, aus zwei- bis achtblütigen Ährchen aufgebaut, krönt die stattliche Pflanze. Schilf blüht in Europa vom Juli bis September. Die Vermehrung des Rohres erfolgt hauptsächlich vegetativ durch das horizontale Wachstum der Rhizome (Erdsprosse) und auch durch die Verbreitung von kriechenden Niederstengeln. An Standorten, wo das Schilf ständig im Wasser steht, kann die Samenverbreitung durch Wind, Wasser und Vögel eine grosse Bedeutung haben. Primärwurzeln fehlen.Die Schilfhalme, die durch Knoten in Internodien geteilt sind, erreichen in bestimmten Verbreitungsgebieten, z.B. in der mesopotamischen El Azair-Gegend (Irak), im Mittel eine durchschnittliche Gesamtlänge von 6.08 m und eine maximale Halmlänge von 7.07 m (RODEWALD-RUDESCU 1974); dies bedeutet, dass in den Plaur-Zonen von El Azair die Schilfhalme mehr als doppelt so hoch werden und rund 3.5 mal soviele Knoten (46-62) haben als unser Schilf am Bodensee (Tab. 1 und 3). Die Internodienlänge der Einzelhalme variieren sowohl beim einheimischen Schilf mit 4.7-26.1 cm (Tab. 1) als auch beim Schilf aus Mesopotamien mit 1.0-31 cm beträchtlich. Tab. 1 zeigt, dass die Länge der Internodien in der unteren und oberen Mitte des Halmes am grössten ist und von dort nach unten und nach oben hin abnimmt.

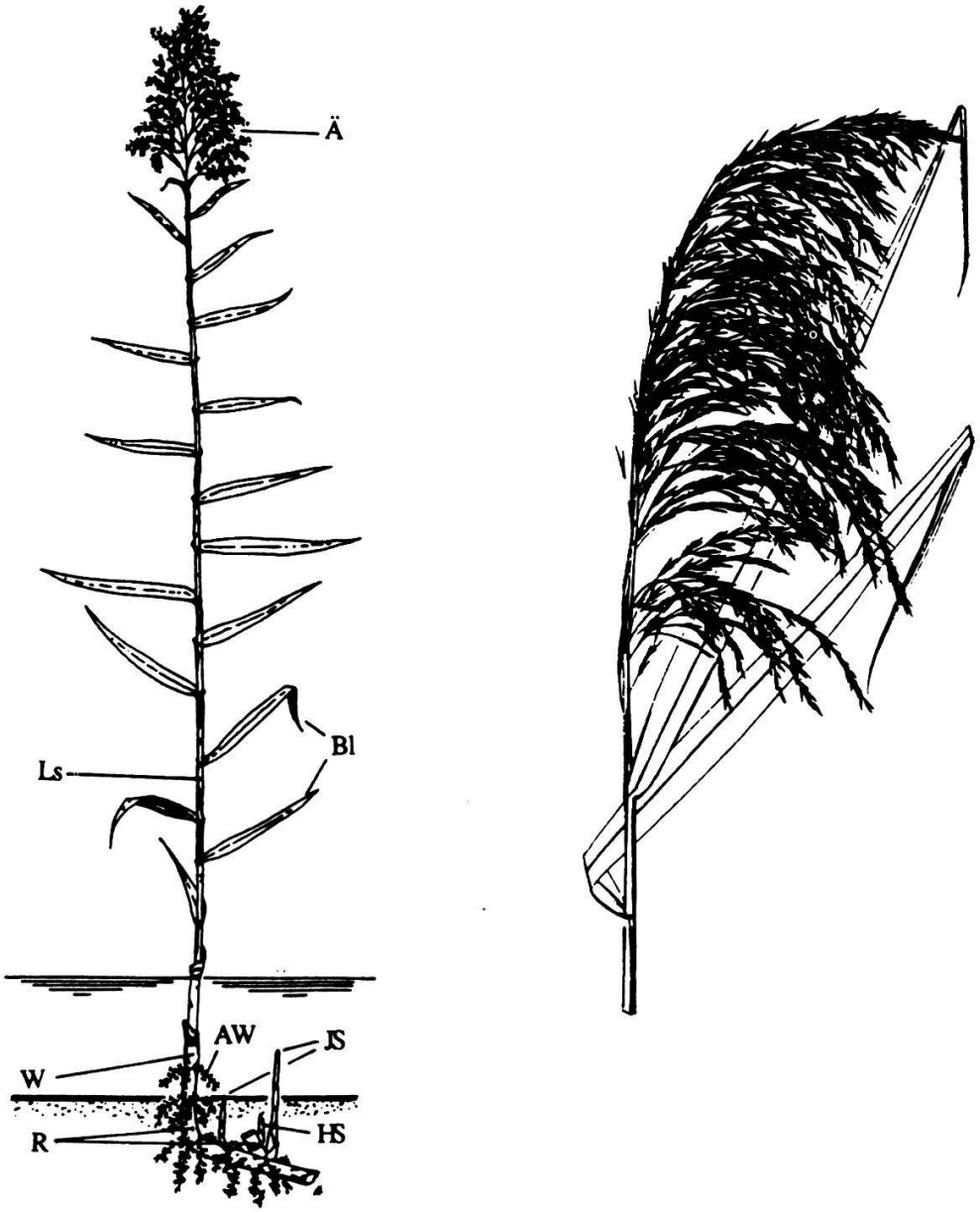

Fig. 4. Links: Gesamtbild des Schilfhalmes (nach BINZ 1989).
Left: picture of the entire reed-stalk (cf. BINZ 1989).
R = Rhizom - *rhizome*; W = Wasserstengel - *water-stalk*; Ls = Luftstengel - *air-stalk*; HS = Halmsprosse - *stalk-sprout*; JS = Jungsprosse - *young sprout*; AW = Adventivwurzel - *adventitious root*; Bl = Blätter - *leaves*; Ä = Ähre oder Rispe - *ear or panicle*
Rechts: Blütenstand (Ähre oder Rispe) einer Schilfpflanze (nach Hess et al. 1967)
Right: blossom (ear or panicle) of a reed (cf. Hess et al. 1967).

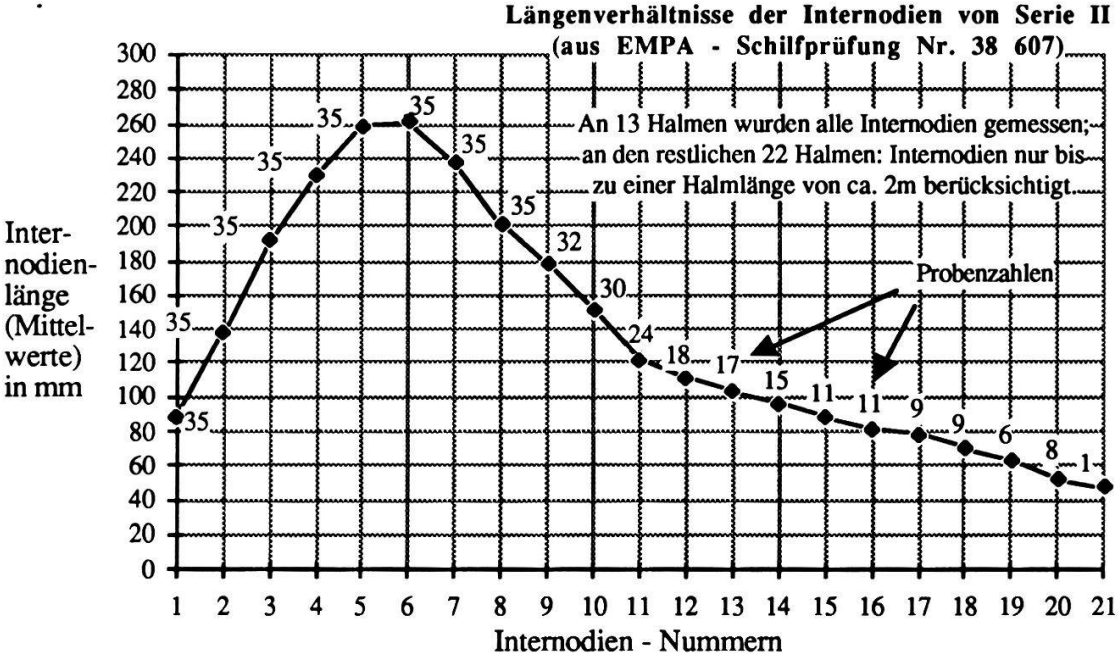

Fig. 5. Längen der Internodien einer Serie von Schilfhalmen aus Altenrhein (Bodensee-Obersee). Messungen EMPA Zürich (Darstellung verändert).
Lengths of internodia of a number of reed-stalks from Altenrhein (Bodensee-Obersee). Measurings by EMPA Zurich (altered presentation).

Tab. 1. Schilfinternodien-Längen zu Fig. 5 mit Höhenangaben zu den einzelnen Internodien.
Lengths of internodia from Fig. 5 supplemented with the heights of individual internodia.

Internodien-Nummern	Internodienlängen Mittelwerte in mm	Probezahlen	Höhe oberhalb Internodium in cm (Mittelwerte)
1	89	35	8.9
2	138	35	22.7
3	192	35	41.9
4	230	35	64.9
5	259	35	90.8
6	261	35	116.9
7	237	35	140.6
8	202	35	160.8
9	179	32	178.7
10	152	30	193.9
11	122	24	206.1
12	111	18	217.2
13	103	17	227.5
14	96	15	237.1
15	88	11	245.9
16	81	11	254.0
17	78	9	261.8
18	70	9	268.8
19	63	6	275.1
20	52	8	280.3
21	47	1	285.0
Halmhöhe (total)			285.0

2.2.2. Anatomie des Schilfhalmes

2.2.2.1. Übersicht

Der monokotyle Schilfstengel ist in Knoten und Internodien gegliedert, was einerseits die Folge der Blattentstehung am Apikalmeristem und andererseits die Folge des internodialen Längenwachstums ist. Die Ausprägung der anatomischen Merkmale dieser Pflanze ist stark vom Einfluss der Umweltbedingungen

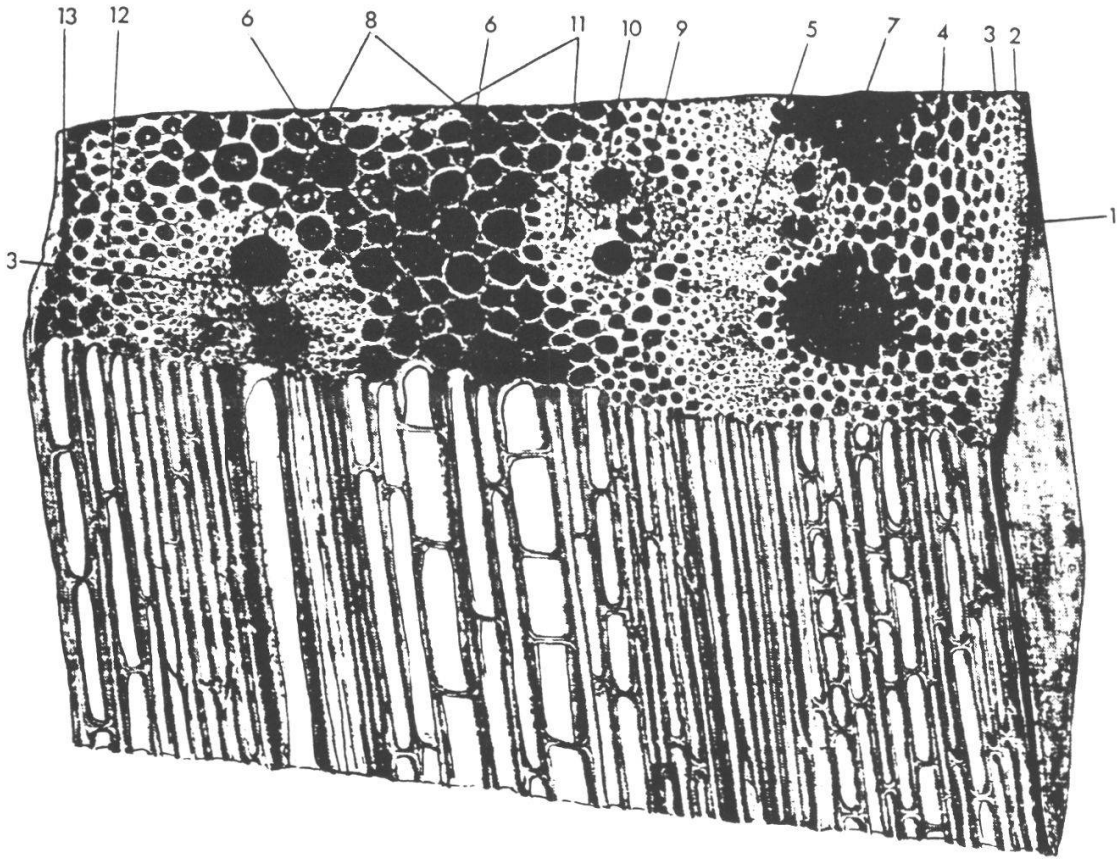

Fig. 6. Quer- und Längsschnitt durch ein Schilfhalm-Internodium (nach TOCAN et al. 1965, leicht verändert).
Cross-section an longitudial section of a reed-internodium (cf. TOCAN et al. 1965, slightly modified).
1 = Epidermis - *epidermis*, 2 = subepidermales Sklerenchym - *subepidermal sclerenchyma*, 3 = subepidermales Parenchym - *subepidermal parenchyma*, 4 = Aerenchym - *aerenchyma*, 5 = äusserer, aus Sklerenchymfasern bestehender Festigungsring - *external stability made of sclerenchyma fibres*, 6 = Grundparenchym - *basic parenchyma*, 7 = äussere Leitbündel - *external fascicle*, 8 = innere Leitbündel - *internal fascicle*, 9 = Phloem - *phloem*, 10 = Xylem - *xylem*, 11 = perifaszikuläres Sklerenchymgewebe - *perifascicular tissue of sclerenchyma*, 12 = innerer sklerenchymatischer Festigungsring - *internal sclerenchymatous stability ring*, 13 = inneres Parenchym - *internal parenchyma*.

abhängig (NIKOLAJEWSKI 1971); bei Wassermangel werden z.B. weniger Sklerenchymgewebe entwickelt.
Am Internodienzylinder des Schilfes unterscheidet man zwischen den folgenden vier Gewebeschichten:

1. einschichtige Epidermis, Schutzschicht (Fig. 6: 1)
2. Sklerenchymschichten, mechanische Festigungsschichten (Fig. 6: 2, 5, 11, 12)
3. Parenchym, Grundgewebe (Fig. 6: 3, 4, 6, 13)
4. Leitgewebe (Fig. 6: 7, 8, 9, 10).

In Fig. 6 bilden die Epidermis (1), das subepidermale Sklerenchym (2) und das subepidermale Parenchym (3) die Rinde. Im Bereich der äusseren Sklerenchymschicht (5) liegt der äussere Gefässbündelring (7). Im Grundparenchym liegen zwei bis vier Reihen unregelmässig verteilter Gefässbündel, welche von perifaszikulären Sklerenchymschichten (11) umgeben sind. Das innere Sklerenchym (12) und das innere Parenchym kommen nur selten vor. Schon in der Wachstumsphase verschwindet das Markparenchym im Zentrum des Halmes, und es entsteht dort statt dessen der zylindrische Hohlraum.

2.2.2.2. Verholzung und Sklerenchymstrukturen

Für die Festigung der Pflanzenorgane sind zwei verschiedene Zelltypen verantwortlich: die Kollenchymzellen der noch wachsenden Pflanzenteile und die Sklerenchymzellen der ausdifferenzierten Pflanzenorgane. Dank dieser Festigungsgewebe ertragen die Pflanzenhalme unter Wahrung der Elastizität eine starke mechanische Beanspruchung; dies ist eine Vorausetzung z.B. für die mechanische Resistenz der dünnen, windexponierten Grashalme.
Die nie verholzten Kollenchymzellen verdicken abschnittweise ihre Primärzellwände. Bei den Sklerenchymzellen sind hingegen die ganzen Sekundärzellwände verdickt und im ausdifferenzierten Zustand verholzt (FAHN 1982). Den Sklerenchymzellen fehlt meist ein lebender Protoplast, und ihre Zellwände sind bisweilen so dick, dass die Zell-Lumina verschwinden. Beim Sklerenchym kann man im allgemeinen die Fasern von den Steinzellen (= Sklereïden) unterscheiden. Während die kurzen Sklereïden mit ihrer beachtlichen Formenfülle in allen Pflanzenteilen verteilt vorkommen, ohne dass man ihnen eine mechanische Funktion zuschreiben könnte, stehen die langgestreckten Sklerenchymfasern häufig in Beziehung zum Leitgewebe. JURZITZA (1987) weist darauf hin, dass viele Monokotyle Sklerenchymfasern unter der Epidermis oder entlang der Leitbündel besitzen. Diese Sklerenchymstrukturen sind im Schilfhalm typische

Festigungselemente. Der in Fig. 6 eingetragene "innere sklerenchymatische Festigungsring" kommt nach RODEWALD-RUDESCU (1974) selten vor und ist in den Fig. 7 und 8 auch nicht als lignifizierte Sklerenchymstruktur erkennbar. Die Verholzung beruht auf der Einlagerung von Holzstoffen (Ligninen) in das Cellulosegerüst der Zellwände, wobei die Wandschichten nicht selten erheblich aufquellen. Die Lignine sind Mischpolymerisate verschiedener Abkömmlinge des Phenylpropans, die im Gegensatz zu den fadenförmigen Cellulosemolekülen reich verästelt untereinander zu einem einzigen Riesenmolekül vernetzt sind. Das Lignin, das nach STRASSBURGER (1983) mengenmässig nach der Cellulose die wichtigste organische Substanz in der Natur darstellt, entsteht durch dehydrierende Polymerisation der drei folgenden Alkohole: Coniferyl-, Sinapyl- und Cumarylalkohol.

Die Zonen der Sklerenchymschichten im Halm und die Gewebe der verholzten Zellstrukturen lassen sich gut miteinander vergleichen (Fig. 6-8). Da auch das Leitbündelxylem, welches neben der Wasser- und Nährsalzleitung Stützfunk-

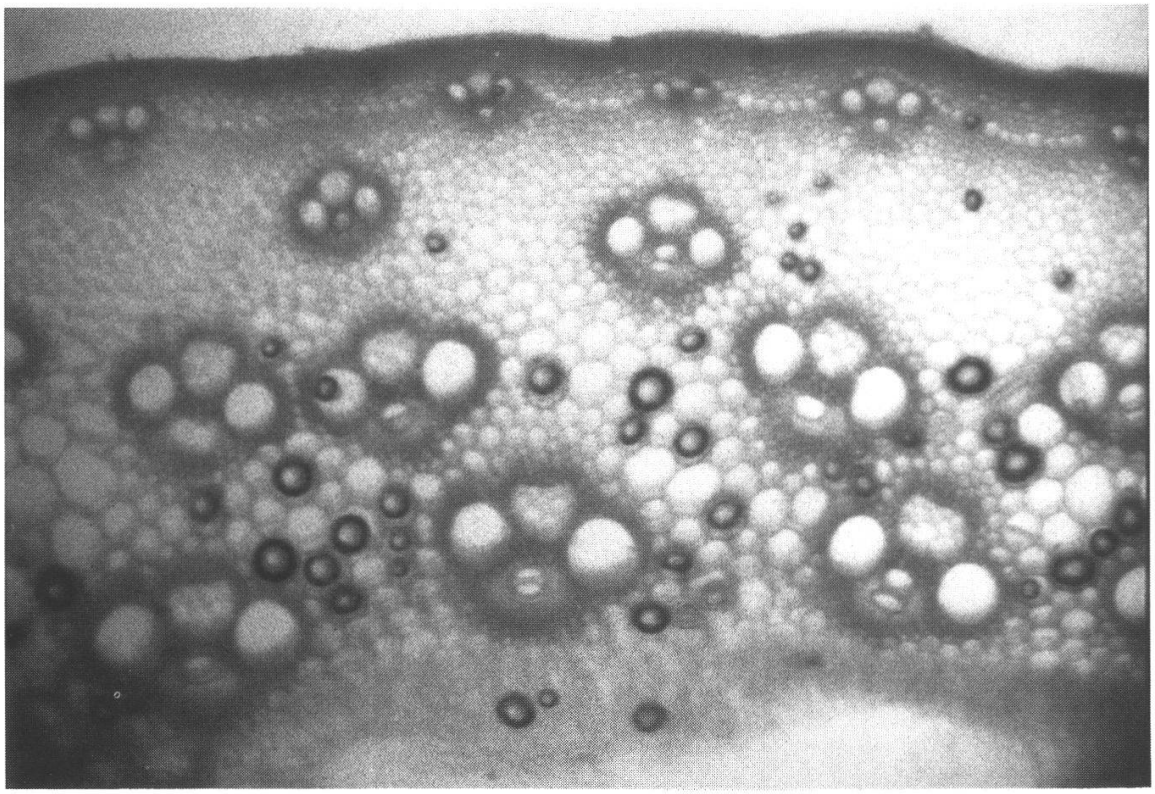

Fig. 7. Dünnschliff durch Stengelinternodien (quer) von *Phragmites australis*. Ligninfärbung mit Phloroglucin/ $HCl_{konz.}$ Vergrösserung = 145 x.
Thinly-ground section of a stalk-internodium (cross-section) of Phragmites australis. The dyeing of lignin with phloroglucine/ $HCl_{conc.}$ Enlarged 145 x.

tionen übernimmt, Lignin enthält, kann durch die Ligninfärbung ein Grossteil der Halmverstärkungselemente erfasst werden. Nach BRAUNE et al. (1983) erhöht im übrigen die Verholzung, also die Lignifizierung der Gewebe, die Druckfestigkeit und reduziert gleichzeitig die Elastizität, ohne dadurch die Wasserdurchlässigkeit durchs Gewebe aufzuheben.
In Anbetracht dessen, dass für die Sklerenchymstrukturen keine geeignete, spezifische Färbung existiert, wurden in der vorliegenden Arbeit die mechanischen Festigungsgewebe durch eine Ligninfärbung nachgewiesen, bzw. es wurde ein grosser Teil der Stützorgane mit dieser Methode erfasst.

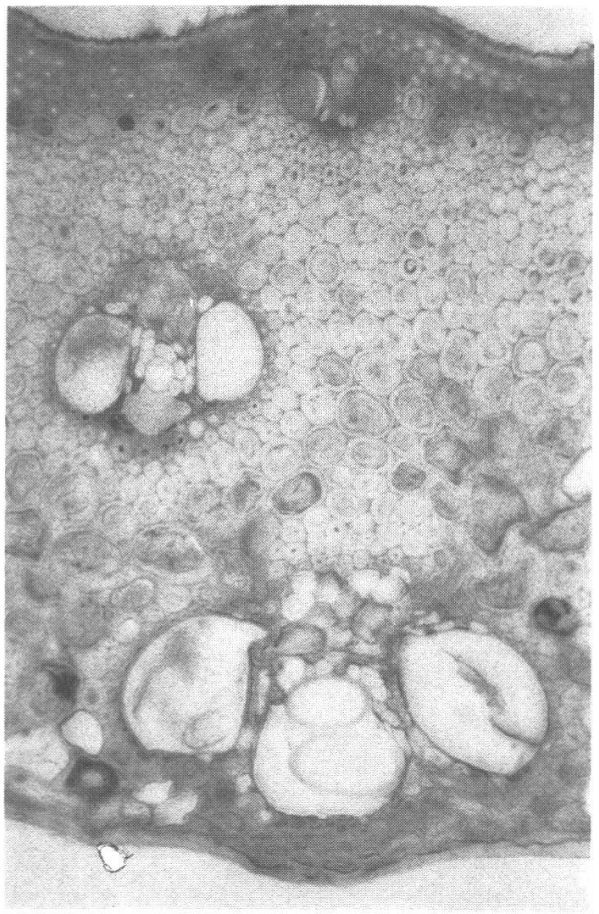

Fig. 8. Dünnschliff durch die Stengelinternodien (quer) von *Phragmites australis*. Ligninfärbung mit Phloroglucin/$HCl_{konz.}$. Vergrösserung = 310 x.
Thinly-ground section of a stalk-internodium (cross-section) of Phragmites australis. The dyeing of lignin with phloroglucine/$HCl_{conc.}$. Enlarged 310 x.

2.3. PARASITENBEFALL (ZIGARRENBILDUNG)

Am Schilf treten viele Schädlinge und Krankheiten auf. Allein 50 verschiedene Pilzarten befallen Halme, Blätter, Blüten und Früchte von *Phragmites australis* (HEGI 1983). Meistens führen aber die Pilzkrankheiten nur zu geringen Krankheitssymptomen. Unter den tierischen Schädlingen fallen die rund acht "Gallen" erregenden Insekten auf (HÜRLIMANN 1951). Weit verbreitet unter ihnen ist die Diptere *Lipara lucens* Meigen, die an der Sprossspitze eine zigarrenförmige Galle, eine "Zigarre", verursacht (Fig. 9 und 10). Nach dem Befall kann sich der Halm in diesem Abschnitt nicht mehr strecken, weil die obersten Blattscheiden verkleben (WAITZBAUER 1970). Eine Blütenrispe kommt in der Folge auch nicht mehr zur Entwicklung (vgl. GAYEWSKAJA 1955 mit Angaben zu weiteren tierischen Schilfschädlingen, sowie Hock und ELSTNER 1988 mit Angaben zu Schadwirkungen von Parasiten auf Pflanzen).

Fig. 9. "Zigarrenschilf" in Altenrhein (Dezember 1987). Links im Bild: eiserne Feldmarkierung.
"Cigar-reed" in Altenrhein (December 1987). On the left-hand side: iron sign post .

Fig. 10. Zigarrenbildung anstelle der Schilfblütenrispen in Altenrhein (Dezember 1987).
The formation of cigars instead of reed-panicles in Altenrhein (December 1987).

Über weitere biotische Einflüsse auf das Schilf wie Tierfrass, z.B. durch Schwäne (JESCHKE 1976), vermehrte Bakterieninfektionen und verstärkten Pilzbefall als Folge der Eutrophierung und der Veränderung der Stoffkreisläufe (KLÖTZLI 1980 und CAMPELL 1977) ist schon einiges bekannt.