

II.

DIE AUSWASCHBARKEIT VON NÄHRIONEN AUS BLÄTTERN UND BLATTLITTER VON PHRAGMITES AUSTRALIS IM VERLAUF DER VEGETATIONSPERIODE

Gabriela WEISS

und

Dr. Helmuth SIEGHARDT

Univ. Prof. Dr. Rudolf MAIER

Anschrift:

Institut für Pflanzenphysiologie der Univ. Wien, Althanstr. 14, 1090 Wien

Abschluß: 1989

Finanzierung: BMWF über AGN

Umfangreiche Forschungsarbeiten im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedlersee (AGN) konnten wesentliche Ergebnisse über die mannigfaltigen Wechselwirkungen im Ökosystem Neusiedlersee aufzeigen (z.B. AGN, 1985). Im Zusammenhang mit Eutrophierungsproblemen wird dabei die Rolle des Makrophytengürtels vordergründig diskutiert. Dominiert wird dieser vom Schilfrohr, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., das wegen seiner großen morphologischen und physiologischen Variationsbreite eine Pflanze mit ausgeprägtem kosmopolitischem Charakter ist und am Neusiedler See zusammenhängende Bestände im Gesamtausmaß von ca. 170 km² entwickelt hat. Die Ausbildung von Adventivwurzeln an Rhizom- und längere Zeit mit Wasser bedeckten Halmnodien sind typische Merkmale halbsubmers lebender Makrophyten und dienen hauptsächlich der Aufnahme von Nährionen. Durch sie kann eine Effizienzsteigerung der Wasser- und Mineralstoffaufnahme bis zum Zehnfachen gegenüber der Aufnahme über die eigentlichen Wurzeln erreicht werden (RODEWALD-RUDESCU, 1974).

Dieser bekannten nährstoffbindenden Eigenschaft des Schilfs steht die offene Frage nach der Nährstofffreisetzung aus der Schilfpflanze gegenüber. Zielsetzung vorliegender Arbeit war es daher, das Freisetzen von Nährstoffen durch Auswaschung aus Blättern der lebenden Schilfpflanze sowie von Blattlitter zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsmaterial stammte einerseits aus dem Schilfgürtel bei Illmitz, andererseits aus den mächtig ausgebildeten Schilfbeständen bei Purbach/See.

a: Illmitz, nahe der Biologischen Station.

Ernteplatz 1: Der Untersuchungsstandort liegt im zentralen Teil des Scirpo-Phragmitetum utricularietosum, ca. 500 m von der offenen Seefläche entfernt.

b: Purbacher Transekt

Die für die Probenahme ausgewählten Schilfbestände entsprechen den Erntegebieten für die produktionsbiologischen Untersuchungen von SIEGHARDT & MAIER (1985).

Standort A: Ca. 3 km von der offenen Seefläche entfernt; die landseitige Randzone des Schilfgürtels mit zumeist geringem Wasserstand und der Tendenz zum sommerlichen bzw. herbstlichen Austrocknen.

Standort B: Ungefähr 1,5 km von der offenen Seefläche entfernt; der zentrale Teil des Scirpo-Phragmitetum utricularietosum, eine ständig überflutete Zone des Schilfgürtels.

Standort C: Ca. 100 m vor der offenen Seefläche; die seeseitige Randzone des Schilfgürtels (Scirpo-Phragmitetum phragmitosum). Die Ernte frischen Schilfs erfolgte 1983 bis 1985 ab April, zwischen 7 und 8 Uhr morgens, monatlich während der Vegetationsperiode. Nach dem Schnitt begann im Labor die Aufbereitung des Materials, indem die Blätter von den Halmen getrennt und anschließend zu je 10 g Portionen in 1 l ionengetauschtem Wasser in entsprechend großen Glasgefäßen eingelegt wurden. Nach 2, 4 und 6-stündiger Versuchszeit erfolgte die Probenahmen für die chemischen Analysen mit einer 100 ml Vollpipette. Die Anreicherung des A. deion. mit Nährstoffen wurde als Auswaschung („Leaching“) gewertet.

Die Aufsammlung des Blattlitters fand ab Ende April 1987 ebenfalls monatlich im Purba-

cher Transekt statt. An den Schilfhorsträndern und in den Lacken wurden sowohl die Blattlitterproben als auch die Seewasserproben an der Oberfläche und am Seegrund aufgesammelt. Im Labor wurde der Litter gereinigt, hitzesterilisiert und nach dem Abtrocknen zu 10 g Portionen gewogen. Gleichzeitig erfolgte die Sterilisation und Filtration des Seewassers. Proben des Blattlitters wurden jeweils in 1 l ionengetauschtem Wasser bzw. 800 ml standortspezifischem Wasser eingelegt. Nach den Erfahrungen der Jahre 1983 bis 1985 stellte sich für die Bewertung des Leachings eine Versuchsdauer von 6 und 24 Stunden als günstig heraus. Nach der Trocknung des Blattlitters und der Kontrollen bei 85°C bis zur Gewichtskonstanz, erfolgte die Messung der Wasserproben bezüglich K, Ca und Mg im Atomabsorptionsspektralphotometer (AAS) 3030 (Perkin Elmer); Phosphatgehalte wurden bei 345 nm photometrisch gemessen (Vanadat-Molybdat Komplex). Das Littermaterial wurde naß aufgeschlossen (Salpetersäure p.a. und Perchlorsäure p.a. 5:1); K, Ca und Mg im AAS bestimmt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Auswaschbarkeit von Nährionen aus Schilfblättern

Kalium gilt als ein besonders mobiles Kation. Die Auswaschungsrate ist um ein Vielfaches höher als bei den übrigen Elementen. Bei allen Versuchsansätzen ist feststellbar, daß nach 2 Stunden schon ein großer Teil der auswaschbaren Kaliumionen in der Probe enthalten sind, eine Steigerung nach 4 bzw. 6 Stunden allerdings erkennbar ist. Im Herbst (Oktober) betragen die Meßwerte

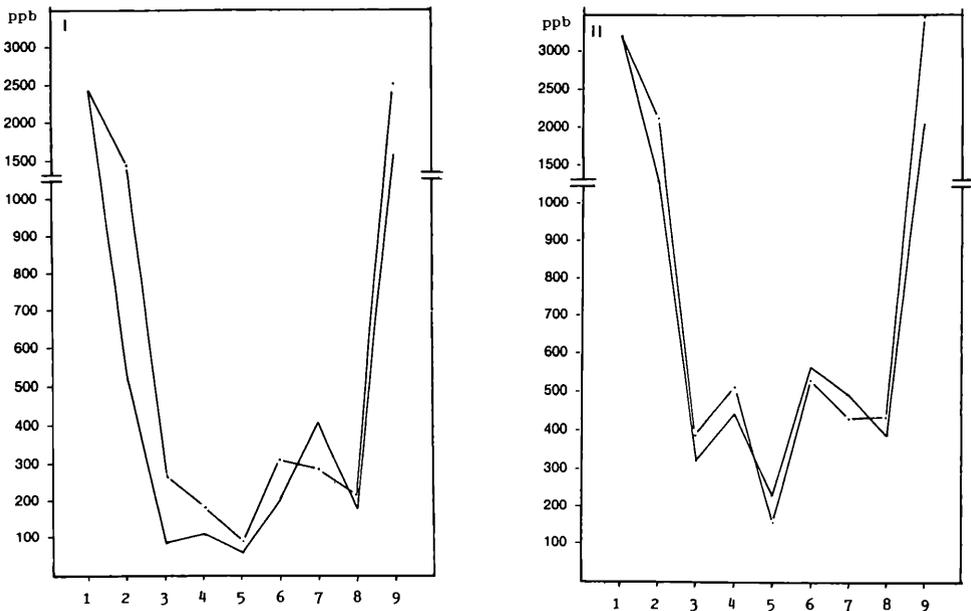


Abb. 1a: Auswaschungsrate von Kalium aus Blättern von *Phragmites australis* 1983

— — — — — : alte Blätter, - - - - - : junge Blätter;

I: Auswaschungsrate nach 2 Stunden, II: Auswaschungsrate nach 6 Stunden;

Termine der Blattprobennahme: 1) 22.04.1983, 2) 13.05.1983, 3) 03.06.1983, 4) 27.06.1983, 5) 21.07.1983, 6) 18.08.1983, 7) 31.08.1983, 8) 21.09.1983, 9) 14.10.1983.

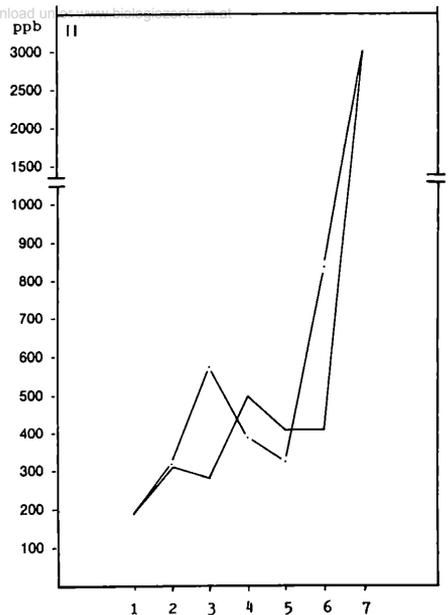
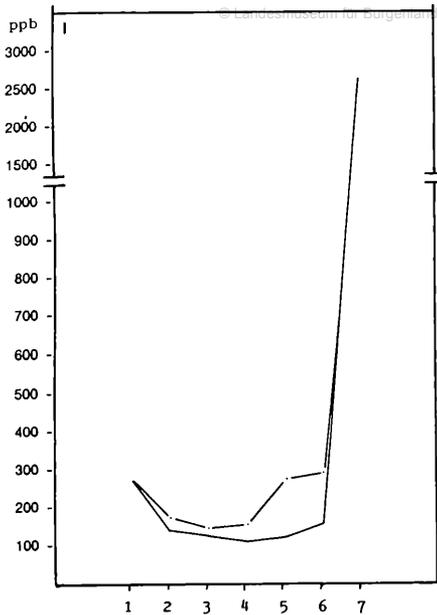


Abb. 1b: Auswaschungsrate von Kalium aus Blättern von *Phragmites australis* 1985.
 Termine der Blattprobennahme: 1) 10.05.1985, 2) 22.05.1985, 3) 15.06.1985, 4) 11.07.1985, 5) 06.08.1985, 6) 05.09.1985, 7) 14.10.1985 (Signatur siehe Abb. 1a).

nach 2 Stunden schon 75% des Endwertes von 6 Stunden, an den übrigen Terminen ca. 50%. Die Auswaschungsrate sinkt bis in den Hochsommer und steigt im Herbst mit beginnender Welke stark an, zu einer Zeit, wenn die Zellmembranen deutlich permeabler werden und dadurch mehr Ionen verfügbar sind. In dieser Zeit ist die Auswaschbarkeit von Kaliumionen um das 8 bis 10fache höher als zu den übrigen Terminen (Abb. 1a, 1b).

Das Calcium verhält sich erwartungsgemäß anders (Abb. 2). Es ist weniger mobil als das Kalium und liegt großteils in gebundener Form in den Zellwänden und in der Vakuole vor (vgl. KINZEL, 1989). Im Gegensatz zu Kalium steigt die Auswaschungsrate von Calcium nicht oder nur wenig bei Verlängerung der Versuchsdauer von 2 auf 4 und 6 Stunden (Abb. 2). Weiters ist auffällig, daß 1983 kaum nennenswerte Unterschiede zwischen jungen und alten Schilfblättern registriert werden konnten, während die Auswaschungsrate bei älteren Blättern 1985 deutlich über jenen der jungen Blätter liegt. Die Werte der Auswaschungsrate von Calcium liegen wesentlich niedriger als die von Kalium; sie erreichen am Beginn nur ca. 10–30% der Kaliumraten und sinken wie diese bis zum Frühsommer ab. Ab Juli steigen die Werte wieder und erreichen im Herbst Konzentrationen ähnlich jener wie bei Kalium bzw. liegen sogar leicht darüber, was vermutlich mit dem beginnenden Abbau der Zellwände und einer steigenden Permeabilität der Zellmembranen zusammenhängt. Gleichzeitig nimmt auch der Calciumgehalt der Schilfblätter im Verlauf der Vegetationsperiode zu (SIEGHARDT & MAIER, 1985; DINKA, 1986).

Magnesium wird nur in ganz geringen Mengen ausgewaschen. Die Werte um 20 ppb liegen beim grünen Blatt weit unter jenen des Kaliums und Calciums, und stellen die absolut geringste Auswaschungsrate aller gemessenen Kationen dar. Erst gegen Ende des Sommers, nach Abschluß der Blühperiode, steigt die Auswaschbarkeit von Magnesium und erreicht im Herbst mit beginnender Blattseneszenz (Chlorophyllabbau) jene von Kalium (Abb. 3).

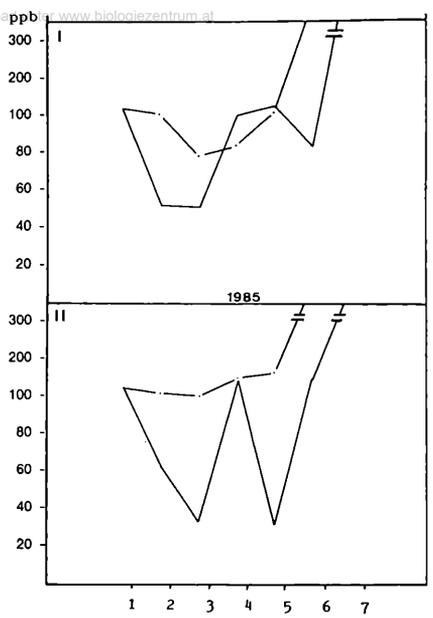
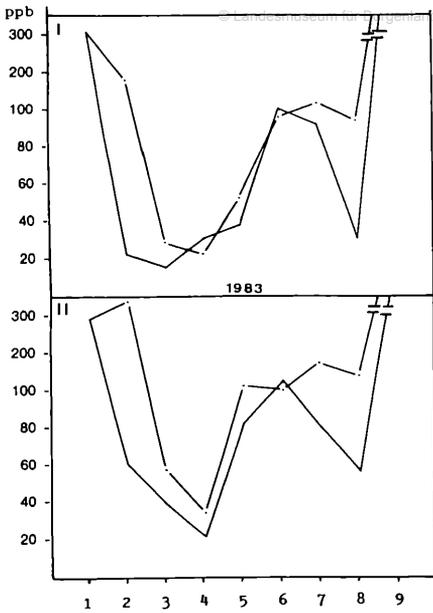


Abb. 2: Auswaschungsrate von Calcium aus Blättern von *Phragmites australis* 1983 und 1985 (Signatur siehe Abb. 1a und 1b)

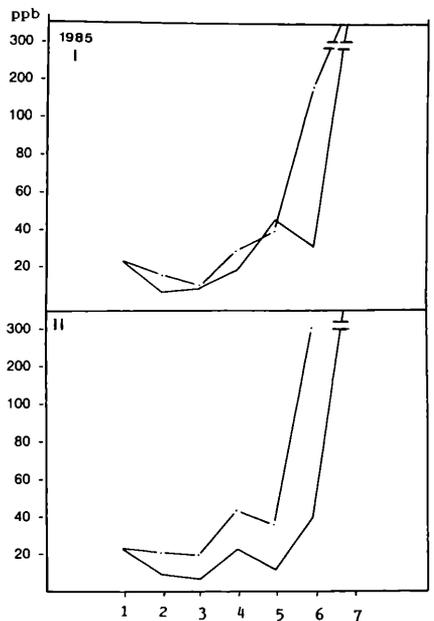
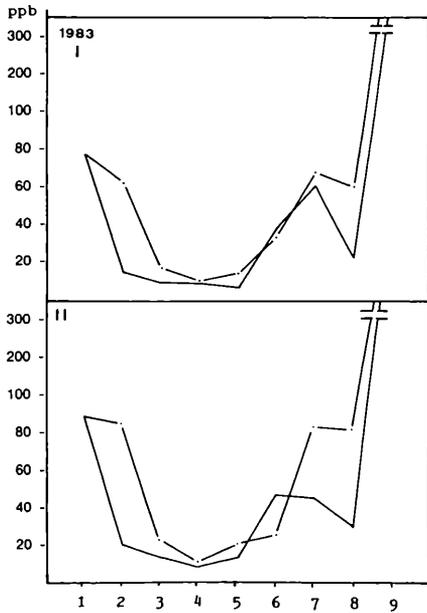


Abb. 3: Auswaschungsrate von Magnesium aus Blättern von *Phragmites australis* 1983 und 1985 (Signatur siehe Abb. 1a und 1b)

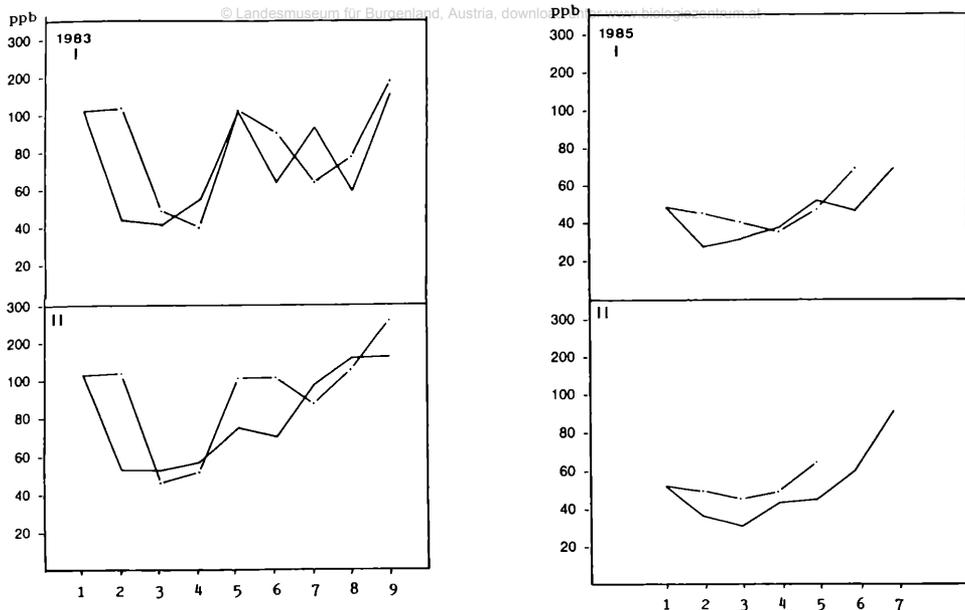


Abb. 4: Auswaschungsrate von Nitrat aus Blättern von *Phragmites australis* 1983 und 1985 (Signatur siehe Abb. 1a und 1b)

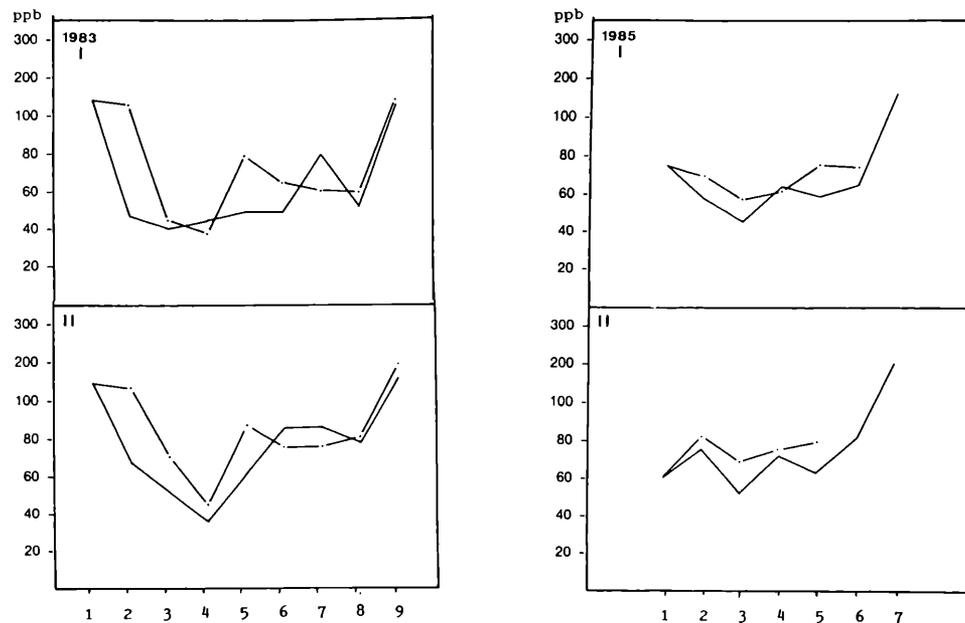


Abb. 5: Auswaschungsrate von Phosphat aus Blättern von *Phragmites australis* 1983 und 1985 (Signatur siehe Abb. 1a und 1b)

Nitrat kommt wie auch *Phosphat* eher selten als freies Anion in den lebenden Blättern vor; sie sind meist gebunden. Beide zeigen deshalb auch nur eine geringe Neigung zur Auswaschbarkeit. Zwischen Mai und August ist bei den Anionen keine nennenswerte Veränderung der Auswaschbarkeit zu registrieren; erst im Herbst zeigt sich ein leichter Anstieg, der aber nicht mit jenem bei den Kationen vergleichbar ist und wesentlich geringer ausfällt. Da der Gehalt von Phosphat und Gesamtstickstoff im Herbst in den Blättern sinkt (ALLEN & PEARSALL, 1963; DYKYJOVA, 1973; SIEGHARDT & MAIER, 1985; DINKA, 1986), scheint ein vermehrter Transport in die unterirdischen Organe stattzufinden. Wie aus den Jahreskurven der Auswaschungsraten hervorgeht (*Abb. 4 u. 5*) ist das Leaching im Herbst durchwegs am höchsten. Auch am Beginn der Vegetationsperiode neigen die Blätter zu höheren Auswaschungsraten, wie die Jahreskurven 1985 zeigen. Mit hohen Startwerten beginnen die Jahreskurven 1983 sowohl für Kationen als auch für Anionen (*Abb. 1—5*). Dies ist auf eine Schädigung der Schilfpflanzen durch Spätfröste am Beginn der Wachstumsperiode zurückzuführen. RODEWALD-RUDESCU (1974) betont, daß eine Lufttemperatur von -1.5°C die Erdsprosse und die oberen Halmknospen schädigt und sogar vernichten kann. Wie BURIAN & ZAX (1973) zeigen konnten, ist die Frostresistenz bei *Phragmites* Anfang April auf -1.0°C herabgesetzt. Frost- oder Kälteeinwirkung führt daher zu einem Anstieg der Auswaschungsraten von Nährionen (vgl. TUKEY & MORGAN, 1963).

Wie die bisherigen Ergebnisse gezeigt haben, werden Kationen (vor allem Kalium und Calcium) aus Schilfblättern relativ rasch und in hohen Konzentrationen ausgewaschen (vgl. *Abb. 1a, 1b und 2*). Nach 2-stündiger Versuchszeit sind mehr als die Hälfte der nach 6 Stunden gemessenen Nährionen bereits ausgewaschen. Wie SCHOCH, TUKEY, TUKEY & WITTEW (zit. in TUKEY, 1970) nachweisen konnten, ist bei intakten Pflanzen die Auswaschungsrate zumindest bei Kationen doppelt so hoch als jene bei abgetrennten Blattorganen (vgl. LAUSBERG; zit. in TUKEY, 1970). Dies weist auf einen Nachschubmechanismus hin, der einerseits Verluste durch erhöhte Wurzelaufnahme kompensiert und andererseits Nährionen durch Abzug aus anderen Pflanzenteilen zu den Orten eines erhöhten Bedarfs transportiert (ARENS, 1934; MES, 1954).

Neben Regen spielen bei der Auswaschung von Nährionen aus lebenden Blättern von *Phragmites* auch Tau und Nebel eine große Rolle (TUKEY & MECKLENBURG, 1964). Speziell während der Sommermonate, wenn die Niederschläge im Gebiet des Neusiedler Sees gering ausfallen, kommt diesen Depositionen im Hinblick auf die Auswaschbarkeit von Nährionen eine große Bedeutung zu. Dieser zusätzliche Nährstoffeintrag kann lokal zu einem Anstieg der Konzentration im Seewasser führen (vgl. *Abb. 13*).

3.2. Auswaschbarkeit von Nährionen aus Blattlitter

Ebenso wie bei den lebenden Schilfblättern, tritt auch beim Blattlitter nach einer 2-stündigen Versuchszeit eine sehr hohe Auswaschungsrate von *Kalium* in deionisiertem Wasser auf. Nach PLANTER (1970) und LARSEN (1982) kann bereits nach 2 Stunden eine maximale Auswaschungsrate aus dem Blattlitter von *Phragmites* festgestellt werden. Bei einer längeren Versuchszeit (6 bzw. 24 Stunden) ist diese Rate nicht wesentlich erhöht und mit 1—2 ppm deutlich niedriger als die von PLANTER (1970) und LARSEN (1982) gemessenen Werte von 5—6 ppm. Größere saisonale Schwankungen konnten mit Ausnahme des Blattlitters vom Standort C (seeseitige Randzone des Schilfgürtels) nicht festgestellt werden. Auf Grund des relativ hohen Kaliumgehaltes des Seewassers konnte das Leaching von Kalium aus dem Blattlitter von *Phragmites* nicht nachgewiesen werden (vgl. *Abb. 6*).

Die Nährstoffanalyse des Blattlitters zeigt, daß die mit Seewasser und mit deionisiertem Wasser behandelten Proben weit weniger Kalium beinhalten als die Kontrolle; das bedeutet ein Leaching dieses Kations ins Seewasser, das jedoch geringer ist als im A. deion. Der höchste Kaliumgehalt des Blattlitters ist bei Proben vom seeseitigen Standort C festzustellen (*Abb. 7*). Offenbar

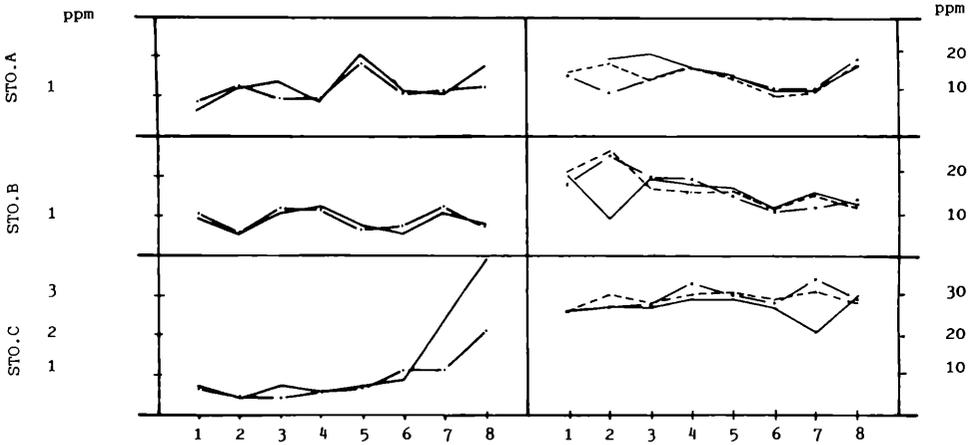


Abb. 6: Auswaschungsrate von Kalium aus Blattlitter von *Phragmites australis* 1987

— — — — — : Konzentration des Seewassers (Versuchsbeginn)

— · — · — · — : 6 Stunden Versuchszeit

————— : 24 Stunden Versuchszeit

Termine der Probennahme: 1) 28.04.1987, 2) 18.05.1987, 3) 17.06.1987, 4) 16.07.1987, 5) 14.08.1987, 6) 15.09.1987, 7) 19.10.1987, 8) 16.11.1987.

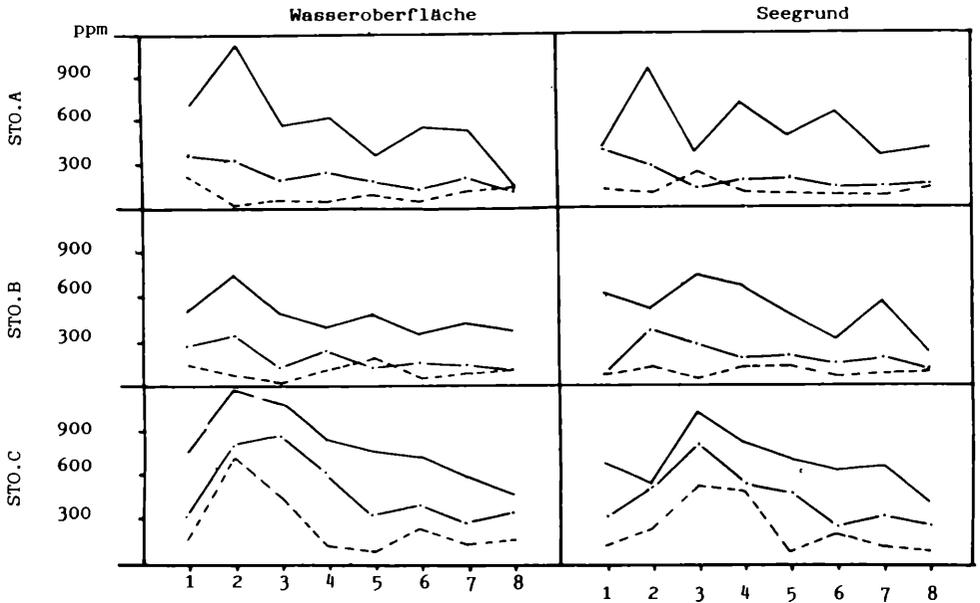


Abb. 7: Kaliumgehalt des Blattlitters von *Phragmites australis* 1987

————— : Kontrollen — · — · — · — : mit Seewasser behandelt

— — — — — : mit a. deion. behandelt (Signatur siehe Abb. 6).

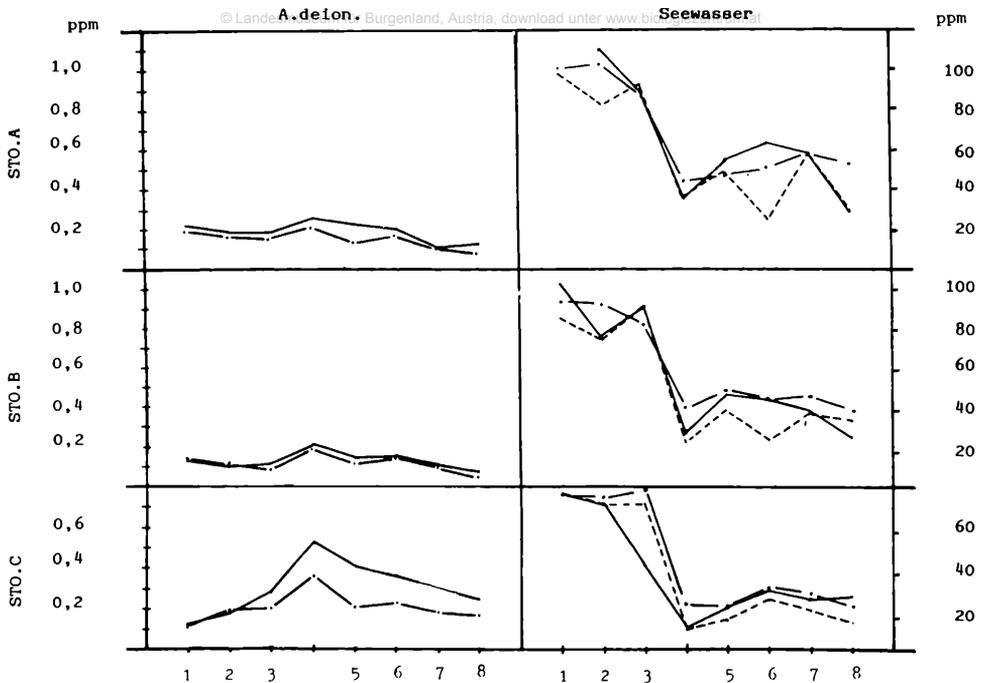


Abb. 8: Auswaschungsrate von Calcium aus Blattlitter von *Phragmites australis* 1987 (Signatur siehe Abb. 6 und 7)

spielen dabei Eutrophierungsphänomene des offenen Seewassers zusammen mit Abbauprozessen der Phytomasse eine entscheidende Rolle.

Die Auswaschungsrate für Calcium liegt im Bereich von 0,08 bis 0,2 ppm A. in deion. für die Standorte A und B, bzw. zwischen 0,1 und 0,4 ppm für den seeseitigen Standort C. Nach 24-stündiger Versuchszeit konnte ein leichter Anstieg der Auswaschungsrate festgestellt werden (Abb. 8). Nach PLANTER (1970) und LARSEN (1982) betragen die entsprechenden Werte für Schilflitter (n. ca. 24 Stunden) 1,5 bzw. 100(!) ppm. Nennenswerte Schwankungen der Auswaschungsrate konnten im Verlauf der Vegetationsperiode nicht festgestellt werden. Trotz des relativ hohen Ca-Gehaltes des Seewassers von April bis Juni 1987 (ca. 70–90 ppm), zeigt sich nach 6 Stunden Versuchszeit eine deutliche Auswaschbarkeit von Calcium ins Seewasser, die nach 24 Stunden eine leicht rückläufige Tendenz aufwies (vgl. PLANTER, 1970).

Die Calciumgehalte des Blattlitters liegen mit Werten von 0,15 bis 0,3% Trockensubstanz im Rahmen der Calciumgehalte des lebenden Schilfblattes und sind damit als relativ hoch einzustufen (siehe SIEGHARDT & MAIER, 1985). Extrem hohe Werte erreichen Proben des Standortes C (0,5 – 1,7% TS); dieser liegt im Nahbereich des offenen Sees und damit stark wechselnder Standortsbedingungen. Ein Vergleich der Litterproben mit den Kontrollen zeigt teilweise höhere Calciumgehalte der Kontrolle (vgl. Abb. 9).

Für Magnesium liegen die durchschnittlichen Auswaschungsraten bei 0,5–1,0 ppm in A. deion., mit einem Spitzenwert von 2,8 ppm. LARSEN (1982) gibt nach 24 Stunden eine Auswaschungsrate für Magnesium von 12 ppm an. In der vorliegenden Arbeit konnte ebenfalls nach Verlängerung der Versuchszeit von 6 auf 24 Stunden eine deutliche Steigerung der Auswaschungsrate von Magnesium in A. deion. festgestellt werden. Eine Auswaschbarkeit von Magnesium aus

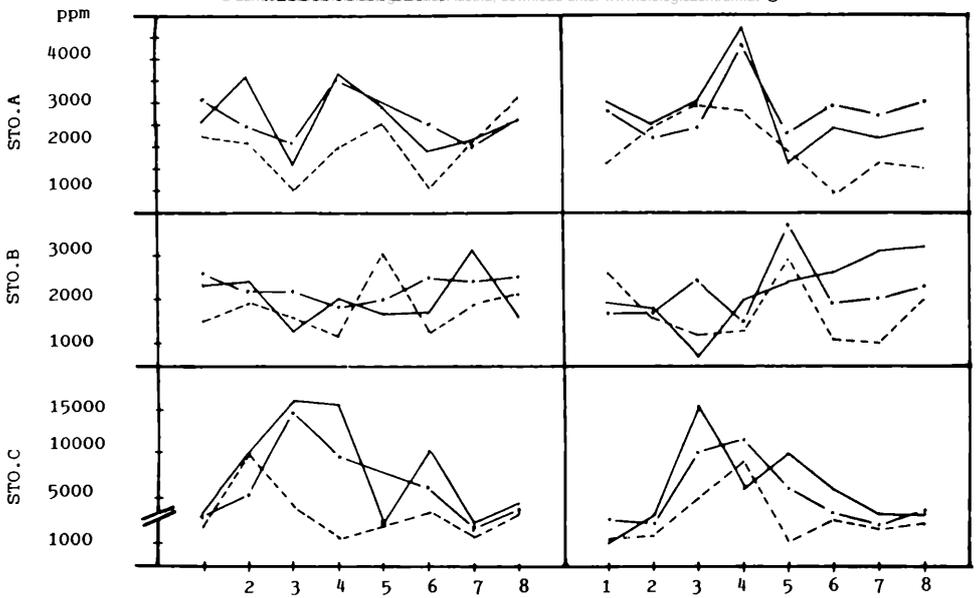


Abb. 9: Calciumgehalt des Blattlitters von *Phragmites australis* 1987 (Signatur siehe Abb. 6 und 7)

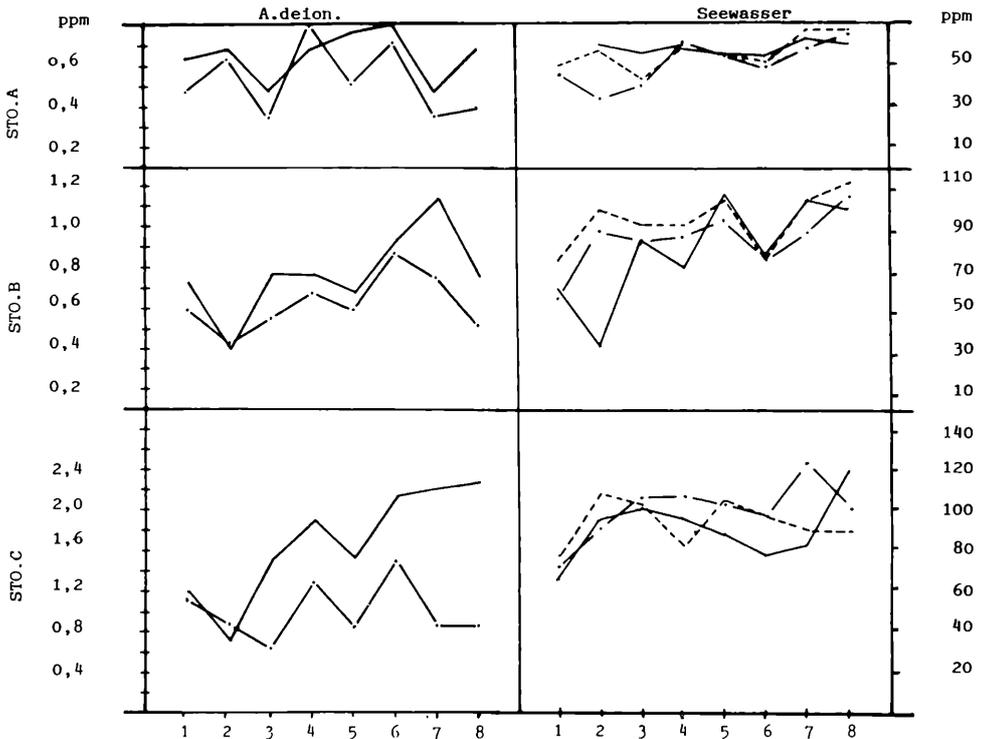


Abb. 10: Auswaschungsrate von Magnesium aus Blattlitter von *Phragmites australis* 1987 (Signatur siehe Abb. 6 und 7)

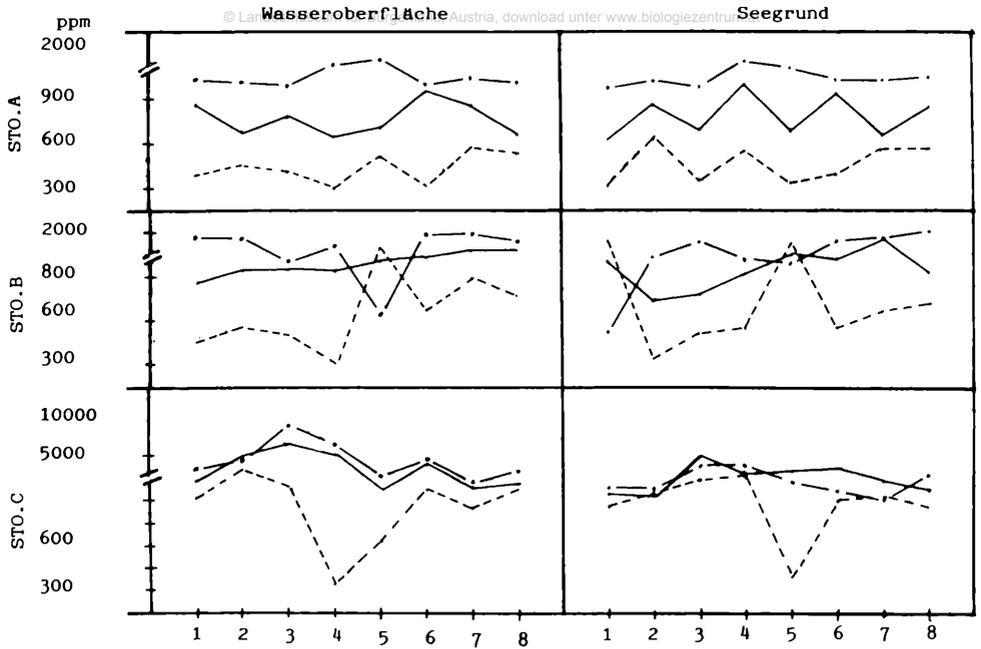


Abb. 11: Magnesiumgehalt des Blattlitters von *Phragmites australis* 1987 (Signatur siehe Abb. 6 und 7)

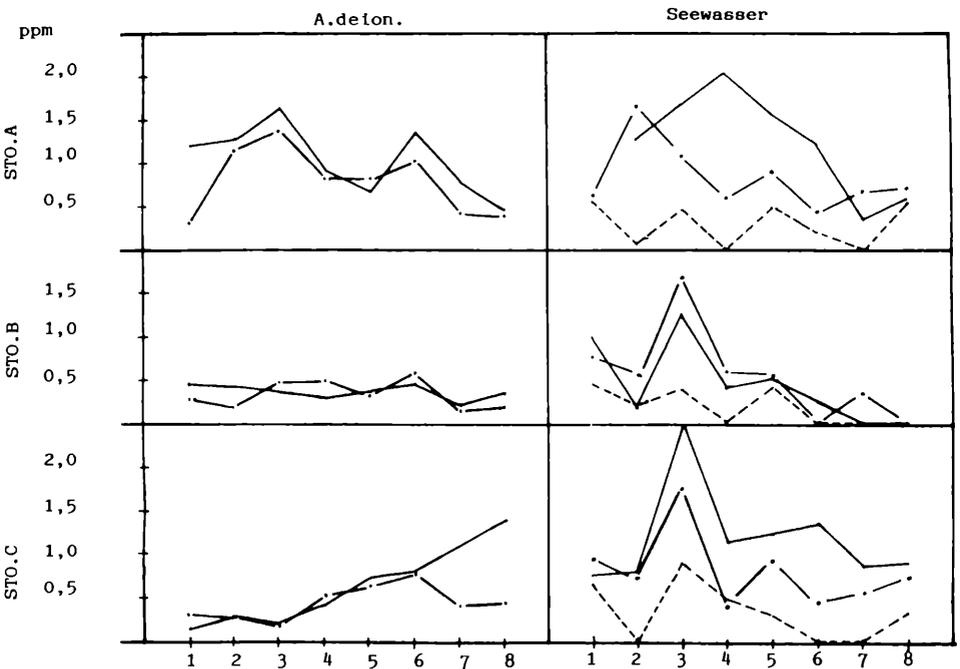


Abb. 12: Auswaschungsrate von Phosphat aus Blattlitter von *Phragmites australis* 1987 (Signatur siehe Abb. 6 und 7)

Schilflitter in Seewasser war bei Seewasserkonzentrationen von 60 bis 100 ppm Magnesium nicht mehr nachweisbar (vgl. Abb. 10).

Die Analysen des Blattlitters zeigen, daß die Magnesiumgehalte des mit Seewasser behandelten Litters über der Kontrolle, jene mit A. deion. behandelten Proben deutlich unter der Kontrolle liegen (Abb. 11); Das bedeutet eine relative Anreicherung des Blattlitters mit diesem Nährion im Seewasser (vgl. ATTIWILL 1968, BRIGGS et al., 1985).

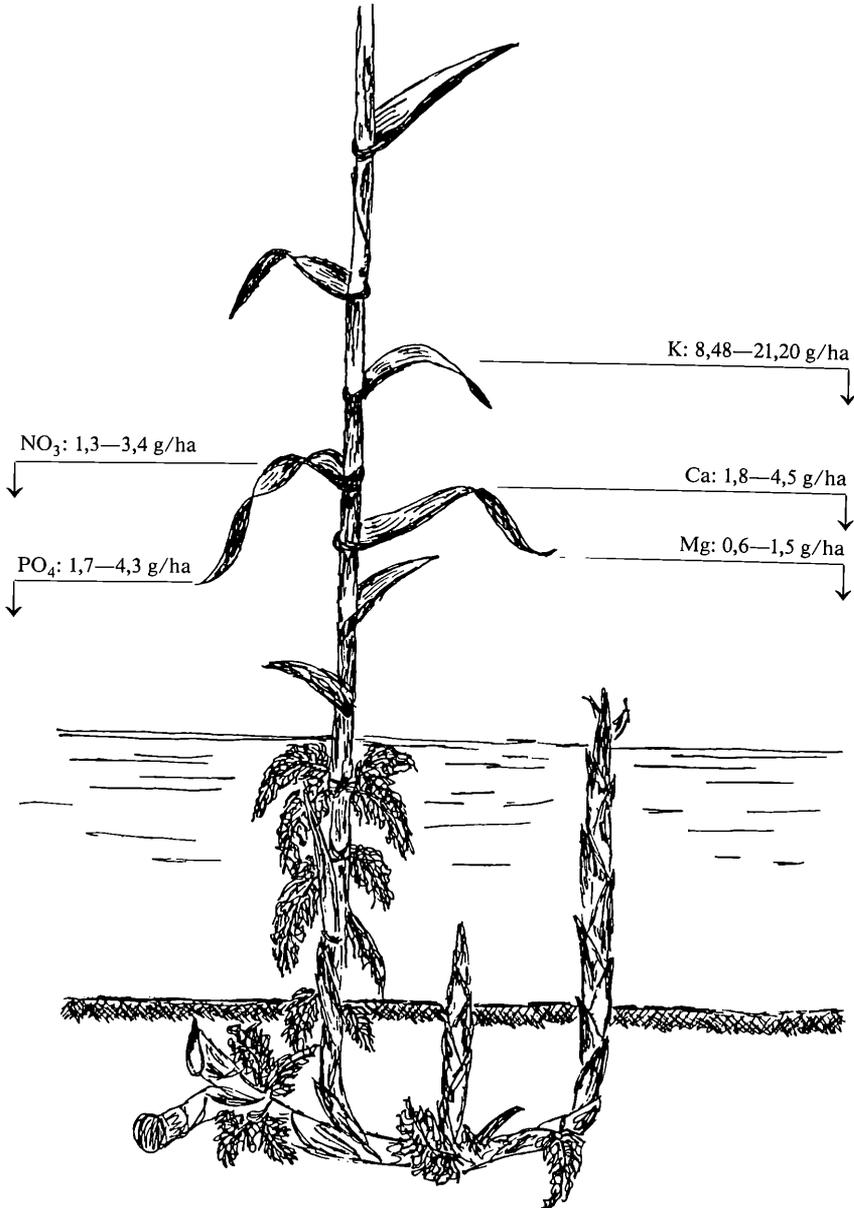


Abb. 13: Kalkulierter Nährstoffeintrag durch Auswaschung aus Blättern von *Phragmites australis* in das Schilfgürtelwasser nach einem 6-stündigen Regenereignis

Abb. 12 zeigt das Leaching von Phosphat aus dem Blattlitter von *Phragmites*. In deionisiertem Wasser ist das Maximum der Auswaschungsrate nach 4 Stunden erreicht (1,5 ppm); eine Verlängerung der Versuchszeit auf 6 bzw. 24 Stunden hat keine nennenswerte Steigerung des Leachings mehr zur Folge (vgl. PLANTER, 1970). Die Phosphatgehalte des Seewassers erreichen an allen drei Standorten Werte bis 1 ppm und übersteigen damit die Ergebnisse von METZ (1985), der im Illmitzer Schilfgürtel Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,46 ppm Phosphat gemessen hat. Eine Auswaschbarkeit von Phosphat im Seewasser ist dennoch festzustellen, wie aus Abbildung 12 hervorgeht.

4. Zusammenfassung

Von den gemessenen Kationen zeigt das *Kalium* im Verlauf mehrstündiger Versuchsreihen die höchste Auswaschungsrate, während *Calcium* und *Magnesium* in nur geringen Mengen aus Schilfblättern ausgewaschen werden.

Die Anionen *Nitrat* und *Phosphat* zeigen ebenfalls ein geringes Leaching im saisonalen Verlauf; nur im Herbst werden größere Mengen aus den Schilfblättern ausgewaschen.

Ähnlich wie im lebenden Schilfblatt ist auch im Blattlitter das *Kalium* am mobilsten und wird daher relativ rasch ausgewaschen. Bereits nach 2 Stunden kann ein maximales Leaching (1–2 ppm in A. deion.) aus dem Blattlitter von *Phragmites* festgestellt werden. Durch Seewasser ist dieses Kation ebenfalls aus Litterproben, allerdings in geringeren Konzentrationen als in A. deion., auswaschbar. Erst nach einer längeren Versuchsdauer (n. 24 Stunden) konnten nennenswerte Konzentrationen an *Calcium* und *Magnesium* aus dem Blattlitter im Seewasser nachgewiesen werden. *Phosphat* wird ebenfalls in nur geringen Konzentrationen (1,5 ppm) aus dem Blattlitter in das Seewasser ausgewaschen.

5. Literatur

- AGN, 1985: Naturraumpotential Neusiedler See — Auswirkungen des Grünschnittes auf den Schilfgürtel. AGN Forschungsbericht 1981—1984. BM Wiss. u. Forschung, BM Ges. u. Umweltschutz, Land Burgenland, 189—221.
- ALLEN S. E. & PEARSALL W. H., 1963: Leaf analysis and shoot production in *Phragmites*. *Oikos* 14, 176—189.
- ARENS K., 1934: Die kutikuläre Exkretion der Laubblätter. *Jahrb. Wiss. Bot.* 80, 248—300.
- ATTIWILL P. M., 1968: The loss of elements from decomposing litter. *Ecol.* 49, 142—145.
- BRIGGS S. V., MAHRER M. T. & TONGWAY D. J., 1985: Dry matter and nutrient loss from decomposing *Vallisneria spiralis* L. *Aquatic Botany* 22, 387—392.
- BURIAN K. & ZAX M., 1973: Unterschiede in Gaswechsel, Produktivität und Temperaturresistenz bei Gramineen. I. Temperaturresistenz. 100-Jahrfeier Hochschule für Bodenkultur, III. Bd., 127—144.
- DINKA M., 1986: The effect of mineral nutrient enrichment of lake Balaton on the common reed (*Phragmites australis*). *Fol. Geobot. Phytotax.* 21, 65—84.
- DYKYJOVÁ D., 1973: Accumulation of mineral nutrients in the biomass of reedswamp species. Ecosystem study of wetland Biome in Czechoslovakia IBP/PT-PP 3, 151—161.
- KINZEL H., 1989: Calcium in the vacuoles and cell walls of plant tissue. *Flora* 182, 99—125.
- LARSEN V. J., 1982: The effect of pre-drying and fragmentation on the leaching of nutrient elements and organic matter from *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. litter. *Aquatic Botany* 14, 29—39.
- MES M. G., 1954: Excretion of phosphorus and other mineral elements under the influence of rain. *S. African J. Sci.* 50, 167—172.

METZ H., 1985: Zur Phosphor- und Stickstoffsituation im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. In: AGN-Forschungsbericht 1981—1984. BM Wiss. u. Forschung, BM Ges. u. Umweltschutz, Land Burgenland, 311—339.

PLANTER M., 1970: Elution of mineral components out of dead reed *Phragmites communis* Trin. Arch. Hydrobiol. 17, 357—362.

RODEWALD-RUDESCU L., 1974: Das Schilfrohr. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, Band 27.

SIEGHARDT H. & MAIER R., 1985: Produktionsbiologische Untersuchungen an *Phragmites*-Beständen im geschlossenen Schilfgürtel des Neusiedler Sees. In: AGN Forschungsbericht 1981—1984. BM Wiss. u. Forschung, BM Ges. u. Umweltschutz, Land Burgenland, 189—221.

TUKEY H. B. Jr., 1970: The leaching of substances from plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 21, 305—321.

TUKEY H. B. Jr. & MECKLENBURG R. A., 1964: Leaching of metabolites from foliage and subsequent reabsorption and redistribution of the leachate in plants. Amer. J. Bot. 51, 737—742.

TUKEY H. B. Jr. & MORGAN J. V., 1963: Injury to foliage and its effect upon the leaching of nutrients from above-ground plant parts. Physiol. Plant. 16, 557—564.

Danksagung

Den Mitarbeitern Dr. P. Englmaier, G. Kovacs, Dr. G. Messner und U. Seifert sei an dieser Stelle für die technische Assistenz bei den Laborarbeiten herzlichst gedankt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [082](#)

Autor(en)/Author(s): Weiss Gabriela, Sieghardt Helmuth, Maier Rudolf

Artikel/Article: [II. Die Auswaschbarkeit von Nährionen aus Blättern und Blattlitter von Phragmites australis im Verlauf der Vegetationsperiode. 95-109](#)