

Aus dem Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle
(Direktor des Institutes: Prof. Dr. sc. H. Weinitschke)

Beobachtungen zur Überflutungstoleranz von Gehölzen und daraus abgeleitete Pflanzenvorschläge

Von **Werner Westhus**

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 22. Januar 1986)

1. Einführung

Im Zusammenhang mit der verstärkten Anwendung ingenieurbioologischer Verfahren im Wasserbau gewinnt die Frage nach der Überflutungstoleranz von Gehölzen immer mehr an Bedeutung. Beobachtungen zu langzeitigen Überflutungen von Gehölzarten liegen aber kaum vor (vgl. Krahulec, Lepš und Rauch 1980), so daß man bisher allgemein der Annahme war, daß Gehölze bei langandauernden Überflutungen für den Böschungsschutz wenig effektiv sind (z. B. Jorga und Weise 1981).

Bei der Anlage landwirtschaftlicher Wasserspeicher wurden zahlreiche Gehölze der ursprünglichen Vegetation überflutet. Gleichzeitig setzte eine relativ schnelle spontane Besiedlung der Speicherufer durch verschiedene Gehölzarten ein. Hierdurch bot sich eine günstige Möglichkeit, Material zur spontanen Gehölzbesiedlung landwirtschaftlicher Wasserspeicher und zur Überflutungstoleranz verschiedener Gehölzarten zu sammeln.

Nachfolgend sollen einige Standortfaktoren an landwirtschaftlichen Wasserspeichern kurz beschrieben werden, die die Überflutungstoleranz von Pflanzen wesentlich beeinflussen. Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsobjekte enthält die Arbeit von Westhus (1985). Überflutet wurden überwiegend Schluff- und Lehmböden, die vor allem als Schwarzerden ausgebildet sind. Die Beregnungswasserabgabe beeinflusst wesentlich die Wasserstandsdynamik der Wasserspeicher. Durchschnittlich sind die Speicherbecken in der Zeit von März/Mai bis Juni/Juli gefüllt, wobei unregelmäßige Wasserstandsschwankungen bezeichnend sind. Je nach den jährlichen Witterungsbedingungen und der Höhe der Beregnungswasserabgabe fallen die Ufer allgemein ab Juli, manchmal aber auch erst im Herbst trocken. Hinsichtlich der Wasserqualität sind die Wasserspeicher als eutroph (ungeschichtet) bis polytroph einzustufen. Allgemein herrschen anaerobe Bedingungen im Gewässerboden bzw. -sediment und zumindest zeitweise auch am Gewässergrund vor.

2. Material und Methode

Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen an landwirtschaftlichen Wasserspeichern (vgl. Westhus 1985) wurden im Jahre 1984 die innerhalb der Staubecken (unterhalb der Vollstauordinate) stockenden Gehölze systematisch erfaßt. Insgesamt konnten 255 Exemplare von 17 Gehölzarten notiert und in den Stauraum eingemessen werden. Um Aussagen zur Beeinflussung der Vitalität durch die Überflutungsexposition zu gewinnen, wurden die Individuen den Vitalitätsgraden: mehr oder weniger normal entwickelt – deutlich herabgesetzte Vitalität – abgestorben zugeordnet. Durch Auswertung der bei der Talsperrenmeisterei Sondershausen vorliegenden Wasserstandsganglinien war für jedes eingemessene Gehölz die Ermittlung der durchschnittlichen Über-

flutungsdauer und der maximalen Überflutungsdauer möglich. Nachfolgend sollen vor allem die Arten diskutiert werden, von denen umfangreicheres Beobachtungsmaterial gewonnen werden konnte und die besonders als Uferschutzgehölze geeignet sind.

3. Zur spontanen Besiedlung landwirtschaftlicher Wasserspeicher durch Gehölzarten

Weidenarten mit ihren vielen flug- und schwimmbfähigen Samen gehören zu den ersten Besiedlern der Speicherufer. Ihre Samen sind aber nur wenige Tage keimfähig und laufen nur während der limosen Ökophase auf (Krause 1975). Die Keimlinge benötigen außerdem viel Licht (Ellenberg 1982), so daß die wenigen in dichter Röhrichtvegetation auflaufenden Exemplare bald eingehen. Die meisten *Salix*-Keimlinge konnten an landwirtschaftlichen Wasserspeichern in locker bewachsenen Zwergbinsen- oder Zweizahn-Gesellschaften und in lückigen Flutrasenbeständen beobachtet werden. Hier sind sie vor allem in den Gesellschaften mit höherer Stetigkeit zu verzeichnen, die an eine längere limose Ökophase gebunden sind. Bleibt die Begleitvegetation lückig, ist eine erfolgreiche Ansiedlung möglich (vgl. Krause 1975). Über die weitere Entwicklung der Jungpflanzen entscheidet der Verlauf des Wasserstandes im folgenden Jahr. Bei längerer Überflutung der gesamten Pflanze gehen sie ein.

Sind bereits ältere Weiden im Speicherbecken vorhanden oder stocken ältere Weiden an den Ufern der Zuflüsse, kann auch die vegetative Vermehrung durch Anschwemmung von ausschlagfähigen Weidenzweigen und -ästen eine bedeutende Rolle spielen.

Keimlinge und Jungpflanzen anderer Gehölzarten wurden demgegenüber nur selten (*Populus spec.*, *Rubus caesius*) oder sehr selten (*Alnus glutinosa*) beobachtet. Die vorhandenen älteren Pflanzen gehen meist auf Anpflanzungen oder spontane Ansiedlungen vor Staubeginn zurück.

4. Die Überflutungstoleranz ausgewählter Gehölzarten

4.1. Pappeln (*Populus canadensis* et *P. nigra*)

Pappeln sind neben verschiedenen Weidenarten in Mitteleuropa die Gehölze mit der höchsten Überflutungstoleranz (vgl. auch Krahulec, Lepš und Rauch 1980). Deutliche Zeichen einer Vitalitätsminderung (Blattverfärbung, tote Zweige) waren erst ab der Stauordinate 1 m unterhalb Vollstau zu verzeichnen (vgl. Tab. 1). Alle an Wasserspeichern eingemessenen Exemplare gehen jedoch auf Anpflanzungen zurück. Die bedeutend geringere Überflutungstoleranz der im Staubeereich des Wasserspeichers Schwerstedt gepflanzten Pappeln hängt mit ihrem geringen Alter und den allgemein der Art nicht zusagenden Standortverhältnissen zusammen (ständig staunasser Boden). Beziehungen zwischen Wuchsleistung und Überflutungsexposition waren kaum erkennbar, vermutlich auch, weil die meisten Pappeln schon vor dem jeweiligen Staubeginn gepflanzt worden sind. Stärkere Exemplare scheinen aber höhere und längere Überflutungen besser zu ertragen als schwächere, obwohl bei ersteren keine Adventivwurzelbildung zu verzeichnen war. Adventivwurzeln konnten lediglich sehr spärlich bei einem jüngeren Exemplar beobachtet werden.

Trotz ihrer guten Überflutungstoleranz sind Pappeln nicht als Uferschutzgehölz geeignet (vgl. dagegen Richter 1971). Sobald ihr Wurzelraum völlig wasserdurchtränkt ist, werden größere Pappeln leicht vom Wind umgeworfen (vgl. auch Ellenberg 1982), wie zahlreich an den Wasserspeichern Friemar und Frohndorf zu beobachten war.

Tabelle 1. Angaben zur Überflutungstoleranz ausgewählter Gehölzarten

Wasserspeicher		Frohdorf		Friemar		Schwerstedt		Dachwig		v
		N	L	N	L	N	L	N	L	
<i>Alnus glutinosa</i>	n	16								
	h	7	97	—		—		—		—
	ϕ	0,25	149							
	max	6	255							
<i>Populus nigra</i> et <i>x canadensis</i> (gepfl.)	n	16		37		9				
	h	100	139	100	120	20	33	—		—
	ϕ	154	202	112	126	140	170			
	max	257	291	191	201	201	228			
<i>Salix triandra</i>	n	14								
	h	75	114							
	ϕ	121	171	—		—		—		—
	max	222	264							
<i>Salix viminalis</i>	n	12								
	h	55	63							
	ϕ	80	100	—		—		—		—
	max	192	207							
<i>Salix alba</i> et <i>rubens</i> (spont.)	n	30		21				28		
	h	70	103	95	105	—		85	107	1,90
	ϕ	112	160	107	118			187	235	34,54
	max	218	258	188	195			227	326	25,23
<i>Salix alba</i> et <i>rubens</i> (gepfl.)	n	17								
	h	95	158							
	ϕ	146	216	—		—		—		—
	max	252	294							

n – Zahl der eingemessenen Individuen, h – Überflutungshöhe in cm, ϕ – durchschnittliche Überflutungsdauer, max – maximale Überflutungsdauer, N – Grenze der Vitalitätsgrade normal entwickelt – deutlich herabgesetzte Vitalität, L – Grenze der Vitalitätsgrade deutlich herabgesetzte Vitalität – abgestorben, v – Variabilitätskoeffizient nach Pearson der Werte für L

4.2. Mandel- und Korbweide (*Salix triandra*, *S. viminalis*)

Vor allem am Wasserspeicher Frohdorf haben sich zahlreiche Mandel- und Korbweiden spontan angesiedelt. Die Mandelweide dringt hier, ähnlich wie an Flußufern (Krause 1982), am tiefsten in den Bereich des Staubeckens vor (vgl. Tab. 1). Die Korbweide weist keine derartige Überflutungstoleranz wie Mandelweide und Silber- oder Fahlweide auf. Sie ist aber anscheinend in tieferen Beckenbereichen der Silberweide an Konkurrenzkraft überlegen, so daß sie mit der Mandelweide einen mehr oder weniger geschlossenen Gebüschmantel zwischen Silberweiden-Gehölzen und der gehölzfreien Röhrichtvegetation bilden kann.

4.3. Silber- und Fahlweide (*Salix alba*, *S. x rubens*)

Hinsichtlich ihrer Überflutungstoleranz konnten keine Unterschiede zwischen Silber- und Fahlweiden festgestellt werden. Beide siedeln sich am weitaus häufigsten spontan in dem Speicherbecken an und dringen mit am tiefsten in den Beckenbereich vor (vgl. Tab. 1). Ältere, vor Staubeginn auf Stock gesetzte Weiden haben häufig

wieder Stockausschlag gebildet. Eine derartige Weide konnte am Wasserspeicher Frohndorf noch bei 1,58 m unter Vollstau notiert werden, während jüngere, spontan angesiedelte Weiden nur bis etwas über einen Meter in das Speicherbecken vordringen. Die Weite des Vordringens spontan angesiedelter Weidenpflanzen in das Speicherbecken wird auch durch die Wind- und Wellenexposition des Standorts beeinflusst. Während am Wasserspeicher Dachwig in windgeschützter Lage lebende Weiden bis maximal 1,07 m unter Vollstau in das Speicherbecken vordrangen, waren an wind-exponierten Bereichen Weiden nur bis 67 cm unter Vollstau zu notieren.

Obwohl es den Silber- und Fahlweiden gelingt, sich auch an relativ tiefen Beckenbereichen anzusiedeln, scheinen sie doch erst bei geringerer Wassertiefe und Überflutungsdauer (etwa ab 50 cm unter Vollstau) zu der typischen Baumform heranzuwachsen (vgl. auch Ellenberg 1982, Krause 1982). Im Vergleich zur Erle wird aber ihre Wuchsleistung bedeutend weniger durch Überflutungshöhe und -dauer beeinträchtigt.

4.4. Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)

Erlen werden unter den gegebenen Standortverhältnissen sehr stark durch Überflutungen beeinträchtigt. Bereits Exemplare, die nur 7 cm unter Vollstauordinate (maximal 6 d/a überstaut) stocken, weisen erste Zeichen einer Vitalitätsminderung (Blattverfärbung) auf. Ab etwa 40 cm unter Vollstau (maximale Überstaudauer 138 d/a, ϕ 41 d/a) war die Ausfallrate bereits beträchtlich.

Da alle am Wasserspeicher Frohndorf stockenden Erlen 1972 als 3jährig verschult mit einer Pflanzenhöhe von 65–100 cm gepflanzt wurden (VEB Projektierung Wasserwirtschaft 1974), war ein Vergleich der Wuchsleistung zwischen Exemplaren unterschiedlicher Überflutungsexposition möglich. Aus Abbildung 1 wird die deutlich geringere Wuchsleistung von länger und höher überfluteten Exemplaren deutlich (vgl. auch Vester 1973; Gill 1975). Diese weisen neben den Blattverfärbungen bedeutend größere Ausfälle, tote Zweige, kleinere Blattgrößen, kürzere Jahrestriebe und eine insgesamt lockerer beblätterte Krone auf. Die Bildung von Adventivwurzeln war nur in sehr geringem Ausmaß zu beobachten. Im Gegensatz zu VEB Projektierung Wasserwirtschaft (1974) halten wir daher die Erle auf bindigen Böden und unter sauerstoffarmen Standortverhältnissen als Uferschutzgehölz für ungeeignet.

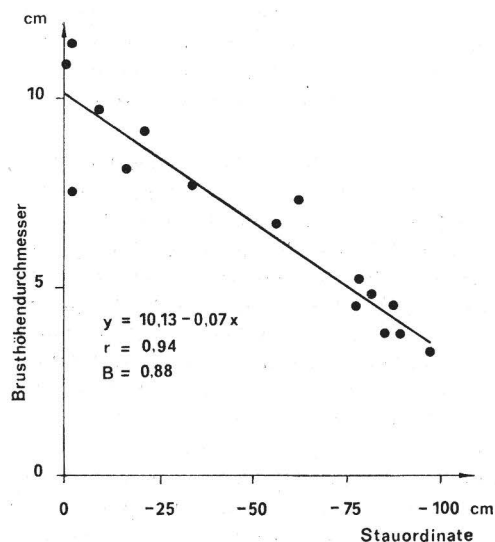


Abb. 1.
Abhängigkeit der Wuchsleistung von *Alnus glutinosa* von Dauer und Höhe der Überflutungen

4.5. Weitere Arten

Die Hundsrose (*Rosa canina*) und der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*) wiesen bereits nach kurzzeitigen flachen Überstauungen eine verringerte Vitalität auf, d. h., sie sind für Bepflanzungen im Bereich und unterhalb der Höchststauordinate nicht geeignet. Kurzzeitig flache Überstauungen vertrugen die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*), Eingrifflicher Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Pflaume (*Prunus domestica*) und Kratzbeere (*Rubus caesius*) gut. Diese Arten eignen sich für Bepflanzungen im Bereich der Höchststauordinate bis maximal 10 cm unterhalb. Sie wurden zwar noch tiefer im Staubecken beobachtet, wiesen aber dann deutlich herabgesetzte Vitalität auf. Innerhalb einer Hecke von *Prunus domestica* am Wasserspeicher Frohndorf konnten bis – 28 cm unter Vollstau noch fruchtende Exemplare mit geringer Vitalitätsminderung, bis – 40 cm deutlich subvitale Exemplare mit kleineren, helleren Blättern, Welkstellen an den Blättern und toten Ästen, ab – 40 cm erste tote Exemplare und bei – 53 cm das letzte gerade noch lebende Exemplar festgestellt werden. Die Purpurweide (*Salix purpurea*) und Grauweide (*S. cinerea*) dringen ohne Zeichen von Vitalitätsminderung bedeutend weiter in die Speicherbecken vor (*S. cinerea* z. B. noch vital bei – 55 cm), leider war aber hier die Zahl der eingemessenen Exemplare für verallgemeinernde Aussagen zu gering.

5. Diskussion

Die Anzahl der eingemessenen Silber- und Fahlweiden ermöglicht einen Vergleich ihrer Einschichtung in den Stauraum von Wasserspeichern mit unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen. Da die Grenze des Vordringens der Gehölze in das Speicherbecken vor allem physiologisch bedingt ist, kann man erwarten, daß vor allem derjenige Faktor besonders limitierend wirkt, dessen Werte für den relativ objektiv erfassbaren Grenzbereich der Vitalitätsgrade: deutlich herabgesetzte Vitalität – abgestorben an allen drei untersuchten Wuchsorten den geringsten Variabilitätskoeffizienten aufweisen. Am weitesten streuen die Werte der durchschnittlichen Überflutungsdauer (vgl. Tab. 1). Sie spiegeln mehr oder weniger nur den hydrologischen Charakter des jeweiligen Wasserspeichers wider.

Einen etwas geringeren Variabilitätskoeffizienten weisen die Werte der maximalen Überflutungsdauer seit Gehölzbesiedlung auf, so daß daraus zu schlußfolgern ist, daß vor allem in hydrologischen „Extremjahren“ das Vordringen von Gehölzen in das Speicherbecken limitiert wird. Die Länge der Überflutungszeit schränkt vor allem das Artenspektrum an Gehölzen ein, da die meisten Arten keine ausgeprägten Anpassungsmechanismen an Überflutungen aufweisen und es schnell zu irreversiblen Schäden kommt.

Sehr niedrig ist der Variabilitätskoeffizient für die Werte der maximalen Überflutungshöhe, woraus man ableiten kann, daß für überflutungstolerante Arten vor allem (etwas längere) Überflutungen mit einer sehr hohen Wassersäule limitierend wirken. Unter anaerobem Milieu im Wurzelraum nehmen Holzgewächse einen großen Teil des Sauerstoffs über die Lenticellen, insbesondere die, die sich unmittelbar oberhalb der Wasserlinie befinden, auf. Werden diese, wie bei Überflutungen, allmählich von der Basis des Sprosses aufwärts blockiert, wird der Gasdifusionsweg länger und die Sauerstoffbelieferung der Wurzelspitzen begrenzt, was im Extremfall bis zum Tod führen kann (Armstrong 1975, 1978). Daß auch noch andere Mechanismen eine Rolle spielen können, ist allerdings nicht auszuschließen (Hook und Scholtens 1978).

Die meisten überflutungstoleranten Arten besitzen die Potenz, bei einem Steigen des Wasserspiegels Adventivwurzeln auszubilden, die aus der obersten Wasserschicht zusätzlich Sauerstoff entnehmen können. Die Überflutungstoleranz der Arten wird aber scheinbar nicht nur von ihrer Potenz, Adventivwurzeln zu bilden, beeinflusst (vgl.

Gill 1975; Hook und Scholtens 1978). So weisen z. B. bei den Pappeln und Weiden ältere Exemplare eine höhere Überflutungstoleranz auf, bilden aber in geringerem Maße Adventivwurzeln aus. Am Wasserspeicher Frohndorf hatten etwa gleichaltrige Grauweidenbüsche unter ähnlichen Standortbedingungen z. T. Adventivwurzeln ausgebildet, z. T. fehlten sie, ohne daß Vitalitätsunterschiede feststellbar waren.

6. Pflanzvorschläge für Standgewässer mit schwankendem Wasserspiegel

Ziel von Gehölzpflanzungen an Speicherrufern muß es sein, abrasionsgefährdete Randbereiche des Speicherbeckens biologisch durch einen geschlossenen, mehrstufigen Gehölzsaum standortgerechter Arten zu verbauen. Hierzu bieten die Beobachtungen zur spontanen Gehölzbesiedlung und Überstauungsverträglichkeit wichtige Grundlagen. Je nach Uferneigung und damit Breite des für eine Bepflanzung geeigneten Uferstreifens sind mehrreihige Pflanzungen anzustreben (vgl. Abb. 2). Die vorderste Pflanzreihe sollte aus Strauchweiden bestehen. Die Pflanzung kann oberhalb der Linie 80 cm unter Vollstau mit *Salix triandra* beginnen. *Salix viminalis* sollte erst oberhalb der Linie 60 cm unter Vollstau gepflanzt werden, eventuell in die 2. Pflanzreihe in Mischung mit *Salix alba* oder *S. x rubens*. Die 2. Pflanzreihe sollte sich nach 0,6–1,2 m (horizontal gemessen) der 1. Pflanzreihe anschließen (Pflanzverband: Dreiecksverband), keinesfalls aber unterhalb 60 cm unter Vollstau erfolgen und sich vor allem aus Silber- und Fahlweiden zusammensetzen. Bei weniger stark geneigten Ufern kann eine 3. Pflanzreihe, wiederum im Abstand von 0,6–1,2 m (horizontal gemessen), mit Silber-

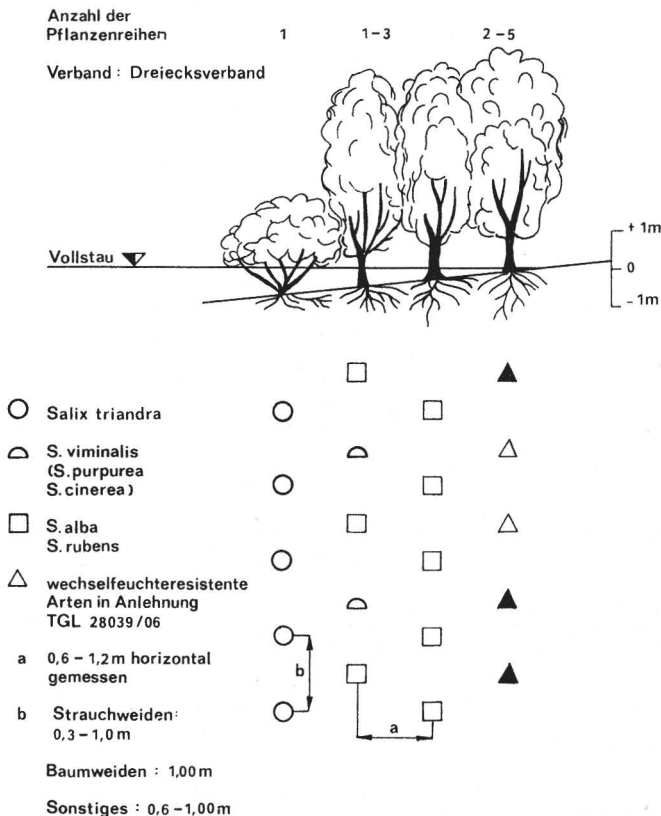


Abb. 2. Pflanzvorschlag für Standgewässer mit schwankendem Wasserspiegel

und Fahlweiden angeschlossen werden. Ab der Vollstauordinate ist dann eine weitere Bepflanzung in Anlehnung an den Fachbereichsstandard TGL 28039/06 möglich, wobei mit wechselseuchtetoleranten Arten zu beginnen ist. Insgesamt sind in diesem Bereich gruppen- und abschnittsweise Mischpflanzungen vorzusehen, die analog reich strukturierten Flurgehölzen ein hohes Habitatangebot realisieren und langfristig keinen nennenswerten Pflegeaufwand erfordern (Niemann 1978). Bei stark geneigten Ufern mit nur schmalen Randbereich für eine Bepflanzung ist die Anzahl der Baumweidenreihen zu reduzieren.

Baumweiden bieten an Gewässerufern mit das breiteste Habitatangebot, sind auch nach mechanischen Schäden (Eis) ausgesprochen regenerationsfreundlich und entsprechen unter den gegebenen Standortbedingungen den günstigsten Zuwachs. Silberweidenwälder können schon nach 20–25 Jahren 12–15 m Höhe erreichen (Ellenberg 1982). Bei Weiden ist es außerdem möglich, Stecklinge oder Setzstangen einzubringen. Während es sich bei umfangreicheren Bepflanzungsprojekten sicher erforderlich macht, auf das Arten- und Sortenangebot von Baumschulen zurückzugreifen, empfiehlt es sich bei kleineren Pflanzungen, möglichst Material von Pflanzen aus der näheren Umgebung zu nutzen, um gleichzeitig zur Erhaltung potentiell nutzbarer heimischer Wildpflanzenarten beizutragen. Die ingenieurbologisch begründeten Bestände sollten möglichst schnell naturnahen Pflanzenbeständen angeglichen werden, wobei weitere standortgemäße Arten durch Bei- und Nachsaat eingebracht werden können.

Während der Pflanzung und in der empfindlichen Initialphase der Gehölze ist die Wasserstandbewirtschaftung des Gewässers möglichst günstig zu gestalten. Einzelne Ufergehölze sollten „sich selbstüberlassen“ werden. Die Pflege restlicher Gehölze beschränkt sich auf Totholzentnahme, auf Stock setzen und Regenerationshiebe (s. auch Fachbereichsstandard TGL 28039/06). Um das Habitatangebot auch für Höhlenbrüter und xylophage Insekten (Cerambyciden) zu verbessern, empfiehlt sich einige Baumweiden als Kopfweiden heranzuziehen (vgl. Wegener 1983).

7. Zusammenfassung

Beobachtungen zur Überflutungstoleranz der Gehölzarten *Populus nigra*, *P. x canadensis*, *Salix triandra*, *S. viminalis*, *S. alba*, *S. x rubens*, *Alnus glutinosa* und die spontane Gehölzbesiedlung landwirtschaftlicher Wasserspeicher werden diskutiert. Die Dauer der Überflutung bestimmt vor allem die Gehölzartenzahl an Ufern, während die Tiefe der Überflutung für überflutungstolerante Arten wahrscheinlich stärker limitierend wirkt. Für Pflanzungen an Standgewässerufern mit Wasserstandsschwankungen sind verschiedene *Salix*-Arten am geeignetsten, wozu ein Pflanzvorschlag unterbreitet wird.

Summary

Observations to the flood tolerance of the species *Populus nigra*, *P. x canadensis*, *Salix triandra*, *S. viminalis*, *S. alba*, *S. x rubens*, *Alnus glutinosa* and to the spontaneous settlement of woody species in agricultural reservoirs are discussed. The duration of flooding strongly influenced the number of woody species at shores. The depth of flooding seems to be the limiting factor for the species which are tolerant to flooding. Some *Salix* species are most suitable for plantations at shores with waterlevel fluctuations. A recommendation to plantations is introduced.

Danksagung

Hiermit möchte ich den Mitarbeitern der Oberflurmeisterei Erfurt und der Talsperrenmeisterei Sondershausen für die Bereitstellung von Daten zu den Untersuchungsgebieten sowie Herrn Prof. Dr. J. G. Kohl (Berlin) für die Übersendung von Literatur danken.

S c h r i f t t u m

- Armstrong, W.: Waterlogged soils. In: Etherington, J. R.: Environment and plant ecology. London, New York, Sydney, Toronto 1975.
- Armstrong, W.: Root aeration in the wetland condition. In: Hook, D. D., und R. M. M. Crawford (Hrsg.): Plant life in anaerobic environments. Ann Arbor 1978.
- Ellenberg, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. Aufl. Stuttgart 1982.
- Fachbereichstandard TGL 28039/06: Flurholzwirtschaft, Gehölzpflanzungen an Wasserläufen. 1979.
- Gill, C. J.: The ecological significance of adventitious rooting as a response to flooding in woody species with special reference to *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Flora **164** (1975) 85–97.
- Hook, D. D., und J. R. Scholtens: Adaptions and flood tolerance of tree species. In: Hook, D. D., und R. M. M. Crawford (Hrsg.): Plant life in anaerobic environments. Ann Arbor 1978.
- Jorga, W., und G. Weise: Wasserpflanzen in ihrer Bedeutung für die Uferstabilisierung und für die Verbesserung der Wasserqualität. Acta hydrochim. hydrobiol. **9** (1981) 37–56.
- Krahulec, F., J. Lepš und O. Rauch: Vegetation of the Rozkoš Reservoir near Česka Skalice (East Bohemia). 1. The vegetation development during the first five years after its filling. Folia Geobot. Phytotax. **15** (1980) 321–362.
- Krause, A.: Über die natürliche Verjüngung von Uferweiden an der Ahr. Schriftenr. Vegetationskd. **8** (1975) 99–104.
- Krause, A.: Über Flußufer-Vegetationszonierung und gewässerkundliche Statistik. Natur u. Landschaft **57** (1982) 10, 341–344.
- Niemann, E.: Artenschutz und intensivierte Wasserwirtschaft. Landschaftspflege u. Naturschutz Thür. **15** (1978) 3, 53–63.
- VEB Projektierung Wasserwirtschaft Halle: Ermittlung der Überstauungsverträglichkeit von Gehölzen bei fluktuierenden Wasserständen. F/E-Bericht, Erfurt 1974.
- Vester, G.: Zur Überflutungstoleranz bei Bäumen. Verh. Gesellsch. Ökologie Saarbrücken **3** (1973) 251–256.
- Wegener, U.: Gestaltung wassergefüllter Sölle in der Agrarlandschaft. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. **23** (1983) 3, 151–163.
- Westhus, W.: Landwirtschaftliche Wasserspeicher als Lebensraum – eine Ökosystemstudie als Beitrag zur Lösung landeskultureller Aufgaben. Diss. ILN Halle 1985.

Dr. Werner Westhus
 Institut für Landschaftsforschung und
 Naturschutz Halle, Arbeitsgruppe Jena
 DDR - 6900 J e n a
 Steiger 17

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hercynia](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Westhus Werner

Artikel/Article: [Beobachtungen zur Überflutungstoleranz von Gehölzen und daraus abgeleitete Pflanzvorschläge 346-353](#)