

Auwaldbegründung und Auwaldentwicklung in der Lenzener Elbtalaue

Parameter des Kulturerfolges und der Prognose

Gabriele Patz, Ralf Kätzel, Sonja Löffler

Aufgabenstellung und Arbeitsprogramm

Das Teilprojekt Forstwissenschaft überwacht den Anwuchserfolg von Auwaldkulturen im Untersuchungsgebiet - der Elbaue bei Lenzen - und überprüft den Zusammenhang zwischen biotischen und abiotischen Parametern auf ihre Eignung für eine Bewaldungsprognose.

Die Bewaldungsprognose ist das Vorhersehen einer Auwaldentwicklung im Untersuchungsraum nach Rückdeichung. Gegenwärtig liegt das Gebiet hinterdeichs.

Das **Beobachtungsprogramm** umfaßte die Vegetationsperioden 1997 und 1998. Visuell wurde der Anwuchs der Kulturen erfaßt und Ausfälle soweit möglich biotischen und abiotischen Ereignissen zugeordnet, die Entwicklung und natürliche Sukzession von Gehölzen beobachtet und die Stabilität der Bestände begutachtet.

Das **Meßprogramm** (Freilandmessung an Testgehölzen, Laboranalyse von Blattproben) zielte darauf ab, den Zusammenhang zwischen Vitalität und Standort der verschiedenen Gehölzarten mit geeigneten Parametern und Meßintervallen zu erfassen. Bei den Parametern, die den Gehölzzustand beschreiben, lag der Schwerpunkt auf dem Stoffwechsel und der Wasserversorgung.

Darüber hinaus wurde nach Zusammenhängen zwischen aufwendig ermittelten Parametern (Blattanalysen, technisierte Freilandmessungen) und einfach zu ermittelnden Parametern (Vitalität, Blattfläche, Wassergehalt von Blättern, Bodenaktivität) gesucht. Daraus sollen einfache Indikatoren sowohl für die Erfolgskontrolle wie auch für die Übertragbarkeit der Ergebnisse abgeleitet werden.

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind mit den Methoden der Datenerhebung und -auswertung dargestellt in PATZ et al., 1999.

Das Arbeitsprogramm umfaßte:

- Vitalitätsansprache aller Testgehölze;
- Einschätzen des Anwuchsprozentes auf den Kulturen;
- Vegetationsaufnahmen;
- Dokumentation von Gehölzsukzessionen im und um den Untersuchungsraum;
- Wurzeluntersuchungen;
- Freilandmessungen an den Testgehölzen;
- Bodenaktivitätstest;
- Computertomographie an Alteichen durch die Universität Marburg;
- Laboranalyse: Energiestoffwechsel, Isoenzym-Analyse, Blatteinhaltsstoffe;
- Aufbereiten und Auswertung der Daten;

Parameter mit Weiserfunktion im Sinne der Aufgabenstellung

1. Wasserhaushalt

Das pflanzenverfügbare Bodenwasser ist der begrenzende Faktor für die Auwaldbegründung im Untersuchungsraum beim einzelnen oder kombinierten Auftreten folgender Standortmerkmale:

- topographische Höhe über 16,70 m, entspricht ca. 1 m über Mittelwasser,
- Tonanteil im Oberboden über 50%,
- Bodenhorizont, der als Sperrschicht gegen eindringendes Grundwasser wirkt.

Folgende Testfläche weisen eine oder mehrere dieser Merkmalsausprägungen auf:

Elbholz-T1: topographische Höhe;

Vorland Lütkenwisch-T2: topographische Höhe;

Eichwald-T3: Lehmanteil;

Oberholz-T4: topographische Höhe, Lehmanteil, Sperrschicht;

Kleine Rüsterdrift-T7: Lehmanteil, Sperrschicht;

Mit dem Fehlen kontinuierlicher Niederschläge während der Vegetationsperiode kann sich auf diesen Flächen eine Bodenwasserspannung über 1,5 MPa einstellen. Damit ist das Bodenwasser für die Pflanze nicht mehr verfügbar. Die Pflanze reagiert darauf mit der Verringerung der Oberfläche und dem Verbrauch ihrer Energiereserven. Nachhaltige physiologische Wirkungen des Wassermangels können verminderte Biomasseproduktion und hohe Gehalte an Prolin sein (vergleiche Physiologie).

Als Grenzstandort für eine Wiederbewaldung kann die Fläche T4 gelten. Hier treffen alle Faktoren zusammen, die das pflanzenverfügbare Bodenwasser minimieren. Gleichzeitig handelt es sich um eine Grünlandaufforstung, so daß die jungen Gehölze nicht den Schutz und Wurzelraum eines Altbestandes (wie auf T3) nutzen können.

Die Wasserversorgung der Testgehölze wurde mit einer SCHOLANDER-Bombe jeweils im Mai und August 97 und 98 gemessen. (SCHOLANDER et al., 1965) Der Meßwert ist ein Maß für den aktuellen Wasserstatus der Pflanze. Er ist nur interpretierbar im Zusammenhang mit Strahlung und Luftfeuchte zum Meßzeitpunkt. Der Vergleich von Meßwerten kann nur unter ähnlich belaubten Gehölzen erfolgen.

Bei intakten Transportbahnen im Gehölz (Wurzeln, Stamm) bildet die Saugspannung der Pflanze den Gehalt an pflanzenverfügbarem Bodenwasser ab.

Die Unterschiede in der Saugspannung (Abb.1) bilden den oben beschriebenen Parameter, pflanzenverfügbares Bodenwasser und die Stammschäden an den Alteichen auf T3 ab.

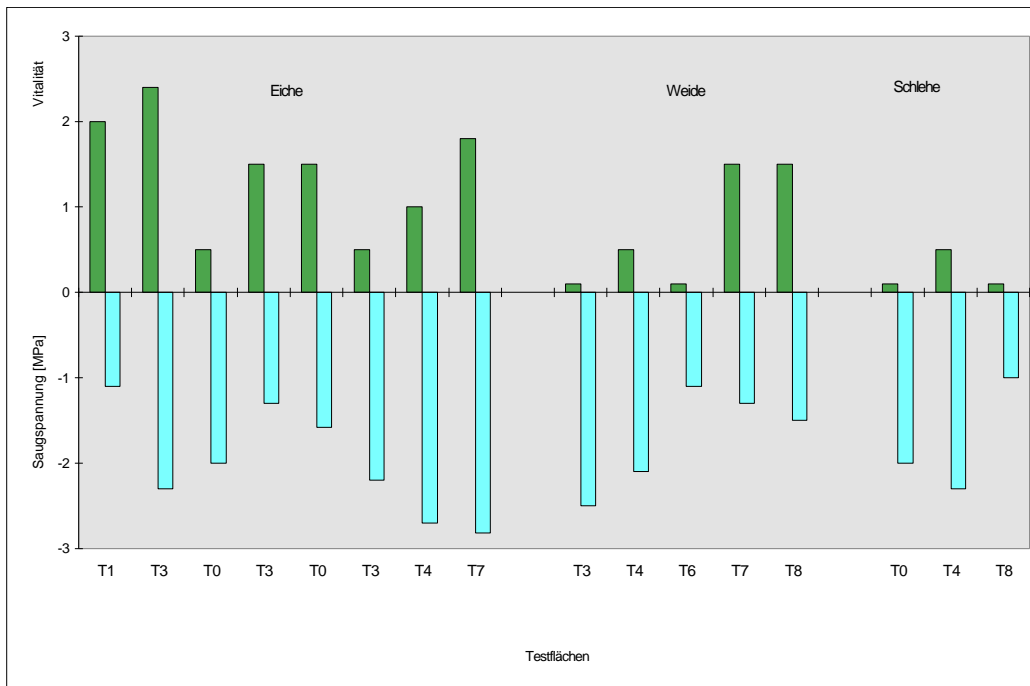


Abbildung 1: Saugspannung und Vitalität ausgewählter Gehölzarten, Messung August 98

Saugspannungen unter -1,5 MPa (Welkepunkt) treten auf T3, T4 und T7 auf. Die höchsten Werte zeigen die Kultureichen auf T4 und T7 sowie die älteren Sukzessionsweiden auf T3 und T4. Bei den Weiden handelt es sich um trockenheitsertragende Pionierarten (*Salix caprea* und *Salix aurita*).

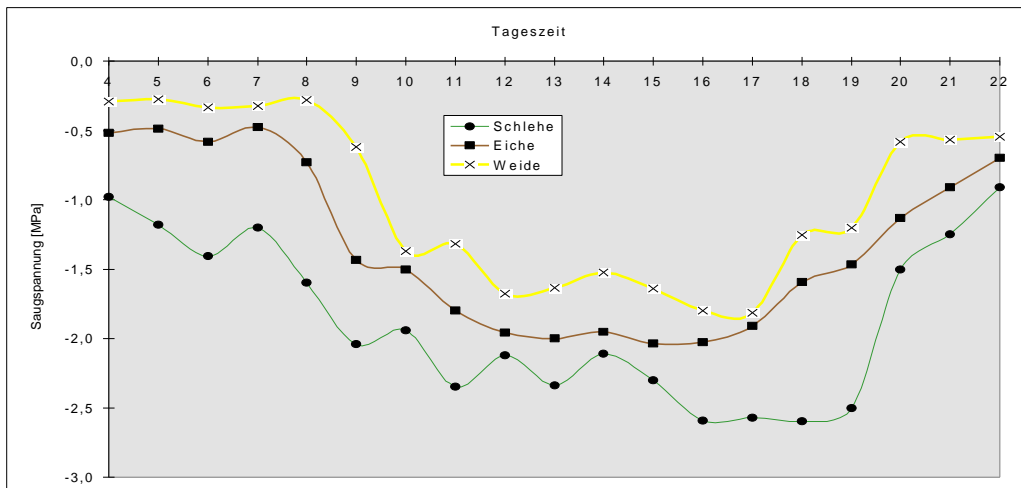


Abbildung 2: Baumartenvergleich der Saugspannung zwischen Weide, Eiche und Schlehe auf T3

Das unterschiedliche Verhalten der Gehölzarten auf ähnliche Standortbedingungen wurde mit einer Tagesgangmessung im August 98 auf T3 untersucht. In Abb.2 sind die Ganglinien der Saugspannung für eine vitale, 20jährige, freistehende Eiche , eine vitale, 20jährige, freistehende Weide und eine vitale, 10jährige unterständige Schlehe dargestellt.

Der wellige Verlauf der Saugspannung bildet den Wechsel von Sonne und Bewölkung ab. Bemerkenswert ist, daß die im lichten Unterstand stehende Schlehe darauf am ausgeprägtesten reagiert.

Nach Analyse aller Saugspannungsmessungen im Untersuchungsgebiet werden diese Baumartenunterschiede als typisch angesehen. Möglicherweise sind diese Niveauunterschiede ein Ausdruck für den „Standardstandort“, auf den die jeweilige Gehölzart spezialisiert ist.

Mit der Tagesganglinie wird deutlich, warum einzelne Meßwerte unter dem Welkepunkt (-1,5 MPa) nicht zum Absterben der Gehölze führen. Bei geringerer Strahlung und ansteigender Luftfeuchtigkeit verringert sich die Saugspannung sofort wieder (fehlender Zwang zur Wasserabgabe).

Nach einer Normalisierung aller Meßwerte (auf 45% Luftfeuchtigkeit und 200 PAR) wurde eine Korrelationsanalyse mit allen anderen , an den Testgehölzen erhobenen oder analysierten, Parametern durchgeführt.

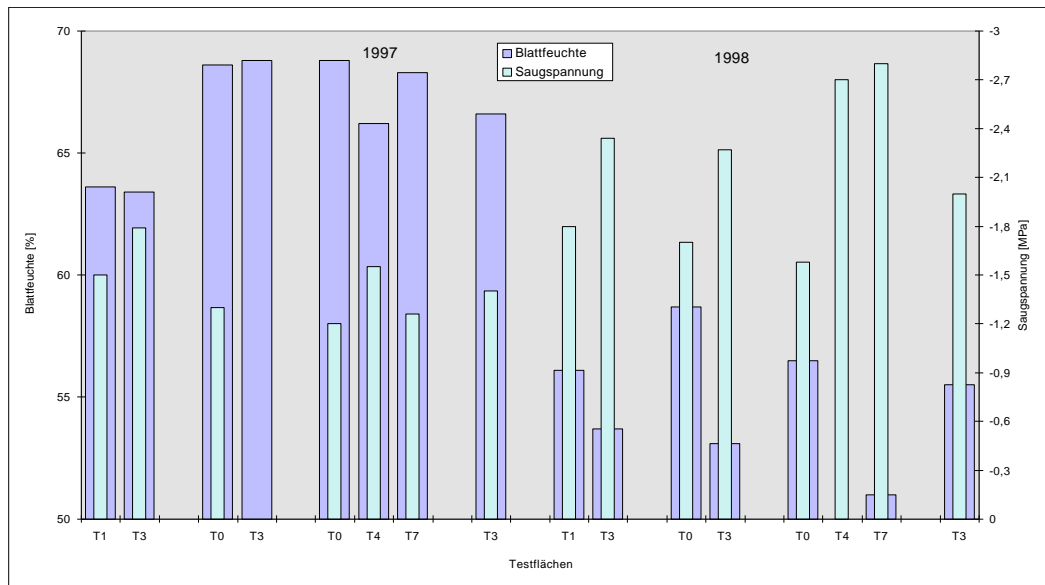


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Blattfeuchte und Saugspannung bei Eiche

Ein korrelativer Zusammenhang wurde zwischen der Saugspannung und dem Wassergehalt der Gehölze der Hartholzaue festgestellt. Bei Eiche ist $K = 0,91$. In der Abb. 3 ist die Messung Mai 97 (nach 65 mm Niederschlag in den vorhergehenden 2

Wochen) und die Messung August 98 (10 mm Niederschlag in den vorhergehenden 2 Wochen) dargestellt.

Deutlich wird die direkte Abhängigkeit der Saugspannung des Gehölzes zum pflanzenverfügbaren Bodenwasser und das umgekehrt proportionale Verhalten der Blattfeuchte.

Die Standorteigenschaften der Flächen T3, T4 und T7 (siehe oben) zeigen sich auch in den normalisierten Saugspannungen der Trockenphase.

Damit ist die Saugspannung ein sensibler Indikator für die Wasserversorgung gesunder Gehölze. Sie ist geeignet für Extremwertanalysen, d.h. für die Ermittlung von Standortgrenzen der Gehölzarten der Hartholzaue. **Die Blattfeuchte ist dazu der einfach zu ermittelnde, robuste Indikator.** Die Anwendung dieses Indikators in anderen Gebieten bedarf seiner territorialen Eichung.

2. Physiologie

Von den analysierten Stoffwechselfparametern werden hier beispielhaft Prolin und Stärke dargestellt.

Als Parameter der Belastungsmessung wird die Aminosäure Prolin als genereller, ubiquitär verbreiteter Streßindikator diskutiert, wobei besonders hohe Anreicherungen unter Trockenstreß beobachtet wurden (Übersicht bei ASPINALL und PALEG, 1981; SREWART, 1981).

Unter den Bedingungen wechselnder Überflutung und Austrocknung müssen angepaßte Pflanzen den Energiebedarf über eine erhöhte Atmungsaktivität decken können. Dies setzt erhöhte Speichervorräte an Stärke voraus.

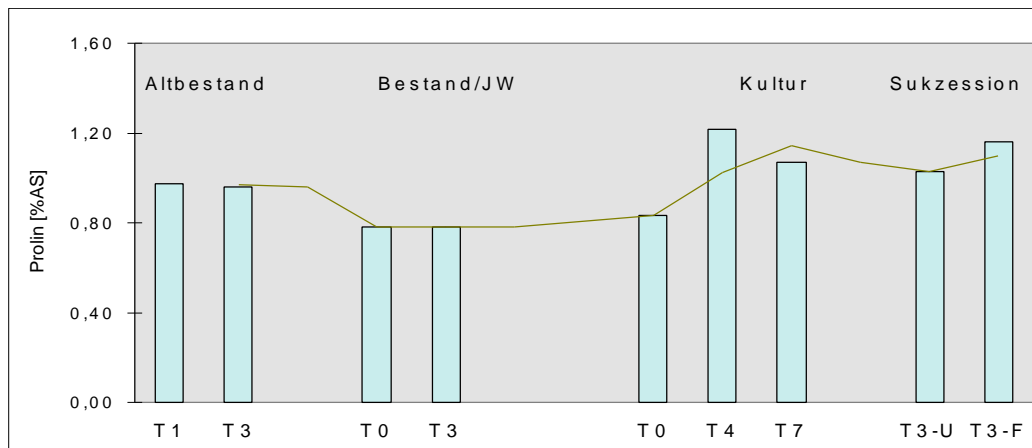


Abbildung 4: Prolingehalt der Testgehölze Eiche, sortiert nach Alter

Die dargestellte Ganglinie des Prolingehaltes (Abb. 4) in Eichenblättern unterschiedlicher Altersstadien verbindet die Punkte des durchschnittlichen Prolingehaltes der jeweiligen Testgehölze. Dabei wurden ausschließlich die Werte dargestellt, die einen statistisch gesicherten Unterschied (Varianz-Analyse) zu Werten jeder anderen Altersgruppe aufweisen.

Das Ergebnis zeigt, daß die Kulturen aber auch die Sukzessionsgehölze auf die Standorteigenschaften mit hohen Prolingehalten reagieren. Eine herausragende Stellung nimmt dabei die Testfläche Oberholz (T4) ein.

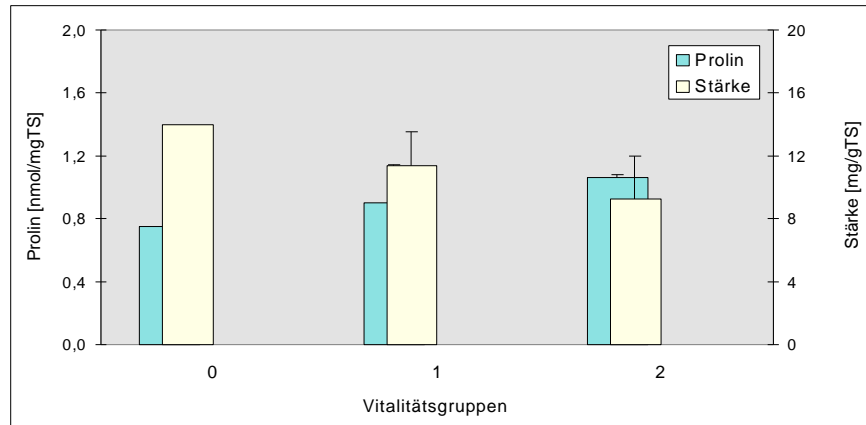


Abbildung 5: Prolin- und Stärkegehalte der Alteichen auf T3, sortiert nach Vitalität

Abbildung 5 illustriert das unterschiedliche Niveau der Assimilation und Prolinakkumulation innerhalb der einzelnen Vitalitätsgruppen von Alteichen.

3. Bodenaktivität

Der Stäbchentest wurde 1997 und 1998 jeweils im Mai und August nach TÖRNE (1990) durchgeführt.

Dabei konnten deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Testparzellen festgestellt werden. Die geringste Bodenaktivität weisen trockene (topographisch hohe) Flächen mit hoher Lagerungsdichte auf. (vergleiche Steckbrief Bodenkunde der Testflächen T4 und T3) Der Nachweis der Bodenbearbeitung mittels geringer Bodenaktivität konnte 1998, 2 bis 3 Jahre nach der Bearbeitung, nicht mehr erbracht werden. Die höchste Freßaktivität weisen gleichmäßig durchfeuchtete und belüftete Böden auf. Dieser Zustand wurde auf Parzellen mit relativ hohem Sandanteil, die topographisch tief liegen, nachgewiesen. Eine zusätzliche Beschattung dämpft die jahreszeitlichen Schwankungen der Werte.

Die Indikatorfunktion des verwendeten Stäbchentestes hinsichtlich Lagerungsdichte und Wassergehalt ermöglichen die Einschätzung der räumlichen Verteilung dieser Bodeneigenschaften. Der Stäbchentest ergänzt punktuelle Bodenanalysen. Für Überflutungsstandorte ist er nicht geeignet.

4. Vegetation

Die vorgefundenen Pflanzengesellschaften, soweit es sich um Waldstandorte handelt, sind Ersatzgesellschaften für :

- Hartholz-Auwald: Querco-Ulmetum, Pado-Fraxinetum;
- Weichholz-Auwald: Salicetum albae, Salicetum fragilis, Salicetum triandrae.

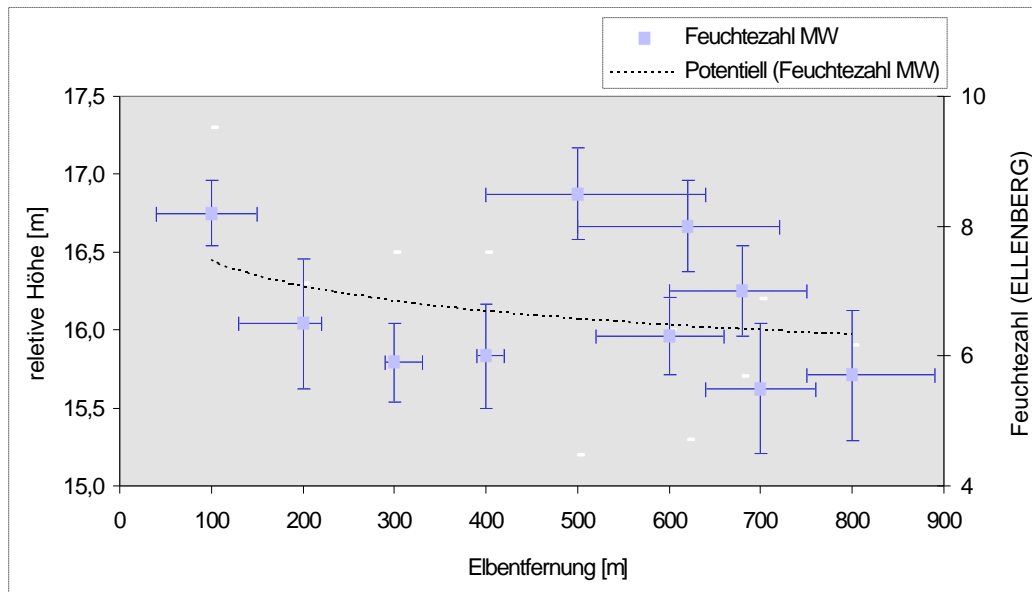


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen durchschnittlicher, gewichteter Feuchtezahl der Vegetationsaufnahmen, relativer Höhe und Elbentfernung

Die Charakterisierung der Pflanzengesellschaften erfolgt über die durchschnittliche, gewichtete Feuchtezahl (ELLENBERG et al., 1992) jeder Aufnahme. Sie wird der relativen Höhe und der Entfernung zur Elbe (Abb. 6) gegenübergestellt.

Eine statistische Sicherung des Zusammenhanges Feuchtezahl und relative Höhe konnte im Bereich zwischen 100 und 400 m Entfernung (zur Elbmitte) erreicht werden. Dies ist in der Abb.6 an den geringeren Abweichungen vom jeweiligen Mittelwert erkennbar.

Mit zunehmender Elbentfernung wird der Einfluß des Pegelstandes auf die Vegetationszusammensetzung (Feuchtezahl) geringer. Die starken Schwankungen in einer Elbentfernung von mehr als 500 m werden durch den Einfluß des Löcknitzpegels und des Grabensystems verursacht.

5. Gehölzsukzession

Im Untersuchungsgebiet wurden Stadien von Gehölzsukzessionen dokumentiert. Die Auswertung erfolgte hinsichtlich gleicher bzw. differenzierter Standorteigenschaften, dem Einfluß von unterstützenden bzw. hemmenden Faktoren und Konkurrenzvegetation. Zusammenfassend kann festgestellt werden:

Die Gehölze der **Weichholzaue** besiedelten im Untersuchungszeitraum keine neuen Territorien. Diese eingeschränkte Verbreitungskraft liegt vermutlich

- am Konkurrenzdruck auf den Weichholzaue-Standorten durch Röhrichte,
- am Fehlen von Bodenverwindung sowie Stoffein- und Stoffausträgen durch Hochwasser,
- an der ausschließlich vegetativer Besiedlungsstrategie.

Die Gehölze der **Hartholzaue** konnten im Untersuchungszeitraum auch keine neuen Territorien besiedeln. Beim Fehlen von Verbiß und Beweidung wäre das Aufkommen von Ulmengruppen vordeichs allerdings wahrscheinlich.

Vorwaldgehölze besiedelten Randbereiche bestehender Gehölze recht effektiv. Im Bereich der Weichholzaue kamen dabei verschiedene Strauchweiden vor, die alle an stehendes oder langsam fließendes Wasser angepaßt sind. Auf den potentiellen Standorten der Hartholzaue unterschied sich die Sukzession nach Lagerungsdichten des Oberbodens. Während auf Flächen mit relativ geringer Lagerungsdichte die Aspen-Sukzession dominierte (in einem Jahr 2 m vorrückte), kamen auf Flächen mit hoher Lagerungsdichte Schlehe und Weißdorn vor.

Parameter der Prognose

Alle Beobachtungen und Analysen wurden mit dem Ziel durchgeführt, für das Untersuchungsgebiet eine Bewaldungsprognose abzugeben. Für das Verfahren und die eingehenden Parameter macht es dabei keinen Unterschied, ob es sich um die Prognose für aktuelle Standortbedingungen oder nach Rückdeichung handelt. Nicht relevant für das Prognoseergebnis ist auch, in welchen Zeiträumen der prognostizierte Zustand eintritt, denn bei **der** Prognose handelt es sich um die Klimaxgesellschaft.

Welche der vielen Parameter sind nun geeignet, ein plausibles Ergebnis zu liefern?

Ausgangspunkt ist die Standortgebundenheit von Pflanzengesellschaften. Die Grundlage für die Prognose sind deshalb Korrelationen zwischen biologischen und standörtlichen Parametern.

Aus Sicht des Teilprojektes Forstwirtschaft sind die einflußreichsten Standortparameter:

1. Differenz aus Grundwasserspiegel und topographischer Höhe,
2. Lagerungsdichte (oder ein anderer Parameter, der pflanzenverfügbares Bodenwasser beschreibt),
3. Sauerstoffgehalt oder Fließgeschwindigkeit des Bodenwassers. Dieser Parameter dient zur Abgrenzung von Auenvegetation und Gesellschaften an stehenden bzw. sehr langsam fließenden Gewässer mit geringer Wasserstandsschwankung.

Zur Standortcharakterisierung sind Extremwertbetrachtungen dieser Parameter für den Verlauf der Vegetationsperiode anzustellen.

Daraus entstehen **standörtliche Extrem-Vegetationsperioden**. Zusammen mit den Parametern Niederschlag und Überflutung ergeben sich Bedingungen, die innerhalb oder außerhalb der Standortamplitude der einzelnen Gehölzarten liegen.

Die Komplexität der Prognose liegt in der Betrachtung verschieden wahrscheinlicher Extremwerte und deren zeitlichen Verlauf.

Eine räumliche und zeitliche Verfeinerung der Prognose kann über das Darstellen von Sukzessionslinien erfolgen. Hierbei sind Übergänge zwischen Pflanzengesellschaften und deren Anlässe (Standortparameter bzw. Zufälle) zu beschreiben. Diese vorhergesehenen Entwicklungen und besonders deren Anlässe sind wichtige

Anhaltspunkte für das anthropogene/forstliche Steuern der Entwicklung. Dadurch kann der Aufwand minimiert und die biologische Automation verstanden und geschützt werden.

Parameter des Kulturerfolges

Die Sukzessionslinien ermöglichen darüber hinaus die Übertragbarkeit der Projektergebnisse dadurch, daß Pflanzengesellschaften und ihre Entwicklung an Standortparametern festgemacht sind. In jedem anderen Auebereich mit vergleichbaren Standortparametern können die Ergebnisse verwendet werden.

Darüber hinaus haben sich als Parameter der Standorteignung für Auwaldaufforstungen jeder Intensitätsstufe herausgestellt:

- Gehölzvitalität (mit den Merkmalen: Belaubungsgrad, Blattfarbe, Blattgröße, Habitus, Zuwachs, Verzweigung),
- Blattfeuchte (Differenz zwischen feuchter und trockener Periode),
- Bodenaktivität in Trockenperiode (TÖRNE-Test).

Diese Parameter sind an Gehölzen und Flächen des potentiellen Auwaldgebietes zu erheben. Ihre Differenzierung ermöglicht eine Trennung geeigneter Flächen von weniger geeigneten.

Die Parameter der Erfolgskontrolle der Auwaldbegründung sind, wie überall in der Forstwirtschaft, das Anwuchsprozent und der Zuwachs der Gehölze.

Literatur

- ASPINALL, D.; PALEG, L.G. (1981): Prolin accumulation: physiological aspects. In: PALEG, L.G.; ASPINALL, D. (eds.): The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. Academic Press, New York: 205-241.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica, Göttingen 1992.
- PATZ, G.; KÄTZEL, R.; LÖFFLER, S.: Auenregeneration durch Deichrückverlegung, Sachstandsbericht des Teilprojektes Forstwissenschaften, Eberswalde, 1999
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSTEIN, E.A.: Pressure in vascular plants, Science, 148 (1965) 339-346.
- STEWART, C.R. (1981): Prolin Accumulation: Biochemical Aspects. In: PALEG, L.G.; ASPINALL, D. (eds.): The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. Academic Press, New York: 243-259.
- TÖRNE, E.v.: Schätzung der Freßaktivität bodenlebender Tiere, II. Mini-Köder-Test, Pedobiologia 34 (1990) 89-101.