

# Überflutungstoleranz von Jungpflanzen

Wie reagieren Verjüngungspflanzen auf verschiedene Überstauungshöhen?

Maximilian Weißbrod, Franz Binder, Gregor Aas und Reinhard Mosandl

**Hochwasser sind in aller Munde. Sie verursachen Überschwemmungen und extreme Grundwasserstände. Der Mensch versucht, sich dem Einwirkungsbereich des Hochwassers baulich oder räumlich zu entziehen. Bäume sind jedoch fest im Boden verankert und müssen diese Ereignisse über sich ergehen lassen. Wie sich das »Wohlbefinden« junger Pflanzen von fünf Baumarten unter dem Einfluss erhöhter Grundwasserstände verändert, wurde in den Jahren 2011/12 im Ökologisch Botanischen Garten der Universität Bayreuth näher untersucht.**

Die Bedingungen in den flussbegleitenden Auen haben sich über die Jahrhunderte deutlich geändert. Mit der Regulierung der Flüsse und den dadurch selteneren Überflutungen konnten Baumarten mit geringerer Überflutungstoleranz in die Hartholzau einwandern oder forstlich eingebracht werden. Der moderne Hochwasserschutz besinnt sich wieder der Retentionsräume entlang der Flüsse und verbessert ihre Wirksamkeit für den Hochwasserrückhalt z.B. durch den Bau von Poldern. Die Folgen für den Wald sind dabei unklar. Das Ziel des Projektes war es, die Auswirkungen erhöhter Grundwasserstände auf Verjüngungspflanzen verschiedener Baumarten des Auwaldes zu untersuchen. Hierzu wurden im Herbst 2010 die fünf Baumarten Berg-, Spitz- und Feldahorn, Stieleiche und Esche in sogenannte Hohenheimer Grundwasserbecken (Abbildung 1) des Ökologisch Botanischen Gartens Bayreuth gepflanzt. In den Becken können kontrolliert unterschiedlich hohe Grundwasserstände eingestellt werden. Im Unterschied zu Auenlandschaften kann das Wasser aber nicht fließen, sondern steht im Becken. Diese haben ansteigende Seitenwände, so dass das eingefüllte Substrat von der einen zur anderen Beckenseite hin hangförmig ansteigt. Die Flutung der Becken auf ein maximales Niveau des Wasserspiegels führt dazu, dass an der unteren Seite des Beckens der Wasserspiegel über dem Boden steht (Überflutung) und nach oben hin der Abstand des Grundwasserspiegels zur Bodenoberfläche kontinuierlich auf 70 cm ansteigt. Die im Experiment gewählte Flutungsdauer von zehn Tagen entspricht der des Pfingsthochwassers 1999 in den Donauauen bei Neuburg, welches ein 200-jähriges Ereignis darstellte. Pro Becken und Baumart pflanzten wir 56 Baumschulpflanzen in acht Reihen zu je sieben Pflanzen.

Während der jeweils zehntägigen Grundwasseranhebung im Spätsommer 2011 (2. bis 12. September) und im Frühsommer 2012 (23. Juni bis 3. Juli) wurde der Radialzuwachs an den Stämmchen der Pflanzen kontinuierlich über Punktdendrometer erhoben. Zudem wurde an einzelnen Tagen an je 24 Pflanzen pro Baumart die Nettofotosyntheserate mit einem Porometer (Abbildung 2) gemessen. Beide Methoden (Kreye 2008; Tardif et al. 1993; Wittstock et al. 2012) liefern Messwerte, die Reaktionen der Pflanze auf Stress anzeigen können. Bei der Überflutung im Jahr 2011 überstauten wir den Wurzelhals der Pflanzen in Reihe 1 an der tiefsten Beckenstelle um 20 cm,

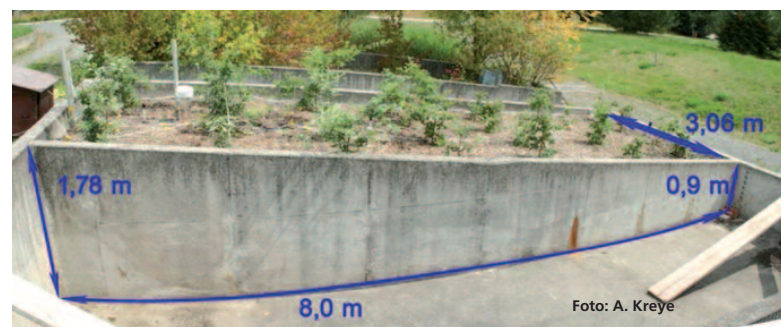


Abbildung 1: Leeres Grundwasserbecken mit Abmessungen im Vordergrund, dahinter gefülltes und mit Stieleichen bepflanztes Becken.

in der zweiten Reihe um 5 cm. Im Jahr 2012 wurde bis zum Wurzelhals der Pflanzen in der dritten Reihe aufgestaut.

## Auswirkungen der Überflutung

Die zehntägige Überflutung der Ahornarten im Spätsommer 2011 führte beim Spitzahorn in den untersten zwei Reihen innerhalb von drei Tagen zu einem Erschlaffen der jungen Triebe. Die noch nicht ganz verholzten Triebe starben im folgenden Winter ab. Die überstauten Spitzahorne behielten im Winter ihre abgestorbenen Blätter und zeigten im Frühjahr Rindenrisse an der Stammbasis (Abbildung 3a-c), wie sie als typische Folge einer Überflutung beschrieben werden (Pfarr et al. 2007). Im Frühjahr waren alle überstauten Spitzahorne tot. Berg- und Feldahorn hingegen zeigten keine sichtbaren Symptome.

Bei der zweiten Überflutung im Frühsommer 2012 reagierten in den ersten drei Reihen (Pflanzen, die über den Wurzelhals geflutet wurden) alle Baumarten mit reduzierter Fotosynthese, während bei den Pflanzen mit zunehmendem Abstand zum Wasserspiegel in den Reihen 4 bis 8 keine Reduktion in der Fotosyntheserate festzustellen war.

Beim Bergahorn, einer Nebenbaumart der Hartholzau (Eichen-Ulmen-Hartholzauenwald, Walentowski et al. 2004) geht mit Beginn der Überstauung in den Reihen 1 bis 3 die Fotosyntheserate zurück. Die Bäume ab der 4. Reihe reagieren hingegen nicht eindeutig auf das hoch anstehende Grundwas-



Foto: LWF

Abbildung 2: Messzange des Porometers mit Bergahornblatt in der Messkammer

ser. Während des zehntägigen Flutungszeitraums sinkt die Fotosyntheserate bei den überstaute Bäumen weiter ab und steigt auch nach dem Absenken des Wasserspiegels nicht mehr an, sondern sinkt sogar noch weiter (Abbildung 4). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den verbliebenen Spitzahornen und beim Feldahorn. Bei allen drei Ahornarten weisen zudem einzelne Bäume im Überstauungsbereich keine positive Fotosynthese mehr auf, d.h. sie leiden so stark, dass sie für die Bereitstellung von Energie bereits gebundenen Kohlenstoff veratmen müssen (Dissimilation). Zum Ende der Überstauung kann sich als einzige Ahornart der Feldahorn stabilisieren und weist wieder bei allen Pflanzen eine positive Fotosyntheserate auf.

Die typischen Vertreter der Hartholzaue – Eiche und Esche (Walentowski et al. 2004) – verhalten sich anders als die Ahornarten. Die Esche reagiert erst nach vier Tagen Überstauung mit verminderter Fotosynthese. Am 6. Tag der Flutung erreicht sie ihre geringste Fotosyntheserate (Abbildung 5). Danach ist es der Esche offenbar möglich, sich an die Stressbedingungen anzupassen und die Fotosynthese wieder zu erhöhen. Die Stieleiche reagiert ebenso schnell wie die Ahornarten auf die Überstauung, und eine Pflanze zeigt am 5. und 6. Tag der Überstauung keine positive Fotosynthese mehr. Nach einer Woche passen sich auch die Stieleichen den neuen Verhältnissen an und die Fotosyntheserate steigt wieder auf Werte, wie sie bei den grundwasserferneren Pflanzen gemessen werden. Eine bis in die grüne Krone vollständig überstaute Stieleiche zeigt nach dem Absenken des Wasserspiegels eine ähnlich hohe Fotosyntheserate, wie ihre nicht überstaute Nachbarn.

Zieht man als weiteren Vitalitätsweiser neben der Fotosyntheserate den Radialzuwachs heran, so zeigt dieser bei keiner der Baumarten einen Unterschied zwischen den Zeitphasen vor, während und nach der Überstauung (Abbildung 6). Die zehntägige Überstauung hatte offenbar keinen Einfluss auf den Jahreszuwachs der Pflanzen. Die vielfach beschriebenen Zuwachseinbußen beim Dickenwachstum infolge Überstauung (Ferner et al. 2012; Herrera 2013; Sloan et al. 2011) zeigten sich nach der hier simulierten Stressdauer von zehn Tagen noch nicht.

### Nasse Füße – für Stieleiche und Esche kein Problem

Fasst man die Ergebnisse der Untersuchung zusammen, so reagieren die Ahornarten auf eine zehntägige oberirdische Überstauung mit einer raschen Reduktion der Fotosyntheserate. Eine Anpassung an die neuen Bedingungen findet mit Blick auf die Fotosynthese nicht statt. Die zehntägige Flutung bis

Abbildung 3: Flutungsschäden am Spitzahorn



Abbildung 3a: Junger, leicht rötlicher Trieb mit Blättern zehn Tage nach der Flutung bis zum Wurzelhals.



Abbildung 3b: Der gleiche Trieb im darauffolgenden Frühjahr. Die toten, vertrockneten Blätter wurden nicht abgeworfen.



Abbildung 3c: Im Frühjahr aufgenommenem Stammfuß mit Rissen bis in 8 cm Höhe

Fotos: LWF



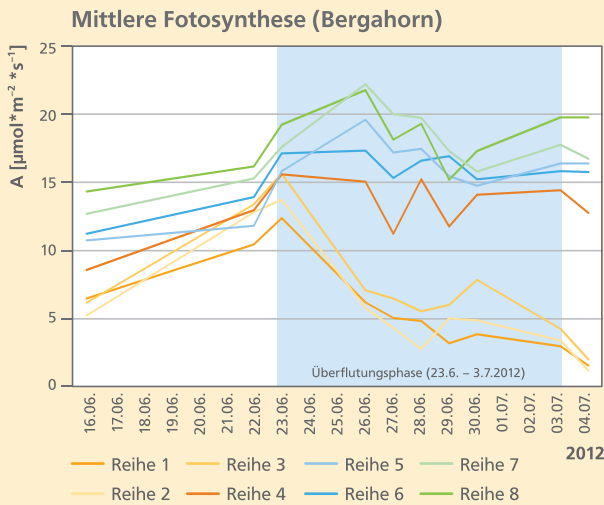


Abbildung 4: Mittlere Fotosynthese des Bergahorns zwischen dem 16.6. und dem 4.7.2012; die Reihen 1 bis 3 sind 23.6. bis 3.7. überstaut.

zum Wurzelhals im Spätsommer 2011 führte beim Spitzahorn bereits zum Absterben der Pflanzen. Die Stieleiche reagiert auf die oberirdische Überstauung mit einer raschen Reduktion der Fotosyntheserate, kann sich aber nach einer Woche an die Stresssituation anpassen und steigert die Fotosyntheserate noch während der Überflutungszeit auf Werte, die mit denen der nicht überstauten Pflanzen vergleichbar sind. Die komplett überstaute Stieleiche zeigt am Tag nach dem Ende der Überstauung dieselbe Fotosyntheserate wie ihre Nachbarn. Die Esche reagiert erst nach fünf Tagen auf die überstauenden Bedingungen mit einer Reduktion in der Fotosynthese, aber bereits nach kurzer Zeit und noch während der Flutung steigt die Fotosyntheserate wieder an.

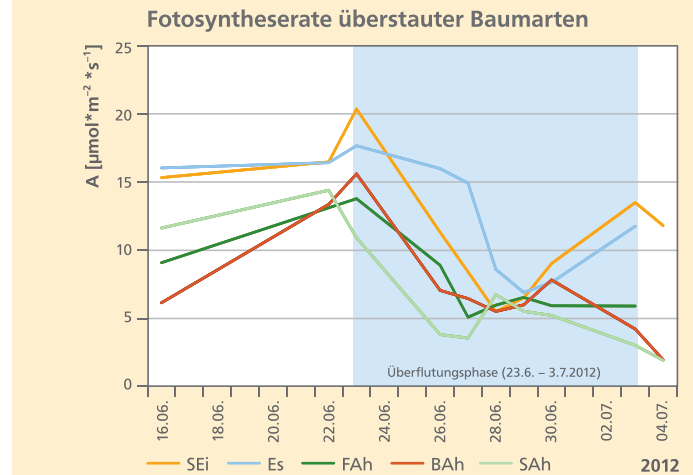


Abbildung 5: Mittlere Fotosyntheserate der überstauten Pflanzen aller fünf Baumarten.

**Empfehlungen für die Praxis**

Nach unseren Untersuchungen lassen sich die betrachteten Baumarten in ihrer Empfindlichkeit gegenüber hoch anstehendem, nicht fließendem Wasser in folgende Reihung bringen: Stieleiche und Esche > Feldahorn > Bergahorn > Spitzahorn

Dies deckt sich mit Angaben in der Literatur (s. Armbruster et al. 2006; Dister 1983; Macher und Binder 2007; Macher 2008; Späth 2002). Die Stieleiche kommt auf allen Standorten der Hartholzaue vor, so auch im Auwald zwischen Neuburg an der Donau und Ingolstadt, der momentan in einem Redynamisierungsprojekt näher untersucht wird (Cyffka 2009). Die Versuche in Bayreuth sind in dieses Projekt eingebunden. Erwartungsgemäß hatte auch die Esche keine Probleme, da sie als eine der Hauptbaumarten der Hartholzaue (Walentowski et al. 2004) an diese Bedingungen angepasst ist. Der Feldahorn hat wenig Probleme mit Hochwasser und stellt als Baum zweiter Ordnung eine sinnvolle Ergänzung in der Aue dar, abgesehen von tiefen Mulden. Die standörtlichen Gegebenheiten variieren in der Aue oft kleinräumig. Muldenlagen wechseln sich mit leichten Erhöhungen ab. Dies ist bei der Pflanzung von Bergahorn und Spitzahorn zu beachten. Der Bergahorn sollte aufgrund seiner Schwächen bei längeren, stagnierenden Überstauungen auf höher gelegene Bereiche im Auwald und nicht in Senken und Mulden eingebracht werden. Auf passenden Kleinstandorten wird er gegenüber der Esche in Anbetracht des Eschentriebsterbens an Bedeutung gewinnen. Der noch empfindlichere Spitzahorn ist nach unseren Ergebnissen nur auf höher gelegenen Stellen im Auwald konkurrenzfähig und daher eine mögliche Baumart nur für die hohe, seltener und nur kurzzeitig überflutete Hartholzaue. Die Mulden und Senken in den Auen sollten vermieden werden.

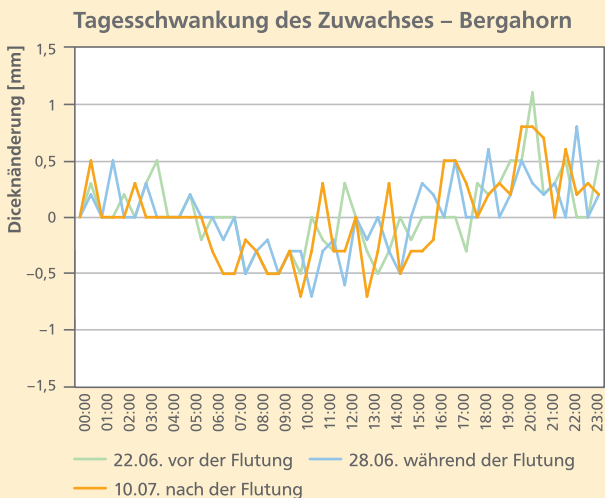


Abbildung 6: Durchmesserchwankung des Bergahorns im Tagesverlauf vor, während und nach der Flutung

## Literatur

Armbruster, J.; Muley-Fritze, A.; Pfarr, U.; Rhodius, R.; Siepmann-Schinker, D.; Sittler, B.; Späth, V.; Trémolières, M.; Rennenberg, H.; Kreuzwieser, J. (2006): »FOWARA Forested Water Retention Areas, Guideline für decision makers, forest managers an land owners«. Chair of Tree Physiology, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Cyffka, B. (2009): Der Wandel der Flussauen und Auwälder, Stadt und Wälder – Ingolstadt und seine Wälder. Dokumentation zur Stadtgeschichte, Bd. 9, Ingolstadt, S. 51–57

Dister, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band X, S. 325–336

Ferner, E.; Rennenberg, H.; Kreuzwieser, J. (2012): Effect of flooding on C metabolism of flood-tolerant (*Quercus robur*) and non-tolerant (*Fagus sylvatica*) tree species. Tree Physiology Vol. 32, S. 135–145

Herrera, A. (2013): Respons to flooding of plant water relations and leaf gas exchange in tropical tolerant trees of a black-water wetland. Frontiers in Plant Science Vol. 4, Article 104, S. 1–12

Kreye, A. (2008): Gasaustausch und Dickenwachstum von *Quercus robur* und *Quercus petraea*: Einfluss von Überflutung. Bachelorarbeit, Bayreuth S. 40

Macher, C.; Binder, F. (2007): Überflutungstoleranz von Waldbäumen in Bayern – Ergebnisse einer Umfrage. Der Bayerische Waldbesitzer Nr. 2, S. 17–18

Macher, C. (2008): Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. LWF aktuell 66, S. 26–29

Pfarr, U. [Red.] (2007): Risikoanalyse Wald. Materialien zum integrierten Rheinprogramm, Bd. 12

Sloan, J.; Douglass, J. (2011): Leaf physiology and sugar concentration of transplanted *Quercus rubra* seedlings in relation to nutrient and water availability. New Forests Vol. 43, S. 779–790

Späth, V. (2002): Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. AFZ - Der Wald 15, S. 807–810

Tardif, J.; Bergeron, Y. (1993): Radial growth of *Fraxinus nigra* in a Canadian boreal floodplain in response to climatic and hydrological fluctuations. Journal of Vegetation Science 4, S. 751–758

Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Verlag Geobotanica, Freising, 441 S.

Wittstock, T.; Zimmermann, R.; Aas, G. (2012): Influence of site climate on the radial growth of *Sequoiadendron giganteum* and *Picea abies*. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 183, S. 55–62

---

Maximilian Weißbrod ([Maximilian.Weissbrod@lwf.bayern.de](mailto:Maximilian.Weissbrod@lwf.bayern.de)) ist Mitarbeiter, Dr. Franz Binder ([Franz.Binder@lwf.bayern.de](mailto:Franz.Binder@lwf.bayern.de)) stellvertretender Leiter der Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. PD Dr. Gregor Aas ([Gregor.Aas@uni-bayreuth.de](mailto:Gregor.Aas@uni-bayreuth.de)) ist Direktor des Ökologisch Botanischen Gartens der Universität Bayreuth. Prof. Dr. Dr. Reinhard Mosandl ([Mosandl@forst.wzw.tum.de](mailto:Mosandl@forst.wzw.tum.de)) ist Leiter des Lehrstuhls für Waldbau der TU München.

---

Für die vielfältige Unterstützung danken wir herzlich Dr. Viviana Horna und Dr. Reiner Zimmermann sowie dem Personal des Ökologisch Botanischen Gartens (ÖBG) der Universität Bayreuth.

## Baumhasel mit massiven Blattverlusten



Foto: S. Blaschke

Der Baumhasel (*Corylus colurna*) ist eine aus der Türkei und dem Balkan stammende Baumart, die in Deutschland insbesondere als Alleebaum oder Straßenbegleitgrün in urbanen Bereichen Einzug gefunden hat. Bislang galt die Baumart gegenüber pilzlichen Schaderregern als relativ robust. Und unter dem Hintergrund des Klimawandels gehörte die Baumart zu den möglichen Hoffnungsträgern. So wurde auch die Eignung der Baumhasel als Waldbaum diskutiert (Richter 2012 und 2013).

Allerdings zeigte sich in einem Versuchsbestand und insbesondere an einem frei stehenden Einzelbaum in zentraler Lage im Forstlichen Versuchsgarten in Grafrath schon seit Jahren eine schleichende Verlichtung der Krone. Inzwischen treiben diese Bäume nur noch ganz spärlich aus.

Untersuchungen an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) konnten auf den Blättern immer wieder einen Befall mit dem spezifischen Blattpilz *Phyllosticta coryli* sowie an den Trieben mehrere Schwächepilze wie *Diaporthe decedens* und *Henderosonia corylaria* nachweisen.

Inzwischen wurden aus Norddeutschland und den Niederlanden ebenfalls über Absterbeerscheinungen von Baumhasel berichtet. Da dieses Krankheitsbild von einem massiven Schleimfluss an den Stämmen begleitet wird, wird ein Zusammenhang mit dem Befall durch Bakterien vermutet (Kehr und Schumacher 2014). Weitere Untersuchungen sollen das neue Phänomen klären. Bei ähnlichen Beobachtungen an Baumhaseln, auch in den innerstädtischen Bereichen, bitten wir um eine Meldung an die LWF.

Markus Blaschke

---

Kehr, R.; Schumacher, J. (2014): Neue Schadsymptome an Baumhasel. Taspo Baumzeitung, 2, S. 27–29

Richter, E. (2012): Baumhasel – Ein Baum für den Klimawandel?! AFZ-Der Wald, 8, S. 8–9

Richter, E. (2013): Baumhasel – anbauwürdig in Mitteleuropa? AFZ-Der Wald, 5, S. 7–9