

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 169 (2018)
Heft: 2

Artikel: Götterbaum und Paulownie : die "neuen Wilden" im Schweizer Wald?
Autor: Wunder, Jan / Knüsel, Simon / Dorren, Luuk
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097372>

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: 01.05.2026

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

Götterbaum und Paulownie: die «neuen Wilden» im Schweizer Wald?

Jan Wunder

Simon Knüsel

Luuk Dorren

Massimiliano Schwarz

Franck Bourrier

Marco Conedera

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)*

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (CH)

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (CH)

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (FR)

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)

Götterbaum und Paulownie: die «neuen Wilden» im Schweizer Wald?

Die aus biologischen Invasionen entstehenden «neuen Wilden» sind Teil eines kontrovers diskutierten Konzeptes zur Integration von exotischen Arten in einheimische Ökosysteme. Der Fokus liegt dabei auf der Ausnutzung der grossen Lebenskraft der neuen Arten bei der Besiedlung von Ökosystemen, die der Mensch stark gestört bzw. weitgehend zerstört hat. Wir diskutieren diesen Integrationsansatz am Beispiel von Götterbaum (*Ailanthus altissima*) und Paulownie (*Paulownia tomentosa*). Beide Arten haben begonnen, sich in einigen Wäldern der Schweiz spontan auszubreiten. Neue Untersuchungen deuten darauf hin, dass die beiden Pionierbaumarten nicht grossflächig überhand nehmen werden und dass sie auch die geforderten Waldleistungen nicht a priori beeinträchtigen. So sind Götterbäume im Schutzwald ähnlich stabil gegenüber Steinschlag wie die lokalen Baumarten und auch weniger häufig kernfaul als ursprünglich befürchtet. Für die Schweiz drängt sich eine räumlich differenzierte Strategie mit Bekämpfungs- und Integrationsmassnahmen auf.

Keywords: *Ailanthus altissima*, *Paulownia tomentosa*, invasive trees, protection forests, management strategies
doi: 10.3188/szf.2018.0069

* Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, E-Mail jan.wunder@wsl.ch

In der Forstwirtschaft wurden immer wieder gebietsfremde Baumarten eingeführt, beispielsweise um die Wuchsleistung auf wenig produktiven Standorten zu erhöhen oder gefährdete Baumarten wie die vom Rindenkrebs bedrohte Edelkastanie in der Südschweiz zu ersetzen (Schütz 1977). Diese eingeführten Arten werden je nach Gebiet als Gastbaumarten oder als (gebiets)fremde, nicht einheimische oder exotische Baumarten bezeichnet. Für die Forstwirtschaft haben sie den gemeinsamen Nenner, dass sie historisch eher als «nützlich» und kontrollierbar angesehen wurden (Conedera & Brändli 2015). Zu solchen angebauten Exoten gehören zum Beispiel die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und die Robinie (*Robinia pseudoacacia*); ihr Stammanteil im Schweizer Wald beträgt etwa 0.5% (Conedera & Brändli 2015). Darüber hinaus gibt es einige Baumarten, die weitgehend unbeabsichtigt die Wälder erreicht haben und sich in diesen nun invasiv verhalten. Diese verwilderten Exoten kommen im Schweizer Wald auf einen Stammanteil von ca. 0.1% (Conedera & Brändli 2015). Sie werden meis-

tens als negativ für Biodiversität, Gesundheit oder auch Bauten und Infrastrukturanlagen betrachtet und entsprechend bekämpft. Als «invasiv» eingestufte Arten könnten vielleicht aber auch aufgrund ihrer Vitalität und Robustheit eine nützliche Rolle in sich schnell wandelnden Ökosystemen und im Hinblick auf den Klimawandel übernehmen (Brandner & Schickhofer 2010). Ansätze zu einer möglichst sachlichen und nuancierten Bewertung der zukünftigen Rolle neuer Arten und zum Umgang mit diesen wurden schon im Naturschutz (Kowarik 2008) und im Stadtgrün-Management (Kowarik 2011, 2017) erarbeitet. Nach dem von Fred Pearce geprägten, kontrovers diskutierten Konzept von «The New Wild» werden solche Arten provokativ sogar als potenzielle «Retter der Natur» in einer sich rasch wandelnden und zunehmend von Klimaextremen und hohen Schadstoffkonzentrationen geprägten Umwelt bezeichnet (Pearce 2015). Im Folgenden wenden wir dieses Konzept auf die lokal verwilderten Baumneophyten Götterbaum (*Ailanthus altissima*) und Paulownie (Blauglockenbaum; *Paulownia tomen-*



Abb 1 Götterbäume in der Provinz Shangdong, China. Götterbaum und Paulownie (hinten rechts im linken Bild) kommen mit der herrschenden Trockenheit und dem Smog im Gegensatz zu anderen Arten (siehe die Nadelbäume auf dem linken Bild) gut zurecht.
Fotos: Jan Wunder

tosa) an und diskutieren aufgrund des heutigen Kenntnisstands die Vor- und Nachteile ihrer Integration in die Wälder der Schweiz. Dabei gehen wir insbesondere der Frage nach, wo und wie schnell sich diese «neuen Wilden» überhaupt integrieren lassen würden und welchen Beitrag sie zur Sicherstellung der gewünschten Waldfunktionen leisten könnten.

Ökologie und Einführungsgeschichte

Götterbaum

Der Götterbaum stammt aus China, wo er seit Jahrhunderten eine wichtige Rolle in der traditionellen chinesischen Medizin spielt (z.B. zur Behandlung von Asthma, Epilepsie und Augenerkrankungen) und darüber hinaus auch für Küchenutensilien und als Brennholz verwendet wird (Hu 1979; Abbildung 1). Er ist eine zweihäusige Pionierbaumart mit hohem Jugendwachstum und einer sehr hohen Regenerationsfähigkeit (Kowarik & Säumel 2007).

Die Art ist wenig empfindlich gegenüber Luftschadstoffen und sehr trockenheitstolerant, benötigt in der Jugend aber relativ viel Licht (Knüsel et al 2017). Als Solitärbaum erreicht der Götterbaum Brusthöhendurchmesser von knapp 2 m (Kasson et al 2013) sowie Höhen von ca. 30 m (Kowarik & Säumel 2007). Das bisher nachgewiesene Maximalalter beträgt ca. 170 Jahre (Brunner 2009).

Der Götterbaum wurde 1741 im westlichen Europa (Hu 1979) eingeführt und vor allem als Zierbaum und zur Verbesserung des Stadtklimas angepflanzt. Die Schweiz erreichte er ca. 100 Jahre später, wo er zunächst für die Seidenraupenproduktion und als Schattenspender in Steinbrüchen genutzt wurde (Arnaboldi et al 2002). Erste Meldungen von verwilderten Götterbäumen in der Südschweiz gehen auf Anfang 1900 zurück (Bettelini 1904), die Art erweist

sich aber in den kommenden Jahrzehnten als wenig aggressiv. Daher wurden Anfang der 1960er-Jahre einzelne Götterbäume im Rahmen des Grosseexperimentes «Copera» im Wald angepflanzt und als Ersatz für die Edelkastanie (*Castanea sativa*) getestet, die damals wegen des Kastanienrindenkrebss (*Cryphonectria parasitica*) grossflächig auszufallen drohte (Buffi 1987).

Seit etwa 20 Jahren wird vor allem in der Südschweiz eine verstärkte spontane Ausbreitung des Götterbaums beobachtet (Arnaboldi et al 2003). Fundmeldungen von meist noch sehr jungen Götterbäumen im Wald mehrten sich inzwischen auch nördlich der Alpen (Gurtner et al 2015). Die meisten Vorkommen konzentrieren sich auf Störungsflächen und entlang von Verkehrsachsen. Dank der massenhaften Produktion von keimungsfähigen und relativ weit fliegenden Samen (Wickert et al 2017, Wunder et al 2016) hat der Götterbaum aber das Potenzial, auch entfernte Flächen zu kolonisieren (Maringer et al 2012).

In den wenigen Kastanienbeständen mit adulten Götterbäumen wurden für diese bisher Durchmesser von ca. 40 cm, Oberhöhen von knapp 30 m und Alter von ca. 80 Jahren im Maximum gemessen (Knüsel et al 2015). Heute wird der Götterbaum in der Schweiz vor allem als Zierbaum, zur Verbesserung des Stadtklimas und zur Brennholz- und Honniggewinnung genutzt. Aktuelle Untersuchungen zu den technologischen Potenzialen des Götterbaums in Österreich belegen eine hohe Holzqualität, die mit derjenigen der Esche (*Fraxinus excelsior*) vergleichbar ist (Brandner & Schickhofer 2010).

Paulownie

Die Paulownie (Abbildung 2) stammt wie der Götterbaum ursprünglich aus China, wo sie eine 2500-jährige Nutzungsgeschichte im Hausbau, in



Abb 2 Junge Paulownien in der Provinz Shangdong, China (links), und ein ausgewachsenes Exemplar in Morlanwelz-Mariemont, Belgien (rechts).

Fotos: Jan Wunder (links) und Jean-Pol Grandmont (rechts)

der Möbelherstellung (Schränke, Tische, Stühle), in der Papierproduktion, als Medikament (gegen Bronchitis) und als Futterpflanze hat (Zhao-Hua et al 1986). Sie ist einhäusig, ebenfalls eine Pionierbaumart und weist vor allem in der Jugend ein noch höheres Wachstum als der Götterbaum auf. Dabei ist die Paulownie ähnlich trockenheitstolerant, aber deutlich lichtbedürftiger. Sie erreicht als Solitärbaum Brusthöhendurchmesser von bis zu 170 cm, Höhen von ca. 20 m und Alter von über 100 Jahren.¹

Die Paulownie wurde 1834 – fast 100 Jahre später als der Götterbaum – ebenfalls als Zierbaum nach Europa eingeführt (Kiermeier 1977). Seitdem wird sie häufig in Städten gepflanzt. Genauere Angaben über ihre Verwildерung im Wald sind nicht bekannt, aber es kann davon ausgegangen werden, dass diese im Tessin seit mindestens 50 Jahren stattfindet. Hier findet man die Art heute vereinzelt und von Götterbäumen umgeben in Wäldern der kollinen Stufe, vor allem im Zentrum grösserer Lücken und auf Störungsflächen des Kastaniengürtels (Maringer et al 2012). In diesen Beständen wurden für die Paulownie bisher maximale Durchmesser von ca. 50 cm, Höhen von ca. 20 m und Alter von 40 bis 50 Jahren nachgewiesen. Einzelne Paulownien-Funde ausserhalb des Siedlungsgebiets sind seit den 1990er-Jahren auch aus Basel und Zürich bekannt (Brodbeck et al 1998, Landolt 1993).

Bis jetzt wurde die Paulownie in Mitteleuropa vor allem als Zierbaum gepflanzt. Aufgrund ihres schnellen Wachstums und wertvollen Holzes wird sie in Deutschland und Österreich zunehmend auch in Plantagen kultiviert.² Das im Verhältnis zu seinem geringen Gewicht sehr stabile und schwer entflammable Holz wird vielfältig genutzt, zum Beispiel für Surfbretter, Snowboards, Musikinstrumente und Tischtennisschläger sowie für den Innenausbau von Flugzeugen und Jachten.

Ausbreitungsdynamik und Auswirkungen auf Waldleistungen

Der invasive Charakter der beiden sich momentan recht schnell ausbreitenden neuen Baumarten (Abbildung 3) und das Fehlen von Kenntnissen über ihre langfristigen Auswirkungen auf die verschiedenen Waldleistungen und -funktionen verunsichern die Waldbewirtschaftler. Zunächst braucht es für beide Arten ein besseres Verständnis der Ökologie und des mittelfristig reellen Ausbreitungspotenzials und damit auch über ihre Neigung zur Verdrängung von einheimischen Arten. Bei der Diskussion ihrer Auswirkungen auf die Biodiversität muss man im Fall der Südschweiz auch bedenken, dass diese Wälder bis auf eine Höhe von etwa 1000 m ü. M. von einem bereits zur Römerzeit eingeführten Archäophyten – der Edelkastanie – geprägt werden. Die in hoher Zahl vorkommenden Bestände mit Monokulturcharakter sind sehr anfällig gegenüber Krankheitserregern und trockenheitsbedingter Belastung, vor allem wenn sie nicht mehr bewirtschaftet werden (Wunder et al 2016). Im Moment gibt es allerdings weder im Tessiner Kastaniengürtel noch in anderen Wäldern der Schweiz grossflächige Vorkommen von Götterbaum und Paulownie. Die bekannten adulten Gruppen im Tessiner Wald sind entweder kleinflächig oder treten in Mischung mit verschiedenen anderen Baumarten auf, zum Beispiel Kastanie, Esche, Winterlinde (*Tilia cordata*), Eibe (*Taxus baccata*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*) – und weiteren Neophyten wie der Robinie. Neuere Lichtmessungen zeigen aber, dass der Götterbaum in der Jugend eine etwas höhere Schat-

1 www.monumentaltrees.com/de/baeume/paulowniatomentosa/rekorde (6.12.2017)

2 siehe zum Beispiel www.treeme.com, www.paulownia.at (6.12.2017)



Abb 3 Ausbreitungsdynamik bei Locarno TI. Links: Götterbäume in Mischung mit einheimischen und weiteren exotischen Baumarten. Mitte: Götterbäume in einer Störungslücke in einem Kastanienbestand. Rechts: Götterbäume und Paulownien auf einer Brandfläche. Fotos: Jan Wunder (links und Mitte), Simon Knüsel (rechts)

tentoleranz aufweist als ursprünglich angenommen, was seinen Spielraum bei der Kolonisierung neuer Wälder erweitern könnte (Knüsel et al 2017). In den bis jetzt untersuchten Fällen spielten dagegen die oft diskutierten und bisher nur im Labor nachgewiesenen allelopathischen Effekte bei der Besiedlung eine untergeordnete Rolle.

Im Gegensatz zum Götterbaum wird die Ausbreitung der Paulownie im Wald sehr stark durch ihren ausgeprägten Pioniercharakter (hohe Schattenintoleranz, geringe Oberhöhe) beschränkt. Es werden also auch für die Paulownie keine flächigen Bestände in der Schweiz erwartet. Zwar wurde eine flächige Paulownien-Ausbreitung in Nordamerika nach Waldbränden beobachtet, aber auch dort konnte sich die Art längerfristig nur an exponierten Stellen mit hoher Feuerintensität halten (Kuppinger et al 2010).

In Zukunft könnten der Verbissdruck und die Klimaveränderung eine grössere Rolle bei der Verbreitung der beiden neuen Arten spielen: Zum einen werden junge Götterbäume und Paulownien zurzeit kaum vom Wild angegangen, zum andern sind beide Arten etwas trockenheitstoleranter als die Edelkastanie (Knüsel et al 2015). Aber es gibt auch – zumindest für den Götterbaum – erste Meldungen von Schadsymptomen wie das durch *Botryosphaeria dothidea* verursachte Zurücksterben von Trieben im Sommer 2017 bei Tegna TI (mündliche Mitteilung Vivianne Dubach, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL) sowie erste Wirtswechsel von Mehltau von einheimischen Baumarten auf die neue Art (Beenken 2017). Die in Österreich beobachtete Verticillium-Welke (Siegrist & Holdenrieder 2016, Maschek & Halmschlager 2017) konnte jedoch bisher nicht nachgewiesen werden. Dies verdeutlicht, dass die neuen Baumarten in Zukunft durchaus stärker angegriffen werden und dementsprechend auch wieder an Konkurrenzkraft einbüßen könnten.

Die in der Südschweiz gewonnenen Erkenntnisse lassen nur beschränkt Schlüsse auf die Ausbreitungsdynamik in den Wäldern nördlich der Alpen zu. Der Samendruck aus den Städten führt zwar auch hier zu einzelnen Vorkommen in Lücken stadtnaher Wälder (Gurtner et al 2015). Ausgehend von diesen Lücken dürften sich beide Arten jedoch kaum gegenüber der deutlich höheren und schattentoleranteren einheimischen Konkurrenz durchsetzen können. Allerdings könnten Sonderwaldstandorte wie Auengebiete oder halboffene, südexponierte Trocken- und Felsstandorte auch auf der Alpennordseite leicht kolonisiert werden, wie das im Tessin am Anfang der Kolonisierungswelle Ende der 1990er-Jahre beobachtet wurde (Arnaboldi et al 2002).

Zu den Auswirkungen dieser Baumarten auf die Waldleistungen und Waldfunktionen wissen wir noch bedenklich wenig. Was die Biodiversität betrifft, scheinen die vom Wild weitgehend gemiedenen neuen Arten einheimische Äsungsarten zu verdrängen. Der resultierende Äsungsmangel führt zu zusätzlichem Verbissdruck auf die verbliebenen einheimischen Arten. Auch blattfressende Wirbellose scheinen die neuen Bäume nicht besonders anzugehen. Jedoch ist zumindest im Fall des Götterbaums ein reger Besuch der Blattnektardrüsen durch Insekten belegt (Staab et al 2017).

Den Schutz vor Naturgefahren betreffend wurde anfänglich befürchtet, dass mit der fortschreitenden Ausbreitung des Götterbaums in die Kastanienwälder deren Schutzwirksamkeit herabgesetzt würde (Plozza & Schmid 2012). Im Rahmen des Forschungsprojekts ALIEN³ durchgeführte Untersuchungen deuten nun jedoch darauf hin, dass zumindest die Schutzwirkung gegenüber Steinschlag nicht reduziert wird. So tritt Kernfäulebefall zum einen

³ www.wsl.ch/alienproject/index_DE (6.12.2017)



Abb 4 Steinschlagexperiment mit Götterbäumen in San Vittore (Misoix GR): Wissenschaftler vom IRSTEA Grenoble kontrollieren den Versuchsaufbau. Mit Hochgeschwindigkeitskameras werden der Einschlag und die Reaktion des Baumes auf Steinkugeln, die durch das Drainagerohr heruntergelassen werden, aufgezeichnet. Foto: Marco Conedera

weniger häufig auf als ursprünglich angenommen, zum andern ist er beim Götterbaum nicht häufiger als bei den lokalen Arten (Knüsel et al 2015). Auch zeigen die ebenfalls in diesem Projekt durchgeführten Steinschlagexperimente (Abbildung 4) sowie windgestützte Umzugsversuche, dass die Energieaufnahmekapazität von Götterbäumen nicht viel geringer ist als jene von einheimischen Buchen, die eine sehr gute Schutzwirkung gegen Steinschlag haben (Dorren & Berger 2005). Von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) durchgeführte Analysen haben gezeigt, dass das Wurzelsystem des Götterbaums im Vergleich mit anderen Baumarten (z.B. Kastanie und Birke [*Betula pendula*]) eine geringere Anzahl Feinwurzeln und lateraler Grobwurzeln besitzt (De Boni 2017; Abbildung 5, unten). Charakteristisch ist die Entwicklung einer zentralen Pfahlwurzel, welche im Gegensatz zu anderen Baumarten auch noch in der Maturitätsphase erhalten bleibt (Kowarik & Sämel 2007). In der Pionierphase dürfte der Götterbaum eine ähnlich gute mechanische Schutzwirkung gegenüber flachgründigen Rutschungen entfalten wie andere Pionierbaumarten, zum Beispiel Birke oder Weide

(*Salix*; Gottardi 2017). In den folgenden Sukzessionsphasen dürfte er im Hinblick auf die Wurzelverstärkung des Bodens nicht mit Spätsukzessionsarten mithalten können. Allerdings könnten einzeln eingesprenkte, ältere Götterbäume sich auch positiv auf die Rutschungsstabilität auswirken, da sie andere Bodenschichten erschliessen als der restliche Bestand.

Es ist noch zu früh, um Schlussfolgerungen über die zukünftige Rolle dieser beiden Baumarten bei uns zu ziehen. Die ersten Untersuchungen lassen aber weniger negative und gravierende Folgen befürchten als anfänglich vermutet. So werden Waldleistungen durch die neuen Baumarten nicht zwingend beeinträchtigt. Im Gegenteil, sie könnten sogar helfen, jene punktuell zu verbessern.

Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf

Weder mit dem Götterbaum noch mit der Paulownie ist der Umgang verboten, und es besteht auch keine Bekämpfungspflicht – beide Arten sind nicht im Anhang 2 (verbotene Organismen) der Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung; SR 814.911) aufgelistet. Info Flora führt den Götterbaum auf der Schwarzen Liste und die Paulownie auf der Beobachtungsliste.⁴ JardinSuisse, der Verband der Schweizer Gärtner, empfiehlt für den Götterbaum «Pflanze sofort aus dem Sortiment nehmen, nicht mehr produzieren und verwenden (Verkaufsverzicht)»⁵ und für die Paulownie, deutlich abgeschwächt, einfach «Nehmen Sie die Art aus Ihrem Sortiment»⁶. Für den Götterbaum gibt es einen Leitfaden des Bundesamts für Umwelt (BAFU) mit Empfehlungen zum Umgang mit der neuen Art für Gebiete mit unterschiedlicher Abundanz im Wald (BAFU 2016).

In vielen Wäldern der Alpensüdseite ist die Ausbreitung des Götterbaums so weit fortgeschritten, dass an dessen Ausrottung nicht mehr zu denken ist. Einige Revierförster haben ihn vorläufig integriert und fällen im Schutzwald adulte Exemplare derzeit nicht, um nicht auf ihren Beitrag zur Schutzfunktion verzichten zu müssen. Oft werden die beschränkten Mittel für die Bekämpfung weiblicher Götterbäume im urbanen und periurbanen Raum verwendet, um Zeit bis zum Vorliegen einer definitiven Strategie für die jeweilige Region zu gewinnen (siehe Clavien 2018, dieses Heft). Bekämpfungsmassnahmen im Wald sollten sich auf Naturschutzgebiete

4 www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Schwarze%20Liste_Watch%20Liste_2014.pdf (6.12.2017)

5 www.neophyten-schweiz.ch/index.php?l=D&p=2&t=3 (29.1.2018)

6 www.neophyten-schweiz.ch/index.php?l=D&p=2&t=28 (29.1.2018)



Abb 5 Oben: Wurzelsystem eines 3-jährigen (links) und eines 15-jährigen Götterbaums (rechts) der ALIEN-Versuchsfläche in San Vittore (Misox GR). Unten: Wurzelsystem von Götterbaum (links) und Birke (rechts). Bemerkung: Partialausgrabungen von Götterbaumwurzeln auf weniger steinigem Standorten bestätigen die geringere Zahl der Feinwurzeln. Fotos: Massimiliano Schwarz (oben), Andrea de Boni (unten links), Marco Conedera (unten rechts)

mit geringer Abundanz der Exoten und allfällige Pufferzonen konzentrieren.

Ausserhalb der Kernverbreitungsgebiete von Götterbaum und Paulownie können die wenigen, meist jungen Exemplare, die sich bereits im Wald etabliert haben, im Sinne des Vorsorgeprinzips kostengünstig entfernt werden. Sehr junge Individuen von ein bis zwei Jahren können ausgerissen werden. Für ältere Exemplare sollte die Ringelungsmethode nach Martin Ziegler (Kanton Zug) angewendet werden, welche sich in laufenden, mehrjährigen Versuchen der WSL in Waldbeständen des Tessins bisher als sehr erfolgversprechend erwiesen hat (Wunder et al 2016). Im Siedlungsgebiet empfiehlt es sich, weibliche Individuen des Götterbaums, die sich in unmittelbarer Waldesnähe befinden, zu fällen und die Stöcke anschliessend mit einem Herbizid zu behandeln. Beobachtungen an Götterbäumen im Fürstentum Liechtenstein haben gezeigt, dass die Fällung möglichst nach dem Laubaustrieb (im Mai) erfolgen sollte, da der Baum dann bereits einen Grossteil der Ressourcen in die Krone verschoben hat und somit dem Stock weniger Reservestoffe für den Ausschlag und die Wurzelbrut zur Verfügung stehen (persönliche Mitteilung Patrick Insinna, Fürstentum Liechtenstein). Systematische Versuche zur optimalen Herbizidmenge fehlen allerdings noch völlig. Schliesslich ist die ebenfalls viel diskutierte Bekämpfung der Götterbäume durch Biozide (Siegrist & Holdenrieder

2016) nur schwer mit einer regional differenzierten Managementstrategie vereinbar, da die ausgebrachten Verticillium-Pilze (beabsichtigt oder unbeabsichtigt) auf die gesamte Götterbaumpopulation verschleppt werden könnten. Darüber hinaus könnten Nutzpflanzen im Ausbringungsgebiet gefährdet werden, da eine Übertragung auf neue Wirte nicht ganz ausgeschlossen werden kann (Siegrist & Holdenrieder 2016, Maschek & Halmschlagler 2017).

Eine Ausweitung der Forschungsaktivitäten zu Götterbaum, Paulownie, Robinie und weiteren Neophyten ist derzeit in Planung. Dabei sollen auch verstärkt Integrationsaspekte beleuchtet werden, zum Beispiel in Bezug auf die Nutzung des Holzes der Paulownie, idealerweise im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit mit Kollegen, welche die Art bereits verwenden.

Schlussfolgerungen

Die Forschung kann dazu beitragen, die Ökologie der neuen Baumarten besser zu verstehen und so die Integrationsmöglichkeiten sachlicher und weniger emotional zu diskutieren. Die Herausforderungen des globalen Wandels und der damit einhergehenden Umweltveränderungen erfordern Waldökosysteme mit möglichst vielen Arten. Allgemein eröffnet sich ein völlig neues Feld für die Forschung

über die neuen Ökosysteme mit Mischbeständen aus einheimischen Baumarten, Archäophyten und Neophyten, die langsam auf kleiner Fläche am Entstehen sind. Die gewonnenen Erkenntnisse können einen wichtigen Beitrag zum Management dieser neuen Systeme leisten und helfen, besser abzuschätzen, wie die «neuen Wilden» die gewünschten Waldleistungen beeinflussen. Mittelfristig müssen sowohl artspezifische Integrationsstrategien für die neuen Arten als auch möglichst effiziente und umweltschonende Bekämpfungsstrategien erarbeitet werden.

Das Konzept der «neuen Wilden» ist ein guter Denkanstoss, um die vielfältigen Herausforderungen, die neue Arten mit sich bringen, zu analysieren. Dabei sind wir vermutlich zumindest lokal darauf angewiesen, auch Arten wie Götterbaum und Paulownie in unser Baumartenportfolio einzubauen. Besonders in stark überformten Kulturlandschaften wie dem Kastaniengürtel im Tessin könnten neue Arten zumindest punktuell zu einer Stabilisierung der Waldökosysteme beitragen. Diese Integration und das Management von Baumneophyten in den «neuen Wäldern» stellen eine grosse und neue Herausforderung für die betroffenen Forstdienste dar.

Nördlich der Alpen können die einzelnen Vorkommen von meist sehr jungen Götterbäumen und Paulownien im Sinne des Vorsorgeprinzips heute gezielt und relativ kostengünstig bekämpft werden. In begrenzten Gebieten mit gut kontrollierten Pufferzonen würde es sich allenfalls auch hier anbieten, Integrationsmassnahmen auszutesten bzw. die weitere Entwicklung ohne Eingriffe mit einem Monitoring zu beobachten.

Diesen Überlegungen folgend leitet sich für die Schweiz eine räumlich differenzierte Strategie mit Bekämpfungs- und Integrationsmassnahmen ab, die vergleichbar ist mit derjenigen in Österreich, wo für den Götterbaum zeitgleich sowohl Anbauversuche stattfinden als auch Bekämpfungsmassnahmen ergriffen werden. Dies muss kein Widerspruch sein, solange in jeder Region die Strategie kohärent ist. Abschliessend sei bemerkt, dass das Konzept der «neuen Wilden» zwar einen nützlichen neuen Fokus auf die Integration von nicht aktiv ausgebrachten Baumneophyten ermöglicht, aber sicher nicht beliebig dehnbar ist. Die Integration sollte zumindest als neue Handlungsoption wahrgenommen werden – und Baumneophyten sollten nach wie vor dort bekämpft werden, wo die Risiken als zu hoch eingeschätzt werden und wo der Aufwand für Bekämpfungsmassnahmen noch sehr gering ist. ■

Eingereicht: 12. Oktober 2017, akzeptiert (mit Review): 29. Januar 2018

Dank

Wir danken Daniela Gurtner, Frank Krumm, Boris Pezzatti, Andreas Rigling, Maihe Li, Patrick

Fonti, Roman Zweifel, Gottardo Pestalozzi, Patrick Schleppe, Dirk Schmatz und Michael Nobis, Steffen Herrmann (alle WSL), Harald Bugmann, Ursula Spiess (ETH Zürich), Jean-Jacques Thormann, Jürgen Blaser, Andrea de Boni, Nicola Calanca, Simone Gottardi und Tamara Herzig (alle HAFL Zollikofen), Giorgio Moretti (Kanton Tessin), Reto Hefti, Ueli Bühler, Marco Vanoni, Luca Plozza (Kanton Graubünden), Lorenzo Schmid (OIKOS 2000), Martin Ziegler (Kanton Zug), Ignaz Bürge (Agroscope), Andreas Kunz (GrünStadt Zürich), Patrick Insinna (Fürstentum Liechtenstein), Jianfeng Liu (Chinese Academy of Forestry Beijing) sowie dem gesamten ALIEN-Team für die wertvolle Unterstützung und die gute Zusammenarbeit bei der Erforschung der neuen Baumarten. Weiter danken wir Ingo Kowarik für die kritischen Rückmeldungen zu einer früheren Version dieses Aufsatzes. Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Schweizerischen Nationalfonds (ALIEN-Projekt), den Kantonen Tessin, Graubünden und Zug, dem Fürstentum Liechtenstein, GrünStadt Zürich sowie der WSL.

Literatur

- ARNABOLDI F, CONEDERA M, MASPOLI G (2002) Distribuzione e potenziale invasivo di *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle nel Ticino centrale. Boll Soc ticin Sci nat 90: 93–101.
- ARNABOLDI F, CONEDERA M, FONTI P (2003) Caratteristiche anatomiche e auxometriche di *Ailanthus altissima*. Una specie arborea a carattere invasivo. Sherwood 91: 1–6.
- BAFU (2016) Leitfaden zum Umgang mit dem Götterbaum (*Ailanthus altissima*). Bern: Bundesamt Umwelt. 16 p.
- BEENKEN L (2017) First records of the powdery mildews *Erysiphe platani* and *E. alphitoides* on *Ailanthus altissima* reveal host jumps independent of host phylogeny. Mycol Prog 16: 135–143.
- BETTELINI A (1904) La Flora legnosa del Sottoceneri. Bellinzona: Tipografia e litografia cantonale. 213 p.
- BRANDNER R, SCHICKHOFER G (2010) Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*): enormous and wide potential neglected by the Western civilization. In: Cecotti A, editor. 11th World Conference on timber engineering, 2010 Conference Proc. Florence: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree. pp. 1576–1583.
- BRODTBECK T, ZEMP M, FREI M, KIENZLE U, KNECHT D (1998) Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. Liestal: Naturforschende Gesellschaften, Mitt Nat.forschende Ges beider Basel 2. 648 p.
- BRUNNER M (2009) Baumriesen der Schweiz. Zürich: Werd-Verlag. 240 p.
- BUFFI R (1987) Le specie forestali per la zona castanile insubrica: la crescita giovanile di specie forestali indigene ed esotiche nei rimboschimenti sperimentali di Copera. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anst WSL, Mitt 63 (3): 409–656.
- CLAVIEN Y (2018) Eclairage sur la situation de l'ailante glanduleux en Valais. Schweiz Z Forstwes 169: 110–111. doi: 10.3188/szf.2018.0110
- CONEDERA M, BRÄNDLI UB (2015) Nicht einheimische Baumarten. In: Rigling A, Schaffer HP, editors. Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Zustand. pp. 78–79.

- DE BONI A (2017) Root system analysis of the tree of heaven (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle) and its reinforcement to the soil. Zollikofen: Hochschule Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, MSc-Arbeit. 141 p.
- DORREN L, BERGER F (2005) Stem breakage of trees and energy dissipation during rockfall impacts. *Tree Physiol* 26: 63–71.
- GOTTARDI S (2017) Analisi del rinforzo radicale dell'ailanto (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle). Zollikofen: Hochschule Agrar-, Forst- Lebensmittelwissenschaften, BSc-Arbeit. 51 p.
- GURTNER D, CONEDERA M, RIGLING A, WUNDER J (2015) Der Götterbaum dringt in die Wälder nördlich der Alpen vor. *Wald Holz* 96 (7): 22–24.
- HU SY (1979) *Ailanthus*. *Arnoldia* 39: 22.
- KASSON MT, DAVIS MD, DAVIS DD (2013) The invasive *Ailanthus altissima* in Pennsylvania: a case study elucidating species introduction, migration, invasion, and growth patterns in the northeastern US. *Northeastern Nat* 20: 1–60.
- KIERMEIER P (1977) Erfahrungen mit *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. im Rheingau. *Mitt Deutsch dendrol Ges* 69: 11–22.
- KNÜSEL S, CONEDERA M, RIGLING A, FONTI P, WUNDER J (2015) A tree-ring perspective on the invasion of *Ailanthus altissima* in protection forests. *For Ecol Manage* 354: 334–343.
- KNÜSEL S, DE BONI A, CONEDERA M, SCHLEPPI P, THORMANN J ET AL (2017) Shade tolerance of *Ailanthus altissima* revisited: novel insights from southern Switzerland. *Biol Invasions* 19: 455–461.
- KOWARIK I, SÄUMEL I (2007) Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 8: 207–237.
- KOWARIK I (2008) Bewertung gebietsfremder Arten vor dem Hintergrund unterschiedlicher Naturschutzkonzepte. *Kult Landsch* 83: 402–406.
- KOWARIK I (2011) Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environ Pollut* 159: 1974–1983.
- KOWARIK I (2017) Urban wilderness: Supply, demand, and access. *Urban For Urban Greening*. doi: 10.1016/j.ufug.2017.5.017
- KUPPINGER DM, JENKINS MA, WHITE PS (2010) Predicting the post-fire establishment and persistence of an invasive tree species across a complex landscape. *Biol Invasions* 12: 3473–3484.
- LANDOLT E (1993) Über Pflanzenarten, die sich in den letzten 150 Jahren in der Stadt Zürich stark ausgebreitet haben. *Phytocoenologia* 23: 651–663.
- MARINGER J, WOHLGEMUTH T, NEFF C, PEZZATTI GB, CONEDERA M (2012) Post-fire spread of alien plant species in a mixed broad-leaved forest of the Insubric region. *Flora* 207: 19–29.
- MASCHEK O, HALMSCHLAGER E (2017) Natural distribution of *Verticillium* wilt on invasive *Ailanthus altissima* in eastern Austria and its potential for biocontrol. *For Pathol* 47: 10.1111/efp.12356
- PEARCE F (2015) *The new wild: why invasive species will be nature's salvation*. Boston: Beacon Press. 245 p.
- PLOZZA L, SCHMID L (2012) Der Götterbaum im Misox – Problematik im Schutzwald. *Bündner Wald* 65 (3): 35–38.
- SCHÜTZ JP (1977) Enseignements et expériences sur la reconstitution des châtaigneraies, en vingt ans de projet de reboisement a Copera (Tessin). *Schweiz Z Forstwes* 128: 398–410.
- SIEGRIST M, HOLDENRIEDER O (2016) Die *Verticillium*-Welke – eine Option zur Bekämpfung des Götterbaumes in der Schweiz? *Schweiz Z Forstwes* 167: 249–257. doi: 10.3188/szf.2016.0249
- STAAB M, METHORST J, PETERS J, BLÜTHGEN N, KLEIN AM (2017) Tree diversity and nectar composition affect arthropod visitors on extrafloral nectaries in a diversity experiment. *J Plant Ecol* 10: 201–212.
- WICKERT KL, O'NEAL ES, DAVIS DD, KASSON TM (2017) Seed production, viability, and reproductive limits of the invasive *Ailanthus altissima* (Tree-of-Heaven) within invaded environments. *Forests* 8: 226.
- WUNDER J, KNÜSEL S, GURTNER D, CONEDERA M (2016) The spread of tree of heaven in Switzerland. In: Krumm F, Vitková L, editors. *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. Freiburg: European Forest Institute. pp. 374–385.
- ZHAO-HUA Z, CHING-JU C, XIN-YU L, YAO X (1986) *Paulownia* in China – cultivation and utilization. Beijing: Chinese Academy of Forestry. 65 p.

Ailante et paulownia: les «nouveaux sauvages» de la forêt suisse?

Les «nouveaux sauvages» qui résultent des invasions biologiques font l'objet d'un concept controversé d'intégration des espèces exotiques dans les écosystèmes autochtones. Un élément central de ce concept est d'exploiter la grande vitalité des nouvelles espèces dans la colonisation des écosystèmes fortement perturbés, voire même largement détruits par l'homme. Dans cet article, nous discutons l'option d'intégration à l'exemple de l'ailante (*Ailanthus altissima*) et du paulownia (*Paulownia tomentosa*), deux essences exotiques qui commencent à se propager de façon spontanée dans certaines forêts suisses. De récentes études indiquent que ces deux essences pionnières ne se propageront pas sur de grandes surfaces et qu'elles ne perturberont a priori pas les services écosystémiques attendus de la forêt. Ainsi, l'ailante en forêt protectrice est tout aussi efficace par rapport aux chutes de pierres que les essences locales et sa pourriture de cœur moins fréquente qu'attendu. Il devient évident que la Suisse devrait adopter une stratégie différenciée avec des mesures de lutte et d'intégration.

Ailanthus and *Paulownia*: “The New Wild” in Swiss forests?

“The New Wild” resulting from biological invasions is a controversial concept focussing on the integration of exotic species into indigenous ecosystems. Following this rationale, the great vitality of the new species could be exploited to populate ecosystems heavily altered or largely destroyed by man. Here we discuss this integration approach using the example of *Ailanthus altissima* and *Paulownia tomentosa*. Both species have begun to spread spontaneously into some forests in Switzerland. New studies indicate that the two pioneer tree species will not prevail on a large scale and that they do not necessarily reduce the required forest services. For example, *Ailanthus* trees growing in forests protecting from natural hazards appear to be similarly resistant to rockfall as the local tree species and less affected by heart rot decay than originally feared. For Switzerland, a spatially differentiated strategy with control and integration measures is required.