



Wiederbewaldung von (Fichten-)Schadflächen – Erkenntnisse aus aktueller waldbaulicher Forschung

Sven Wagner, Tharandt

Vorbemerkung

- ❖ Die Schadsituation in den Wäldern ist bedrückend. Für die Forstpraxis ist die Bewältigung der vielen Einzelflächen einschließlich der Aufarbeitung des Holzes mit enormem Aufwand verbunden, und das ist absehbar nicht zu Ende.
- ❖ Neben der unmittelbaren Belastung steht die Sorge, wie es in Zukunft mit den Schadflächen weitergehen soll. Dazu will ich heute etwas sagen.
- ❖ Dabei gehe ich davon aus, dass Grundsätze einer naturnahen Waldwirtschaft verinnerlicht sind. Dies, in Kombination mit der Erkenntnis, dass eine vollflächige – traditionelle - Behandlung der Störungskulisse schlichtweg unmöglich ist (zu wenig Arbeitskapazität, zu wenig Pflanzenmaterial), stellt neue Herausforderungen dar.
- ❖ Es gibt Möglichkeiten – ungewöhnliche und aufregende – die Herausforderungen anzunehmen. Dazu brauchen wir/Sie waldbauliche Begeisterung und eine Mindestausstattung mit qualifiziertem Personal!

Gliederung

Wiederbewaldung

- ohne aktive Verjüngungsmaßnahmen:
 - Verjüngungsökologie der Pionierbaumarten
 - Eigendynamik von Schadflächen (mit und ohne Räumung)
- mit aktiven Verjüngungsmaßnahmen:
 - Vorarbeiten
 - Flächen-individuelle Beurteilung der Verjüngungssituation
 - Gefährdungstufen der weiteren Zugänglichkeit von Schadflächen mit abgestorbenem Oberstand
 - Maßnahmen
 - Kulturtätigkeit (Vollflächig; Ergänzungen; Ergänzung unter Vorwald)
 - Pflege (Mischungsregulierung)

Die **Beteiligung von Pionierbaumarten in den Schadflächen** hat viele Vorteile. In einer Situation, wo nicht alle Flächen mit Kunstverjüngung verjüngt werden sollen und können, möchte man deshalb Pioniere gerne sicher auf den Flächen haben (vor allem auf geräumten).

Auch wenn Pioniere in der Vergangenheit (vor allem beim Kahlschlag) sich ohne aktive Hilfe scheinbar „wie Unkraut“ überall einfanden, so ist eine gezielte Steuerung ihrer Naturverjüngung doch an bestimmte Bedingungen gebunden.

Dies sind entscheidende Aspekte bei der Arbeit mit Pionierbaumarten und ihrer Verjüngung:

- Vorverjüngung (Bsp. Vogelbeere)

- Bodensamenbank (Bsp. Vogelbeere, Birken)

- Sameneintrag nach Schaden (Bsp. Aspe, Birken, Weiden)

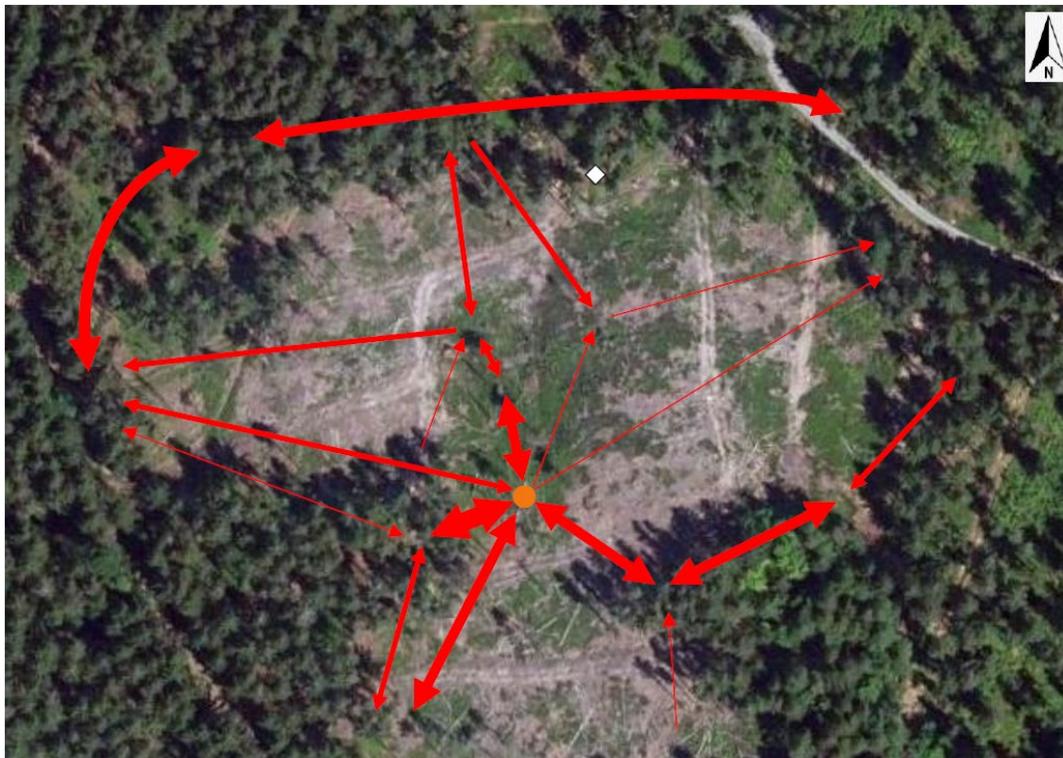
- Zusammensetzung und Charakter der Baumartenverjüngung nach dem Schaden (Konkurrenz im Wachstum der ersten Jahre)

- Wildeinfluss (Verbisspräferenz)

Vorverjüngung (Bsp. Vogelbeere)

Der Anteil der Vogelbeere im (Pionier-)Folgebestand besteht zum großen Teil aus Vorverjüngung und aus der Bodensamenbank.

Flugbewegungen von Drosselvögeln an einer Schadfläche im Fichtelgebirge



Masterarbeit F. Riedel,
2022, unpubl.

-  Standort Beobachter
-  Standort fruktifizierender Vogelbeerbaum
-  Flugbewegung; Stärke repräsentiert Häufigkeit



Verjüngung durch Sameneintrag nach dem Schaden ist relativ selten, weil Vögel Freiflächen meiden und (vor allem kleinere) umfliegen.

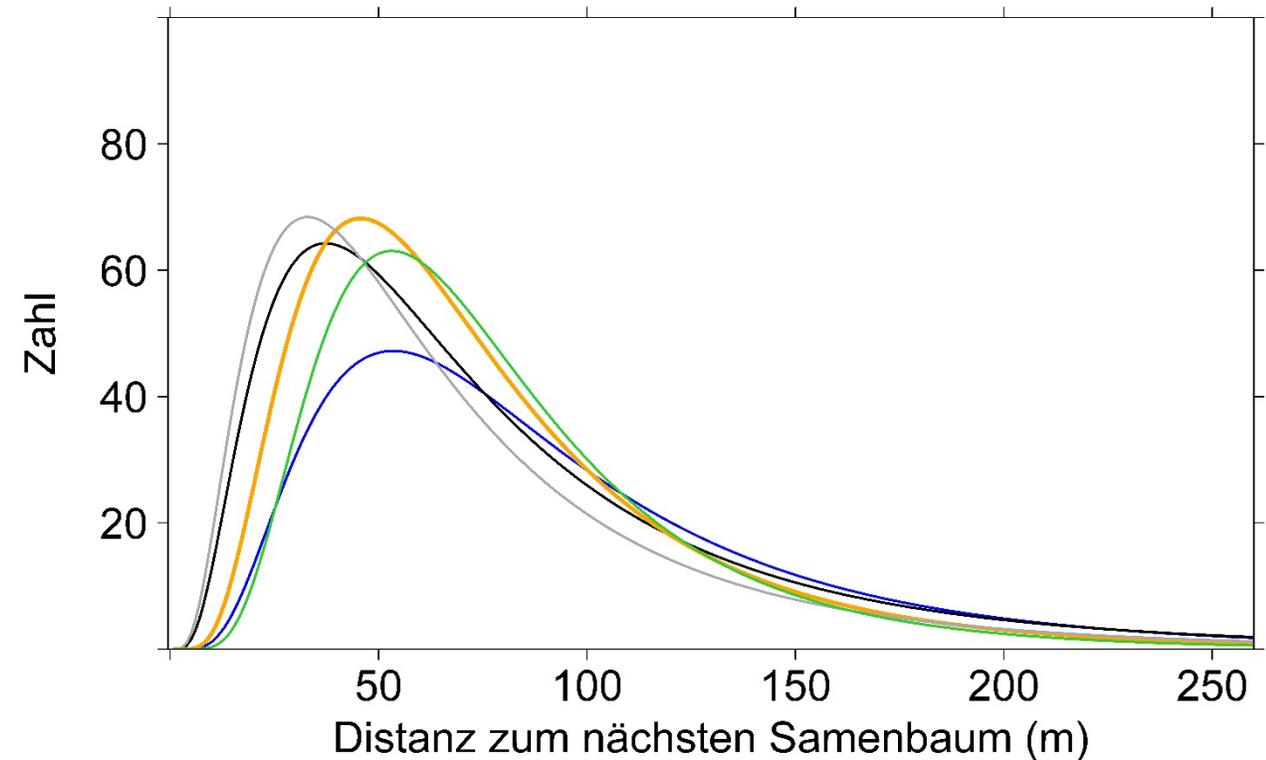
Will man die Vogelbeere dennoch aktiv fördern, **ist der Verbleib von Strukturelementen auf den Freiflächen** essentiell. Das können auch Dürrständer sein!



- Voraussetzung für dichten Anflug vor allem bei Birke sind ausreichend Samenbäume von guter Vitalität und in geringer Entfernung zur Fläche.
- Selbst auf Freiflächen wird man relevante Dichten von Jungbirken kaum weiter als 200m vom nächsten Mutterbaum entfernt finden.
- Eine aktive Beräumung oder Flächenbearbeitung erhöhen die Wahrscheinlichkeit für den Anflug der Wind-verbreiteten Pioniere.

Pflanzenzahl etablierter Verjüngung und deren Entfernung zu Mutterbäumen

Aspe — Birke — Vogelbeere — Faulbaum — Salweide —



Wenn Laien Empfehlungen für Forstpolitik abgeben
und der Wunsch der Vater des Gedankens ist:

Waldsterben

Selbst ist der Wald

Die aktuelle Forstpolitik droht alte Fehler zu wiederholen.

Von Fritz Habekuß

[DIE ZEIT, 07.08.2019, zur Wiederbewaldung nach Totalschaden]

Die Kapazität dazu haben die Bäume: Über die Jahrtausende haben sie sich immer wieder auf neue Umwelteinflüsse eingestellt. In Deutschland gibt es ein Repertoire von 30 Baumarten, aus dem sich die jeweils besten Mischungen für die verschiedensten Standorte herausbilden können. Lässt man den Bäumen Zeit, werden die Wälder selbst die besten Lösungen finden.

Das ist leider genauso optimistisch wie falsch, wenn man die „besten Lösungen“ für einen Wirtschaftswald im Klimawandel sucht!

Ausgangssituation:

Fichten-dominierte Bestände (naturnah bis naturfern), die ± großflächig durch Sturmwurf oder Borkenkäfer gestört waren (nicht durch Brand!).

Varianten von Räumung und Nicht-Räumung

Aus russischen [Chernenkova et al., 2020], lettischen [Baders et al., 2021] und tschechischen [Jonášová & Prach, 2004] Untersuchungen geht hervor, dass auf Standorten von natürlichen Fichten-Waldgesellschaften nach dem Schadereignis ohne menschliches Zutun wieder die Fichte dominiert.

Auf Standorten anderer Waldgesellschaften in Zentraleuropa ist es meistens auch so:

Schweiz

Auf Tannen-Fichten-Buchen Standorten



© A. Walker

10 und 20 Jahre nach Sturm;

Je nach Waldumgebung dominieren Fichte und Bergahorn (auch Birke, Weide)

Die Dichte der Verjüngung ist nach Räumung höher

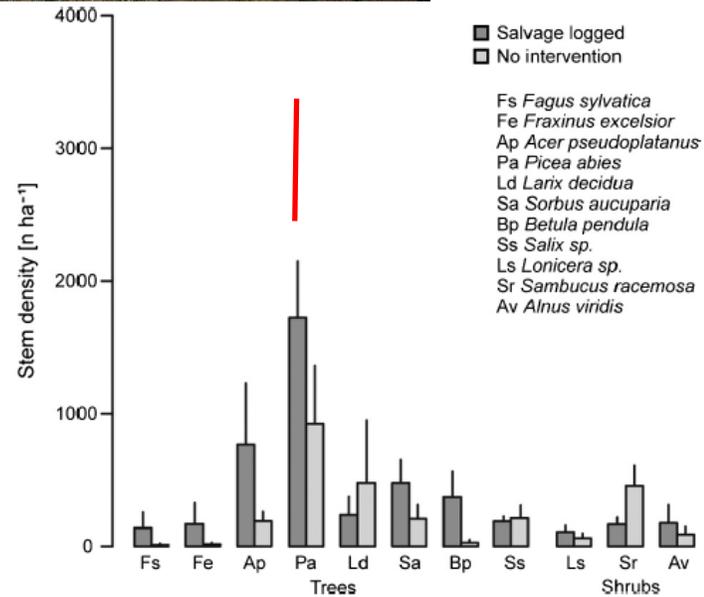


Fig. 4. Stem density in 2010 (individuals ≥ 20 cm originating from post-storm establishment) for the most abundant tree and shrub species in 20-year-old Vivian gaps.

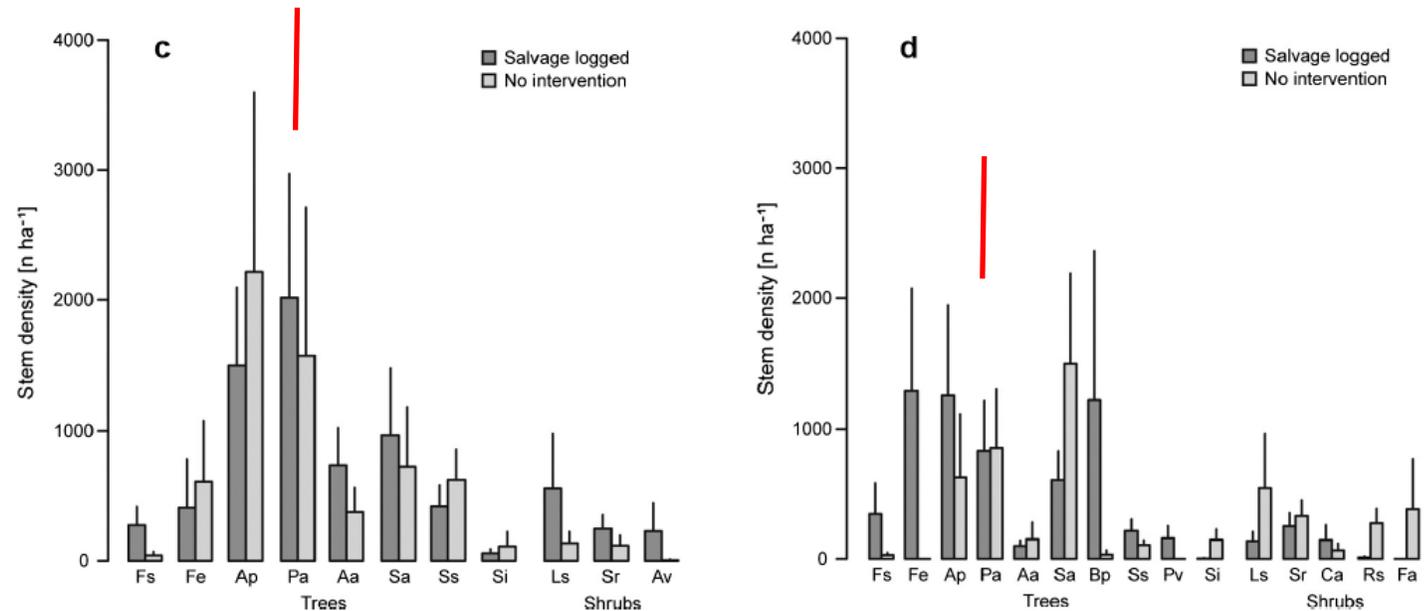


Fig. 5. Stem density in 2010 (individuals ≥ 20 cm originating from post-storm establishment) for the most abundant tree and shrub species in 10-year-old Lothar gaps: a = beech forests, b = fir-beech forests, c = fir-spruce forests, d = spruce forests.

Slowenien

Auf Buchen-Eichen Standorten

10 Jahre nach Sturm;

Die Fichte dominiert.

Bei Laubbaumarten überwiegen die flugfähigen (Esche, Ahorn).

Pioniere profitieren vom Zaun

Table 1
Regeneration density (m^{-2}) and coverage (%) according to species and species groups, and species relative composition. Numbers in brackets denote the standard error (SE).

	Density 2005	% (%)	Density 2013	% (%)	Coverage 2013	% (%)
<u>Spruce</u>	<u>4.45(0.49)</u>	<u>77.6</u>	<u>2.82(0.26)</u>	<u>65.3</u>	20.6(1.6)	57.1
Beech	0.05(0.01)	0.8	0.03(0.01)	0.7	0.0(0.0)	0.0
Fir	0.02(0.01)	0.4	0.01(0.00)	0.1	0.0(0.0)	0.0
<u>Pioneer trees</u>	<u>0.60(0.14)</u>	<u>10.4</u>	<u>0.75(0.08)</u>	<u>17.3</u>	8.9(1.2)	24.7
<u>Anemochorous broadleaves</u>	<u>0.49(0.09)</u>	<u>8.4</u>	<u>0.45(0.07)</u>	<u>10.3</u>	3.8(0.5)	10.5
Zoochorous broadleaves	0.19(0.06)	3.3	0.27(0.05)	6.2	2.8(0.5)	7.8
Total	5.81(0.54)	100.0	4.32(0.29)	100.0	36.1(2.0)	100.0

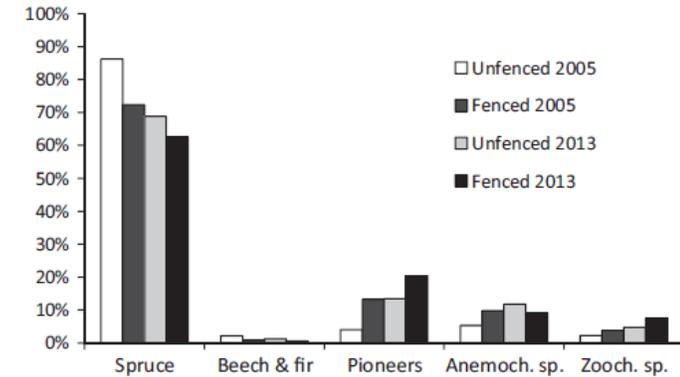


Fig. 1. Tree species composition according to density by fencing treatment and year.

Rozman et al., 2015

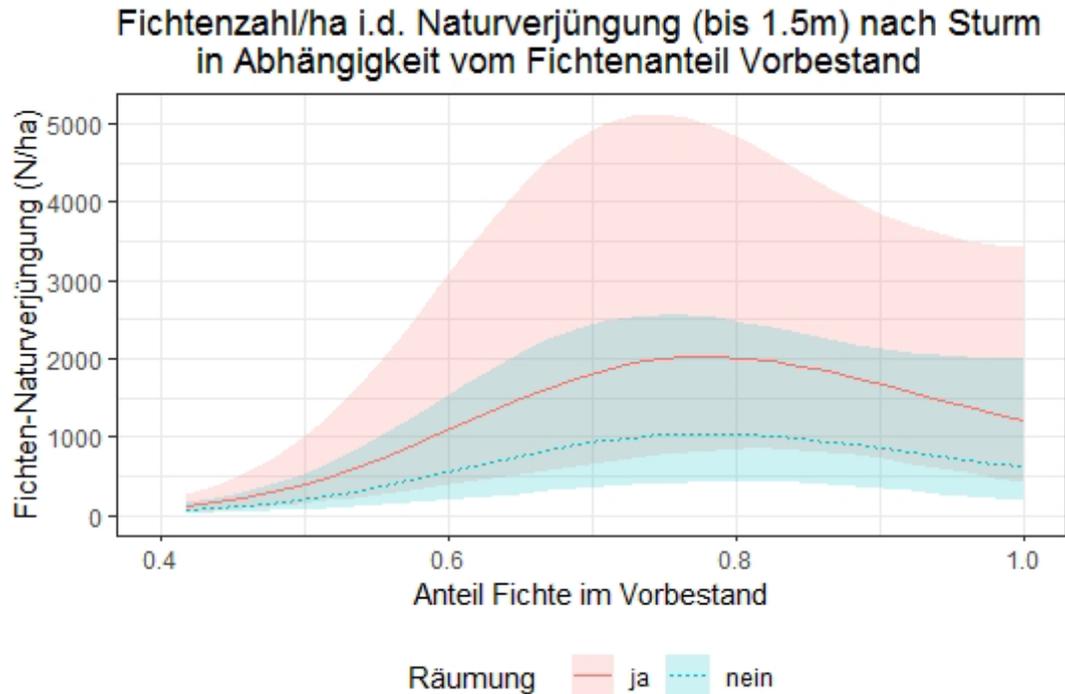
Besonders für Weiden, Aspen und Vogelbeere sind angepasste Wildbestände wichtig.

Baden-Württemberg

Auf Tannen-Buchen-Eichen Standorten

10 Jahre nach dem Sturm;

Je nach Anteil im Vorbestand ist die Naturverjüngung zu großen Teilen wieder Fichte. Räumung erhöht die Dichte



Sturm: Lothar, 1999.

13 Versuchsflächen in Baden-Württemberg mit Fichtenanteilen im Vorbestand zwischen 0,05 und 1,0. **Beräumt** und **belassen**. Messungen 2009

Daten: FVA, Freiburg (aufbereitet von Went, 2011)

In ehemals Fichten-dominierten Beständen kommt es nach Sturm- oder Borkenkäfer-Totalschaden ohne weitere menschliche Eingriffe

- sofort zum Beginn der Waldsukzession (Grasstadien sind die Ausnahme)
- zu hohen Fichtendichten in der nachfolgenden Generation (meist durch überlebende Vorverjüngung oder aus Zapfen am Waldboden)

Die Dichte der Folgebestände wird durch Räumungen erhöht

Die sich unmittelbar so ergebende Baumartenzusammensetzung variiert zwar nach Waldgesellschaften, aber

- der Anteil natürlicher Schlusswaldarten wird durch Räumung verringert
- der Anteil natürlicher Pioniere wird durch Räumung erhöht

Gegenüber Pionieren kommt es mit der Zeit (20-30 Jahre) wieder zur Fichtendominanz

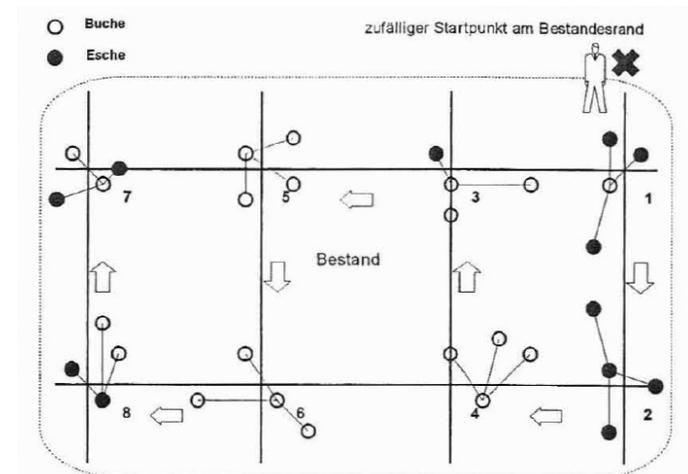
Wildverbiss fördert die Fichtendominanz und verringert Höhen und Dichten der (Begleit-) Baumarten

- Bei in der Regel sehr hohen bis dominanten Fichtenanteilen auf Waldstandorten der kollinen und submontanen Höhenstufe in der Eigendynamik kann demnach keine Rede davon sein, dass die für einen Forstbetrieb unter Klimawandelbedingungen „beste Lösung“ von den Wäldern alleine gefunden wird! Die Fichte dürfte auf diesen Standorten in Zukunft in einem verantwortungsvoll geführten Betrieb nicht mehr dominant sein!
- Wenn aber die Eigendynamik der Wälder Teil einer Wiederbewaldungsstrategie sein soll (naturnah!), müssen dazu passend und ergänzend Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen treten, die Teil eines klugen Gesamtkonzeptes [z.B. WET-Zuordnungen zu Standorten] sind.



Die Erfahrungen mit Schadflächen der letzten 30 Jahre plus neue Herausforderungen (Dürrständer) lassen es ratsam erscheinen (Vorarbeiten):

- Flächen-individuelle Beurteilungen der Verjüngungssituation vorzunehmen (=> Verjüngungspotenzial erfassen) und mit dem Ziel-WET abzugleichen.
- Gefährdungsstufen bzgl. der weiteren Zugänglichkeit von Schadflächen mit abgestorbenem Oberstand (Dürrständer) zu definieren und zuzuordnen.
- Aus diesen beiden Informationen eine Rangfolge der Dringlichkeit für jeden Einzelbetrieb zu erstellen, welche Flächen aktiv zu gestalten sind. Dabei bewusst die Option offen halten, aktive Maßnahmen erst nach dem Ablauf einer gewissen Zeit einzuleiten!
- Dann die Ableitung einer Flächen-individuellen Entscheidung zu treffen, wie weiter vorzugehen ist.





Schadstufen*		Schadstufe 1	Schadstufe 2 <i>Flächenbezogene GBU durchführen!</i>	Schadstufe 3 <i>Flächenbezogene GBU durchführen!</i>	Schadstufe 4 <i>Flächenbezogene GBU durchführen!</i>
Maßnahmen	HE motormanuell (erschütterungsarm)	✓ <i>(hochmechanisierte Holzernte bevorzugen)</i>	✗	✗	✗
	HE hochmechanisiert	✓	✓	✓	✓ <i>(in der Regel nicht mehr erforderlich)</i>
	Wiederbewaldung & Pflegemaßnahmen	✓	✓	✗	✓ <i>(ggf. kleinflächig noch gefährliche Bereiche auslassen – mosaikartiges Vorgehen!)</i>
Betreten der Fläche für Planungs-/Kontrollzwecke		✓	✓	✓	✓

*siehe Abbildungen und Erläuterungen

Zuordnung von möglichen forstlichen Maßnahmen zu Gefährdungstufen in Borkenkäfer-Schadholz Beständen der Nds. Landesforsten (2022)

Ein Beispiel dafür, dass \pm vollflächig gearbeitet werden muss, stellt die Umwandlung von Fichte zu Eiche dar.

Bei Eichen-Saaten ist die sofortige Maßnahme unvermeidlich.

Die größte Bremse für die Eichensaaten stellt der Mangel an Saatgut dar (2022).



Maßnahmen: Kulturtätigkeit (Ergänzungen)

Wenn Vorverjüngungspotenzial vorhanden ist, Zielbaumarten aber fehlen oder wenn Kahlfelder nach der Räumung zu verwildern [Brombeere] drohen:

Ergänzungen, Einbringung von Zielbaumarten in Trupps mit Einzelschutz



Wenn sich Vorwälder aus Naturverjüngung von Laubbaumarten einstellen:

- Sie ermöglichen eine auf Freiflächen schwierige Verjüngung von Zielbaumarten und Herkünften durch die Schaffung eines Waldinnenklimas (Heger, 1952).
- Baumarten wie Buche, Weißtanne, Linden profitieren am meisten
- Der „Vorwaldgedanke“ beinhaltet eine Ergänzung der Zielbaumarten durch Pflanzung erst nach Ablauf von 10-15 Jahren nach dem Schadereignis.



Überlebensprozente verschiedener Zielbaumarten neben gleichalten Erlen, Birken, Lärchen und ohne. Die Autoren betonen, dass die Pflanzung unter mehrere Jahre zuvor etabliertem Vorwald sehr viel effektiver sei!

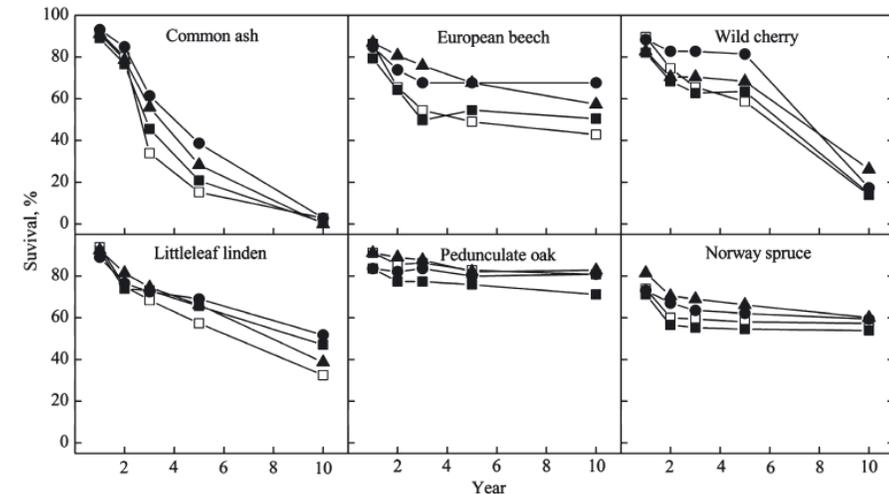
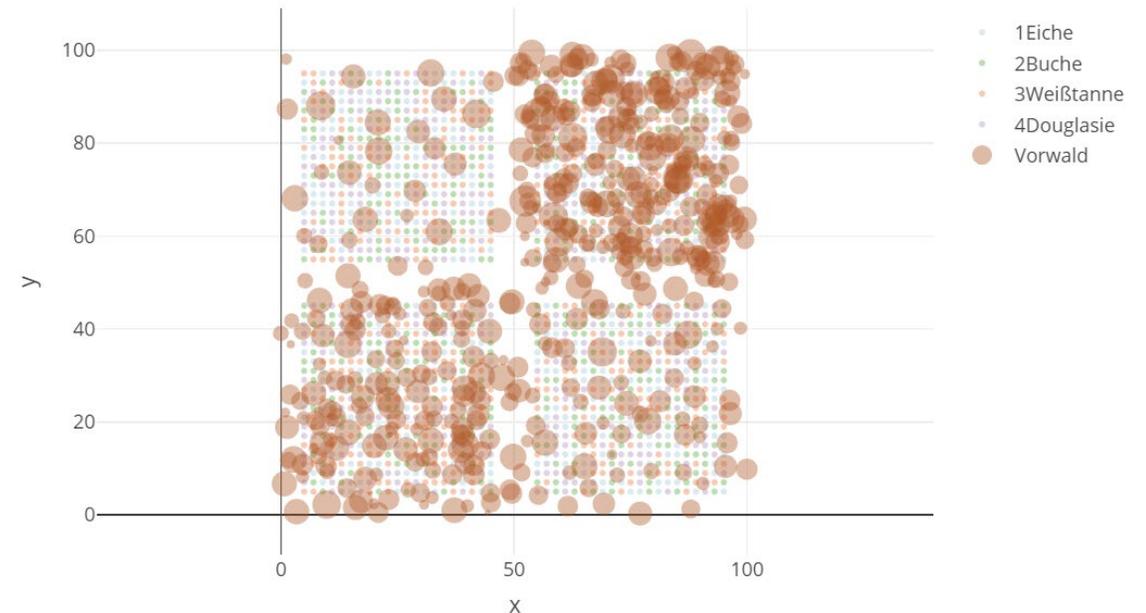


Figure 4. Mean survival of six target tree species over 10 growing seasons. The nurse tree treatments were black alder (▲), silver birch (●), hybrid larch (■), and a control treatment without nurse trees (□). No statistically significant effects of nurse trees were found.

- Vorwälder bieten eine weitere Option zur Waldentwicklung, falls die Zielbaumarten in Zukunft keinen Erfolg haben.
- Sie sind Lebensraum für Organismen mit Pioniercharakter und schließen Nährstoffkreisläufe nach Katastrophen.
- Es sind dringend Untersuchungen zur optimalen Gestaltung der Dichte des Vorwaldes und des Zeitpunktes der Einbringung von Zielbaumarten erforderlich
- (WAIKLIM in Kooperation zwischen Sachsenforst und TU-Dresden ab 01.11.2022 mit 2 Mio € Fördervolumen des WKF)

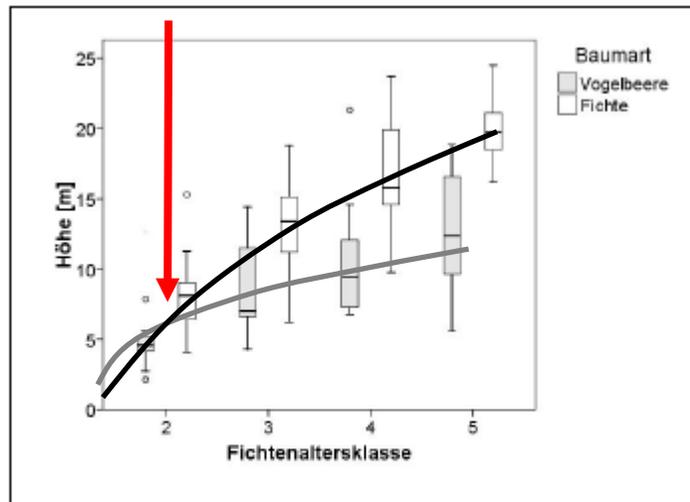
Die betriebliche Etablierung von Vorwald (z.B. mit Lärche) ist eine andere Option; sie wird von Dr. Wolf in seinem Vortrag angesprochen

Oberstand aus 120 , 992 , 608 , 272 , Vorwaldbäumen/ha und Pflanzschema Unterstand



Das Erfordernis für Pflege ergibt sich aus

- dem Charakter der beteiligten Baumarten und
 - den Zielvorstellungen des Betriebes, einschließlich
 - der Klimawandelproblematik
-
- Fichtendominanz auf ungeeigneten Standorten unterbinden.



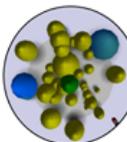
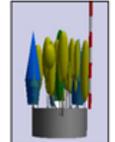
Gockel, 2016

Die Dominanz von Fichte gegenüber Vogelbeere ist z.B. bereits ab etwa 10-20 Jahren nach der Räumung eindeutig. Deshalb sollte kostengünstig vorher eine Mischungsregulierung zuungunsten der Fichte erfolgen.

Abb. 35: Mittlere Höhen der Vogelbeeren je Hektar, die durch die terrestrische Inventur in den Fichtenbeständen erfasst wurden und einzelbaumweise in den Oberstand eingemischt waren (aufgeteilt nach 2ha-Flächengrößenstufen). Die Fehlerbalken zeigen das Konfidenzintervall für den Mittelwert auf dem 95 %-Niveau. (Fichtenertragsklasse: 1 = 0-9 Jahre, 2 = 10-19 Jahre, 3 = 20-29 Jahre, 4 = 30-39 Jahre, 5 = 40-50 Jahre)

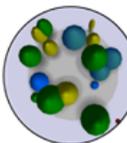
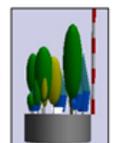
- Bei den Strategien für die Pflege der neu entstehenden Bestände geht es darum, wiederkehrende Verjüngungssituationen und die daraus resultierenden Pflegeotypen zu erkennen.
- Die Pflegetypenausweisung auf der Gesamtfläche orientiert sich an (a) Baumartenanteilen, (b) abgrenzbaren Aggregatgrößen der Mischungen (Trupps und Gruppen), (c) deren räumlicher Verteilung und (d) Wuchsdynamik.
- Ein Klima-adaptiver Waldbau, naturnah und effektiv, bedarf der stetigen Beobachtung der Jungbestände.

Pflegetyp 1: Ebereschen-Trupps und -Gruppen mit Fichte im Unterstand

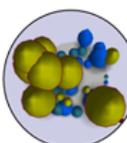
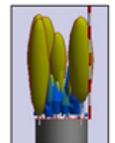
Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
EB	26.400	4,04 (1,13)	2,36 (1,18)
FI	4.000	3,95 (1,57)	4,09 (2,09)
BAH	1.600	4,23 (2,02)	2,48 (1,49)

Pflegetyp 2: Bergahorn-Trupps und -Gruppen

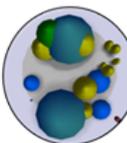
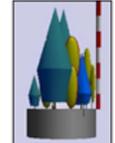
Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
EB	4.800	4,10 (0,44)	2,26 (0,67)
FI	4.000	3,19 (1,29)	2,96 (2,01)
BAH	5.600	4,37 (1,80)	3,57 (1,89)

Pflegetyp 3: Birkenvorwald-Gruppen mit Fichte im Unterstand

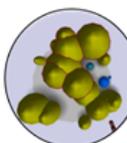
Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
BI	5.600	7,78 (1,07)	7,34 (1,61)
EB	4.800	3,59 (1,61)	2,25 (1,38)
FI	48.000	1,85 (1,16)	1,92 (1,43)

Pflegetyp 4: Fichten-Trupps und -Gruppen

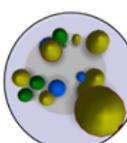
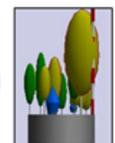
Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
BI	1.600	3,99 (1,51)	2,24 (0,74)
EB	5.600	3,73 (0,80)	2,15 (0,80)
FI	4.800	3,89 (2,76)	6,61 (5,79)
BAH	800	5,35 -	4,73 -

Pflegetyp 5: Birken-Ebereschen-Mischtrupps und -gruppen


Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
BI	4.800	8,07 (0,45)	5,78 (0,99)
EB	8.000	4,97 (0,66)	3,08 (0,75)
FI	4.000	0,99 (0,63)	0,69 (0,30)
BAH	800	0,85 -	- -

Pflegetyp 6: Intensive Einzelbaummischung in Gruppen

Baumart	Anzahl [ha]	Mittlere Höhe [m] (SD)	Mittlerer BHD [cm] (SD)
BI	1.600	5,78 (1,80)	6,53 (4,75)
EB	5.600	3,93 (0,56)	2,66 (1,03)
FI	2.400	2,17 (0,90)	2,40 (0,83)
BAH	4.000	3,22 (1,66)	1,85 (1,33)

Huth et al.; 2020



- Die Entscheidung für oder gegen sofortige Maßnahmen auf Schadflächen sollte nach Dringlichkeit der Einzelfläche erfolgen. Dringlichkeit kann unter Beachtung der Klimawandelproblematik u.a. nach
 - Zielbaumarten (WET nach Standort),
 - Vorverjüngungspotenzial,
 - Dürrständersituation
 - Verwilderunggestaffelt werden.
- Wenn sehr wahrscheinlich nicht mehr als 30% der Schadflächen innerhalb von 1-2 Jahren gezielt bearbeitet werden können [Situation in Hessen: 50% im Staatswald in 10 Jahren], sollte man die Vorwaldoption aus Laub-Pionierbaumarten konstruktiv in die Strategie einbeziehen.
- Dadurch gewinnt man auch Zeit und bündelt Kräfte!
- Die sich ergebende Fläche für Jungwuchs- und Jungbestandspflege in den nächsten 10-20 Jahren erfordert Beobachtung und schließlich auch Maßnahmen, die wiederum von qualifiziertem Personal durchgeführt werden müssen. Das meint Waldarbeiter für die Kulturmaßnahmen und Mischungsregulierungen und Baumsteiger für die Saatguternte.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Heinrich Cotta

- Bäders, E.; Jögiste, K.; Elferts, D.; Vodde, F.; Kiviste, A.; Luguza, S.; Jansons, Ā. (2021): Storm legacies shaping post-windthrow forest regeneration: learnings from spatial indices in unmanaged Norway spruce stands. *European Journal of Forest Research* 140 (4), S. 819–833. DOI: 10.1007/s10342-021-01368-x.
- Chernenkova, T.; Kotlov, I.; Belyaeva, N.; Suslova, E.; Morozova, O.; Pesterova, O.; Arkhipova, M. (2020): Role of Silviculture in the Formation of Norway Spruce Forests along the Southern Edge of their Range in the Central Russian Plain. *Forests*, 11, 778. <https://doi.org/10.3390/f11070778>
- Gockel, S. (2016): Wachstumsreaktionen einzeln eingemischter Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia* L.) in Fichtenjungbeständen nach Freistellung. Diss. TU-Dresden
- Heger, A. (1952): Die Begründung von Mischwäldern auf Großkahlfächen unter besonderer Berücksichtigung des Vorwaldgedankens. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin
- Huth, F.; Wehnert, A.; Gockel, S.; Wagner, S.; Profft, I.; Dittmann, E. (2019): Pflgetypen und Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen. *AFZ - Der Wald*, 2, S. 17-21
- Jonášová, M.; Prach, K. (2004): Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak, *Ecological Engineering*, 23 (1) S. 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.06.010>.
- Kramer, K.; Brang, P.; Bachofen, H.; Bugmann, H.; Wohlgemuth, T. (2014): Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests, *Forest Ecology and Management*, 331 S. 116-128. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.002>.
- Löf, M., Bolte, A., Jacobs, D.F. and Jensen, A.M. (2014), Nurse Trees as a Forest Restoration Tool for Mixed Plantations: Effects on Competing Vegetation and Performance in Target Tree Species. *Restor Ecol*, 22: 758-765. <https://doi.org/10.1111/rec.12136>
- Rozman, A.; Diaci, J.; Krese, A.; Fidej, G.; Rozenbergar, D. (2015): Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. *Forest Ecology and Management* 353 S. 196-207. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.04.028.
- Went, M. (2011): Die Sukzession auf Sturmwurfflächen des Orkanes „Lothar“ in Baden-Württemberg. Dipl.Arb. TU-Dresden