

Alter Wein in neuen Schläuchen?

H/D-Wert und Schäden durch Schnee auf Kiefern- und Birken-Versuchsflächen

Von Ulrich Kohnle, Elke Lenk, Klaus Freyler und Oswald Keller

Auf zwei jüngeren Kiefern- bzw. Birken-Versuchsflächen der FVA ließ sich die Schadanfälligkeit von Bäumen gegenüber unmittelbar nach der Durchforstung auftretende Nassschneefälle untersuchen: Bei beiden Baumarten nimmt die Anfälligkeit mit steigendem H/D-Wert hoch signifikant zu. Außerdem hatten die Dichte der Bestände zum Zeitpunkt des Schneefalls sowie die Stärke der unmittelbar vorhergehenden Durchforstung einen gewissen Einfluss, der jedoch eindeutig hinter der Wirkung des H/D-Wertes zurück trat.

Originäres Ziel wachstumskundlicher Versuchsflächen ist es, die Auswirkung einer definierten Behandlung auf das Wachstum zu untersuchen. Störungen im Versuchsverlauf sind da eigentlich unerwünscht. Manchmal ist es jedoch so, dass durch eben solche – wenn auch ungebetene – Störungen Aspekte untersucht werden können, die mit der Versuchsanlage ursprünglich gar nicht beabsichtigt waren.

So führte in den 1970er Jahren die Untersuchung massiver Schäden durch Nassschnee in Fichten- und Kiefern-Versuchsflächen zu der Erkenntnis, dass der H/D-Wert einen hervorragenden Weiser für die Stabilität der Schäfte gegen Schneelasten bildet [1, 2]. Ein weiteres Beispiel ist die in jüngster Vergangenheit durchgeführte umfassende Analyse und Modellierung von Sturmschäden auf der Basis aller auf unseren Versuchsflächen einzelbaumweise dokumentierten zufälligen Nutzungen [3, 4]

Bezüglich Schneeschäden war es vor kurzem wieder einmal so weit. Zwei Nassschneeereignisse führten im März 2006 in einer Kiefern-Versuchsfläche der FVA nahe Freiburg und wenige Jahre später im Oktober 2012 in einer Birken-Versuchsfläche nahe Stuttgart zu erheblichen Schäden. Beide Flächen waren jeweils unmittelbar vor den Schneefällen im Rahmen ihres Versuchsprogramms durchforstet worden. Nach Erfassung der vom Schnee beschädigten Bäume unmittelbar nach dem Schadereignis ergab sich dadurch die Möglichkeit, möglichen Zusammenhängen zwischen den aufgetretenen Schäden, der Behandlung sowie der Entwicklung von Beständen und Bäumen quantitativ nachzugehen.

Zwar unterscheiden sich die beiden Fälle hinsichtlich Baumart, Versuchsort, Behandlungsregime, Entwicklungsstand und dem Schneefall selbst (vgl. Kasten und Tab. 1). Damit fehlt die unmittelbare Vergleichbarkeit, und die beiden Ereignisse müssen streng genommen jeweils für sich getrennt betrachtet werden. Trotzdem ist ein Vergleich aufschlussreich.

Während die Gefährdung breitkroniger Flachlandkiefern durch Nassschnee seit langem bekannt und dokumentiert ist [2], erscheinen Schneeschäden an einer Laubbaumart wie der Birke zunächst erstaunlich. Sie werden jedoch zum einen durch den frühen Zeitpunkt des Schneefalls erklärlich, als die Laubverfärbung eben erst eingesetzt hatte (Abb. 1). Zum anderen sind Schneeschäden bei Birke tatsächlich ein durchaus bekannter Risikofaktor [5, 6].

Einfluss H/D-Wert: summarische Schäden getrennt nach Baumart.

Die Schäden betrafen bei beiden Baumarten vor allem schlanke Bäume und bestätigen damit die Erfahrungen aus früheren Untersuchungen an Kiefern [2]. Im Vergleich zum Kollektiv der unbeschädigten Bäume zeichneten sich beschädigte Kiefern oder Birken durch im Mittel signifikant geringere Durchmesser beziehungsweise signifikant höhere H/D-Werte aus (Tab. 2).

Bei Darstellung nach H/D-Klassen (Stufenbreite: 10) wird deutlich, dass bei beiden Baumarten der Anteil vom Schnee beschädigter Bäume mit steigendem H/D-Wert zunächst rasch zunimmt und dann nach Erreichen eines Maximums in eine Art Plateau übergeht (Abb. 2).

Einfluss H/D-Wert: Art der Schadausprägung getrennt nach Baumart.

Anhand der verfügbaren Messungen konnte bei den gebrochenen Kiefern auch geprüft werden, inwieweit der H/D-Wert mit der Höhe der Bruchstelle am Stamm zusammenhängt. Abb. 3 zeigt die relative Länge des nach einem Bruch verbliebenen Stammstücks in Abhängigkeit des H/D-Werts der jeweiligen Kiefer. Nach der Darstellung scheint zwar die Höhe der Bruchstelle am Stamm tendenziell mit sinkendem H/D-Wert zu steigen. Allerdings ist die Streuung der Werte so groß, dass sich auf der Basis des verfügbaren Datenmaterials kein statistisch gesicherter Zusammenhang ableiten lässt.

Diese Beobachtung korrespondiert im Prinzip mit den Befunden einer früheren Analyse aus 1970er Jahren zu Schneeschäden in einer Kiefern-Versuchsfläche im Oberrheintal [2], wo sich ebenfalls andeutete, dass Kiefern mit Kronenbrüchen (höher am Stamm liegende Bruchstelle) tendenziell niedrigere H/D-Werte aufwiesen als Kiefern mit Stammbrüchen (tiefer am Stamm liegende Bruchstellen). Aber auch damals waren diese Zusammenhänge nur schwach ausgeprägt.

Für Birke wurde differenziert, inwieweit der H/D-Wert möglicherweise damit zusammenhängt, ob die Bäume gebrochen oder gebogen worden waren. Für die vom Schnee gebogenen Bäume ergab sich dabei ein eindeutiges Ergebnis. Die H/D-Werte dieser Birken lagen statistisch hoch signifikant (Signifikanzniveau $< 0,5\%$) sowohl über denen der intakten als auch der gebrochenen Birken (Tab. 3). Für die gebrochenen Birken ergab sich dagegen ein anderes Bild: die H/D-Werte lagen interessanterweise im Mittel unter denen der intakten Bäume. Dieser Unterschied war jedoch statistisch gesehen kaum signifikant, da er sich erst auf einem Signifikanzniveau von 10 % absichern ließ. Dabei muss aufgrund der geringen Fallzahl (nur 22 gebrochene Birken) offen bleiben, ob dieses Ergebnis möglicherweise dem (zu) geringen Stichprobenumfang geschuldet war.

Zusammenwirken H/D-Wert mit anderen Faktoren.

Um zu untersuchen, welche Faktoren außer dem H/D-Wert möglicherweise eine Rolle spielen, wurden multiple lineare Regressionen durchgeführt. Geklärt werden sollte dadurch, welchen Beitrag verschiedene Einflussgrößen („Prädiktoren“ oder sogenannte „unabhängige Variablen“) auf den Anteil der vom Schnee beschädigten Bäume hatten („Antwortvariable oder sogenannte „abhängige Variable“; berechnet als Prozentsatz beschädigter Bäume je H/D-Klasse). Geprüft wurde der Einfluss folgender vier Prädiktoren: mittlerer H/D-Wert der H/D-Klasse (Klassenbreite: 10), Baumart (Kiefer codiert mit Wert „1“, Birke mit „2“), Bestandesdichte (Grundfläche) und Durchforstungsstärke vor Schnee (Entnahme in Prozent des Bestandes). Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Bei Einbeziehung aller vier Prädiktoren in die Regression ließen sich 55 % der Streuung der Antwortvariablen erklären. Dabei waren der H/D-Wert hochsignifikant ($p < 0,01\%$) und die Baumart signifikant ($p < 5\%$), während sich die Prädiktoren Bestandesdichte und Durchforstungsstärke auf dem 5% Niveau nicht als signifikant zeigten.
- Wurde von diesen vier Prädiktoren jeweils einer weggelassen, ging der Anteil erklärter Varianz durch Weglassen eines der Prädiktoren Baumart, Bestandesdichte oder Durchforstungsstärke nur geringfügig zurück um maximal 3%-Punkte (52 %). Das Weglassen des H/D-Werts als Prädiktor wirkte sich dagegen wesentlich stärker aus und reduzierte den Anteil der durch die drei anderen Prädiktoren erklärte Varianz um 33%-Punkte auf 22%.

- *Bei Regressionen mit nur einem Prädiktor ergab sich der stärkste Zusammenhang für den H/D-Wert (46%), während die drei anderen Prädiktoren jeweils nur zwischen 13 – 22 % der Varianz der Antwortvariablen erklären konnten.*

Insgesamt zeigt dies deutlich, dass die Disposition für Schäden durch Schnee in erster Linie vom H/D-Wert abhing. Bestandesdichte oder Durchforstungsstärke hatten vergleichsweise deutlich geringere Bedeutung; dies traf bei beiden Baumarten zu. Ganz offensichtlich kommt der vom H/D-Wert indizierten Schaftstatik für die Disponierung jüngerer Kiefern und Birken für Schneeschäden dieselbe Bedeutung zu wie bei Fichte [1]. In diesem Zusammenhang sei allerdings einschränkend darauf hingewiesen, dass sich die Gültigkeit diese Aussage aufgrund der vorliegenden Datenbasis bei Birke nur für Nassschnee-Ereignisse formulieren lässt, die die Bäume im belaubten Zustand treffen.

Vor dem Hintergrund dieser Befunde wird klar, dass frühe und konsequente Stammraumerweiterungen (idealerweise als Z-Baum-Durchforstung [7]) auch bei Kiefern- oder Birken-Beständen das zentrale Element zur Stabilisierung gegen Schneeschäden bilden. Sie gewährleisten durch gezielte Förderung des Durchmesserwachstums eine günstige Entwicklung des H/D-Werts und mindern so das vor allem in der Jugendphase gegebene Schadensrisiko durch Schnee. Waldbaulich vorteilhaft ist dabei, dass andere potentielle Dispositionsfaktoren wie Bestandesdichte oder Eingriffsstärke in dieser Entwicklungsphase der Bestände eine nur vergleichsweise geringe Bedeutung für die Disposition für Schneeschäden haben, so dass ihnen bei der Durchforstung kein (übermäßiges) Augenmerk gewidmet werden muss.

Allerdings sind Standraumerweiterungen grundsätzlich untrennbar mit verstärkter Astentwicklung verbunden. Bei beiden Lichtbaumarten ist daher Wertästung unverzichtbar, wenn (astfreies) Wertholz mit stabilen Bäumen produziert werden soll. Frühe Standraumerweiterungen in Verbindung mit Ästung sind bei Kiefer schon seit längerem als etabliertes waldbauliches Verfahren in einschlägigen Richtlinien umgesetzt (z. B. [8]). Ein vergleichbares Vorgehen empfiehlt sich auch zur Stabilisierung der für Schneeschäden offenbar besonders disponierten Birke. Dies erscheint auch unproblematisch, da die für diese Lichtbaumart typische Wachstums- und Astcharakteristika ohnehin ein zweiphasiges Pflegekonzept mit frühen Standraumerweiterungen in Verbindung mit Ästung nahe legen [8-11].

Quellenverzeichnis

- [1] Merkel, O. (1975): Schneebruch im Fichtenbestand bei 40jähriger Auslesedurchforstung. AFZ-Der Wald **30**, 663-665.
- [2] Abetz, P., Prange, H. (1976): Schneebruchschäden vom März 1975 in einer Kiefern-Versuchsfläche mit geometrischen und selektiven Eingriffen in der nordbadischen Rheinebene. AFZ-Der Wald **31**, 583-586.
- [3] Albrecht, A. (2009): Sturmschadensanalysen langfristiger waldwachstumskundlicher Versuchsflächendaten in Baden-Württemberg. Freiburger Forstl. Forschung, Band 42, 174pp.
- [4] Albrecht, A., Hanewinkel, M., Bauhus, J., Kohnle, U. (2012): How does silviculture affect storm damage in forests of south-western Germany? Results from empirical modeling based on long-term observations. Eur.J.For.Res. **131**, 229-247.
- [5] Klaiber, C., Heydeck, P., Majunke, C. (2000): Einschätzungen und Erkenntnisse aus der Sicht des Waldschutzes. In: Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland - Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000. Hrsg. Landesforstanstalt Eberswalde, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg; 76-84.
- [6] Päätaalo, M.L., Peltalo, H., Kellomäki, S. (1999): Modelling the risk of snow damage to forests under short-term snow loading. For. Ecol. Manage. **116**, 51-70.
- [7] Klädtke, J., Abetz, P. (2010): Durchforstungshilfe 2010. Merkblatt 53/2010 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 12pp.
- [8] MLR (1999): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. Hrsg.: Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Stuttgart, 54 pp.
- [9] Hein, S., Winterhalter, D., Kohnle, U. (2009): Wertholzproduktion mit der Sandbirke (*Betula pendula* Roth): waldbauliche Möglichkeiten und Grenzen. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **180**, 206-219.
- [10] Hein, S., Kohnle, U., Winterhalter, D., Wilhelm, G. (2009): Wertholzproduktion mit Birke: Grenzen und Möglichkeiten. AFZ-Der Wald **64**, 697-699.
- [11] Meyer, H., Petkau, A., Hein, S. (2011): Rentabilität der Birke. AFZ-Der Wald **66**, 15-17.

Kasten:**Kiefer**

Die Versuchsfläche Kie 120 befindet sich im Oberrheinischen Tiefland nahe Hartheim am Rhein. Die Versuchsfläche liegt in einem 1961 mit 24.000 Kiefern je Hektar gepflanzten Bestand. 1982 wurde hier ein Standraumversuch angelegt. Der Versuch besteht aus sechs Feldern mit stark variierender Baumzahlhaltung (Spanne bei Versuchsanlage 4.300-8.100 Kiefern je Hektar). Unmittelbar nach Aufnahme und Behandlung des Versuchs im Winterhalbjahr 2005/2006 (vgl. Tab. 1) verursachte im März 2006 (Alter 47 Jahre) ein später Nassschneefall Schäden in nennenswertem Umfang nahezu ausschließlich durch Bruch. Bei fünf der sechs Felder konnten die vom Schnee beschädigten Bäume nach dem Schadereignis nach Baumhöhe, Durchmesser und die Höhe der Bruchstelle am Stamm erfasst werden. Bei einem Feld war dies aufgrund (zu) rascher Aufarbeitung des Schadholzes nicht mehr möglich.

Birke

Die Versuchsfläche Bi 7 liegt im Neckarland nahe Leonberg. Sie entstand aus einer Sukzession auf einer durch den Sturm Lothar 1999 verursachten Freifläche. Bei Anlage des Versuchs im Winterhalbjahr 2010/2011 lag die Baumzahl im Mittel bei gut 2.000 Birken je Hektar. Der Versuch ist Teil der LSD-Versuchsreihe der FVA (Laubbaum-Standraumversuch: Solitär- bis Dichtstand). Zu Versuchsbeginn wurden daher drei Felder mit sehr kontrastreicher Baumzahlhaltung angelegt (1.900, 1.200, und 400 Birken je Hektar). Im Jahr nach Anlage des Versuchs verursachte im Oktober 2012 (Alter 13 Jahre) im noch belaubten Bestand ein früher Nassschneefall erhebliche Schäden. Unmittelbar nach dem Schadereignis wurden alle drei Felder erneut aufgenommen und dabei auch die vom Schnee beschädigten Bäume erfasst (vgl. Tab. 1). Soweit es sich um individuell nummerierte Bäume handelte, wurden Durchmesser und Höhe gemessen; bei den auf Strichliste erfassten Birken wurde nur der Durchmesser ermittelt und die Höhe der Bestandeshöhenkurve entnommen. Die 467 beschädigten Birken waren zum weitaus überwiegenden Teil gebogen (95 %), lediglich knapp 5 % waren gebrochen.

Autorenkasten:

Prof. Dr. U. Kohnle leitet die Abteilung Waldwachstum der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Elke Lenk, Klaus Freyler und Oswald Keller sind Mitarbeiter der Abt. Waldwachstum

Tabelle 1. Wachstumskundliche Kennwerte der untersuchten Kiefern- und der Birken-Versuchsfläche

	Kiefer (5 Versuchsfelder)			Birke (3 Versuchsfelder)			
	Mittel	min	max	Mittel	min	max	
A) Durchforstung (vor Nassschneefall)							
Entnahmestärke (in % der G)	23%	5%	41%	32%	0%	71%	
B) durchforsteter Bestand (vor Nassschneefall)							
Bäume/ha	557	312	1.355	1.214	411	1.892	
H ₁₀₀ ² (im)	18,2	17,8	18,7	13,8	13,5	14,2	
G (m ² /ha)	17,7	12,3	27,9	7,7	4,7	9,9	
Vol (Vfm/ha)	139	97	206	35	28	40	
BHD	D _G ³ (cm)	21,8	16,2	24,6	9,7	8,2	12,1
	D ₁₀₀ ¹ (cm)	27,0	23,9	28,9	14,7	13,8	15,2
H/D	H/D _G	80	72	101	129	109	142
	H/D ₁₀₀	68	63	76	94	92	98
C) Schneeschaden							
% N	16%	2%	36%	50%	41%	56%	
% G	7%	1%	14%	41%	32%	48%	
D _G (cm)	15,5	13,1	19,9	8,9	7,2	11,6	
H/D _G	113	89	128	138	112	154	

¹D₁₀₀: Durchmesser des Grundflächen-Mittelstamm der 100 dicksten Bäume je Hektar; ²H₂₀₀: Höhe des D₁₀₀-Stammes; ³D_G: Durchmesser des Grundflächen-Mittelstammes

Tabelle 2. Mittelwerte und Standardfehler (SE) von Durchmesser und H/D-Werten unbeschädigter und beschädigter Kiefern bzw. Birken nach Nassschneefall. Angegeben sind die Signifikanzschwellen des Unterschieds zwischen beschädigten und unbeschädigten Bäumen entsprechend U-Test nach Mann-Wilcoxon (p_{MWU}).

	Kiefer		Birke	
	Mittel	SE	Mittel	SE
Durchmesser (BHD in cm)				
unbeschädigt	19,5	0,22	9,2	0,14
beschädigt	14,0	0,34	7,8	0,11
p_{MWU}	<i><0,0001</i>		<i>0,0021</i>	
H/D-Wert				
unbeschädigt	91	0,86	144	1,48
beschädigt	112	1,63	151	1,28
p_{MWU}	<i><0,0001</i>		<i><0,0001</i>	

Tabelle 3. Mittelwerte und Standardfehler (SE) von H/D-Werten unterschiedlich vom Schnee beschädigter Birken.

	<i>(Anzahl Bäume)</i>	Mittel*	SE
gebogene Birken	(445)	152 ^a	1,3
intakte Birken	(541)	144 ^b	1,5
gebrochene Birken	(22)	132 ^b	5,7

* die Unterschiede zwischen den Gruppen sind signifikant (Kruskal-Wallis ANOVA; $p < 0,0001$)

^{a,b} Mittelwerte gefolgt von unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Mann-Whitney U-Test; $p < 0,005$)



Abbildung 1. Birken-Versuchsfläche (Alter 13 Jahre) nach Nassschneefall im Oktober 2012. Das obere Bild (Aufnahme: Jochen Müller) wurde wenige Tage nach dem Schneefall gemacht. Untere Bilder stammen vom Dezember 2013 (links: unbehandeltes Kontrollfeld mit 1.900 Birken / ha; Mitte: Feld Z-Baum-Durchforstung mit 1.300 Birken / ha; rechts: solitärartiges Feld mit 400 Birken / ha).

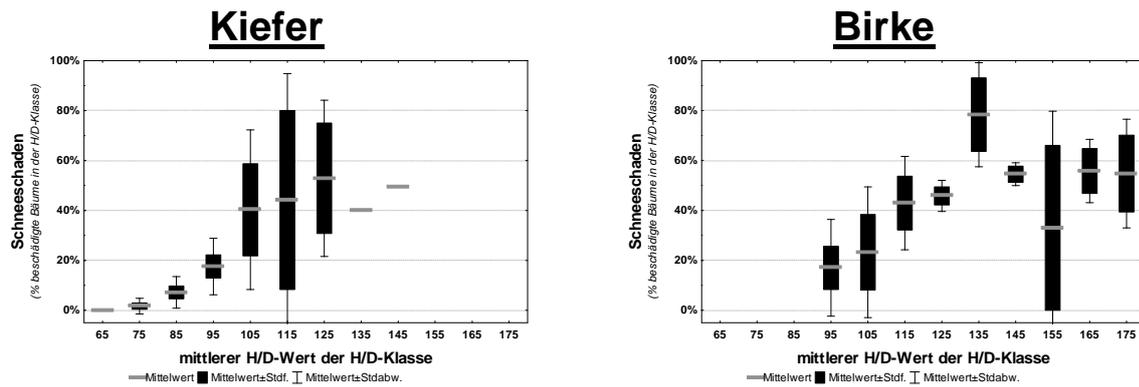


Abbildung 2. Anteil vom Schnee beschädigter Bäume dargestellt nach H/D-Klassen für den Kiefern-Versuch (linke Grafik) bzw. Birken-Versuch (rechte Grafik). Für diese Darstellungen wurden die Ergebnisse aller Felder der beiden Versuche jeweils zusammengefasst; bei Kiefer liegen für die H/D-Klassen 65, 135 und 145 nur jeweils von einem Feld Werte vor (*Std*: Standardfehler des Mittelwerts; *Stdabw*: Standardabweichung des Mittelwerts).

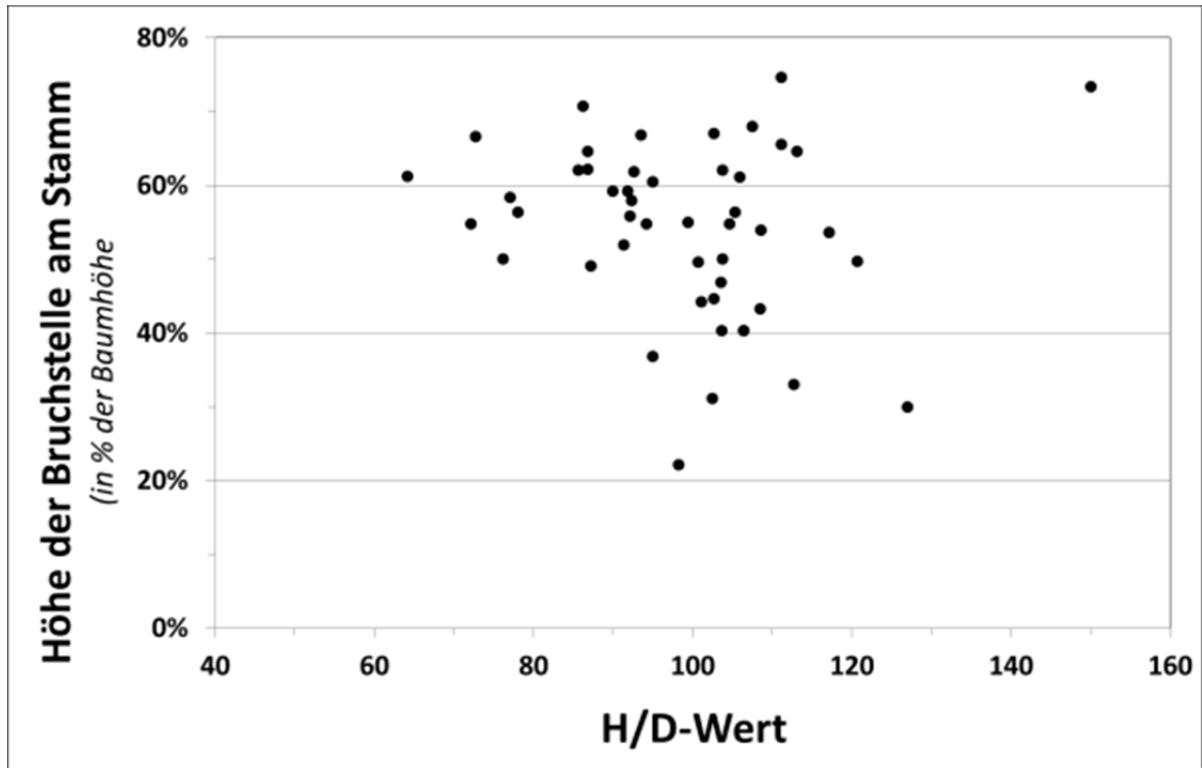


Abbildung 3. Höhe der Bruchstelle am Stamm der vom Schnee gebrochenen Kiefern in Abhängigkeit des H/D-Wertes (AB: ausscheidender Bestand bei der Durchforstung des jeweiligen Feldes unmittelbar vor dem Nassschneefall; in % der Grundfläche vor Durchforstung).