

# Dokumentation der Anpassung an den Klimawandel

## Fallbeispiel Herrliberg, Ammerswil AG

Dezember 2023



Nach dem Sturm Lothar von 1999 hat sich am Herrliberg eine vielfältige Naturverjüngung eingestellt. 23 Jahre später sind auf 1.36 ha Fläche 18 Baumarten etabliert. Es wurden 7 Baumarten als Z-Bäume gewählt, darunter 13 Edelkastanien/ha mit einem mittleren BHD von 30.8 cm, 6 Stieleichen/ha (22.5 cm) und 18 Birken/ha (30.3 cm). Das Spezielle an diesem strukturreichen Bestand ist die unerwartete Naturverjüngung der Edelkastanie.

Ort	Ammerswil AG, Herrliberg		
Höhe	450 – 490 m ü. M.		
Geologie	Obere Meeresmolasse		
Boden	Parabraunerde, Braunerde		
Waldstandort (submontan)			
Verjüngungsart	Naturverjüngung		
Verjüngungsform	Störungsfläche, Sturm Lothar 1999		
Fläche	1.36 ha		
Eigentümerin	OBG Ammerswil		
Bewirtschafter	Forstdienste Lenzia		
			Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Klimanormwerte (MeteoSchweiz) und Klimaszenarien CH2018.

	Normwert 1961-1990	Normwert 1991-2020	Szenario RCP2.6 2070-2099	Szenario RCP8.5 2070-2099
Jahresniederschlag	1083 mm	1060 mm	-5.5 bis +10.6 mm	-5.4 bis +10.6 mm
Temperaturmittel	8.2°	9.5°	+0.6° bis +1.9°	+3.3 bis +5.4°



Fachstelle Waldbau  
Centre de sylviculture  
Centro per la Selvicoltura

---

## **Impressum**

Autoren: Martin Brüllhardt (Fachstelle Waldbau)  
Daniel Guggisberg (Kanton Aargau, Abteilung Wald)  
Peter Ammann (Fachstelle Waldbau)

Projekt: Projekt «Fallbeispiele Anpassung Klimawandel»

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt BAFU (Forschungsvertrag 19.0051.PJ /  
3AC510E6A)

Auftragnehmer: Bildungszentrum Wald Lyss, Fachstelle Waldbau

Projektleitung: Peter Ammann

## 1. Zielsetzung

Rasche klimatische Veränderungen haben Auswirkungen auf wichtige Standortfaktoren im Wald. Waldbauliche Tätigkeiten müssen sich daher an Adaptationsprinzipien orientieren, um die Anpassungsfähigkeit der Waldökosysteme zu erhöhen. Es stellt sich dabei die Frage, inwiefern sich Zukunftsbaumarten natürlich verjüngen und welche Bedingungen dafür erfüllt sein müssen. Durch die Dokumentation von Beispielen können auch für vergleichbare Fälle Lehren gezogen werden.

Vorliegend wird die Entwicklung auf einer naturverjüngten Fläche rekonstruiert, welche nach Sturmschäden durch Orkan Lothar geräumt wurde. Es wird der heutige Zustand (Sommer 2023) erfasst und dokumentiert. Auf dieser Basis werden mögliche zukünftige Entwicklungen und Bewirtschaftungsoptionen des Bestandes diskutiert.

## 2. Untersuchungsfläche Ammerswil, Herrliberg

### 2.1. Lage, Boden und Waldgesellschaft

Die untersuchte Fläche liegt in der Gemeinde Ammerswil im Kanton Aargau und ist im Besitz der gleichnamigen Ortsbürgergemeinde. Sie liegt auf dem Herrliberg, dem nordöstlichsten Ausläufer der Hügelkette des Rietenberges. Der überwiegende Teil der Fläche ist nord- und nordostexponiert und erstreckt sich über die Hügelkuppe zu einer kleineren südwest-exponierten Teilfläche.

Das Ausgangsgestein stammt aus dem Tertiär und wird der Oberen Meeresmolasse zugewiesen. Es handelt sich um Sandsteine und quarzitreiche Nagelfluh. Am östlichen Rand des Perimeters sind durch Möranenmaterial der Würmvergletscherung auch Überlagerungen aus dem Quartär vorhanden (Schweizerische Geologische Kommission, 1966).

Auf den mässig tiefgründigen bis tiefgründigen und gut durchlässigen Parabraunerden und Braunerden sind die Waldgesellschaften 7aa (Typischer Waldmeister-Buchenwald, artenarme Ausbildung), 7d (Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse), 6a (Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse) und 7a (Typischer Waldmeister-Buchenwald) kartiert. Der dominierende Standort 7aa zeichnet sich durch saure Böden aus, er ist meist tiefgründig. Mit 7d und 6a gibt es Partien, welche etwas trockener und noch etwas saurer sind (6a).

### 2.2. Ausgangslage

Orkan Lothar schädigte im Jahr 1999 den damals auf der Fläche stockenden nadelholzdominierten Bestand stark (vgl. Abb. 2). Nach der Räumung der geworfenen und gebrochenen Bäume wurde 2002 nach einer Begehung entschieden, auf Naturverjüngung zu setzen und auf Pflanzungen zu verzichten, obschon die Naturverjüngung als spärlich eingeschätzt wurde. Teilweise wurde die Naturverjüngung mit Einzelschützen geschützt (Föhre, Tanne). Allerdings war die Massnahme wenig erfolgreich, da sich diese Bäume nicht durchsetzen konnten. Erst danach wurden im Jahr 2004 von Mitarbeitenden der Forstdienste Lenzia die ersten Edelkastanien entdeckt (Guggisberg und Ammann, 2021). Diese stammen höchstwahrscheinlich von wenigen Samenbäumen des benachbarten Landwirtschaftslandes und einer älteren grosskronigen Kastanie südöstlich des Bestandes. Die Ausbreitungsdistanz beträgt 200 bis 400 Meter. Pflegeeingriffe sind in den Jahren 2012 und 2016 dokumentiert. Sie wurden konsequent als Z-Baum-Durchforstungen im Endabstand ausgeführt. Dabei wurden auch Kronenschnitte und Wertastungen der Edelkastanien-Z-Bäume durchgeführt. Im Jahr 2021 wurde bei der nächsten

starken Z-Baum-Durchforstung erstmals Holz geerntet. Insbesondere dank der Birke mit ihren bereits interessanten Durchmessern war dieser Eingriff kostendeckend. Es erfolgten letzte (z.T. verspätete) Wertastungen (Guggisberg und Ammann, 2021). In den Jahren 2016 und 2021 wurde an je einem Baum Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*) entdeckt. Die befallenen Bäume wurden verbrannt.



Abbildung 1: Luftbilder der untersuchten Fläche aus dem Jahr 1998 (links) und dem Jahr 2002 (rechts). (Luftbilder: SWISSIMAGE, Bundesamt für Landestopografie swisstopo).



Abbildung 3: Luftbild der untersuchten Fläche aus dem Jahr 2022 (Luftbild: Aargauisches Geografisches Informationssystem (AGIS)).

### 3. Aufnahmemethoden

Die gesamte Fläche wurde ab einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 8 cm im Juni 2023 vollkluppiert. Mittels Globalem Navigationssatellitensystem (GNSS) und Echtzeitkinematik (RTK) wurden die Baumpositionen auf Dezimetergenauigkeit erfasst. Es erfolgte eine Aufnahme aller Kandidaten und Z-Bäume. Für die Z-Bäume der Edelkastanien und Eichen wurde die Höhe des Kronenansatzes und die Baumhöhe gemessen.

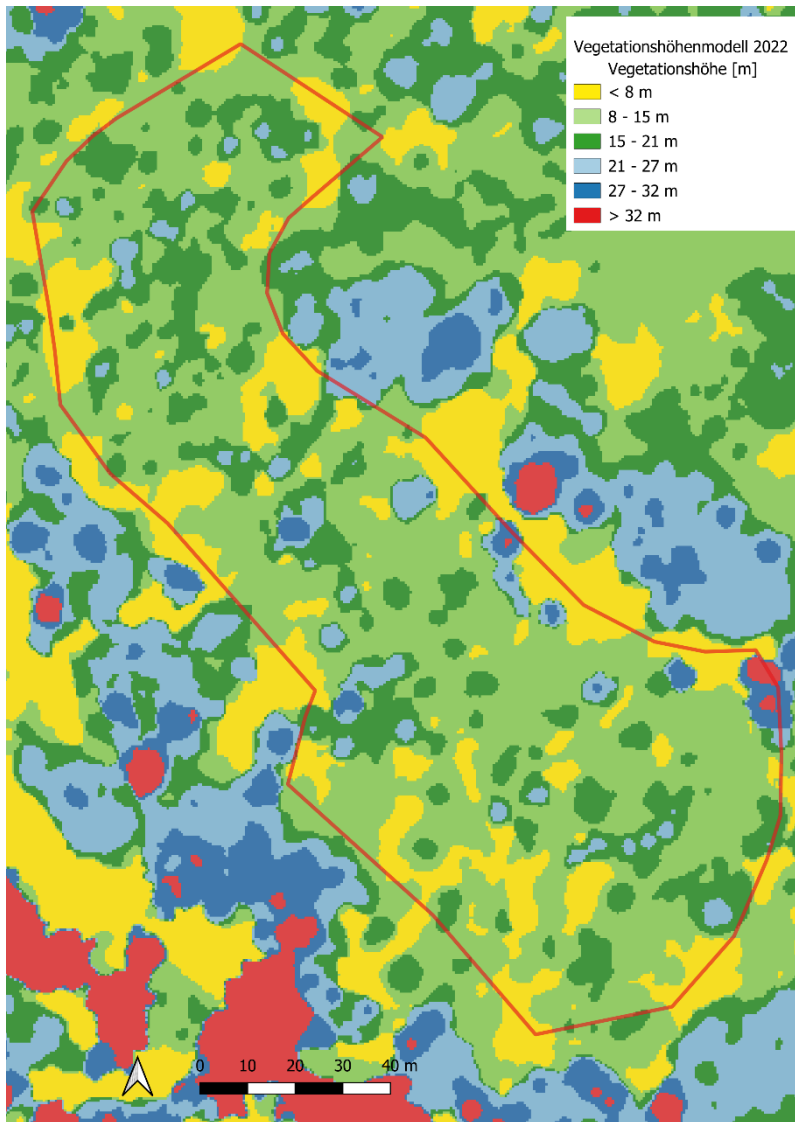


Abbildung 4: Das photogrammetrisch hergeleitete Vegetationshöhenmodell aus dem Jahre 2022 des Kantons Aargau zeigt die vertikale Strukturierung der untersuchten Fläche. Es lässt die hohen Birken, die breitkronigen Edelkastanien, die einzelnen Überhälter und durch dichte Krautschicht bedeckte Flächen gut erahnen. (Datenquelle: Aargauisches Geografisches Informationssystem (AGIS), Abteilung Wald.)

### 4. Ergebnisse

Auf der 1.36 ha umfassenden Fläche standen 652 Stämme mit einem BHD über 8 cm von 18 verschiedenen Baumarten plus Haselnuss. Vor allem im Randbereich der Fläche waren 14 Überhälter (Föhre, Weymouthsföhre, Lärche) und Vorwüchse (Fichte, Tanne, Buche, Kirsche) aus dem Ausgangsbestand vor dem Sturmereignis präsent. Die Grundfläche betrug 15.6 m<sup>2</sup>/ha. Der Nadelholzanteil gemessen an der Grundfläche war 31.5%.

Total wurden 88 Bäume von 8 verschiedenen Arten als Kandidaten angesprochen. Davon waren 59 Bäume von 7 verschiedenen Arten als Z-Bäume im Endabstand bestimmt worden

(Tab. 1). Diese hatten einen durchschnittlichen BHD von 28 cm bei einer Verteilung zwischen 14 – 42 cm (Abb. 5) und repräsentierten 18.3 % der Grundfläche.

Die Edelkastanien-Z-Bäume wiesen im Mittel einen BHD von 30.8 cm auf (14.5 - 42.2 cm) und hatten eine mittlere Baumhöhe von 17.1 m (10.7 - 20.1 m). Die Kronenansätze waren im Mittel auf 5.2 m (3.4 – 6.7 m), was zu einer mittleren Kronenlänge von 69 % (53 - 82 %) führte.

Die Stieleichen Z-Bäume waren im Mittel 22.5 cm dick (18.5 -29.6 cm) und 17.7 m hoch (14.2 – 20.4 m). Der mittlere Kronenansatz lag auf 6 m Höhe (4.7 – 6.7 m) und die Kronenlänge betrug im Mittel 66 % (55 – 71 %).

Die Birken Z-Bäume wiesen einen mittleren BHD von 30.3 cm auf (23.5 - 39.4 cm). Die drei Bergahorn Z-Bäume hatten einen BHD von 21.7 cm, 23.7 cm und 27.8 cm. Die beiden Kirschen massen 20.2 cm und 26.0 cm, die drei Weymouthsföhren 14.5 cm, 23.9 cm und 28.2 cm, die beiden Waldföhren 20.6 cm und 27.3 cm.

Strukturell weist der Bestand dank der Pionierbaumarten und dem teilweise etwas verzögerten Anwuchs verschiedene Besonderheiten auf. So standen die Hagebuchen, Tannen, Fichten und Buchen vor allem geklumpt in Trupps, welche geringere Baumhöhen und Durchmesser (vgl. Abb. 4 und 5) aufwiesen. Diese Baumarten befinden sich im Gegensatz zu den meisten ausgeschiedenen Z-Bäumen noch in der Qualifizierungsphase.

Die sehr ausgeprägte vertikale und horizontale Strukturierung durch Überhälter, Vorwüchse, schnellwüchsige Lichtbaumarten und langsamwüchsige Schattenbaumarten wird ergänzt durch kleine Bereiche dichter Brombeerteppiche ohne Baum- oder Strauchbestockung. Das Vegetationshöhenmodell in Abb. 4 gibt dazu einen guten qualitativen Eindruck. Auf der Karte mit den Baumpositionen sind ausserdem die Bereiche mit viel Füllbestand von Hagebuche oder Fichten-/Tannen-Gruppen gut zu erkennen (Abb. 5).

Tabelle 1: Stammzahlen, Grundflächen, Kandidaten und Z-Bäume.

Baumart	N	N/ha	G [m <sup>2</sup> ]	G/ha [m <sup>2</sup> ]	Kandi- daten	Kandi- daten/ha	Z-Baum	Z-Baum [n/ha]
Abies alba	66	49	1.39	1.02	1	1	0	0
Acer pseudoplatanus	47	35	1.06	0.78	8	6	3	2
Betula pendula	143	105	6.51	4.79	38	28	24	18
Carpinus betulus	156	115	2.16	1.58	0	0	0	0
Castanea sativa	24	18	1.43	1.05	17	13	17	13
Corylus avellana	19	14	0.13	0.09	0	0	0	0
Fagus sylvatica	20	15	0.54	0.40	0	0	0	0
Ilex aquifolium	1	1	0.01	0.00	0	0	0	0
Larix decidua	4	3	0.50	0.37	0	0	0	0
Picea abies	40	29	1.78	1.31	0	0	0	0
Pinus strobus	16	12	0.77	0.57	5	4	3	2
Pinus sylvestris	33	24	2.21	1.62	5	4	2	1
Populus tremula	2	1	0.03	0.03	0	0	0	0
Prunus avium	7	5	0.47	0.34	4	3	2	1
Pseudotsuga menziesii	2	1	0.04	0.03	0	0	0	0
Quercus robur	23	17	0.58	0.43	10	7	8	6
Quercus rubra	1	1	0.01	0.01	0	0	0	0
Salix caprea	39	29	1.41	1.04	0	0	0	0
Sorbus aucuparia	9	7	0.23	0.17	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>652</b>	<b>479</b>	<b>21.27</b>	<b>15.64</b>	<b>88</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>43</b>

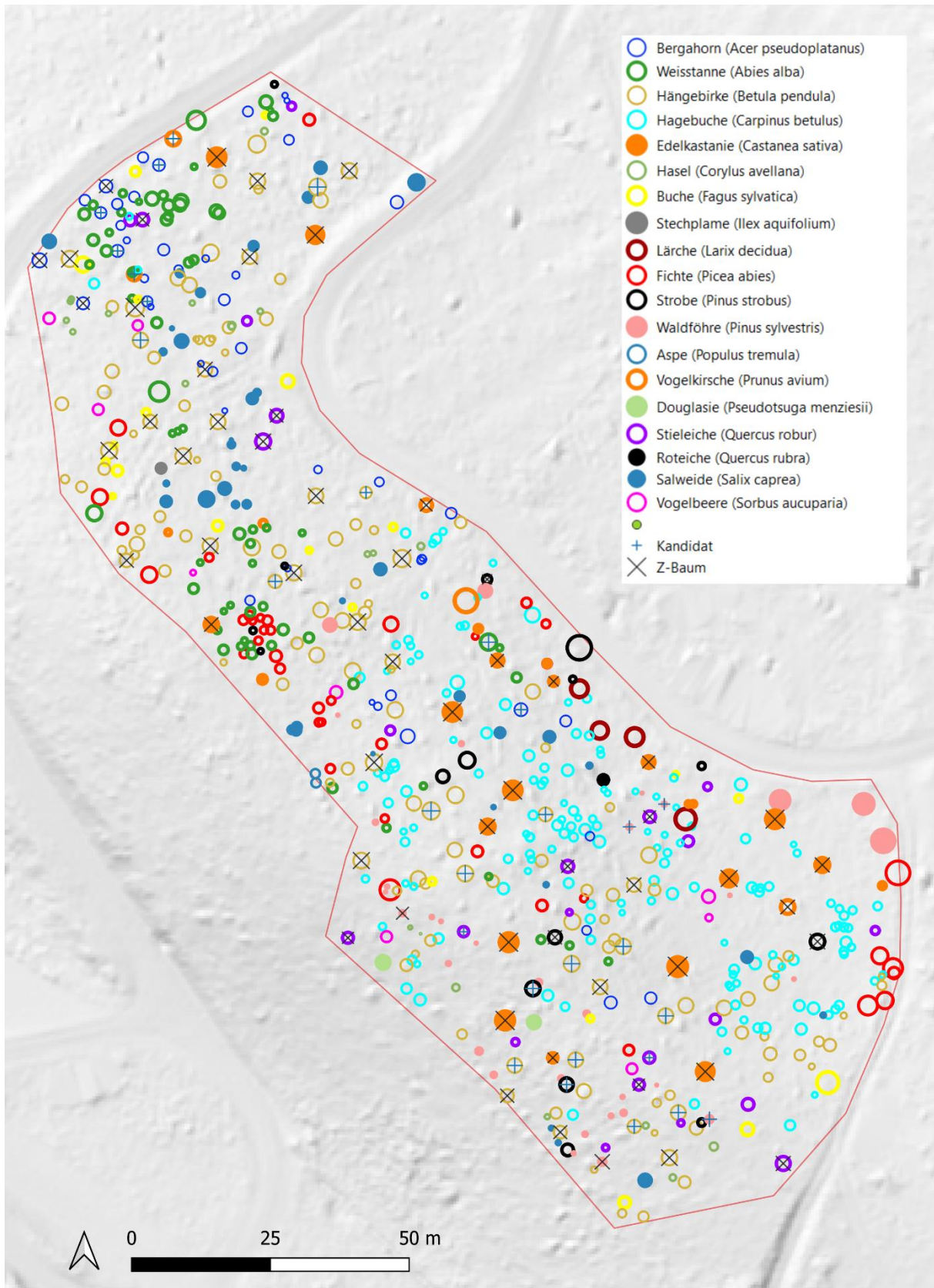


Abbildung 5: Karten mit den Positionen aller Bäume und Sträucher mit BHD > 8 cm nach Baumart und Funktion (Kandidaten, Z-Bäume). Die Grösse der Symbole entspricht dem BHD.

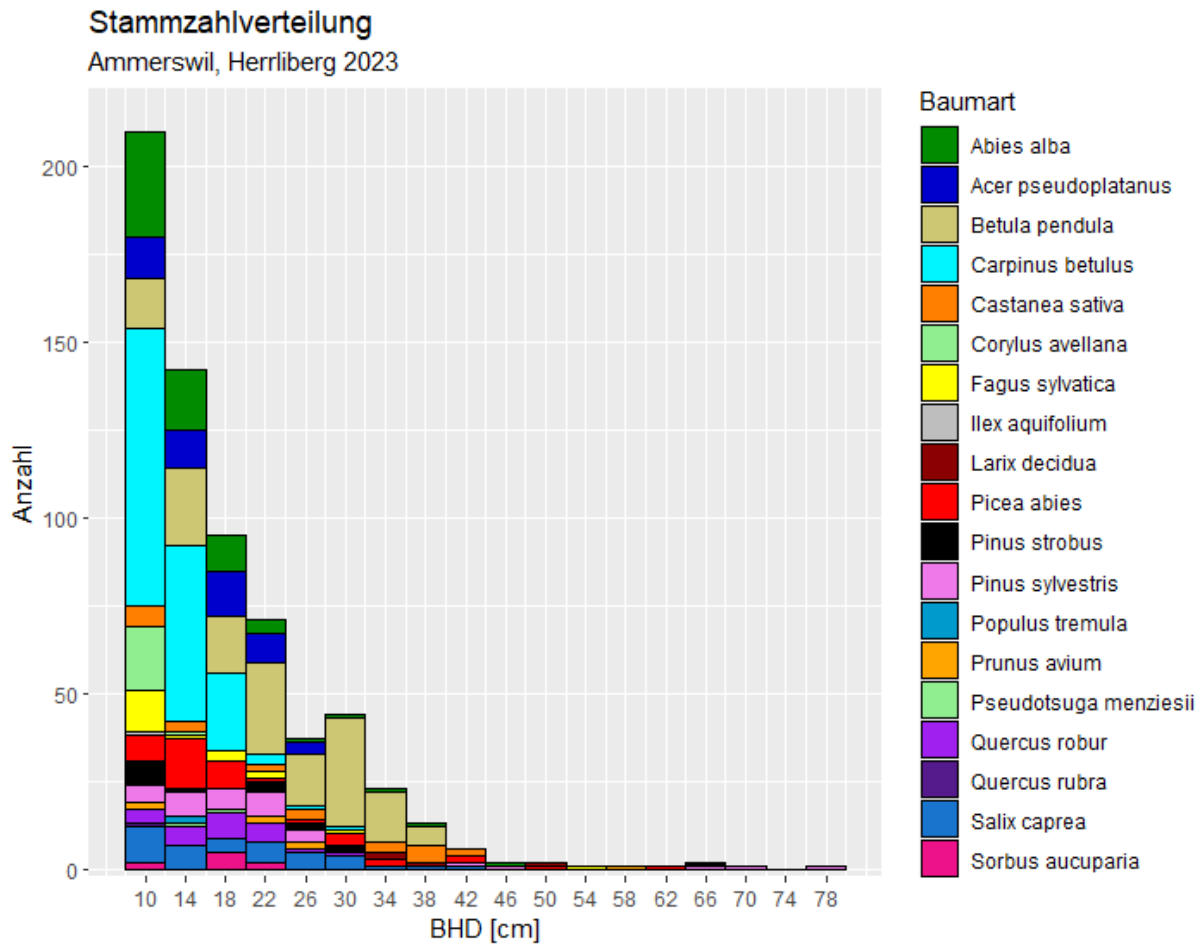


Abbildung 6: Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen.

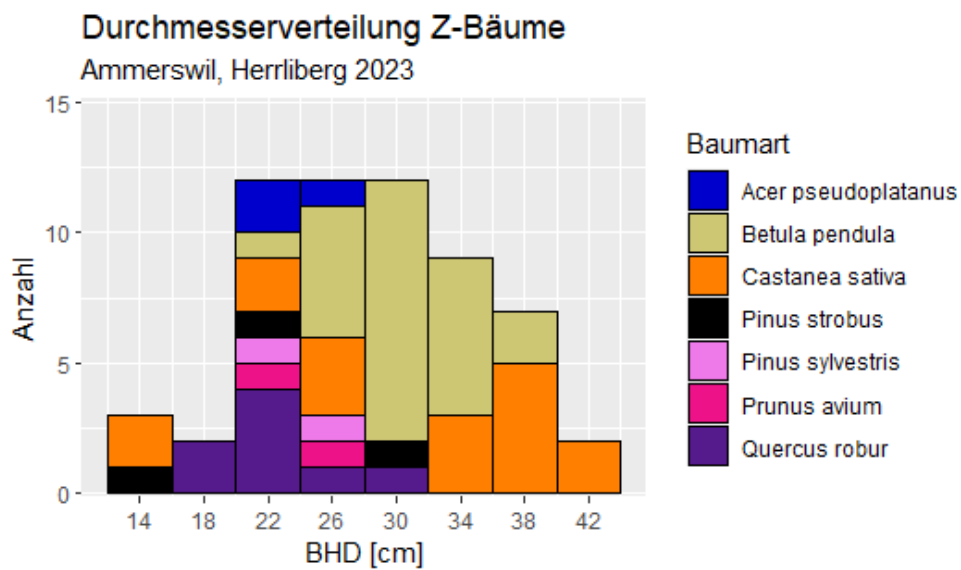


Abbildung 7: Stammzahlverteilung der Z-Bäume nach Art und BHD.



## 5. Folgerungen und Ausblick

Das vorliegende Fallbeispiel zeigt eindrücklich das Potenzial natürlicher Waldverjüngung zur Erhöhung der Baumartenvielfalt und Strukturvielfalt. Mit etwas Mut und der notwendigen Geduld konnte innerhalb von nur 23 Jahren nach dem verheerenden Sturmereignis ein vielfältig zusammengesetzter Bestand erreicht werden. Dies ohne Bestandesbegründungskosten und mit geringen Pflegekosten durch vorwiegend gezielte Massnahmen. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass es sich bei allen Z-Bäumen um Zukunftsbaumarten handelt.

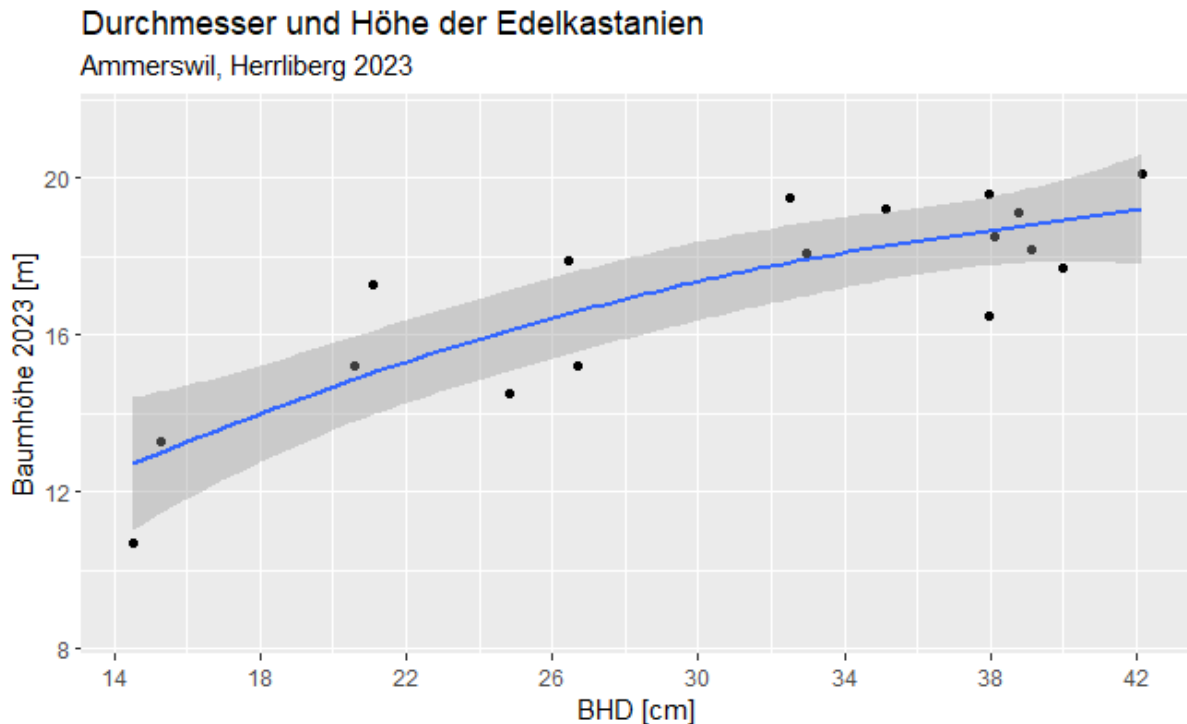


Abbildung 8: BHD und Baumhöhe der 17 Edelkastanien Z-Bäume. Mit einem  $h/d$ -Wert von ca. 50 sind die vorherrschenden Kastanien extrem stabil. Die dünneren Edelkastanien sind z.T. etwas jünger.

Die Wuchsleistung der Edelkastanie (Abb. 8) und Birke ist enorm mit den maximalen BHD von 42 cm resp. 39 cm. Die dynamische Jugendphase dieser Baumarten ist entscheidend und sollte genutzt werden. Der Zuwachs kulminiert früh. So lässt bei der Edelkastanie der Höhenzuwachs bereits nach 20 - 25 Jahren stark nach, was eine entsprechend frühe Auslese und Förderung bedingt (Hein et al., 2014). Der Kronenausbau sollte bereits im Alter ab 8 – 10 Jahren beginnen und begleitet sein von Kronenschnitten und Wertastung, um astfreie Stammstücke zu erreichen, welche etwas länger sind als (teilweise) im vorliegenden Beispiel. Hier hätten frühere Eingriffe geholfen, längere Stammstücke von 6 m zu erreichen bzw. die verspätete Wertastung von teils sehr starken Ästen zu vermeiden.

Für die Birke und die Edelkastanie können in der empfohlenen Umtriebszeit von 60 Jahren starke Stämme von deutlich über 60 cm Durchmesser erreicht werden. Beide Baumarten müssen für dieses Ziel konsequent freigestellt werden (Ammann, 2021). Bei der Edelkastanie ist dies auch besonders wichtig, um einen regelmässigen Jahrringaufbau zu fördern und damit Ringschäle zu vermeiden (Fonti et al., 2002). Die ebenfalls bereits in der Dimensionierung angekommenen Bergahorne und Stieleichen werden voraussichtlich länger auf der Fläche bleiben. Nach Ernte der Edelkastanie und Birke sollten sie für ein Produktionsziel von BHD > 60 cm weitere 20 bzw. 40 bis 60 Jahre erhalten werden. Gemeinsam mit den heute noch in

der Qualifizierung stehenden Hagebuchen, Tannen, Fichten und Buchen sichern sie den Bestand über die Pionierphase hinaus.

Die Schattenbaumarten Buche, Tanne, Fichte und insbesondere Hagebuche (als Zukunftsbaumart) sind für die Funktion als Nebenbestand und damit für die spätere Verjüngung von Lichtbaumarten sehr wichtig. Dank Pionierbaumarten, Artenvielfalt und Lücken enthält der junge Bestand eine bemerkenswerte Strukturvielfalt. Zusammen mit den vielen Samenbäumen von Zukunftsbaumarten stehen den Bewirtschaftenden damit viele Optionen offen.

### **Waldbau mit Edelkastanie - Konzept für die Wertholzproduktion**

(zu unterscheiden von Niederwald-Konzepten mit Ziel Pfahlsortimente)

Standorte:	Wüchsige, basenarme Buchenstandorte der kollinen bis submontanen Stufe (vgl. <a href="#">Ökogramm der kollinen Stufe</a> ). Keine allzu trockenen Standorte! Die Wasserverfügbarkeit im Sommer ist sehr wichtig für das regelmässige Wachstum (Muheim, 2020)
Umtriebszeit:	60 Jahre
Endabstand:	12 m (entspricht maximal 80 Z-Bäumen/ha)
Astfreie Schaftlänge:	maximal 6 m
Zieldurchmesser:	> 60 cm
Wuchsverhalten:	Sehr starkes Jugendwachstum, welches ausgenutzt werden muss, danach rasch nachlassend.
Pflegekonzept:	Die Edelkastanie ist in Mischungen oft vorherrschend und neigt zu Grobastigkeit. Deshalb die Z-Bäume im Endabstand früh auswählen und mit Kronenschnitten (Grobäste, Ableiten) und Wertastung den Qualitätsstamm ausformen. Wichtig ist dabei (in der Dückung) ein kurzer Pflageeturnus von 2 bis 3 Jahren. Wenn man nur alle 6 Jahre eingreift, riskiert man sehr dicke Äste, welche nicht mehr ohne Qualitätsverluste und Stress für den Baum geastet werden können.  Ab Stangenholz die Z-Bäume regelmässig und stark freistellen (Turnus 5 bis 6 Jahre bis zum Erreichen der gewünschten Kronengrösse). Wegen der Ringschäle ist ein gleichmässiger Jahrringaufbau wichtig.
Verjüngungsökologie:	Die Edelkastanie ist eine Halbschattenbaumart, sie wächst in recht kleinen Lücken auf (ähnlich wie Bergahorn) und kann sich auch unter Schirm verjüngen. Bereits mit wenigen Samenbäumen stellen sich meist schöne Naturverjüngungen ein (Verbreitung durch Tiere).  Es können problemlos auch Z-Bäume aus Stockausschlägen gewählt werden. Dazu den vitalsten /qualitativ guten Trieb auswählen und die anderen entfernen.
Risiken:	Bedeutendstes Risiko ist der Kastanienrindenkrebs ( <i>Cryphonectria parasitica</i> ), welcher zum Absterben der Bäume führen kann. Wichtig ist, die Einschleppung durch Pflanzenmaterial zu vermeiden; Saatgut ist unproblematisch. Die Hypovirulenz ist auf der Alpennordseite wenig verbreitet aufgrund geringer Edelkastaniendichte (Rudow, 2016). Die Ausbringung von hypovirulenten Pilzstämmen ist möglich, aber sehr aufwändig.  Die Edelkastaniengallwespe ( <i>Dryocosmus kuriphilus</i> ) ist primär für die Fruchtproduktion problematisch und führt nicht zum Absterben der Bäume. Bei Befall ist mit Zuwachsverlusten zu rechnen.



*Abbildung. 9: Grosskronige, vitale Edelkastanie mit hohem Wertzuwachs und üppiger Samenproduktion.*

## Dank

Folgenden Personen und Institutionen danken wir für ihre Unterstützung:

- Matthias Ott, Forstdienste Lenzia
- Marcel Zurbuchen und Thomas Waltenspühl, Forstdienste Lenzia

Das Projekt «Fallbeispiele Anpassung Klimawandel» wurde mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) umgesetzt.

## Quellen

Ammann, P. (2021): Birke – eine Baumart mit Potenzial. Wald und Holz 2/21: 16-19.

CH2018 Project Team (2018): CH2018 - Climate Scenarios for Switzerland. National Centre for Climate Services. <https://doi.org/10.18751/Climate/Scenarios/CH2018/1.0>

Fonti, P., Macchioni, N., & Thibaut, B. (2002). Ring shake in chestnut (*Castanea sativa* Mill.): State of the art. Annals of Forest Science, 59(2), 129-140.

Guggisberg, D. und Ammann, P. 2021: Waldbaulich-Ertragskundliche Beobachtungsflächen - Versuchsfläche Herrliberg. Departement Bau, Verkehr und Umwelt - Abteilung Wald.

Hein, S., Ehring, A., Kohnle, U. 2014: Wachstumskundliche Grundlagen der Wertholzproduktion mit der Edelkastanie (*Castanea sativa* MILL.) in Südwestdeutschland und im Elsass. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 185: 1-16.

Muheim, L. 2020: Das Wachstum der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf Waldstandorten der Schweizer Alpennordseite. Masterarbeit, ETH Zürich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000460730>

Rudow, A. 2016: Umgang mit Kastanienrindenkrebs. Kastanienwaldbaukurs Ortenau (D), Weiterbildung Wald Aargau (Abteilung Wald).

Schweizerische Geologische Kommission 1966: Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1090 Wohlen. Kümmerly&Frey AG, Geographischer Verlag, Bern.