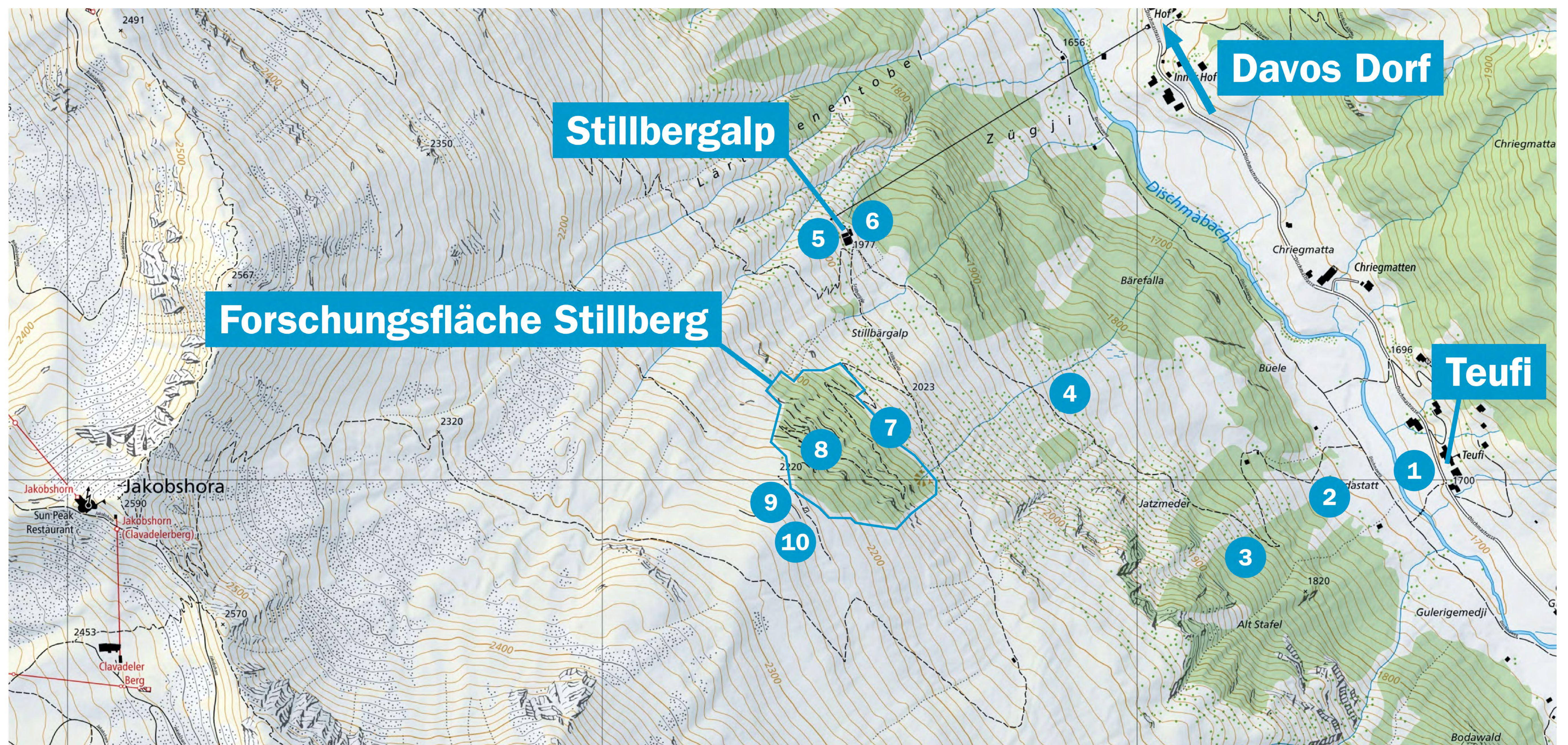


50 Jahre Forschungsfläche Stillberg: Überblick über die Veranstaltung



Offene Forschungsfläche

Lernen Sie die Forschungsfläche kennen: Fachpersonen des SLF und der WSL stellen an teils interaktiven Posten Forschungsthemen und Ergebnisse vor:

1. Von der Lawine zum Gebirgsprogramm
2. Schutzwald und Waldnutzung
mit Forstbetrieb Davos und Amt für Wald und Naturgefahren Kanton Graubünden
3. Naturwald-Forschung im Gebirgswald
4. Biodiversität und Lebensraum Waldgrenze
5. Versuchsaufforstung Stillberg
6. Geschichten aus Jahrringen
7. Einflüsse auf Bäume an der Waldgrenze
8. Baumhöhen messen mit einem Laser
9. Waldgrenzen in der Zukunft
10. Alpine Ökosysteme

Verpflegung

Grillwaren und Getränke auf der Stillbergalp, normaler Restaurantbetrieb im Restaurant Teufi

Busverbindungen ab Teufi

Richtung Davos Dorf, Bahnhof

- Linie 312: 13.05, 14.25, 15.40, 17.15 Uhr
- Linie 313: jeweils xx.23 Uhr

Hinweis

Es führen keine offiziellen Wanderwege durch die Forschungsfläche. Die Benutzung der Wege in der Forschungsfläche erfolgt auf eigene Gefahr. Das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF lehnt jede Haftung ab und weist auf die Eigenverantwortung der Besuchenden hin.

Notfallnummern

Sanität	144
REGA	1414
Polizei	117
Feuerwehr	118

Wenden Sie sich bei Notfällen an unsere Mitarbeitenden in den gelben Westen.

Von der Lawine zum Gebirgsprogramm

Lawinenwinter 1950/51

Seit den 1950er-Jahren betreiben WSL und SLF – die heute zusammengehören, damals aber unabhängig voneinander waren – im Bereich der Waldgrenze eine Versuchsfläche. Auslöser dafür war der Lawinenwinter 1950/51, der in der Schweiz 98 Todesopfer forderte sowie 1500 Gebäude und fast 2000 Hektaren Schutzwald zerstörte.

Gebirgsprogramm

Die Versuchsaufforstung am Stillberg stellt den Schwerpunkt im sogenannten Gebirgsprogramm der WSL und des SLF dar. Dessen Ziel war, ökologisch, technisch und wirtschaftlich nachhaltige Aufforstungstechniken an der Baumgrenze zu entwickeln, um die Gefahr durch Lawinen zu verringern.

Die Wahl fiel auf den Stillberg. Entscheidend waren seine ideale Höhenlage an der Waldgrenze sowie knapp darüber und weil der Hang in typischem Lawinenanrissgebiet liegt, mit einer Neigung von 35 bis 45 Grad. Nicht zuletzt war auch die Nähe zum SLF logistisch vorteilhaft.

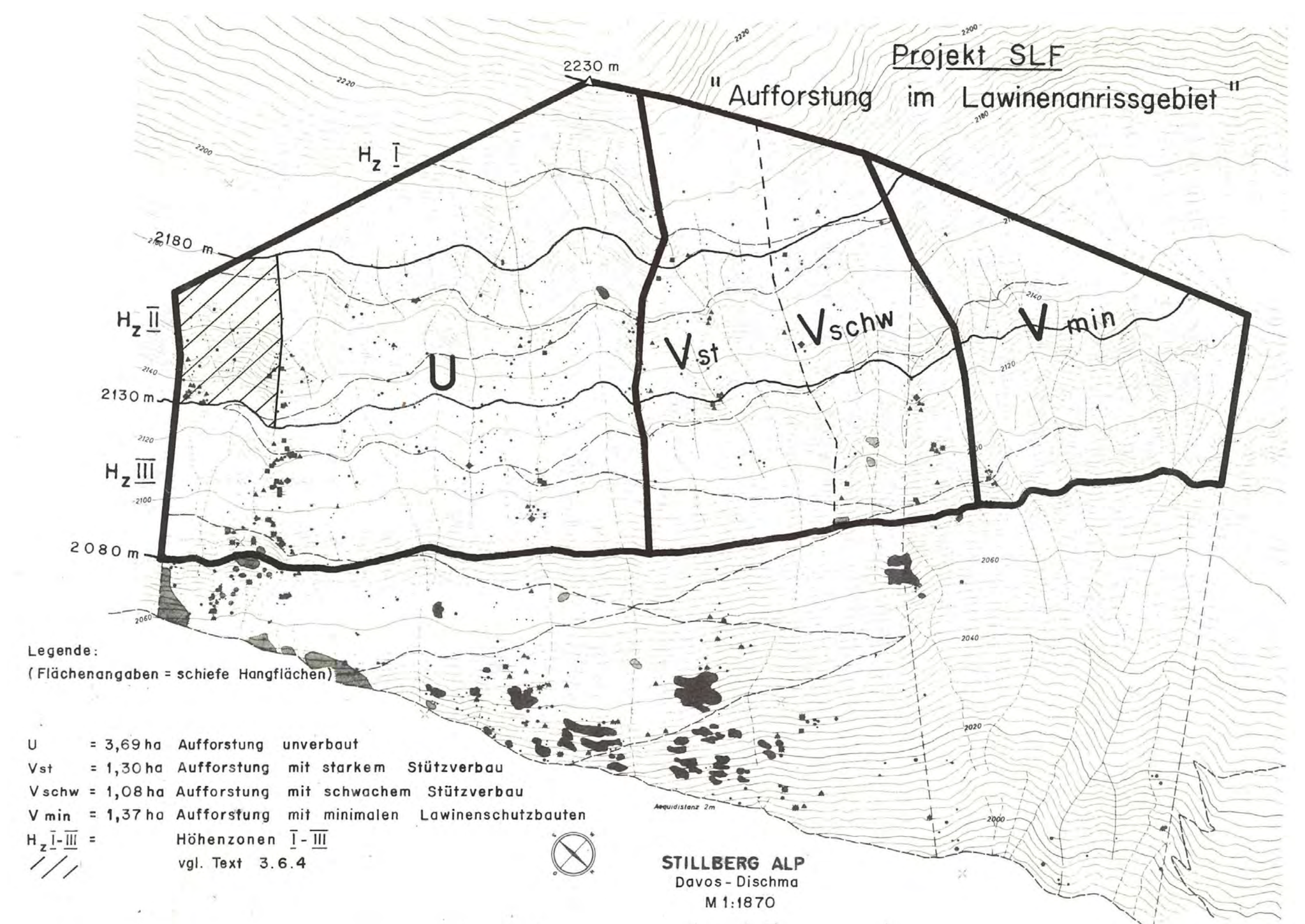
Der Hauptversuch begann 1975: Auf einem Gebiet von rund fünf Hektaren pflanzten WSL und SLF rund 92 000 kleine Lärchen, Bergföhren und Arven in einem systematischen Pflanzmuster. Ausserdem wurden auf einem Teil der aufgeforsteten Fläche temporäre Lawinenverbauungen errichtet.



Rechts im Bild: zerstörter Stall in der Teufi, Januar 1951
(Foto: Andres Issler)



Lawinenunglück Chaiseren, Januar 1951
(Foto: Dokumentationsbibliothek Davos, W. Oswald)



Planskizze des Versuchsaufbaus am Stillberg, 1968

Das sind WSL und SLF

Forschen für Mensch und Umwelt in einer Welt im Wandel: Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL überwacht und erforscht Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis. Sie ist ein Forschungsinstitut des Bundes und gehört zum ETH-Bereich.

Das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF ist seit 1989 Teil der WSL. Seine Aufgaben sind Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen rund um Schnee, Lawinen, weitere alpine Naturgefahren, Permafrost und Gebirgsökosysteme. Seine bekannteste Dienstleistung ist das Lawinenbulletin.

Teufi / Chaisereren: Lawinen 1951, 2019

Lawinenwinter 1950/51 in Davos

Am 20./21. Januar 1951 ereigneten sich in der Landschaft Davos 76 Schadenlawinen. Sieben Personen starben, 64 Gebäude (davon 8 Häuser) wurden ganz oder teilweise zerstört. Davos war 5½ Tage, vom 19. Januar spätabends bis am 25. Januar morgens, von der Umwelt abgeschnitten.

Dischma, Chaisereren, Lawine 1951

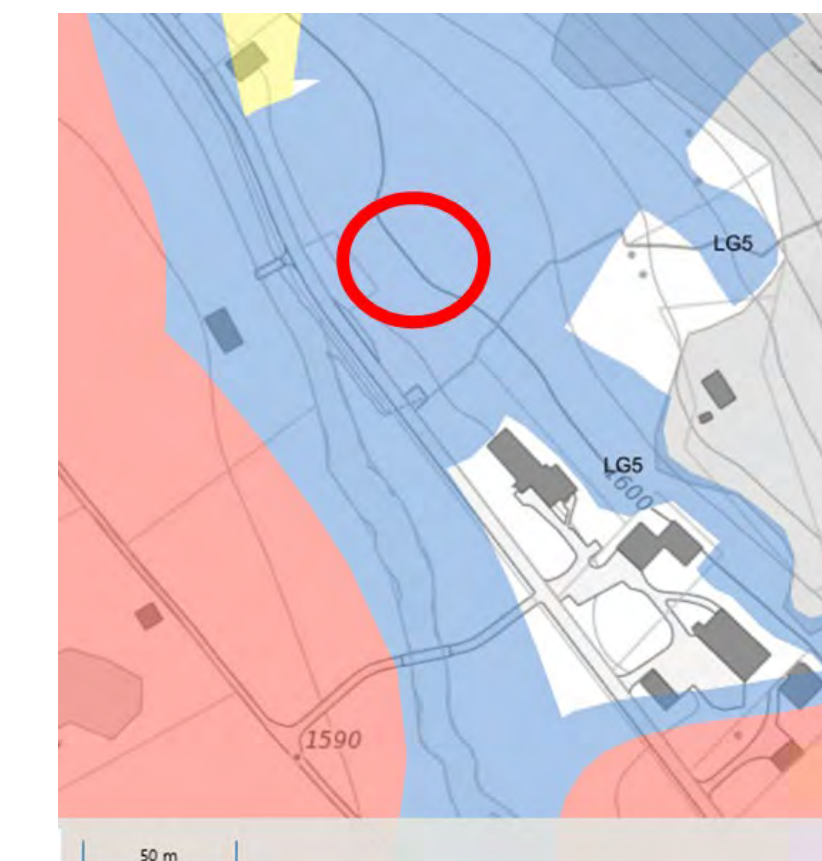
Am 21. Januar 1951 um 17 Uhr wurden zwei Gebäude zerstört. Drei Personen starben, während drei gerettet werden konnten. Die Lawine durchfloss den damals noch weniger dichten Wald. Es handelte sich um «Wildschnee».



21. Januar 1951: Lawine vom Büelenwald (Karte 1955)



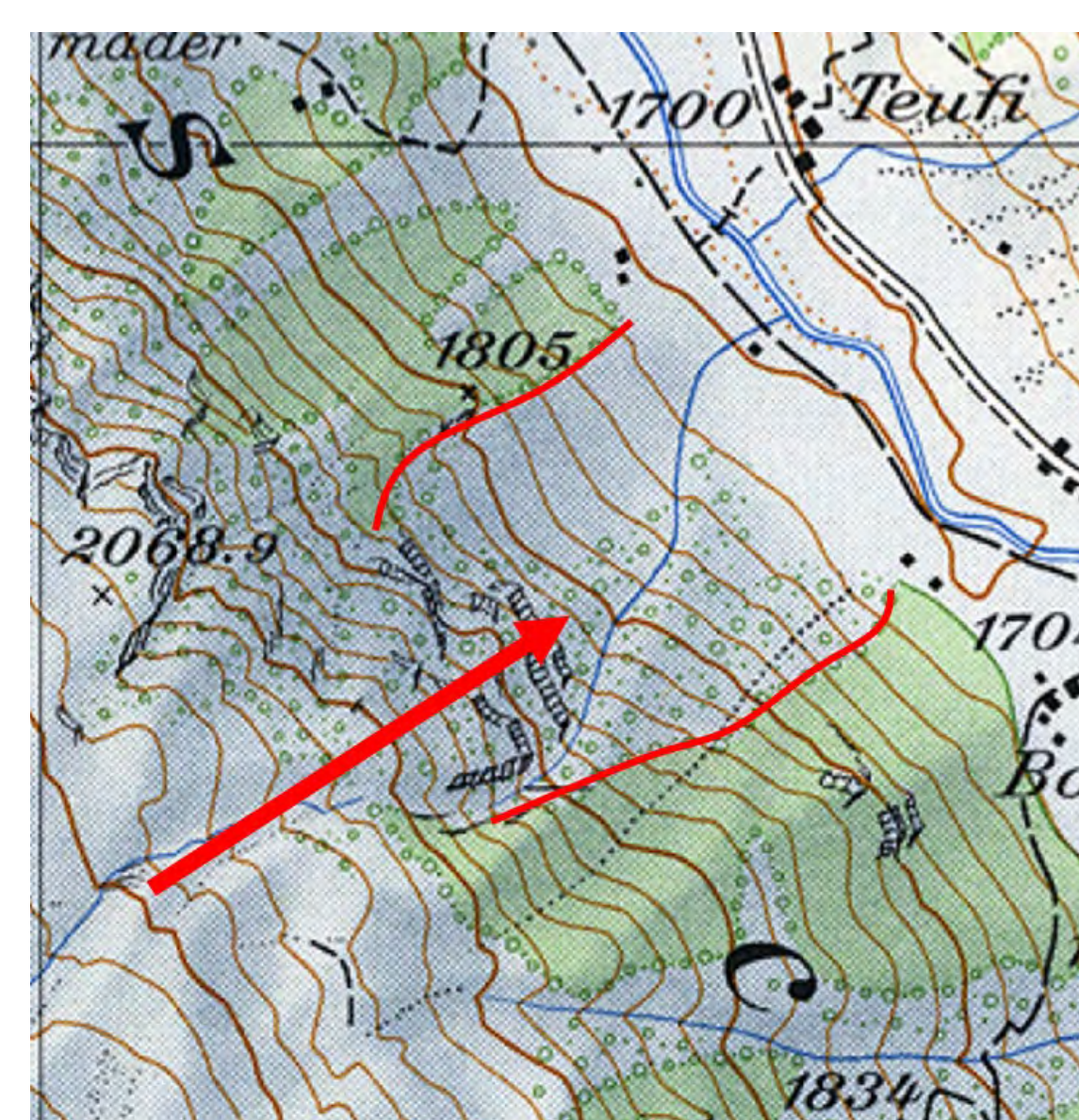
Waldschneise (Luftbild 1930)



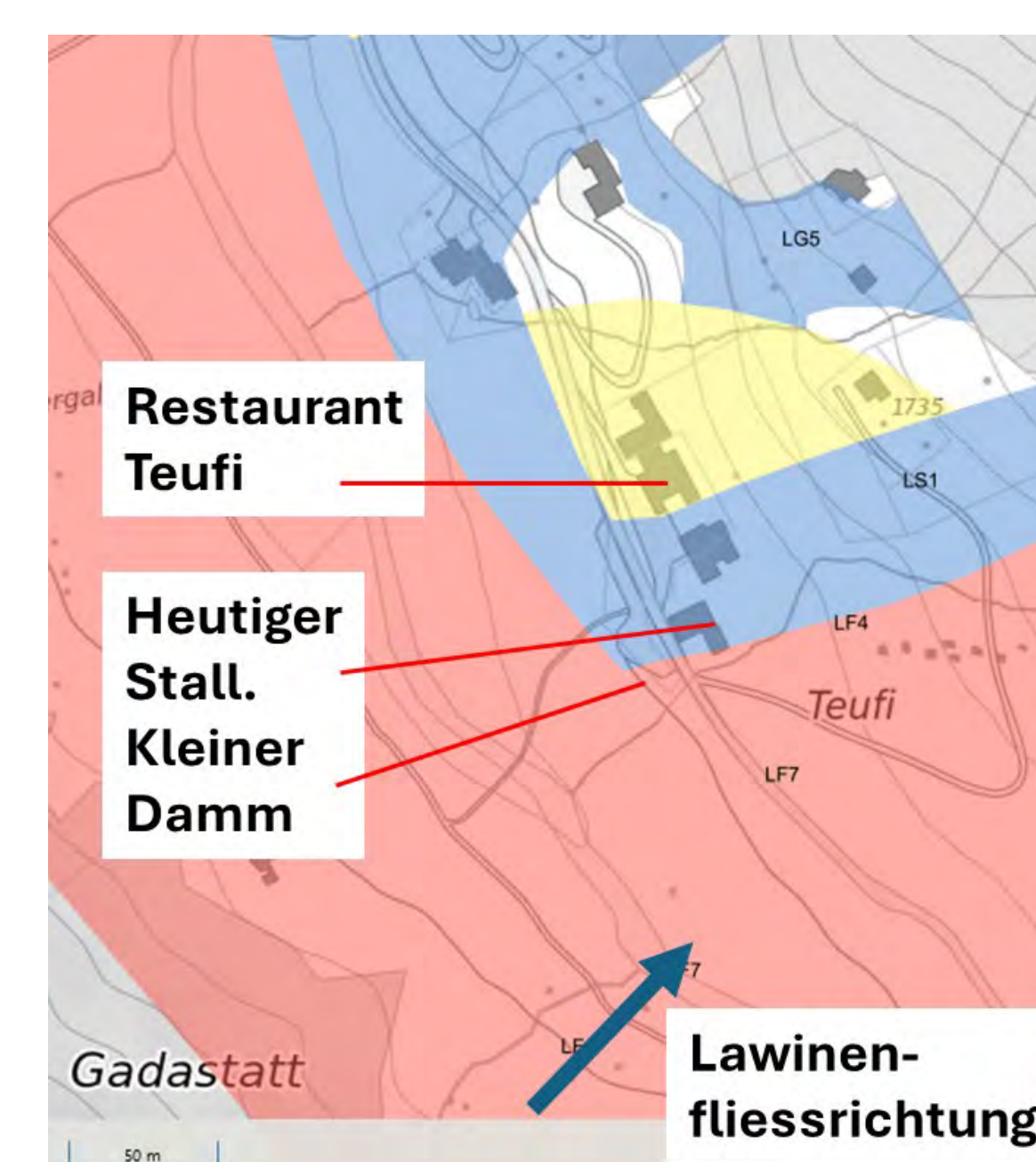
Heutige Lawinengefahrenkarte: Der Bereich unterhalb des Waldes befindet sich in blauem Gefahrenggebiet (mittlere Gefährdung)

Dischma, Teufi, Lawine 1951

Am 20. Januar 1951 zerstörte die Lawine von der Ostflanke des Jatzhorns einen Stall bei der Teufi und führte zu beträchtlichem Waldschaden. Um den wieder aufgebauten Stall etwas zu schützen, wurde westlich der Strasse ein kleiner Damm erstellt (Aufschüttung).



Waldschneise nach der 1951er Lawine



Heutige Lawinengefahrenkarte: Der Stall liegt in blauem Gefahrengebiet (mittlere Gefährdung)

Dischma, Teufi, Lawine 2019

Die am 16. Januar 2019 künstlich ausgelöste Lawine überfloss, ähnlich wie 1951, den Dischmabach und verursachte Waldschaden. Die Staubwolke erreichte das Restaurant Teufi.

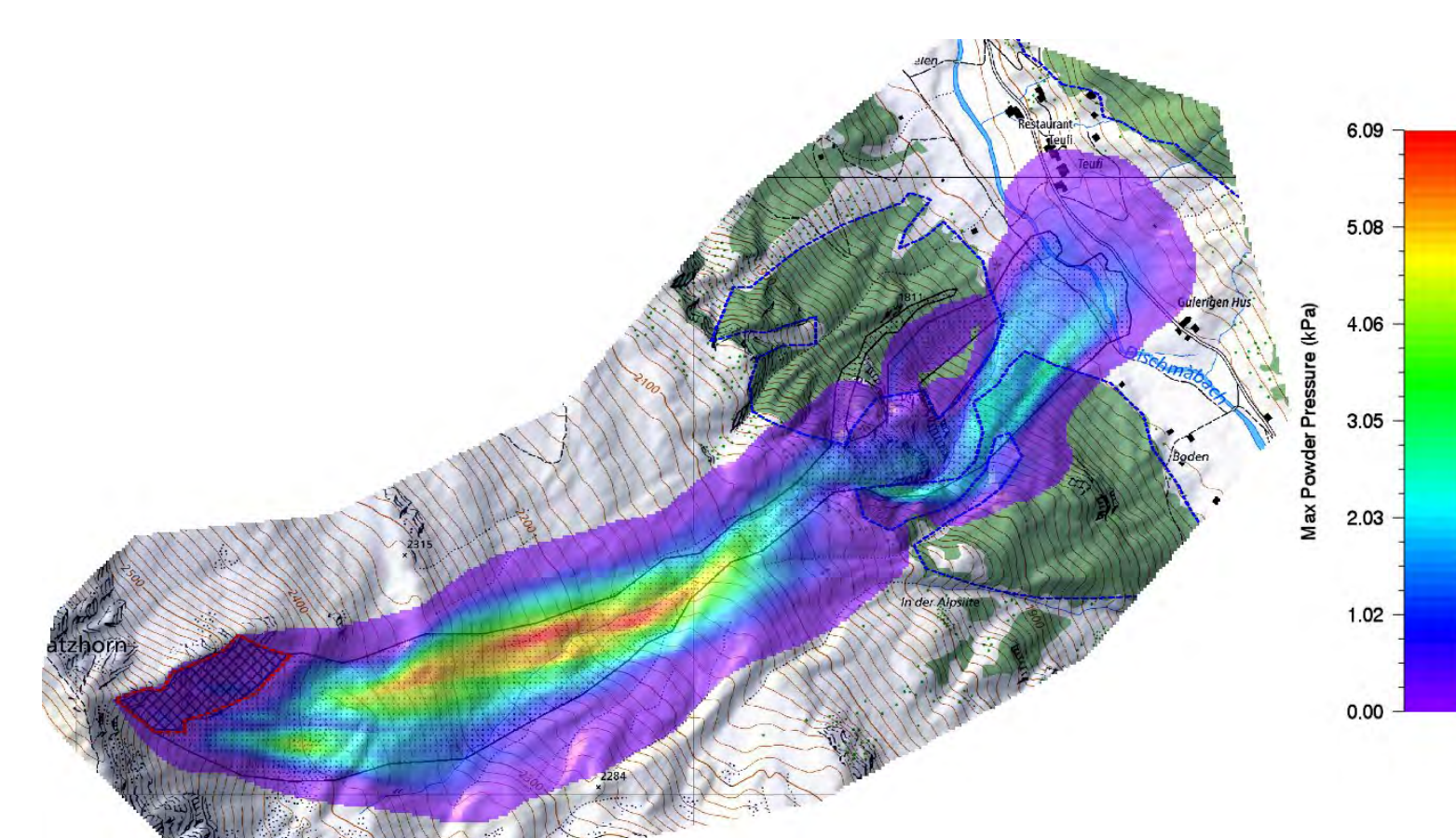
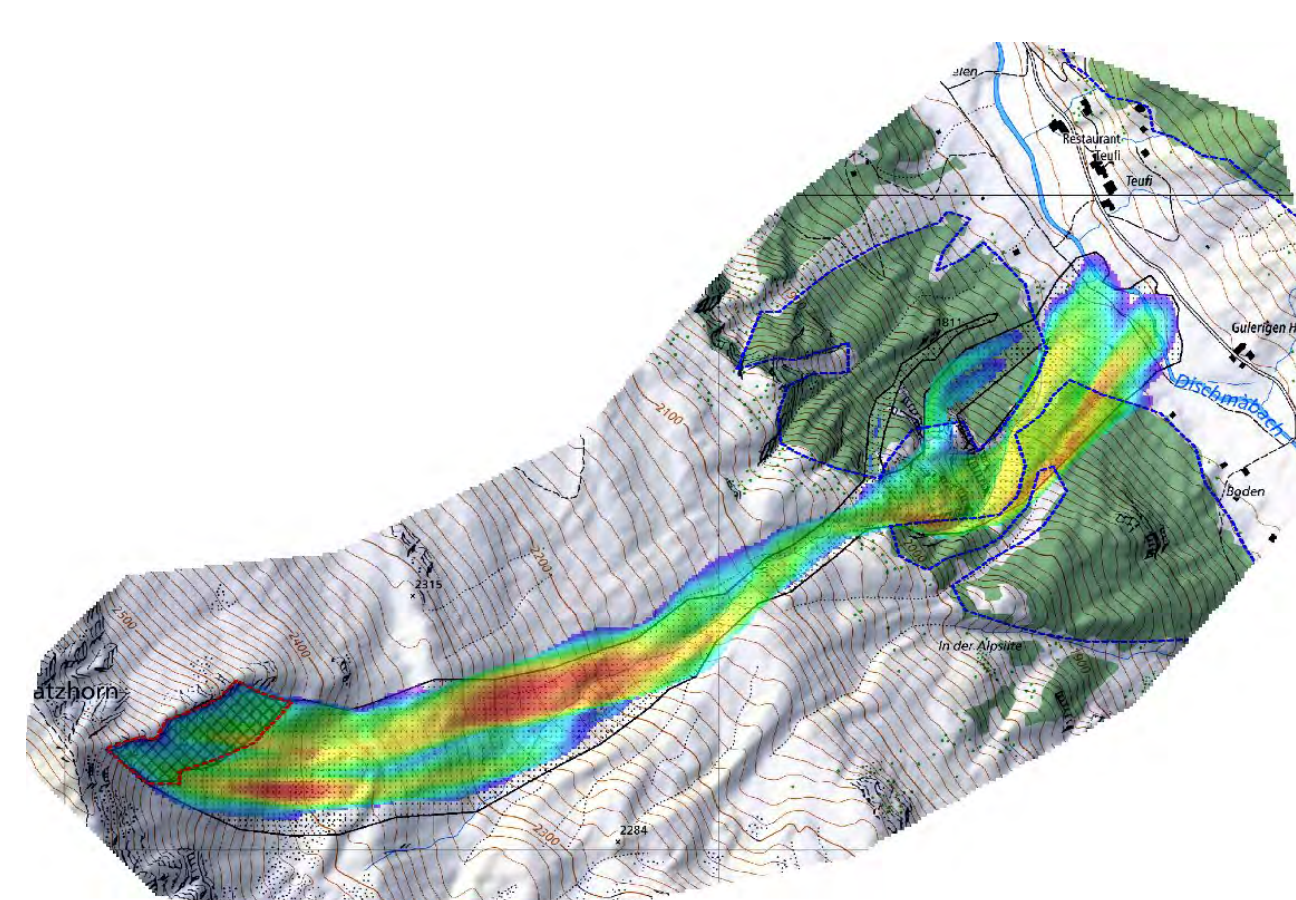
Die Nachrechnung einer 50- bis 100-jährlichen Lawine zeigt, dass der Fliessanteil wie beobachtet knapp unterhalb der Strasse stoppt und der Staubanteil die Gebäude bei der Teufi überfließt.



16. Januar 2019: Grosse Staublawine in Richtung Teufi



Aufgetretener Waldschaden und Staublawinenablagerung



Mit RAMMS::Extended berechnete Lawine:
Links: Fliesslawine (max. Fliessgeschwindigkeit)
Rechts: Berechneter Staubanteil

1975: Pflanzung



Pflanzung und Lawinenverbauungen

Nach intensiven Vorversuchen am Stillberg wurde der nordostexponierte Hang oberhalb der damaligen Waldgrenze (ca. 2000 m ü. M.) im Sommer 1975 mit rund 92 000 Jungbäumen aufgeforstet.

Auf rund 40 % der 5 Hektar grossen Versuchsfläche wurden zusätzlich temporäre Lawinenverbauungen errichtet, um das Zusammenspiel von technischem Lawinenschutz und natürlicher Vegetation zu untersuchen.

Pflanzmuster

Auf der Versuchsfläche legten Forschende 4050 Felder mit einer Grösse von je 3,5 x 3,5 m an. Jedes Feld bepflanzten sie mit 25 Bäumen der gleichen Art (abwechselnd **Lärche**, **Arve**, **Bergföhre**) in einem systematischen Pflanzmuster im Abstand von 70 cm (Abb. 2 und 3).

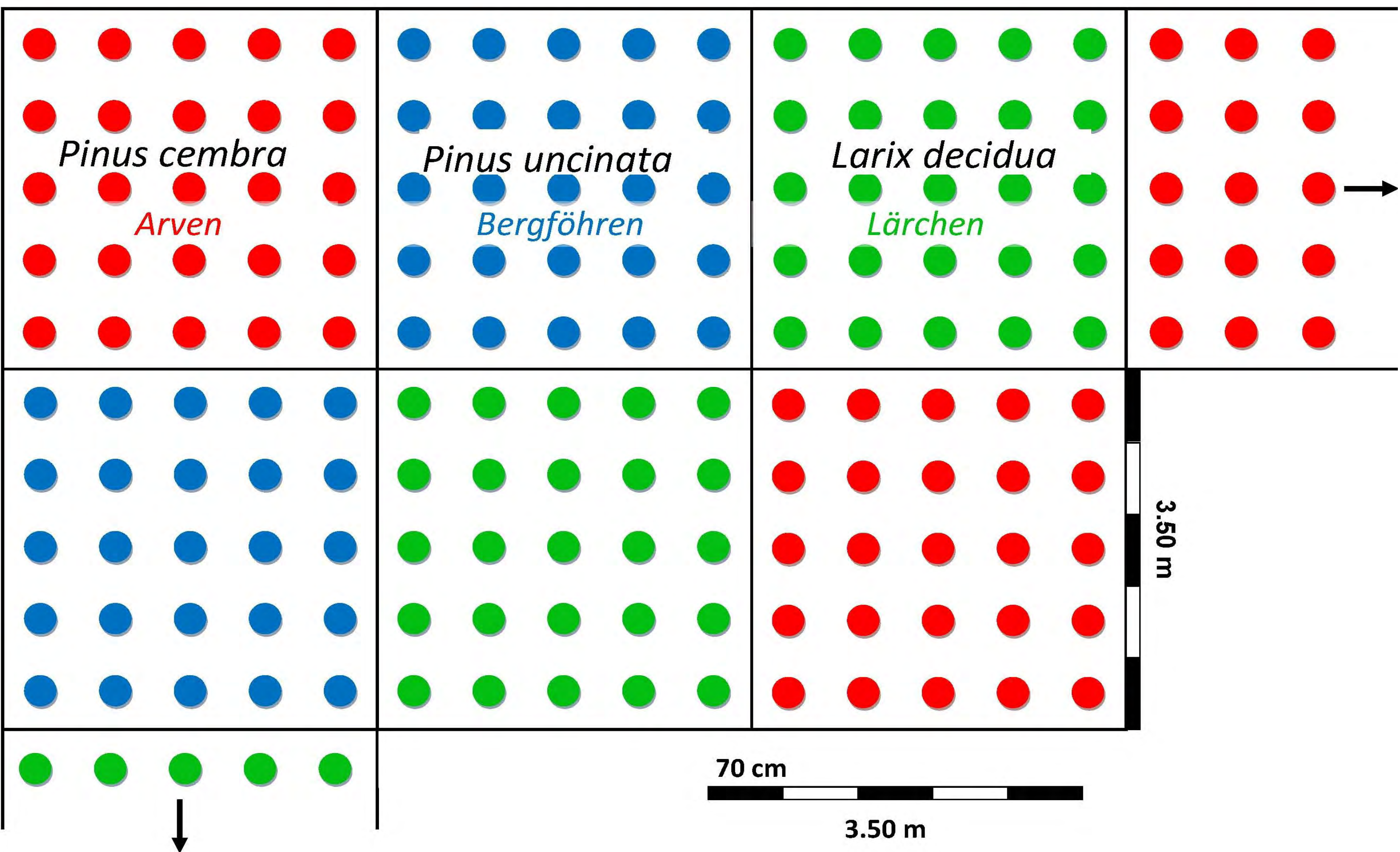


Abb. 2: Pflanzmuster im Detail



Abb. 1: Pflanzung der Bäume am Stillberg im Sommer 1975 (Foto: W. Schönenberger, WSL)

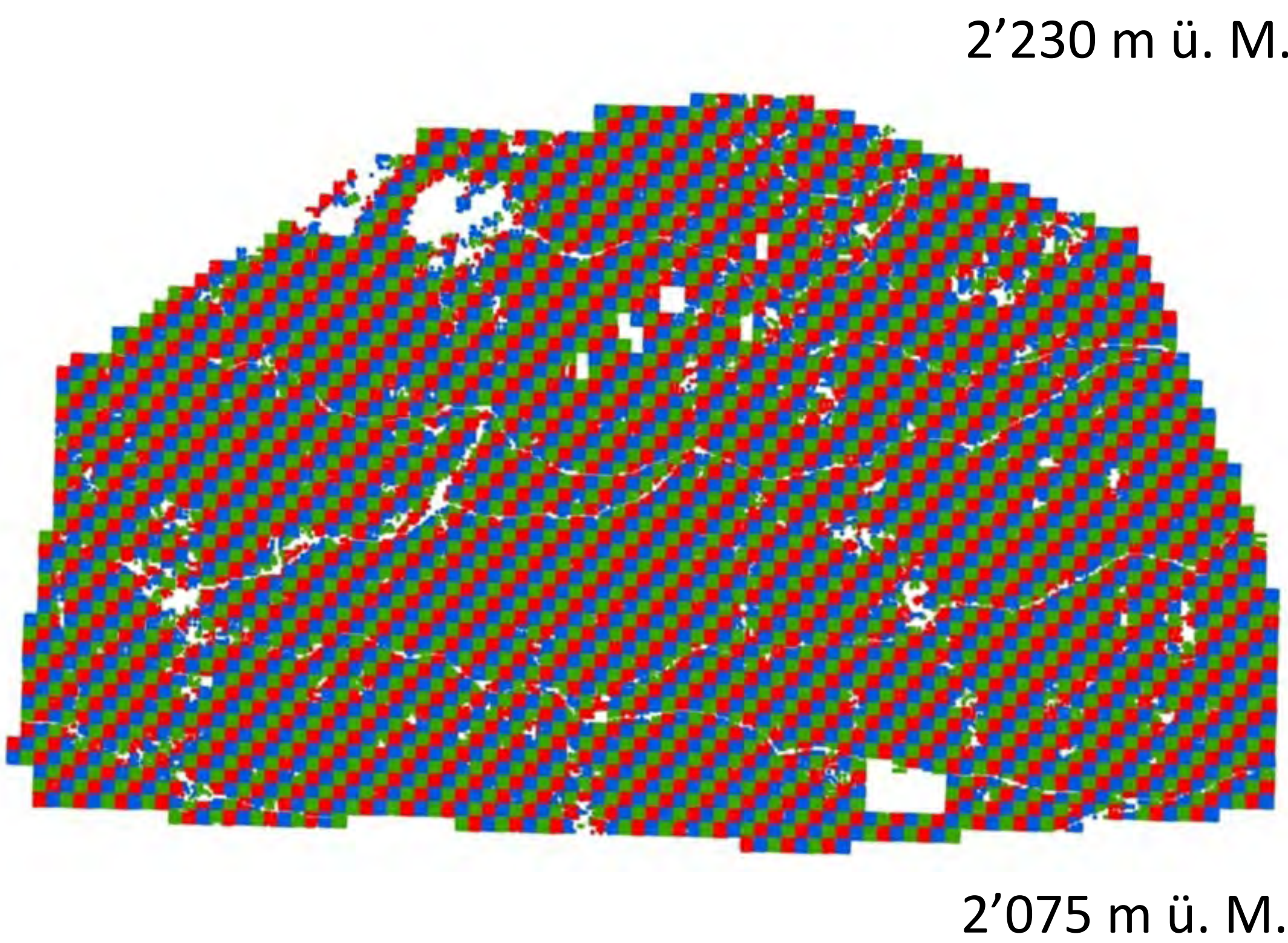


Abb. 3: Pflanzmuster im Überblick

Baumarten und Aufzucht

Baumart	Wiss. Name	Herkunftsort	Höhenlage	Exposition	Pflanzenalter
Lärche	<i>Larix decidua</i> L.	Sils Maria GR	2050 m ü. M.	NW	1
Arve	<i>Pinus cembra</i> L.	Capettwald, Avers GR	2050 m ü. M.	NW	5
Bergföhre	<i>Pinus uncinata</i>	Briançon (Frankreich)	2150 m ü. M.	NW	3

Die jungen Bäume wurden in ein Substrat aus leicht gedüngtem, gut befeuchtetem Torf vertopft. Bis zur Auspflanzung im Juli/August 1975 wurden sie in Davos Dorf gepflegt, um eine erste Durchwurzelung in den Töpfen zu ermöglichen.



Lärche Arve Bergföhre

Stillberg – 50 Jahre Langzeitforschung

Das Baumwachstum am Stillberg wurde von 1975 bis 1995 jährlich, seither alle zehn Jahre erfasst. Dieser lange Beobachtungszeitraum machte **wesentliche Forschungserkenntnisse** erst möglich.



Abb. 1: Auch 2025 werden die Bäume und diverse Wachstumsparameter am Stillberg erfasst (Foto: V. Frank, SLF)

Wachstum im Klimawandel

Vor rund fünfzig Jahren wurden oberhalb der Waldgrenze Bäume gepflanzt, die heute vielfach so hoch sind, dass sie Lawinenanrisse verhindern können. Die Klimaerwärmung der letzten Jahrzehnte ermöglicht es inzwischen, Schutzwald deutlich oberhalb der früheren Waldgrenze zu etablieren – vorausgesetzt, Samenquellen und geeignete Kleinstandorte sind vorhanden.

Lärche als Gewinnerin

Die Lärche erwies sich als besonders konkurrenzstark. Im Gegensatz zu wintergrünen Arten wurde sie nicht von Schneepilzen befallen, wuchs am stärksten und verdrängte zunehmend andere Baumarten (Abb. 2).

Einflussfaktoren im Wandel

In den ersten Jahren waren vor allem ein frühes Ausapern der Standorte und genügend Bodenwärme entscheidend für das Überleben und Wachstum. Mit zunehmender Baumhöhe veränderten sich die Herausforderungen: Mechanische Schäden durch Schnee oder Wind traten stärker in den Vordergrund (Abb. 3).

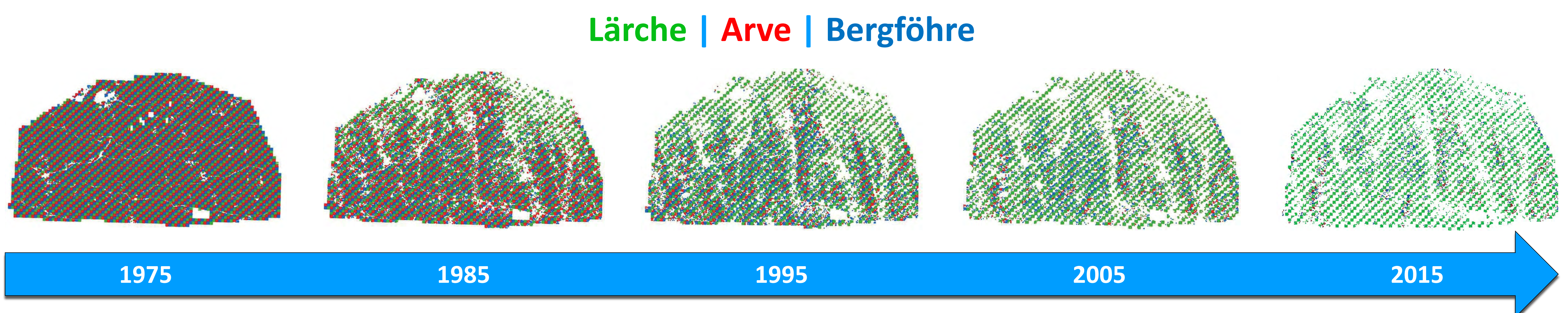


Abb. 2: Überlebensmuster und Baumartenverteilung im Laufe der Zeit

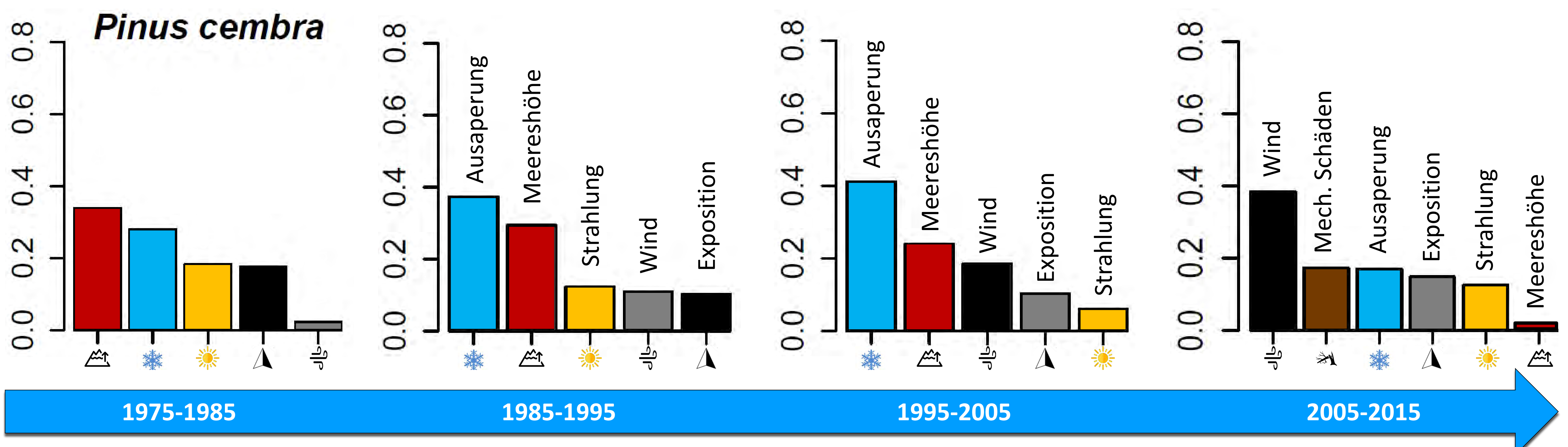


Abb. 3: Verschiebung der Einflussfaktoren auf das Höhenwachstum der Arve

Ausfallursache: Pilzbefall

Nach 1979 starben viele Bergföhren und Arven, hauptsächlich durch zwei Schneepilze: die **Schneeschnitte (Weisser Schneeschimmel)** und das **Triebsterben**. Um grossflächige Ausfälle bei Aufforstungen zu vermeiden, ist es entscheidend, die Schneeverteilung zu berücksichtigen und eine Ansteckung zwischen den Bäumen zu verhindern.

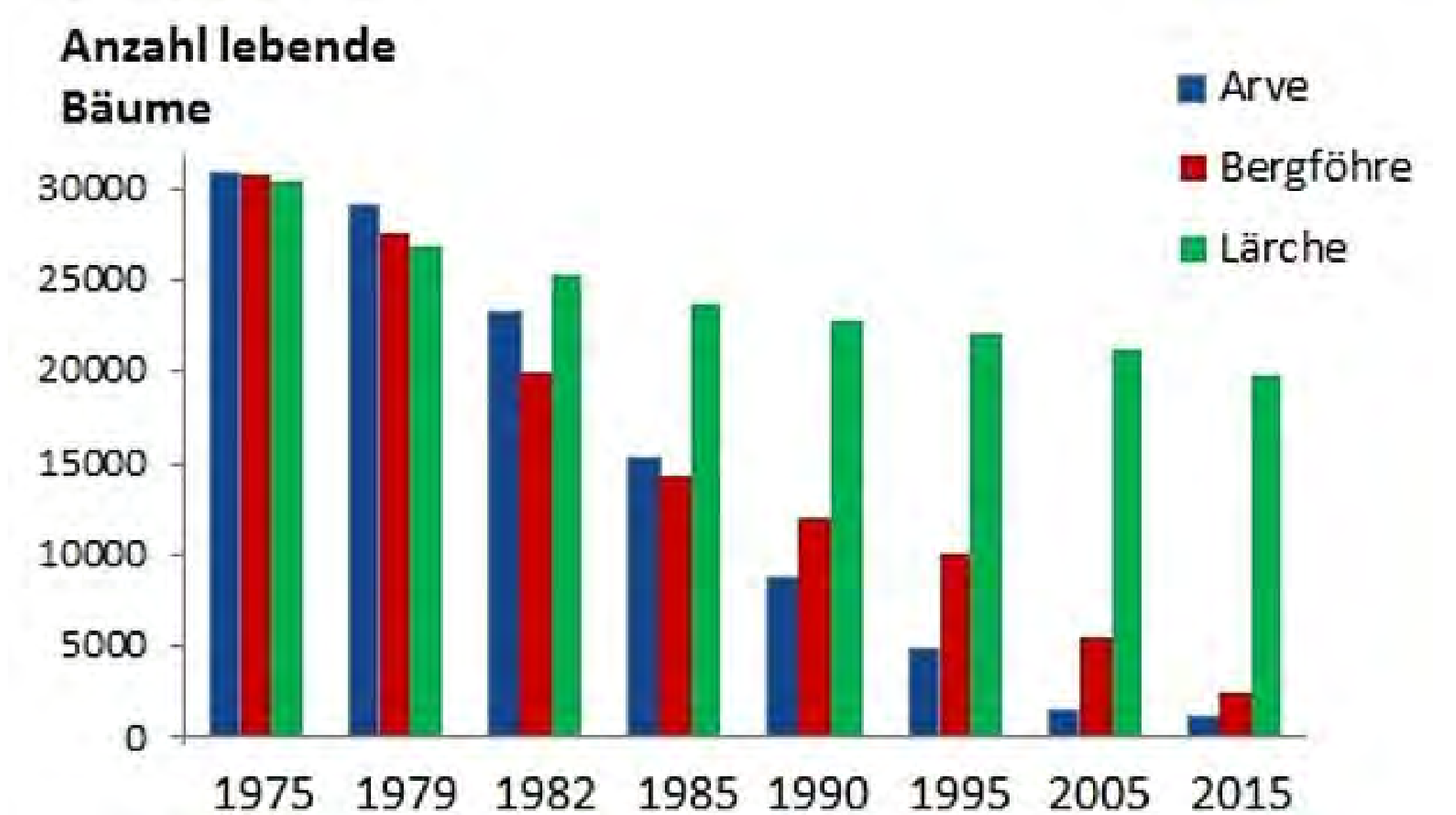
Weisser Schneeschimmel (*Phacidium infestans*)

- Befallene Baumart: Arve
- Auslöser: Ansteckung ausgehend von erwachsenen Bäumen; hohe Mortalität von jungen und kleinen Bäumen bei langer Schneebedeckung
- Symptome: Nadeln verfärben sich nach der Schneeschmelze braun-rot, später grau
- Vorbeugung: keine sichere Bekämpfung möglich; Befallsrisiko kann durch lockere Pflanzung und zeitliche Staffelung verringert werden



Triebsterben (*Gremmeniella abietina*)

- Befallene Baumarten: v. a. Bergföhre und Arve
- Auslöser: feucht-kühle Sommer, lange Schneebedeckung, Früh- und Spätfröste
- Symptome: Nadeln werden von der Basis her braun und lassen sich leicht abstreifen
- Vorbeugung: standortgerechte Baumarten und Herkünfte wählen, schattig-feuchte Pflanzplätze meiden, befallene Triebe entfernen und vernichten



Ökologische Experimente

Die systematische Pflanzung verschiedener Baumarten macht den Stillberg zu einem einzigartigen **Freiluftlabor**. Hier lassen sich wissenschaftlich fundierte Experimente zum Einfluss globaler Umweltveränderungen auf Bäume an und oberhalb der alpinen Waldgrenze durchführen.

Erwärmung und CO₂

Einzelne Flächen mit Lärche und Bergföhre wurden gezielt mit Heizkabeln erwärmt und mit einer für den Zeitraum 2060-2070 erwarteten CO₂-Konzentration begast (Abb. 2), um die Reaktionen der Baumarten zu vergleichen.

Wichtigste Erkenntnisse:

- Unterschiedliche Reaktionen der Baumarten an der Waldgrenze
- Lärche: mehr Wachstum bei erhöhtem CO₂
- Föhre: mehr Wachstum bei erwärmtem Boden (Abb. 3)
- Erwärmung und CO₂ verursachen erhebliche CO₂-Emissionen aus alpinen Böden

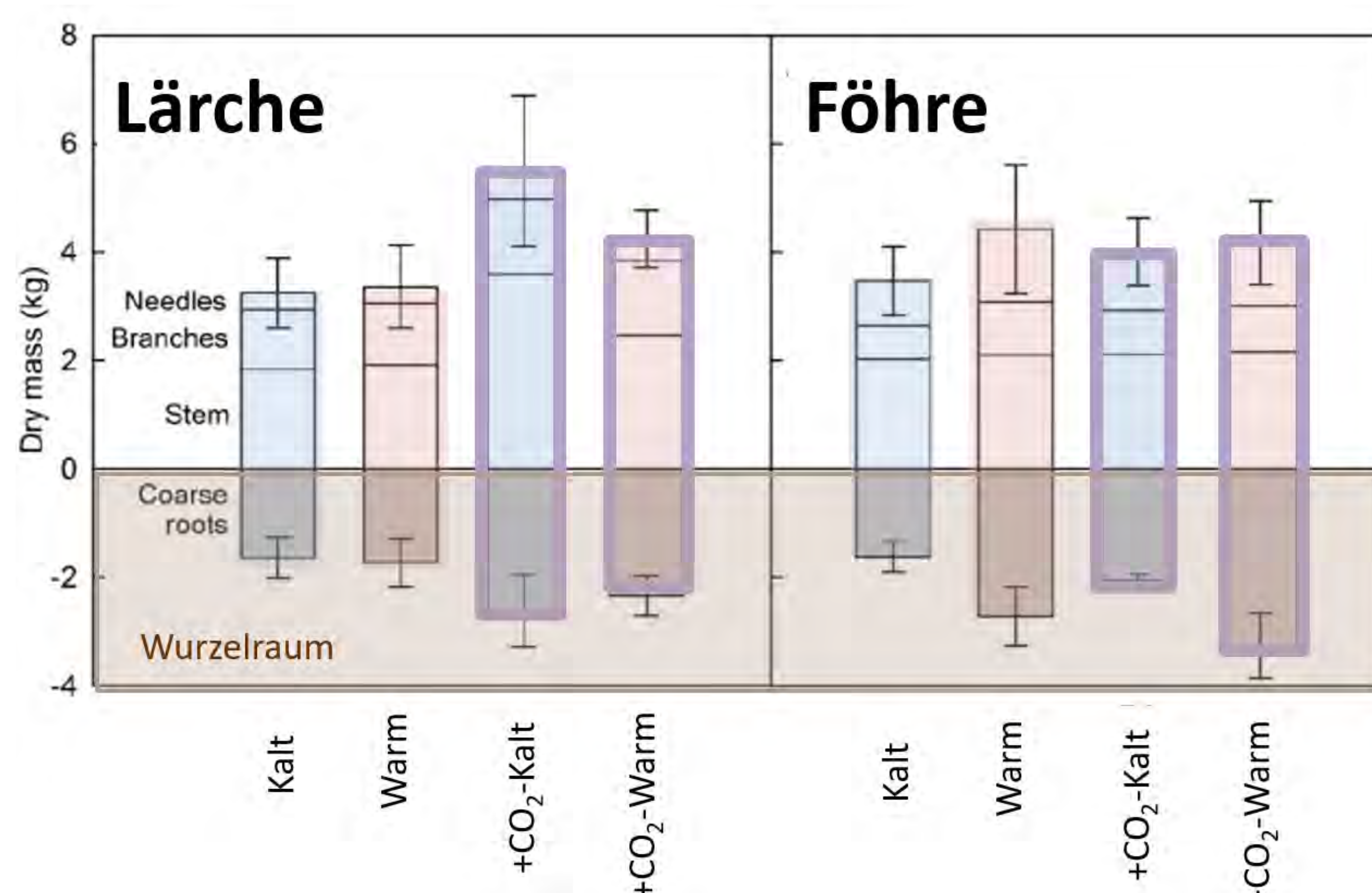


Abb. 3: Ergebnisse des CO₂-Erwärmungsexperiments

Nährstoffe

Ausgewählte Flächen wurden über zwölf Jahre v.a. mit Stickstoff gedüngt, um den Einfluss zusätzlicher Nährstoffe auf das Wachstum von Bäumen und Zwergsträuchern zu untersuchen.

Wichtigste Erkenntnisse:

- Mehr Nährstoffe steigern das Wachstum von Bäumen und Zwergsträuchern (Abb. 4)
- Wachstum an der Waldgrenze wird nicht nur durch niedrige Temperaturen, sondern auch durch Nährstoffmangel begrenzt



Abb. 1: Installation von perforierten Schläuchen zur gezielten CO₂-Begasung (Foto: F. Hagedorn, WSL)

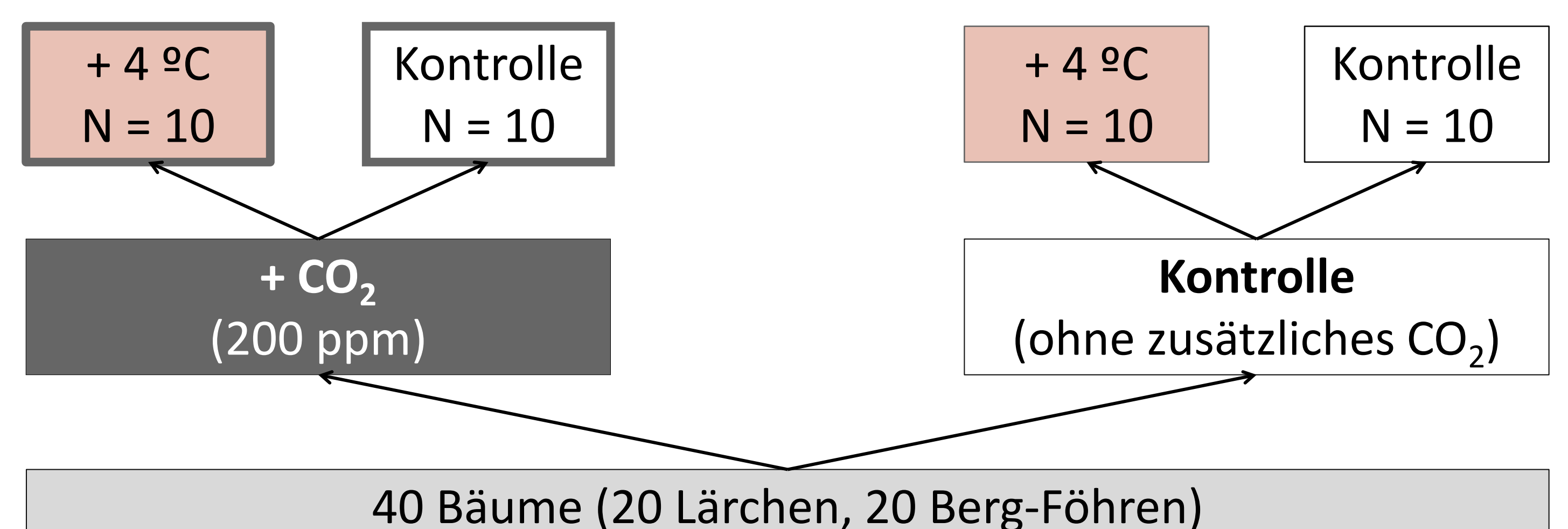


Abb. 2: Versuchsanordnung des CO₂-Erwärmungsexperiments

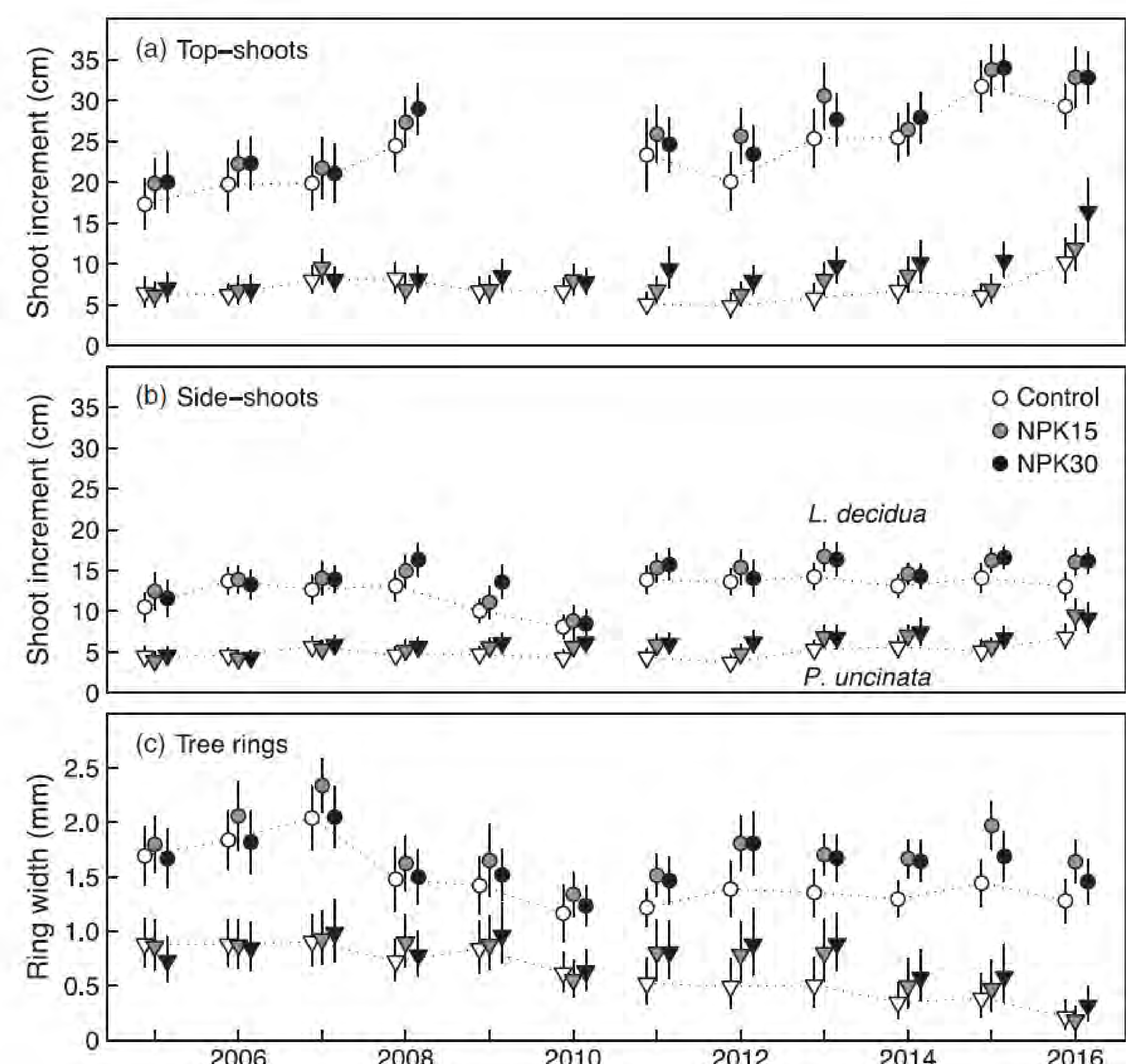


Abb. 4: Ergebnisse des Nährstoffexperiments

Von der Forschung in die Praxis

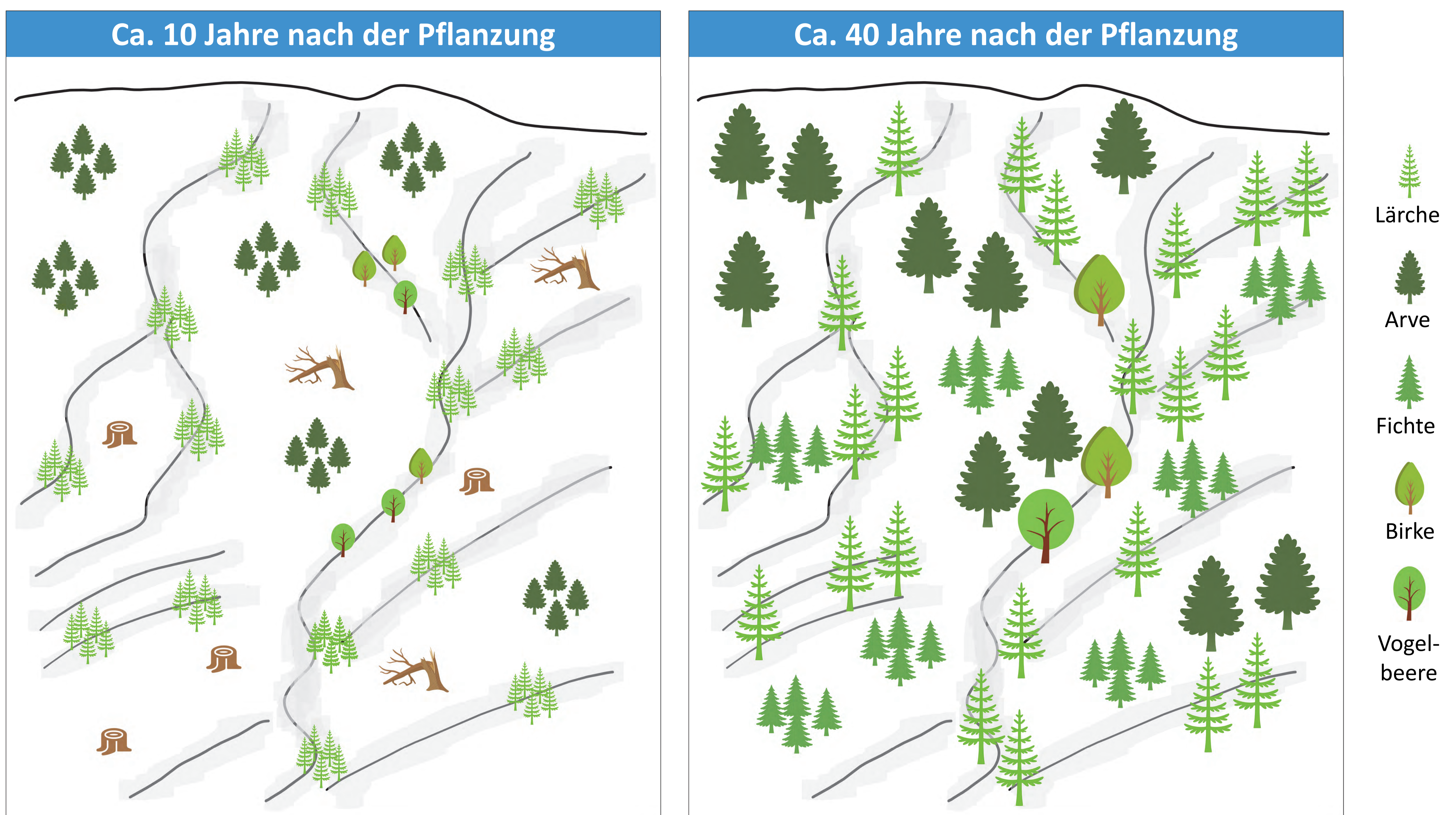
Aus dem Stillberg-Langzeitversuch konnten **wertvolle Lehren für die Praxis** abgeleitet werden. Besonders zwei Punkte möchten wir hervorheben:

1. Topografie und Kleinstandorte berücksichtigen

Die Betrachtung des Geländes vom Gegenhang oder aus der Luft liefert entscheidende Hinweise, wo Aufforstungen erfolgreich sein können. Insbesondere bei Baumarten wie Arve und Fichte erfolgt die Pflanzung in Rotten (Gruppen) und kleinstandörtlich angepasst, um unterschiedliche Standortbedingungen optimal zu nutzen. Auf Kuppen wächst die Arve besonders gut, während in Rinnen vor allem Lärche, aber auch Birke und Vogelbeere gedeihen.

2. Vielfalt als Zukunftsstrategie

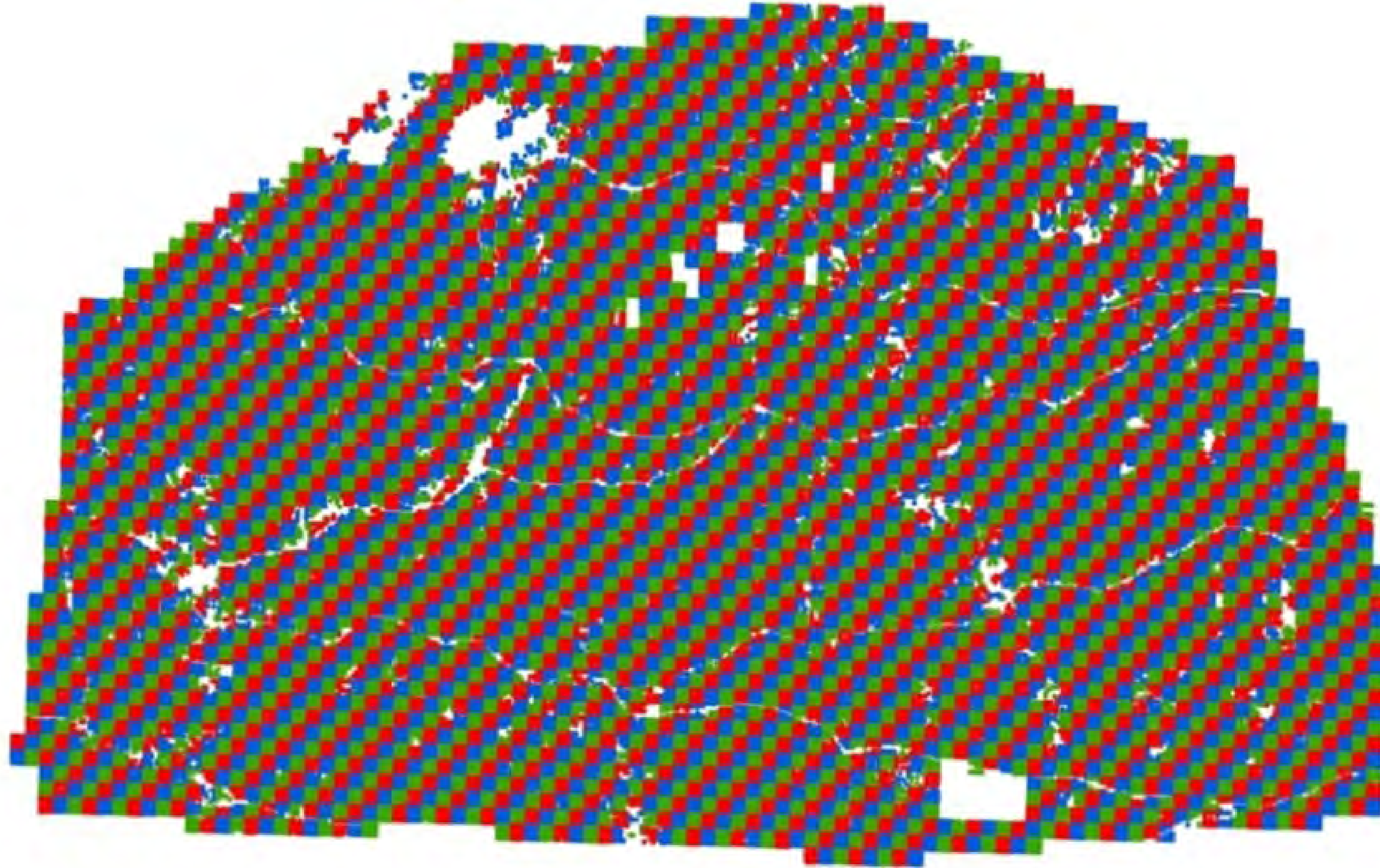
Für die Entwicklung stabiler und klimaresilienter Schutzwälder ist eine Kombination aus standortgerechter Baumartenwahl, räumlicher Baumartenvielfalt und zeitlicher Staffelung von Nachpflanzungen und Pflegeeingriffen entscheidend. Dies reduziert Risiken durch Schädlinge, Krankheiten oder Extremereignisse und erhöht gleichzeitig die ökologische Vielfalt.



Zeitlich gestaffeltes Aufforstungsschema: In einem ersten Schritt werden auf günstigen Kleinstandorten Gruppen von Lärchen, Arven und Pionierbäume wie Birke und Vogelbeere gepflanzt (links). Im Schutz dieser Pflanzung erfolgt eine Nachpflanzung von Fichten, Tannen und anderen zukunftsfähigen Baumarten (rechts).

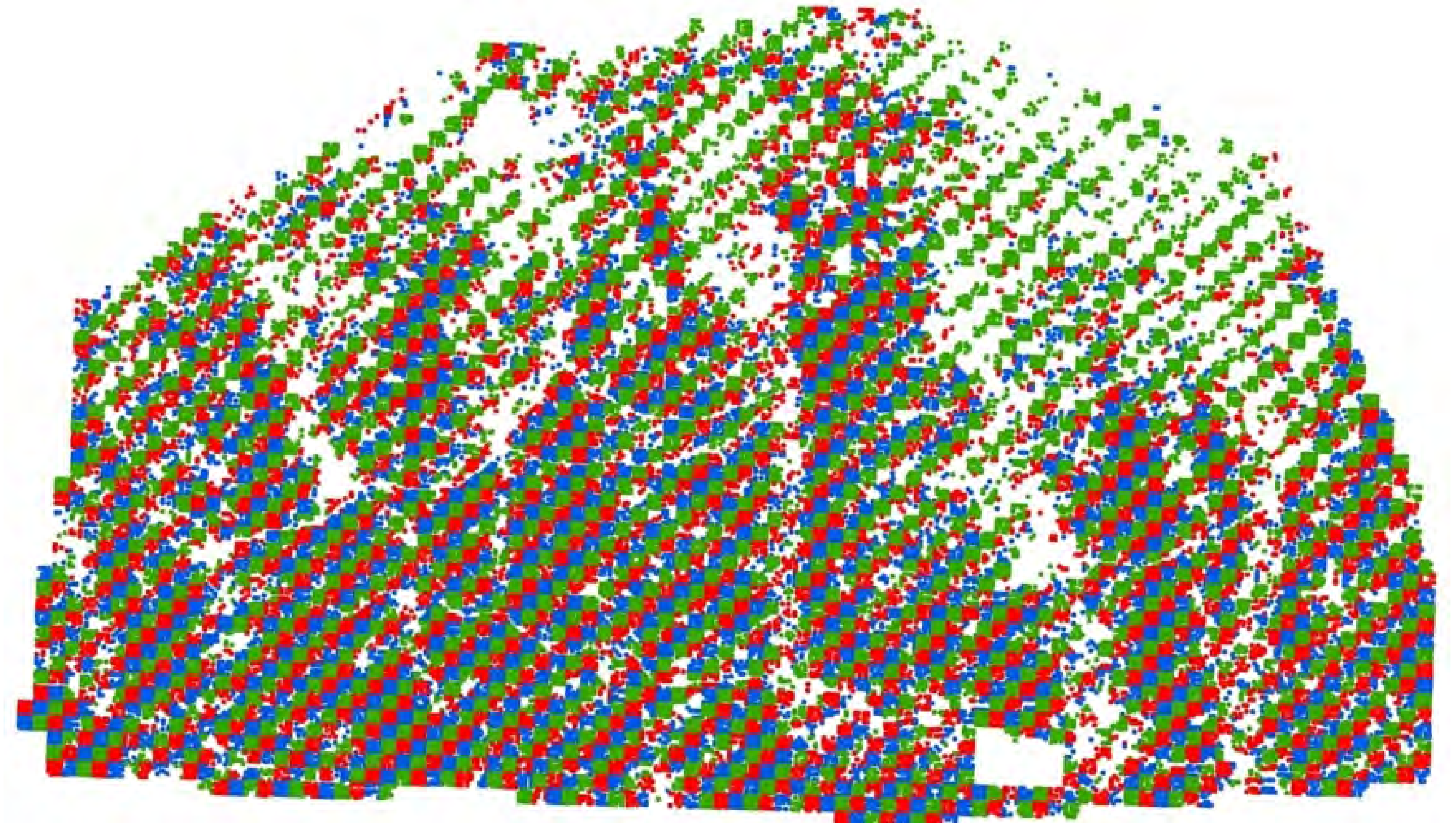
Überlebensmuster seit 1975

■ 25 Lärchen
■ 25 Arven
■ 25 Bergföhren



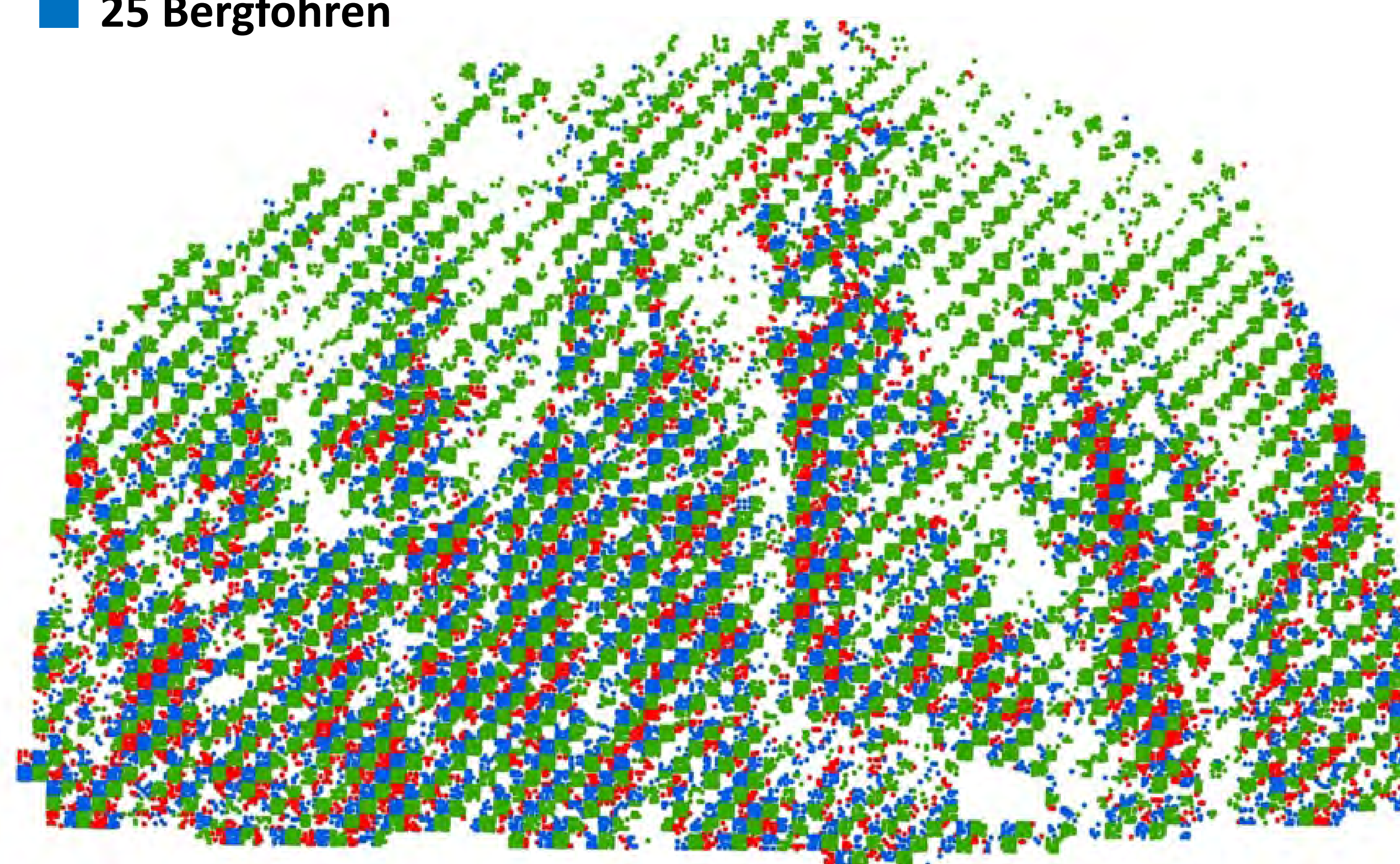
1975

■ 25 Lärchen
■ 25 Arven
■ 25 Bergföhren



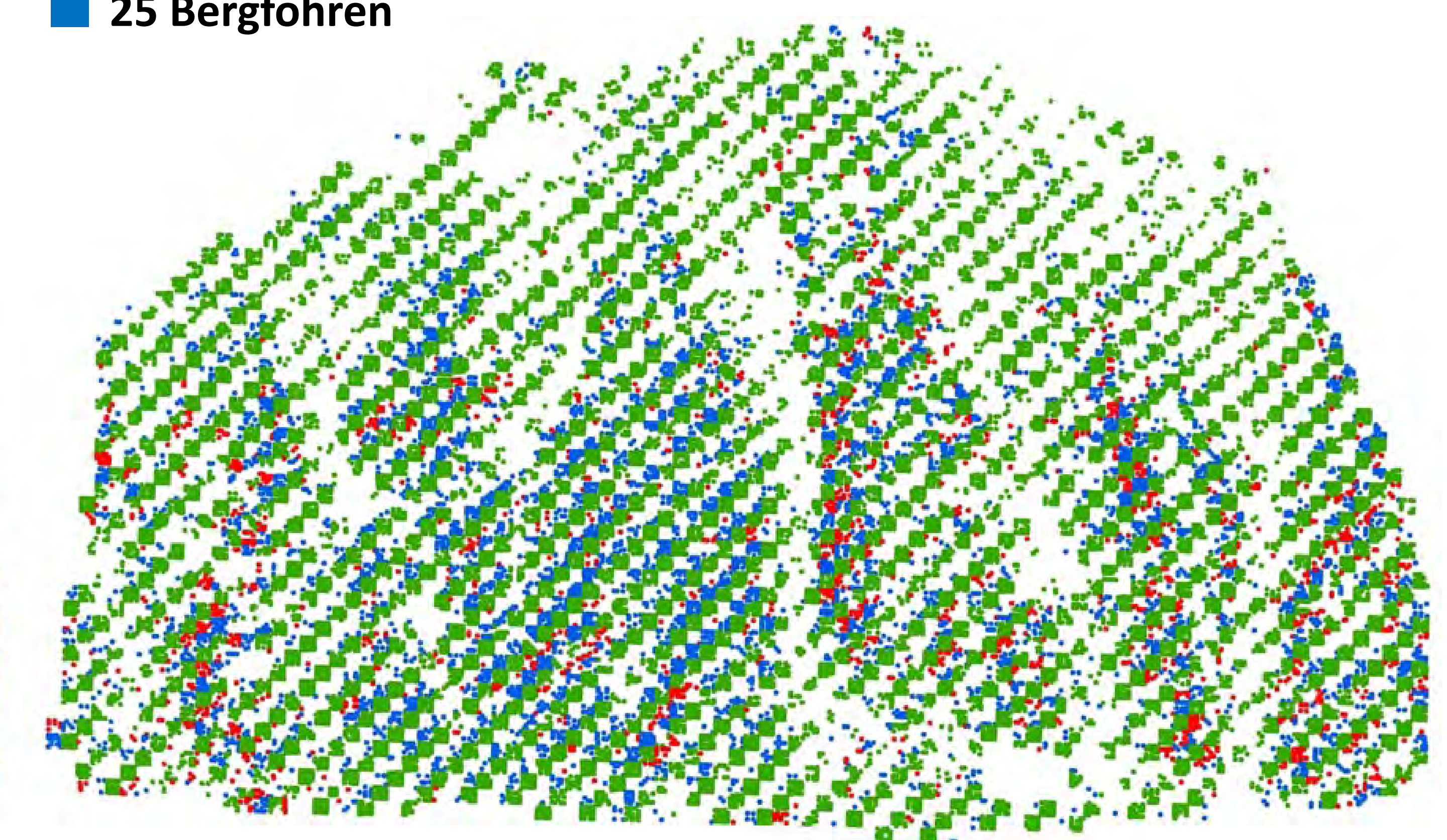
1985

■ 25 Lärchen
■ 25 Arven
■ 25 Bergföhren



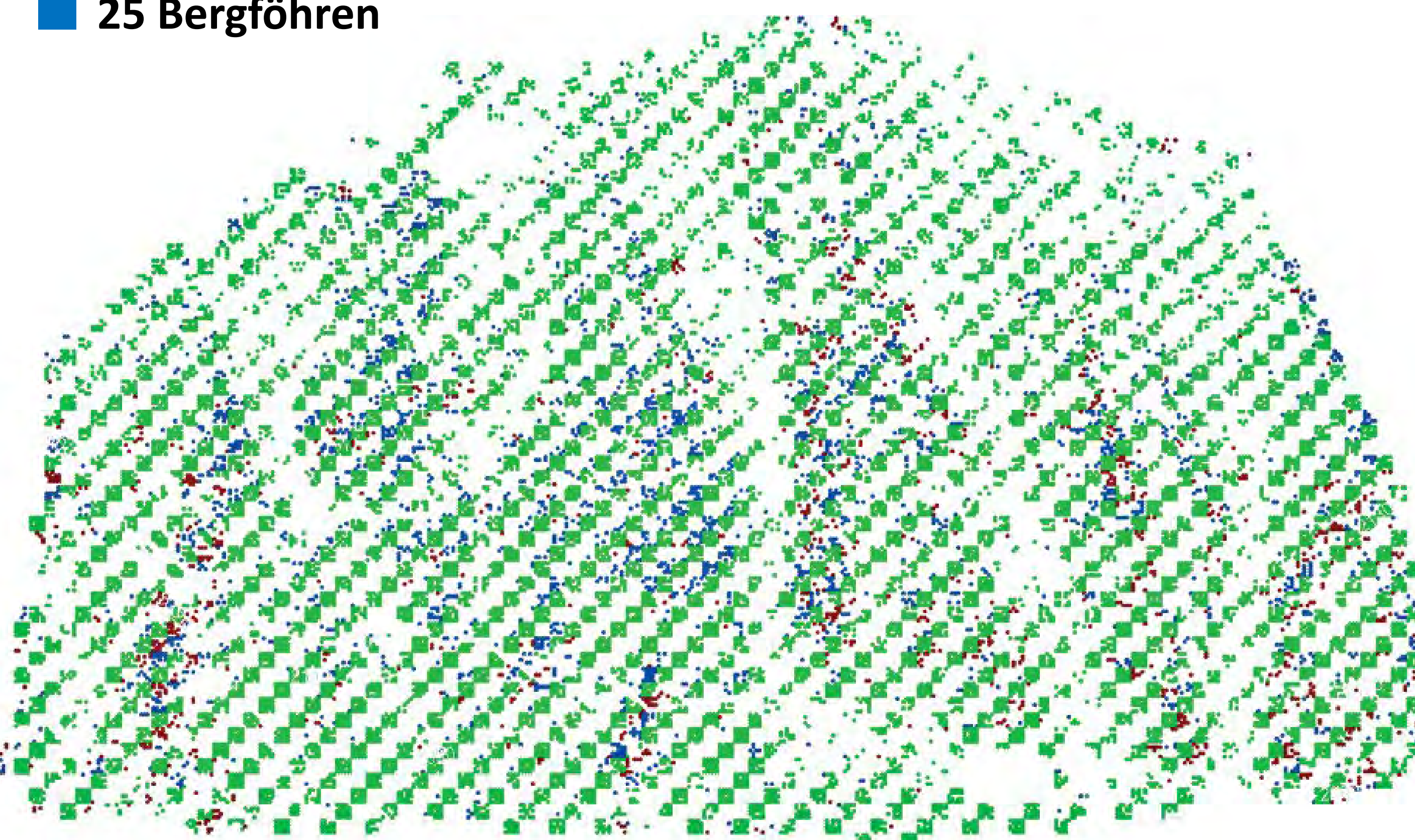
1995

■ 25 Lärchen
■ 25 Arven
■ 25 Bergföhren



2005

■ 25 Lärchen
■ 25 Arven
■ 25 Bergföhren



2015

Seit 1975 dokumentieren Gesamtaufnahmen die Entwicklung der Baumarten am Stillberg. In den Anfangsjahren überlebten Arven und Bergföhren besser als Lärchen. Später fielen sie jedoch vor allem den **Pilzkrankheiten** Schneeschütte und Triebsterben zum Opfer. 2015 lebten noch 58 % der Lärchen, 7 % der Bergföhren und lediglich 3 % der Arven. Die Ergebnisse von 2025 stehen noch aus, bestätigen aber bereits die **Lärche als Gewinnerin der ersten 50 Jahre**. Je stärker die Bäume in den letzten zehn Jahren wuchsen, desto öfter führten **Konkurrenz** und **mechanische Schäden** zum Absterben.

Lawinenschutz durch Aufforstung

Bäume schützen vor Lawinen. Sie stabilisieren die Schneedecke und verhindern die Bildung schwacher Schneeschichten, die für den Abgang einer Lawine ursächlich sind.

Mit Langzeitdaten zu Baumwachstum, Schneehöhen und Lawinen gibt das Stillbergprojekt aufschlussreiche Hinweise darüber, wie und wann Wälder vor Lawinen schützen und wie Aufforstungen dabei helfen.

Was macht einen wirksamen Lawinenschutzwald aus?

Die Langzeitdatenserien bestätigen die Bedeutung der **Baumhöhen**. Sind die Bäume zu klein, werden sie von der Schneelast niedergedrückt oder vollständig vom Schnee überdeckt – eine Lawine wird weder verhindert noch abgebremst (Abb. 1).

Erst ab einer Baumhöhe von 1,5- bis 2-mal der Höhe der Schneedecke tritt ein effektiver Schutz auf (Abb. 2).

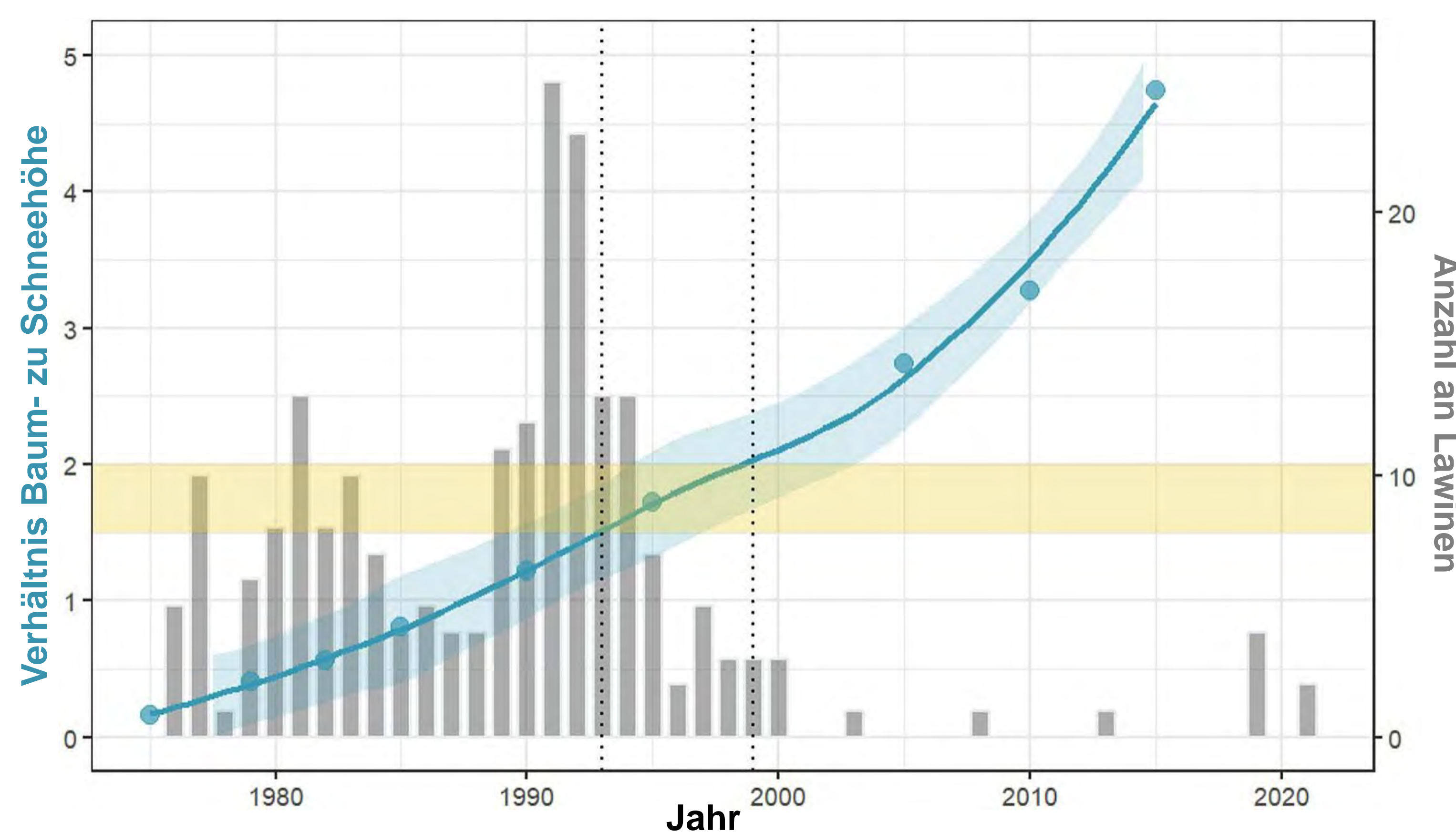


Abb. 2: Die blaue Linie zeigt das mittlere Verhältnis von Baum- zu Schneehöhe über die Jahrzehnte. Während die Schneehöhe etwa gleich bleibt, steigen die Baumhöhen stetig an. Ab einer Baumhöhe von 1,5-mal bis doppelt so hoch wie die Schneedecke treten kaum noch Lawinen auf.

Die **Baumart** beeinflusst die Fähigkeit, Schneefall aufzuhalten und dadurch dicke, regelmässige Schichten zu verhindern. Immergrüne Arven und Fichten bieten also einen besseren Schutz als Lärchen, die ihre Nadeln im Herbst verlieren.

Viele der vor 50 Jahren gepflanzten Bäume haben inzwischen die doppelte Schneehöhe deutlich überschritten (Abb. 4). Obwohl es sich dabei mehrheitlich um Lärchen handelt, haben sich in den letzten Jahren kaum Lawinen gelöst. Der Stillberg erfüllt damit heute auch im unverbauten Teil weitgehend seine Schutzfunktion gegen Lawinen.



Abb. 1: Stillberg 1975. Vor der Aufforstung und bei noch kleinen Bäumen zu Beginn der Aufforstung rissen im unverbauten Teil des steilen, NO-exponierten Hangs häufig Lawinen an.

Die letzten kleinen Lawinen lösten sich in **Waldlücken in Rinnen** wie in Abb. 3. Um auch an solchen Stellen einen sicheren Schutz zu gewährleisten, müsste im oberen Teil der Lücke lokal mit temporärem Verbau ergänzt werden.



Abb. 3: Lücke innerhalb der Stillbergfläche, wo jungen Bäumchen früh durch Lawinen, lange Schneebedeckung und Konkurrenzvegetation ausfielen. In solchen Lücken wurden auch in den letzten Jahren noch kleine Lawinen beobachtet, die jedoch weiter unten wieder gestoppt wurden.

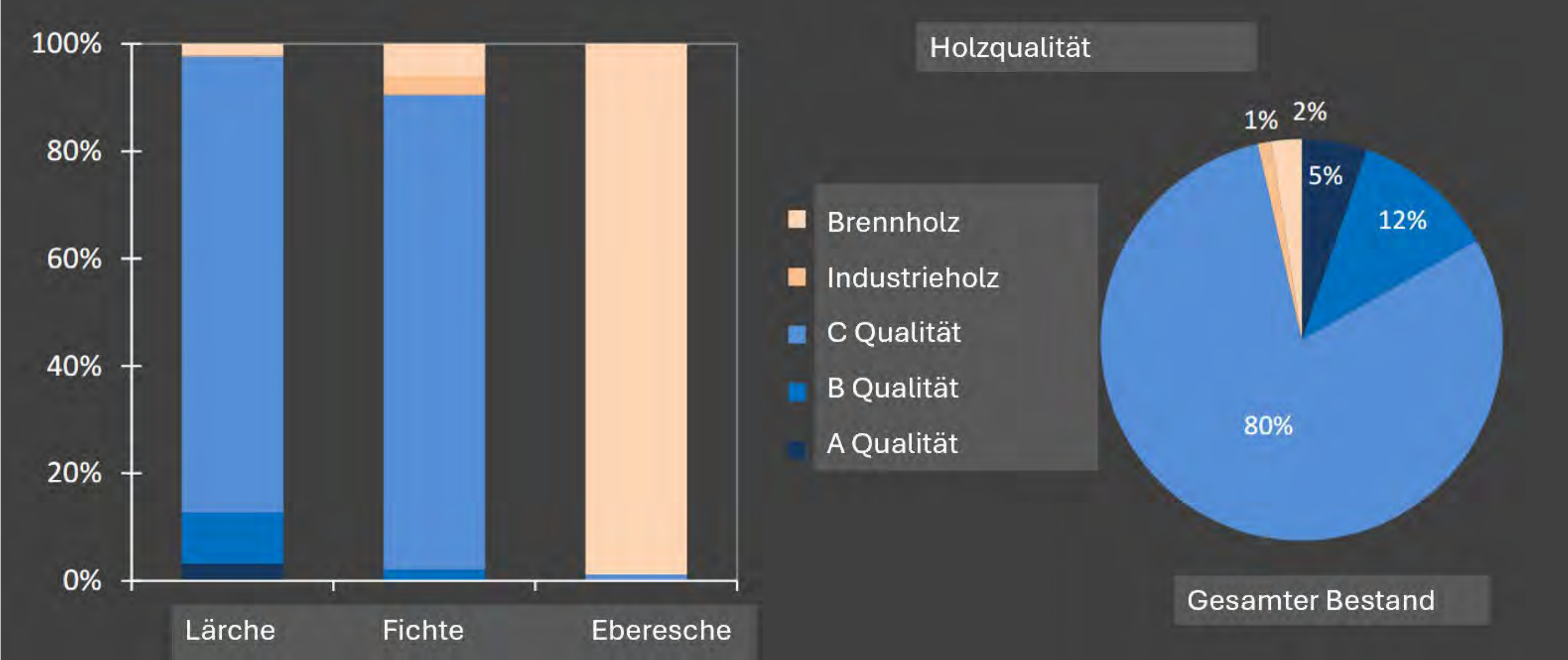
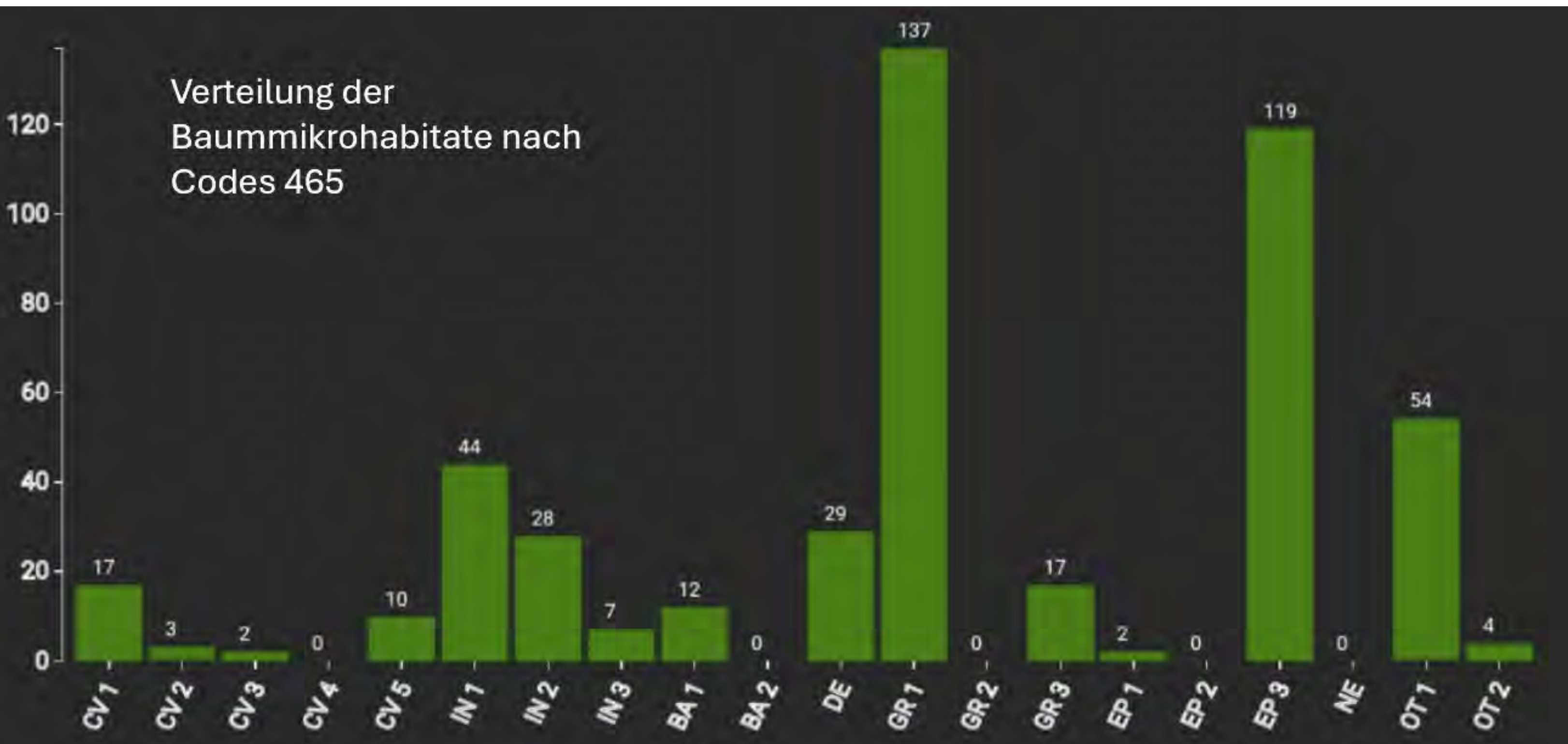
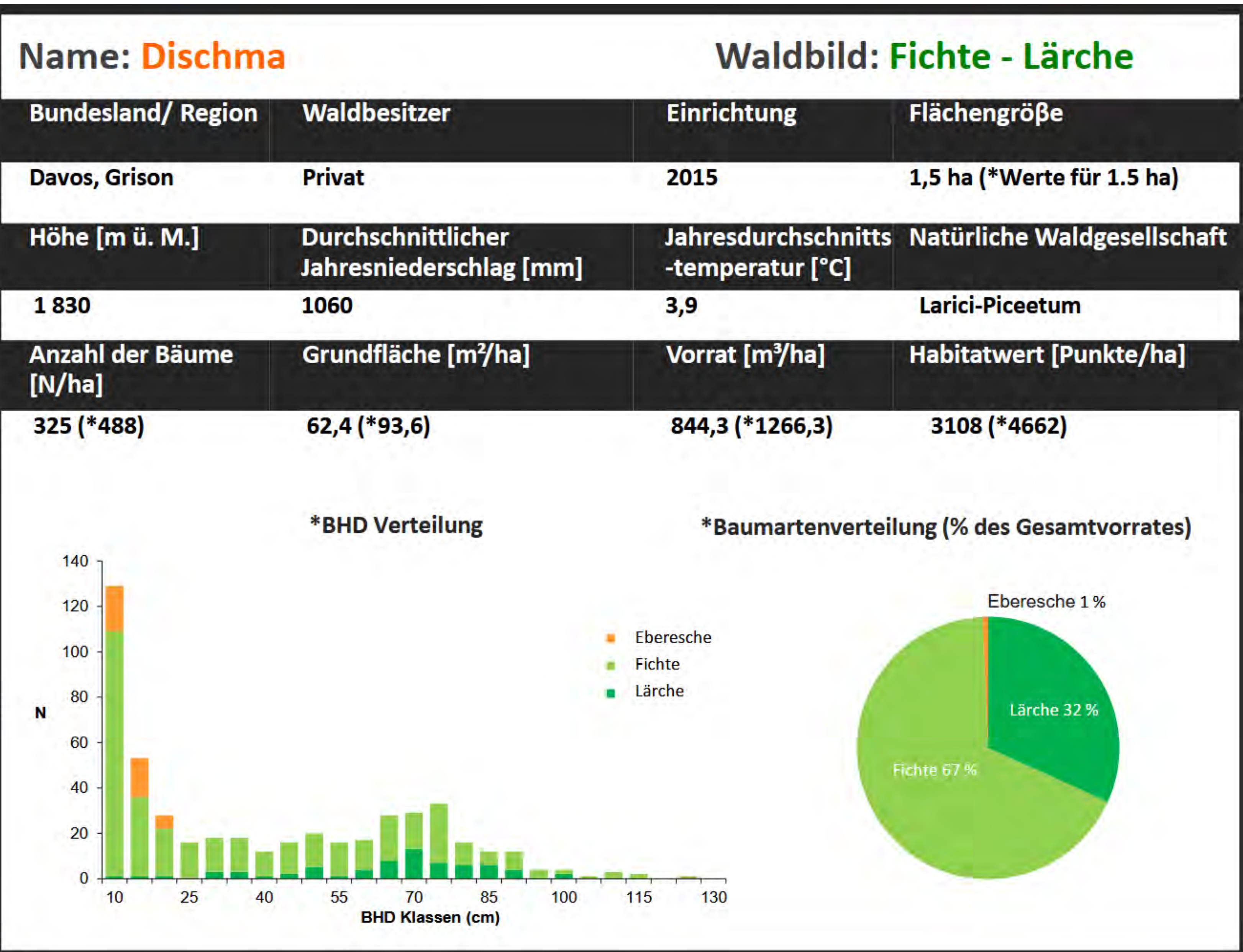


Abb. 4: LiDAR-Aufnahmen der Versuchsfäche aus dem Jahr 2025

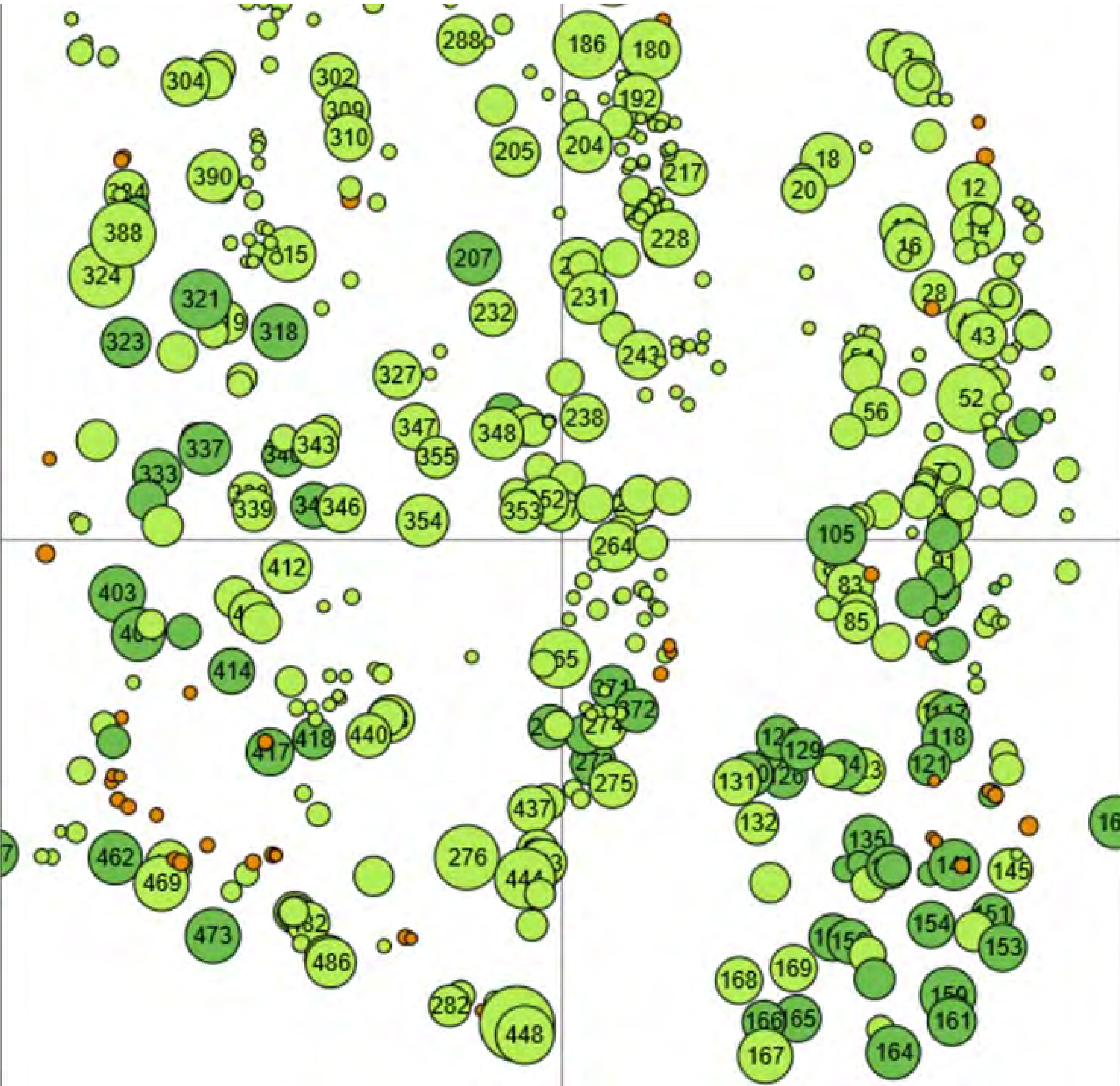
Naturwald-Forschung im Gebirgswald

Was ist ein Marteloskop?

Marteloskope sind Waldflächen (1 Hektar gross), auf denen forstwirtschaftlich relevante Daten wie Baumhöhe und -durchmesser, Totholzanteile und Baummikrohabitate aufgenommen werden. Sie sind waldbauliche Übungs- und Demonstrationsflächen, die es ermöglichen, virtuell mit Hilfe einer Software waldbauliche Strategien und Konzepte auszuprobieren. Dabei können ökologische und ökonomische Folgen berücksichtigt und verschiedene Perspektiven diskutiert werden. Entscheidungsprozesse lassen sich so visualisieren und gleichzeitig kann nachvollzogen werden, wie verschiedene Ökosystemleistungen berücksichtigt werden können.



Das ist ein besonderer Wald mit sehr alten Bäumen und einem hohen Holzvolumen. Wir lernen hier auch, dass Fichten im hohen Alter Strukturen ausbilden können, die für viele Arten sehr wertvoll sind und sonst nicht häufig zu finden sind.



In ganz Europa gibt es mehrere hundert solcher Flächen. Hier im Dischmatal geht es um Herausforderungen im subalpinen Schutzwald. Es ist ein Privatwald, der in den letzten 100 Jahren kaum genutzt wurde. Es kommt natürlichen Entwicklungen sehr nahe und dient Praktikern und Forschenden als wichtiges Anschauungsobjekt.

Waldgrenzen in einer CO₂-reichen und warmen Zukunft

Klimawandelexperiment (2003-2012): Erhöhte atmosphärische CO₂ Konzentrationen und Erwärmung, wie wir sie in 50 Jahren erwarten. Dies hat Folgen für Pflanzen und Böden.



Transport von CO₂-Tanks mit Helikopter
(alle Fotos: F. Hagedorn, WSL)



Kontinuierliche CO₂-Erhöhung mit perforierten Schläuchen für 9 Jahre

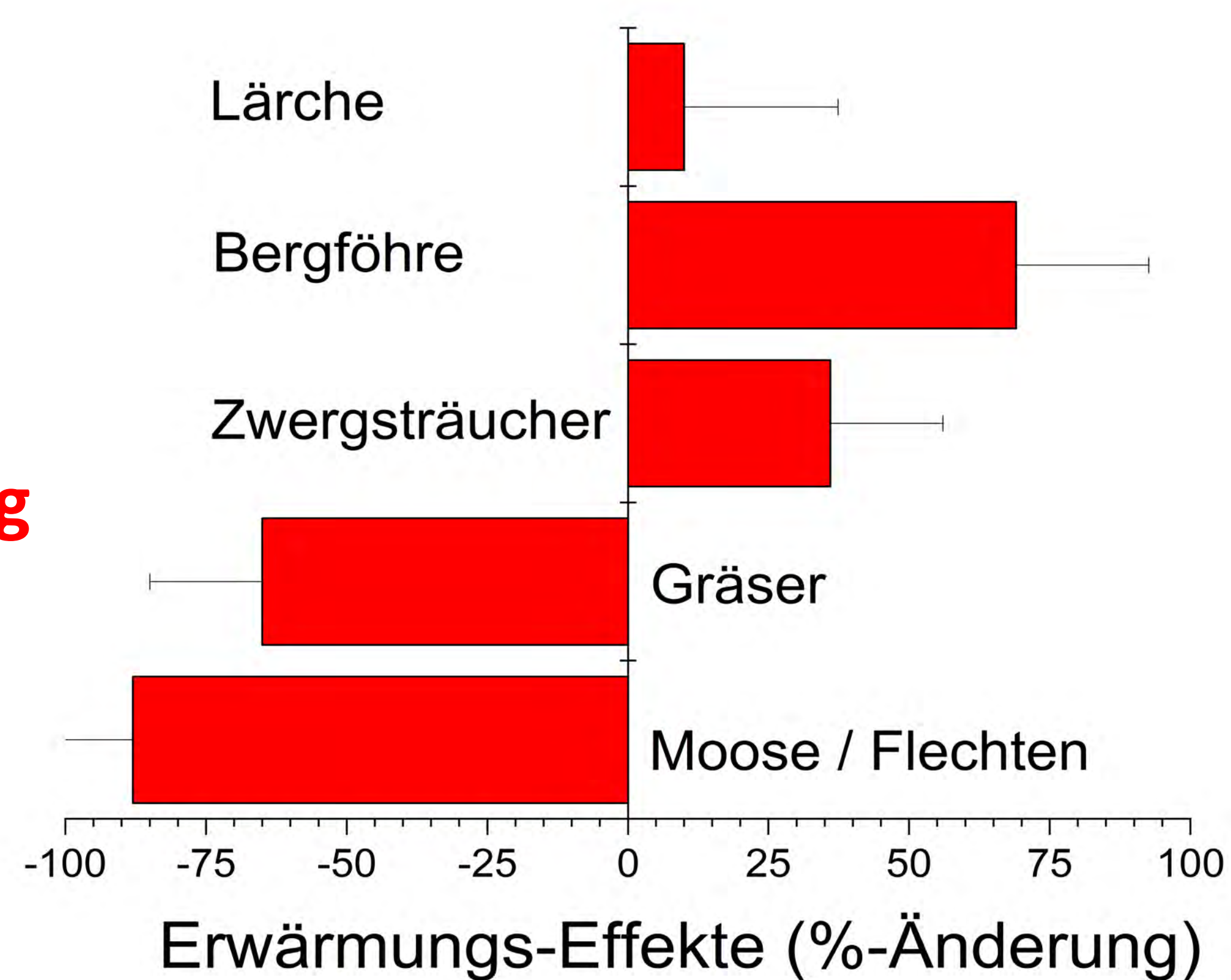


Erwärmung des Bodens um 4° C mit 26 m Heizkabeln auf 1.1 m².

Artspezifische Wachstumsreaktionen

Pflanzen reagierten empfindlicher auf die Erwärmung als auf CO₂-Erhöhung. Die Reaktionen fielen artspezifisch aus. Bei den Bäumen profitierten Bergföhren von der Erwärmung, Lärchen vom CO₂. Gräser, Moose und Flechten gehören zu den Verlierern.

**Boden-
Erwärmung**



**CO₂-
Erhöhung**

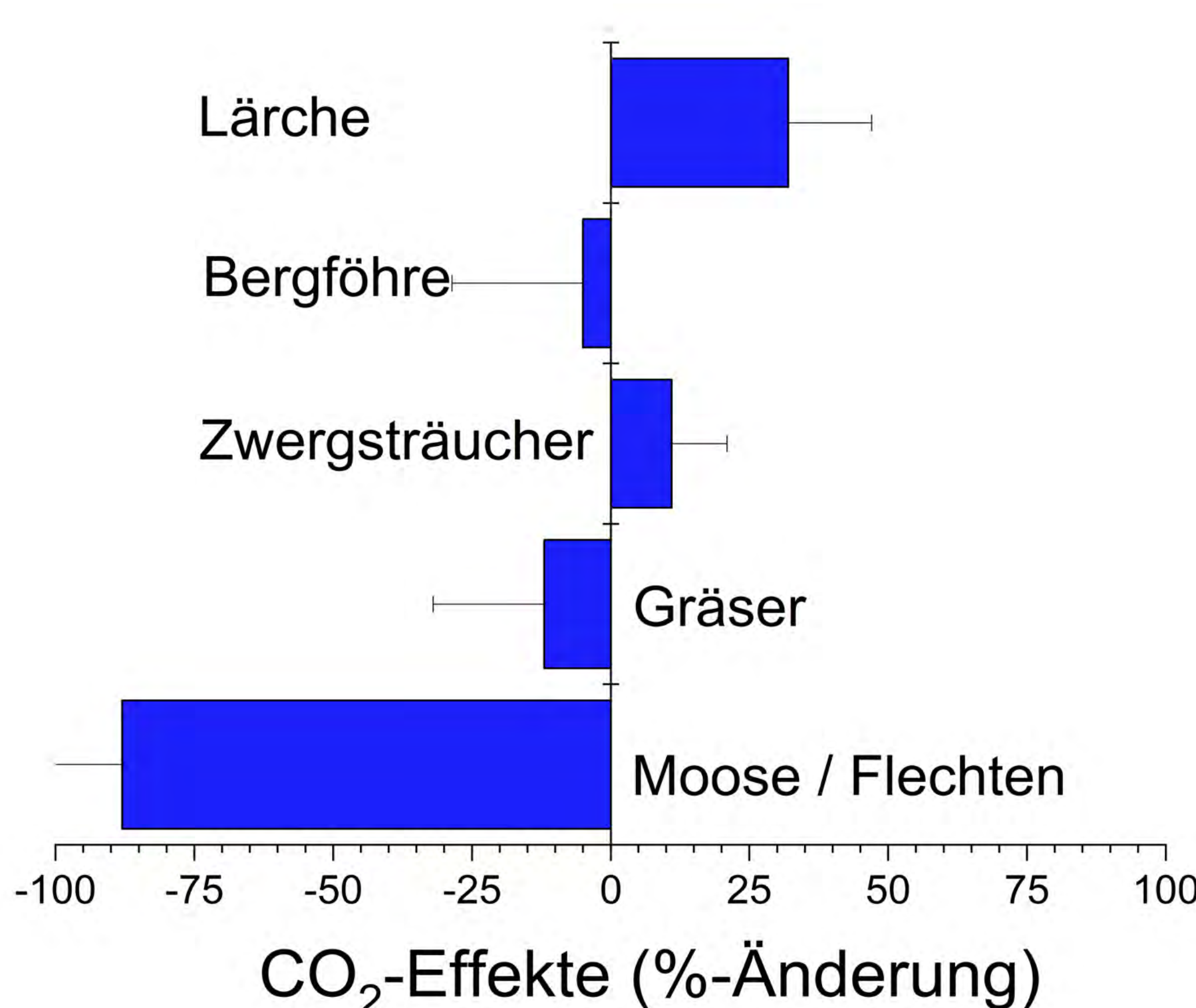


Abb. 1: Der Klimawandel verändert die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft.

Veränderte Pilzgemeinschaft



Orange-gelber Lärchenschneckenling



Rotbrauner Milchling

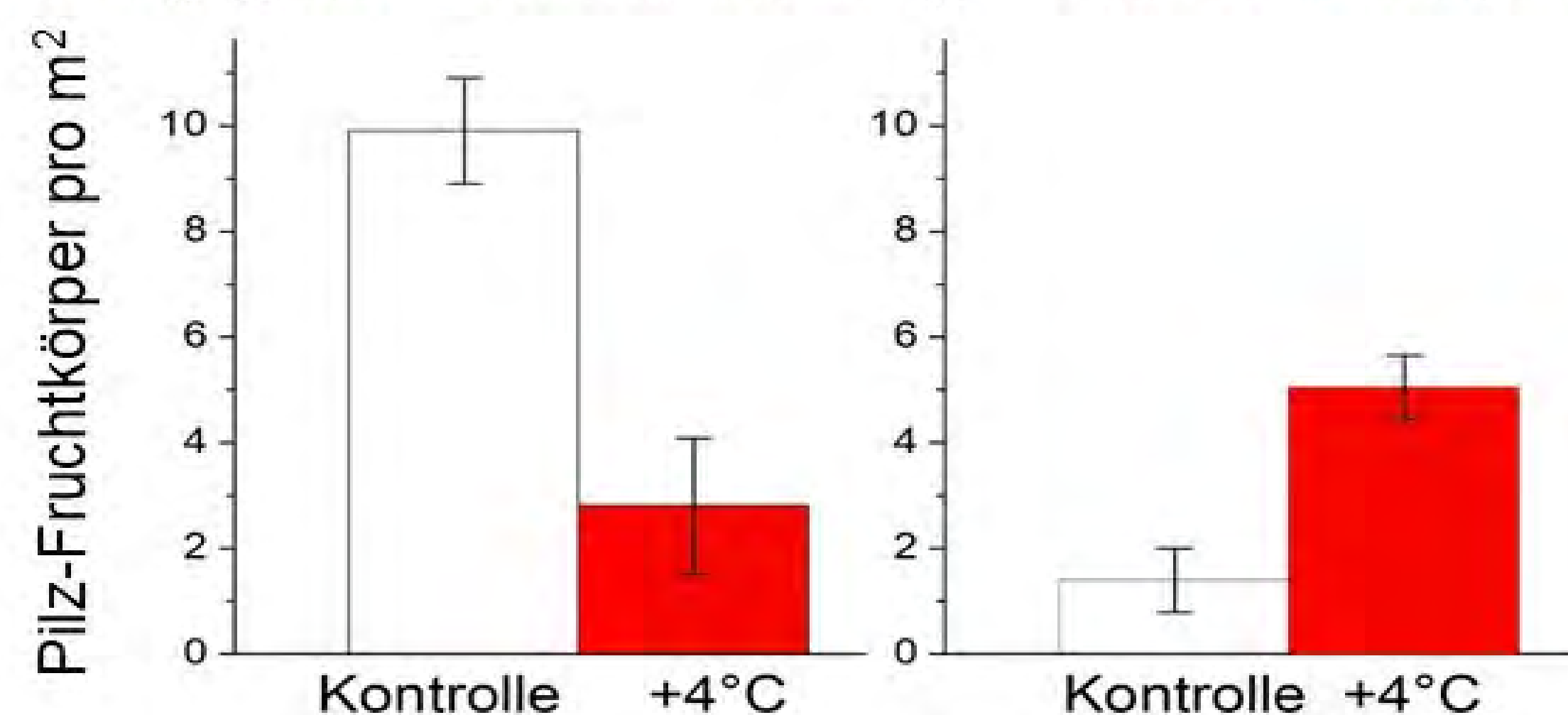


Abb. 2: Gewinner und Verlierer in wärmeren Böden bei den Pilzen.

Böden werden zu CO₂-Quellen



Messung der CO₂-Freisetzung aus dem Boden im Sommer und Winter.

Erwärmung regte den Abbau von Humus im Boden durch Bodenorganismen an. Dadurch wurde aus den wärmeren Böden mehr CO₂ an die Atmosphäre abgegeben als durch Pflanzen gebunden wurde.

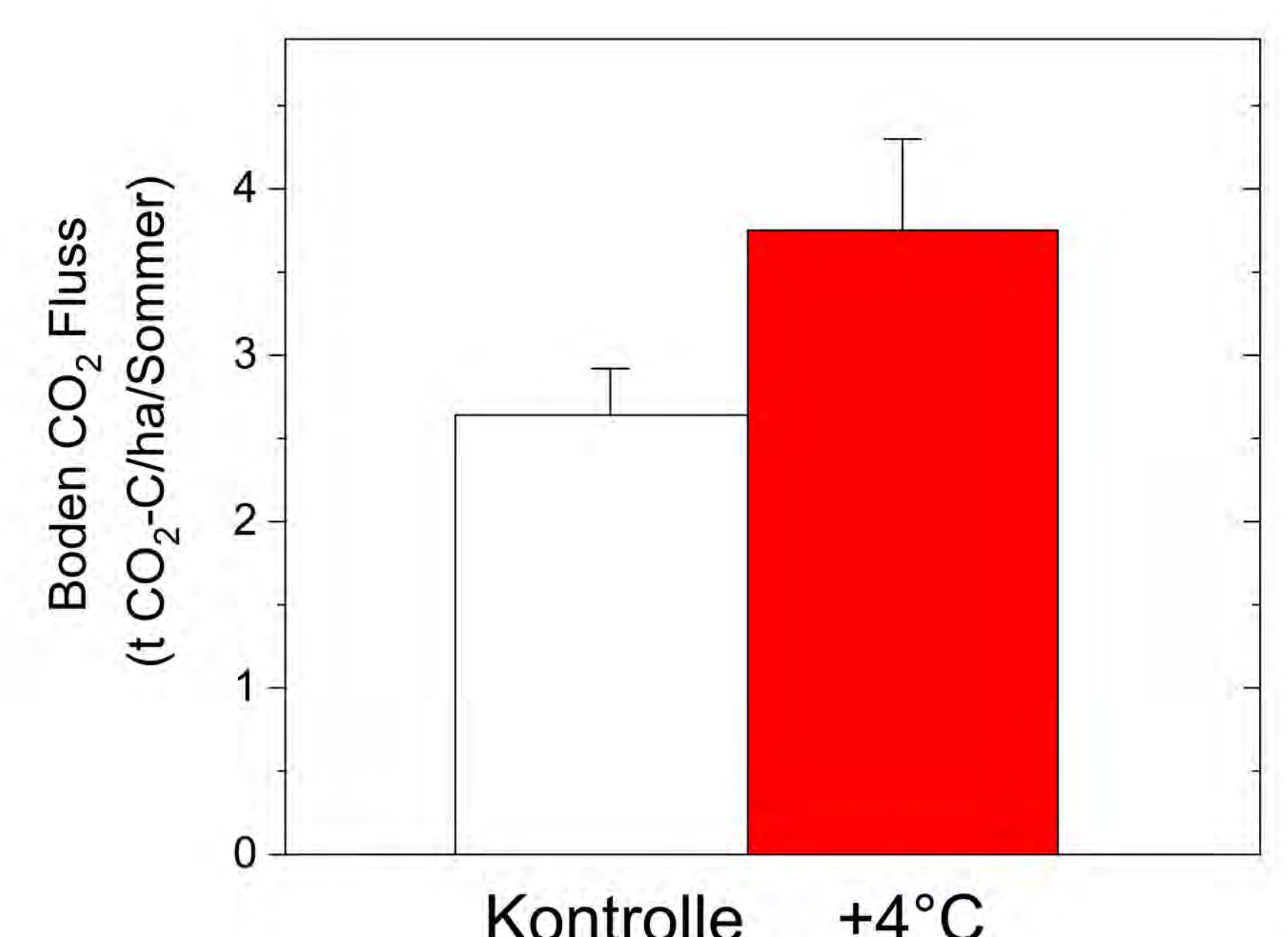


Abb. 3: Gesteigerte CO₂-Freisetzung aus wärmeren Böden. Das CO₂ stammt aus altem Humus.

Hoch hinaus: Gipfflora, Glanz und GLORIA

Im Dischmatal nahm ein grosses internationales Projekt zur **Veränderung der Gipfflora** seinen Anfang. Wiederholungen historischer Pflanzenaufnahmen auf Berggipfeln zeigten die **Aufwärtsbewegung von Pflanzen** durch den Klimawandel – im Dischmatal, in Graubünden, der Schweiz, Europa und weltweit.

Gipfflora

Aus den Pionierzeiten der Botanik liegen zahlreiche historische Erhebungen der Flora von Berggipfeln vor. Z.B. erfasste bereits 1885 der Botaniker Oswald Heer die Höhenverbreitung der Pflanzen am Piz Linard. Wilhelm Schibler botanisierte ca. 60 Gipfel im Raum Davos. Wir wiederholten die historischen Aufnahmen auf insgesamt 122 Gipfeln in den Ostalpen.

Wichtigste Erkenntnisse:

- Aufwärtsbewegung von Pflanzenarten deutlich sichtbar
- Starke Beschleunigung seit den 1980ern



Abb. 1: Wilhelm Schibler, Arzt und Botaniker in Davos und Präsident der Sektion Davos des SAC, machte vollständige Pflanzenerfassungen von ca. 60 Berggipfeln in den 1930ern

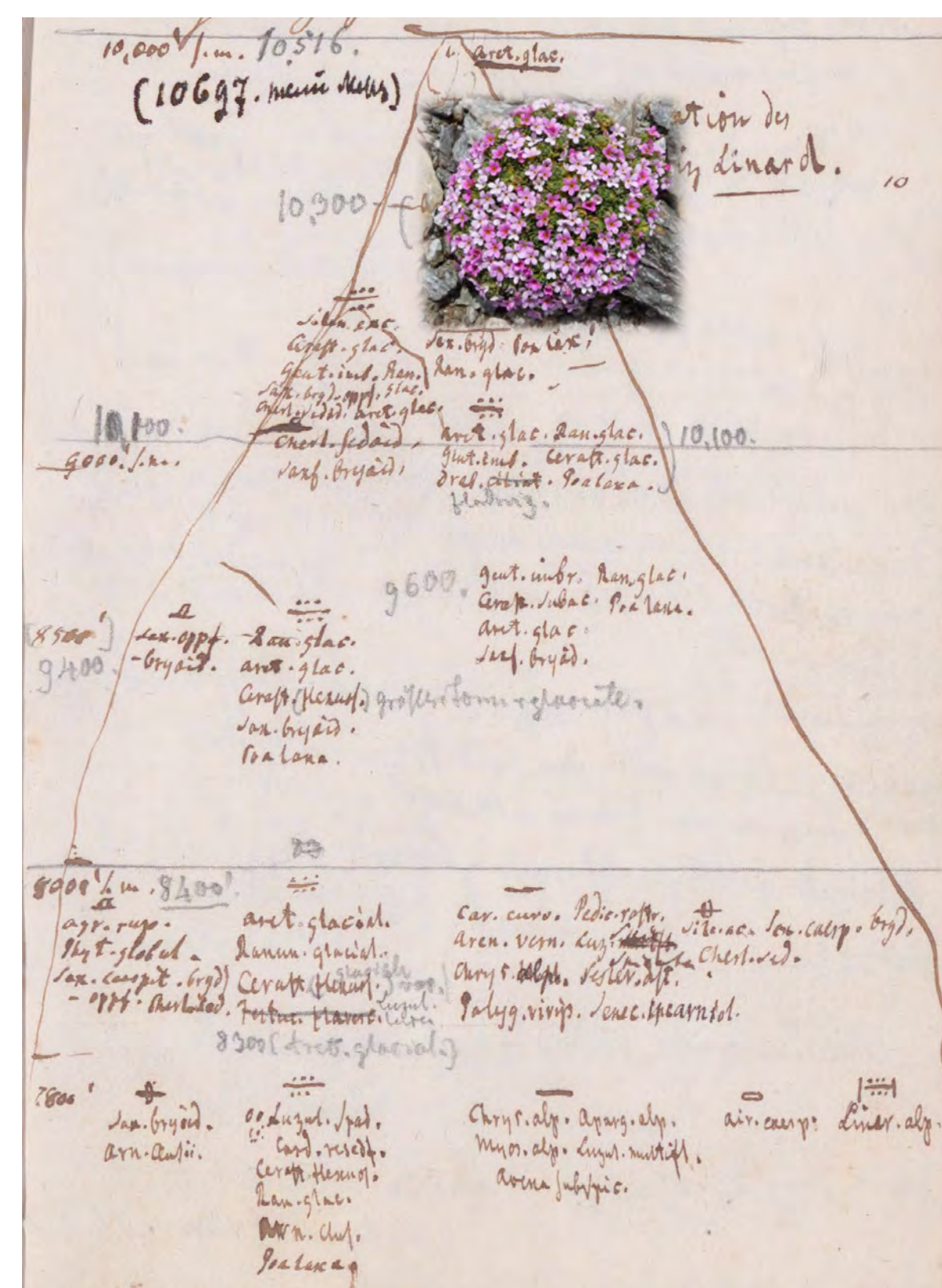


Abb. 2: Oswald Heer bestieg 1835 den Piz Linard (3410 m ü. M.), erfasste die Pflanzenarten aller Höhenstufen und publizierte die Ergebnisse. Einzige Pflanze am Gipfel: der Alpen-Mannsschild

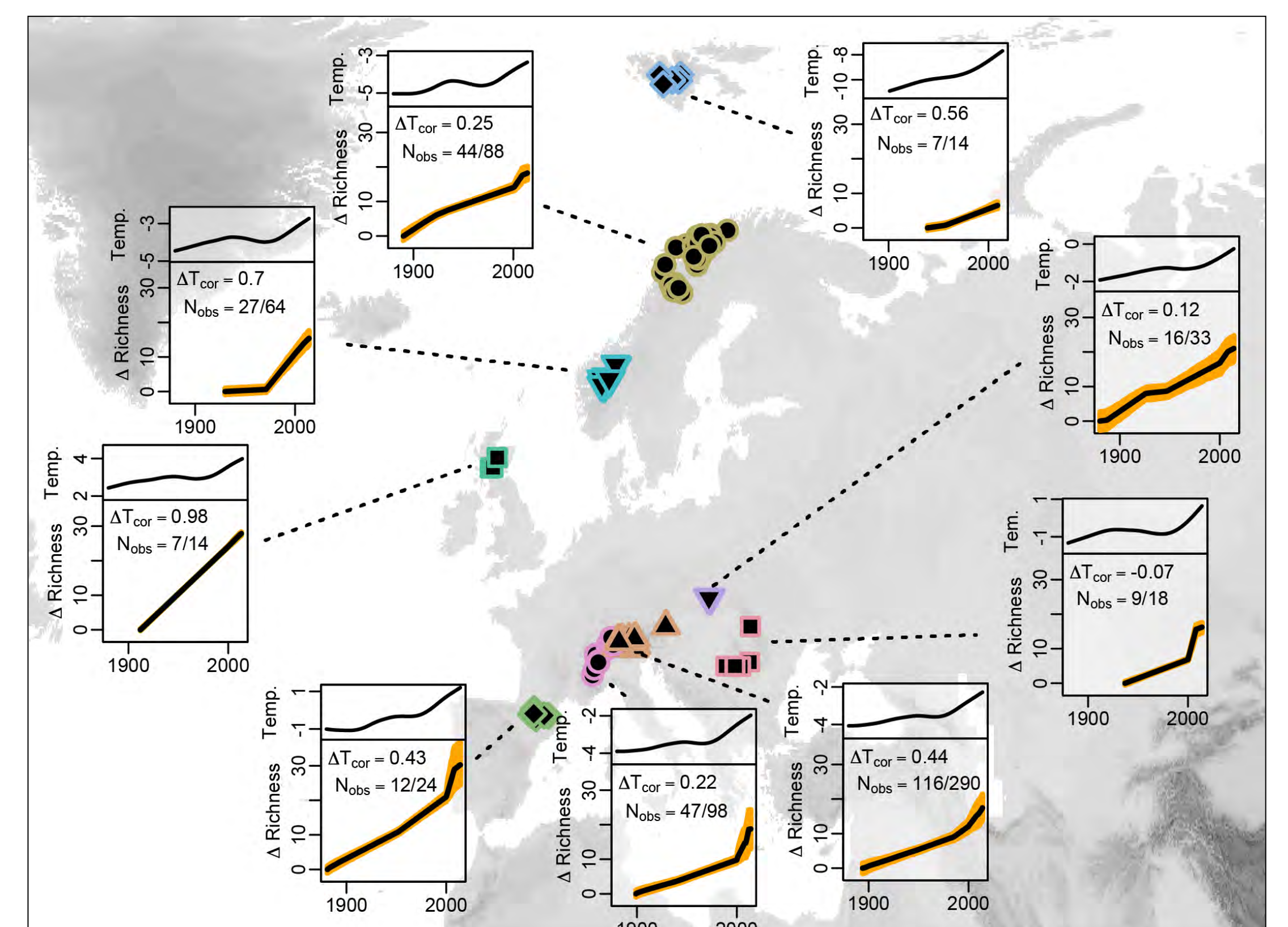


Abb. 3: Gemeinsam mit Teams von Forschenden aus ganz Europa konnten wir die Auswirkungen des Klimawandels auf die Veränderung der Alpenflora in ganz Europa zeigen (Steinbauer et al. 2018)

Glanz

Anekdote: Die Glänzende Skabiose kam vor ca. 100 Jahren bis auf max. 2770 m ü. M. vor (Piz Laschadurella, Unterengadin).

Der heutige bisher bekannte Höhenrekord liegt bei 2896 m ü. M.

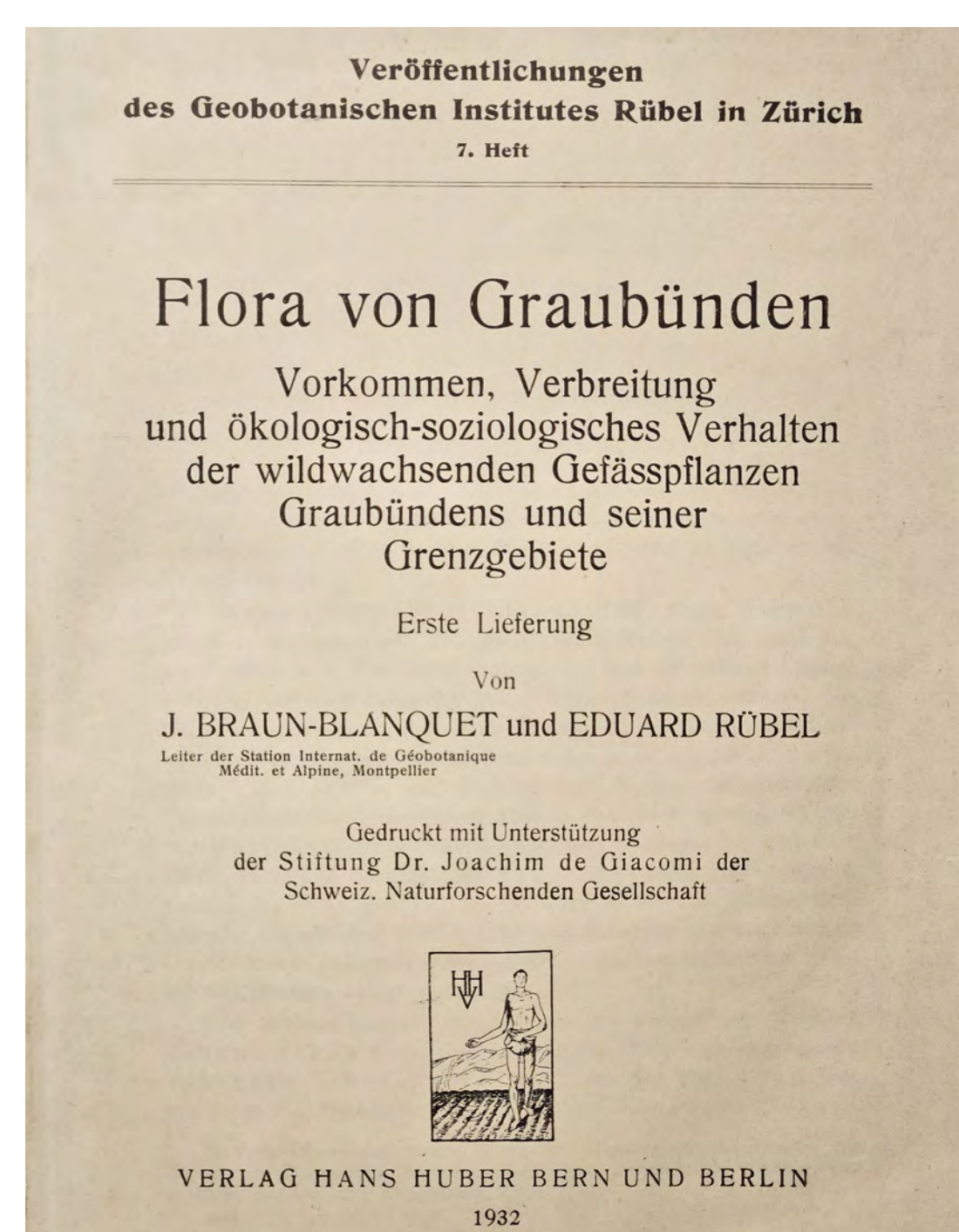


Abb. 4: Die Glänzende Skabiose (*Scabiosa lucida*, Foto Flora Helvetica) und der historische Datensatz Flora von Graubünden von 1932

GLORIA

GLlobal **O**bservation **R**esearch Initiative in **A**lpine environments: Ein globales Monitoring-Programm wurde 2001 gestartet.

Wichtigste Erkenntnisse:

- Thermophilisierung (d.h. Zunahme von wärmeliebenden Pflanzen)
- Ausbreitung von Sträuchern
- Rückgang von hochalpinen Spezialisten

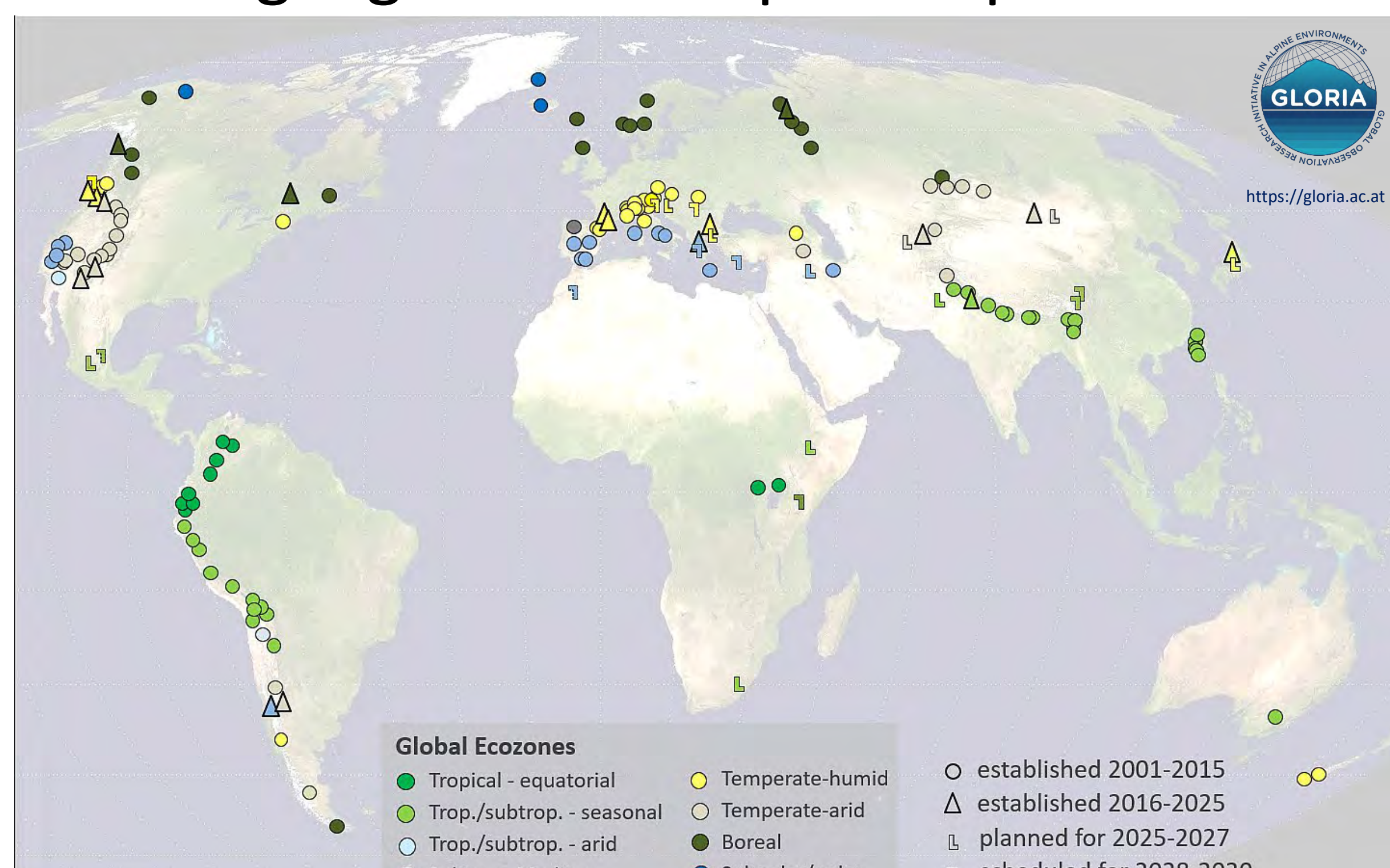


Abb. 5: GLORIA-Untersuchungen weltweit

Tundra-Experiment in den Alpen

Futuristisch anmutende **Erwärmungskammern** aus Plexiglas erhöhen die Lufttemperatur um ca. 1,5 Grad und **simulieren damit den Klimawandel**. Das weltweite Experiment läuft auch in der Schweiz schon seit über 30 Jahren.

Die Idee

Schon vor über 30 Jahren beschäftigte der Klimawandel die Forschenden. Die Idee entstand für das International Tundra Experiment ITEX. Mit einem einfachen System, den Open Top Chambers (OTCs), wird der Klimawandel in kalten Regionen simuliert, um Reaktionen von Vegetation und Boden zu untersuchen.

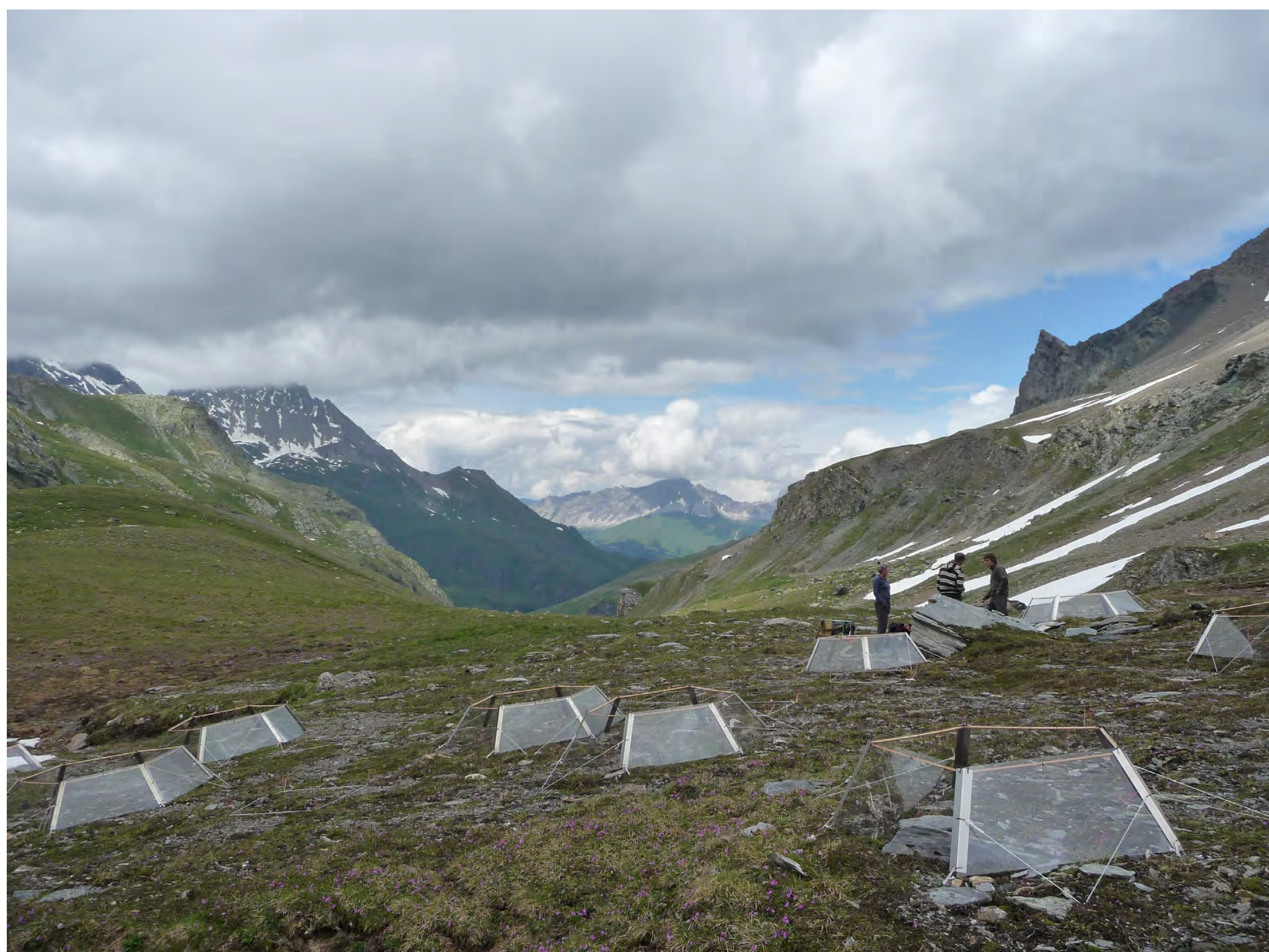


Abb. 1: Die ältesten ITEX-Flächen in der Schweiz befinden sich im Val Bercla am Julierpass

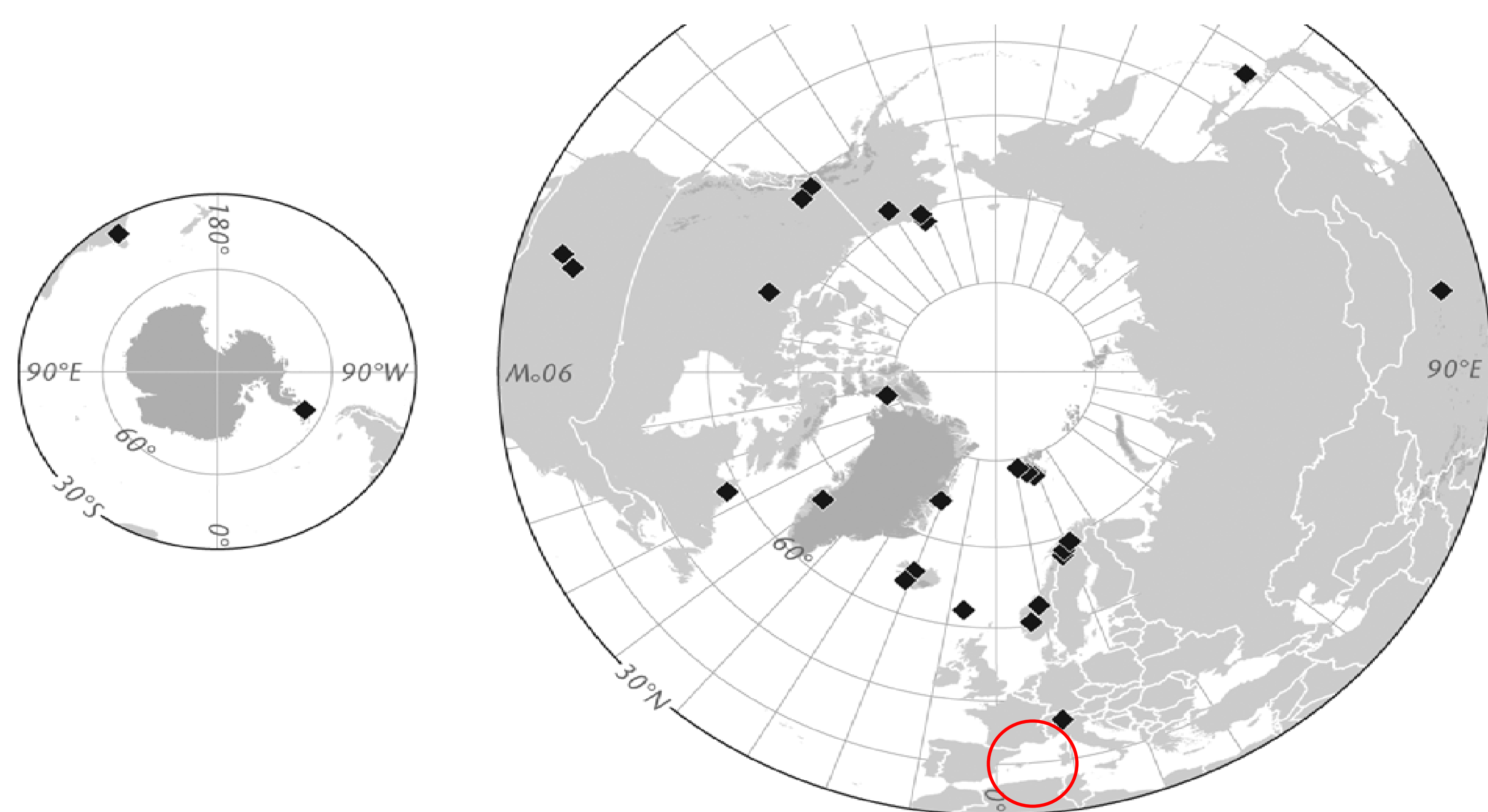


Abb. 2: Weltweit nehmen über 60 Teams von Forschenden am Projekt teil (die Punkte auf der Karte sind eine Auswahl). Der Schwerpunkt ist in der Arktis, aber auch die Antarktis und alpine Regionen sind vertreten

Ergebnisse weltweit

Weltweit nahm durch die Erwärmung die Bedeckung mit Sträuchern zu, d.h. Birken und Weiden breiteten sich beispielsweise aus. Diese Entwicklung ging zu Lasten kleiner Pflanzen, wie Moose und Flechten. Die Ausbreitung von Sträuchern hing allerdings auch stark von den Bodenverhältnissen ab: je nasser der Boden, umso mehr breiteten sich Sträucher aus.

Wichtigste Erkenntnisse:

- Zunahme von sommergrünen Sträuchern, die potenziell sehr gross werden können
- Rückgang kleiner Pflanzen, z.B. Moose und Flechten
- Zunahme von Sträuchern, v.a. auf nassen Böden

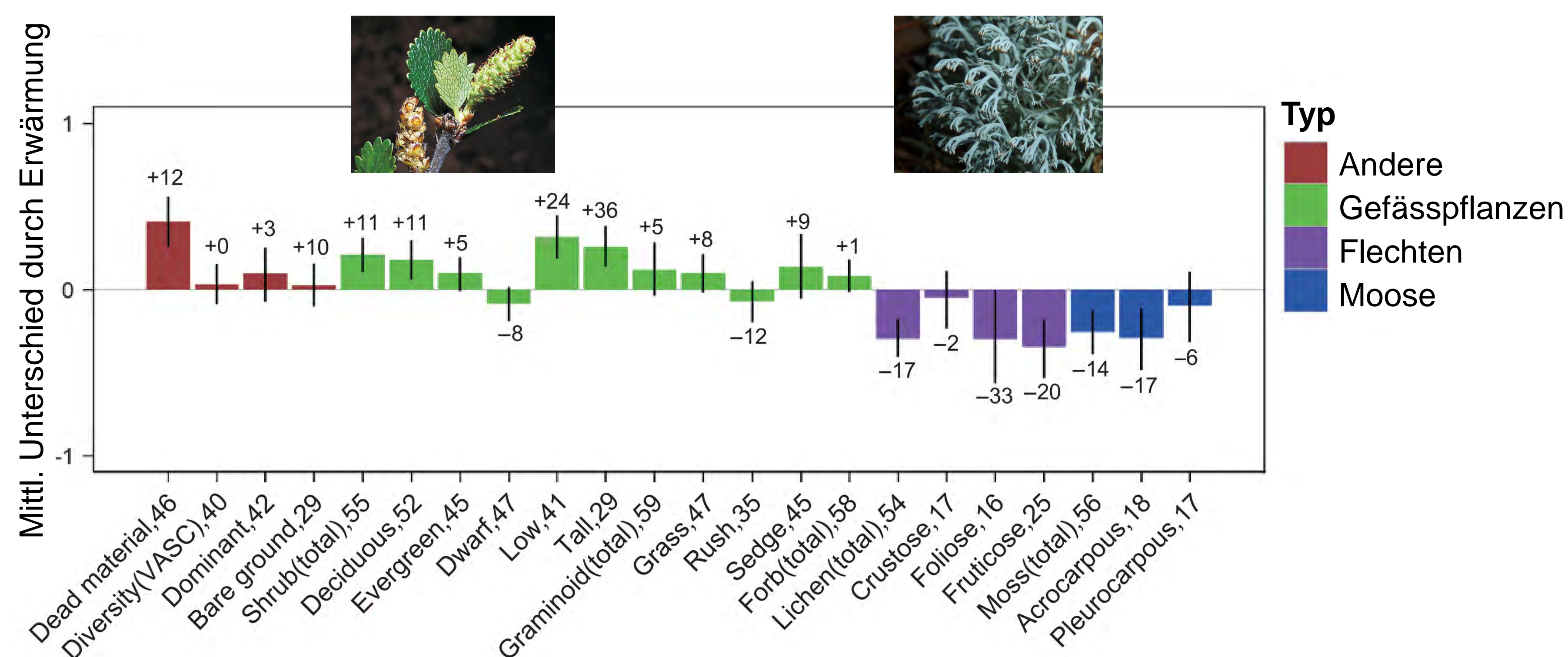


Abb. 3: Gewinner und Verlierer der Erwärmung (% Veränderung)

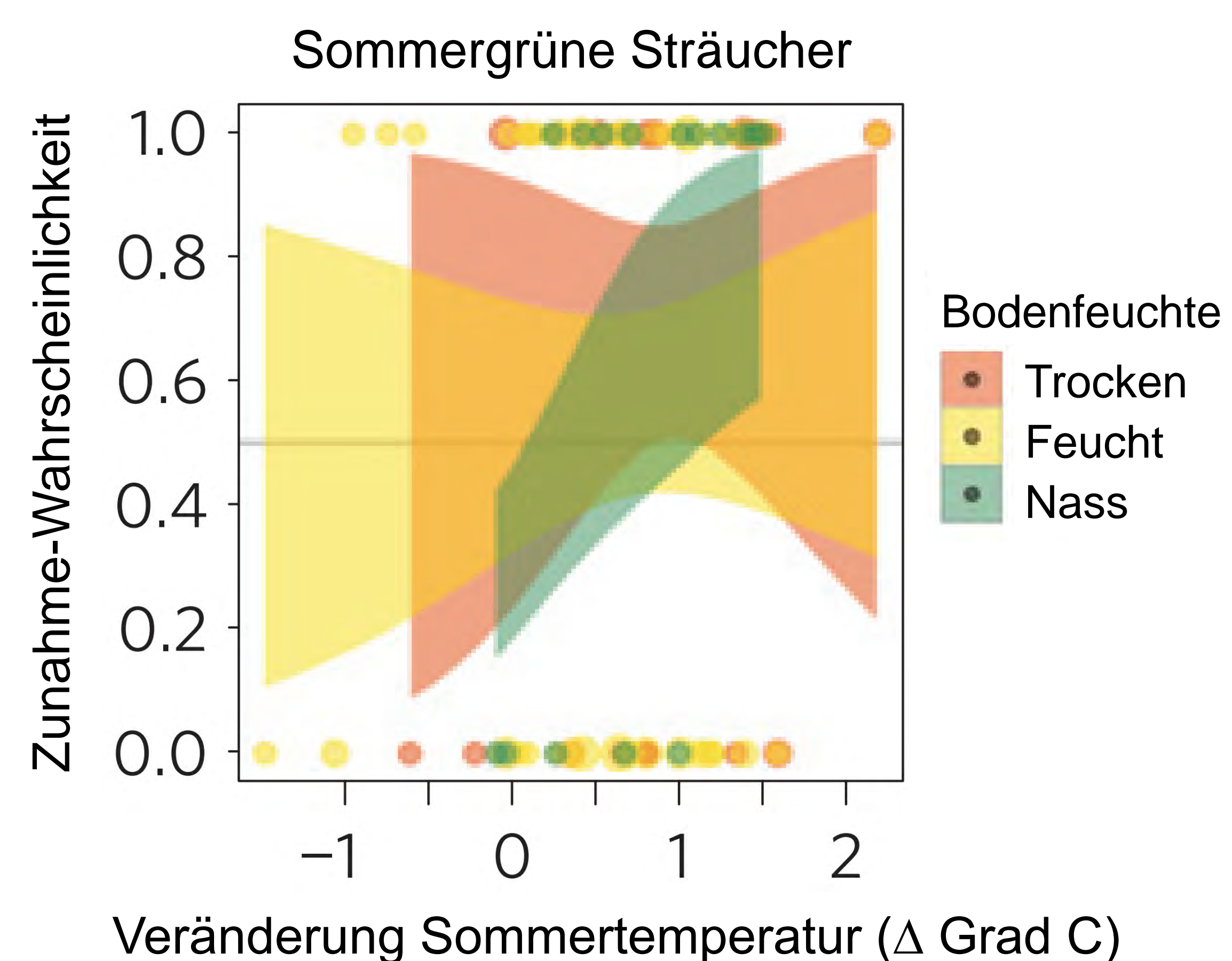


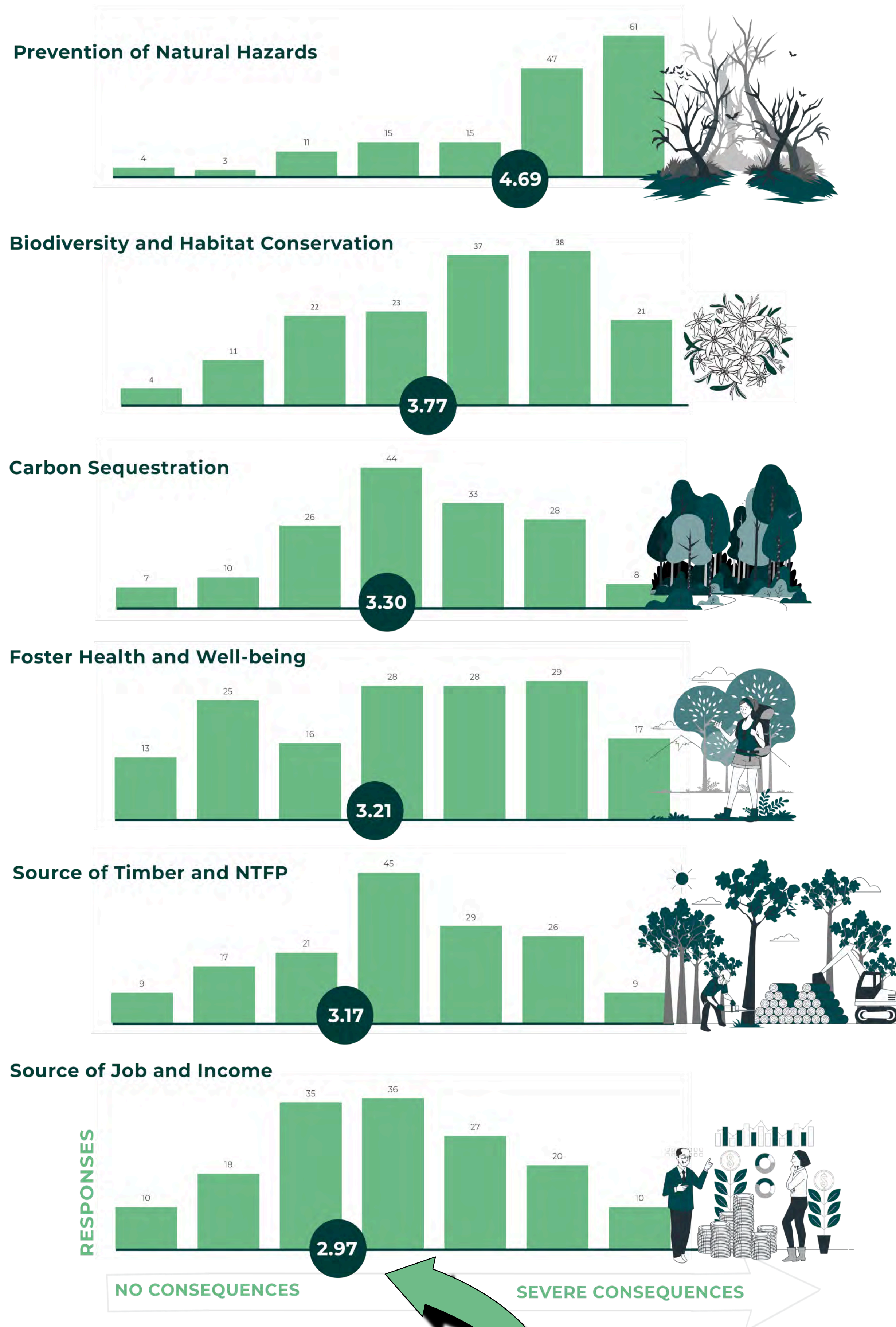
Abb. 4: Zunahme von sommergrünen Sträuchern in Abhängigkeit von Erwärmung und Bodenfeuchte

Gebirgswälder und Klimawandel: Erkenntnisse aus einer Umfrage in Davos

Im Rahmen einer **Citizen-Science-Umfrage** in Davos haben 156 Teilnehmende ihre **Sicht auf Wälder und Klimawandel** geteilt. Die meisten Rückmeldungen entstanden während Führungen am SLF, weitere über Umfrage-Flyer in der Stadt.

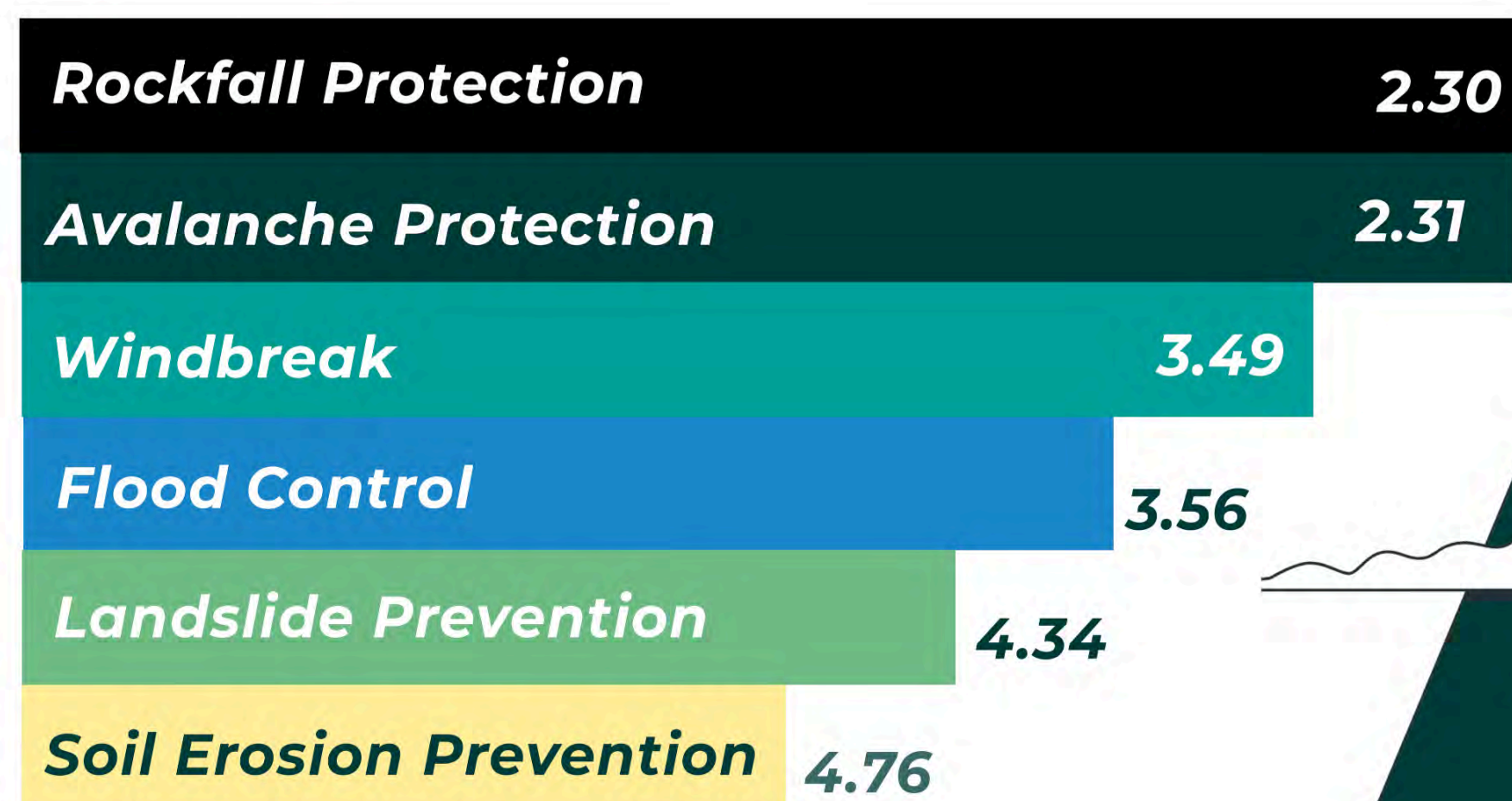
Die hier gezeigten Ergebnisse geben Einblick, wie Besucher/innen und Einwohner/innen von Davos den Wald in Zeiten des Klimawandels wahrnehmen. Die Umfrage wurde mit Mentimeter durchgeführt – einem interaktiven Tool, das Teilnehmenden ermöglicht, ihre Meinungen in Echtzeit einzubringen.

Auf einer Skala von 0 bis 6 (0 = keine Auswirkungen; 6 = starke Auswirkungen), wie stark denken Sie, dass der Klimawandel die folgenden Leistungen des Waldes (Ökosystemleistungen) in der Region Davos beeinflussen wird?

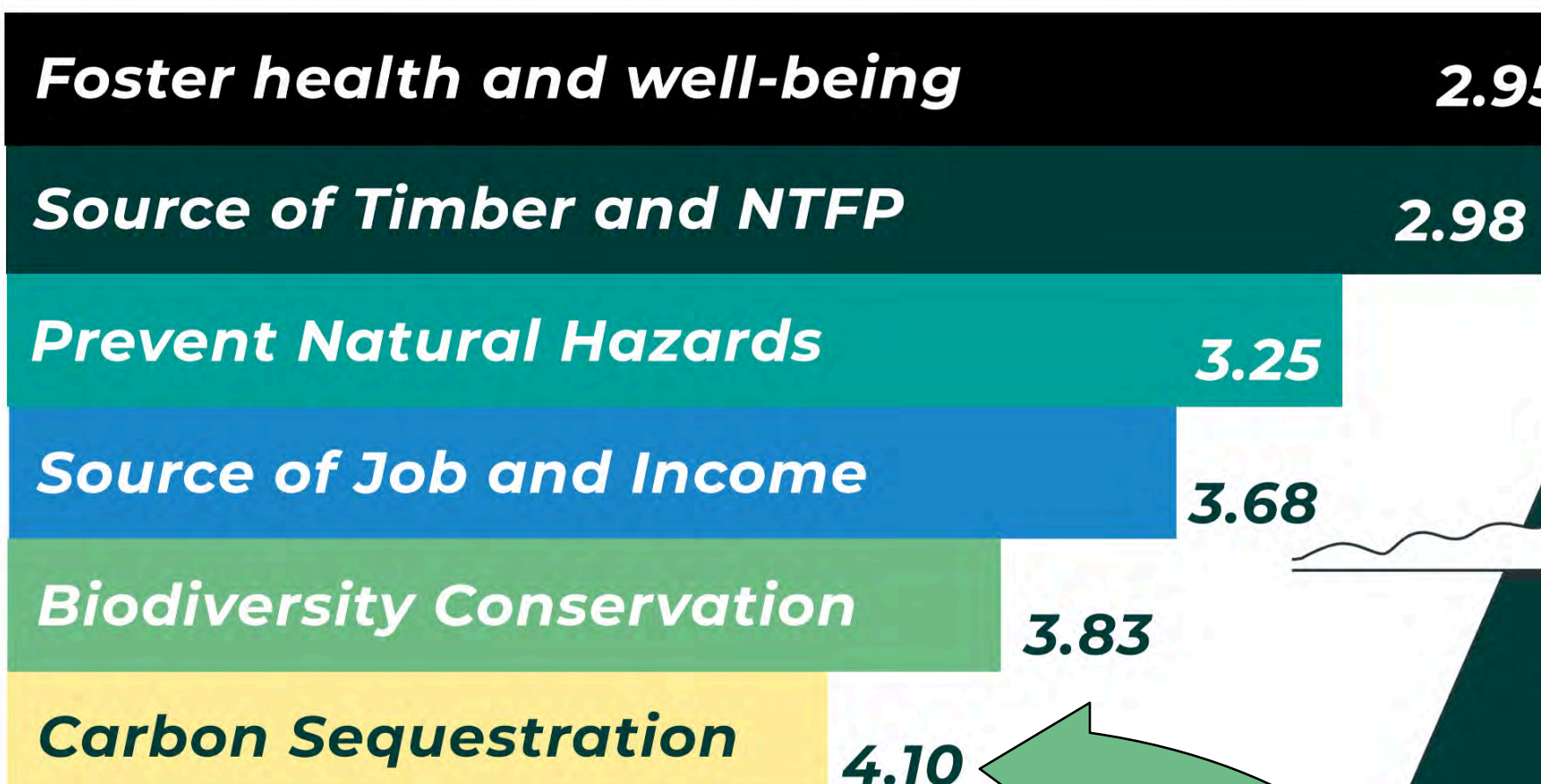


Hinweis: Die Zahlen im Kreis geben den gewichteten Durchschnitt der Antworten zu den wahrgenommenen Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldleistungen in Davos an. Ein höherer Durchschnitt (auf einer Skala von 0 bis 6) bedeutet schwerwiegendere Folgen, wobei 0 keine Auswirkungen und 6 die schwerwiegendsten Auswirkungen darstellt.

Rank the following **protective functions** of the forests around Davos according to their importance from 1 to 6 (1=most important; 6=least important):



Rank the following **benefits (forest ecosystem services)** we derive from Swiss mountain forests according to their importance from 1 to 6 (1=most important; 6=least important):



Hinweis: Die Zahlen geben den gewichteten Durchschnitt der Antworten zur Bedeutung von Wald-Ökosystemleistungen und Schutzfunktionen der Wälder in Davos an. Ein niedrigerer Durchschnitt (auf einer Skala von 1 bis 6) zeigt eine höhere Bedeutung, wobei 1 am wichtigsten und 6 am wenigsten wichtig ist.



Bergwiesen und -weiden: Hotspot der Biodiversität

Bergregionen sind wahre **Hotspots der Biodiversität**. Auf Bergwiesen wie dieser hier finden sich unzählige Pflanzenarten, von bunten Wildblumen bis zu zierlichen Gräsern. Auch viele Insektenarten, darunter Heuschrecken, Schmetterlinge und Käfer, leben hier. Die Vielfalt entsteht durch abwechslungsreiche Standorte, magere Böden und eine traditionelle Nutzung, die vielen Arten Platz bietet.

Ein Quadratmeter voller Leben!

Auf nur einem Quadratmeter einer Bergwiese haben wir durchschnittlich **21 verschiedene Pflanzenarten** und **über 1000 Insekten und Spinnen** gezählt.

Abb. 1: Links: Mit einem Staubsauger haben wir auf nur einem Quadratmeter zahlreiche Insekten und Spinnentiere gefangen. Erstaunlich, was hier so alles kreucht und fleucht! Rechts: Der Alpenapollo und die Sibirische Keulenschrecke sind imposante Erscheinungen und als typische Gebirgsarten im Alpenraum häufig zu finden.

Tiergruppe	Anzahl Individuen auf einem m ²
Zikaden	73
Wanzen	92
Blattläuse	108
Blattflöhe	10
Schmetterlinge, Raupen	2
Heuschrecken	3
Käfer	40
Fliegenartige	472
Hautflügler	116
Fransenflügler	48
Spinnen	29
Weberknechte	29
Waldschaben	1



Abb. 2: Traditionell genutzte Bergwiesen sind kunterbunt und vielfältiger. Auf intensiv genutzten Wiesen sieht man oft nur gelbe und weisse Blüten.

Sanfte Nutzung fördert die Artenvielfalt

Extensiv genutzte Bergwiesen und Weiden, die nur wenig gedüngt und moderat beweidet werden, sind besonders artenreich. Hier finden viele verschiedene Pflanzen und Insekten wertvolle Lebensräume. Intensive Nutzung mit viel Dünger, häufiger Mahd oder starker Beweidung macht die Flächen eintönig – oft dominieren nur noch wenige Arten.

Gefährdete Vielfalt: Wenn die Nutzung aufgegeben wird

Die Artenvielfalt ist auch in Gefahr, wenn die traditionelle Weidenutzung und Mahd in den Bergen aufgegeben wird. Dann verbuschen die sonst offenen, bunten Wiesen, und zahlreiche Pflanzen- und Tierarten verschwinden. Eine sanfte, traditionelle Nutzung ist demnach wichtig für den Erhalt der Biodiversität auf unseren Bergwiesen und -weiden.

Abb. 3: Früher prägten Heinzen das Landschaftsbild im Dischma: Das Mähen mit der Sense und das Trocknen des Schnittguts auf Holzgestellen war besonders insektenfreundlich (Bild: Foto Furter).

Wandel am Berg: das Dischmatal als Freiluftlabor

Das Dischmatal bei Davos ist seit Jahrzehnten ein **wichtiger Forschungsstandort**. Hier beobachten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Schnee, Wälder, Baumgrenzen und Wildtiere wie Murmeltiere oder Gämsen. So wird sichtbar, wie sich Schnee, Pflanzen und Tiere durch den Klimawandel verändern.

Die Baumgrenze wandert nach oben

Vor über 40 Jahren wurden im Dischmatal alle Bäume an der Baumgrenze erfasst. Eine Wiederholung 2012 zeigt: Die Baumgrenze ist seit den 1970er-Jahren im Schnitt um etwa 10 Meter pro Jahrzehnt nach oben gewandert. Verantwortlich sind nicht nur steigende Temperaturen, sondern auch Hänge, Pflanzenkonkurrenz und frühere Landnutzung. Langfristige Beobachtungen sind also wichtig, um Veränderungen in den Bergen zu verstehen.

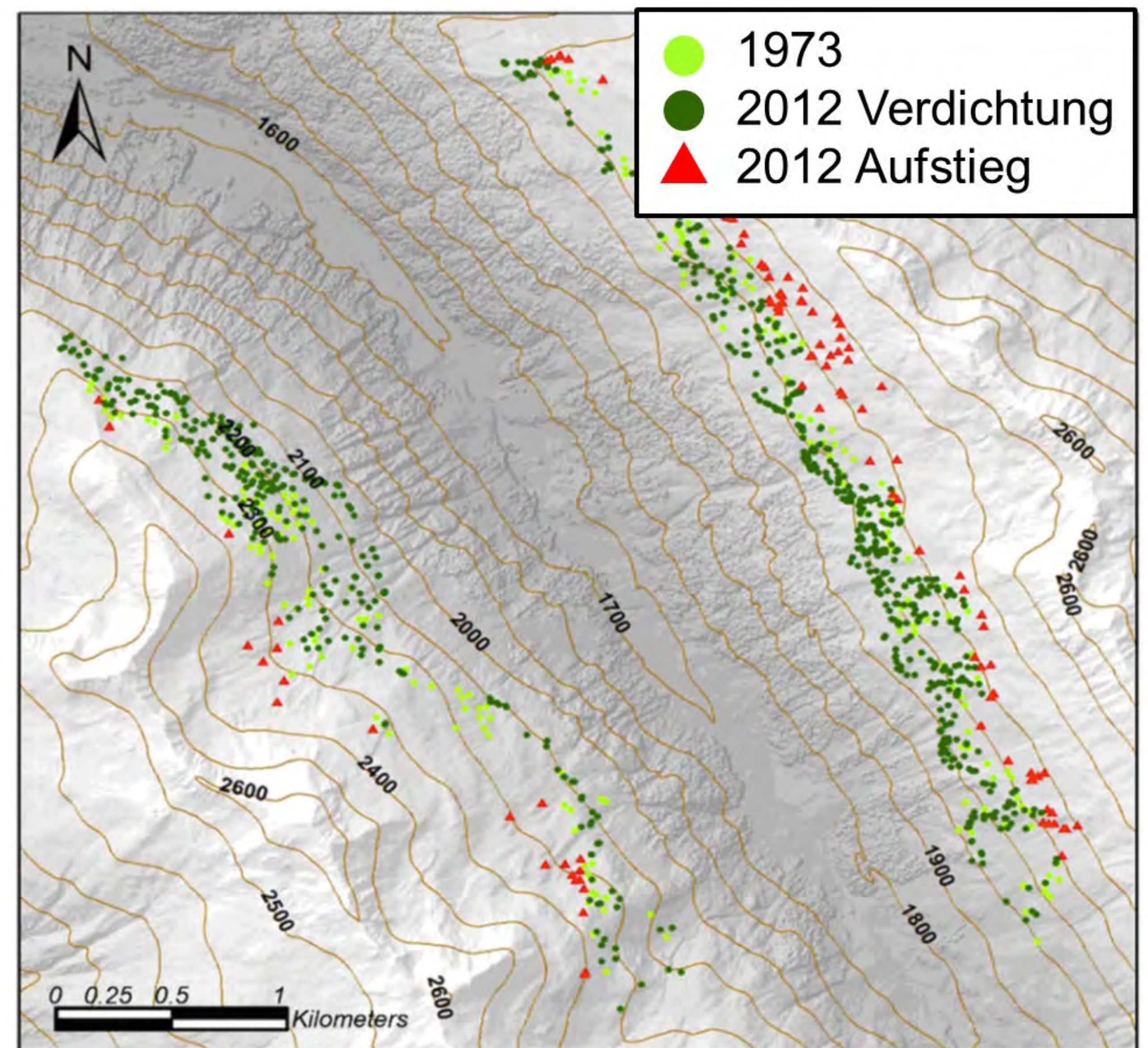
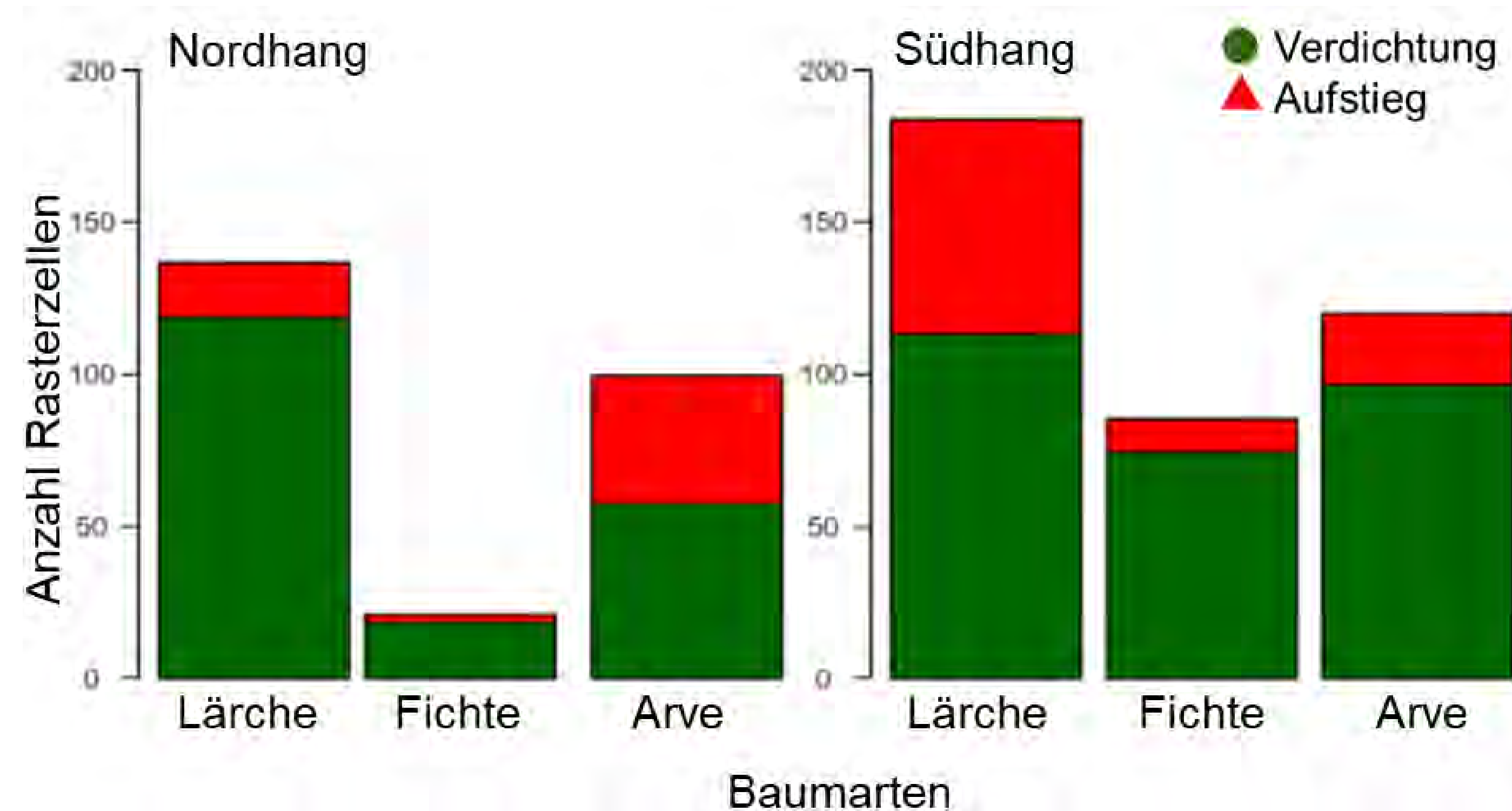


Abb. 1 (oben): Die Karte zeigt, welche Bäume bereits 1972 vorhanden waren (hellgrün), welche nach oben gewandert sind (rot) und welche sich innerhalb der bestehenden Baumgrenze verdichtet haben (dunkelgrün).

Abb. 2 (links): Anzahl der Rasterflächen mit neuen Bäumen oder Baumgruppen, die entweder auf Aufstieg oder Verdichtung entfallen.

Auch Murmeltiere wandern nach oben – aber nur ein Stück

Noch eine Wiederholungserhebung im Dischmatal zeigt: Murmeltiere leben heute im Schnitt 86 m höher als vor über 40 Jahren, meist auf rund 2500 m ü. M. Entscheidend sind nicht nur Temperaturen, sondern auch Bodentiefe, Schneedecke und Nahrung. Die Obergrenze von 2700 m hat sich nicht verschoben, und auch im Talboden ist es bisher nicht zu heiss. Langfristig schrumpft ihr Lebensraum jedoch, da die Baumgrenze steigt und sie offene Flächen brauchen.

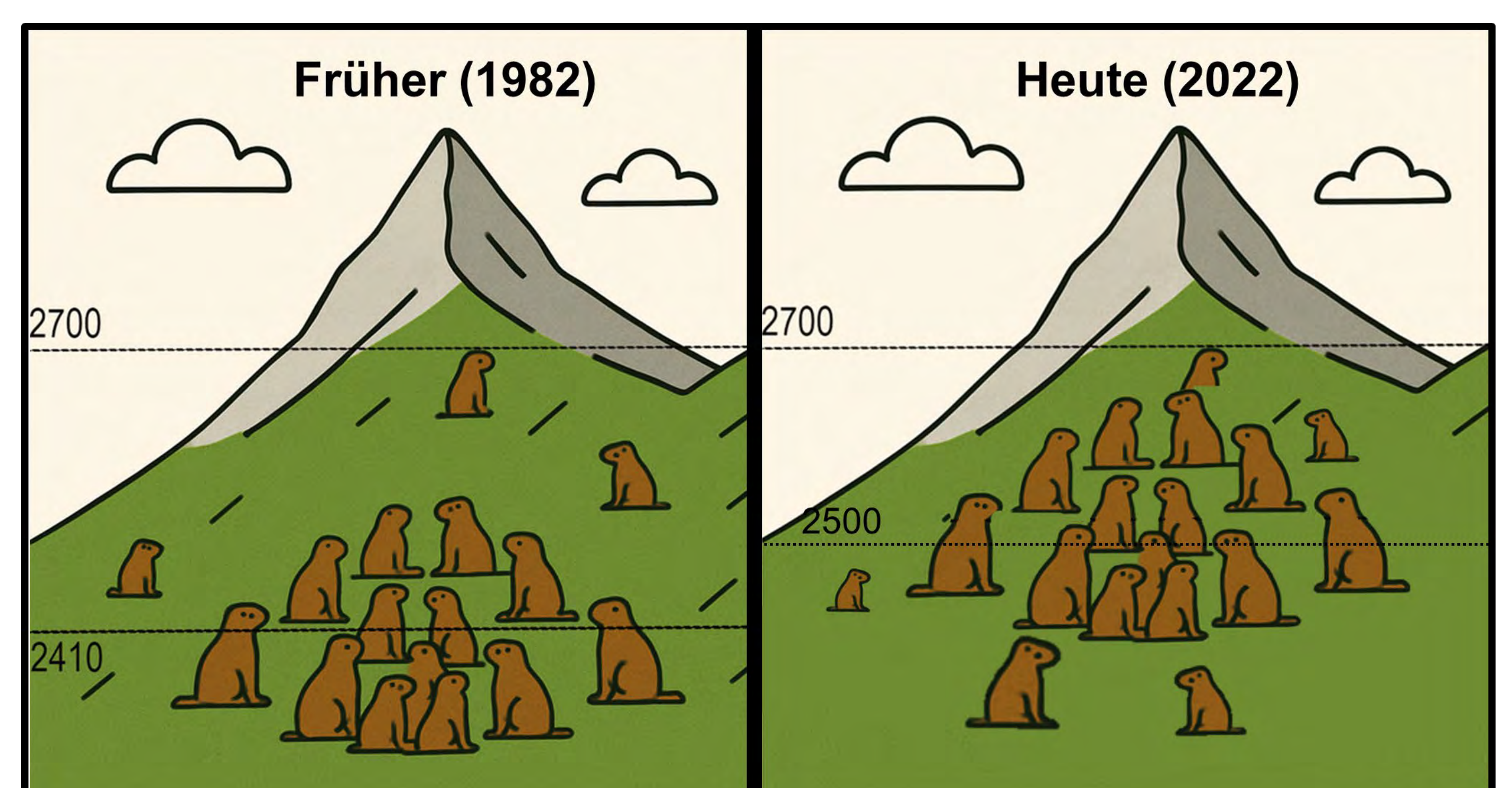


Abb. 3: Die meisten Murmeltierfamilien leben heute im Vergleich zu den 1980er Jahren rund 90 Meter weiter oben am Berg. Die absolute Obergrenze von 2700 Höhenmetern hingegen hat sich nicht verändert.

CERC – Climate Change, Extreme Events and Natural Hazards in Alpine Regions Research Centre



Hitze in Flüssen
Amber van Hamel hält einen Sensor (Dischma)



Steinschlagnetz Gurnellen



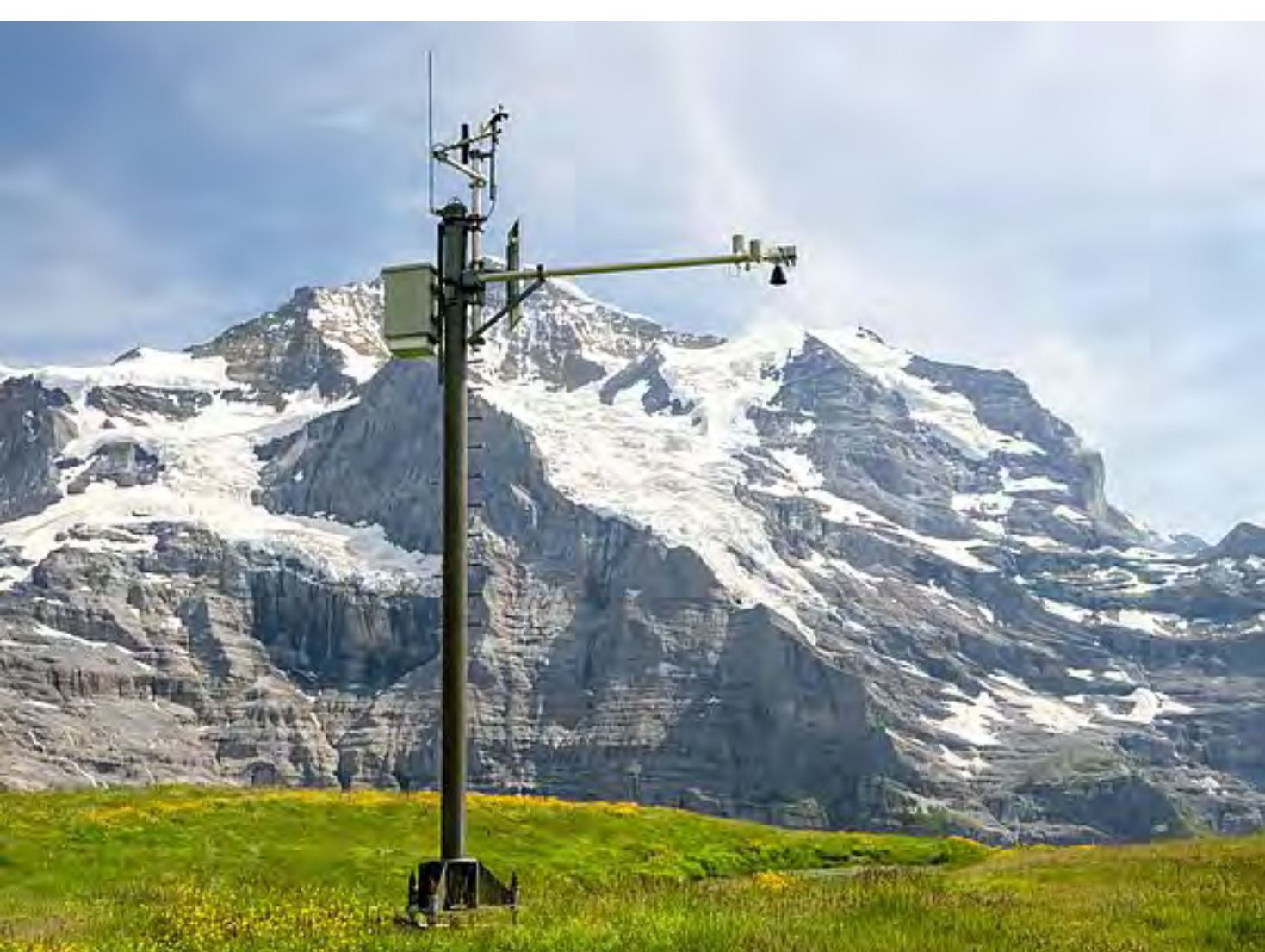
Permafrost im Gebirge
Permafrost-Bohrloch erwärmt sich (Schafberg)



Laser für mehr Strassensicherheit
Pia Ruttner an der Messstation (Davos)



Fels-Boccia am Hang
Joël Borner prüft seine Daten im Feld



Bergfrühling beginnt immer früher
IMIS-Station Russisprung 2150 m.ü.M

Unsere Mission

Das Forschungszentrum CERC entwickelt und prüft wissenschaftlich fundierte, praxistaugliche Lösungsansätze für gesellschaftlich relevante Probleme, die sich Gebirgsregionen aufgrund der Folgen von Klimawandel, Extremereignissen und Naturgefahren stellen. Das CERC verknüpft Spitzenforschung mit dem Wissen lokaler Akteure, um die mit dem globalen Wandel verbundenen Risiken zu minimieren und dessen Auswirkungen in Gebirgsregionen abzumildern.

Trägerschaft

Das Forschungszentrum CERC ist Teil des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos. Es wird vom Kanton Graubünden und der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL getragen und von der ETH Zürich im Rahmen von zwei Joint-Professuren unterstützt.

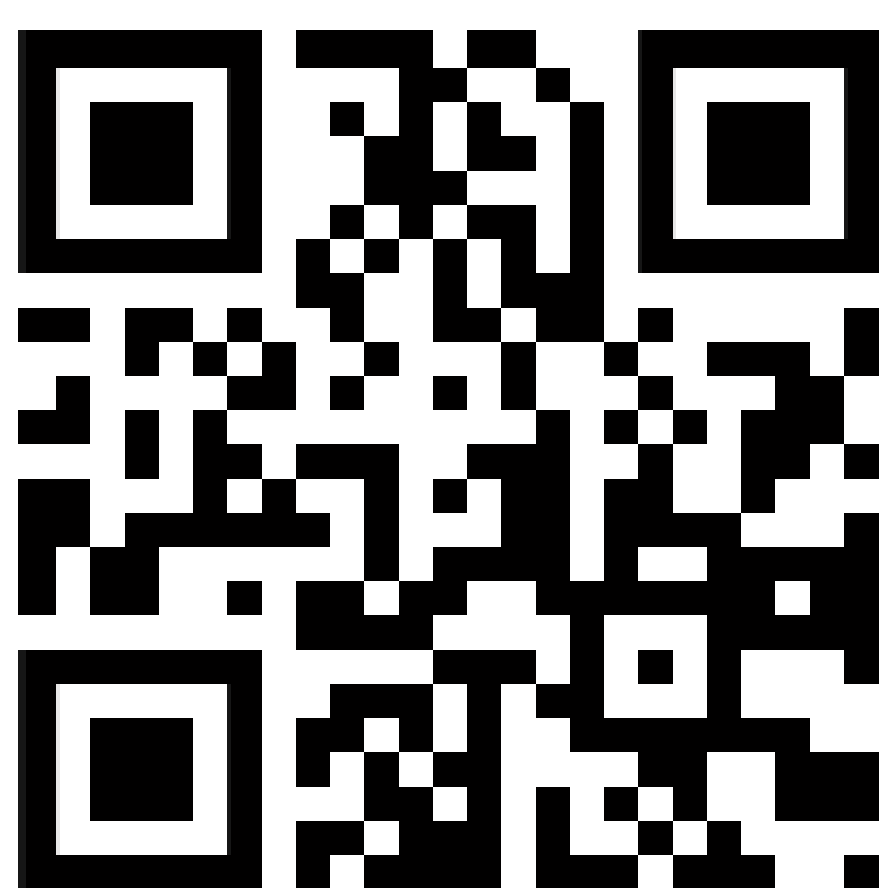
Forschen für das Berggebiet

Gemäss Klimaprognosen erwarten wir in der Schweiz in den nächsten Jahrzehnten mehr Hitzetage, trockenere Sommer, heftigere Niederschläge und schneeärmere Winter. Da besonders Gebirgsregionen stark davon betroffen sind, sollten sie möglichst gut für die Klimazukunft gerüstet sein.

Das CERC verstärkt deshalb die Expertise des SLF vor allem in folgenden Bereichen:

- Wetter- und Klimaextreme im Alpenraum
- Permafrost
- Fernerkundung, Früherkennung und -warnung
- Alpine Massbewegungen
- Gebirgsökosysteme und Schutzwald
- Risikomanagement, Risikokommunikation und Resilienz

Mehr Informationen:



Fotos: Amber van Hamel, Michael Bründl, Jeannette Nötzli, Roman Oester, Jochen Bettzieche, Michael Zehnder (von oben nach unten, alle SLF)



Wandern, wo andere forschen

Davos und Umgebung

- Acht Wanderrouen zu Forschungsflächen in Davos und Umgebung
- Mit zahlreichen Bildern und Erläuterungen und einer App für unterwegs

Jetzt hier erhältlich



Kostenlose App

mit Zusatzinformationen, auch zum Stillberg,
Wanderung «Stillberg: Freiluftlabor Waldgrenze»

■ Haupt



Der Forstbetrieb Davos

Mitarbeiter

- 1 Betriebsleiter:** - Markus Hubert
3 Revierförster: - **Revier Nord** (Lucian Berther, Markus Hubert)
- **Revier Mitte** (Andreas Kessler, Vincenzo Galati)
- **Revier Süd** (Simon Freivogel)

- 1 Umweltingenieur:** - Schutzbauten (Andres Tosch)

13 bis 16 Forstarbeiter (Saisonier)

1 Lehrlingsausbildner (Patrick Hochholdinger)

3 Lernende

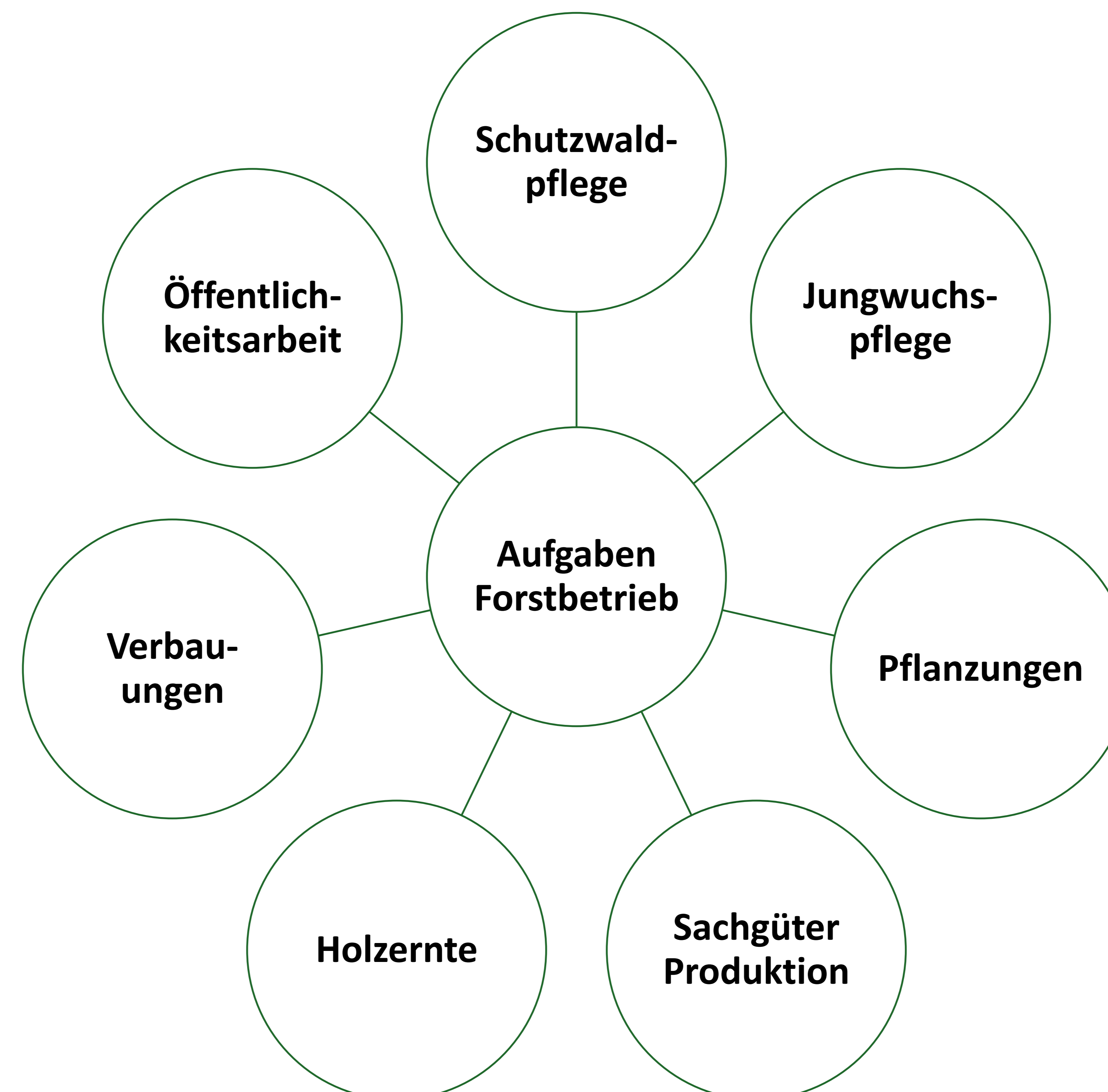
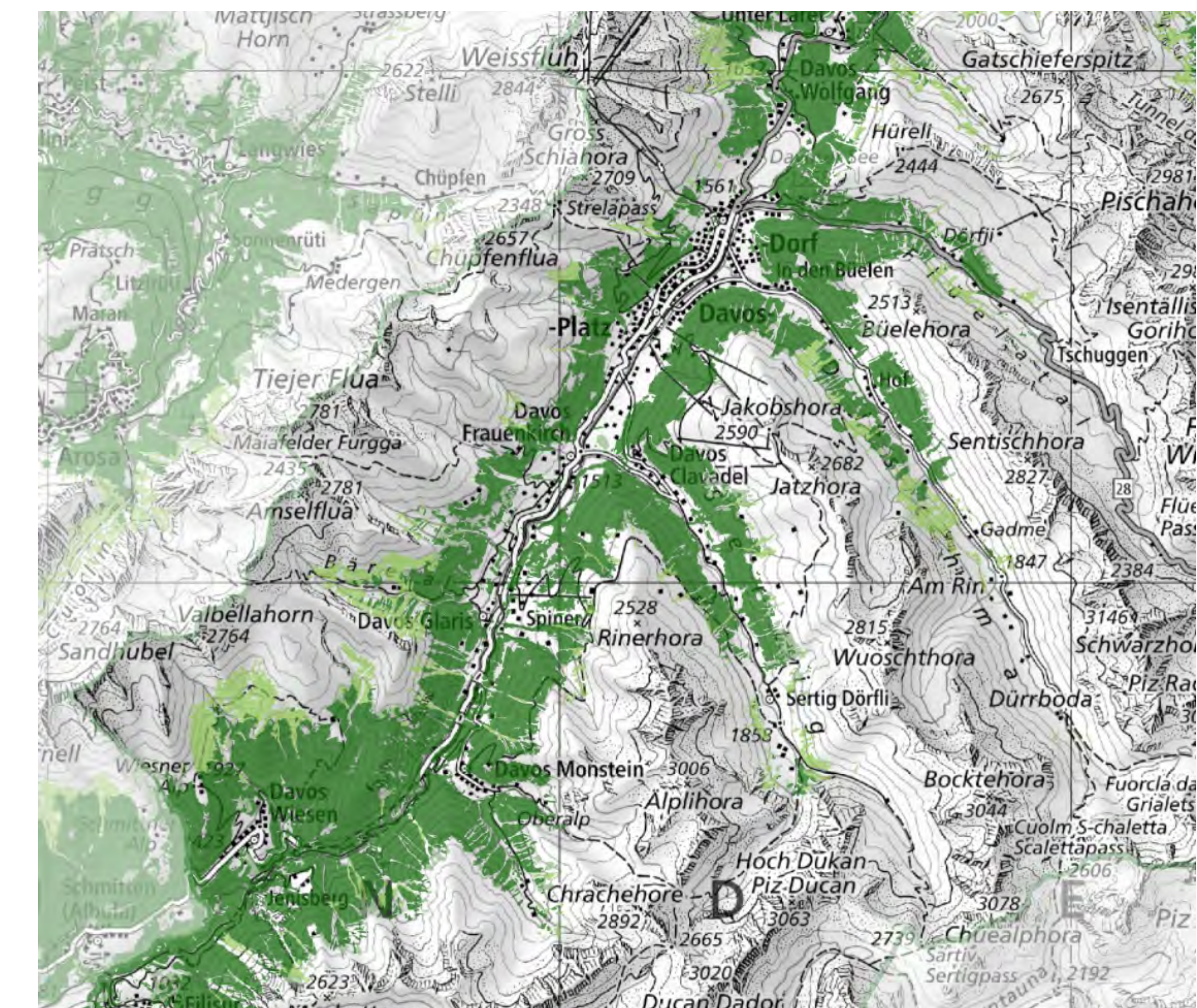
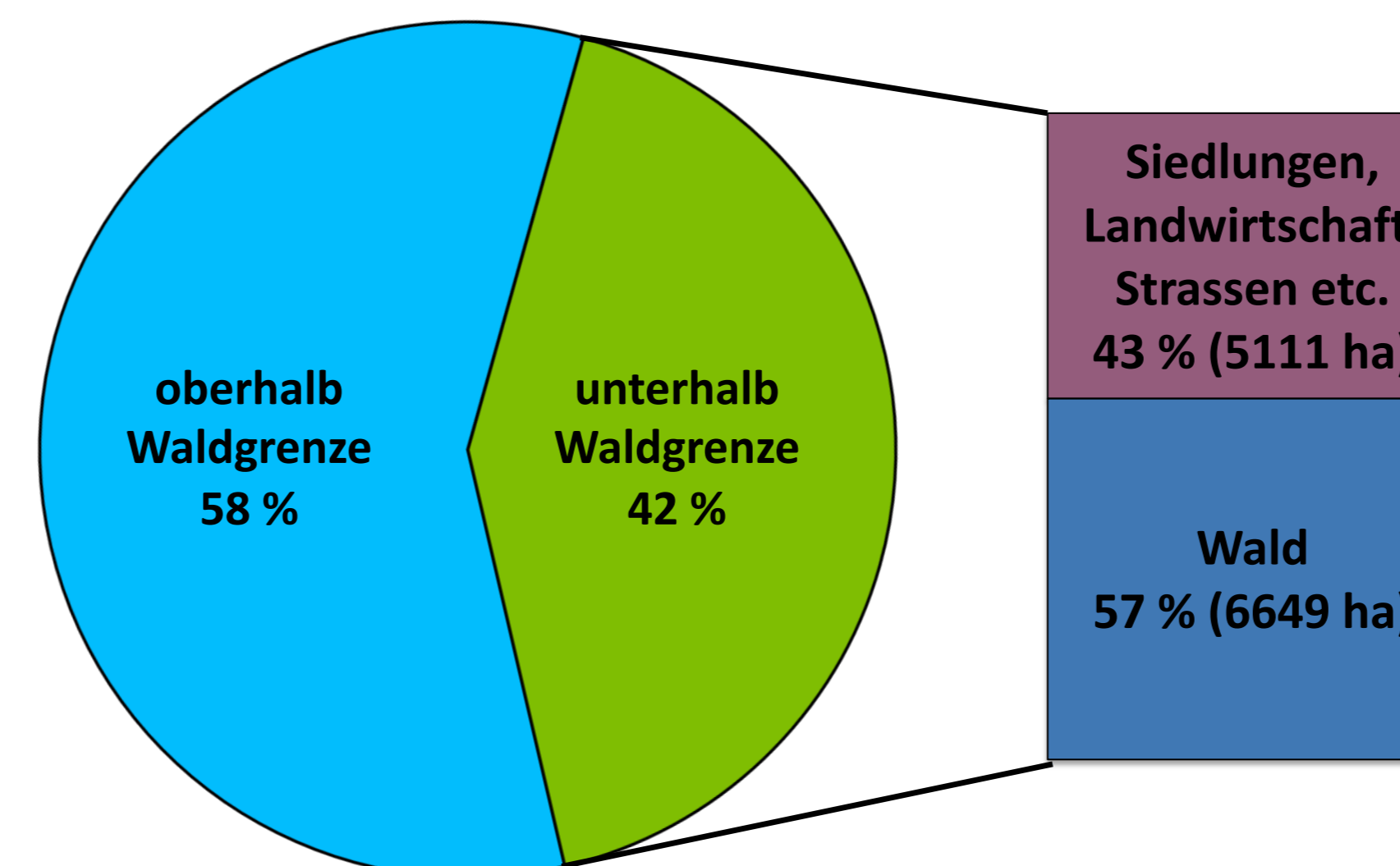
Ca. 40'000 produktive Arbeitsstunden pro Jahr

Ca. 14'000 Kubikmeter Hiebsatz pro Jahr

Rund 3.5 Mio. Franken Umsatz pro Jahr

Flächenangaben

- Gesamtfläche 28'320 ha
- Oberhalb Waldgrenze 16'560 ha
- Unterhalb Waldgrenze 11'760 ha
- Waldfläche 6650 ha



Schutzwaldbewirtschaftung

Grundlage

Gemäss Art. 20 WaG ist der Wald so zu bewirtschaften, dass er seine Funktion dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Die Kantone stellen eine minimale Pflege sicher, wo es die Schutzfunktion erfordert. Im Schutzwald sollten jegliche Pflegemassnahmen, unabhängig ihrer Finanzierung, den folgenden sieben Grundsätzen genügen:

1. Auf den Schutz ausgerichtet
2. Zur richtigen Zeit und am richtigen Ort
3. Im Einklang mit den natürlichen Lebensabläufen
4. Unter Einbezug sich verändernder Klimabedingungen
5. Objektbezogen, transparent, nachvollziehbar und kontrollierbar
6. Wirksam
7. Ziel mit verhältnismässigem Aufwand erreichbar

Eingriffsplanung

Für den Förster ist es wichtig, unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte einen Gesamtüberblick zu behalten, langfristig zu denken und die Interessen der Anspruchsgruppen im Auge zu behalten. Natürlich müssen dabei auch betriebliche Überlegungen berücksichtigt werden.

1. Wo ist es am nötigsten?
2. Eingabe beim Kanton
3. Wie können und wollen wir es ausführen? Zeitpunkt, Bringung und Verfahren, Eigen- oder Fremdleistung
4. Anzeichnung immer unter den Vorgaben von NAI S und einem Augenmerk auf Stabilität, Vitalität und die Artenvielfalt
5. Notfallorganisation

Ausführung Holzernte

Unsere kompetenten Forstwerte führen sämtliche Arbeiten aus. Unter Aufsicht des zuständigen Revierförsters. Dies immer mit den Vorsätzen:

1. Arbeitssicherheit
2. Schonung des bleibenden Bestandes
3. Arbeitserleichterung
4. Schonung der zu fällenden Bäumen

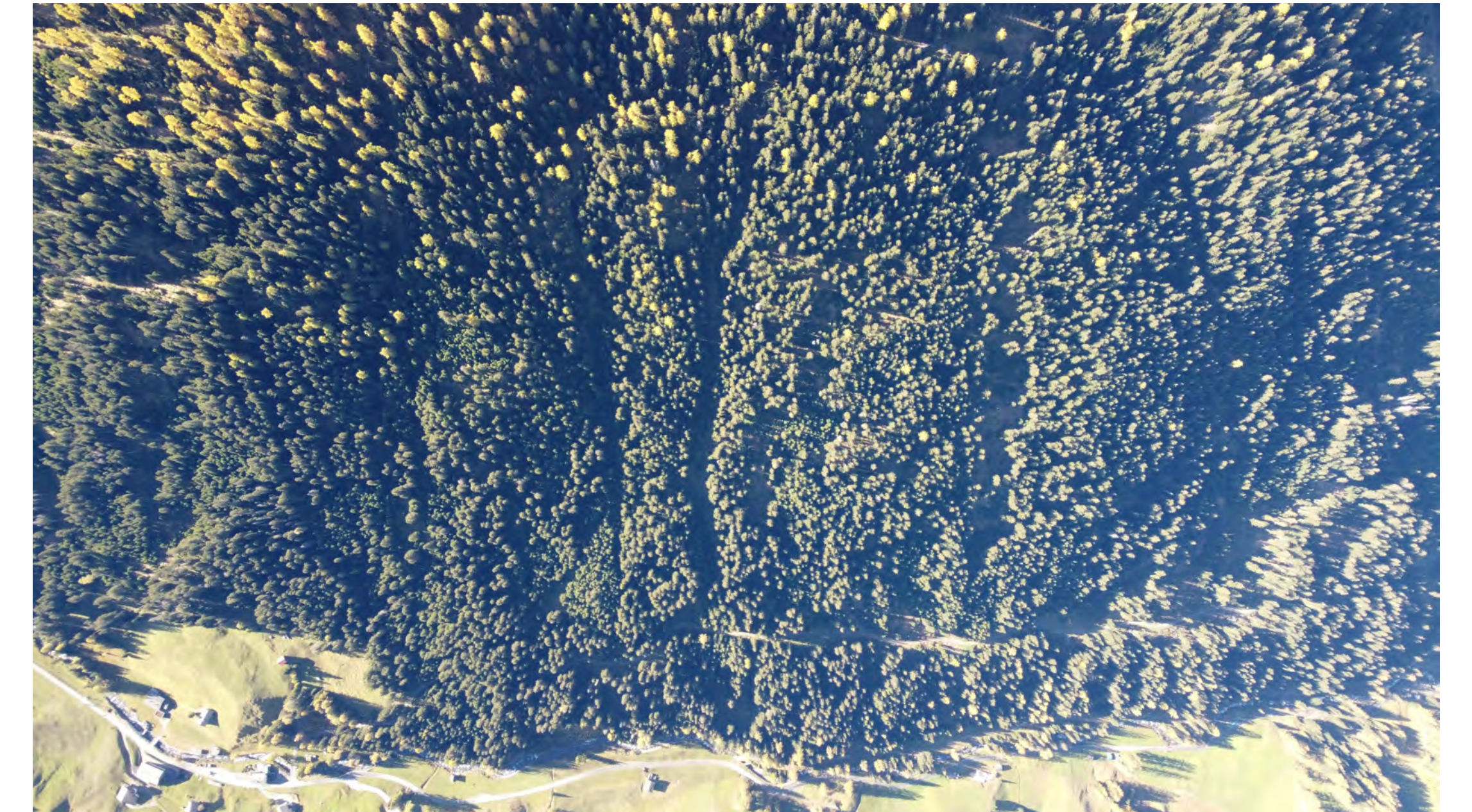
Nachbearbeitung

Für die Nachbearbeitung ist meist wieder der Förster zuständig

1. Schlagpflege und/oder Schlagräumung (Ausführung durch Forstwerte häufig unter Mithilfe von Schulklassen)
2. Eventuell Pflanzungen und Wildschutzmassnahmen
3. Holzverkauf
4. Abrechnung auch mit allfälligen Privatwaldbesitzern
5. Abrechnung und definitive Eingabe beim Kanton
6. Wirkungskontrolle des ausgeführten Holzschlages Jahre später



Schutzwald mit wenig Struktur



Schutzwald mit bereits gut erkennbaren Strukturen



Förster beim Anzeichnen



Konventionelle Seilbahn im Betrieb



Ziel erreicht!