

# Bündner Wald im Klimawandel: eine erste Bilanz

**Die Temperaturen sind in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen, während die Niederschlagsverhältnisse nicht änderten. Bei weiter steigenden Temperaturen werden Waldbestände im Bündnerland in höheren Lagen stärker wachsen als heute. In den Tieflagen werden Föhre und Fichte auf flachgründiger Unterlage infolge zunehmender Trockenheit vermehrt absterben. Föhre und Fichte werden sich in einem wärmeren Klima besonders in feuchten Gunstjahren verjüngen.**

Das Tempo, mit welchem die Temperaturen weltweit in den letzten 50 Jahren angestiegen sind, ist aussergewöhnlich. In Graubünden haben seit den 1960er-Jahren die Sommertage in tieferen Lagen um 50 bis 70 Prozent zugenommen, die Frosttage um 15 bis 45 Prozent abgenommen (20 bis 50 Tage; Bader et al. 2012), und der Frühling beginnt seit 1989 regelmässig früher (Frühlingsindex, © Meteoschweiz). Eine weitere Auswirkung des Klimawandels ist vermutlich auch das Auftreten von vorübergehend ausgeprägter Trockenheit. Absterbende Waldföhren im Churer Rheintal, dort also, wo die wenigsten Niederschläge im Kanton fallen, führten zum Projekt «Bündner Wald im Klimawandel», in dessen Rahmen Untersuchungen im Raum Chur–Domat/Ems–Scharans durchgeführt wurden. Nach Abschluss der Feldarbeit und Auswertungen ziehen wir eine erste Bilanz.

## Klima

Das Lokalklima im trockenen Churer Rheintal gleicht im Temperaturverlauf jenem der Walliser Tieflagen. Im Sommer fallen im Gegensatz zum Wallis aber mehr Niederschläge ( $\Delta$ : 220 mm in Tieflagen). Während es heute fast 2 °C wärmer ist als noch vor 50 Jahren,

sind die Regenmengen unverändert bei etwas mehr als 800 mm; ein Trend hin zu einer Zu- oder Abnahme ist nicht deutlich feststellbar. Die erhöhten Mortalitäten in Föhrenwäldern stehen am Ende einer seit Messbeginn einmaligen Abfolge von vier sehr feuchten Jahren von 1999 bis 2002 und vier sehr niederschlagsarmen Jahren von 2003 bis 2006. Im Zuge des Klimawandels rechnet das International Panel on Climate Change mit einer Zunahme von Extremer-eignissen wie Hitzewellen oder Starkniederschlägen.

## Jahrringanalysen

Bäume in den Hochlagen reagieren auf warme Sommertemperaturen mit mehr Wachstum, unabhängig von der Niederschlagsmenge. Dagegen sind die Bäume in Tieflagen auf flachgründiger Unterlage empfindlich auf vorübergehende oder wiederholte Trockenheit. Auf Bündner Schiefer (Gradient Domat/Ems) stellten wir keine gravierenden Wachstumseinbussen während der Trockenheit im 2011 fest. Waldföhren auf Böden mit wenig Wasserspeicher können nach wiederholter Trockenheit absterben. Trockene Witterung schränkt das Föhrenwachstum auf flachgründigem Substrat ein. Fichten auf etwas bodenfeuchteren Standorten reagieren ebenfalls sensibel auf Trockenheit.

## Kronenverlichtung und Stammzuwachs

Die Frühjahrstrockenheit 2011 führte nur bei der Föhre in Tieflagen zur vorübergehenden Kronenverlichtung. Föhre und Lärche in Tieflagen verzeichneten im 2011 einen nur geringen Jahrringzuwachs sowie eine Schrumpfung der Rinde. Alle beobachteten Bäume erholten sich im feuchten 2012 von der Trockenheit 2011.

### **Befallsrisiko von Waldföhren durch Borkenkäfer**

Da wärmere Temperaturen nicht nur die Reproduktion von Borkenkäfern fördern, sondern auch deren Antagonisten, ist eine Prognose zum Borkenkäferbefall von Föhren im Rahmen des Klimawandels kaum möglich. Auch zum Harzfluss, der als Schutz gegen Borkenkäfer dient, können keine abschliessenden Aussagen gemacht werden, da zwar einerseits die Harzviskosität bei wärmeren Temperaturen zunimmt, vorübergehend fehlende Niederschläge andererseits aber die Harzproduktion einschränken können.

### **Anwuchs von Fichte und Waldföhre**

Bäume verjüngen sich bei günstigen Verhältnissen. Dabei spielen der Standort (Bodenfeuchtigkeit), die Witterung (genügend Niederschlag) und die Art (Föhre, Fichte) die grösste Rolle für einen Anwuchserfolg. Die Föhre ist auf trockenen Standorten der Fichte überlegen und gegenüber den hier aufgeführten Faktoren ist die Herkunft der Samen (Provenienz) unbedeutend. Im Rahmen von natürlichen oder holzschlagbedingten Störungen ist die Föhre gegenwärtig und in Zukunft in der Verjüngung kaum limitiert.

### **Wälder in einem wärmeren Klima**

Unsere dreijährigen Felduntersuchungen und Auswertungen zu Klima- und Jahrringreihen zeigen eine grosse Variationsbreite an Klimaeffekten und Baumreaktionen an. Um abschätzen zu können, wie sich das heutige und das künftige Klima (+ 4°C) auf die Wälder im Churer Rheintal und in beschränktem Masse im Kanton Graubünden auswirken wird, betrachten wir im Folgenden die drei Prozesse Baumwachstum, Mortalität und Verjüngung unter Berücksichtigung des heutigen und des künftigen Klimas.

Die meisten Waldbestände im Bündnerland haben in den letzten 50 bis 125 Jahren eine Erwärmung von 2 bis 2,5°C erfahren. Die Folgen dieses Klimawandels sind von den Veränderungen in der Bewirtschaftung überprägt und können nicht abgeschätzt werden. Im aktuellen Klima wachsen die Waldbestände oberhalb von ca. 1000 bis 1200 m ü. M. stärker als noch vor 50 Jahren. Wiederholte Niederschlagsarmut wie in den Jahren 2003 bis 2006 kann besonders bei der Waldföhre auf flachgründiger Unterlage zu erhöhten Mortalitäten führen.

Die Folgen einer weiteren Temperaturerhöhung um bis zu 4°C sind gemäss den Resultaten in CH2014-Impact (2014) und eigenen Untersuchungen stark unterschiedlich in Tief- und Hochlagen (Tab. 1): In den Tieflagen wird die Waldföhre wohl nur in lückigen Beständen weiterbestehen und Fichte, Tanne und Buche werden keine optimalen Wuchsbedingungen mehr vorfinden. Im Unterschied dazu wird das Wachstum in den Hochlagen für alle Bäume besser sein. Während bei den Nadelbäumen wenig Ausbreitungsbarrieren bestehen, können sowohl die Buche als auch die Eiche nur sehr langsam in entfernte Gebiete vordringen, wo Samenbäume bisher fehlen, das Wuchspotenzial in Zukunft aber besser wäre. Zusätzlich zu den Betrachtungen über die Klimaveränderung sollte der Rolle des Bodens und seiner Wasserspeicherleistung eine grösse Beachtung geschenkt werden. Zu einem beträchtlichen Teil besteht die Gesteinsunterlage im Kanton Graubünden aus Bündner Schiefer, einem Substrat, auf welchem tiefgründige Böden mit hervorragender Wasserspeicherkapazität entstanden sind. Wir gehen davon aus, dass viele Waldbestände auch bei wärmeren Temperaturen auf solcher Unterlage weiterhin gute Wuchsbedingungen vorfinden.

Klima	heute	2085
<b>Klimavariation</b>		
Temperatur	Jahresmittel zwischen 9,5 und 11 °C (wie warmes 2003 oder kühles 2005)	wärmere Temperaturmaxima im Sommer; starke Abnahme der Frosttage bzw. milde Winter
Niederschlag	Jahressumme zwischen 550 bis 1200 mm (wie trockenes 1971 oder nasses 1999)	Zunahme von Extremen wie Starkregen oder Dürre; ab 2050 Abnahme der Sommermiederschläge
<b>Reaktion Baumarten</b>		
<b>Föhre:</b> Adultphase	– T: auf flachgründiger Unterlage nach wiederholter Trockenheit geschwächt und in den Folgejahren höhere Mortalität	– T: auf flachgründigem Untergrund häufig geschwächt und nur noch in lückigem Bestand überlebensfähig – H: besseres Wuchspotenzial
<b>Föhre:</b> Verjüngung	– T/H: auf Rohboden rasch aufkommend	– T: auf Rohboden in Gunstjahren (Pulse) – H: auf Rohboden rasch aufkommend
<b>Fichte:</b> Adultphase	– T/H: durch Borkenkäfer gefährdet nach Störungen wie Windwurf – T: Wachstumsreduktion nach Trockenheit – H: verstärktes Wachstum gegenüber früher	– T: nicht mehr im Wuchsoptimum – H: Zunahme der Wuchsleistung; durch Borkenkäfer gefährdet nach Störungen – T/H: Zunahme der Borkenkäfergenerationen von 2 auf 3 pro Jahr
<b>Fichte:</b> Verjüngung	– T/H: auf Rohboden bei feuchten Verhältnissen	– T/H: auf Rohboden bei feuchten Verhältnissen (Gunstjahre werden seltener)
<b>Weisstanne:</b> Adultphase	– T/H: steht in der Regel robust auf tiefgründigen Böden	– T: vorübergehende Limitierungen auch auf tiefgründigen Böden möglich – H: besseres Wuchspotenzial – T/H: bei vermehrter Trockenheit vermehrter Befall durch z. B. den Krummzähnigen Weisstannenborkenkäfer
<b>Weisstanne:</b> Verjüngung	– Wild ist das Hauptproblem	– Wild ist das Hauptproblem; Verjüngung in Gunstjahren (Pulse)
<b>Buche:</b> Adultphase	– T/H: steht in der Regel robust auf tiefgründigen Böden	– T: nicht mehr im Wuchsoptimum – H: besseres Wuchspotenzial an Orten wo die Buche heute nicht vorkommt
<b>Buche:</b> Verjüngung	– T/H: ohne Probleme	– T: Verjüngung v.a. in Gunstjahren (Pulse) – H: ohne Probleme wo Mutterbäume in der Nähe sind

**Tabelle: Folgen des Klimawandels auf die Adultphase und die Verjüngung bei verschiedenen Baumarten. Sowohl die Angaben zum Klima im Jahr 2085 (Szenario A1B mit +4 °C) als auch die Informationen zur Baumverbreitung stammen aus CH2014-Impacts (2014). T: Tieflagen, H: Hochlagen.**

## Stützpunkt Heinzenberg

### Die sichere forstliche Ausbildung



#### Tipps und Tricks vom Profi

##### Motorsägenhandhabung 2 Tage

Ideal für Werkpersonal, Privatwaldbesitzer, Feuerwehr, Brennholzaufbereitung usw.

##### Einsteigerkurs Holzhauerei 5 Tage

Fällen und Aufrüsten von einfachen Bäumen

##### Holzhauerei für Fortgeschrittene 5 Tage

Die Ausbildung für versierte Holzer

##### Holzhauerei Refresher 2 Tage

Auffrischen der Holzhauerei-Grundlagen

##### Ausbildung für Kettensägen 1/2 - 1 Tag

Baugewerbe

**Daniel Bürgi, 079 236 73 75**

**[www.stuetzpunkt-heinzenberg.ch](http://www.stuetzpunkt-heinzenberg.ch)**

Für die Keimung und den Anwuchs von Baumarten sind ausreichend feuchte Verhältnisse notwendig. Unsere Untersuchungen zeigten, dass die Standortbedingungen und die Witterung den Verjüngungserfolg am stärksten beeinflussen. Auf mittleren und nicht zu feuchten Standorten werden sehr oft gute Keimbedingungen herrschen (Rohboden, Mineralerde). Dagegen ist auf Böden, die zur Austrocknung neigen, feuch-

te Witterung im Frühjahr und Sommer nötig. Deshalb wird bei wärmeren Temperaturen die Verjüngung in Tieflagen vermehrt nur in Gunstjahren stattfinden. In den Hochlagen dürfte die Verjüngungssituation nicht primär durch das Klima limitiert sein. Wie unsere Experimente in den Umzäunungen zeigten, verzögert derzeit weniger das Klima als vielmehr der Wilddruck die Baumverjüngung.

#### Literatur

- Bader S., Begert M., Croci-Maspoli M., Scherrer S., Sohlegel T. (2012) Klimabericht Kanton Graubünden 2012. Fachbericht MeteoSchweiz 242: 1–56.
- CH2012-Impacts (2012) Toward quantitative scenarios of climate change impacts in Switzerland. OCCR, FOEN, MetwoSwiss, C2SM, Agroscope, and ProCLIM, 136 S.

#### Thomas Wohlgemuth



Eidg. Forschungsanstalt WSL

CH-8903 Birmensdorf

[thomas.wohlgemuth@wsl.ch](mailto:thomas.wohlgemuth@wsl.ch)

#### Andreas Rigling



Eidg. Forschungsanstalt WSL

CH-8903 Birmensdorf

[andreas.rigling@wsl.ch](mailto:andreas.rigling@wsl.ch)