



Zusammenfassung Ergebnisse der Zentralschweizer Walddauerbeobachtung

# Klimawandel und Stickstoff setzen den Zentralschweizer Wäldern zu

November 2020

**Klimawandel und hohe Stickstoffeinträge belasten die Wälder in der Zentralschweiz erheblich. Der jährliche Stickstoffeintrag aus der Luft in die Wälder ist um ein Mehrfaches grösser, als dies ökologisch als unbedenklich betrachtet wird. Hitze und Trockenheit – Folgen des Klimawandels – wirken als verschärfende Stressfaktoren für die Waldbäume. Die ersten Zwischenergebnisse der in der Zentralschweiz seit 2015 erhobenen Walddauerbeobachtung zeigen, dass sich die Lebensbedingungen für den Wald zunehmend verschlechtern und die Widerstandskraft der Waldbäume ohne Massnahmen langfristig schwindet.**



## Walddauerbeobachtung

Seit 2015 beteiligen sich die Zentralschweizer Umwelt- und Waldfachstellen an der Walddauerbeobachtung, die bereits seit 1984 von verschiedenen Kantonen mit Unterstützung vom BAFU betrieben wird. Trotz der noch kurzen Datenreihe können die Zentralschweizer Kantone eine erste Zwischenbilanz ziehen und die Ergebnisse im gesamtschweizerischen Kontext einordnen. Die Ergebnisse bestätigen insbesondere die Situation in Teilen der Zentralschweiz in Bezug auf die hohen Stickstoffbelastungen und deren vielfältige Auswirkungen auf die Waldökosysteme.

## Stickstoffbelastung verstärkt Trockenstress

Die Stickstoffeinträge übersteigen an allen Untersuchungsstandorten die ökologisch unbedenklichen Werte um ein Mehrfaches. Ab einem jährlichen Stickstoffeintrag von 25 kg/ha nimmt in der Regel das Wachstum bei Fichten deutlich, bei Buchen massiv ab. Aufgrund der hohen Niederschlagsmengen verzeichnen die Bäume an den Zentralschweizer Untersuchungsstandorten im schweizweiten Vergleich noch einen überdurchschnittlichen Stammzuwachs. Bei Trockenheit – wie dies in den Jahren 2018 und 2019 der Fall war und in Zukunft verstärkt zu erwarten ist – zeigt sich jedoch die wachstumshemmende Wirkung der hohen Stickstoffeinträge. Diese verstärken den Trockenstress der Bäume, so dass sie markant häufiger absterben als bei tiefen Werten. Zu hohe Stickstoffeinträge bringen auch die Nährstoffversorgung der Bäume aus dem Gleichgewicht. Die Bäume werden mit Phosphor und Magnesium weniger gut versorgt und es zeigen sich Mangelerscheinungen, so dass die Resistenz der Bäume gegenüber Parasiten und Trockenheit abnimmt.

## Bodenversauerung durch Nitratauswaschung

Hohe Stickstoffeinträge können zu Bodenversauerung führen, was unter anderem das Wurzelsystem der Bäume schädigt. Böden in kalkreichen Gebieten – dazu gehören Teile des Luzerner Mittellandes – sind normalerweise nicht anfällig für eine Versauerung. An den Untersuchungsstandorten des Luzerner Mittellandes werden hingegen kritische Nitratwerte in den oberen Bodenschichten, welche auf die Versauerung hinweisen, erreicht. Das überschüssige Nitrat, welches nicht von den Pflanzen aufgenommen werden kann, wird ausgewaschen und gelangt ins Grundwasser. In der Folge übersteigen die gemessenen Nitratmengen im Grundwasser an mehreren Zentralschweizer Standorten die kritischen Werte.

Standort	Medianwerte der Nitratkonzentrationen in verschiedenen Bodentiefen 2017–2019			Berechnete Nitratauswaschung 2017–2019	Modellierte Stickstoffdeposition 1981–2019
	≤ 30 cm	> 30–60 cm	> 60 cm		
	mg N/l	mg N/l	mg N/l	kg N/ha*a	kg N/ha*a
Beromünster	<b>5,5</b>	<b>7,66</b>	3,02	<b>9,3</b>	81,2
Bürglen	<b>2,48</b>			<b>17</b>	31,5
Gelfingen	<b>2,71</b>	<b>3,42</b>	0,2	0,5	37,6
Giswil	<b>1,7</b>			<b>7,6</b>	28,2
Grosswangen	0,26	0,31	0,09	0,4	51,6
Sempach	<b>7,94</b>	<b>6,89</b>	3,77	<b>13,9</b>	50,2
Stans	<b>6,25</b>			<b>40,9</b>	28,3
Wangen	<b>1,42</b>	<b>0,85</b>		2,2	32,5
Zugerberg	<b>0,78</b>	<b>0,391</b>	0,04	<b>3,3</b>	26,7

## Nitratkonzentrationen und Stickstoffeintrag an den Zentralschweizer Untersuchungsstandorten

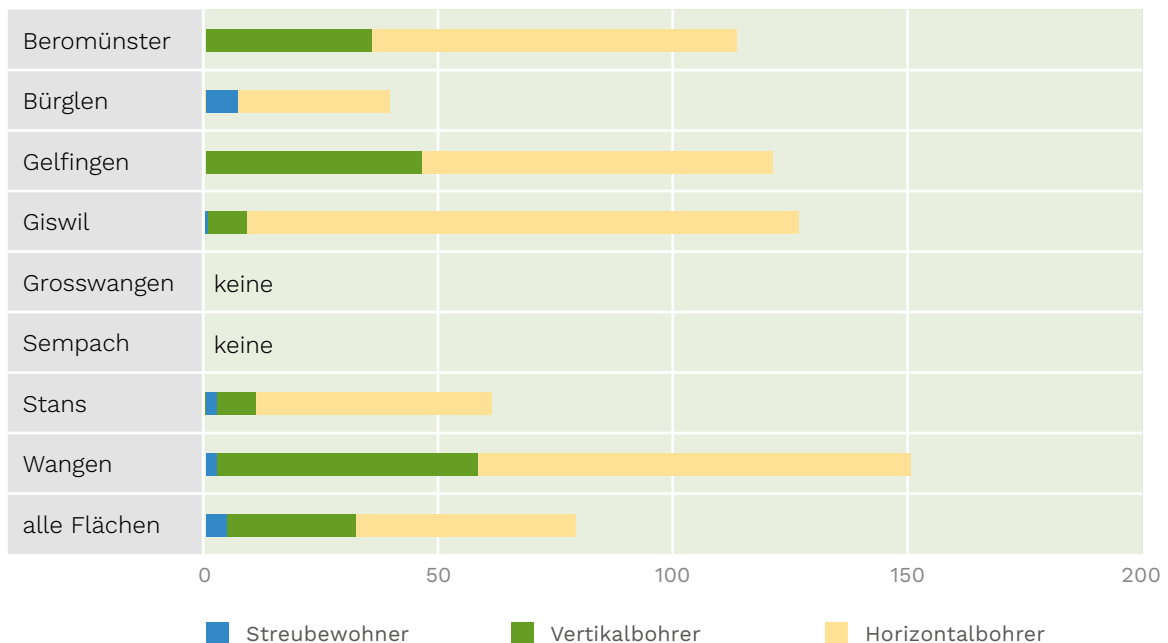
Die gelben Werte überschreiten die kritischen Werte entsprechend den Grenzwerten für Vegetationsveränderungen nach UNECE. Für die Bewertung der Konzentration wurden nur die oberen beiden Tiefen, d. h. der Hauptwurzelsraum, berücksichtigt.



## Beeinträchtigt Bodenleben bis hin zu fehlenden Regenwürmern

Die veränderten bodenchemischen Verhältnisse beeinflussen die Lebensbedingungen der Bodenlebewesen, beispielsweise jene der Bodenpilze (Mykorrhiza), die für die Nährstoffversorgung eine zentrale Rolle spielen. Mit zunehmender Stickstoffbelastung nimmt die Vielfalt der Bodenlebewesen – insbesondere jene Arten, die für die Phosphorversorgung wichtig sind – an Buchenwurzeln markant ab.

Bei sauren Bodenverhältnissen finden bestimmte Arten von Regenwürmern keine geeigneten Lebensverhältnisse mehr. Dies betrifft insbesondere Regenwürmer vom Typ «Vertikalbohrer», die für eine gute Durchlüftung und den Wasserhaushalt, aber auch für die Durchmischung des Bodens wichtig sind. An einzelnen Zentralschweizer Untersuchungsstandorten sind gar keine Regenwürmer mehr zu finden. Fehlen einzelne Regenwurmtypen oder gar alle, verlangsamt sich der Streuabbau, die Bodendurchmischung findet nicht mehr statt, der Gas- und Wasserhaushalt ist gestört und der Boden ist anfälliger für Nährstoffverluste.



### Regenwürmer pro m<sup>2</sup>

Anzahl Regenwürmer pro Quadratmeter an den Zentralschweizer Standorten der Walddauerbeobachtung: Bei sauren Bodenverhältnissen finden bestimmte Arten von Regenwürmern keine geeigneten Lebensverhältnisse mehr. Dies betrifft insbesondere Regenwürmer vom Typ «Vertikalbohrer», die für eine gute Durchlüftung und den Wasserhaushalt, aber auch für die Durchmischung des Bodens wichtig sind. An den Standorten «Grosswangen» und «Sempach» sind gar keine Regenwürmer mehr zu finden.

### Massnahmen umsetzen – Entwicklung beobachten

Die Ergebnisse der Zentralschweizer Walddauerbeobachtung zeigen im Sinne einer Zwischenbilanz die vielfältigen Wirkungen der Stickstoffbelastung auf die Waldökosysteme wie Kronenverlichtung der Bäume, Schädigung des Feinwurzelsystems, Veränderung der Mykorrhiza, Ausbreitung der Brombeere oder die Absenz von Regenwürmern. Die gleichzeitige Betrachtung von Schadstoffwirkungen und der Einflüsse des Klimawandels veranschaulichen zudem die starken Wechselwirkungen und zeigen, dass insbesondere Bäume mit ausgesprochenen Nährstoffungleichgewichten für extreme Klimaverhältnisse wie Trockenheit und hohe Temperaturen besonders anfällig sind.

Die gesamtschweizerischen Untersuchungen belegen zudem, dass sich die Lebensbedingungen für den Wald zunehmend verschlechtern. Um die Widerstandskraft der Bäume langfristig zu stärken, sind Massnahmen wie eine naturnahe Waldbewirtschaftung, das Vermeiden grosser Verjüngungsflächen sowie der Einsatz tiefwurzelnder, dem künftigen Klima angepasste Baumarten und von Baumarten, die die Nährstoffumsetzung beschleunigen, unabdingbar. Die Waldwirtschaft kann dabei allerdings nur Symptome bekämpfen und keine Ursachen beheben. Notwendig sind deshalb Massnahmen zur Stickstoffreduktion und zum Klimaschutz.

## Zentralschweizer Walddauerbeobachtung seit 2015

Das Programm der «Walddauerbeobachtung», durchgeführt vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP), ist darauf ausgerichtet, regionenübergreifend die schleichenden Veränderungen der Wälder zu dokumentieren. Seit dem Start der Messreihe 1984 wurde das Beobachtungsnetz schrittweise von 51 auf inzwischen 188 Beobachtungsflächen und auf die ganze Schweiz ausgeweitet. Das Spektrum der Beobachtung wurde nach und nach angepasst und fokussiert heute auf die Auswirkungen der Stickstoffeinträge und des Klimawandels auf den Wald sowie auf die entsprechenden Wechselwirkungen dieser Einflüsse.

Seit 2015 beteiligen sich die Zentralschweizer Umwelt- und Waldfachstellen an den Erhebungen der gesamtschweizerischen Walddauerbeobachtung mit umfangreichen Bodenanalysen an insgesamt neun Standorten. Weitere Standorte sind seit 1985 im Kanton Zug und seit 1991 im Kanton Uri in Betrieb.



Gesamter Kurzbericht  
 «Wie steht es um die Zentralschweizer Wälder?  
 Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Walddauerbeobachtung», Umwelt Zentralschweiz,  
 November 2020, online unter  
[www.umwelt-zentralschweiz/walddauerbeobachtung](http://www.umwelt-zentralschweiz/walddauerbeobachtung)

**Umwelt Zentralschweiz**  
 c/o Dienststelle Umwelt und Energie (uwe),  
 Kanton Luzern  
 ✉ info@umwelt-zentralschweiz.ch  
 ☎ +41 41 228 60 79

