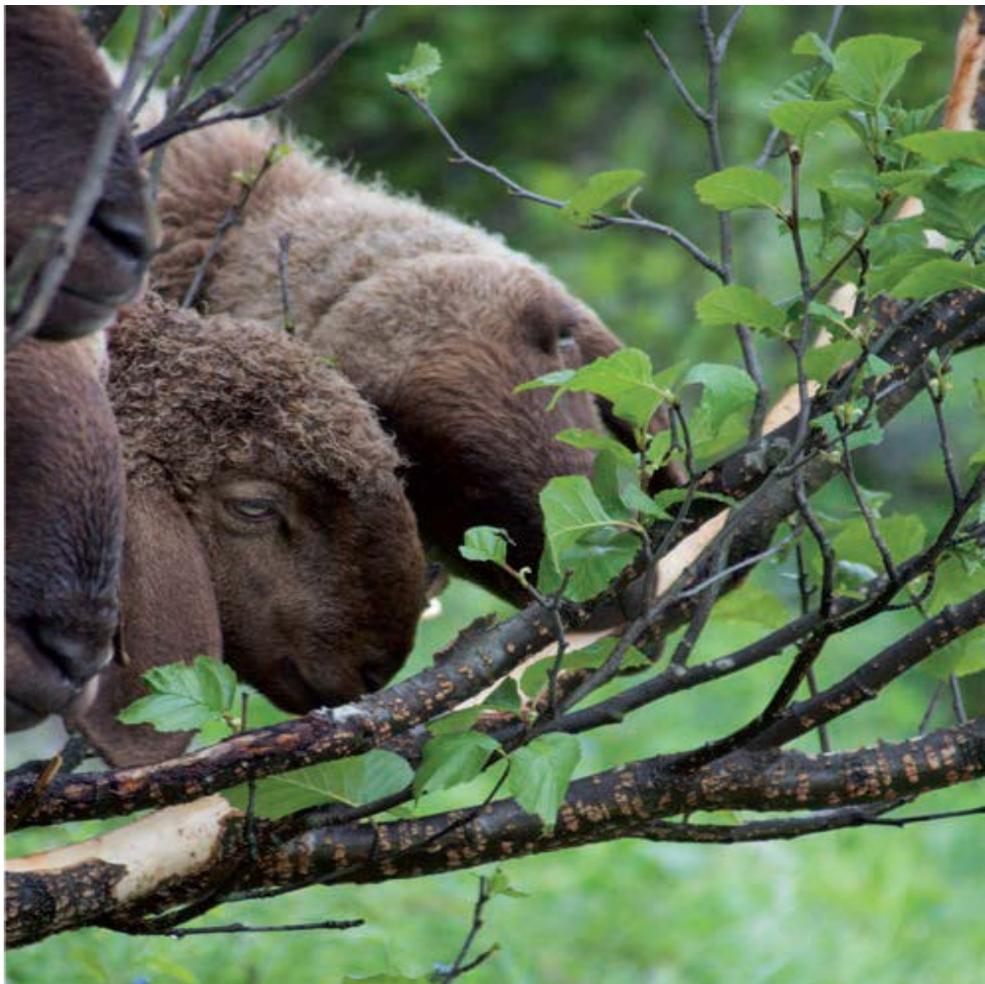


Grünerlenbestände im Urserntal und deren Auswirkungen auf die Nitrat-Auswaschung und die Treibhausgasemissionen



Bildquelle: Tobias Zender, Botanisches Institut, Universität Basel

IMPRESSUM

Herausgeber

Amt für Umweltschutz Kanton Uri
Klausenstrasse 4
6460 Altdorf
Tel.: 041 875 24 30
E-Mail: afu@ur.ch
www.ur.ch/afu

Bearbeitung

Florencio Zanitti, Amt für Umweltschutz
Alexander Imhof, Amt für Umweltschutz
Sophia Rudin, Amt für Umweltschutz

Bezugsquelle: Amt für Umweltschutz Kanton Uri (AfU UR)

Altdorf, 31. März 2020 sor-sbu/AfU58

Zusammenfassung

Dieser Bericht dient als Grundlage für die Beantwortung der Fragen der Interpellation «Klimapolitik im Urner Berggebiet und im Alpenraum» (Landrätin Frieda Steffen, 4. September 2019) bezüglich den Grünerlen im Urserntal. Die Hauptthemen der Interpellation beziehen sich auf die Auswirkungen der Grünerlen auf die Nitratauswaschung und Treibhausgasemissionen. Zur Untersuchung der Fragen wurde eine Kombination aus Literatur-studium und Abklärungen mit Fachpersonen von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten durchgeführt.

Für die Beantwortung der Frage der Nitratauswaschung durch Grünerlen wurden Messwerte des Laboratoriums der Urkantone (LdU) beigezogen. Die im Urserntal gemessenen Nitratwerte im Grundwasser des Talbodens liegen bei durchschnittlich 3 mg pro Liter. Diese Werte sind weit unter dem Grenzwert von 25 mg/l gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201). Ein spezifischer Beitrag der Grünerlen an die Nitratauswaschung in das Grundwasser des Urserntals kann aufgrund der vorhandenen, konstant tiefen Messwerte nicht aufgezeigt werden.

Beim Thema Treibhausgasemissionen werden die Emissionen der Grünerlen einer alternativen Beweidung mit Schafen gegenübergestellt. Das durch die Grünerlen emittierte Lachgas entspricht umgerechnet einem CO₂-Ausstoss¹ von rund 2'226 kg pro Hektare und Jahr. Bei der Beweidung mit Schafen entstehen jährlich 2'313 kg CO₂-Emissionen¹ pro Hektar und Jahr. Im Vergleich zum CO₂-Ausstoss der Grünerlen verursacht die Beweidung mit Schafen leicht höhere CO₂-Emissionen. Eine Umnutzung der heutigen Grünerlenflächen durch Beweidung mit Schafen würde somit zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen führen.

¹ Umgerechnet nach CO₂-Äquivalent.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	5
1 Ausgangslage	6
2 Vorgehen	6
3 Nitratkonzentrationen im Trinkwasser des Urserntals	7
4 CO₂-Emissionen von Grünerlen und Nutztierhaltung im Vergleich	9
4.1 Grundlagen.....	9
4.1.1 Kohlenstoffspeicherung der Grünerlenbestände im Urserntal	9
4.1.2 Kohlenstoffspeicherung von Wiesen im Urserntal	9
4.1.3 Vergleich der Kohlenstoffspeicherung von Grünerlenbeständen und Wiesen	9
4.1.4 Globales Erwärmungspotential verschiedener Treibhausgase.....	10
4.1.5 CO ₂ -Emissionen von Grünerlen im Urserntal.....	10
4.1.6 CO ₂ -Emissionen der Beweidung durch Schafe im Urserntal.....	11
4.2 CO ₂ -Emissionen von Grünerlen und Beweidung im Urserntal.....	11
4.3 Schlussfolgerung	12
4.4 Vergleich mit anderen CO ₂ -Emissionen in der Region	12
5 Empfehlungen	13
5.1 Nitratkonzentrationen	13
5.2 CO ₂ -Emissionen	13
6 Literatur	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Nitratmessstandorte (GWP Marcht (1) und Gigen (2)) (www.geo.ur.ch)	7
Abbildung 2 Nitratwerte [mg/l] in der Region Andermatt im Vergleich zu den TBDV und GSchV Grenzwerten (LdU).	8
Abbildung 3 Emissionen in t/a in den Gemeinden Andermatt, Hospenthal und Realp (AfU, 2017).	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vergleich CO ₂ -Emissionen pro Jahr im Urserntal zwischen Grünerlen und Beweidung. Die Werte stammen aus der Korrespondenz mit der WSL, Agroscope und der ETH.....	11
Tabelle 2 Vergleich Kohlenstoff Speicherung pro Jahr im Urserntal zwischen Grünerlen und Beweidung. Die Werte stammen aus der Korrespondenz mit der WSL, Agroscope und der ETH.	10

1 Ausgangslage

Die Grünerle (auch Alpenerle genannt) lebt in Symbiose mit Stickstoff-fixierenden Bakterien. Die im Wurzelbereich befindlichen Bakterien wandeln Luftstickstoff so um, dass er von den Pflanzen als Nährstoff genutzt werden kann. Gemäss Bühlmann et. al. (2013) wird durch die Fixierung mehr Stickstoff verfügbar als die Grünerle dauerhaft aufnehmen kann. Der Überschuss an Stickstoff wird gemäss Bühlmann et. al. (2013) unter anderem in Form von Nitrat ausgewaschen oder gelangt als Lachgas in die Luft. Nitrat ist ein Pflanzennährstoff und ein Schadstoff im Trinkwasser. Lachgas ist ein Treibhausgas.

Die am 4. September 2019 von der Landrätin Frieda Steffen-Regli eingereichte Interpellation «Klimapolitik im Urner Berggebiet und im Alpenraum» thematisiert die zunehmende Verbuschung durch Grünerlen der Berghänge im Urserntal. Unter anderem wird auf die Auswirkungen der Nitratauswaschung und der Lachgasemissionen von Grünerlen hingewiesen. Als Nitratauswaschung bezeichnet man den Transport von leicht wasserlöslichem Nitrat mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone einer Pflanze bis zum Grundwasser. Lachgasemissionen sind eine Form von Treibhausgasemissionen, die zum Treibhauseffekt und damit der Klimaerwärmung beitragen.

Gemäss Interpellation werden 15 bis 30 kg Nitrat pro Hektar und Jahr von Grünerlen ausgewaschen, die das Trinkwasser belasten könnten. Gleichzeitig würden 8.4 kg Lachgas pro Hektar und Jahr von Grünerlen emittiert, die schädlich für das Klima seien. Die Landrätin bezieht sich in der Interpellation auf den Forschungsartikel der Akademien der Wissenschaften Schweiz «Die Verbuschung des Alpenraums durch die Grünerle» von T. Bühlmann, E. Hiltbrunner und C. Körner von 2013.

Folgende Fragen werden in der Interpellation gestellt:

1. Inwieweit kennt der Regierungsrat die Problematik der Grünerlenbestände im schweizerischen Alpenraum, besonders aber auch im Urner Berggebiet und im Alpenraum?
2. Was gedenkt der Regierungsrat zu tun, um die Belastung des Trinkwassers durch die Nitratauswaschung durch die Grünerlen zu verhindern?
3. Welche Schritte hat der Regierungsrat seit der Aktualisierung der Gesamtenergiestrategie 2013 unternommen, um die CO₂-Reduktionsziele auch bei den Grünerlenbeständen zu erreichen?
4. Aus welchen Gründen wird im Kanton Uri der Gebüschwald immer noch als «Wald» betrachtet und geschützt, obwohl das eidgenössische Waldgesetz per 1. Juli 2013 geändert hat?
5. Welche kantonalen Dienststellen sind nun gefordert, das Ausmass der Grünerlenbestände im Kanton Uri zu erheben, die Auswirkungen abzuschätzen und Massnahmen vorzuschlagen, um die CO₂-Reduktionsziele zu erreichen?

Die Beantwortung der Fragen 2 und 5 ist Bestandteil des vorliegenden Berichts.

2 Vorgehen

Um die Interpellationsfragen 2 und 5 zu beantworten, wurden Literaturrecherchen durchgeführt. Zudem wurden umfangreiche Abklärungen bei den Forschungsanstalten und -instituten der ETH, der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), der Agroscope und der Universität Basel vorgenommen. Des Weiteren wurden Daten der kantonalen Fachstellen Amt für Landwirtschaft, Amt für Umweltschutz (Abteilung Gewässerschutz) sowie vom LdU für die Analyse verwendet. Zusätzlich wurden gesetzliche Grundlagen beigezogen.

3 Nitratkonzentrationen im Trinkwasser des Urserntals

Um die Belastung des Trinkwassers durch die Nitratauswaschung von Grünerlen abzuschätzen und die zweite Frage der Interpellation beantworten zu können, wurden Daten des LdU verwendet. Dabei wurde der Grenzwert der Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) mit den Messwerten im Urserntal verglichen.

Die im Talboden des Urserntals durchschnittlich gemessenen Nitratwerte beim Grundwasserpumpwerk (GWP) Marcht liegen bei rund 3 mg pro Liter (Abbildung 1). Die Messstation Gigen oberhalb des Talbodens des Urserntals, wo neben landwirtschaftlicher Nutzung Grünerlenbestände vorkommen, zeigen Konzentrationen von durchschnittlich rund 1.5 mg pro Liter Nitrat an. Somit liegen alle im Urserntal gemessenen Nitratkonzentrationen weit unter dem Grenzwert von 25 mg pro Liter gemäss GSchV (Abbildung 2).

Der Grenzwert gemäss Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV; SR 817.022.11) liegt bei 40 mg/l. Auch dieser Grenzwert wird bei den beiden Messstandorten deutlich unterschritten. Dies bedeutet, dass das gemessene Trinkwasser im Urserntal die gesetzlichen Anforderungen des Gewässerschutzes und des Trinkwassers sehr gut erfüllt. Das Trinkwasser kann hinsichtlich Nitrat als einwandfrei bezeichnet werden.

Woher die sehr tiefen Konzentrationen von 1.5 bis 3 mg pro Liter Nitrat stammen, kann nicht abschliessend geklärt werden. Sehr wahrscheinlich sind Nitratreinträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet. Ob neben diesen landwirtschaftlich bedingten Nitratreinträgen auch Nitrat der Grünerlenbestände ins Trinkwasser gelangen, kann mit den vorhandenen Messwerten nicht eindeutig nachgewiesen werden. Aufgrund der sehr tiefen Messwerte besteht jedoch kein Handlungsbedarf.

Schlussfolgerung

Da die Werte im Talboden weit unter dem Grenzwert der gesetzlichen Anforderungen liegen, kann angenommen werden, dass die von der Interpellantin genannten 15 bis 30 kg Nitrat pro Hektare und Jahr, die ausgewaschen werden, einen vernachlässigbaren Effekt auf den Nitratgehalt des Trinkwassers haben.

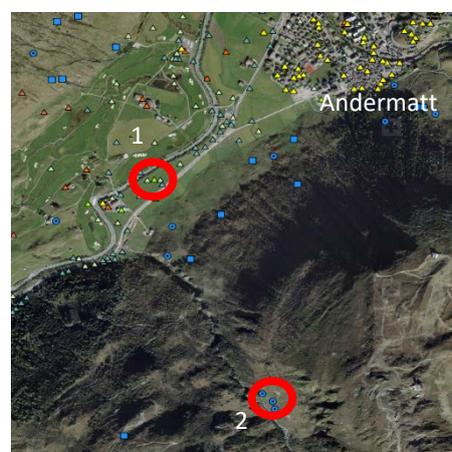


Abbildung 1 Nitratmessstandorte (GWP Marcht (1) und Gigen (2)) (www.geo.ur.ch)

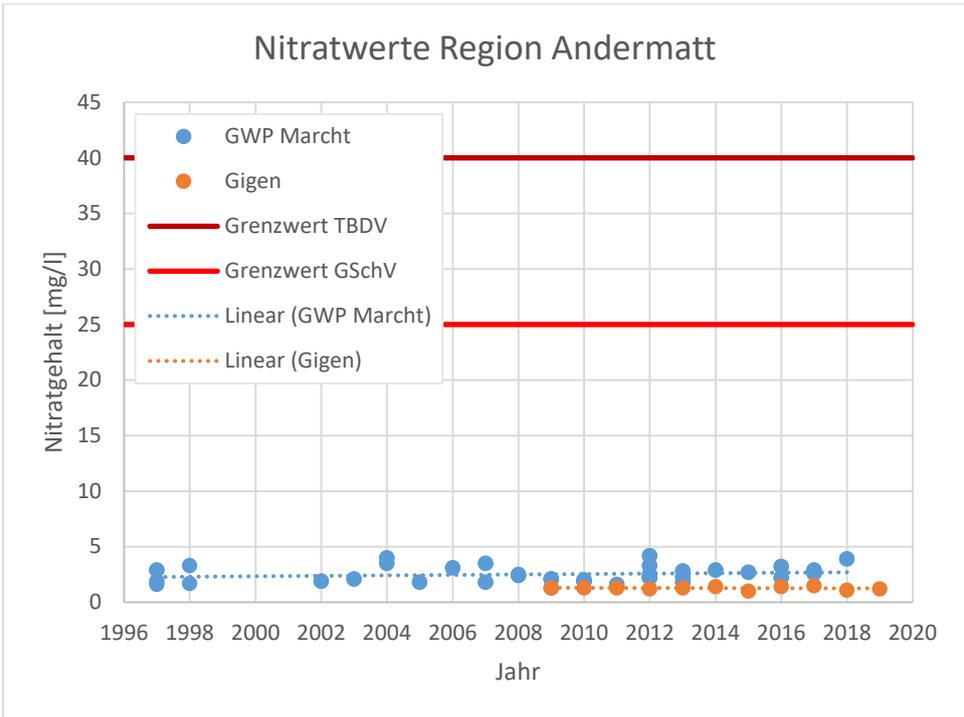


Abbildung 2 Nitratwerte [mg/l] in der Region Andermatt im Vergleich zu den TBdV und GSchV-Grenzwerten (LdU).

4 CO₂-Emissionen von Grünerlen und Nutztierhaltung im Vergleich

In diesem Kapitel werden die CO₂-Emissionen von Grünerlenbeständen mit der alternativen Landnutzung der Beweidung mit Schafen im Urserntal verglichen. Mit den Resultaten kann die Frage 3 der Interpellation beantwortet werden.

4.1 Grundlagen

4.1.1 Kohlenstoffspeicherung der Grünerlenbestände im Urserntal

Der ganze Grünerlenbestand im Urserntal liegt bei rund 1000 ha (ha_{total}). Der Umrechnungsfaktor des im Grünerlenholz und Boden gespeicherten Kohlenstoffs (C) zu CO₂ beträgt 3.67 (schriftliche Korrespondenz WSL 19.11.2019). Das bedeutet, dass eine Tonne Kohlenstoff pro Hektare und Jahr 3.67 Tonnen gespeichertem CO₂ pro Hektare und Jahr entspricht.

Wieviel Kohlenstoff effektiv im Grünerlenbestand im Urserntal gespeichert wird, hängt von verschiedenen Faktoren wie Höhenlage, Alter und dem prozentualen Anteil der Bestände ab. Gemäss Bühlmann et al. (2016) werden beispielsweise auf einer Höhe von 1610 bis 1670 m ü. M. rund 125 Tonnen CO₂ ha⁻¹ in Form von 34 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar in Grünerlenbeständen gespeichert (ober- und unterirdisch zusammen). Auf einer Höhe von 1920 bis 2030 m ü. M. werden bereits rund 36.7 Tonnen CO₂ ha⁻¹ in Form von 10 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar weniger gespeichert (Bühlmann et al., 2016; Dügglin und Abegg, 2011). Ein 90-jähriger Bestand (638 t CO₂ ha⁻¹ in Form von 174 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar) speichert beispielsweise mehr als doppelt so viel als ein 40-jähriger Bestand (397 t CO₂ ha⁻¹ in Form von 81 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar).

Daher gibt es je nach Forschungsinstitut unterschiedliche Wertebereiche über den im Boden gespeicherten Kohlenstoff von Grünerlen. In einer Bodentiefe von 0 bis 30 cm werden in Grünerlenbeständen je nach Studie 227 bis 249 t CO₂ ha⁻¹ (Mittelwert 238 t CO₂ ha⁻¹) in Form von 62 bis 68 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar (Bühlmann et al., 2016), 253 t CO₂ ha⁻¹ in Form von 69 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar (BAFU 2015, in Hunziker et al, 2017) und 143 bis 594 t CO₂ ha⁻¹ (Mittelwert 369 t CO₂ ha⁻¹) in Form von 39 bis 162 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar (5 - 75 % Grünerlenbestand) (WSL Datenbank) gespeichert. Der Mittelwert liegt bei 287 t CO₂ ha⁻¹ in Form von 70 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar.

4.1.2 Kohlenstoffspeicherung von Wiesen im Urserntal

Bei der Wiesenvegetation wurden in Bühlmann et al. (2016) höhenunabhängig 28 t CO₂ ha⁻¹ in Form Kohlenstoff gemessen. Für diese Werte ist die Annahme getroffen worden, dass die Wiesen komplett grünerlenfrei sind. In den obersten 30 cm eines Wiesenbodens werden in der tieferen Lage 290 t CO₂ ha⁻¹ und in der höheren Lage 297 t CO₂ ha⁻¹ in Form von Kohlenstoff gespeichert. Der Mittelwert liegt somit bei 293 t CO₂ ha⁻¹.

4.1.3 Vergleich der Kohlenstoffspeicherung von Grünerlenbeständen und Wiesen

Der Wiesenboden speichert mehr CO₂ in Form von Kohlenstoff (293 t CO₂ ha⁻¹) als der Boden unter Grünerlenbeständen (287 t CO₂ ha⁻¹). Rechnet man jedoch die Speicherung im Holz (125 t CO₂ ha⁻¹) resp. in der Wiesenvegetation (28 t CO₂ ha⁻¹) mit ein, speichert die Grünerlenlandschaft (412 t CO₂ ha⁻¹) mehr als die Wiesenlandschaft (321 t CO₂ ha⁻¹) (Tabelle 2).

Tabelle 1 Vergleich Kohlenstoff Speicherung pro Jahr im Urserntal zwischen Grünerlen und Beweidung. Die Werte stammen aus der Korrespondenz mit der WSL, Agroscope und der ETH (siehe separates Dossier²).

Kohlenstoffspeicherung im Urserntal	Grünerlenbestand	Beweidung mit Schafen
Speicherung in Vegetation [kg CO ₂ -Äq]	125'000	28'000
Speicherung in Boden, 0 – 30 cm [kg CO ₂ -Äq]	287'000	293'000
Totale Speicherung [kg CO ₂ -Äq]	412'000	321'000

Da sich die Speicherung über mehrere Jahrhunderte bezieht, wird die Speicherkapazität nicht weiter in Betracht gezogen.

4.1.4 Globales Erwärmungspotential verschiedener Treibhausgase

Kohlendioxid (chemische Formel CO₂) ist das bekannteste Treibhausgas, das zum anthropogenen (menschgemachten) Treibhauseffekt beiträgt. Methan (chemische Formel CH₄) und Lachgas (chemische Formel N₂O) sind weitere Treibhausgase. Nicht alle Treibhausgase sind gleich schädlich für das Klima. Verschiedene Treibhausgase können unterschiedlich starke Auswirkungen auf die Erderwärmung haben. Die verschiedenen Treibhausgase unterscheiden sich in der Energie, die sie aufnehmen können, und in der Verweildauer in der Atmosphäre.

Um die Auswirkung der verschiedenen Treibhausgase auf die globale Erwärmung zu vergleichen, wurde das globale Erwärmungspotential (Global Warming Potential; GWP) entwickelt. Es ist ein Mass dafür, wieviel Energie die Emissionen von 1 Tonne eines Treibhausgases in einem bestimmten Zeitraum bezogen auf die Emissionen von 1 Tonne Kohlendioxid absorbieren. Der Zeitraum, der für GWPs verwendet wird, beträgt 100 Jahre. Kohlendioxid hat ein GWP von 1, da es als Referenz-treibhausgas definiert wurde. Methan hat ein GWP von 28 und ist somit rund 28-mal schädlicher als CO₂. Ein Kilogramm Methan entspricht deshalb 28 kg CO₂-Emissionen. Lachgas hat ein GWP von 265 (IPCC 2014). Ein Kilogramm Lachgas entspricht somit rund 265 kg CO₂-Emissionen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq). Damit die Treibhausgasemissionen der Grünerlen (Lachgasemissionen) mit den Treibhausgasemissionen der Schafe (Methangasemissionen) verglichen werden können, werden alle Treibhausgasemissionen in CO₂-Emissionen resp. in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Wenn nachfolgend von CO₂-Emissionen gesprochen wird, sind jeweils CO₂-Äquivalente gemeint.

4.1.5 CO₂-Emissionen von Grünerlen im Urserntal

Gemäss den Forschungsergebnissen der Universität Basel betragen die Lachgasemissionen von Grünerlen 8.4 kg ha⁻¹ pro Jahr (Bühlmann et al., 2017). Dies entspricht 2'226 kg CO₂-Emissionen ha⁻¹ pro Jahr (8.4 kg ha⁻¹ a⁻¹ * 265 (GWP)). In der erwähnten Publikation werden 4.2 kg ha⁻¹ Lachgasemissionen im

² Weitere Daten und Korrespondenz zum Bericht liegen in einem separaten Dossier vor (Grünerlenbestände im Urserntal und deren Auswirkungen auf die Nitrat-Auswaschung und die Treibhausgasemissionen, Korrespondenz zum Bericht, Amt für Umweltschutz, 31. März 2020)

Sommerhalbjahr ausgewiesen. Die Emissionswerte in der Wintersaison seien ähnlich wie in der Sommersaison (Bühlmann et al., 2017). Daher wurde der Messwert der Lachgasemissionen im Sommer verdoppelt und auf diese Weise auf das ganze Jahr hochgerechnet.

Die Sachlage ist jedoch nicht ganz eindeutig, denn andere Forscher kommen auf andere Ergebnisse. Der von Schürmann et al. (2002) mit rund 1.1 kg ha⁻¹ pro Jahr gemessene Wert von Lachgas-emissionen liegt viel tiefer, als die von Bühlmann et al. (2017) über mehrere Jahre gemessenen Werte. Anzumerken ist, dass die Lachgasemissionsmessungen im Winter durch den Schnee erschwert sind und daher die Sommerhalbjahresmesswerte eine zuverlässigere Datengrundlage ermöglichen.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen der Grünerlen wird schliesslich der höhere Wert von 2'226 kg ha⁻¹ a⁻¹ aus den Forschungsergebnissen von Bühlmann et al. (2017) verwendet. Damit lassen sich die höchstmöglichen Auswirkungen auf den Treibhauseffekt durch die Grünerlenbestände erfassen.

4.1.6 CO₂-Emissionen der Beweidung durch Schafe im Urserntal

Unter der Annahme, dass die Weiden komplett Grünerlen-frei sind, fallen bei der Beweidung durch Schafe pro Tier rund 378 kg CO₂-Emissionen pro Jahr an (Verdauung 225, Exkremente 33 und Hofdünger 120 kg CO₂-Emissionen pro Jahr) (schriftliche Korrespondenz Agroscope 29.11.2019). Ein durchschnittlicher Landwirtschaftsbetrieb im Urserntal umfasst rund 17 ha und 16 Grossvieheinheiten (GVE) (1 Schaf = 0.17 GVE). Auf einer Hektare werden somit durchschnittlich 1.04 GVE und somit 6.12 Schafe gehalten (persönliche Kommunikation, Raphael Bissig, Amt für Landwirtschaft UR). Auf einem Hektar Weideland mit Schafen fallen somit 2'313 kg CO₂-Emissionen pro Jahr an (6.12 Schafe * 378 kg CO₂-Emissionen a⁻¹). Anzumerken ist, dass die angegebenen Zahlen grobe Schätzungen sind und von der Bewirtschaftungsweise abhängen.

4.2 CO₂-Emissionen von Grünerlen und Beweidung im Urserntal

Der ganze Grünerlenbestand im Urserntal umfasst rund 1'000 ha. Die jährlichen CO₂-Emissionen der gesamten Grünerlenfläche im Urserntal entsprechen daher 2'226 t bei den Grünerlen und 2'313 t bei der Beweidung (Tabelle 1). Pro Jahr macht das einen Unterschied von 87 t bzw. 4 % aus.

Tabelle 2 Vergleich CO₂-Emissionen pro Jahr im Urserntal zwischen Grünerlen und Beweidung. Die Werte stammen aus der Korrespondenz mit der WSL, Agroscope und der ETH (siehe separates Dossier²).

CO ₂ -Emissionen im Urserntal	Grünerlenbestand	Beweidung mit Schafen
Treibhausgas Emissionen [kg CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	2'226	2'313
Treibhausgasemissionen der ganzen Grünerlenfläche im Urserntal (ca.1'000 ha) [kg CO ₂ -Äq a ⁻¹]	2'226'000	2'313'000

4.3 Schlussfolgerung

Ausgehend von diesen Berechnungen wirkt sich die Beweidung der Grünerlenflächen durch Schafe stärker auf die Klimaerwärmung aus als die Grünerlenbestände. Würde man jedoch die Grünerlenbestände im Urserntal trotzdem eliminieren und durch Weiden ersetzen, müssten dazu rund 6'120 Schafe eingesetzt werden. Dies unter der Annahme, dass bei einer Beweidung 6.12 Schafe pro ha eingesetzt werden.

4.4 Vergleich mit anderen CO₂-Emissionen in der Region

Im Vergleich zu den CO₂-Emissionen der Grünerlen sind die CO₂-Emissionen aus Verkehr, Industrie und Gewerbe, Haushalt, Land- und Forstwirtschaft im Urserntal bei weitem grösser (Abbildung 3). Die drei Gemeinden Andermatt, Hospenthal und Realp emittieren zusammen rund 28'000 t CO₂ pro Jahr, wobei 80 % davon aus dem Verkehr stammt (AfU, 2017).

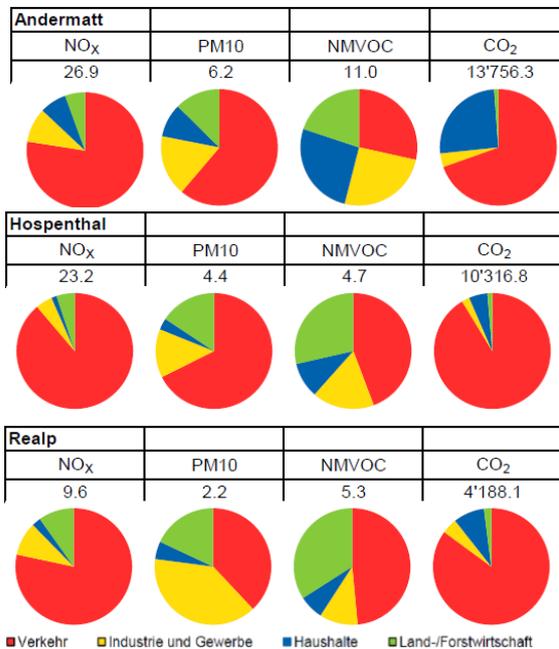


Abbildung 3 Emissionen in t/a in den Gemeinden Andermatt, Hospenthal und Realp (AfU, 2017).

5 Empfehlungen

5.1 Nitratkonzentrationen

Aufgrund der rund 20-jährigen Messreihe der Nitratwerte im Grundwasser des Urserntals kann kein spezifischer Effekt der Nitratauswaschungen der Grünerlen auf das Trinkwasser nachgewiesen werden. Ausserdem liegen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser mit 3 mg/l weit unter den gesetzlichen Grenzwerten von 25 mg/l der GSchV. Hinsichtlich Nitrat weist das Trinkwasser im Urserntal eine sehr hohe Qualität auf. Folglich werden keine Massnahmen oder weitere Abklärungen empfohlen.

5.2 CO₂-Emissionen

Der Vergleich der Treibhausgasemissionen der Grünerlenbestände und der alternativen Beweidung durch Schafe ist anspruchsvoll. Die Vielzahl an Faktoren erschwert genaue Aussagen. Gegensätzliche Aussagen aus verschiedenen schweizerischen Forschungsinstituten zeigen auf, dass in diesem Themenbereich noch weitere Forschungsarbeiten nötig sind.

Ausgehend von den höchsten, gemessenen Werten für die CO₂-Emissionen der Grünerlen sind die Effekte der Grünerlen auf das Klima mit 2'226 kg CO₂-Emissionen pro Hektar und Jahr tiefer als die Effekte der Beweidung mit Schafen mit 2313 kg CO₂-Emissionen pro Hektar und Jahr. Eine Umnutzung der heutigen Grünerlenflächen durch Beweidung mit Schafen würde somit zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen führen. Abgesehen davon müssten die heutigen Grünerlenflächen jährlich mit über rund 6'000 Schafen konsequent beweidet werden, um die Grünerlenbestände im Urserntal zu ersetzen und dauerhaft zu eliminieren. Dies wäre logistisch und arbeitstechnisch mit sehr viel Aufwand verbunden. Daher werden aus Sicht des Klimaschutzes keine Massnahmen empfohlen.

6 Literatur

- AfU (2017): Emissionsbilanz und Emissionskataster für Luftschadstoffe im Kanton Uri. Auswertungen pro Gemeinden Bericht zum Stand 2015, 33 S.
- AfU (2020) Grünerlenbestände im Urserental und deren Auswirkungen auf die Nitrat-Auswaschung und die Treibhausgasemissionen, Korrespondenz zum Bericht, 19 S.
- Bühlmann T. H., Körner C. und Hiltbrunner E. (2016): Shrub Expansion of *Alnus viridis* Drives Former Montane Grassland into Nitrogen Saturated. *Ecosystems* 19, 6, 968 – 985.
- Bühlmann T. H. (2017): The influences of N₂-fixing *Alnus* and atmospheric nitrogen deposition on the nitrogen balance in close to natural ecosystems. Dissertation, Basel, 108 S.
- Bühlmann T. H., Caprez R., Hiltbrunner E. Körner C. und Niklaus P. A. (2017): Nitrogen fixation by *Alnus* species boosts soil nitrous oxide emissions. *European Journal of Soil Science*, 68, Nr. 5, 740 - 748.
- Bühlmann T. H., Hiltbrunner E., Körner C. (2013): Die Verbuschung des Alpenraums durch die Grünerle, Akademien der Wissenschaften Schweiz.
- Dengel S., Levy P. E., Grace J., Jones S. K. und Skiba U. M. (2011): Methane emissions from sheep pasture, measured with an open-path eddy covariance system. *Global Change Biology* 17, 3524 - 3533.
- Düggelin C. und Abegg M. (2011): Modelling of biomass and wood volume in Swiss shrub forest. *Schweiz Z Forstwes* 162, 2, 32 - 40.
- Huber B. und Frehner M. (2013): Expansion and development of Green Alder stands in eastern Switzerland. *Schweiz Z Forstwes* 164, 4, 87 - 94.
- FOEN - Federal Office for the Environment (2019): Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2017. Bern, 632 S.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Schürmann A., Mohn J. und Bachofen R. (2002): N₂O emissions from snow-covered soils in the Swiss Alps. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 54, Nr. 2, 134 - 142.
- Van den Bergh T., Körner C. und Hiltbrunner E. (2018): *Alnus* shrub expansion increases evapotranspiration in the Swiss Alps. *Reg Environ Change* 18, Nr. 5, 1375 - 1385.