

Flächendeckende Abschätzung des baumartenspezifischen Verjüngungspotentials - Vorprojekt

Abschlussbericht

Florian Zellweger¹, Christian Ginzler¹, Peter Bebi^{2,3} & Samuel Zürcher⁴

¹Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

²WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastr. 11, 7260 Davos Dorf

³Climate Change, Extremes and Natural Hazards in Alpine Regions Research Centre CERC

⁴Fachstelle für Gebirgswaldpflege, Försterschule 2, 7304 Maienfeld

Zu Handen von Robert Jenni, Bundesamt für Umwelt BAFU

Birmensdorf, im Februar 2024

Zusammenfassung

Flächendeckende und räumlich detaillierte Angaben zum Verjüngungspotential einzelner Baumarten sind oft nicht vorhanden, obschon solche Daten eine wichtige Grundlage für die Planung von Massnahmen zur Einleitung und dem Schutz von Naturverjüngung bieten. Im vorliegenden Projekt wurden neue Entwicklungen in den Bereichen Fernerkundung und Mikroklimatologie verwendet, um für fünf Testgebiete das Verjüngungspotential für Fichte, Weisstanne, Bergahorn, Buche und Lärche flächendeckend abzuschätzen. Das Verjüngungspotential wurde in drei Klassen unterteilt abgebildet: (1) genügend Licht und Wärme für ausreichenden Zuwuchs ohne forstliche Eingriffe; (2) ausreichend Licht und Wärme für das Vorkommen von Verjüngung, jedoch ist genügend Zuwuchs nur mit einem entsprechenden Eingriff zur Erhöhung der Lichtverfügbarkeit zu erreichen; (3) zu wenig Licht oder zu kalt für längerfristiges Überleben von Verjüngung. Die Berechnungen basieren auf artspezifischen Anforderungen bezüglich Lichtverfügbarkeit und mikroklimatischen Temperaturverhältnissen am Waldboden. Diese Anforderungen wurden hergeleitet aus Verjüngungsaufnahmen des Landesforstinventars sowie eigenen im Feld erhobenen Daten zu Lichtverfügbarkeit, welche mit Daten aus Karten zu Lichtverfügbarkeit und Mikroklimatemperaturen verknüpft wurden. Ausserdem wurde ein Vergleich der Berechnungen mit verschiedenen räumlichen Auflösungen der Lichtverfügbarkeitskarten durchgeführt. Die Resultate zeigen, dass der Ansatz die artspezifischen Licht- und Temperaturanforderungen realistisch abzubilden vermag und damit eine vielversprechende Methode liefert, um das artenspezifische Verjüngungspotential regional auf Bestandesebene zu quantifizieren. Für die forstliche relevante Interpretation der Ergebnisse ist eine räumliche Auflösung von 5 Metern erforderlich. Diese stellt sicher, dass die resultierenden Verjüngungspotentialkarten die kleinräumigen Veränderungen der Lichtverhältnisse im Wald abbilden und sich dadurch einen Mehrwert für die forstliche Praxis ergibt.

Einführung

Die Naturverjüngung ist eine Schlüsselkomponente in der nachhaltigen und multifunktionalen Waldbewirtschaftung. Flächendeckende und räumlich detaillierte Angaben zum Verjüngungspotential sind oft nicht vorhanden, können jedoch eine wichtige Grundlage für die Planung von Massnahmen zur Einleitung und den Schutz von Naturverjüngung bieten. Die Etablierung von Naturverjüngung hängt von verschiedenen Faktoren ab, wobei die kleinräumigen, mikroklimatischen Temperatur-, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse, an welche die verschiedenen Baumarten jeweils unterschiedliche Ansprüche haben, eine wichtige Rolle spielen. In subalpinen Fichtenwäldern wird beispielsweise angenommen, dass für genügend Wachstum des Fichtenjungwuchses an Nordhängen 1.5 bis 2 Stunden direkte Sonnenscheindauer im Juni nötig sind (Frehner, 1989). Eine ähnliche Faustregel gilt auch für die Lärche, für welche man von 4 Stunden benötigter direkter Sonnenscheindauer ausgeht (Ott et al., 1997). In höheren Lagen wird ein stärkerer Höhenzuwuchs bei längerer täglicher Sonneneinstrahlung oft mit den daraus resultierenden höheren Luft- und Oberbodentemperaturen in Verbindung gebracht, welche wiederum das Wurzelwachstum zu fördern vermögen. Weitere Beobachtungen zeigen jedoch, dass der Fichtenjungwuchs an vergleichbaren Standorten auch lediglich mit einer halben Stunde Sonnenscheindauer noch etwa 2 cm wuchs (Mayer, 1999). Dies deutet darauf hin, dass die Verjüngung auch unter mikroklimatischen Bedingungen überleben und leicht wachsen kann, die sich relativ stark von den optimalen Wachstumsbedingungen unterscheiden. Für die forstliche Praxis ist es deshalb wichtig, Kenntnis darüber zu haben, in welchen Beständen zwar ein Verjüngungspotential vorhanden ist, jedoch nur mit einem forstlichen Eingriff genügend Licht und daraus resultierenden Zuwuchs erreicht werden kann. Andererseits ist es hilfreich, jene Waldgebiete ausscheiden zu können, in welchen bereits genügend Licht für ausreichenden Zuwuchs der Zielbaumarten vorhanden ist.

Dank neusten Entwicklungen in den Bereichen Fernerkundung und Meteorologie sind gute Voraussetzungen geschaffen worden, um die für die Verjüngung relevanten Licht- und Temperaturverhältnisse flächendeckend mit hoher Genauigkeit zu quantifizieren. Zum Beispiel hat Webster et al. (2023) eine Methode entwickelt, die es erlaubt, das diffuse Licht und die direkte Sonneneinstrahlung im Wald präzise aus 3D Light Detection and Ranging (LiDAR) Daten herzuleiten. Zudem hat Zellweger et al. (2023) die mikroklimatischen Temperaturverhältnisse am Waldboden in der Schweiz mit hoher räumlicher Auflösung modelliert. Die aus diesen Arbeiten resultierenden, schweizweit verfügbaren Karten zur Lichtverfügbarkeit und den mikroklimatischen Temperaturverhältnissen am Waldboden können nun mit Daten zu Jungwaldvorkommen und -zuwuchs kombiniert werden, um artspezifische Licht- und Temperaturansprüche abzuleiten und diese in Form von Verjüngungspotentialkarten räumlich abzubilden.

Das Ziel dieses Vorprojekts ist es, solche Verjüngungspotentialkarten in fünf Testgebieten für fünf Hauptbaumarten – Fichte, Weissstanne, Bergahorn, Buche und Lärche – zu entwickeln und die Praxisrelevanz dieser Produkte zu prüfen. Falls dies erfolgreich ist, könnten anschliessend schweizweite Datensätze angestrebt werden. Weiter kann dieses Projekt eine wichtige Grundlage liefern, um den angewandten Ansatz weiterzuentwickeln, damit der Einfluss verschiedener Waldbewirtschaftungsmassnahmen sowie des Klimawandels in die Berechnung des Verjüngungspotentials miteinbezogen werden kann.

Daten und Methoden

Unser Ansatz basiert auf artspezifischen Präferenzen und Anforderungen an die Licht- und Temperaturverhältnisse, welche wir mittels Verknüpfung der bestehenden schweizweiten Licht- und Temperaturkarten und den Verjüngungsaufnahmen des Landesforstinventars (LFI) sowie eigenen Erhebungen im Feld empirisch herleiten. Karten zu Kronenöffnung und direkter Sonneneinstrahlung am Waldboden wurden mittels hemisphärischer Bilder abgeleitet, die aus nationalen LiDAR Daten erstellt

werden. Die Methode wurde von Webster et al. (2023) entwickelt und in verschiedenen Waldgesellschaften erfolgreich validiert. Die Karten zu den Minimumtemperaturen im Frühling stammen aus den Waldmikroklimamodellierungen von Zellweger et al. (2023). Bei den eigenen Felddatenaufnahmen handelt es sich um standortspezifische, gutachtlich erhobene Angaben zum artspezifischen, lichtbedingten Verjüngungspotential, welches stichprobenartig anhand eines Feldprotokolls von erfahrenen Fachpersonen an 131 Standorten verteilt über die unten erwähnten fünf Testgebieten erhoben wurde. Die Feldansprache beinhaltete folgende Klassen des Verjüngungspotentials: (1) nicht genügend Licht für längerfristiges Überleben der Art in der Verjüngung; (2) genügend Licht für Anwachsen und Überleben über einige Jahre ist möglich, jedoch zu wenig Licht für genügenden Zuwachs; Massnahmen für die Förderung der Verjüngung erforderlich; (3) Genügend Licht für ausreichenden Zuwachs ohne zusätzliche Massnahmen. Die fünf Testgebiete in den Kantonen Graubünden und St. Gallen umfassen den Tristeliwald bei Pfäfers, den Fürstenwald bei Chur, sowie Waldstücke nahe Rona, im Toggenburg und bei Trun. Die Teilflächen liegen auf unterschiedlichen Waldstandorten in Höhenlagen zwischen rund 600 und 1800müM.

Um die artspezifischen Lichtenforderungen gemäss diesen drei Klassen herzuleiten, wurde an jedem dieser 131 Standorte sowohl der Kronenöffnungsgrad, welcher als Indikator für das diffuse und direkte Licht dient, als auch die direkte Sonneneinstrahlung aus den vorliegenden Lichtmodellierungskarten extrahiert. Um die artspezifischen Toleranzbereiche an die Minimumtemperaturen im Frühling abzubilden, wurden sämtliche LFI Verjüngungsaufnahmen nach Vorkommen jeder Baumart gefiltert und die jeweiligen Minimumtemperaturen aus den Karten extrahiert. Die resultierenden Häufigkeitsverteilungen pro Zielbaumart wurden dann genutzt, um artspezifische Präferenzen (Toleranzen) an die Licht- und Temperaturverhältnisse zu berechnen (Abbildung 1). Die Schwellenwerte, die die drei lichtbedingten Verjüngungspotentialklassen möglichst verlässlich voneinander abgrenzen, wurden mittels "receiver operating characteristic curve (ROC)" statistisch berechnet. Die statistische Güte für die Unterscheidung zwischen zwei Klassen wurde mittels "area under the curve (AUC)" Verfahren berechnet.

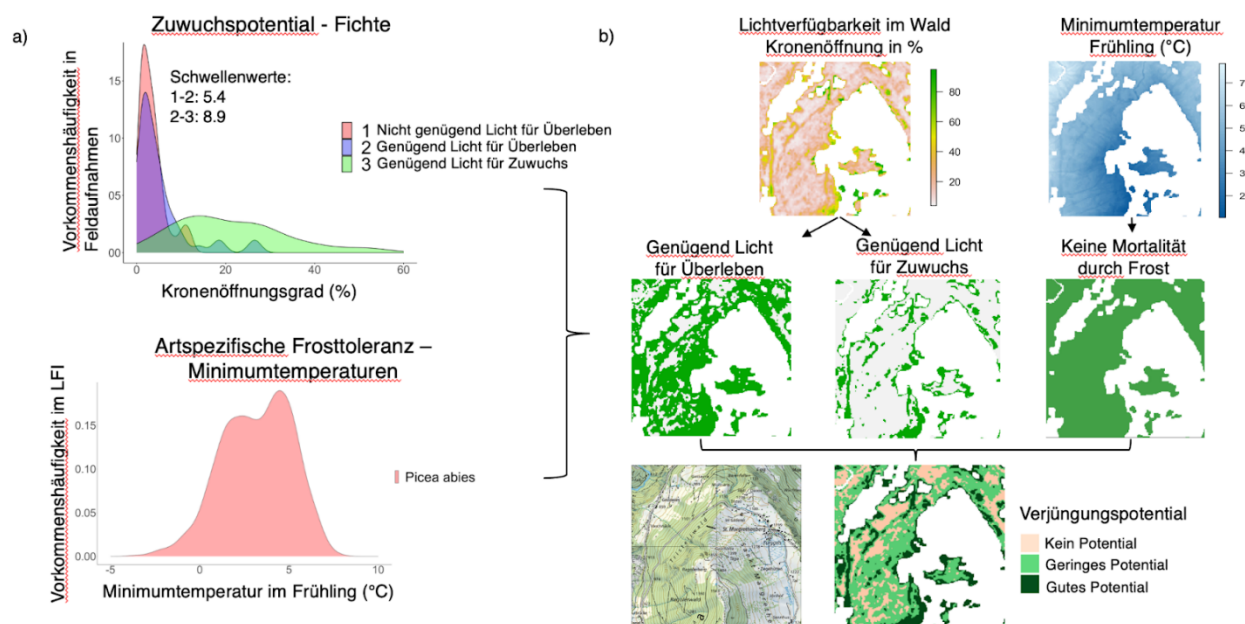


Abbildung 1. Beispielhafte Herleitung der Verjüngungspotentialkarte für die Fichte (*Picea abies*). a) Aus Felddaten hergeleitete artspezifische Anforderungen an die Lichtverfügbarkeit (lichtbedingtes Verjüngungs- oder Zuwachspotential) und die Minimumtemperaturen im Frühling. b) Prozessierungsschritte für die Herleitung der Verjüngungspotentialkarte. Als Input dienen die Karten für Lichtverfügbarkeit, sowie die Minimumtemperatur im Frühling. Aus der Lichtverfügbarkeitskarte werden gemäss Schwellenwertanalyse zwei weitere Karten erstellt: eine für

Waldgebiete in grün, die genügend Licht aufweisen, damit sich Verjüngung zwar etablieren kann, jedoch nicht genügend Licht vorhanden ist, um genügend Zuwachs zu ermöglichen und eine andere für jene Waldgebiete, in welchen genügend Licht für ausreichenden Zuwachs vorhanden ist. Ebenfalls werden jene Gebiete ausgeschieden, die innerhalb der artspezifischen Ansprüche an die Minimumtemperaturen liegen. Die Kombination dieser drei Karten erlaubt es in einem nächsten Schritt, für jede Baumart das Verjüngungspotential in drei Klassen unterteilt darzustellen.

Resultate und Interpretation

Baumartenspezifische Lichtansprüche und Schwellenwerte

Die Häufigkeitsverteilungen der im Feld erhobenen lichtbedingten Verjüngungspotentialdaten zeigen, dass die Unterscheidung zwischen den Klassen 2 (Licht schränkt Zuwachs ein, Massnahmen erforderlich) und 3 (Licht schränkt Zuwachs nicht ein) bei allen Arten relativ verlässlich gemacht werden kann (Abbildung 2). Dies ist auch statistisch durch die AUC-Werte belegt, die alle zwischen 0.77 (Bergahorn) und 0.91 (Fichte) liegen (siehe Abbildung 2 für weitere Informationen zur Interpretation der AUC-Werte). Die Unterscheidung der Klassen 1 (Licht stark limitierend für Überleben der Verjüngung) und 2 kann generell weniger präzise gemacht werden, vor allem bei Buche, Tanne und Fichte. Bei Buche und Tanne lässt der grosse Überlappungsbereich dieser zwei Klassen keine gesicherten Aussagen zu. Dies dürfte vor allem daran liegen, dass die Ansprache dieser Klassen im Feld auch aufgrund der standörtlichen Variabilität sehr anspruchsvoll ist und eine eindeutige Zuweisung mit Unsicherheiten verbunden ist. Ausserdem gilt zu beachten, dass die Feldaufnahmen im Spätherbst nach oder während des Blattfalls gemacht wurden. Weitere Quellen für Unsicherheiten sind die Genauigkeit der Koordinaten für die interpretierten Standorte, sowie die räumliche Auflösung der Lichtmodellierungen. Für künftige Analysen schlagen wir vor, sämtliche Koordinaten mit einem Genauigkeitsbereich von mindestens 1 - 2 m zu erheben und die Lichtmodellierungen an den erhobenen Standorten Punktgenau durchzuführen. Damit würde sichergestellt, dass den kleinräumigen Veränderungen der Waldstruktur und der dadurch resultierenden Lichtverfügbarkeit genügend Rechnung getragen wird.

Die Schwellenwertanalyse zeigt, dass die Lärche vor allem für die Klasse 3 (Schwellenwert 23 in Abbildung 2: 18.4) am lichtbedürftigsten ist, gefolgt von Bergahorn (9.4) und Fichte (8.9), was durchaus den Erwartungen entspricht. Die Schwellenwerte für Tanne (6.5) und Buche (6.5) liegen tiefer, d.h. die Verjüngung dieser Baumarten ist schattentoleranter und weist dieselben Schwellenwerte auf, wobei zu beachten ist, dass die Variabilität der gutachtlich erhobenen Felddaten hier nur begrenzt gesicherte Aussagen zulässt. Ein ähnliches, wenn auch weniger differenziertes Bild ergibt sich für die Schwellenwerte für die Klasse 2 (Schwellenwert 12 in Abbildung 2), wobei wie oben erwähnt hier der Unsicherheitsbereich gross ist. Wir gehen davon aus, dass mit erweiterten Felderhebungen unter Berücksichtigung verschiedener Höhenstufen und Standortsregionen verbesserte Resultate erreicht werden können.

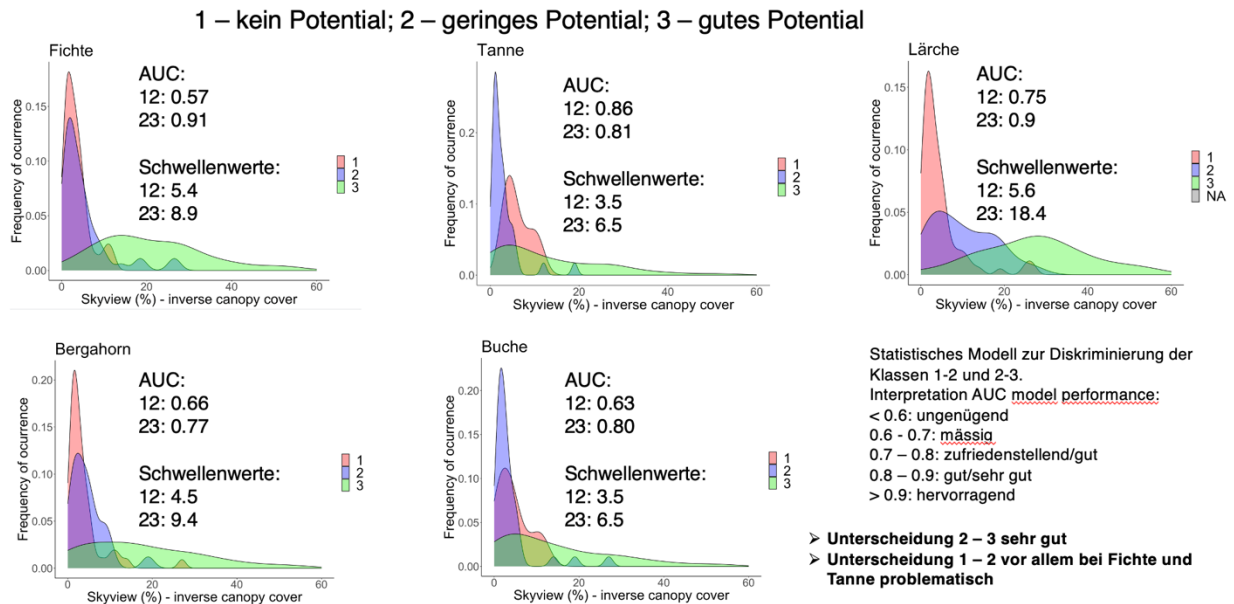
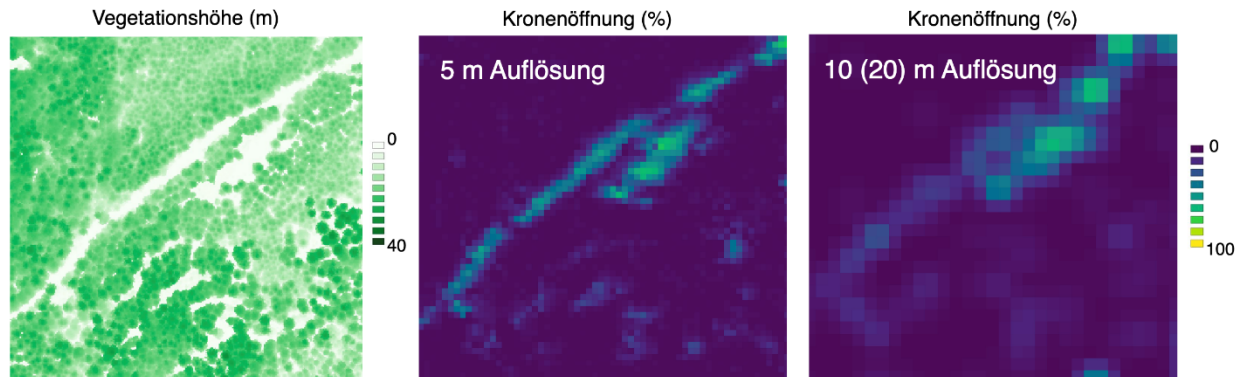


Abbildung 2. Häufigkeitsverteilungen nach Kronenöffnungsgrad (“Skyview”, x-Achse) der im Feld erhobenen Daten zum lichtbedingten Verjüngungspotential. Die AUC und Schwellenwerte sind ebenfalls genannt und können anhand des Schemas unten rechts interpretiert werden.

Vergleich räumliche Auflösung

Für den Vergleich der räumlichen Auflösung der Lichtmodellierung wurde der Kronenöffnungsgrad und die direkte Sonneneinstrahlung in 5 sowie in 20 Meter Auflösung berechnet, wobei der 20 m Datensatz auf 10 m räumlich interpoliert wurde (Abbildung 3). Dieser Vergleich zeigt, dass die kleinräumigen Veränderungen der Kronenöffnung mit der 5-m-Auflösung wesentlich genauer erfasst werden. Die Resultate in der Tabelle bestätigt diesen Mehrwert statistisch, indem die AUC-Werte für “skyview5m” erheblich höher sind. Die direkte Sonneneinstrahlung (trans5m) führt nicht generell zu bessern Resultaten in Vergleich zum Kronenöffnungsgrad.



Baumart	Potentialklassen	Variable	AUC	Schwellenwert
Fichte	12	skyview10m	0.52	5.50
Fichte	23	skyview10m	0.87	14.50
Fichte	12	skyview5m	0.57	5.42
Fichte	23	skyview5m	0.91	8.88
Fichte	12	trans5m	0.59	0.42
Fichte	23	trans5m	0.90	11.10

Abbildung 3. Oben: Vergleich der räumlichen Auflösung für die Lichtmodellierungen anhand des Kronenöffnungsgrads. Unten: Tabelle mit statistischen Resultaten. Die höheren AUC-Werte für die 5 m Auflösung zeigen die besseren Modellergebnisse auf.

Die verbesserten Modellergebnisse kommen auch räumlich gut zum Ausdruck (Abbildung 4). Insbesondere werden mit der 5 m Auflösung auch kleinräumige Strukturen klarer ersichtlich, wie beispielsweise kleinere Lücken mit einem Kronenrand zu Kronenrand Abstand von ca. 15m oder kleinräumige, schlitzförmige Öffnungen.

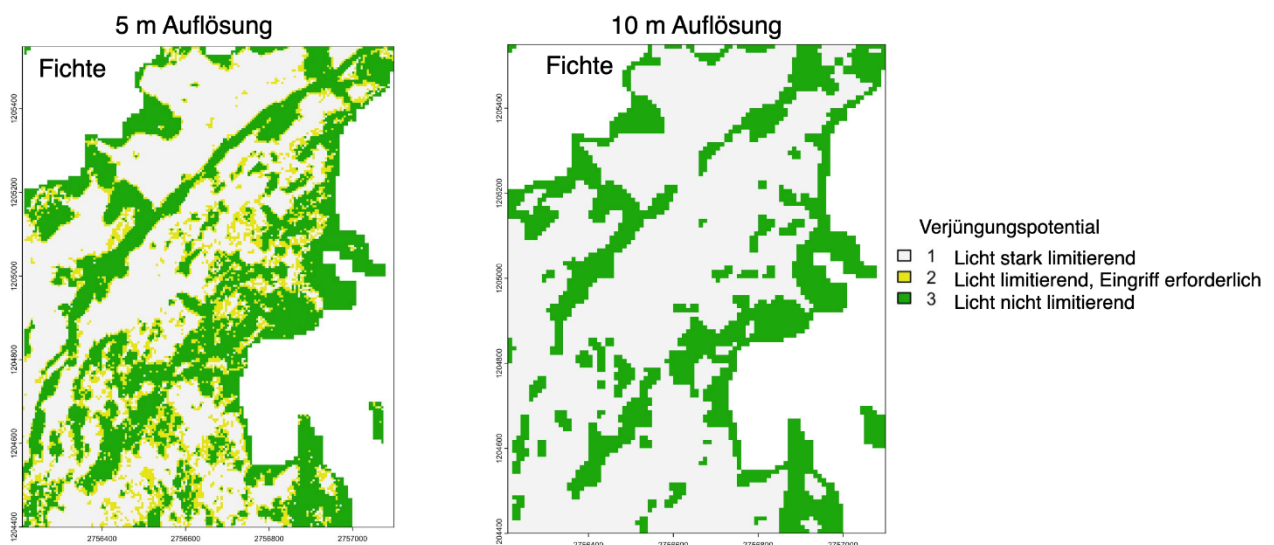


Abbildung 4. Vergleich der räumlichen Auflösung für die Abschätzung des Verjüngungspotentials.

Verjüngungspotentialkarten für Testgebiete

Anhand der oben errechneten Schwellenwerte wurden die Verjüngungspotentialkarten für die fünf Testgebiete gemäss Abbildung 1 berechnet (Anhang 1). Die Karten zeigen beispielsweise, dass für schattentolerantere Baumarten wie Tanne und Buche die Flächen in grün, wo das Licht nicht stark limitierend auf den Verjüngungszuwachs wirkt, deutlich grösser ausfallen als für Fichte, Bergahorn und insbesondere Lärche. Im Testgebiet Rona gilt zu beachten, dass das Verjüngungspotential einiger Baumarten erheblich durch die tieferen Temperaturen und das damit zusammenhängende Mortalitätsrisiko durch Fröste negativ beeinflusst wird. Die Karte für Buche deutet darauf hin, dass die Buche im oberen Übergangsgebiet von Klasse 1 und 2, wo der Einfluss von Frost zunimmt, unter leichtem Schirm die besseren Aussichten hat als in grossen Lücken, obwohl zu beachten ist, dass für die im Feld angesprochenen Standorte in diesem Testgebiet keine Samenbäume für Buche vorhanden waren. Die relativ grosse Fläche mit geringem Potential bei der Tanne im Testgebiet Rona wird vor allem durch einige LFI-Beobachtungen in kühlen, höheren Lagen auf der Alpensüdseite beeinflusst und dürfte für dieses Testgebiet eher eine Überschätzung des Potentials darstellen. Generell deuten die Karten darauf hin, dass für sämtliche Baumarten in allen Testgebieten ein erheblicher Anteil der Waldfläche ein gutes Verjüngungspotential aufweist, d.h. der grüne Flächenanteil ist beträchtlich. Die hohe räumliche Auflösung von 5 Metern erlaubt eine bestandesspezifische Beurteilung und bildet auch kleinräumige Veränderungen der Lichtverhältnisse gut ab.

Schlussfolgerungen

Der hier entworfene Ansatz zur Kartierung des baumartenspezifischen Verjüngungspotentials hat vielversprechende Resultate geliefert. Diese haben verdeutlicht, dass einerseits eine hohe Auflösung der Lichtmodellierung und Kartierung der Lichtverhältnisse für die praxisrelevante Interpretation nötig ist, und andererseits eine grosse Herausforderung darin besteht, konsistente und standortspezifische Informationen der baumartenspezifischen Lichtanforderungen aus bestehenden Datensätzen abzuleiten oder im Feld zu erheben. Wir erwarten, dass die Modellergebnisse und die Herleitung spezifischer Grenzwerte mit einer erhöhten Datenmenge und -qualität pro Höhenstufe und Standortsregion verbessert werden können. Auch aufgrund des grossen Interesses aus der Praxis haben wir die hier gewonnen Erkenntnisse und die Methodik in einem Projektantrag zur Herleitung von schweizweiten Verjüngungspotentialskarten zusammengefasst. Der Antrag wurde per 31. Januar 2024 beim WHFF eingereicht.

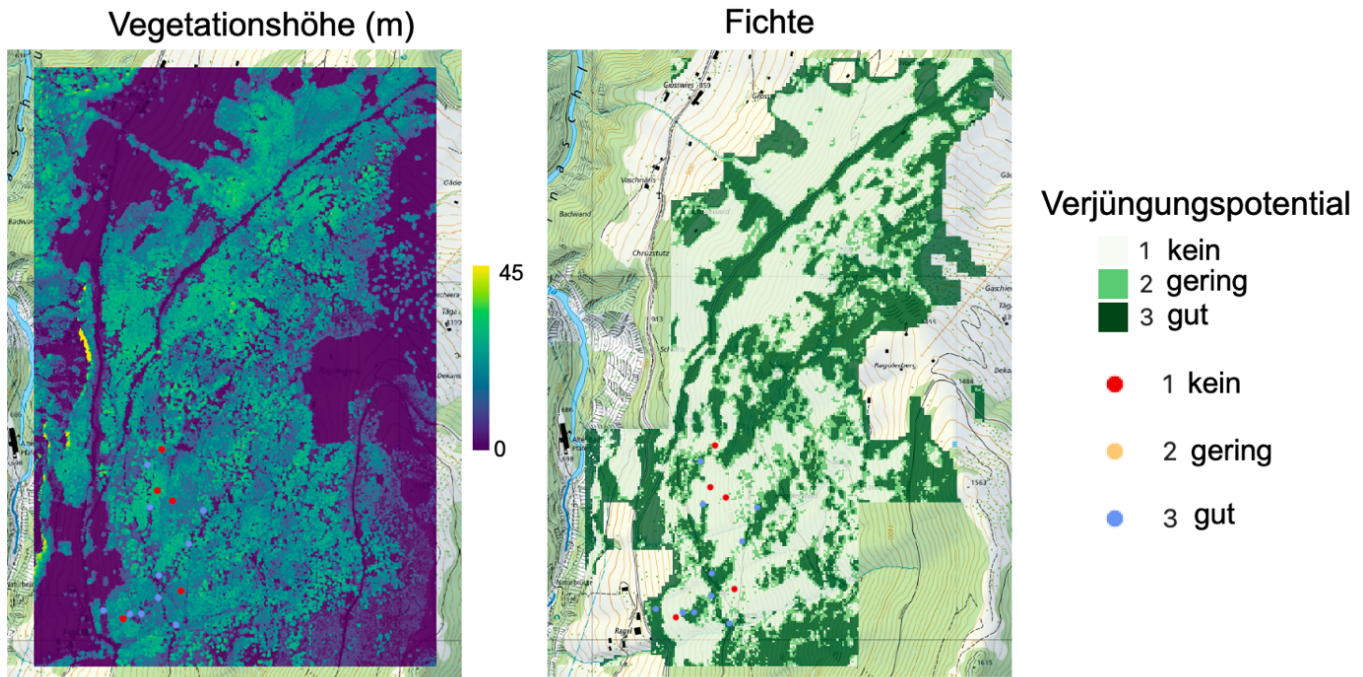
Referenzen

- Frehner, M.: Beobachtungen zur Einleitung der Naturverjüngung an einem nordexponierten Steilhang im subalpinen Fichtenwald, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwes.*, 140, 1989.
- Mayer, A. C.: Verjüngung in Bestandeslücken eines subalpinen Hochstauden-Fichtenwaldes | Introducing Regeneration on Gaps within Stands of a Sub-alpine Shrub-Spruce Forest, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwes.*, 150, 171–177, 1999.
- Ott, E., Frehner, M., Frey, H. U., and Lüscher, P.: *Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung*, Verlag Paul Haupt, Bern u.a., 1997.
- Webster, C., Essery, R., Mazzotti, G., and Jonas, T.: Using just a canopy height model to obtain lidar-level accuracy in 3D forest canopy shortwave transmissivity estimates, *Agric. For. Meteorol.*, 338, 109429, 2023.
- Zellweger, F., Sulmoni, E., Malle, J. T., Baltensweiler, A., Jonas, T., Zimmermann, N. E., Ginzler, C., Karger, D. N., De Frenne, P., Frey, D., and Webster, C.: Microclimate mapping using novel radiative transfer modelling, *Biogeosciences*, 2023.

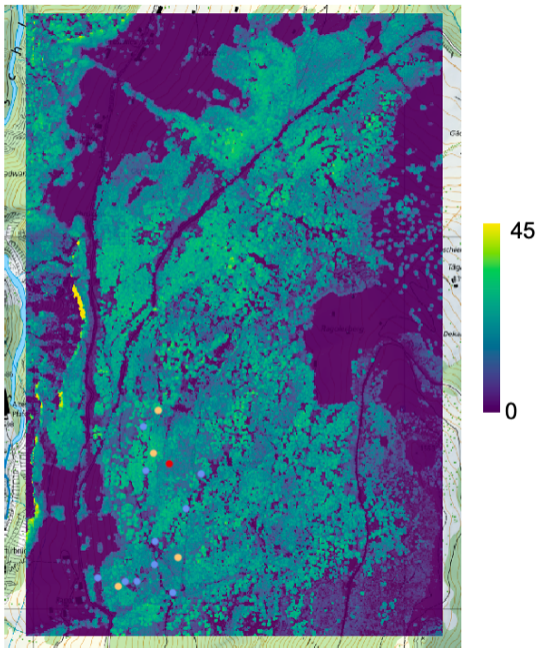
Anhang 1

Verjüngungspotentialkarten für Testgebiete. Für jedes Testgebiet und für jede Baumart sind jeweils das Vegetationshöhenmodell in 1m Auflösung (links) sowie die Verjüngungspotentialkarte (rechts) abgebildet. Die eingefärbten Punkte in den Karten zeigen die Standorte der Felderhebungen mit dem gutachtliche angesprochenen Verjüngungspotential.

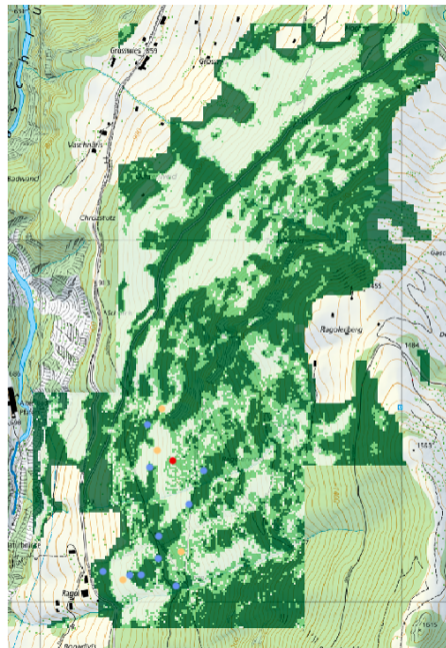
Tristeliwald, Pfäfers



Vegetationshöhe (m)



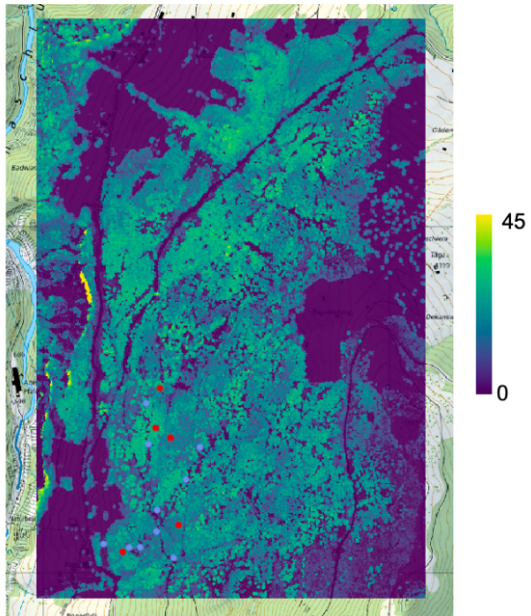
Tanne



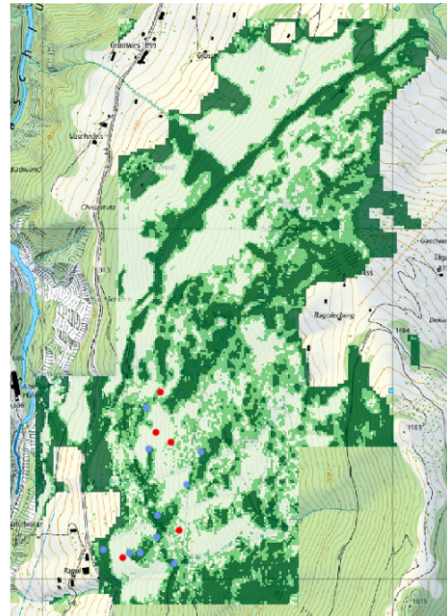
Verjüngungspotential

- 1 kein
 - 2 gering
 - 3 gut
- 1 kein
 - 2 gering
 - 3 gut

Vegetationshöhe (m)



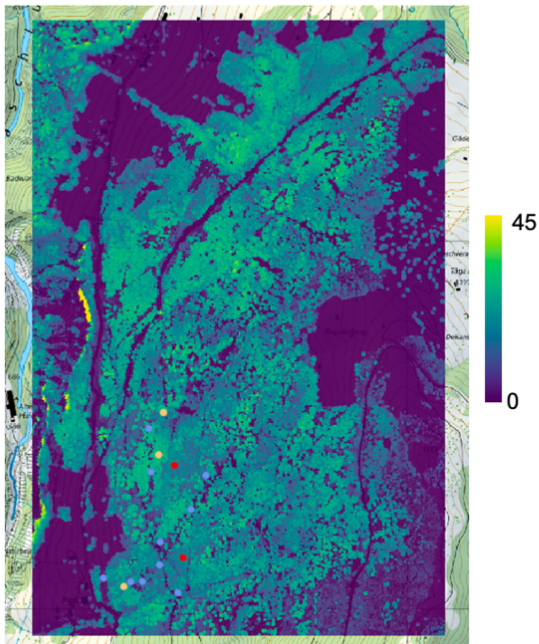
Bergahorn



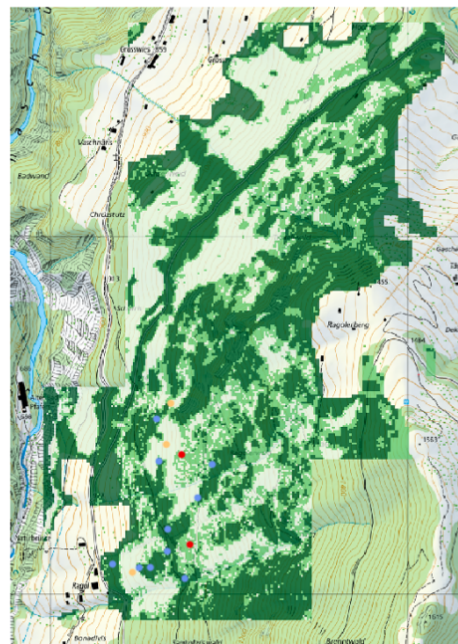
Verjüngungspotential

- 1 kein
 - 2 gering
 - 3 gut
- 1 kein
 - 2 gering
 - 3 gut

Vegetationshöhe (m)



Buche

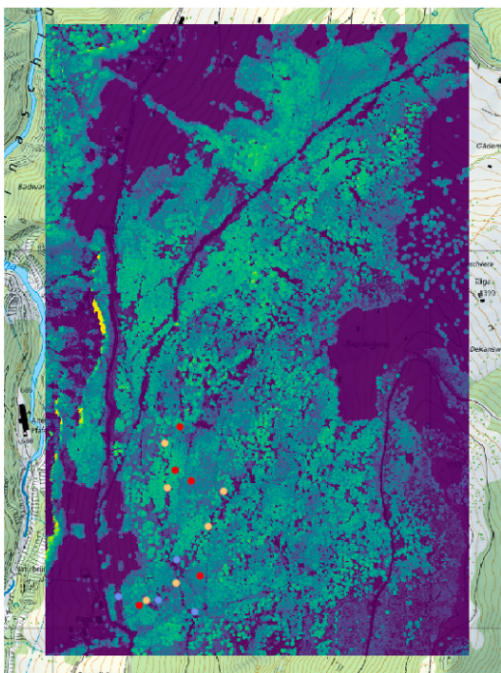


Verjüngungspotential

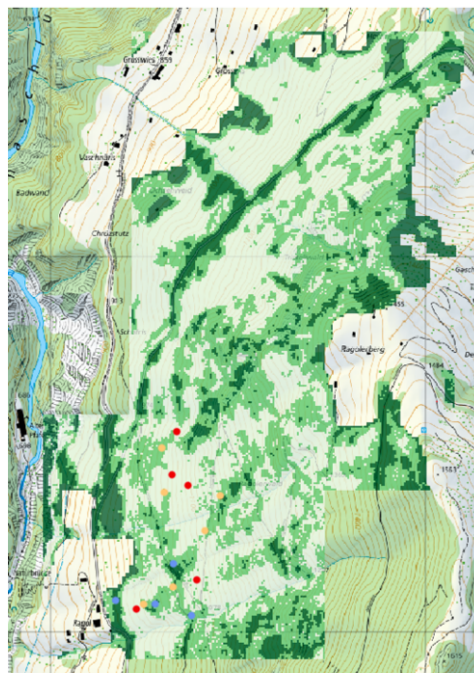
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)



Lärche



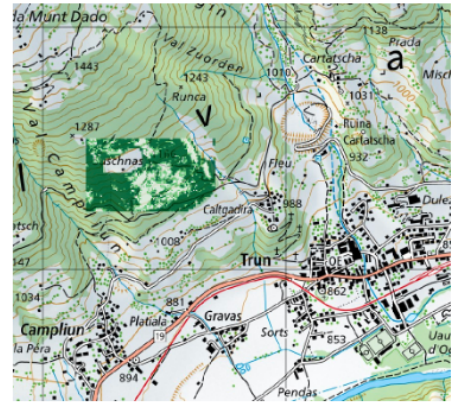
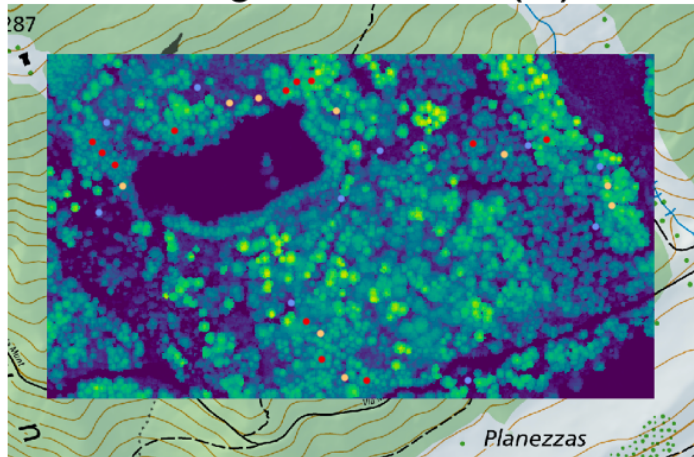
Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Trun

Vegetationshöhe (m)

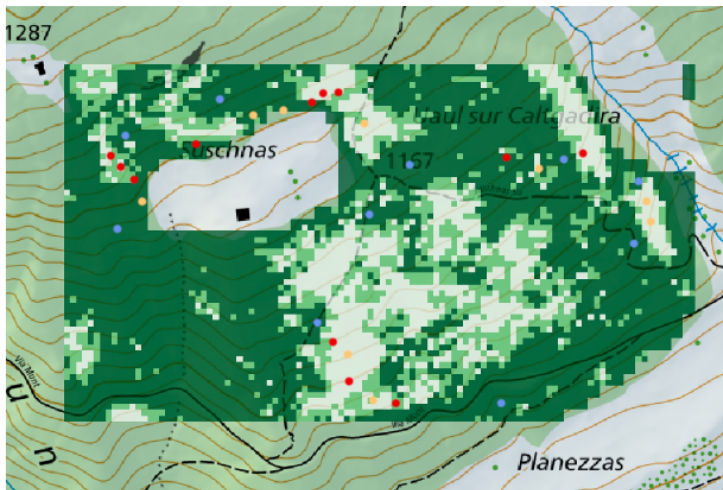


Verjüngungspotential

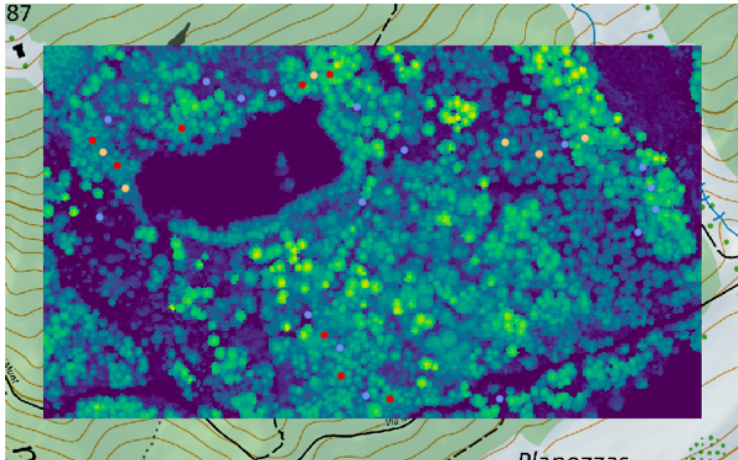
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Fichte



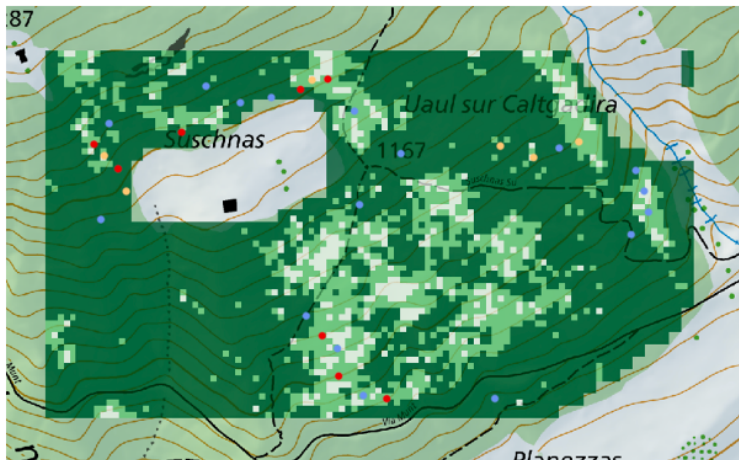
Vegetationshöhe (m)



Verjüngungspotential

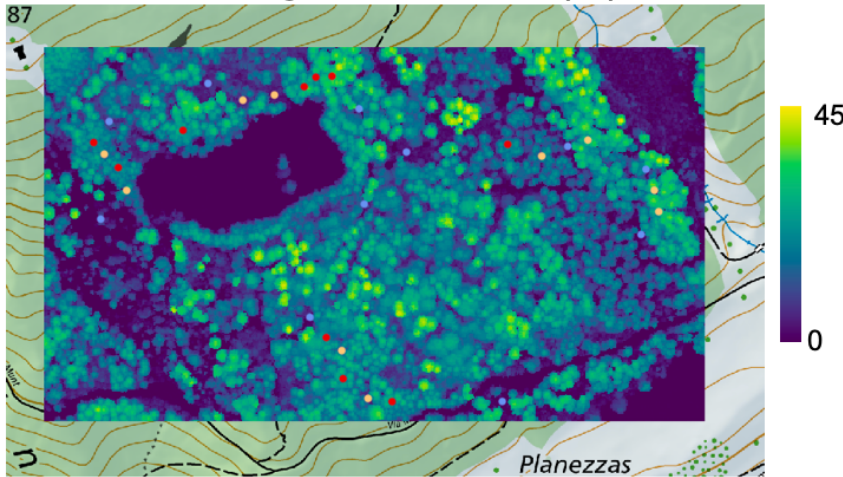
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Tanne



- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)

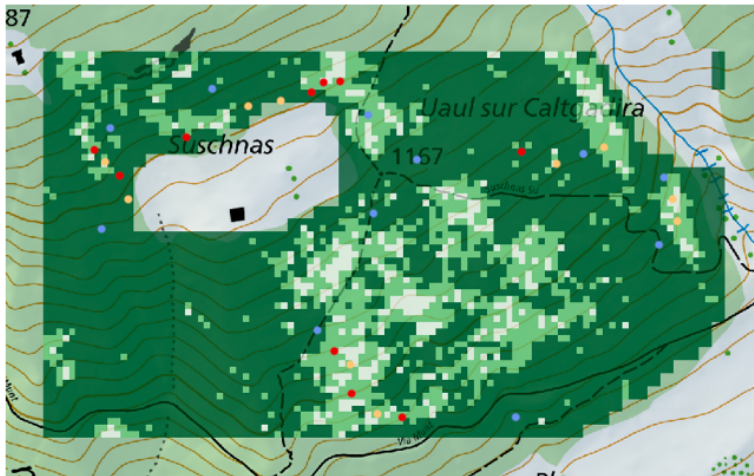


Verjüngungspotential

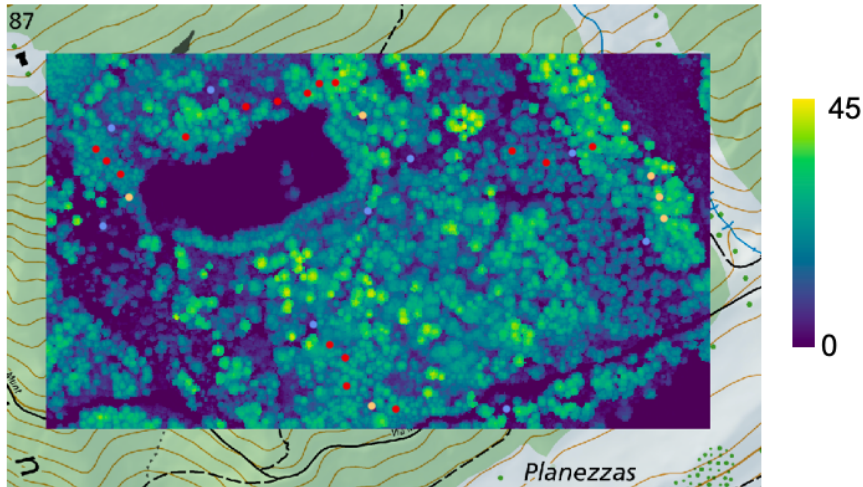
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

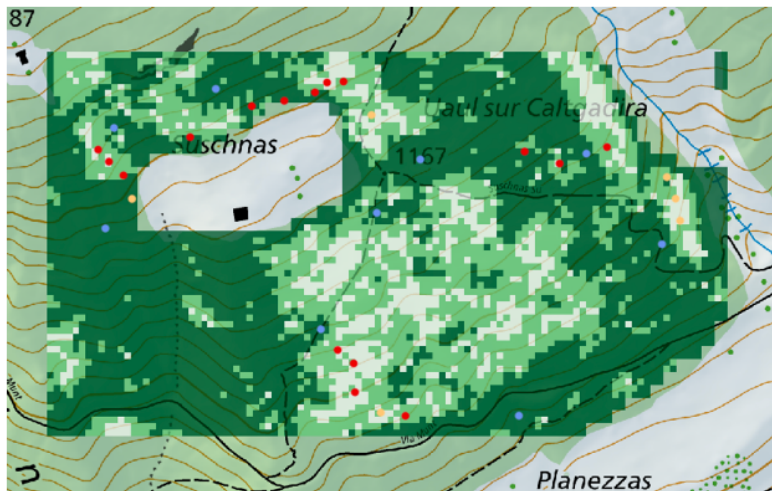
Buche



Vegetationshöhe (m)



Bergahorn

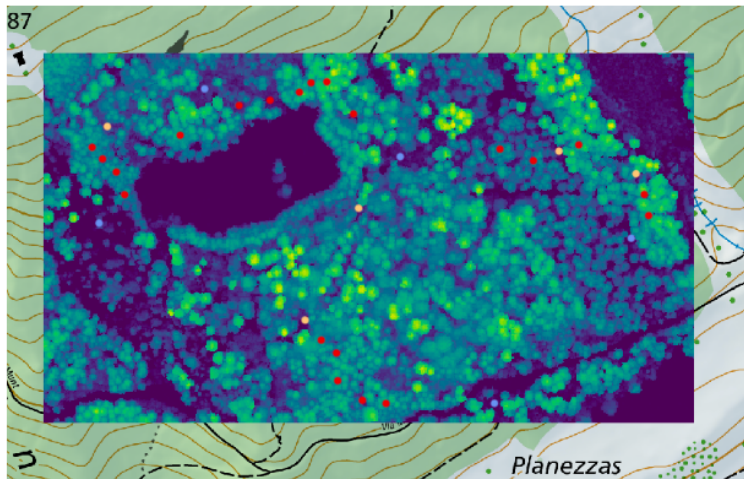


Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

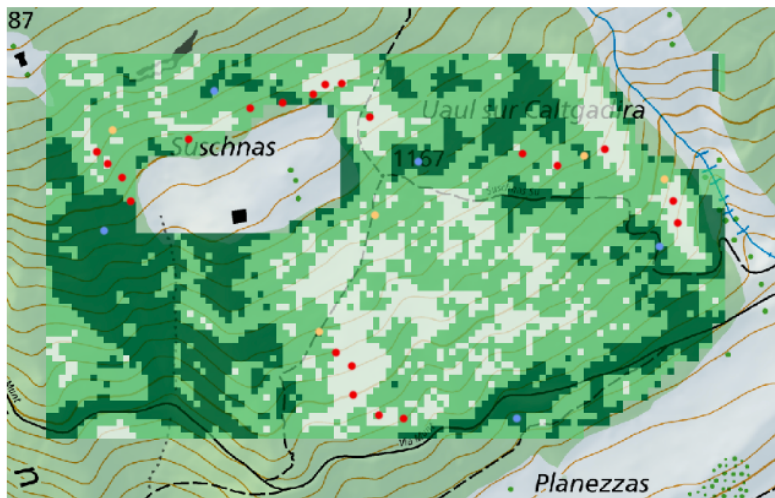
Vegetationshöhe (m)



Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

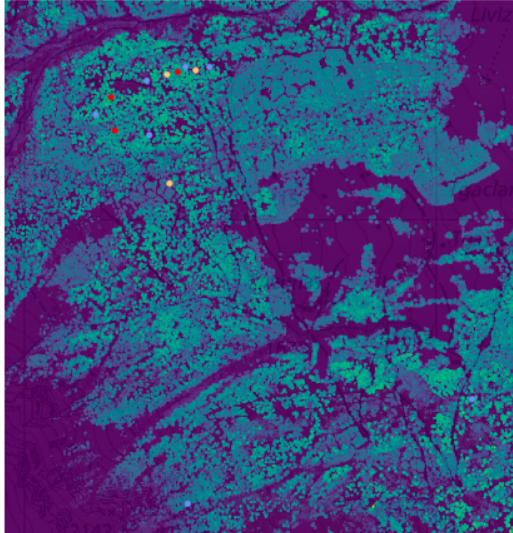
Lärche



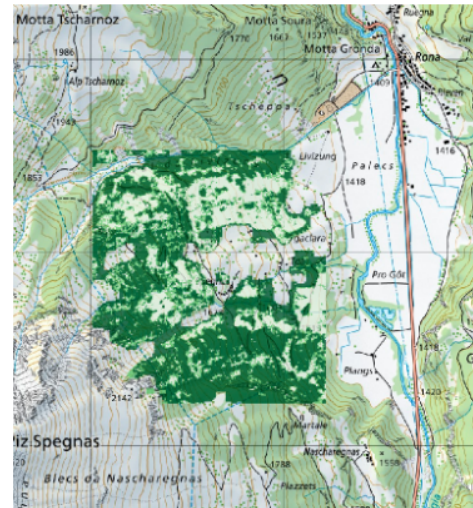
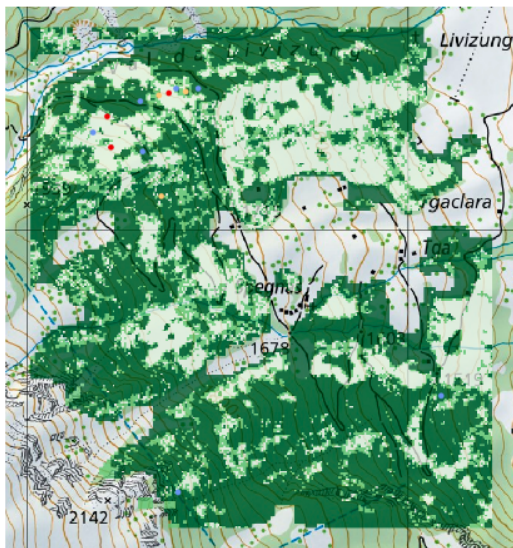
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Rona

Vegetationshöhe (m)



Fichte

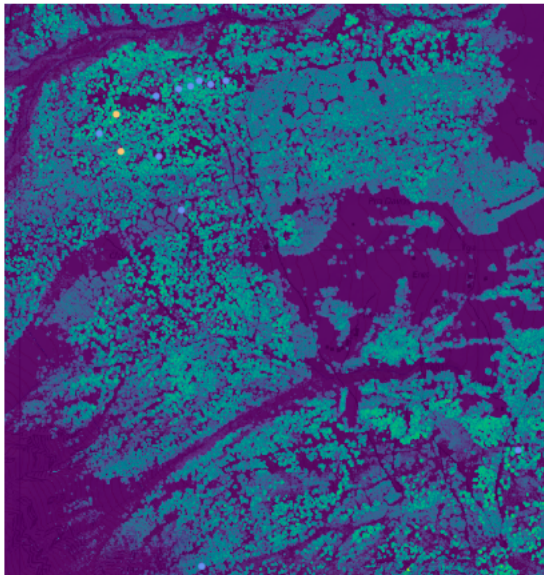


Verjüngungspotential

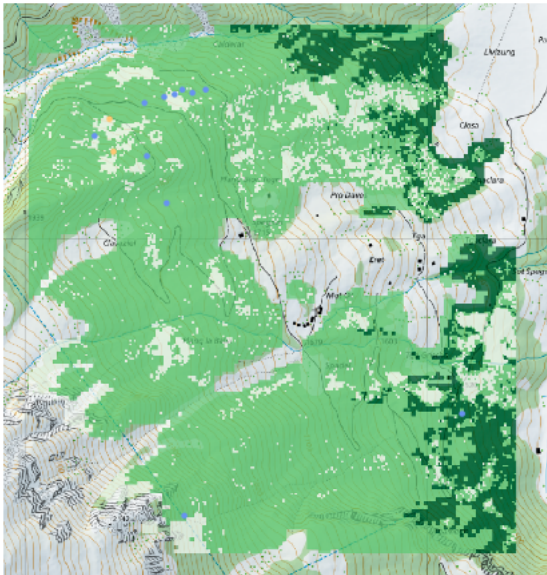
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)



Tanne

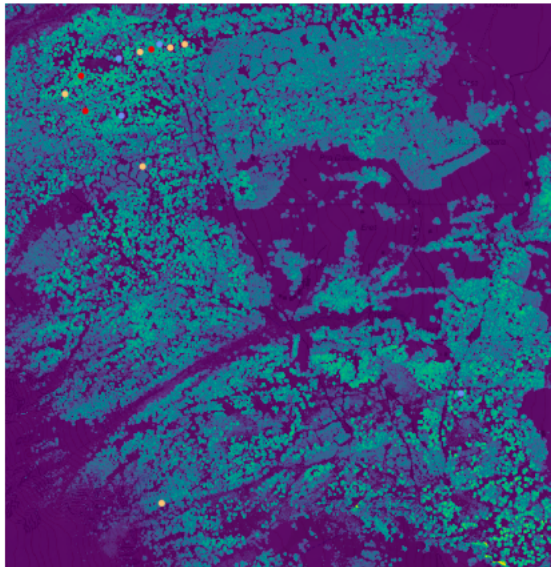


Verjüngungspotential

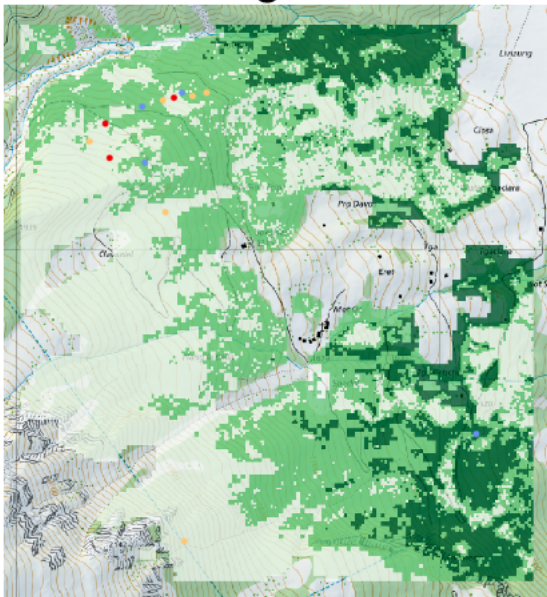
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)



Bergahorn

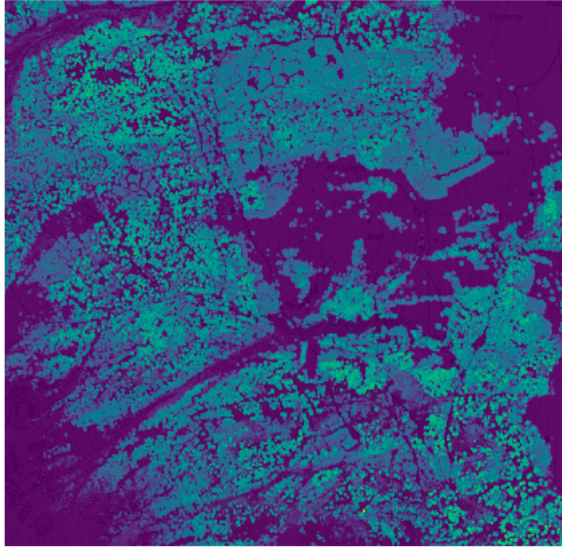


Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)

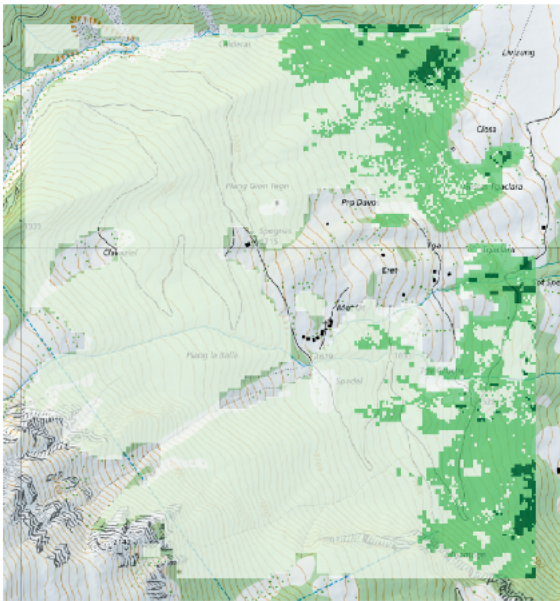


Verjüngungspotential

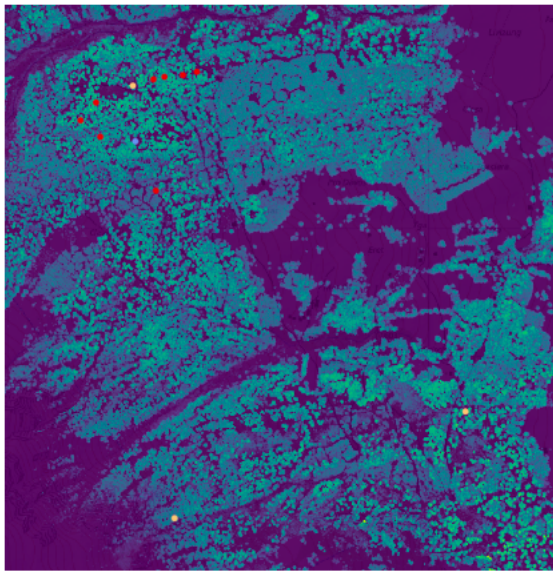
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

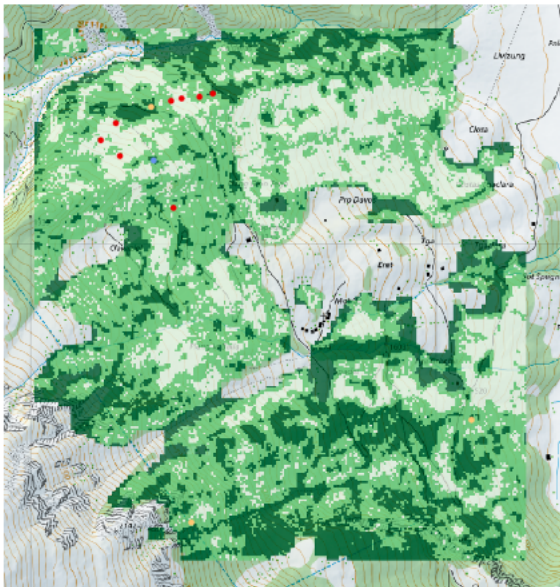
Buche



Vegetationshöhe (m)



Lärche



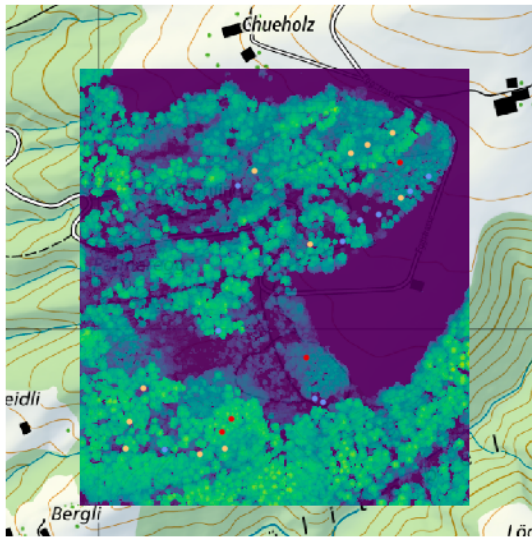
Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

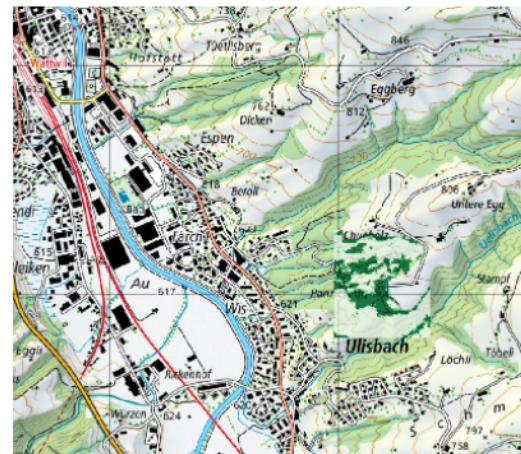
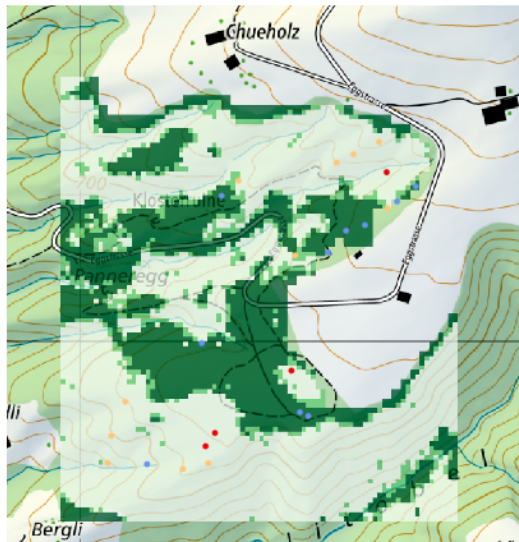
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Toggenburg

Vegetationshöhe (m)



Fichte

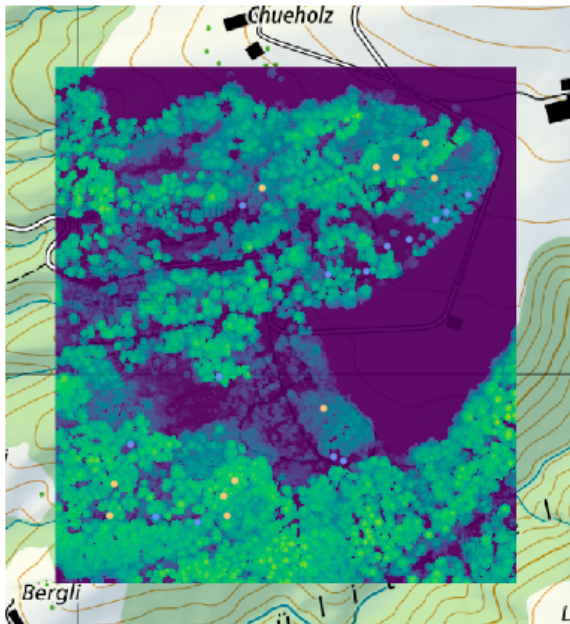


Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)

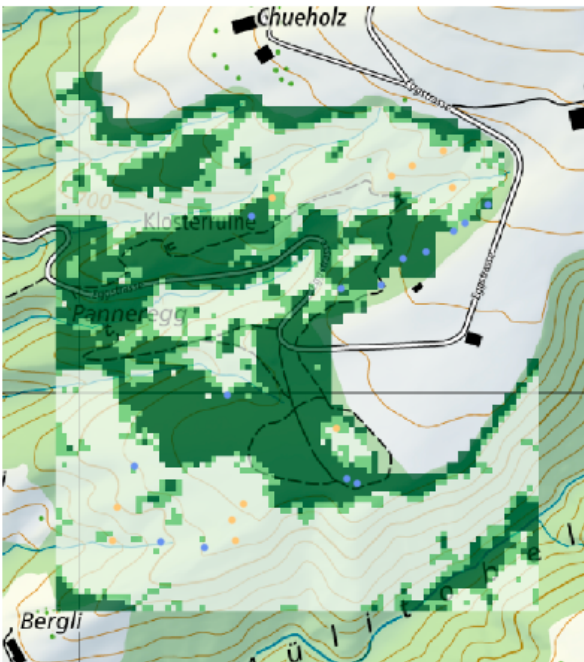


Verjüngungspotential

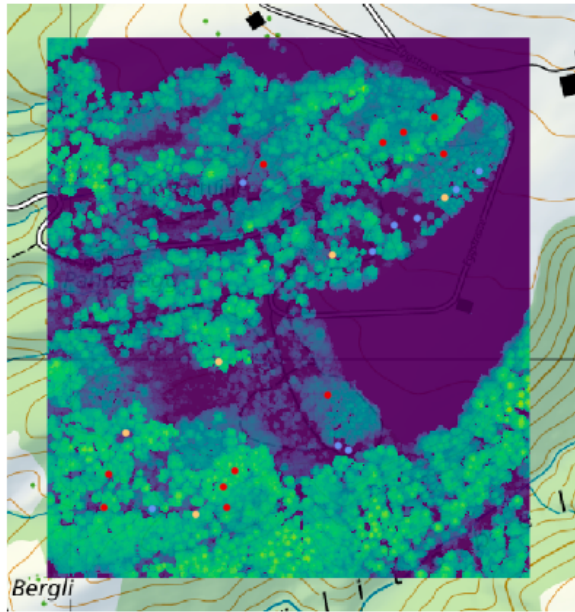
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Tanne



Vegetationshöhe (m)

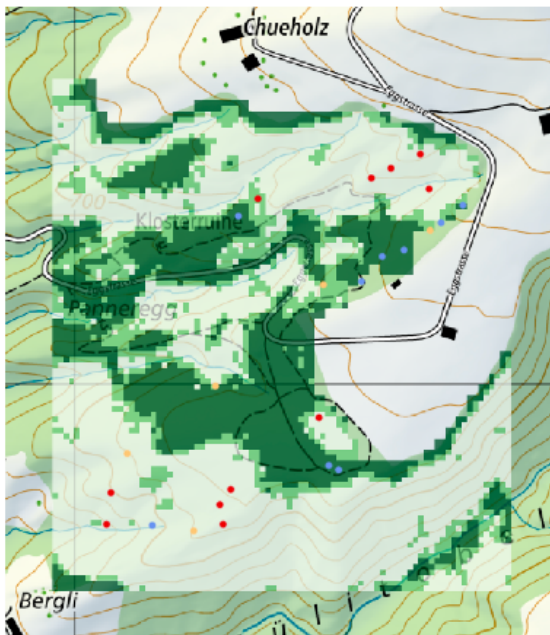


Verjüngungspotential

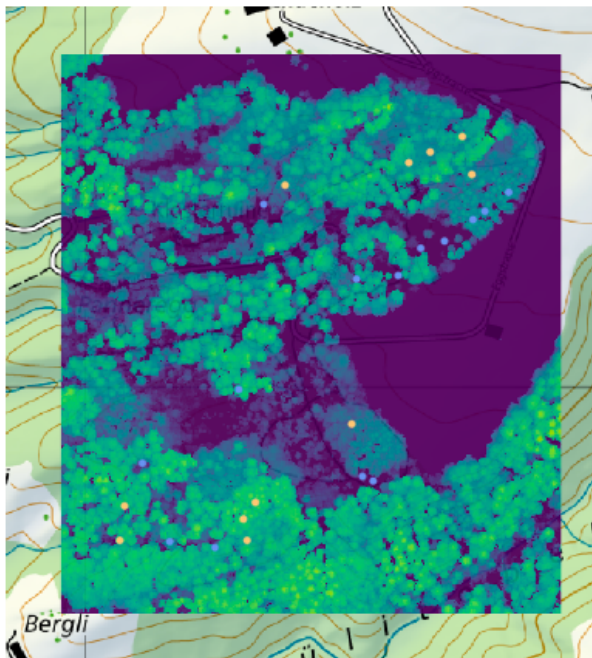
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Bergahorn



Vegetationshöhe (m)

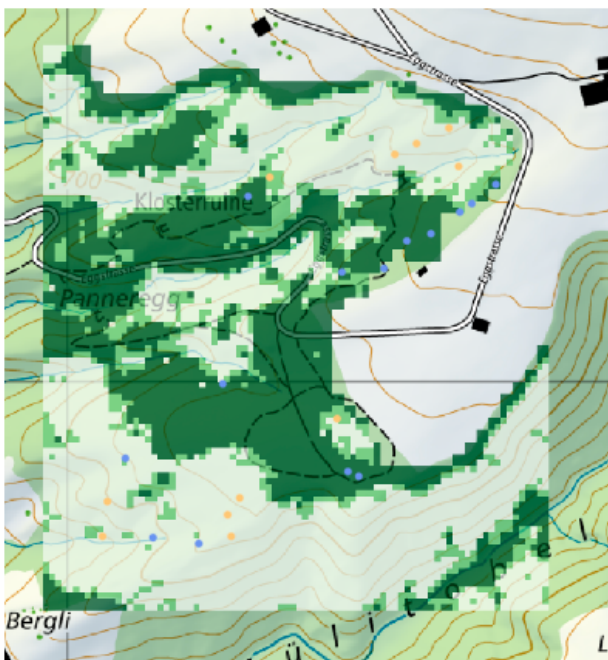


Verjüngungspotential

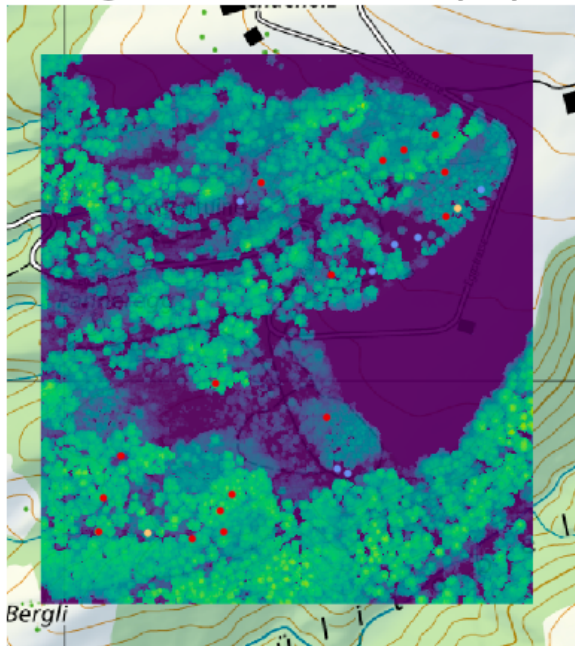
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Buche



Vegetationshöhe (m)

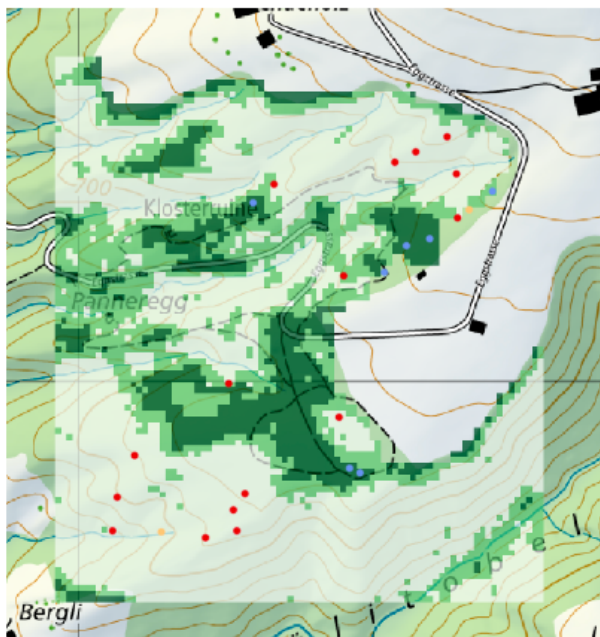


Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

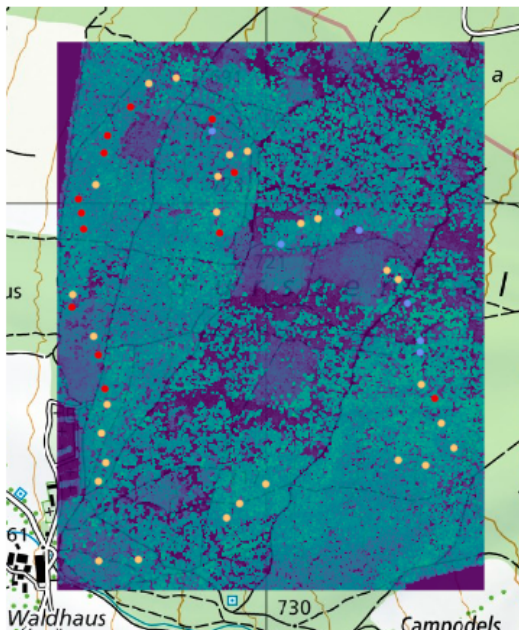
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Lärche

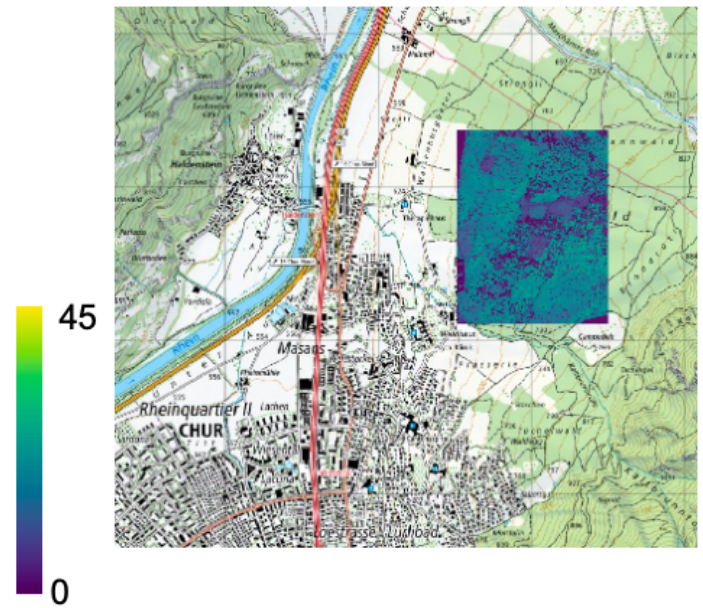
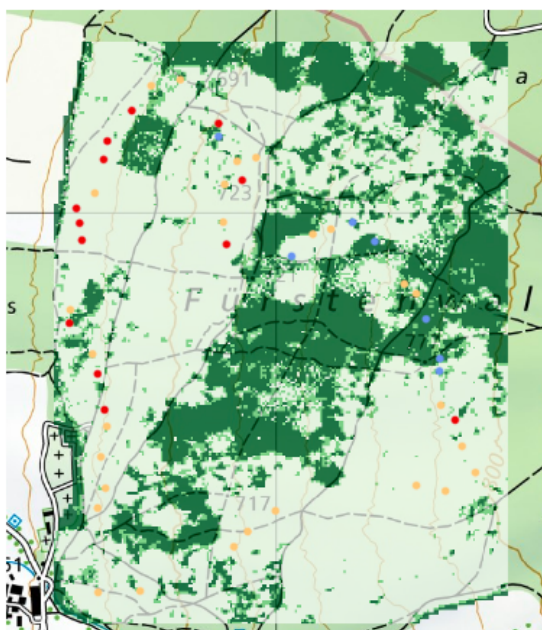


Chur

Vegetationshöhe (m)



Fichte

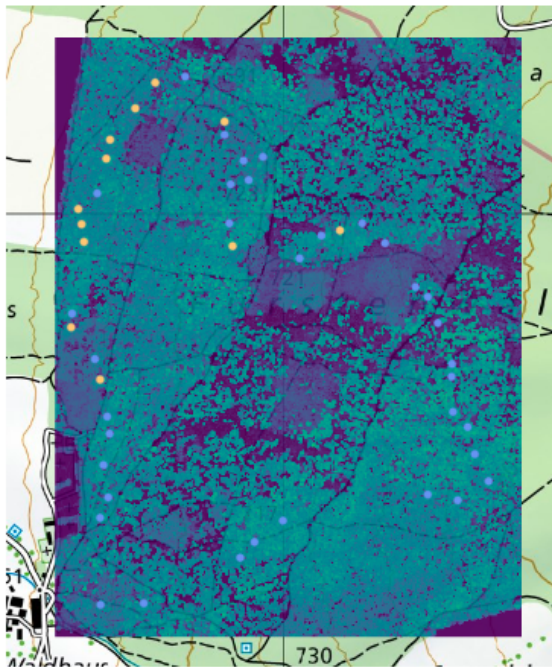


Verjüngungspotential

- 1 kein
2 gering
3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Vegetationshöhe (m)

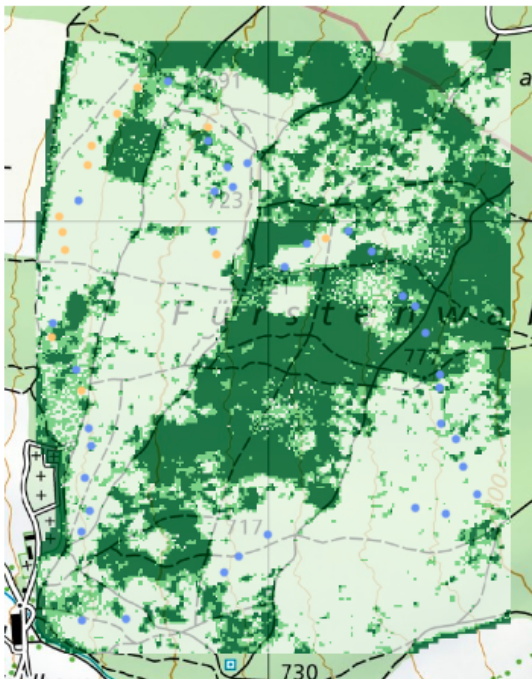


Verjüngungspotential

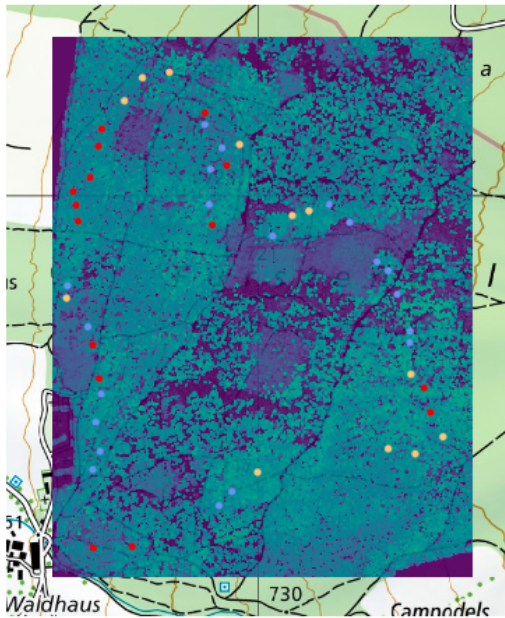
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Tanne



Vegetationshöhe (m)

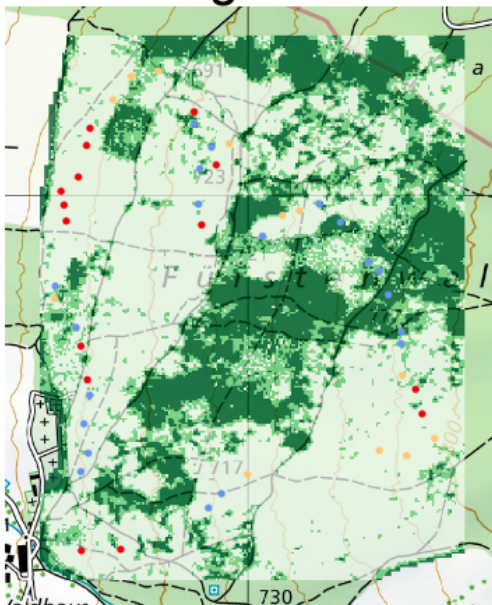


Verjüngungspotential

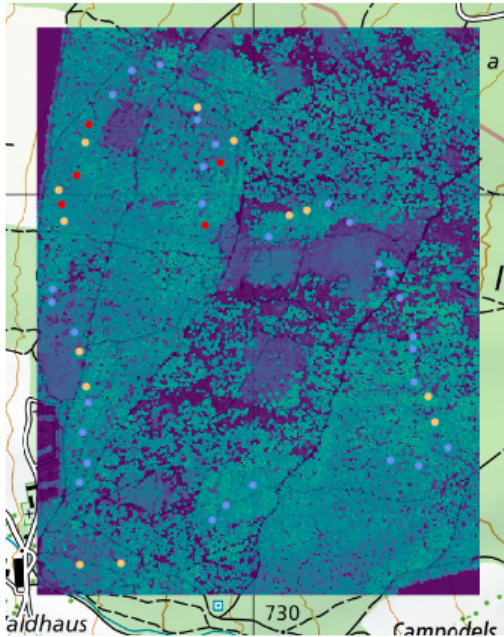
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Bergahorn



Vegetationshöhe (m)

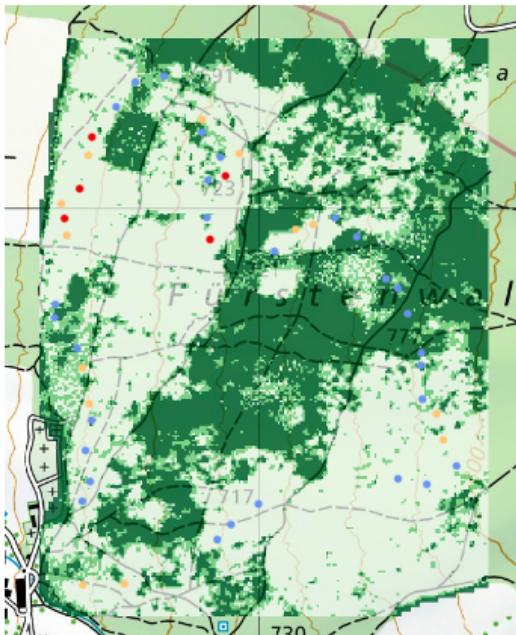


Verjüngungspotential

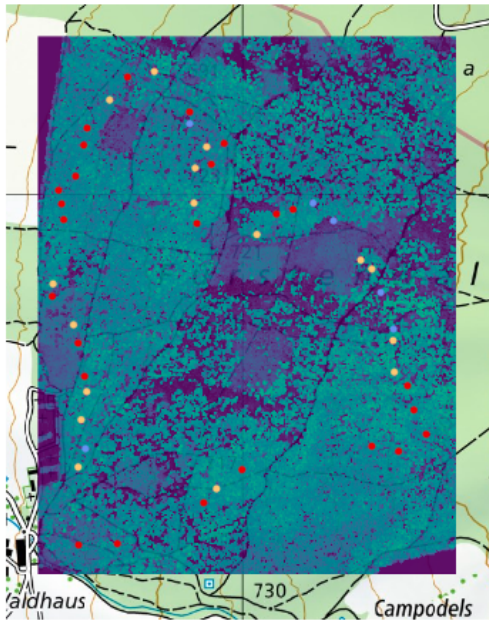
- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Buche



Vegetationshöhe (m)



Verjüngungspotential

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

- 1 kein
- 2 gering
- 3 gut

Lärche

