



Herzlich Willkommen!

Fachveranstaltung Forstliche Erschliessung
7. Mai 2025

Mitglieder IG Rohholz:

**holzindustrie schweiz
industrie du bois suisse**

Veranstaltungspartner:

**Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Landwirtschaft und Wald (Iawa)**

Programm Vormittag

Zeit	Thema	Referenten
09:00 – 09:20	Begrüssung / Einleitung	Michael Gautschi, Direktor HIS Paolo Camin, Vizedirektor WaldSchweiz Bruno Röösl, Leiter Forstdienst Kanton Luzern Hanspeter Staub, Gemeindepräsident Schüpfheim
09:20 – 09:40	Lokalisierung und Quantifizierung von mobilisierbaren Holzvorräten im Berggebiet	Dr. Janine Schweier, Gruppenleiterin, WSL
09:40 – 10:00	Holzernte-Bestverfahren und Re-Engineering des Forststrassennetzes, aufgezeigt am Beispiel Schüpfheim Sicht der Forstunternehmer	Dr. Leo Bont, Technischer Mitarbeiter WSL Martin Ammann, Nüesch&Ammann AG
10:00 – 13:00	Dislokation Gelände mit Kleinbussen Vorstellung Case Schüpfheim vor Ort	Urs Felder, Fachbereichsleiter Schutzwald, Forstamt Kt. Luzern
13:00 – 14:30	<i>Mittagspause in Schüpfheim</i>	

Begrüssung

Michael Gautschi, Direktor HIS

Paolo Camin, Vizedirektor WaldSchweiz

Bruno Rööslì, Leiter Forstdienst Kanton Luzern

Hanspeter Staub, Gemeindepräsident Schüpfheim



Eidgenössische Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Ein Forschungsinstitut
des ETH-Bereichs

Lokalisierung und Quantifizierung von mobilisierbaren Holzvorräten im Berggebiet

Fachtagung Walderschliessung, 07.05.2025, Schüpfheim, Kt. Luzern
Janine Schweier, Fabian Gemperle, Nial Perry, Marc Werder und Leo Bont

1 Millionen m³ zusätzliches Holz?

Teil 1) Einblicke in das Projekt SWEET Edge

- Wo steht welcher Vorrat?
- Wie gross ist das realistische und nachhaltige Holznutzungspotential?

Teil 2) Einblicke in das Projekt MainWood

- Wie entwickeln sich die Waldbestände in Zukunft?



Flächendeckende Vorratskarte

Ziel und Datengrundlage

- **Ziel** war, eine Methode weiterzuentwickeln, die **flächig** auf jedes Waldgebiet in der Schweiz anwendbar ist, einschliesslich Angabe des **Vertrauensintervalls**.
- **Datengrundlage:**
 - SwissTLM3D (Vektor)
 - Digitales Höhenmodell (25x25 m)
 - Vegetationshöhe (1x1 m)
 - Waldmischungsgrad (10x10 m).

Referenz: Bont LG, Gemperle F, Perry NT, Werder M, Schweier J. Derivation of a nationwide wall-to-wall map of fuelwood potential. Journal of Cleaner Production, 2025, 145010.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145010>



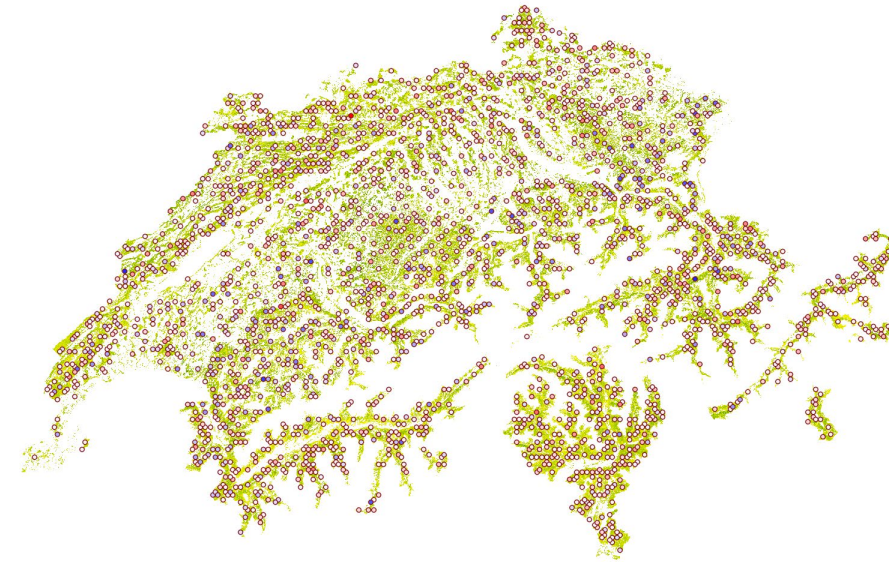
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Federal Office of Energy SFOE

Flächendeckende Vorratskarte

Modellentwicklung

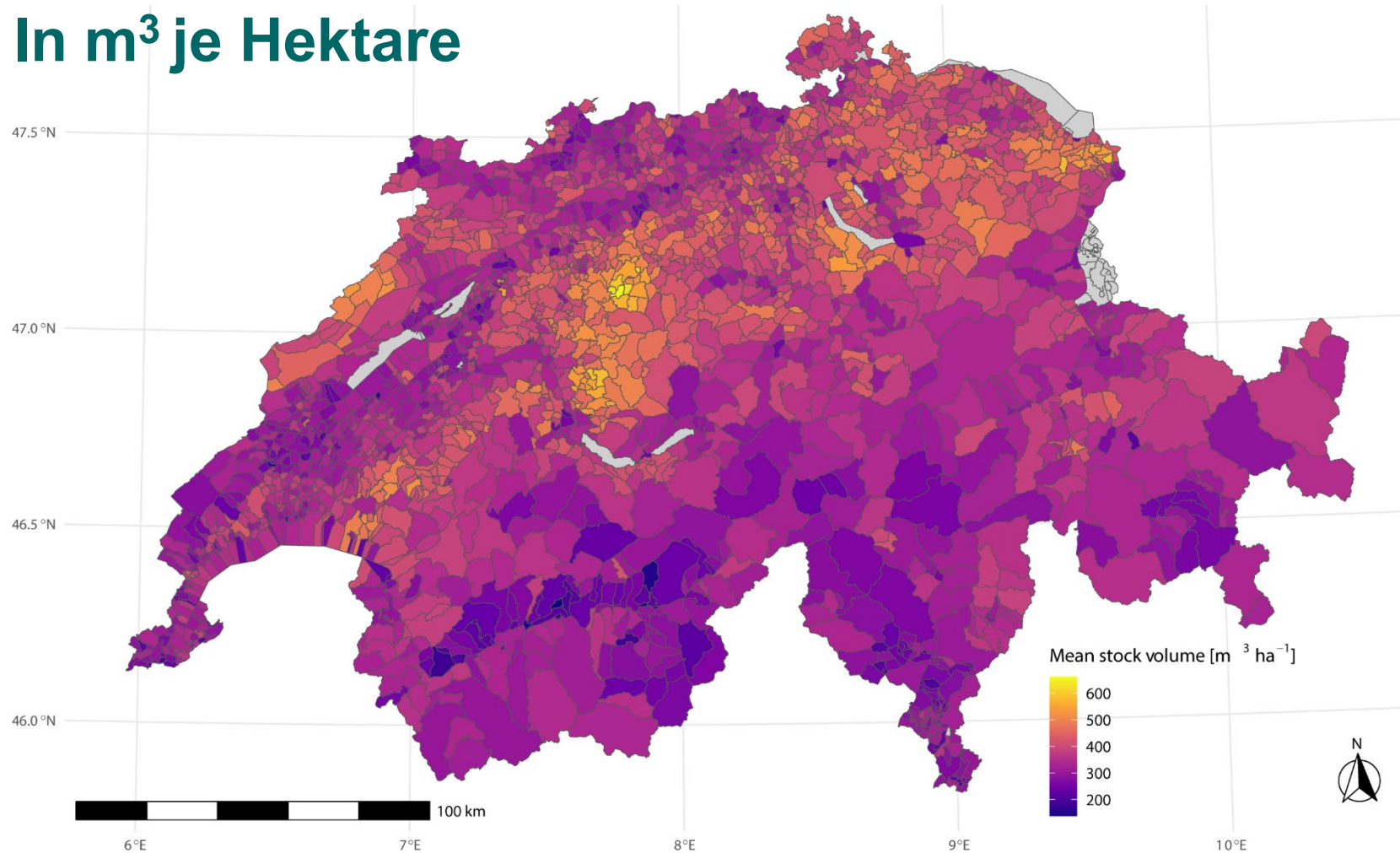
- Für die Herleitung des Modells wurden die Vorratswerte aus den Feldaufnahmen von über 6.600 Stichprobenflächen des LFI als Referenzwerte genutzt.
- Diese wurden mit den Fernerkundungsdaten überlagert, um ein Modell zu trainieren, dass mit Kennwerten aus den Fernerkundungsdaten den Vorrat schätzen kann.
- Überprüfung von ca. 30 Eingangsvariablen.
- Fazit: Die wichtigsten Eingangsgrößen sind die durchschnittliche **Vegetationshöhe** und der durchschnittliche **Waldmischungsgrad**.



Übersicht Stichprobenflächen LFI

Flächendeckende Vorratskarte

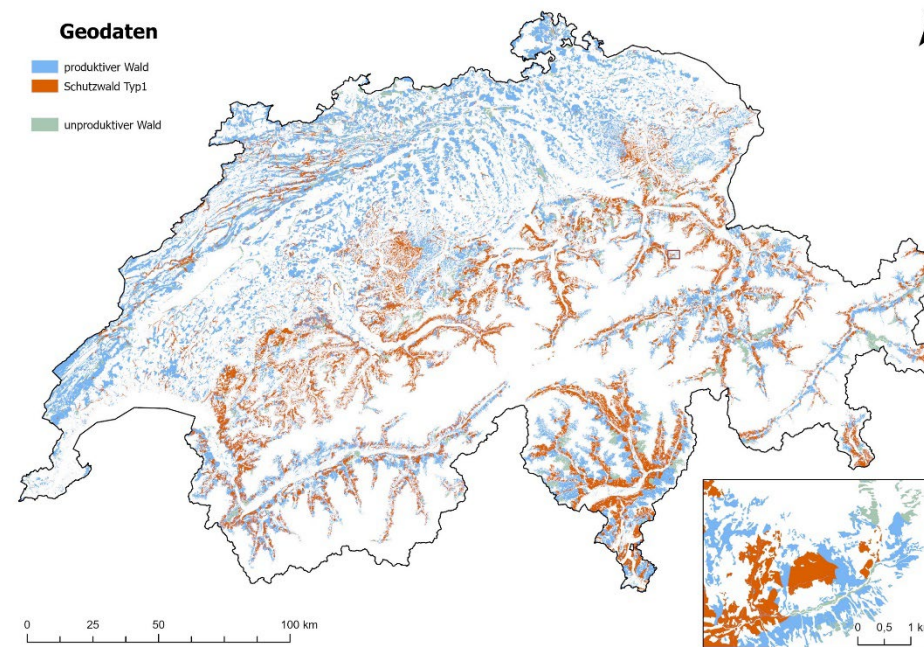
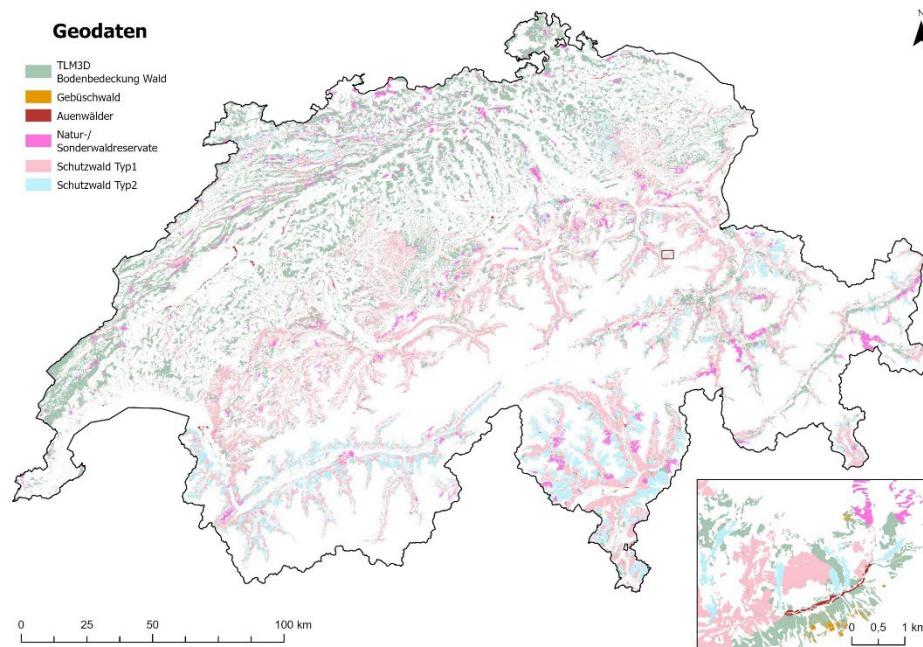
In m³ je Hektare



Herleitung des Nutzungspotentials

Eingrenzung auf für eine Nutzung zur Verfügung stehenden Wald

- GIS-Datenerhebung bei Kantonen (Schutzwälder, Waldreservate,...).
- Erschliessung gemäss Landesforstinventar LFI.



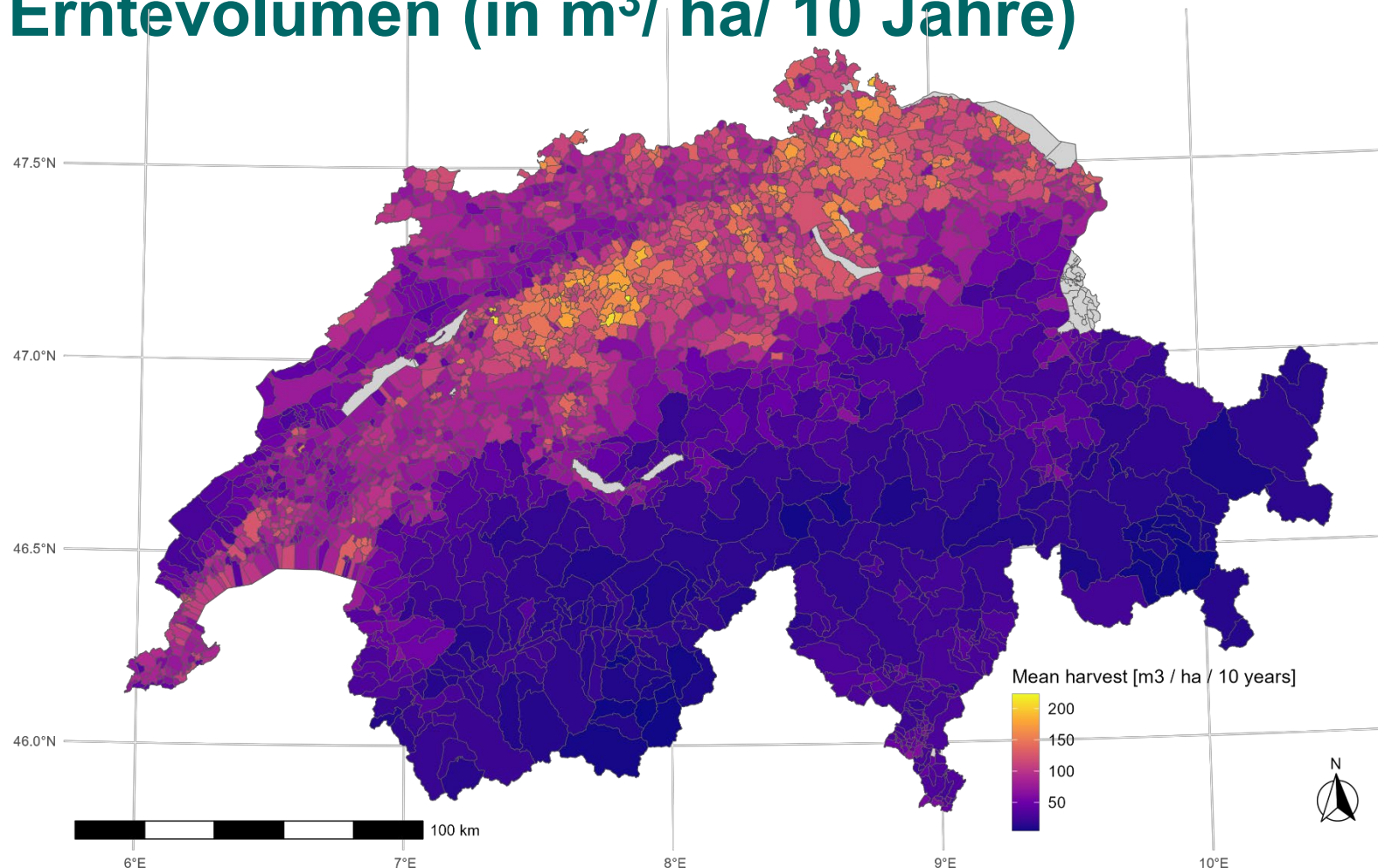
Herleitung des Nutzungspotentials

Erwartete Nutzungsintensität basierend auf bisherigen Eingriffen

- Es wurde ein weiteres Modell entwickelt, welches ebenfalls mit Daten aus dem LFI trainiert wurde.
- Zur Ermittlung **realistischer Holznutzungen** wurden Informationen zur Ernteintensität aus dem LFI3, LFI4 und LFI5 verwendet.
- Es wurde berücksichtigt, dass die Ernteintensität regional unterschiedlich ist.
- Sie hängt entscheidend von folgenden Einflussgrößen ab:
 - Waldtyp
 - Hangneigung und Zugänglichkeit
 - Höhenlage und Standortgüte
 - Historische Nutzung (abgeleitet aus LFI-Daten)
 - Erschliessung durch Forststrassen.

Nutzungspotential

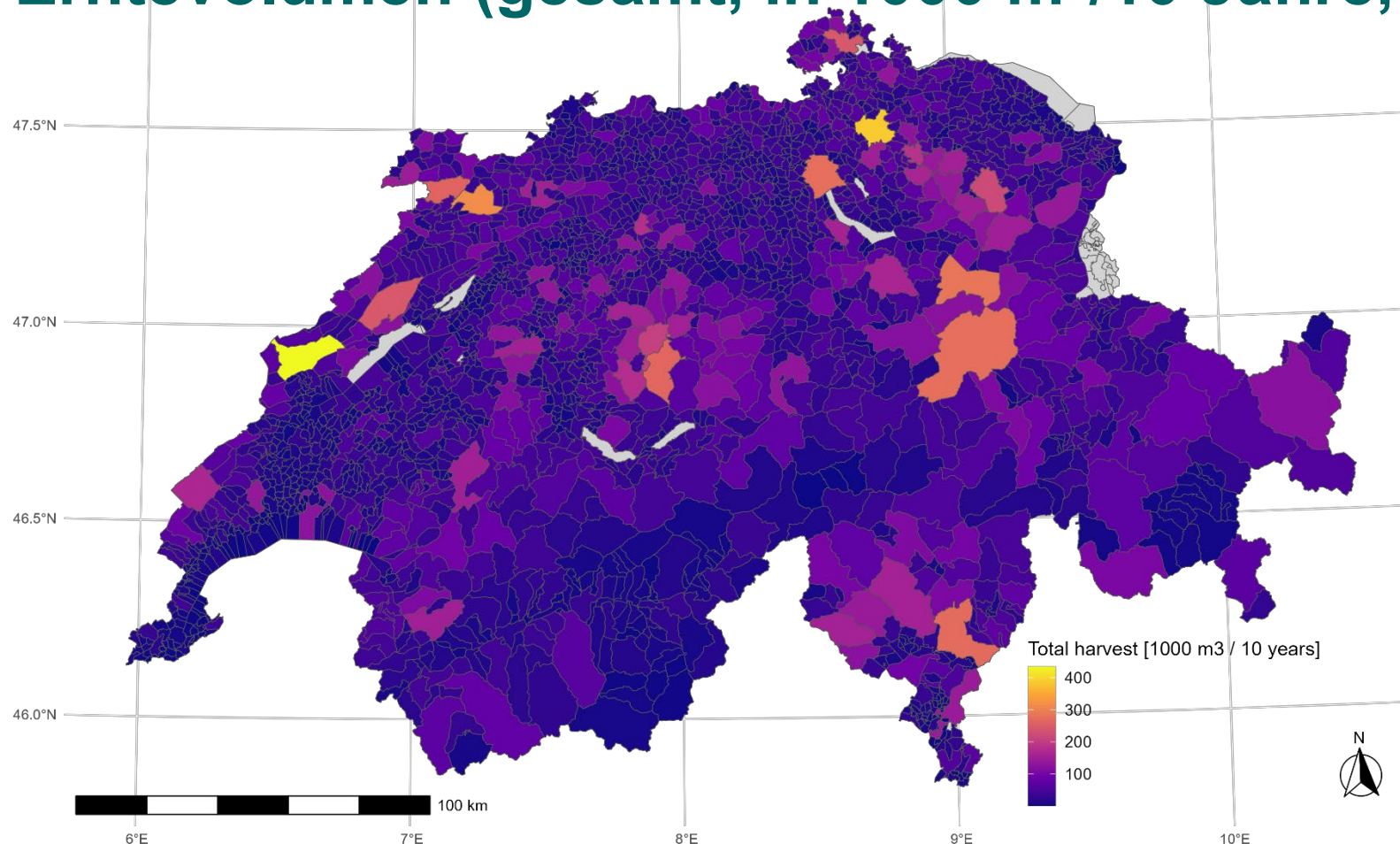
Erntevolumen (in m³/ ha/ 10 Jahre)



- Herleitung IST-Zustand.
- Auflösung: je Gemeinde.
- Weitere Verwertung berücksichtigen.
- Basierend auf jetziger Erschliessung.

Nutzungspotential

Erntevolumen (gesamt, in 1000 m³/10 Jahre, je Gemeinde)



→ Zukünftige Entwicklungen
mittels Simulationen, Bsp.
Entlebuch (MainWood).



**Mainstreaming
Wood Construction**

ETH zürich



EPFL



Empa

"Joint Initiatives" des ETH-Bereichs, 2023–2026

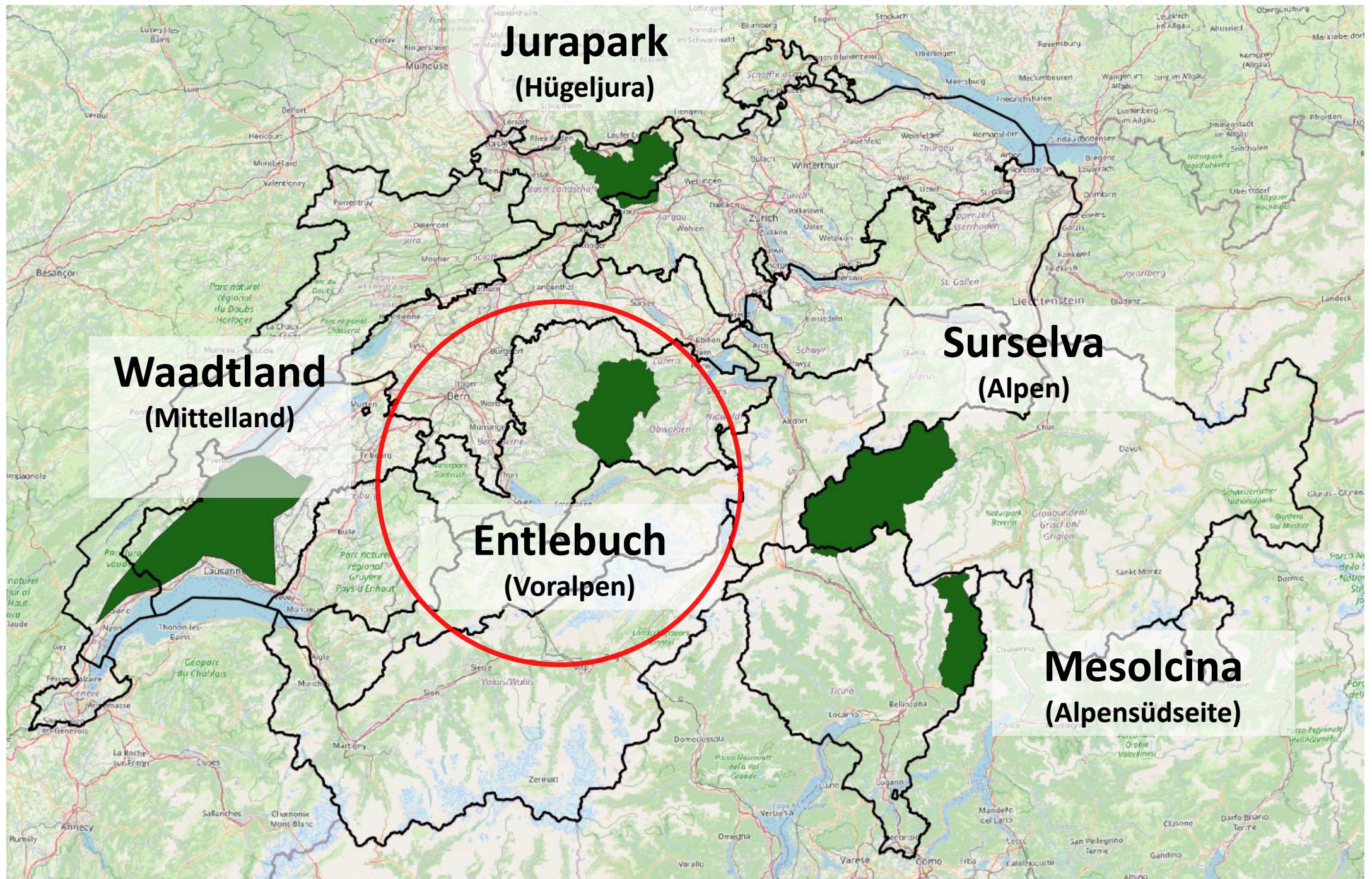
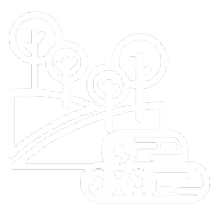


WP-B: Zukünftige Walddynamik

Fallstudie Entlebuch

Achille Mauri und Harald Bugmann

D-USYS, ETH



Jurapark
(Hügeljura)

Waadtland
(Mittelland)

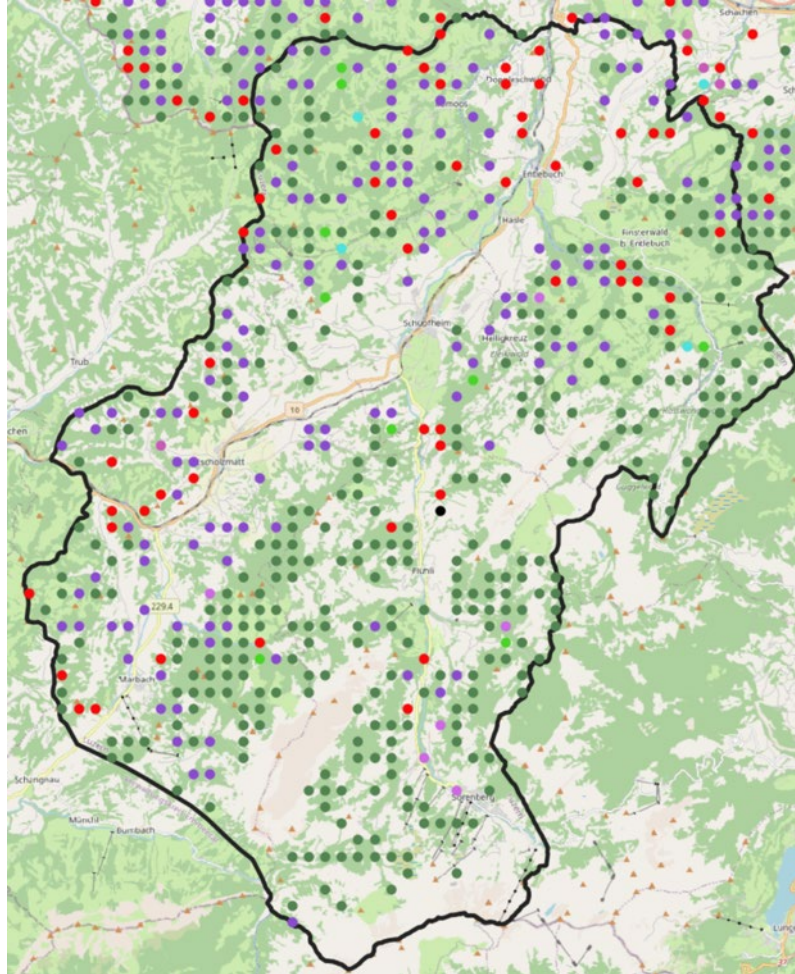
Entlebuch
(Voralpen)

Surselva
(Alpen)

Mesolcina
(Alpensüdseite)

Wald-Daten als Grundlage für Waldwachstumssimulationen mit ForClim

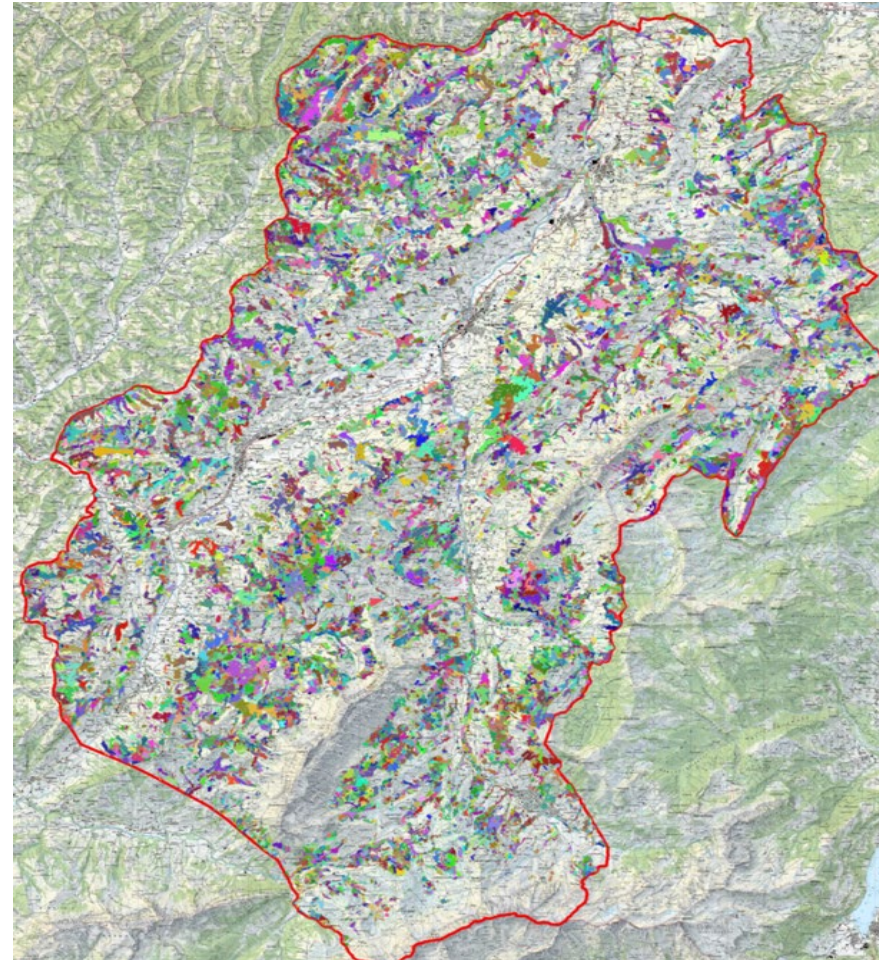
verdichtete Inventur



Dominante Arten:

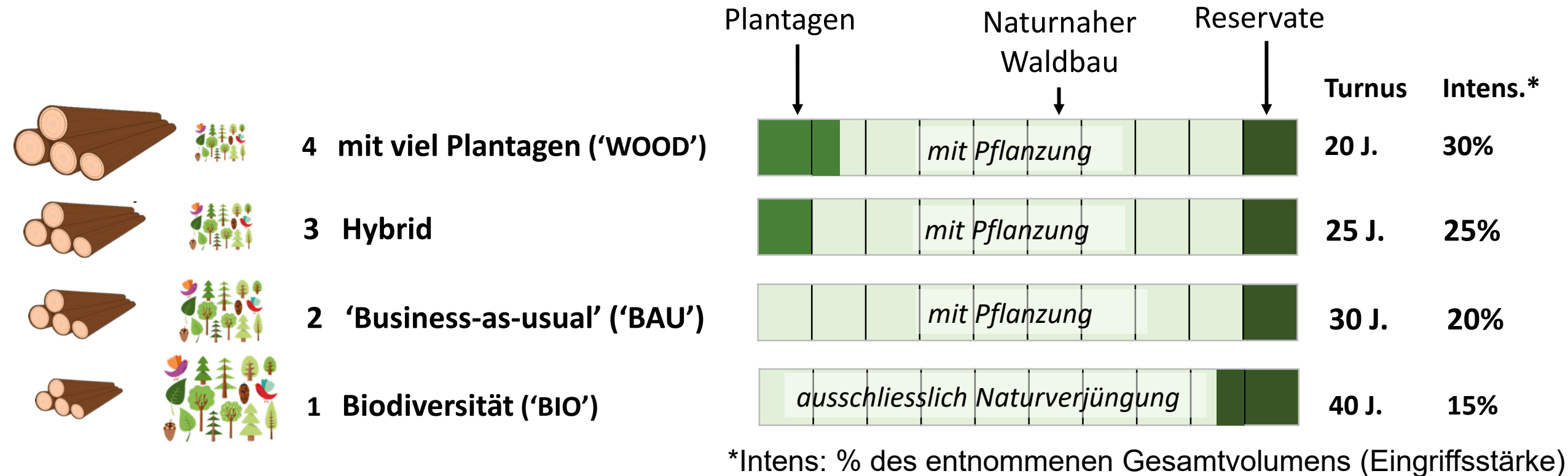
- *Fichte*
- *Tanne*
- *Buche*

Entwicklungsstufen aus LiDAR-Karte



- Fast 30'000 Bestände.
- Sehr kleine Bestände (<0.2 ha) wurden zusammengefasst.
- Das resultierte in 9'300 Beständen.
- Für jeden Bestand wurden Klima- und Bodeneigenschaften abgeleitet.
- Jedem Bestand wurde ein Bewirtschaftungstyp zugeordnet.

Waldbewirtschaftungs-Szenarien



Plantagen: Plantagen auf Waldflächen, kurze Umtriebszeit und hoher Holzproduktion

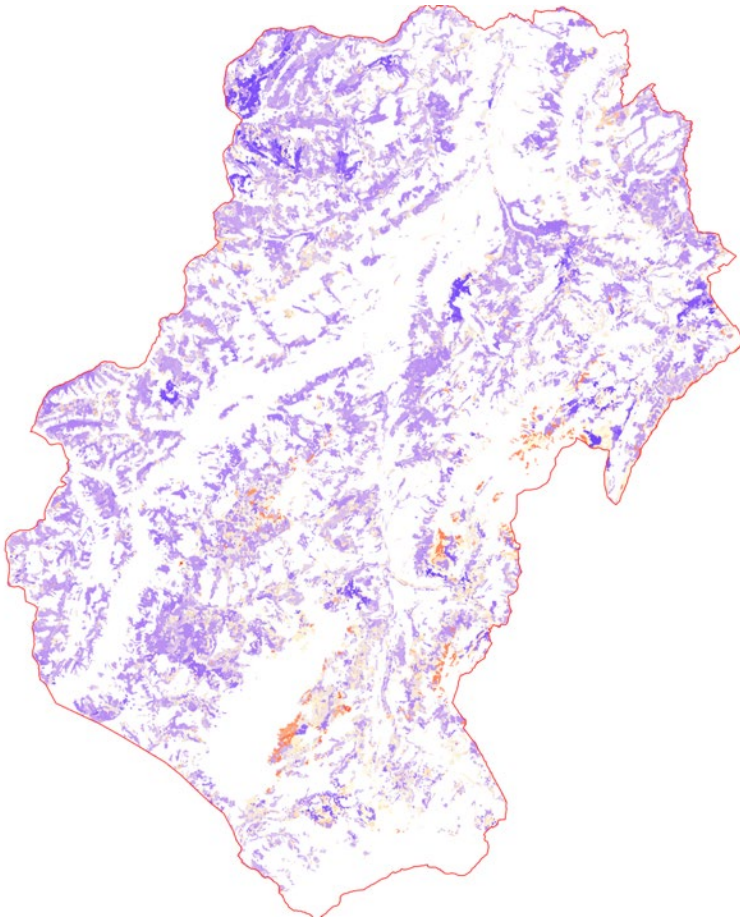
Pflanzung: Pflanzung von Baumarten in naturnaher Forstwirtschaft zur Förderung der Verjüngung

Zugrunde liegende Bewirtschaftung: Gebirgsplenterung

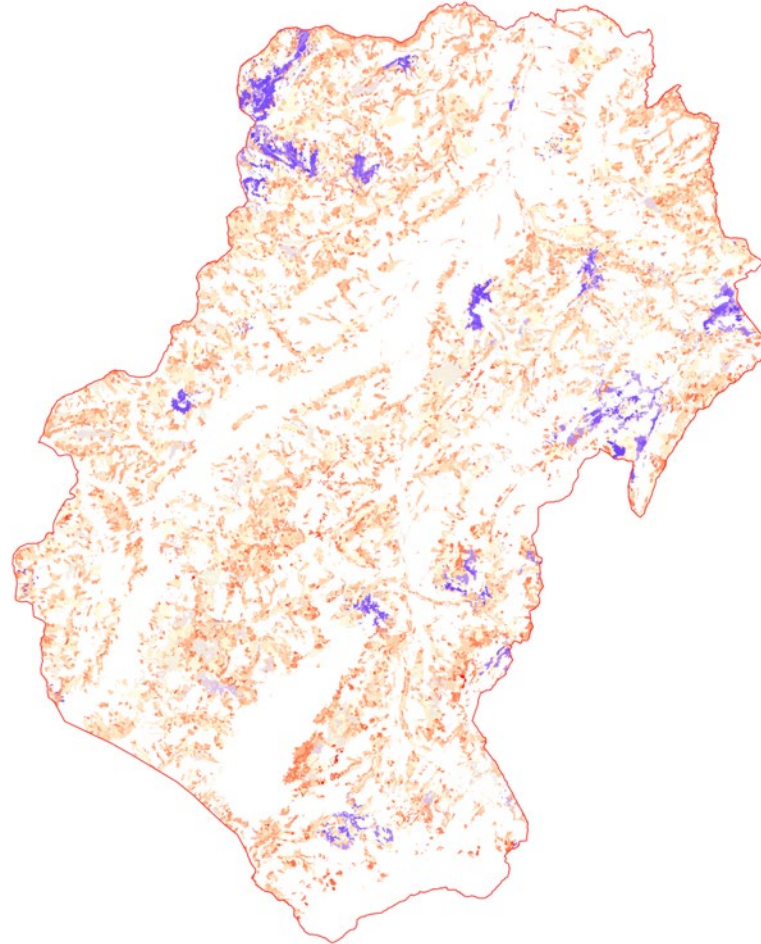
Gruppenweise Entnahme von Bäumen, meist mit Seilkran-Technik, zur Verbesserung der Waldstruktur und der Verjüngung.

Veränderung Artenzusammensetzung Bray-Curtis Index (RCP 8.5, bis Jahr 2150)

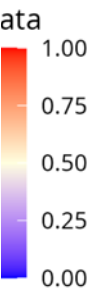
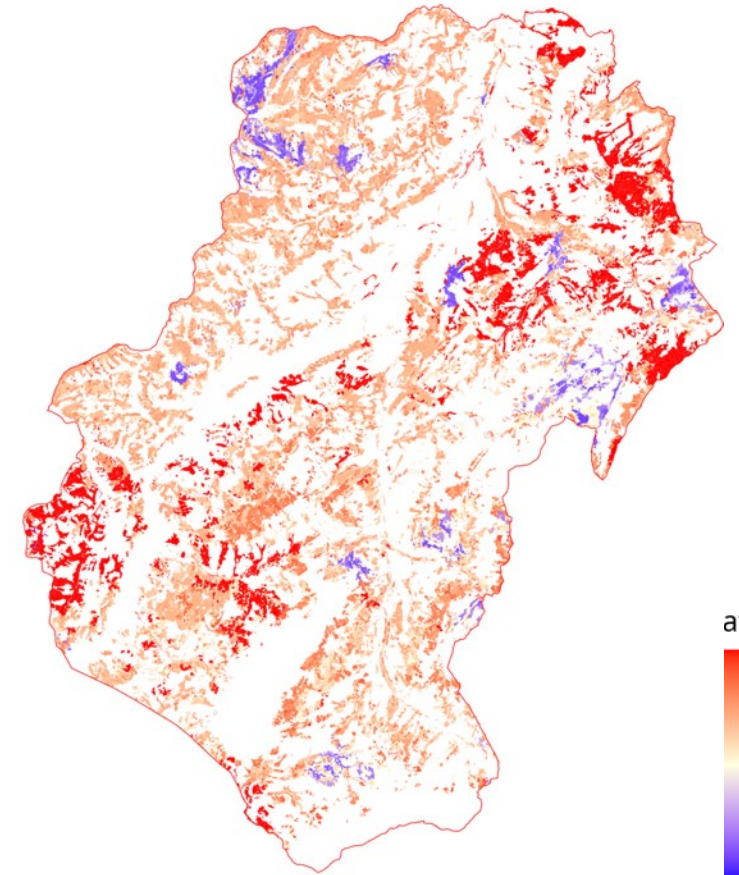
BIO



BAU



WOOD

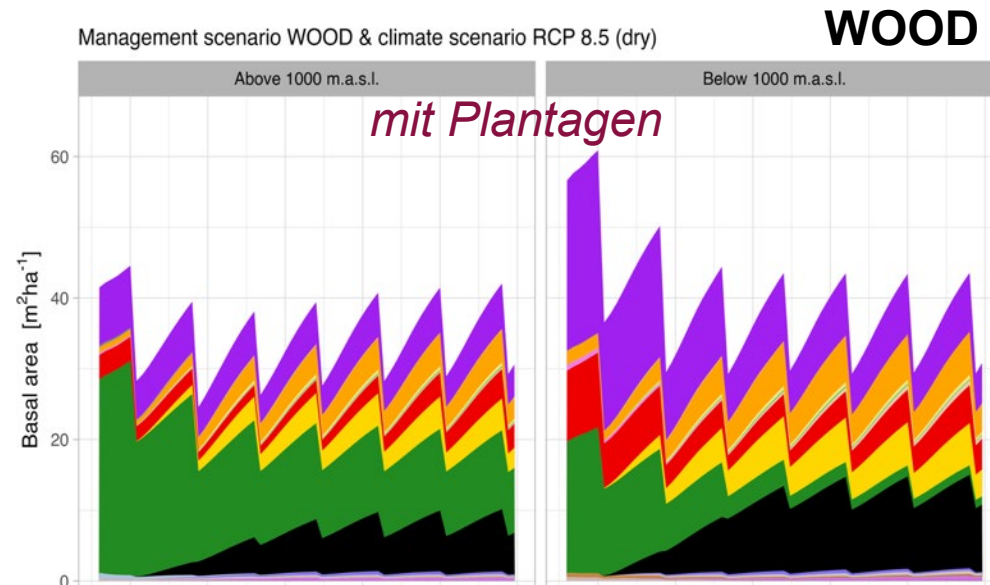
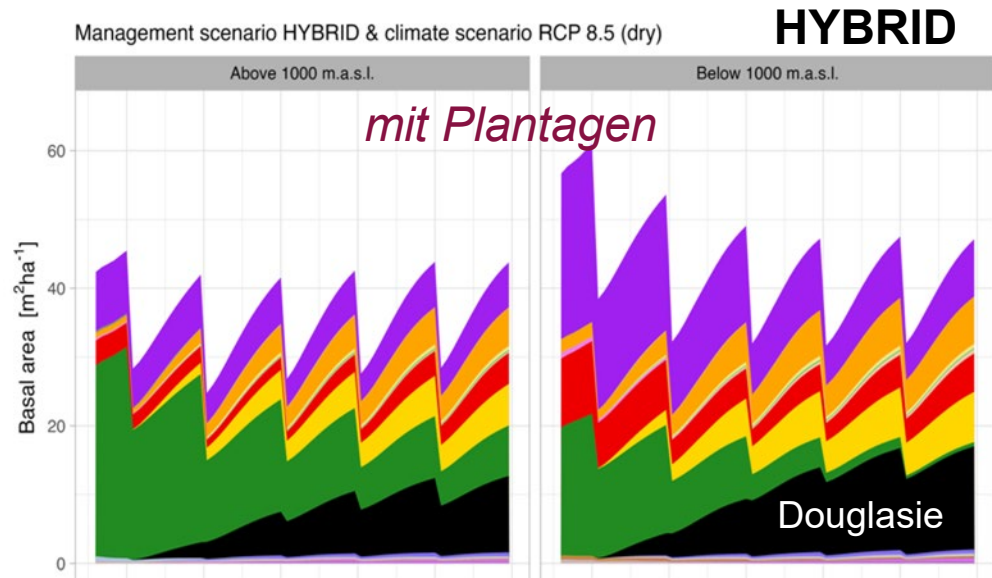
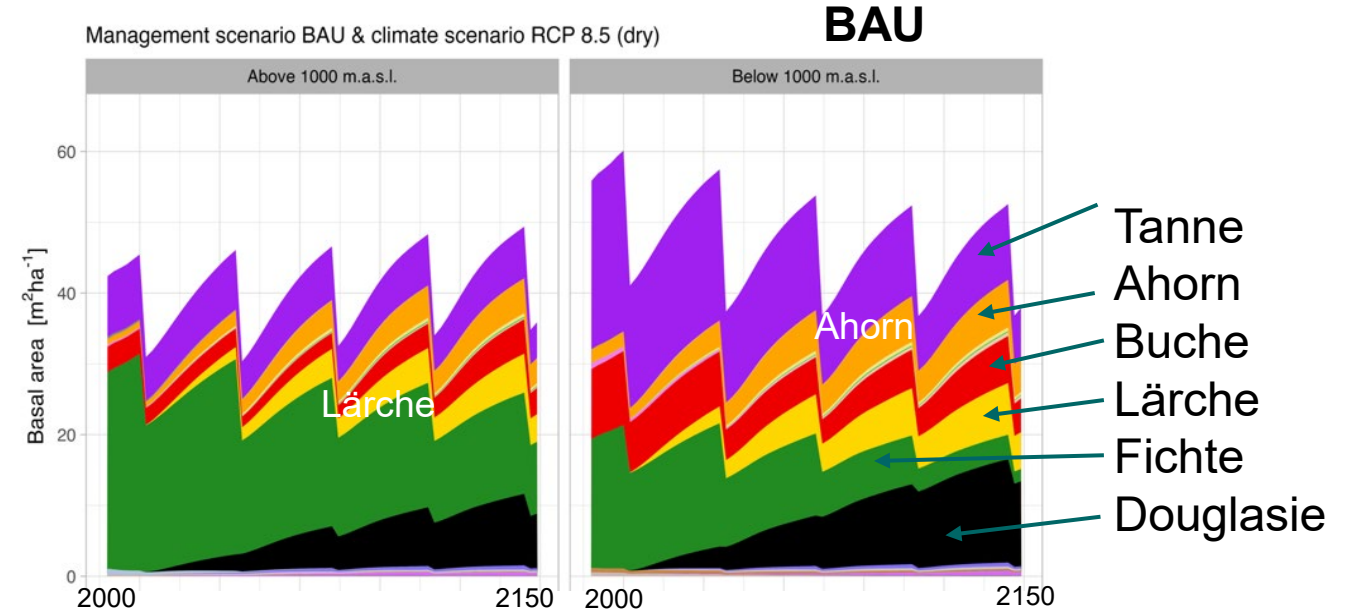
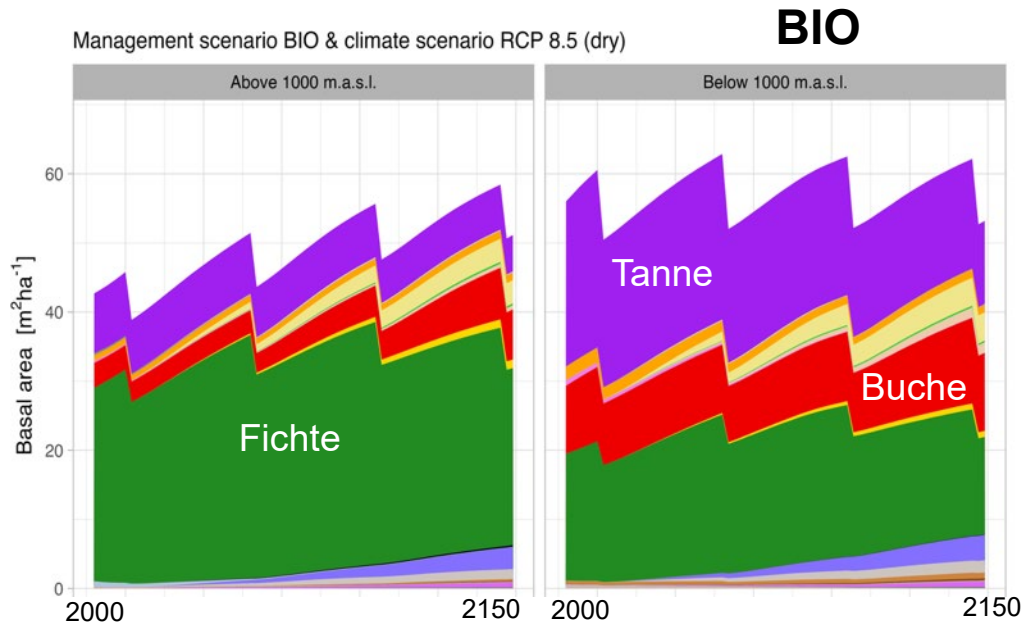


0 = keine Veränderung



1 = komplette Veränderung

Aggregierte Ergebnisse unter- resp. oberhalb von 1000 m.ü.M.



Zusammenfassung

- Räumlich explizite Ableitung des Vorrats liegt als Planungsgrundlage vor.
- Nutzungsmengen können ebenfalls räumlich explizit abgeleitet werden. Diese basieren auf der aktuellen Erschliessung.
- Methodische Grundlagen zur Abschätzung der zukünftigen Bestandesentwicklungen unter Berücksichtigung von Bewirtschaftung und Einfluss des Klimawandels liegen vor.
- Konkrete Bestandesentwicklungen wurden am Beispiel Entlebuch aufgezeigt: je nach Bewirtschaftung (und Klimaszenario) ist mit einer deutlichen Veränderung der Artenzusammensetzung und Erntemenge zu rechnen.
- Die Weichen für die zukünftige Wald- und Holzwirtschaft werden heute gelegt.



Ein Forschungsinstitut
des ETH-Bereichs

Besten Dank!
Janine Schweier

Holzernte-Bestverfahren und Re-Engineering des Waldstrassennetzes

Fachveranstaltung «Forstliche Erschliessung in den Voralpen und Alpen»

Leo Bont, 7.5.2025



Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft WSL



Waldbild Brandchnubel 11.4.2025

Foto: Leo Bont



Ist Zustand Erschliessung 11.4.2025

Foto: Leo Bont

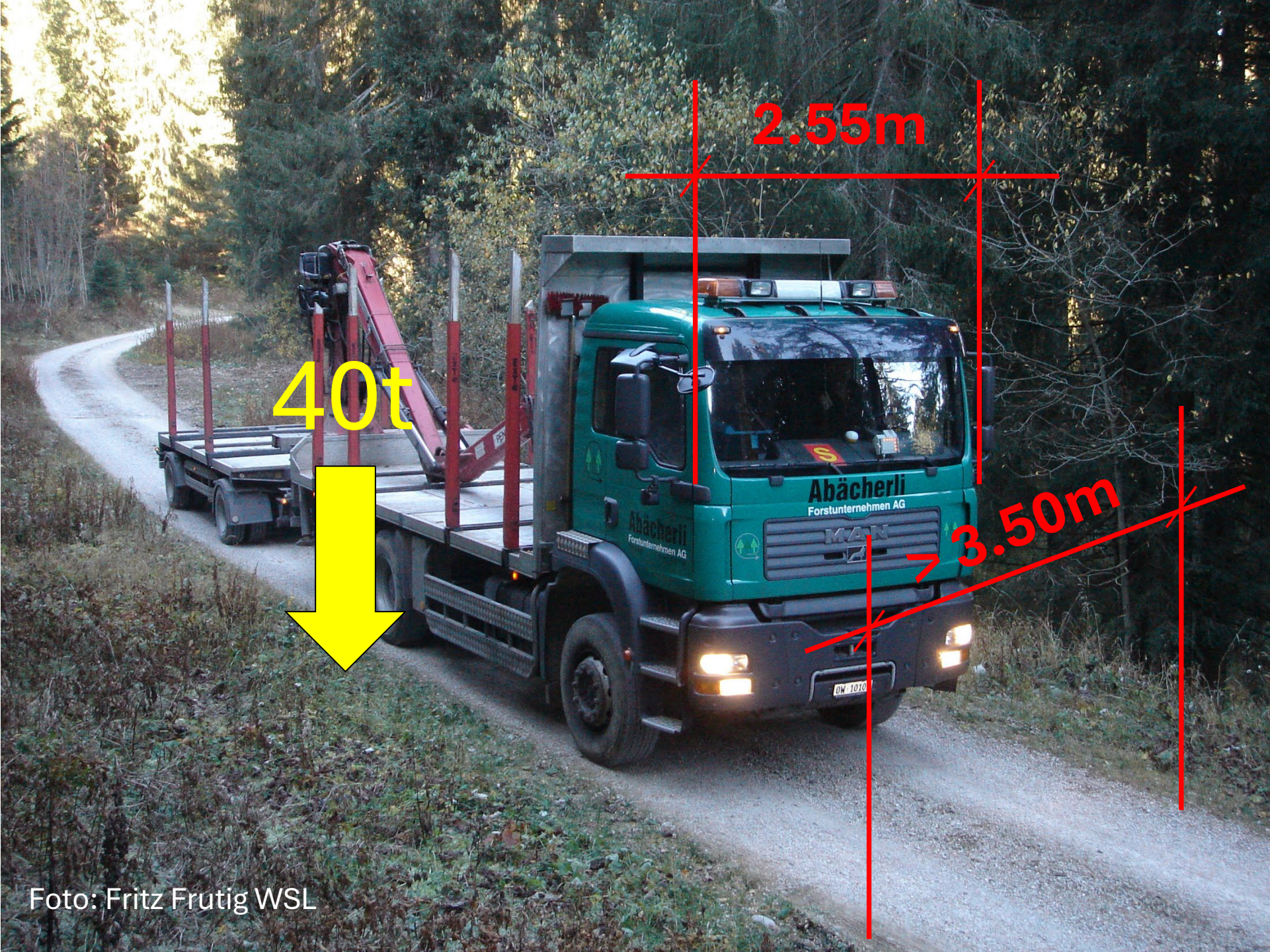
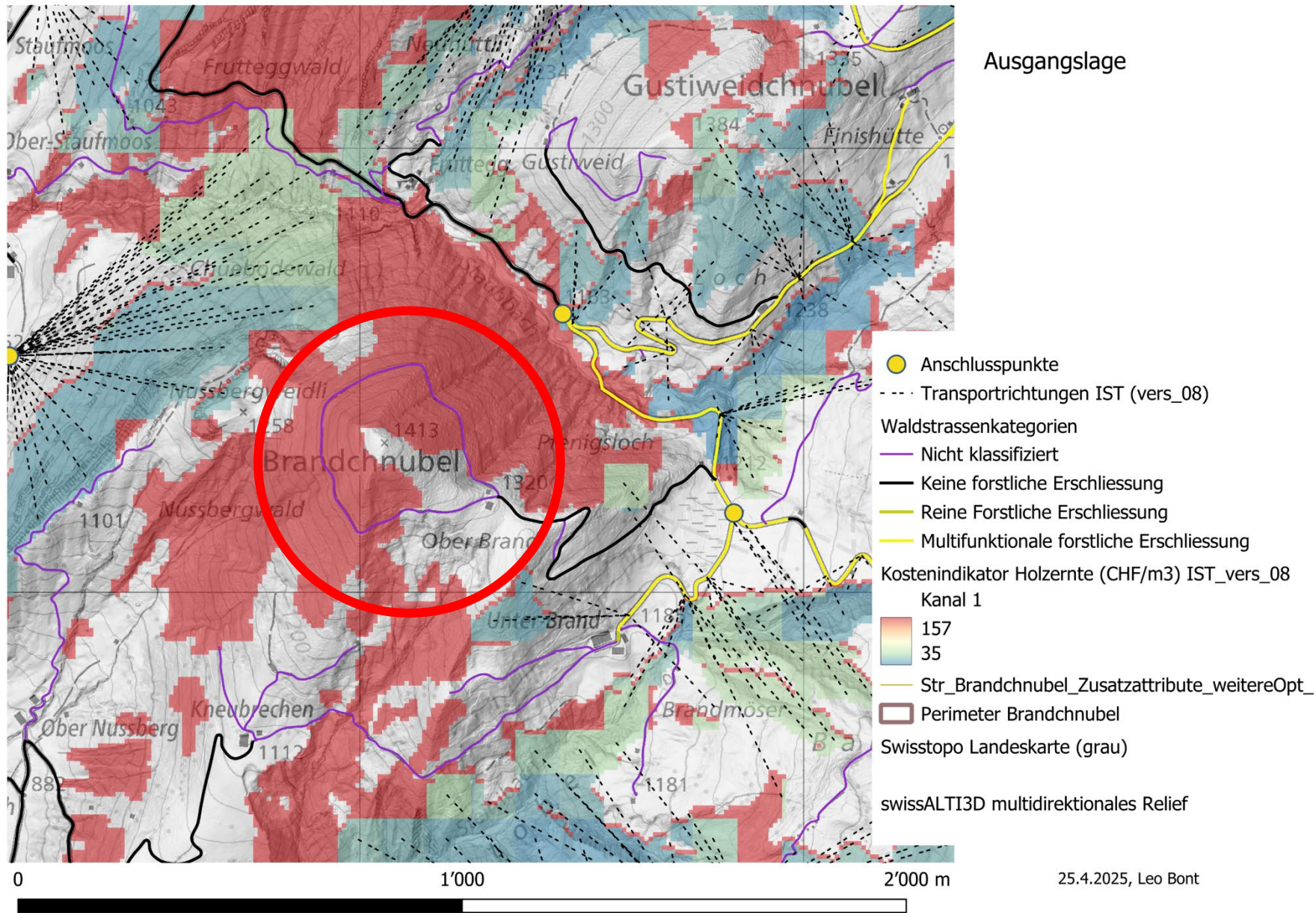


Foto: Fritz Frutig WSL

Erschliessung (Ist Zustand)





Ringstrasse (im Bau)

Zufahrtsstrasse Alp / Wald (im Bau)

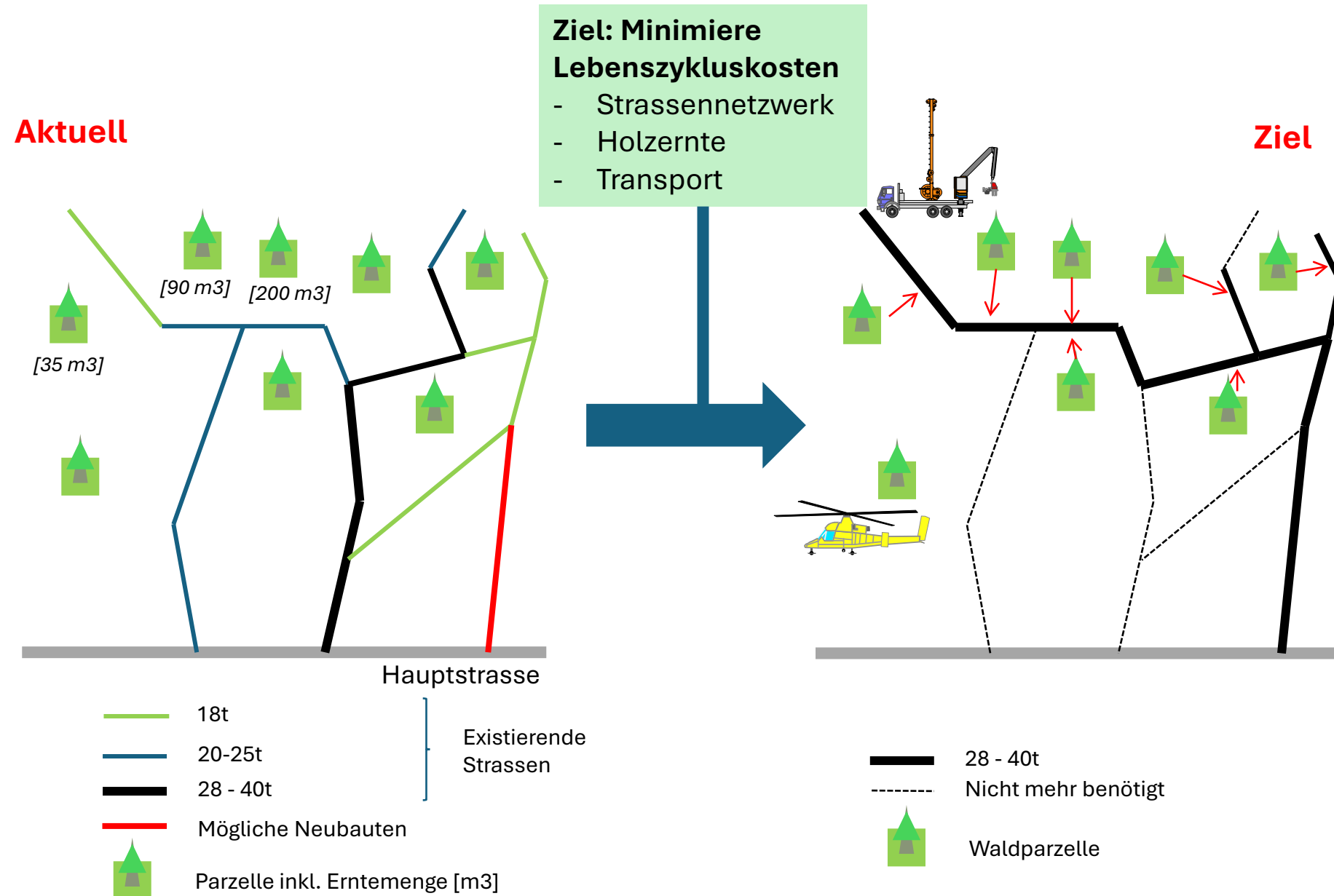
Brandchnubel: Ansicht vom Gegenhang

Foto: Urs Felder

Reengineering einer Walderschliessung

- Wie muss das Strassennetz aussehen, damit eine effiziente Holzernte gegeben ist?
- Stellschrauben **Holzernteverfahren / Erschliessung: Wie setze ich meine Mittel möglichst effizient ein?**
- **Komplexes räumliches Problem:**
 - Was bietet die Wissenschaft dazu als Hilfestellung?
 - Wissenschaftliche Methoden für die Problemlösung anhand des Fallbeispiels Schüpfheim

Optimierungsmodell Reengineering



Ausbaustandards der Strassen



Tonnage	Spezifische Kosten [CHF/m ³ /km]
18 – 25	1.28
25 – 32	0.91
32 – 40	0.69
> = 40	0.54

Bsp.: Bei 50 km Distanz zum Sägewerk

- 18t = **64** CHF/m³
- 40t = **27** CHF/m³
- $\Delta(18t \text{ vs. } 40t) = \mathbf{37}$ [CHF/m³]

Strassennetzwerk und Bestverfahren



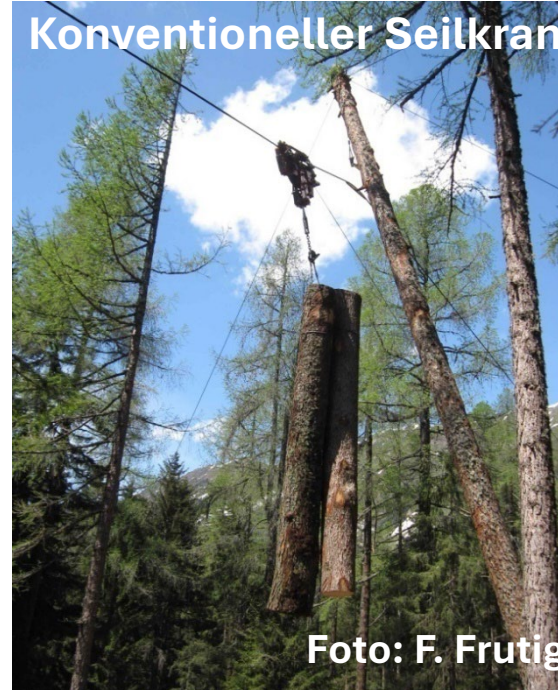
Basiserschliessung

Holzernteverfahren & Geländetransport

Kombiseilgerät (Gebirgsharvester)



Konventioneller Seilkran



Helikopter

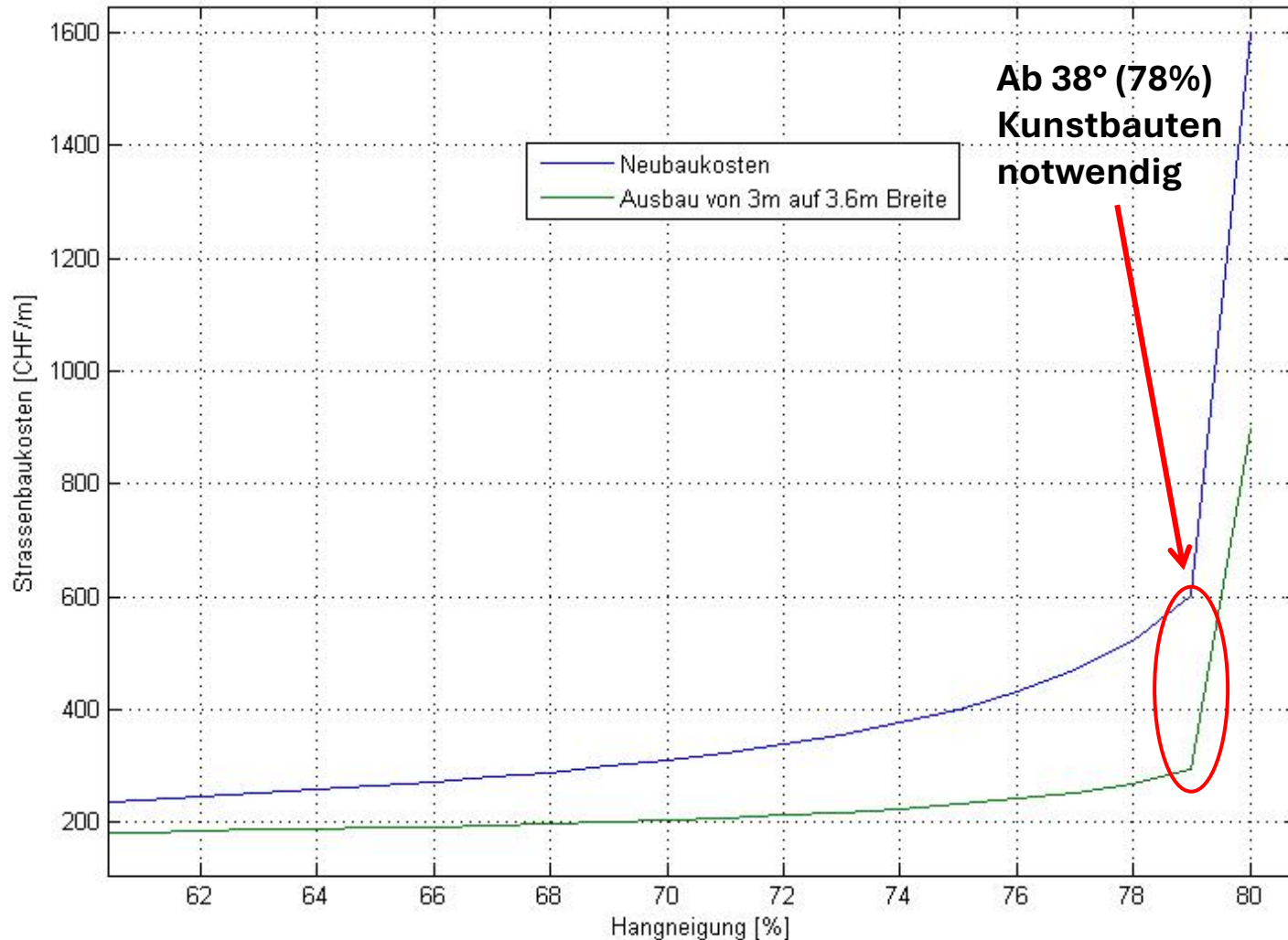


Distanz zur lastwagenbefahrbaren Waldstrasse

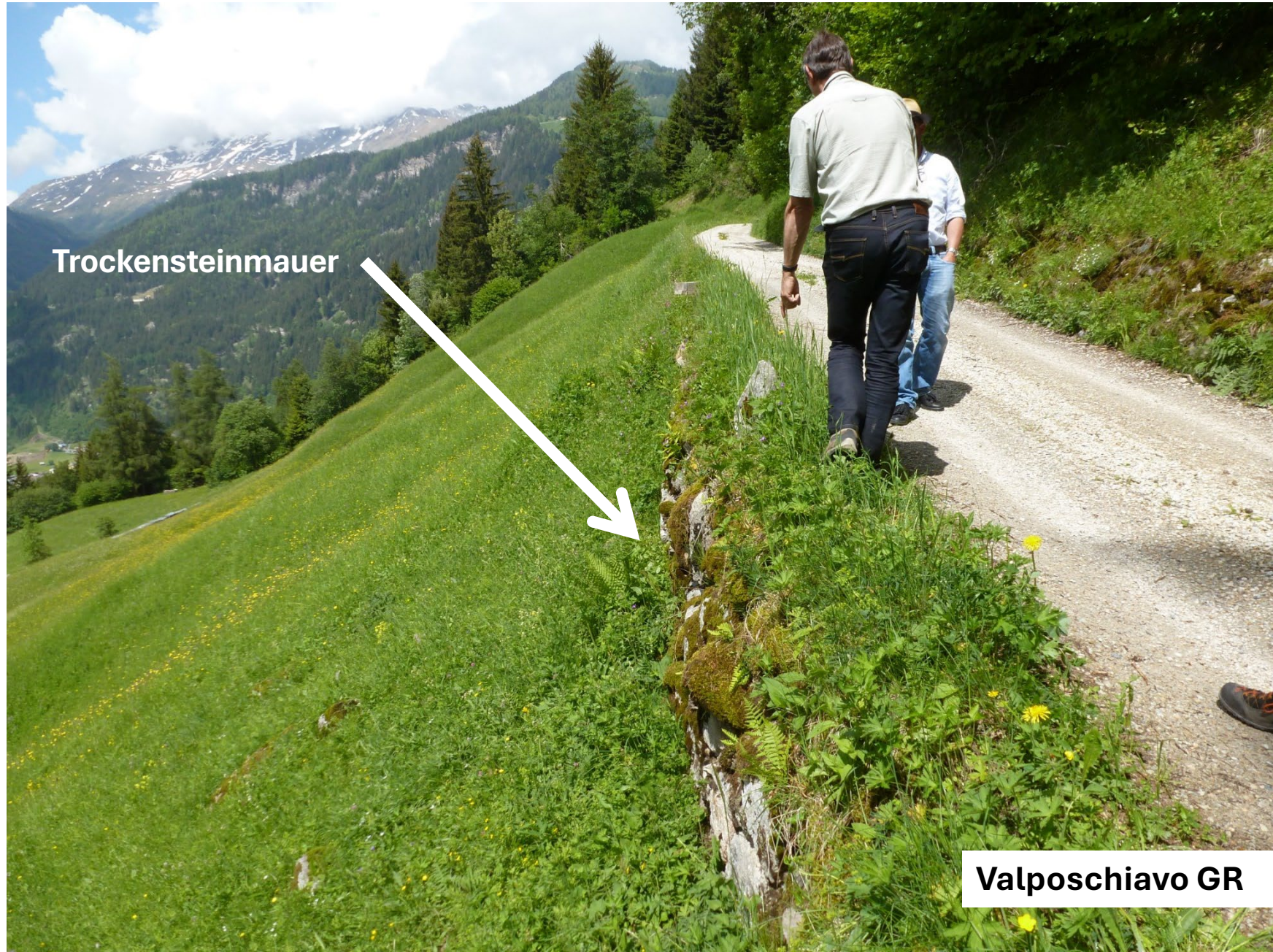


Baukosten stark Geländeabhängig

Strassenbaukosten in Abhängigkeit der Hangneigung



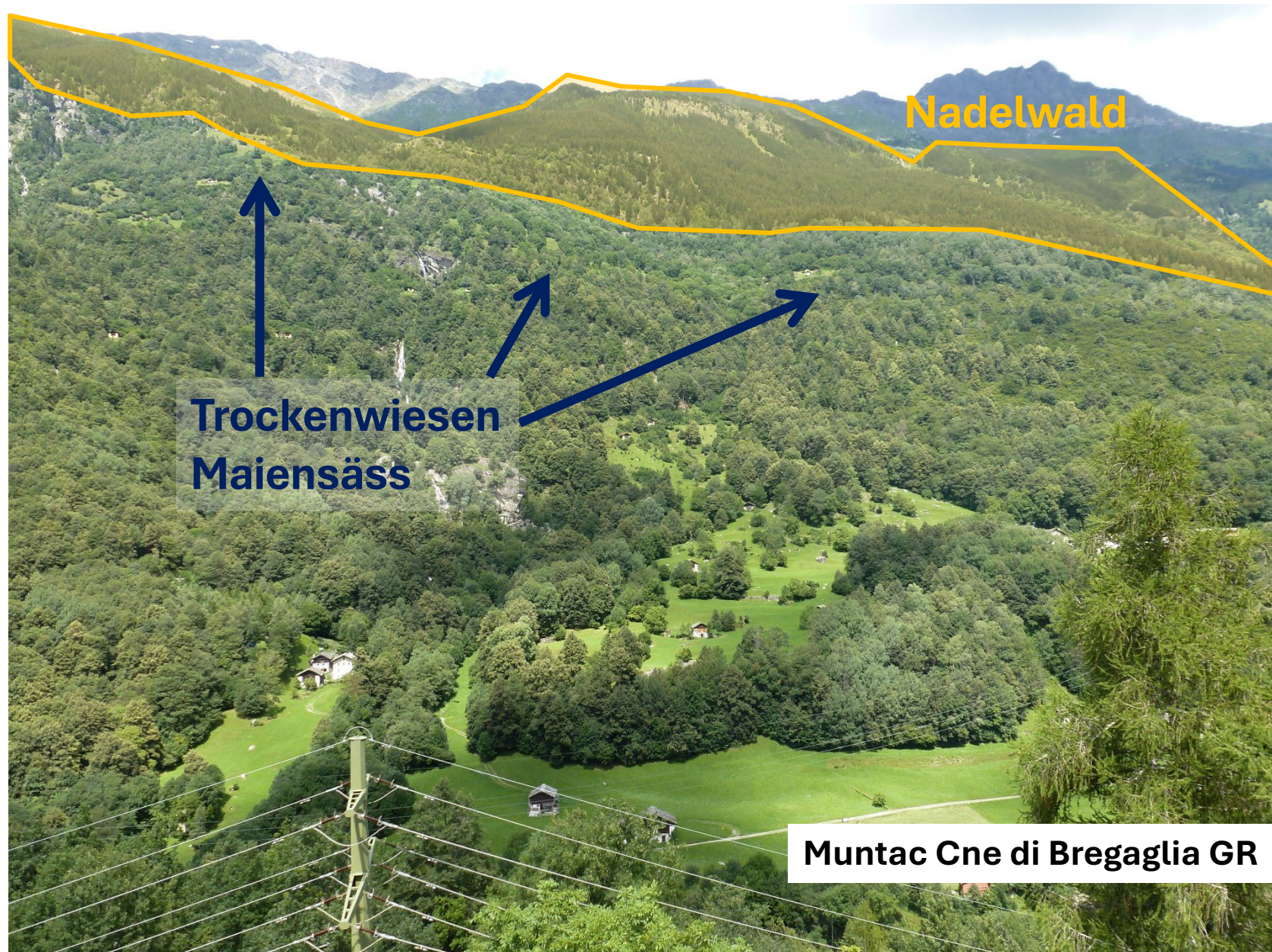
Kleinstrukturen / Inventuren (historische Verkehrswege)



Trockensteinmauer

Valposchiavo GR

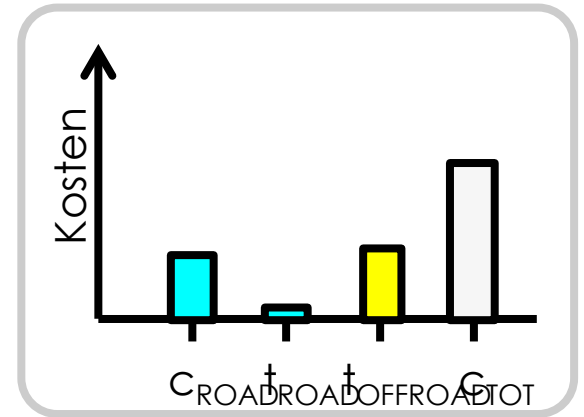
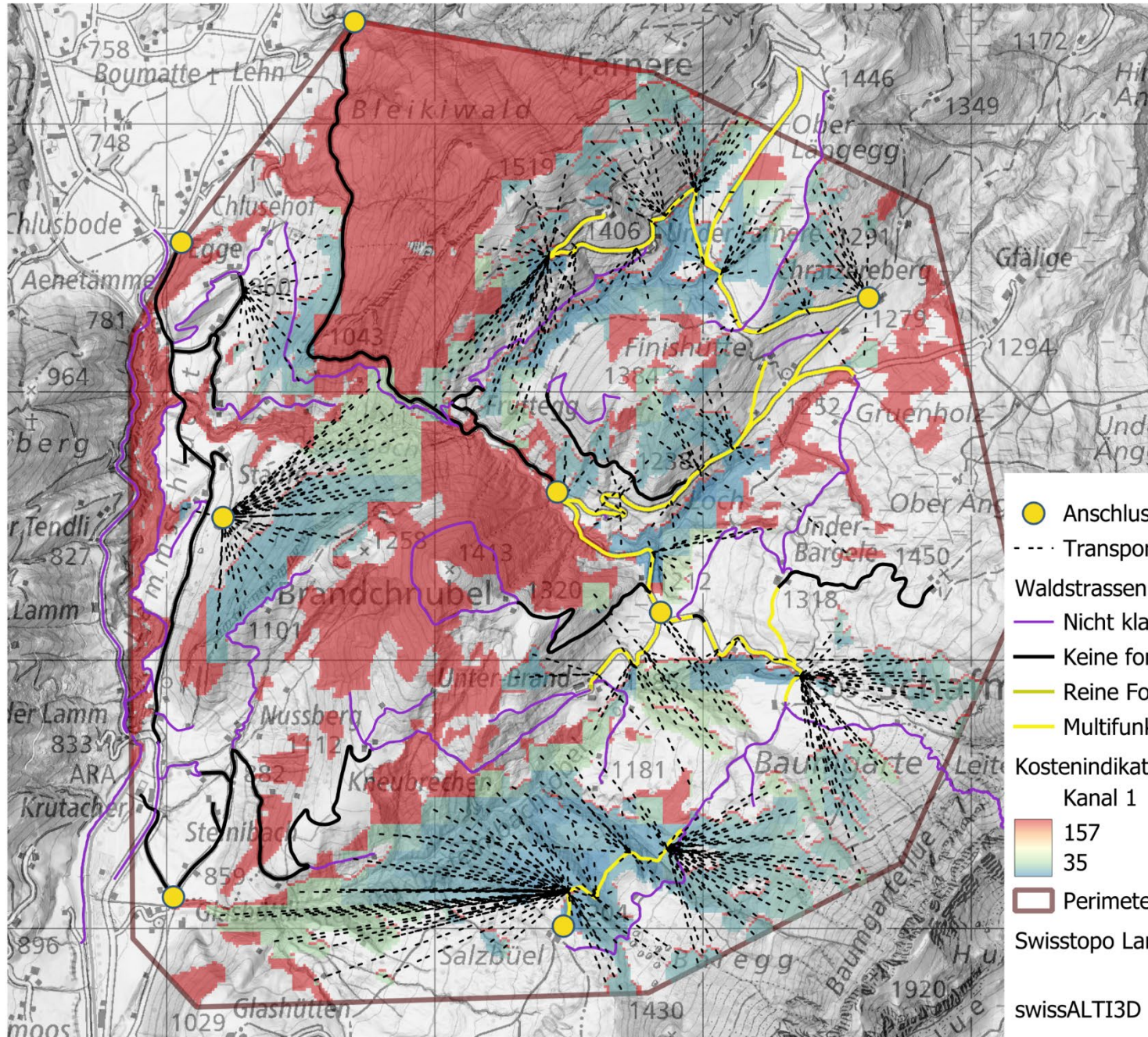
Multifunktionale Nutzungen / Naturschutz



Anwendung Optimierung am Beispiel Brandchnubel

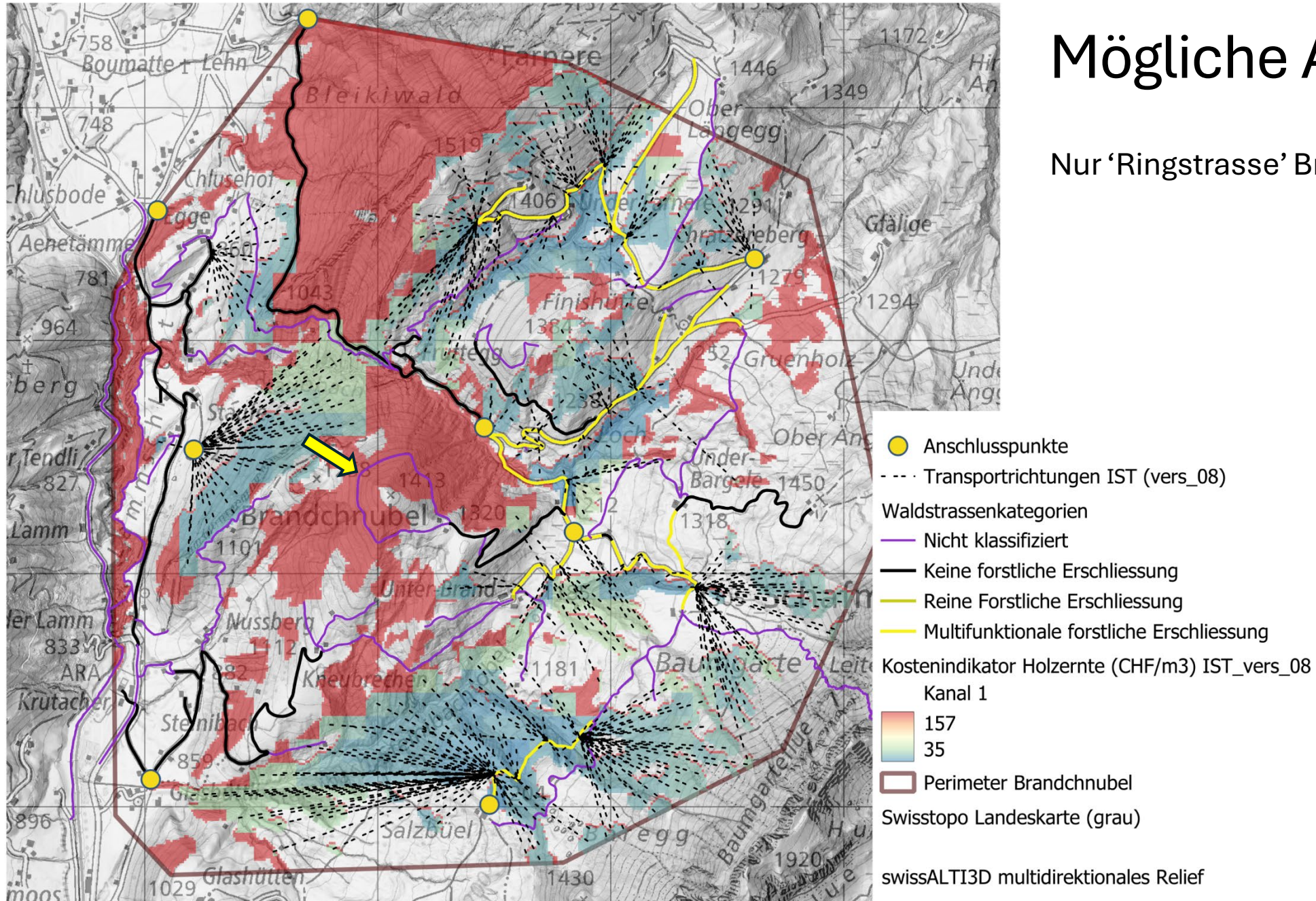
Ausgangszustand

Strassennetz & Transportrichtungen

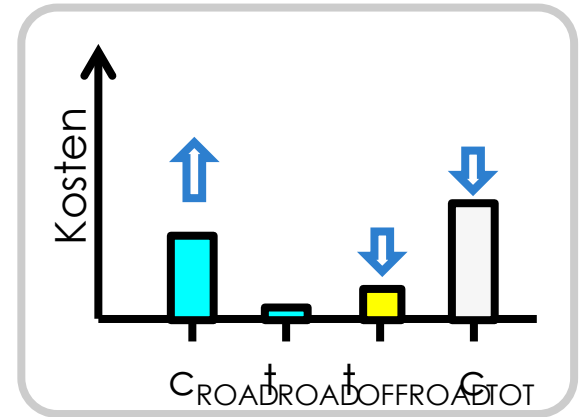
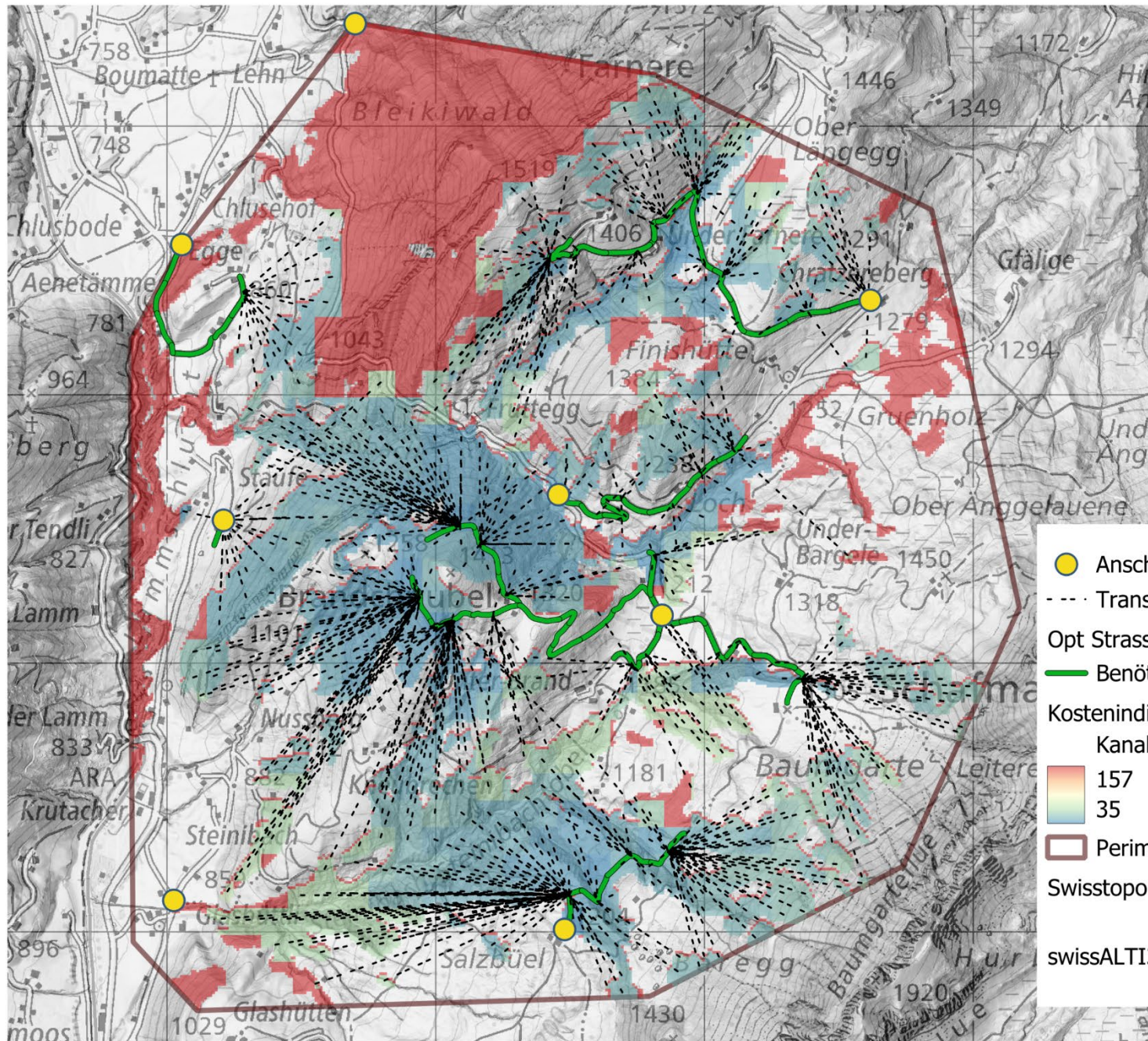


Mögliche Ausbauten I

Nur 'Ringstrasse' Brandchnubel

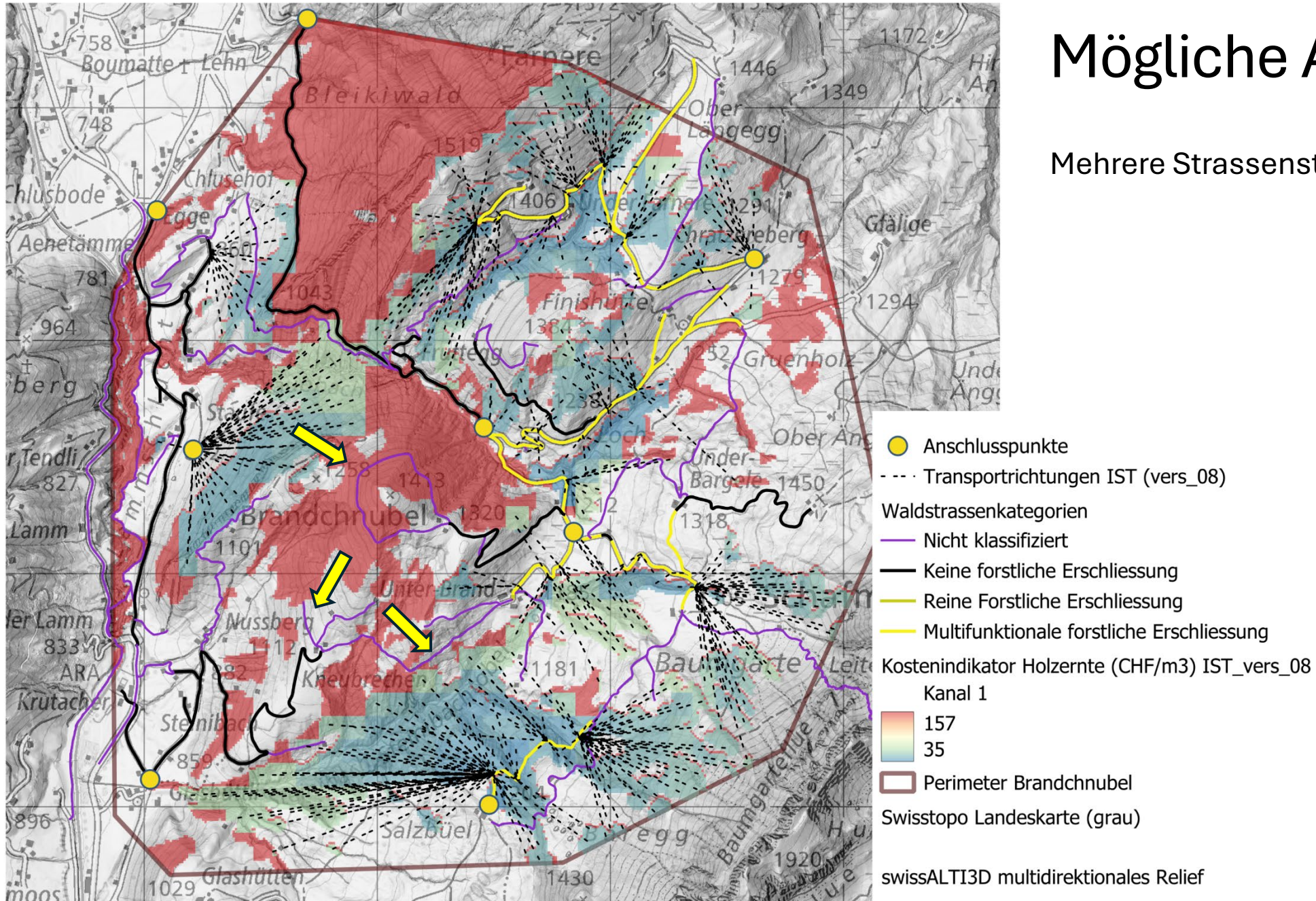


Optimierte Variante I

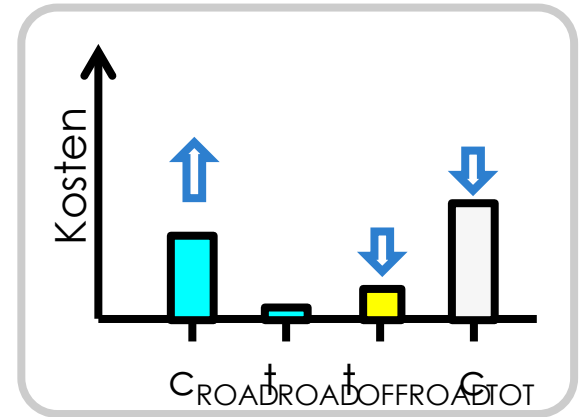
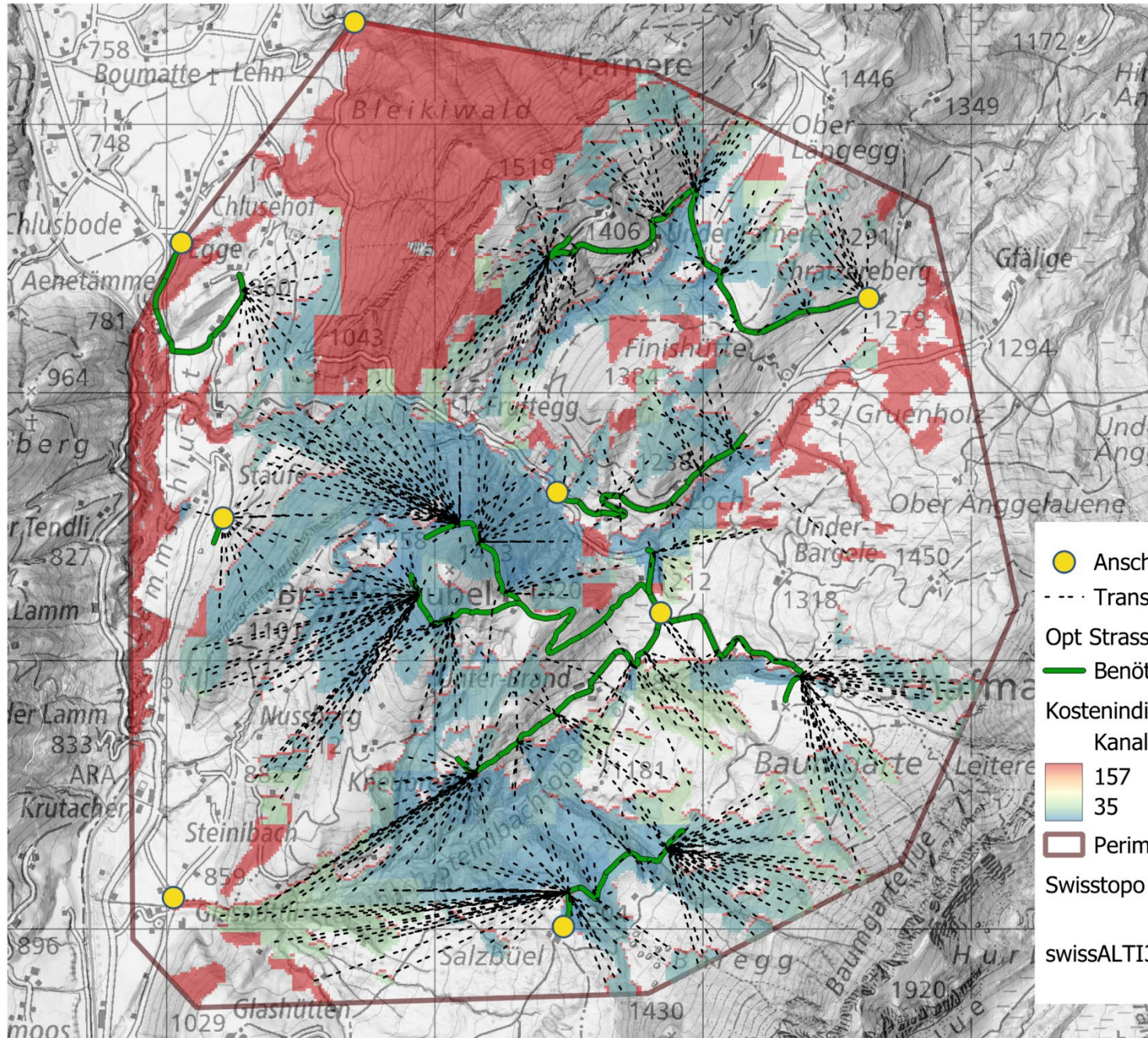


Mögliche Ausbauten II

Mehrere Strassenstücke



Optimierte Variante II



Fazit

- Komplexes räumliches Problem
- Basiserschliessung mit 40t oder 28t sollte vorhanden sein
- Optimale Erschliessung hängt vom Ziel ab (Einzelfall betrachten)
- Mit Tools ist die Planung transparenter auf strategischer Ebene
 - Ziele definiert
 - Annahmen beschrieben
 - Verschiedene Szenarien innert kurzer Zeit prüfbar
 - Überprüfen / Vergleich von / mit Experten Lösung

⇒ Ziel ist ein **effizienter Mitteleinsatz**: Wo setze ich meine (limitierten) Mittel an besten ein?

Stimme aus der Praxis

«Mit dem Einsatz neuer Holzerntemethoden und aufgrund des neuen Wissenstandes sollten sämtliche "alten" generellen Erschliessungspläne überprüft werden, insbesondere dann, wenn grössere Investitionen anstehen.»

«Ohne Automatisierung wird dies weder flächendeckend und schon gar nicht nach rein holzerntetechnischen und objektiven Kriterien erfolgen können!»

Zitat: Gian Cla Feuerstein, Regionalforstingenieur Engadin & Südbünden

Sicht aus der Praxis

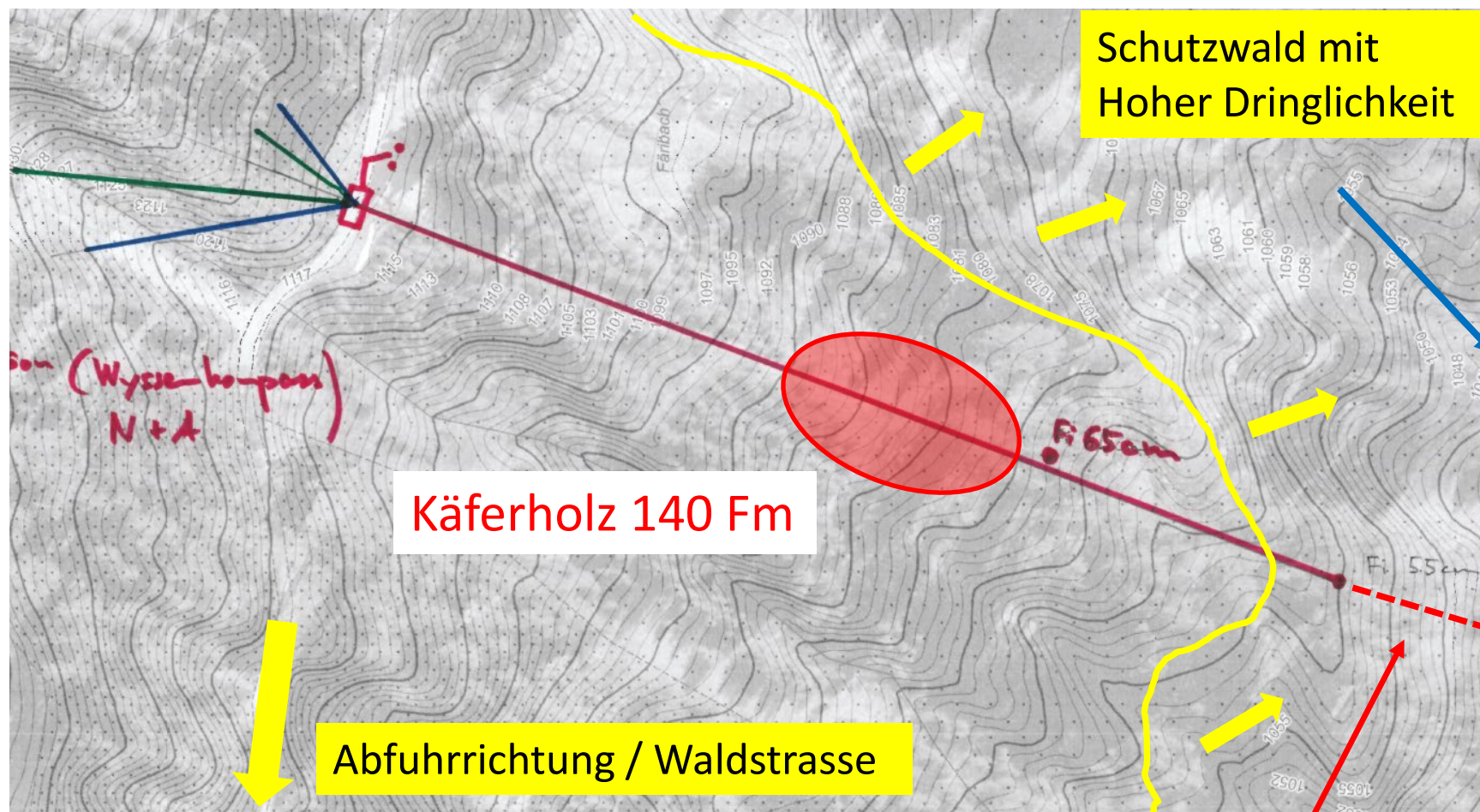
Fachveranstaltung Forstliche Erschliessung

Schüpflheim, 07. Mai 2025

Martin Ammann



Feinerschliessungen fertig denken





Kostentreiber Holzernte

- Abtransport Rundholz mit Anhängerzug 40 to muss möglich sein.
- Jede Gewichtsbeschränkung verteuert die Holzerntekosten.
- Kann die Waldstrasse für die Holzernte komplett gesperrt werden?



Herausforderungen

- Moderne Holzerntesysteme haben hohe Tagesleistungen.
- Eine stockende Abfuhr führt zu Mehrkosten (Vorteil der Ab-Stockverkäufe).
- Abtransport von grösseren Holzmengen / Tonnagen innerhalb kurzer Zeit.
- Belastungen der Strassen oftmals bei ungünstigen Witterungsbedingungen.

Anforderungen an Ausbaustandard



- Ausreichend dimensionierte Fundationsschicht
- Ausreichende Entwässerung der Strasse (Längssickerleitung, Durchlässe, etc.)
- Klotzen nicht kleckern



Anforderungen an die Geometrie

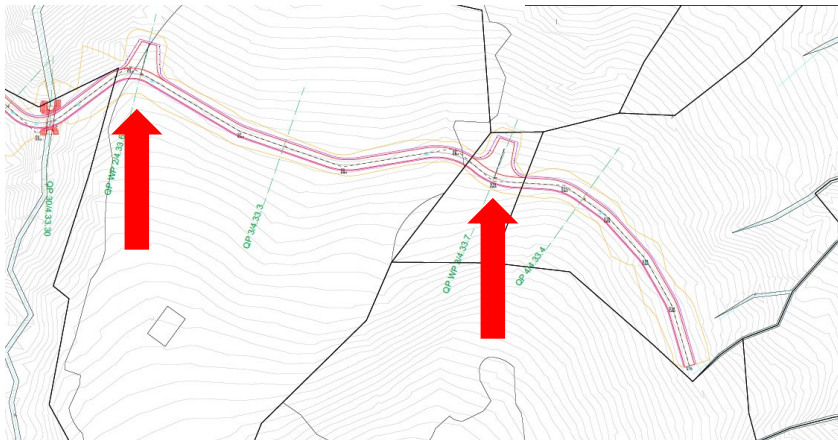


- Kurvenradien, Geometrien in der Situation müssen passen.
- Ausrundungen im Längsprofil müssen passen.
- Max. Längsneigung von 12%.
- Bei Sanierungen oder Neubauten empfehlen sich Fahrversuche.



Wende- und Lagerplätze

- Wendeplätze in regelmässigen Abständen.
- Ein grosser Wendeplatz am Ende einer Waldstrasse wird oft als Abladeplatz benützt. Ein LKW kann nicht mehr wenden.
- Wendeplatz ca. 100 – 200 m vor dem Ende der Strasse erstellen.





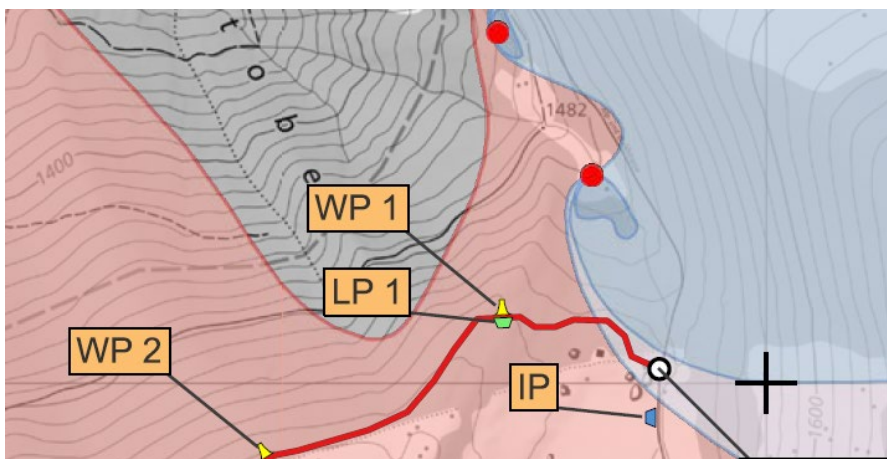
Wendeplätze: Details

- Wendeplätze müssen ausreichend befestigt sein.
- Geometrie muss stimmen (Fahrversuche beim Bau empfohlen, Schleppkurven bei Projektierung).
- im steilen Gelände: rückverankerte Stützkonstruktionen mit Stahllarssenwände.



Ansprüche Dritter:

- Erschliessungen im ländlichen Raum mit mehreren Nutzern (Alpwirtschaft, Erholung, etc.).
- Strassensperrungen zunehmend schwierig.



Tangierte Interessen:

- Bei Neubau: Lager- und Wendeplätze ausserhalb von Schutzzonen planen (Grundwasser, etc.).

Besten Dank / Fragen ?



Dislokation Gelände mit Kleinbussen Vorstellung Case Schüpfheim vor Ort

Urs Felder, Fachbereichsleiter Schutzwald,
Forstamt Kt. Luzern

Detailprogramm Gelände

Zeit	Programmpunkt
10:00	Abfahrt mit Kleinbussen in Schüpfheim
10:30	Ankunft Ober Brand und Aufteilung in drei Gruppen
10:40 – 12:05	Begehung der Posten in Kleingruppen
12:05 – 12:30	Rundgang um den Brandchnubel
12:30 – 13:00	Rückfahrt nach Schüpfheim
13:00 – 14:30	<i>Mittagspause in Schüpfheim</i>

Programm Nachmittag

Zeit	Thema	Referenten
14:30 – 14:50	Möglichkeiten und Grenzen in der Planung und Finanzierung von forstlichen Erschliessungsstrassen	Michiel Fehr, Leiter Waldregion Luzern, Forstamt Kt. Luzern Silvio Besmer, Fachbearbeiter Waldnutzung, Forstamt Kt.Luzern
15:00 – 15:45	Moderiertes Gespräch mit nationalen und regionalen Interessensvertretern	Moderation: Michiel Fehr. TN: Paolo Camin, Vizedirektor WaldSchweiz Michael Gautschi, Direktor HIS Ruedi Gerber, Präsident Wald Luzern und Waldorganisation oberes Entlebuch Fabian Haas, Vertreter Umweltorganisationen Markus Zihlmann, Vertreter Strasseneigentümerschaft Martin Ammann, Vertreter FUS
15:45 – 16:10	Fragen aus dem Publikum	
16:10 – 16:20	Schlusswort	Michael Gautschi, HIS
16:20 – 16:30	Weitere Veranstaltungen zu diesem Thema	David Coulin
Ab 16:30	Apéro	



Möglichkeiten und Grenzen in der Planung und Finanzierung von forstlichen Erschliessungsstrassen

Fachveranstaltung «Forstliche Erschliessung in den Voralpen und Alpen»

Schüpfheim, 7. Mai 2025

Michiel Fehr, Fachbereichsleiter Waldnutzung

Silvio Besmer, Fachbearbeiter Erschliessungen

Wir planen nicht auf der Grünen Wiese



Erschliessung als Produkt der letzten 100 Jahre Land- und Forstwirtschaft



Umwandlung gewachsenes Strassennetz in moderne Holzernte-Infrastruktur



Veränderte Anforderungen



Veränderte Anforderungen

Jeder Kanton hat eine andere Ausgangslage

Strukturen

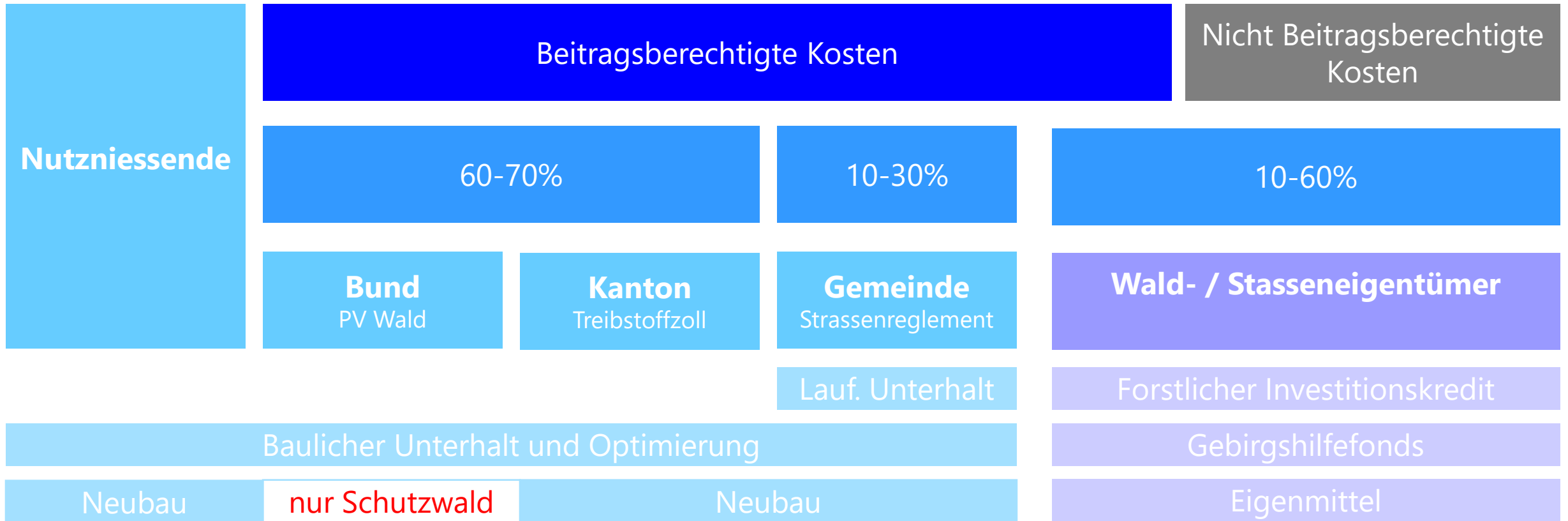
- 40'000 ha Wald
- 8'000 ha Schutzwald
- 11'000 Waldeigentümer
- 10 Waldorganisationen
- 4 Forstbetriebe
- 800 km Waldstrassen
- 500 Strassengenossenschaften



Erschliessungsanlagen

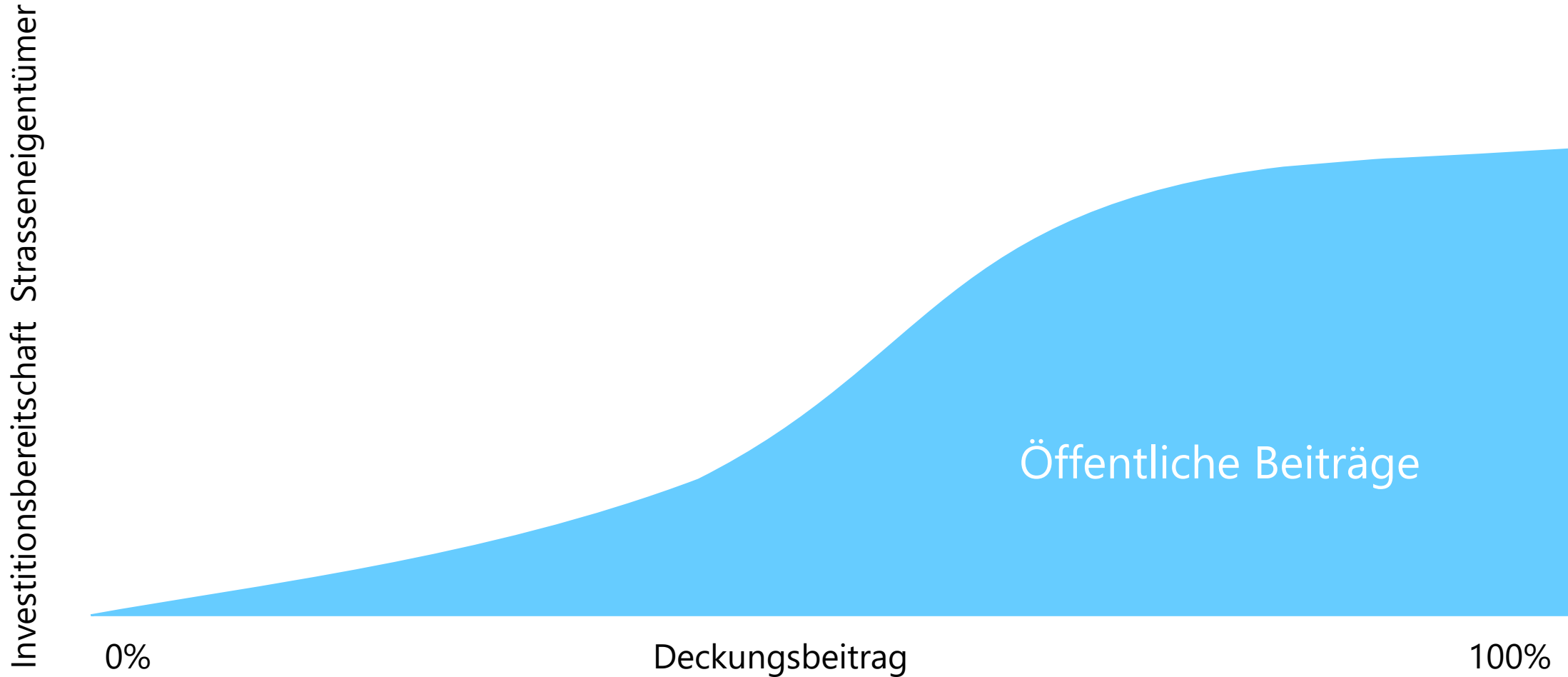
Strassenklassierung Kanton Luzern		
Güterstrasse im Wald 1. Klasse	12	km
Güterstrasse im Wald 2. Klasse	809	km
Güterstrasse im Wald 3. Klasse	250	km
Keine Angabe	7	km
Basiserschliessung Wald	822	km
Waldfläche Luzern	40000	ha
Mittlere Erschliessungsdichte	21	Lfm/ha

Finanzierung

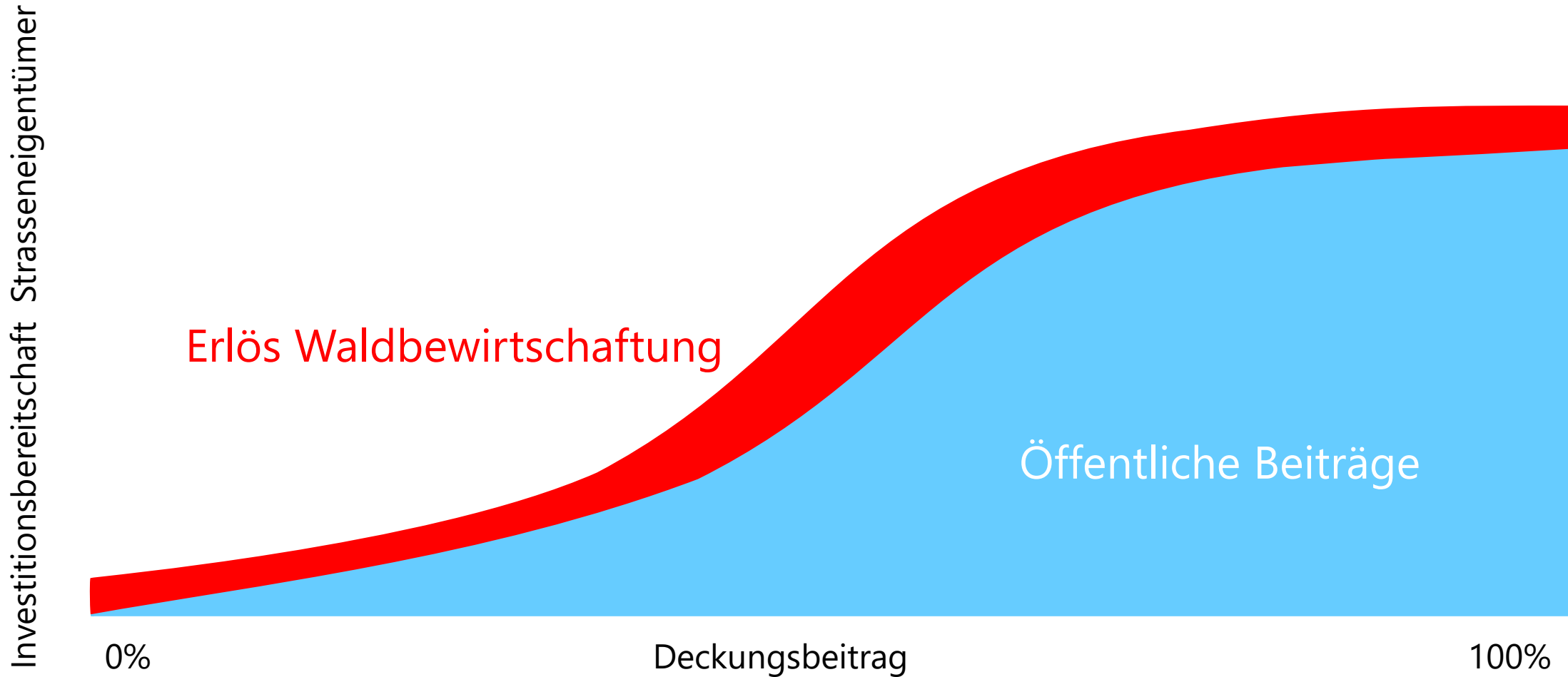


Die Investitionsbereitschaft der Wald- und Strasseneigentümer reagiert verzögert auf höhere Beiträge und Erlöse

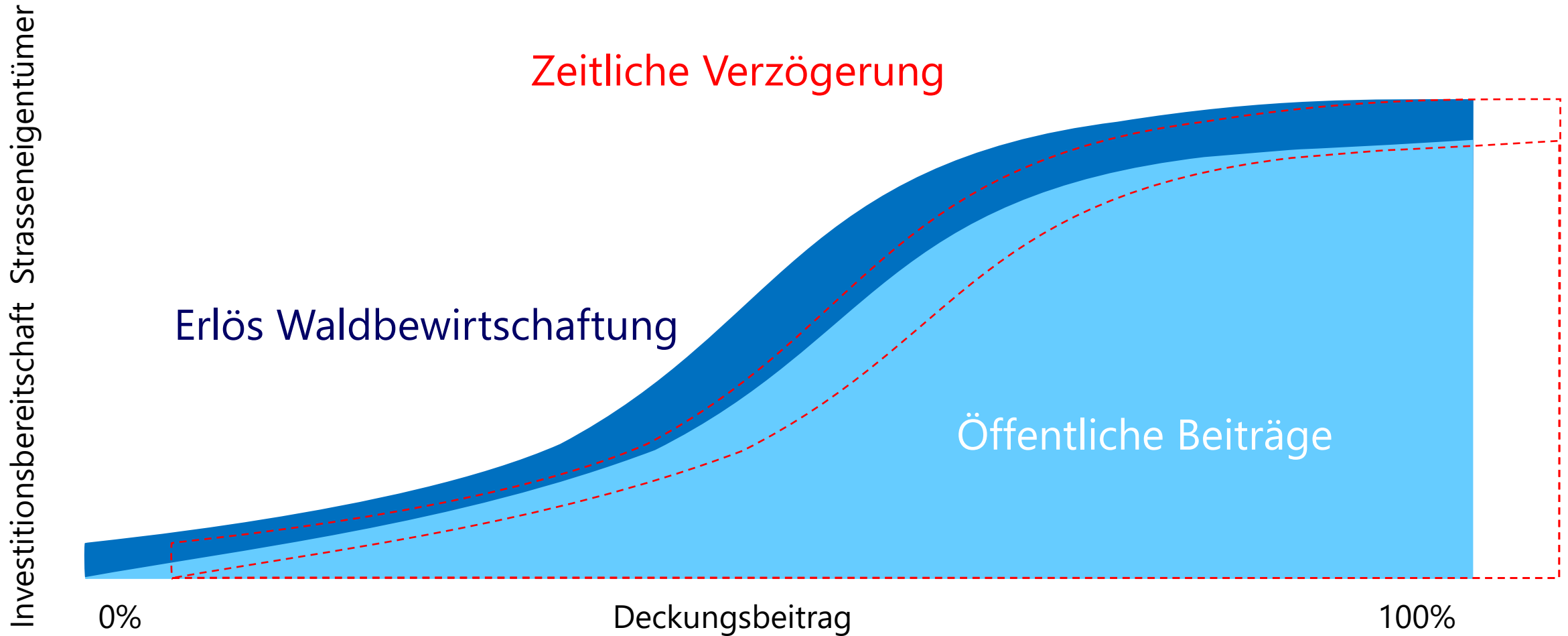
Investitionsbereitschaft



Investitionsbereitschaft

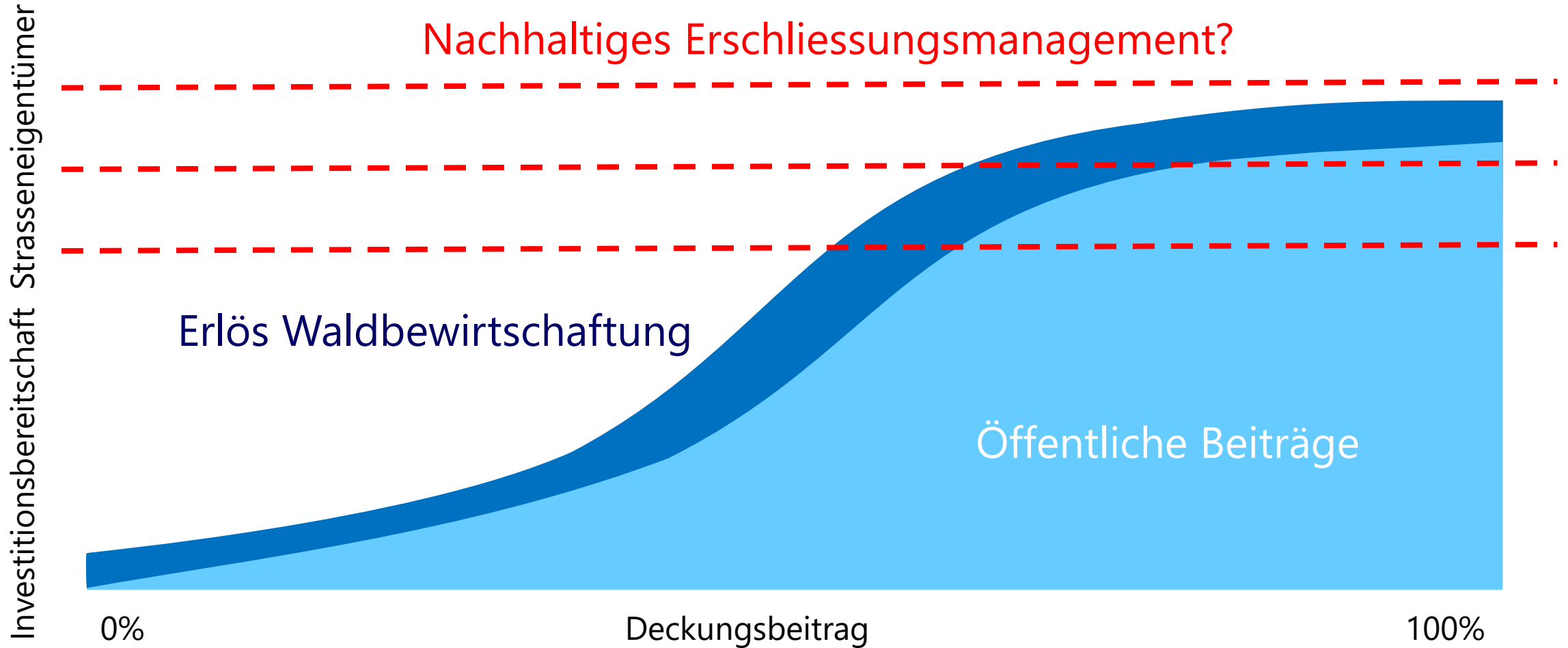


Investitionsbereitschaft



Bereits die Instandhaltung und Erneuerung der bestehenden Infrastruktur ist ein finanzieller «Hoselupf»

Investitionsbereitschaft



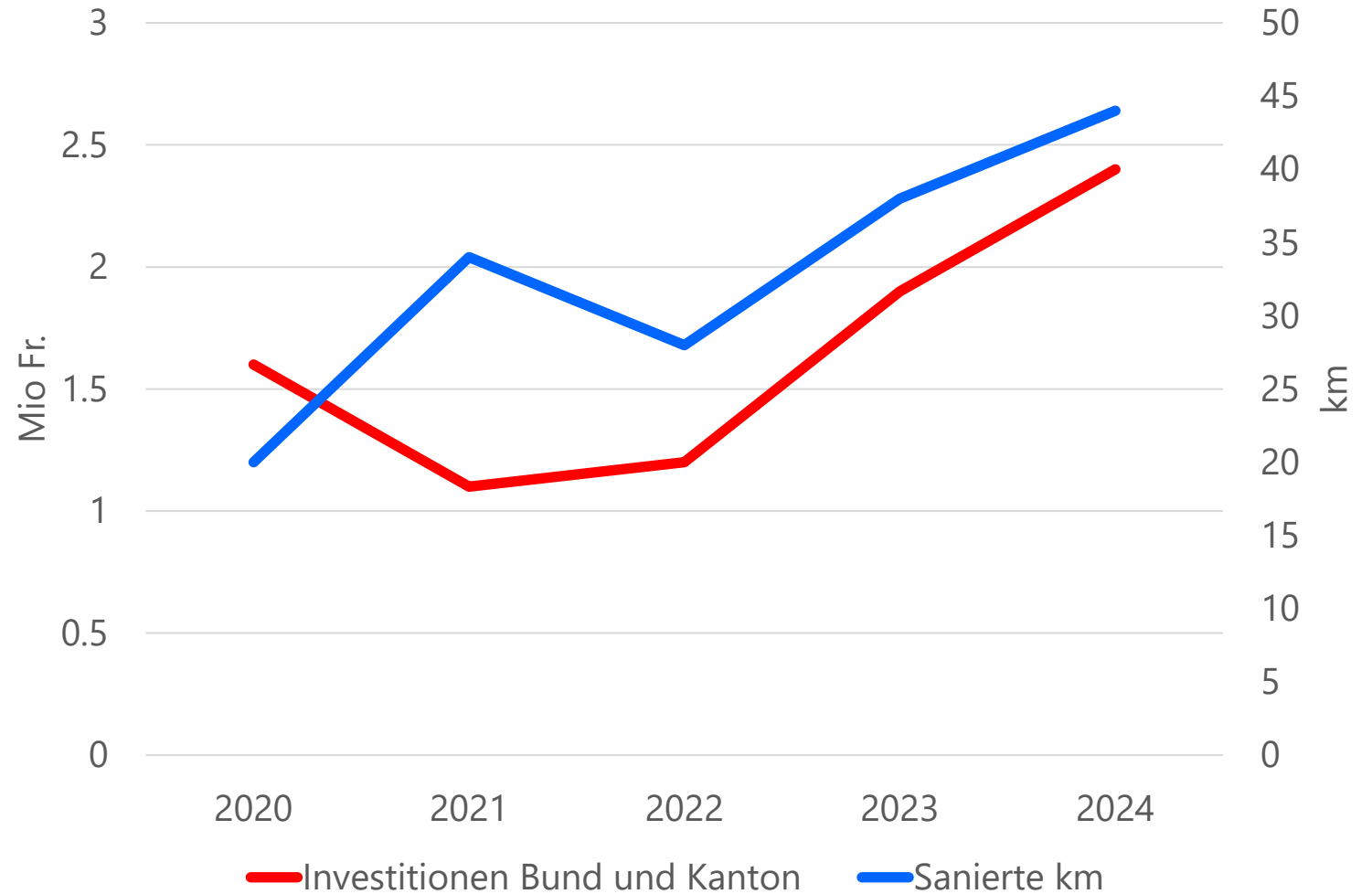
Sanierungsbedarf «SOLL»

Verschleisschicht Typ Kanton Luzern		
Asphalt	101	km
Beton	14	km
Naturstrasse	706	km
Total	822	km

Bedarf Sanierungen Kanton Luzern pro Jahr		
Asphalt (20 Jahre)	5	km
Beton (20 Jahre)	0.7	km
Naturstrasse (12 Jahre)	59	km
Total	65	km

Sanierungsbedarf «IST»

Start Programm Erschliessung
ausserhalb Schutzwald 2018



Sanierungsbedarf «SOLL» - «IST»

Ausbau	5km
PWI	37km
Wiederherstellungen	9 Stk

65 km wären nötig

Bsp. Optimierung bestehende Erschliessung

Gesamtprojekt

421 ha Wald

Erschliessungsdichte bisher: 72 Lfm/ha

Erschliessungsdichte neu: 52 Lfm/ha

Etappe

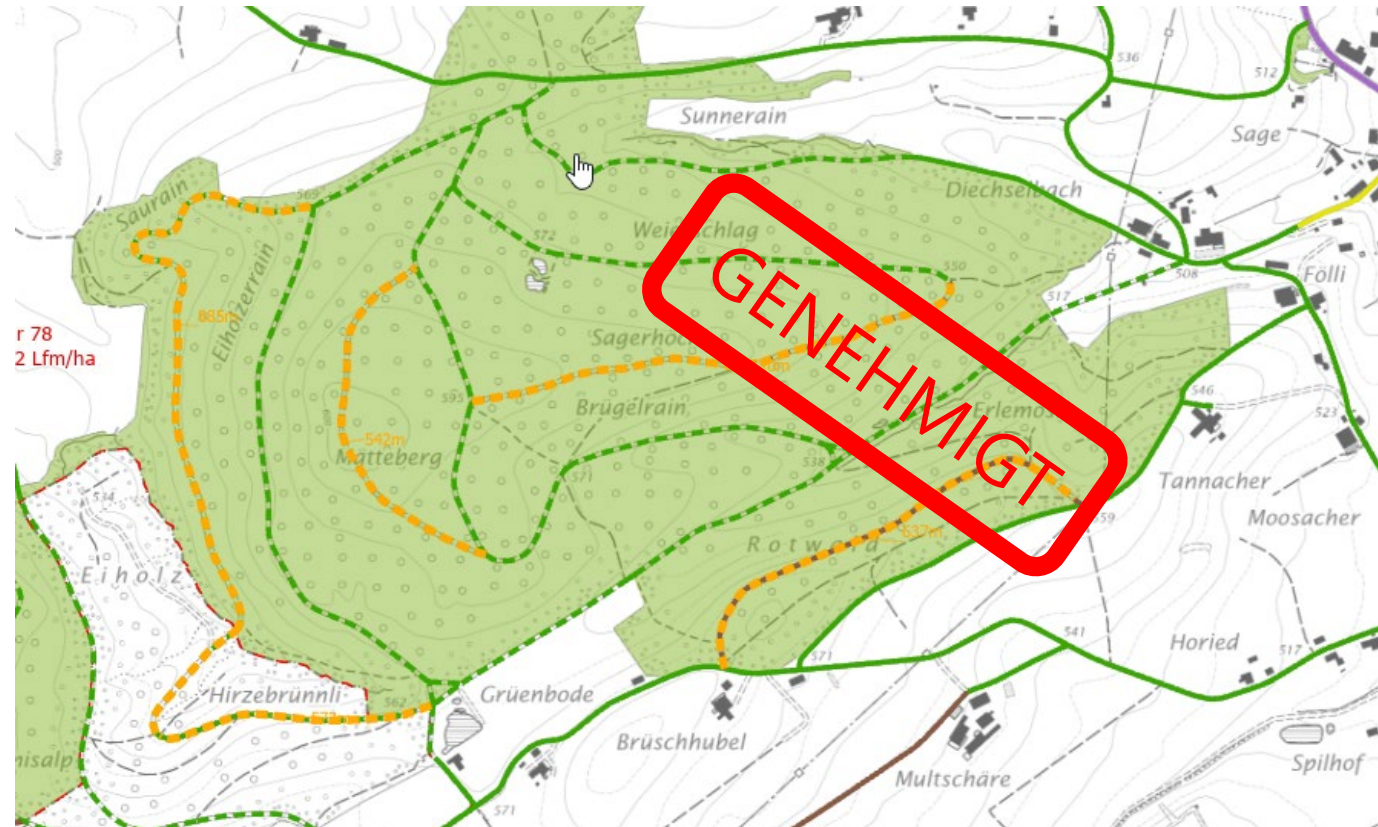
Projekt: PWI 7'520 Lfm Waldstrassen

Kosten: 546'000 Fr. (72.-Fr./Lfm)

Beiträge öffentliche Hand: 73%

Restkosten Waldeigentümer: 145'000 Fr.

19.-Fr./Lfm



Bsp. Neu-/Ausbau

Gesamtprojekt

109 ha Wald

Erschliessungsdichte bisher: 10 Lfm/ha (am falschen Ort)

Erschliessungsdichte neu: 41 Lfm/ha

Etappe

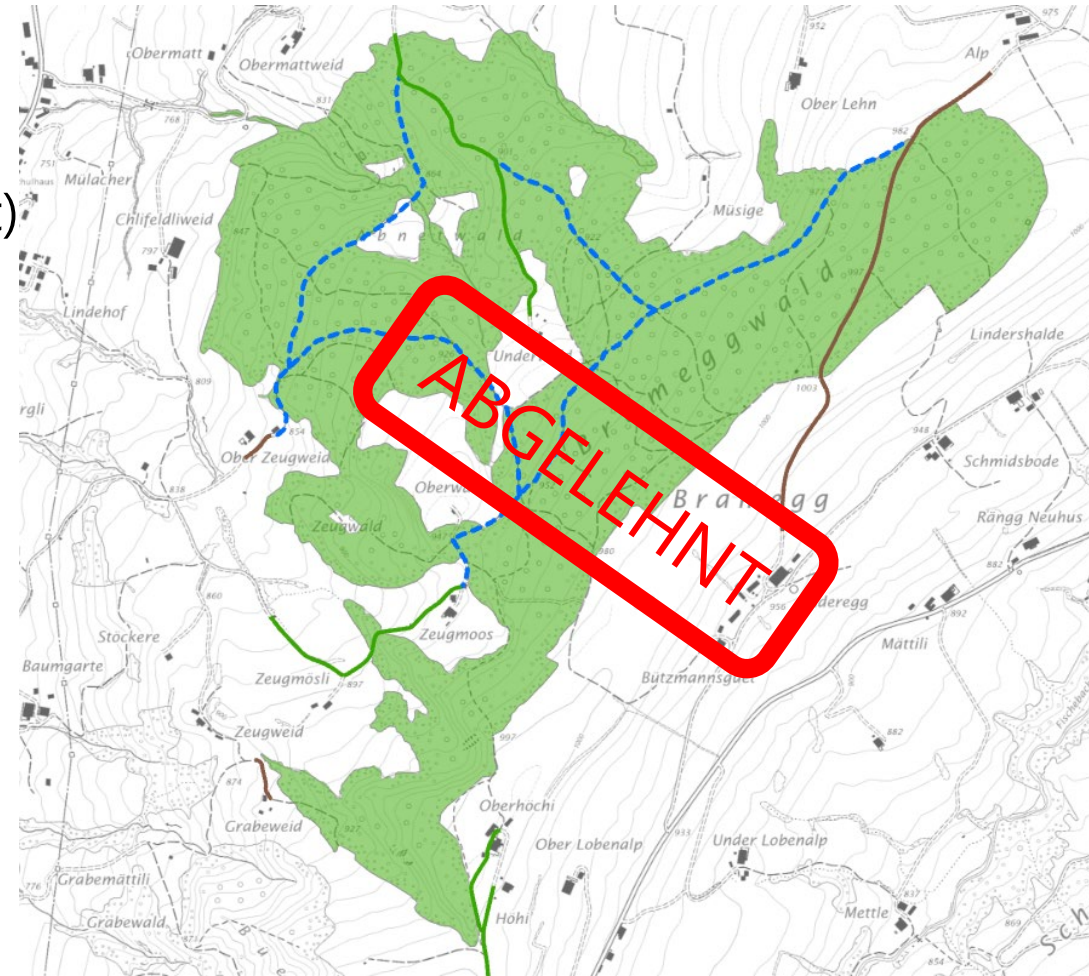
Neu-/Ausbau 2500 Lfm Wald und 800 Lfm Land

1500 Lfm Maschinenwege (nicht beitragsberechtigt)

Kosten: 1 Mio Fr. (inkl. Maschinenwege)

Beiträge öffentliche Hand: 50%

Restkosten pro ha: 4'500 Fr./ha



**Es ist anzunehmen, dass das
Investitionsvolumen in die Walderschliessung
in den nächsten Jahren zurück geht**



Waldeigentümer haben kaum Geld für Strassen



**Infrastruktur für Holzernte ist stark abhängig
von Beiträgen der öffentlichen Hand**





Öffentliche Finanzen sind unter Druck

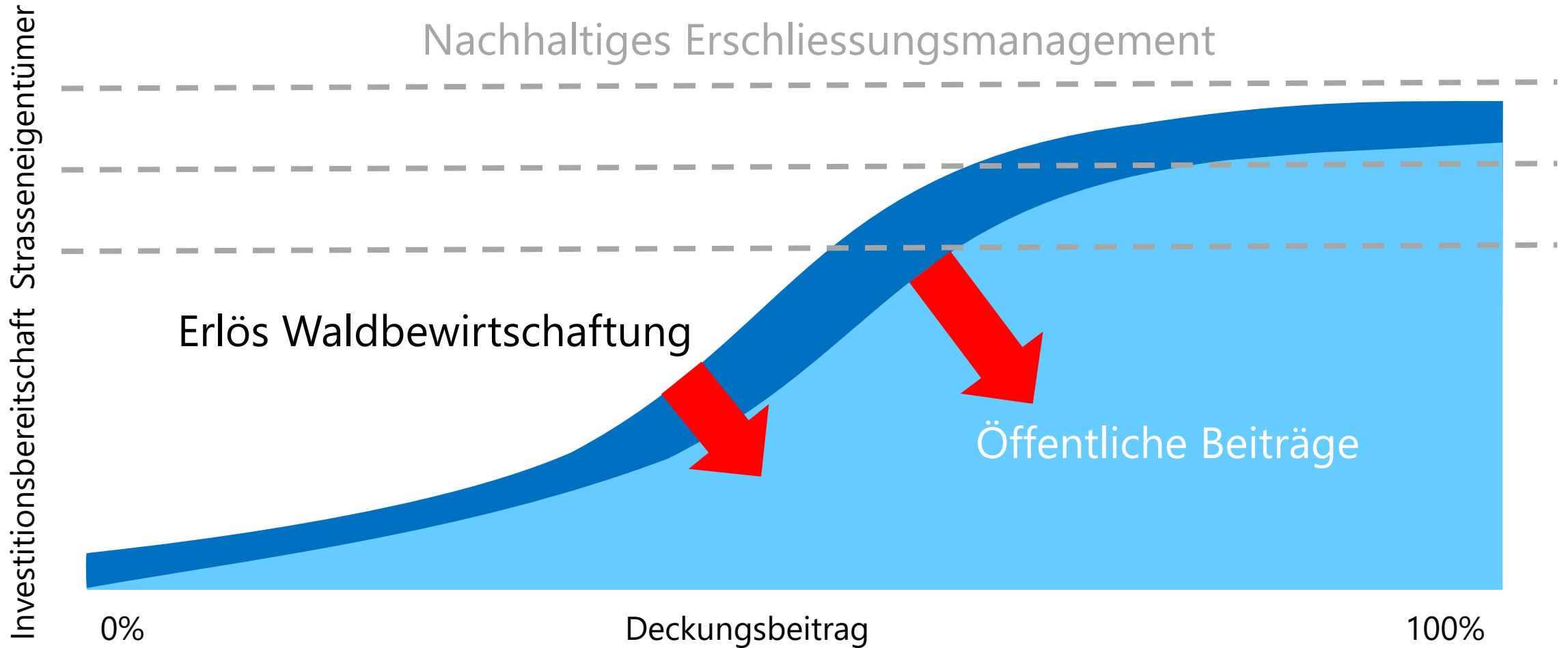






Andere Finanzierungsquellen sind nicht in Sicht

Trend



Fazit

- Instandhaltung der bestehenden Erschliessung ist auch in «rosigen Zeiten» nicht gesichert
- Beiträge der öffentlichen Hand sind tendenziell rückläufig
- Investitionsrückstand in eine zeitgemässe Erschliessung wird grösser
- Förderprogramme fokussieren daher auf den Erhalt des bestehenden Strassennetzes
- Neuerschliessungen sind kaum möglich

Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Landwirtschaft und Wald (lawa)

Centralstrasse 33

Postfach

6210 Sursee

Telefon 041 349 74 00

lawa@lu.ch

www.lawa.lu.ch

*Vernachlässigen wir die
Walderschliessung
als Rückgrat für alle
Waldleistungen nicht...*

Moderiertes Gespräch mit nationalen und regionalen Interessensvertretern

Fragen aus dem Publikum

Schlusswort

Michael Gautschi, Direktor HIS

Weitere Veranstaltungen zu diesem Thema

- 18./24 Juni 2025: **Waldstrassenneubau im Kanton Schwyz**, Fobatec
- 27. Juni 2025: **Seilkranfachtagung**, Seilerei Langenthal, IBW Bildungszentrum Wald Maienfeld und WSL
- 3. September 2025 : **Optimisation de la desserte sur la base du MNT**, Fobatec



Herzlichen Dank für die Teilnahme!

Fachveranstaltung Forstliche Erschliessung