

Alpenflora im Wandel – auf historischen Spuren des Botanikers Andreas Kneucker im Berner Oberland und im Wallis

Maren Riemann

doi: 10.64134/carolinea/84.4.1-17

Kurzfassung

Ein bedeutender Teil der Herbarsammlung des Naturkundemuseums Karlsruhe geht auf die Arbeit von Andreas Kneucker (1862-1946) zurück. Als wissenschaftlicher Assistent des damaligen Botanik-Professors Just an der Technischen Hochschule und als Kustos für Botanik an den Badischen Landessammlungen für Naturkunde unternahm Andreas Kneucker zahlreiche botanische Reisen in die Alpen. In der Deutschen Botanischen Monatsschrift veröffentlichte Kneucker 1890-1893 in 10 Beiträgen eine knapp vierwöchige Reise durch die Schweizer Alpen im Sommer 1887 sowie weitere Exkursionen 1890 und 1891 (Kneucker 1890-1893). Diese Berichte liefern, wie auch seine erhaltenen Herbarbelege des Naturkundemuseums, wertvolle Einblicke in die damalige Schweizer Flora. Sie fungieren aber auch als spannendes Zeitdokument der damaligen Schweizer Landschaft, Gesellschaft und Kultur. Im Rahmen dieser Studie wurden der Reiseverlauf sowie die Wanderrouten von Kneucker detailliert rekonstruiert. Im Sommer 2024 wurde ein Großteil der von Kneucker zu Fuß zurückgelegten Strecke von ca. 380 Kilometern nachverfolgt. Dabei wurden die Veränderungen in Flora und Landschaft so umfassend, wie es mit der Datenlage möglich war, dokumentiert.

Abstract

Alpine Flora in Transition – Following in the Footsteps of Botanist Andreas Kneucker in the Bernese Oberland and the Valais

A significant portion of the herbarium collection at the Karlsruhe Museum of Natural History can be traced back to the work of Andreas Kneucker (1862-1946). As a research assistant to the then-professor of botany, Just, at the Technical University and as curator of botany at the Baden State Collections of Natural History, Andreas Kneucker undertook numerous botanical expeditions to the Alps. In the Deutsche Botanische Monatsschrift, Kneucker published a series of 10 articles detailing an almost four-week journey through the Swiss Alps in the summer of 1887, as well as further excursions in 1890 and 1891 (Kneucker 1890-1893). These reports, along with his preserved herbarium

specimens at the Natural History Museum, provide valuable insights into the Swiss flora of that time. They also serve as a fascinating historical record of the Swiss landscape, society, and culture of the era. As part of this study, Kneucker's itinerary and hiking routes were reconstructed in detail. In the summer of 2024, a large portion of the approximately 380-kilometre route that Kneucker covered on foot was retraced. In the process, changes in flora and landscape were documented as comprehensively as possible given the available data.

Autorin

Maren Riemann, Museum Luzern, Kasernenplatz 6, 6003 Luzern, Schweiz, E-Mail: maren.riemann@lu.ch

Einleitung

„Wer schon botanische Hochgebirgsfahrten unternommen hat, weiss, dass er auf die Liste seiner Ausrüstungsgegenstände manche Sachen zu setzen hat, die ein bloss luft- und naturkneipender Saisonreisender nicht braucht. 46 Nummern zählte meine Utensilienliste, und unter all' den nötigen Dingen nahmen meine gewaltige Botanisierbüchse nebst Zubehör, sowie die Pressen und das Trockenpapier nicht den geringsten Platz ein...“ (Kneucker 1890) (Abb. 1).

Eine knapp vierwöchige Reise führte Kneucker im Sommer 1887 durch das Berner Oberland und das Wallis, wo er zahlreiche Belege sammelte, aber auch die Landschaft, Menschen und Kultur in einem Reisebericht festhielt (Kneucker 1890-1893). Von der insgesamt 1830 km langen Reise legte Andreas Kneucker ca. 380 km zu Fuß zurück und bewältigte dabei insgesamt rund 12700 Höhenmeter.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Route, welche Kneucker zurückgelegt hat, rekonstruiert. Die Herbarbelege zusammen mit dem Reisebericht, in welchem Ort und Zeit der Belege nochmal detaillierter beschrieben wurden, sind wertvolle Zeitdokumente, um Kneuckers gelistete und gesammelte Pflanzen zu verifizieren. Die Belege bieten zudem die Möglichkeit, Veränderungen der Landschaft, der Blühphänologie und



Abbildung 1. Andreas Kneucker. – Nach einer Fotografie aus dem Nachruf von Bürgelin (1947). – Alle Fotos: M. Riemann, sofern nicht anders angegeben.

der Höhenstufe einzelner Arten über einen recht langen Zeitraum zu dokumentieren.

Im Sommer 2024 wurde ein großer Teil des 380 km langen Fußmarsches, den Kneucker unternahm, abgewandert. Die heutige Flora sowie die Landschaft wurden mit seinen Beschreibungen und Belegen verglichen. Auch die dramatischen Veränderungen in der subalpinen und alpinen Stufe, die mit dem Gletscherrückgang einhergehen, werden in dieser Arbeit behandelt.

In der Wissenschaft ist es unbestritten, dass sich das Klima aufgrund der Treibhausgasemissionen ändert. Das Alpenland Schweiz ist durch die Geografie von der Klimaerwärmung besonders betroffen, derzeit liegt das Klimamittel in 3000 m Höhe bereits 3 °C über dem vorindustriellen Durchschnitt (<https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klimawandel.html>). Entscheidende Faktoren für das Wachstum von Pflanzen sind die Temperatur und die Dauer der Schneebedeckung. Die Zunahme der Artenzahl der Gipfelregionen der nördlichen Alpen aufgrund steigender Temperaturen wurde schon sehr früh dokumentiert (Braun-Blanquet 1955, Grabherr et al. 1994). Durch die mit dem Klimawandel verbundene

Gletscherschmelze entstehen neue Lebensräume. Gebirge können daher als wichtige Refugialräume dienen, sie ermöglichen Pflanzen bei Klimaveränderungen ein Ausweichen innerhalb kurzer Distanzen (Scherrer & Körner 2011).

Sehr großen Einfluss auf die Biodiversität üben Faktoren wie Verlust und Fragmentierung von Lebensräumen durch Bebauung und Umnutzung von landwirtschaftlichen Flächen aus. Mancherorts erfolgte, durch Aufgabe der alpwirtschaftlichen Nutzung, eine artenarme Verbuschung mit Grünerle (*Alnus viridis*) und anderen subalpinen Kleinsträuchern. Die Folge ist das Verschwinden artenreicher subalpiner Weideflächen. Auch ein Aufkommen des Waldes wird durch die dichte Verbuschung schwer bis unmöglich (Hiltbrunner et al. 2014).

Negativ auf die Vielfalt der Lebewesen wirken sich zusätzlich die Einträge von atmosphärischem Stickstoff, Pestiziden und Düngemitteln aus. Sie fördern das Wachstum von raschwüchsigen, konkurrenzstarken Arten. Auf magere Standorte spezialisierte, aber konkurrenzschwächere Arten werden verdrängt (Roth et al. 2013). Um die Auswirkungen auf die Pflanzenwelt der gelisteten Faktoren zu dokumentieren, wurden Sammlungen aus Herbarien in den letzten Jahren als wertvolle Quelle wiederentdeckt. Die Digitalisierung der Herbarien ermöglicht einen breiten Zugriff auf die Belege und somit die Möglichkeit, eine größere Anzahl von Belegen zu bearbeiten (Lang et al. 2019). Eine solche Quelle liefern die Belege und Berichte von Andreas Kneucker, der im 19. und dem beginnenden 20. Jahrhundert die Alpen fast jährlich bereiste. Kneucker hat, im Gegensatz zu vielen anderen, seine Belege professionell dokumentiert. In fast all seinen Herbarbelegen dieser Reise hat Kneucker eine Höhenstufe und eine recht genaue Ortsangabe eingetragen, was seine Sammlung besonders wertvoll macht.

Folgende Fragestellung wurde mit dieser Arbeit verfolgt: Wie haben sich Landschaft und Kultur entlang der Route Kneuckers seit seiner Reise vor 137 Jahren verändert?

Material und Methoden

Literaturauswertung

Andreas Kneucker publizierte seine knapp vierwöchige Reise im Sommer 1887 durch das Berner Oberland und das Wallis in der Deutschen Botanischen Monatsschrift (gegründet 1883 von Prof. Gotthold Leimbach) in 10 Beiträgen zwischen

1890 und 1893. In die Beiträge flossen auch Artenlisten weiterer Alpenreisen von 1890 und 1891 ein. Die einzelnen Beiträge wurden zu einem Reisebericht zusammengefasst (Maren Riemann, unveröffentlichte Daten). Sofern es möglich war, wurden für die von Kneucker genannten Taxa die derzeitigen Synonyme entsprechend World Flora Online (<https://www.worldfloraonline.org/>) herausgesucht und die Nomenklatur entsprechend angepasst. Die Funddaten und genannten Taxa wurden mit den Daten von InfoFlora (<https://www.infoflora.ch/de/>) verglichen. Bei einigen wenigen Arten war es nicht möglich, die aktuellen Namen herauszufinden, da die genannten Taxa in keiner Datenbank gelistet waren und auch kein Herbarbeleg aufzufinden war. Diese flossen nicht in die Auswertung ein. Der Reisetext wurde, um die Lesbarkeit zu vereinfachen, in der Rechtschreibung geringfügig angepasst.

Geografische Ausarbeitung

Anhand der Texte Kneuckers wurde die gesamte Reisstrecke ermittelt. Die zu Fuß zurückgelegten Strecken wurden mittels der App Alpenverein Aktiv ermittelt (Topografische Karte 1:25.000) (<https://www.alpenvereinaktiv.com/de/>). Die Wanderroute wurde unter Verwendung von QGIS (QGIS Development Team 2024) in Kartenmaterial eingetragen und nachgezeichnet. Die möglichst exakte Ermittlung des Streckenverlaufs erfolgte auf Grundlage historischer Karten von Maps of Switzerland – Swiss Confederation (<https://map.geo.admin.ch/>).

Exkursion entlang der überlieferten Strecke (2024)

Für die Exkursion im Sommer 2024 wurden die Wegabschnitte zu Fuß begangen, deren Verläufe noch weitgehend mit denen Kneuckers identisch sind. Hierzu wurden alte Landeskarten der Schweiz aus dem Jahr 1887 mit aktuellen topografischen Karten der Schweiz verglichen (<https://map.geo.admin.ch/>). Nicht mehr begehbar waren Strecken, die zwischenzeitlich eine stark befahrene Straße sind, von Stauseen geflutet oder anderweitig verbaut wurden. Das betrifft überwiegend die Talsohlen, sodass die Exkursion im Sommer 2024 vor allem auf die subalpine und alpine Zone konzentriert war.

Fotografische Dokumentation

Die Veränderungen der Landschaft wurden während der Exkursion fotografisch professionell dokumentiert. Entlang der Exkursionsroute wurden

Gletscherstand, Zustand des Waldes und andere Gegebenheiten der Landschaft fotografisch festgehalten. Als Vergleich zu den aktuellen Aufnahmen wurden Archivbilder herangezogen, unter anderem aus dem Bildarchiv der ETH Zürich (<https://ba.e-pics.ethz.ch/>).

Auswertung der gelisteten Arten

Im Anschluss wurde ermittelt, welche der Arten an den entsprechenden Orten wiedergefunden wurden und welche nicht. Als Datengrundlage wurde dafür nicht nur die Liste der Exkursion von 2024 herangezogen, sondern auch die Artenlisten der Rasterquadrate von 5 km × 5 km, die sich bei InfoFlora herunterladen lassen.

Ergebnisse

Geografische Ausarbeitung

Die gesamte Reise hatte eine Länge von ca. 1830 km, wovon ca. 1220 km mit dem Zug, ca. 200 km mit dem Dampfer, ca. 30 km mit Kutsche und Postwagen und ca. 380 km zu Fuß absolviert wurden (Tab. 1). Die marschierten Strecken Kneuckers betrug zum Teil mehr als 40 km pro Tag und oftmals wurden an einem Tag 1500–2000 Höhenmeter überwunden. Während dieser langen Touren hat Kneucker seine Pflanzen gesammelt und dokumentiert (Abb. 2, Tab. 2). Um die Strecken zu bewältigen, ist Andreas Kneucker regelmäßig bereits vor 4 Uhr morgens losmarschiert und oft erst nach Eintreten der Dunkelheit in der Unterkunft angekommen.

Tabelle 1. Zurückgelegte Kilometer der knapp vierwöchigen Schweizreise von Andreas Kneucker 1887.

Kilometer insgesamt	ca. 1830
Kilometer mit dem Zug	ca. 1220
Kilometer mit dem Dampfer	ca. 200
Kilometer mit Kutsche/Postwagen	ca. 30
Kilometer zu Fuß	ca. 380

Auswertung der gelisteten Arten

Andreas Kneucker notierte während der knapp vierwöchigen Reise 1887 sowie während zweier weiterer Exkursionen in den Jahren 1890 und 1891 insgesamt 744 Funddaten, verteilt auf 460 verschiedene Arten. Kneucker hat überwiegend in der subalpinen und alpinen Stufe gesammelt, daher haben sich die nachgewanderten Strecken 2024 entsprechend auch auf die oberen Höhenstufen konzentriert (Abb. 3). In der kollinen und montanen Stufe exis-

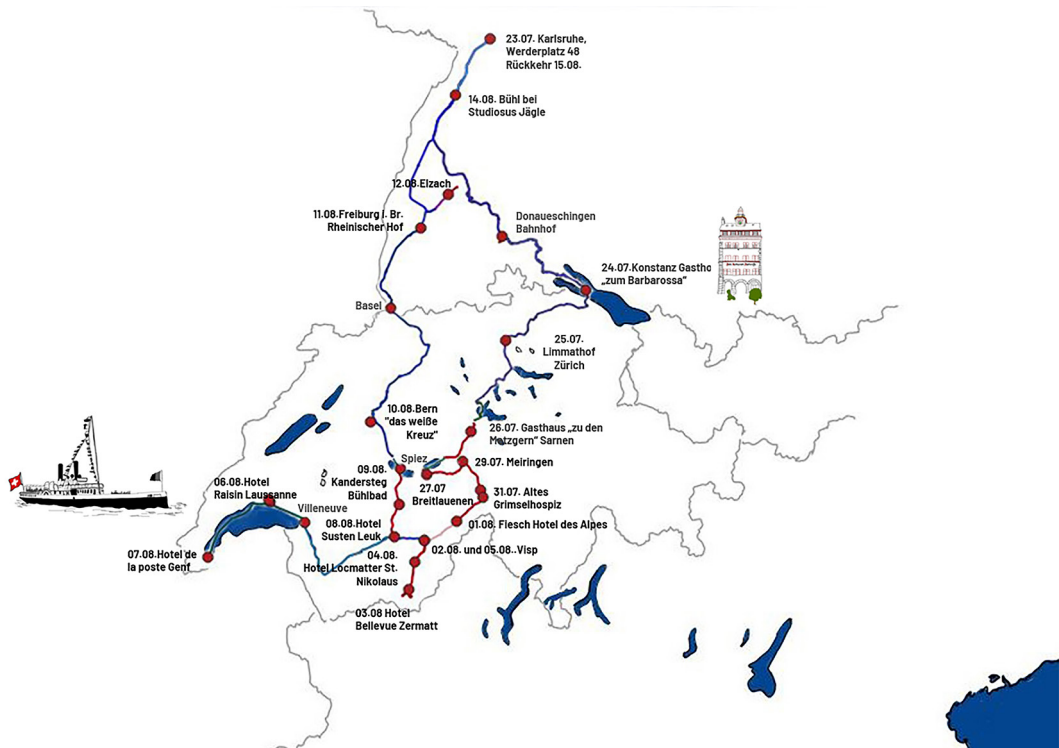


Abbildung 2. Reiseroute von Andreas Kneucker: Zugfahrten: blau; Dampferfahrten: grün; Fußmärsche: rot.

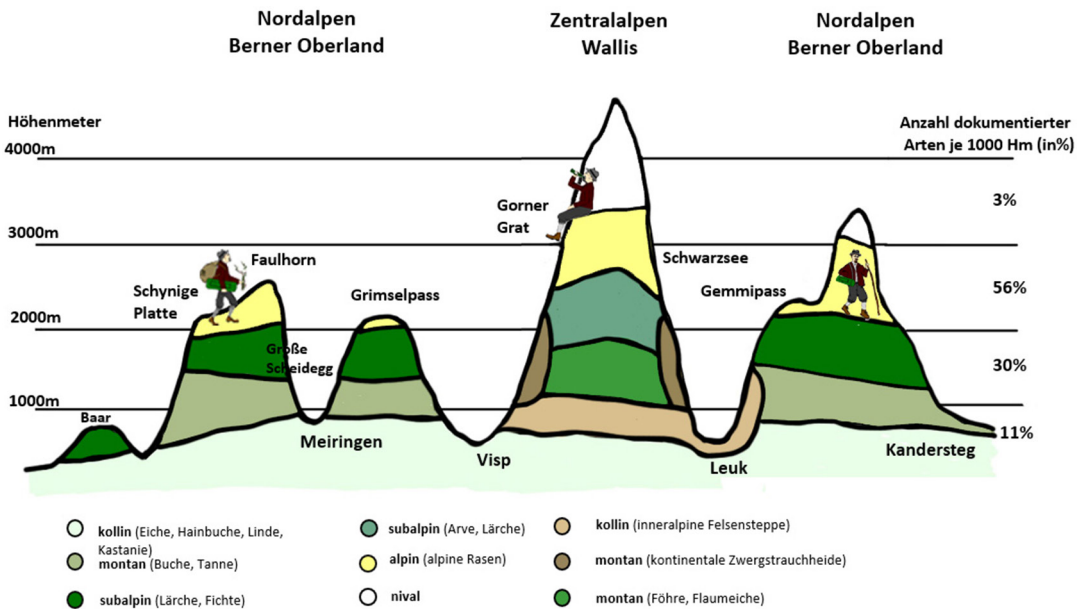


Abbildung 3. Höhenstufenprofil der Exkursion von 1887 und Prozentanteil der in der jeweiligen Höhenstufe gesammelten Arten (frei nach Ellenberg 1996).

Tabelle 2. Ermittlung der einzelnen zu Fuß zurückgelegten Etappen Kneuckers bei der Exkursion 1887 (ermittelt mit <https://www.alpenvereinaktiv.com/de/>).

Strecke	km (ca.)	Höhen- meter Anstieg (ca.)	Abstieg (ca.)
Donaueschingen – Hüfingen	7	26	6
Alpnach – Sarnen	7	30	14
Sarnen – Brienz	35	1150	1055
Interlaken – Breitlauenen	8	980	30
Breitlauenen – Rouft	2	60	60
Berggasthaus Breitlauenen – Meiringen	40	1620	2560
Meiringen – Grimselhospiz	28	1420	200
Grimselhospiz – Fiesch (Rhonetal)	40	784	1500
Fiesch – Visp	29	235	630
Visp – St. Niklaus	20	760	320
Zermatt – Gornergrat – Zermatt	22	1580	1585
Zermatt – Furggletscher – Zermatt	17	1230	1230
Zermatt – Visp	40	300	1270
Leuk – Kandersteg	36	2040	1580
Kandersteg – Spiez	29	215	800
Waldkirch – Kastelburg	4	100	100
Elzach – Oberprechtal	16	140	140
Wanderungen gesamt	380	12670	13080

tieren vielerorts die von Kneucker benutzten Saumwege nicht mehr. Dies führte ebenfalls dazu, dass sich die Tour 2024 größtenteils auf die oberen Höhenstufen konzentrierte. Die 2024 gesichteten Pflanzen wurden mit der Flora Helvetica (Lauber et al. 2012), mit der dazugehörigen App und der Flora vegetativa (Eggenberg & Möhl 2020) bestimmt.

Betrachtung der einzelnen Etappen

Zur besseren Übersicht wurde die Route mit folgenden Überschriften in Abschnitte gegliedert:

1. Mit dem Zug über die Baar nach Zürich und weiter ins Berner Oberland
2. Durch das Berner Oberland: über die Schynige Platte und das Faulhorn nach Meiringen
3. Über den Grimselpass ins Wallis
4. Durch das Rhonetal bis nach Zermatt
5. Exkursionen zum Gornergrat und Schwarzsee

6. Ausflug nach Genf
7. Abschied vom Wallis: über den Gemmipass zurück ins Berner Oberland
8. Rückreise nach Karlsruhe

1. Mit dem Zug über die Baar nach Zürich und weiter ins Berner Oberland

Die Reise startete in Karlsruhe am 23.7.1887 mit dem Zug Richtung Konstanz am Bodensee. In Donaueschingen legte Kneucker einen Zwischenstopp ein, um mit seinen Freunden Karl Engesser, der mit 73 Jahren schon recht betagt war, dem damals erst 22-jährigen Hermann Zahn, der sich als Hieracien-Experte einen Namen machte, und dem Hofgärtner Kirchhoff eine kleine Exkursion auf der Baar nach Hüfingen zu unternehmen (Dienst et al. 2004). Schon damals war die Region um Hüfingen bekannt für ihre interessante Vegetation, insbesondere für das Vorkommen des Frauenschuhs (*Cypripedium calceolus*), was mehrere Belege Kneuckers im Herbarium in Karlsruhe belegen. In Konstanz traf er Friedrich Wilhelm Vulpus, der mit seinen bereits 86 Jahren als erfahrener Alpenreisender ein großes Vorbild für Kneucker war. Einen Großteil seiner Reiseroute wählte Kneucker auf Anraten von Vulpus, der bereits Mitte des 19. Jahrhunderts das Wallis und das Berner Oberland bereiste (Vulpus 1863, 1870). Da die meisten Bergbahnen und Gondeln erst mit Beginn des 20. Jahrhunderts gebaut wurden, legte Kneucker 1887 fast alle Strecken im Gebirge zu Fuß zurück.

Seine Unterkunft in Konstanz war das traditionsreiche Hotel Barbarossa, das auch heute noch besteht (Abb. 4). Am nächsten Morgen fuhr er weiter mit dem Zug nach Zürich. Seine nächste Station, Sarnen, erreichte er auch mit dem Zug, wobei er zwischen Luzern und Alpnach den Vierwaldstättersee mit dem Dampfer Helvetica überquerte. Von Alpnach nach Sarnen ging es zu Fuß weiter. Am darauffolgenden Tag folgte die erste größere Wanderung über den Brünigpass nach Brienz. Am Fuß des Brünigpasses durchquerte Kneucker das frisch von einem Erdrutsch zerstörte Lungern. Mit Dampfer und Zug ging es weiter über den Brienzer See nach Interlaken. Von dort startete die große, mehrtägige Wanderoute.

2. Durch das Berner Oberland: über die Schynige Platte und das Faulhorn nach Meiringen

Im Herzen des Berner Oberlandes wanderte er zunächst nach Breitlauenen. Das Gasthaus, in dem



Abbildung 4. Gasthof zum Barbarossa in Konstanz, 1874 von Martin Miehle gegründet und heute von seinem Ururenkel Florian Miehle und dessen Frau Christiane bewirtet.

Kneucker übernachtete, ist noch genauso erhalten und bietet weiterhin Übernachtungsmöglichkeiten an (Abb. 5). Am nächsten Tag wanderte er mehr als 40 km über die Schynige Platte, bestieg das 2680 m hohe Faulhorn (1620 Höhenmeter Anstieg), wanderte weiter zur Großen Scheidegg und von dort, am Reichenbachfall vorbei, nach Meiringen (ca. 2500 Höhenmeter bergab). Durch einzelne Kommentare Kneuckers über dort vorkommende Arten lassen sich gewisse Rückschlüsse ziehen: „Ein Gast der Pension Breitlauenen hatte gestern auf seinem Hute die Blüten von *Paradisea liliastrium* Bert. stecken, die er kurz vor dem Sägis gefunden haben wollte, wir suchten jedoch vergebens danach.“ (Kneucker 1890). Wandert man heute über den Zwiefällgrat, ist die Wiese weiß getüncht mit den großen Trich-



Abbildung 5. Das Berggasthaus Breitlauenen sieht heute noch aus wie 1887, als Kneucker dort übernachtete.

terblüten der Paradieslilie (*Paradisea liliastrium*), sie ist durchaus typisch für die hiesige Rostseggenhalde (*Caricion ferrugineae*) (Abb. 6). Die der Gesellschaft den Namen gebende Rostsegge (*Carex ferruginea*) dokumentiert Kneucker bereits auf etwa 1500-1600 m, dort, wo heute überwiegend Pflanzen der montanen Höhenstufe zu finden sind. Stellenweise flächendeckend ist die Wiese heute mit Klappertopf (*Rhinanthus alectorolophus*) bedeckt. Kneucker hat keine Klappertopfart erwähnt.

Als interessante Pflanze listet Kneucker *Trifolium spadiceum* L. am Zwiefällgrat auf, eine Art, die eigentlich nur in der Westschweiz vorkommt. Eine Überprüfung des dazugehörigen Herbarbeleges zeigte jedoch, dass es sich um den häufig vorkommenden Braun-Klee (*Trifolium badium*) handelt. Im deutschen Online-Florenwerk FloraWeb (<https://www.floraweb.de/>) werden beide Arten auch als Synonym gelistet.

Am Faulhorngipfel beschreibt Kneucker einen Fund von *Soldanella pusilla* (Kleines Alpenglück-



Abbildung 6. Weiß getüncht ist die Wiese unterhalb des Zwiefällgrates mit zahlreichen Blüten der Paradieslilie (*Paradisea liliastrium* Bert.).



Abbildung 7. Alpen-Troddelblume (*Soldanella alpina* L.) schmilzt sich durch den Schnee im Schneetälchen am Faulhornabhang.

chen), einer Art, die sauren Untergrund bevorzugt. Bei der Tour 2024 steckte aber nur *Soldanella alpina* (Großes Alpenglöckchen) seine Köpfchen durch die noch recht dicke Schneedecke (Abb. 7). *Soldanella pusilla* wurde in FlorApp am Faulhorn (Quadrant 640/165) 2019 das letzte Mal eingetragen (InfoFlora).

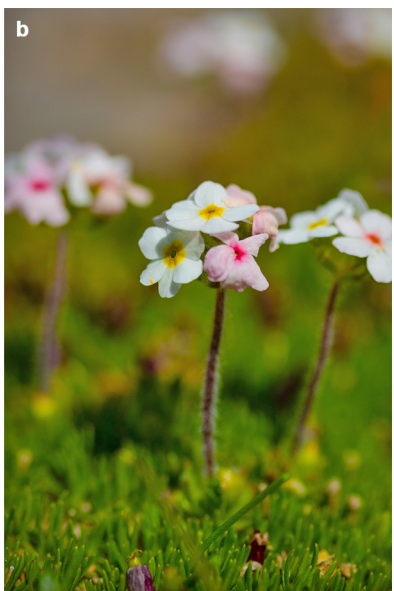
An gleicher Stelle, an der Kneucker *Androsace chamaejasme* (Bewimperter Mannsschild) gefun-

den hat, wurde 2024 die Art ebenfalls fotografiert (Abb. 8, PHAN-KR00219556). Der überwiegend basische Untergrund lässt diese kalkliebende Art hier auch vermuten. Man findet am Faulhorn durchaus auch vikariierende Partner kalkholder Arten. Beispielsweise wurde der Stumpfblättrige Mannsschild (*Androsace obtusifolia*) bei beiden Exkursionen 1887 und 2024 am Faulhorn dokumentiert (Abb. 9, PHAN-KR00219251). Mit einem Ellenberg-Reaktionswert von 1 ist *Androsace obtusifolia* eigentlich eine kalkmeidende Art (<https://www.floraweb.de/>).

3. Über den Grimselpass ins Wallis

Von Meiringen ging es steil bergauf zum alten Grimsel Hospiz, welches heute im Grimselstausee versunken ist (Abb. 10). Die 114 m hohe Staumauer wurde 1932 fertiggestellt. Derzeit wird eine neue Staumauer vor der alten erbaut. Dabei ist bislang eine gleich hohe Mauer vor der alten erstellt worden. Geplant ist aber eine neue Staumauer, welche die alte um 23 Meter überragen soll. Damit wird das Volumen des Sees um weitere 75 Mio. m³ (79 %) vergrößert (KWO 2025). Durch die Großbaustellen ist nur ein kümmerlicher Rest des Saumweges von Kneuckers Originalstrecke in Höhe der Stauseen entlang

Abbildung 8. a) PHAN-KR00219556, Beleg des Bewimperten Mannsschildes (*Androsace chamaejasme* Wulfen), gesammelt am Faulhornabhang am 28.7.1887 von Andreas Kneucker; b) die gleiche Art am Faulhornabhang, aufgenommen am 23.7.2024.



Androsace chamaejasme WULFEN
Im Sägistal am Faulhornabhang 23.07.2024
lg. Maren Riemann



Abbildung 9. a) PHAN-KR00219251, Beleg des Stumpfblättrigen Mannsschildes (*Androsace obtusifolia* All.), gesammelt an der Faulhornspitze am 28.7.1887 von Andreas Kneucker; b) die gleiche Art kurz unterhalb des Gipfels an einer schneefreien Stelle am 23.7.2024.

des Räterichsbodensees erhalten geblieben (Abb. 11). Oberhalb des Sees liegt das Chessibidmer Flachmoor (1848 m) in einer Landschaft mit markant rund geschliffenen Felsen, welche eine einzigartige Rundhöcker-Moorlandschaft bilden. Diese wurde im Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung aufgenommen und unter Schutz gestellt. Schon Kneucker hat sich hier der Moorpflanzen erfreut. Als Spezialist für Cyperaceen kam er hier voll auf seine Kosten.

Allerdings beschreibt er seine Funde bereits ca. 350 Höhenmeter unterhalb, auf der Höhe des Handeggfalls (1492 m): „Schon ziemlich nah am Handeggfalle empfängt die Aare kleine Rinnsale mit kristallklarem Wasser, das besonders links des Pfades sumpfige Stellen bildet, die von interessanten Cyperaceen besiedelt werden. *Carex pauciflora* Lightf. ist überreif und trägt noch einen schlaff abwärts gerichteten Fruchtschlauch. *Carex irrigua* Sm. (syn. *Carex magellanica* subsp. *irrigua*) hingegen mit ihren hängenden bunten Ähr-

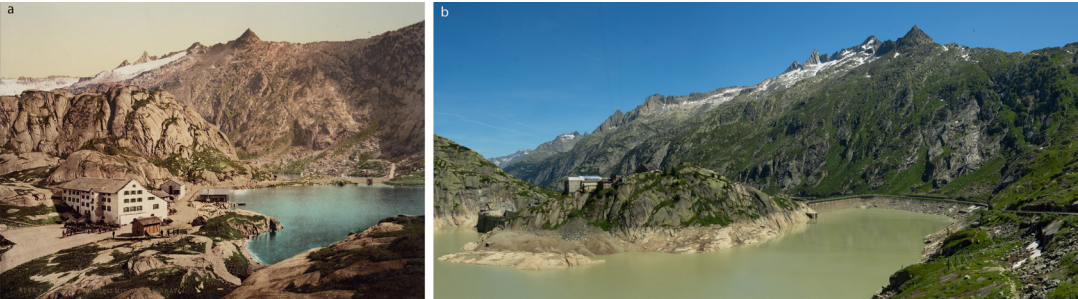


Abbildung 10. a) das Grimselhospiz 1885; b) das neue Grimselhospiz 2024. Mit dem Bau des Stausees 1932 wurde das alte Hospiz im See versenkt. Bildnachweis a): ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Ans_05134-012-AL-FL.



Abbildung 11. Der Saumweg durch das Rundhöckermoor Chessibidmer oberhalb des Räterichsbodensees unterhalb des Grimselpasses dürfte noch etwa so aussehen, wie Kneucker ihn 1887 vorgefunden hat.

chen ist in ihrer schönsten Entwicklung (Abb. 12), ebenso *Scirpus caespitosus* L. (syn. *Trichophorum cespitosum*) und *Scirpus pauciflorus* Lightf. (syn. *Eleocharis quinqueflora*)“ (Kneucker 1890). Die Flachmoorgesellschaften, die Kneucker hier beschreibt, existieren heute unterhalb des Handeggfalls nur noch rudimentär am Wegrand. Man kann aber alle hier von Kneucker genannten Arten im Naturschutzgebiet Chessibidmer, also ca. 350 m höher, noch immer finden. Über den Grimselpass querte er die Kantonsgrenze ins Wallis, wo er die Flora im Gletschervorfeld des Rhonegletschers bei Gletsch inspizierte und dann weiter ins Rhonetal bis nach Fiesch hinabstieg. Schaut man die drastische Veränderung der Landschaft durch den Gletscherrückzug an, ist es verwunderlich, dass man überhaupt noch die ein oder andere Art findet, die auch Kneucker seinerzeit an dieser Stelle dokumentiert hat (Abb. 13). Hierzu gehören *Gentiana nivalis* und *Carex magellanica* subsp. *irrigua*, auch 1887 offensichtlich schon eine Besonderheit. Die nächste Strecke von Fiesch nach Visp fehlt in den Aufzeichnungen.

4. Durch das Rhonetal bis nach Zermatt

Von Visp im Rhonetal ging es für Kneucker durch die kontinentale Zwergstrauchheide, wo „der Seifstrauch (*Juniperus sabina* L.) die Luft mit ihrem Gestank erfüllt“ (Kneucker 1893), bis hinauf nach Stalden und weiter bis nach St. Niklaus. Das Tal wird zwischenzeitlich von einer Autobahn

gekreuzt und von einer breitspurig ausgebauten Kantonsstraße durchzogen. Die Strecke zwischen St. Niklaus und Zermatt war 1887 die einzige im Tal mit ausgebautem Fahrweg, auf dem Kutschen Touristen nach Zermatt kutschierten. Auch Kneucker hat sich diesen Luxus gegönnt. Ein interessanter Aspekt, wenn man bedenkt, dass heutzutage genau dieser Abschnitt autofrei ist und Zermatt nur mit dem Zug erreicht werden kann.

Die Arten, die Kneucker zwischen Visp und Stalden dokumentiert hat, sind typisch für die im Rhonetal vorkommende inneralpine Felsensteppe (*Stipo-Poion*) und die Kontinentale Zwergstrauchheide (*Juniperion sabinae*). Dazu



Abbildung 12. Eine der Cyperaceen, die auch Kneucker als besonderen Fund deutete: *Carex magellanica* subsp. *irrigua* (syn. *Carex irrigua*).



Abbildung 13. a) Rhonegletscher, Gletschertor 1910; b) die junge Rhone und der Gletscherschliff von 2024. Auf beiden Bildern kann man gut die Furkapassstraße mit dem Hotel Belvedere erkennen. Bildnachweis a): ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Hs_1458-GK-B000-0000-0012-F.

zählen unter anderem das Aschgraue Fingerkraut (*Potentilla cinerea*), der Kichererbsen-Tragant (*Astragalus cicer*), der Schneeballblättrige Gänsefuß (*Chenopodium opulifolium*) oder das Pfriemgras (*Stipa capillata*). Kneucker listet in seinem Bericht zwischen Visp und Stalden 48

Arten auf, wovon heute 20 als potenziell gefährdet oder gefährdet eingestuft sind, *Chenopodium vulvaria* gilt als stark gefährdet, *Chenopodium opulifolium* ist in der Schweiz ausgestorben (Bornand et al. 2016). Wenn man aber die Hänge rechts und links des bebauten Tals Richtung

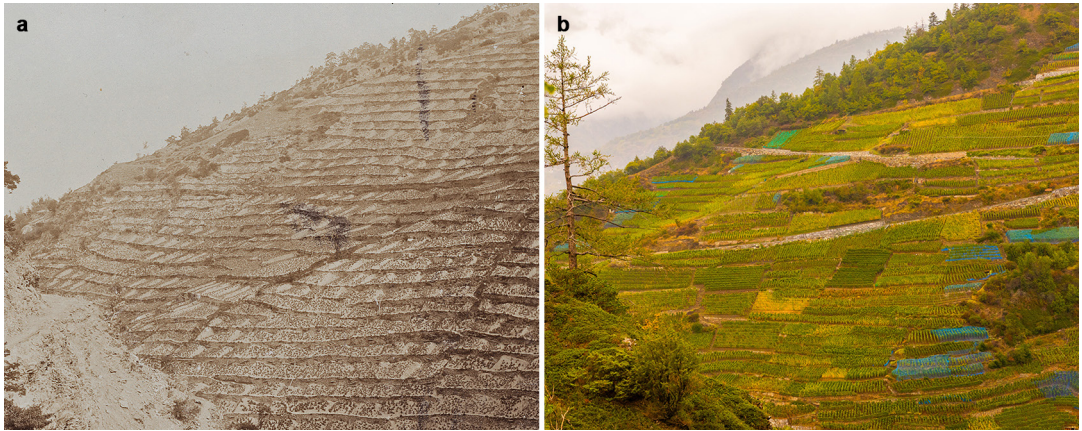


Abbildung 14. Die steilen Rebterrassen von Visperterminen, die sich in den letzten 120 Jahren kaum verändert haben. a) Rebterrassen 1903; Bildnachweis a): ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Hs_1360-0022; b) die nach wie vor schmalen Terrassen 2024.

Visperterminen oder Moosalp betrachtet, kann man fast alle diese Seltenheiten noch entdecken. Nicht nur einmal lobt Kneucker auf seiner Reise den Walliser Wein: „Im Hotel Furka in Oberwald erhielten wir billiges und gutes Mittagessen und tranken einen ausgezeichneten Walliser.“ (Kneucker 1893). Sicherlich war darunter auch ein Heida, der damals wie heute an den Hängen des Rhonetals kultiviert wird. Heida ist ein AOC-zertifizierter Walliser Wein aus autochthonen Savagnin-blanc-Reben. In Visperterminen finden sich noch die höchsten Weinberge der Nordseite des Alpenhauptkamms (bis 1150 m). Die Rebzeilen hier befinden sich nahezu noch in ihrem ursprünglichen Zustand. Da die schmalen, steilen und sehr steinigen Rebzeilen sehr mühsam zu bearbeiten sind, konnten sie nur durch den Verkauf an engagierte Hobby-Winzer erhalten bleiben. Trauben werden in einer Genossenschaft weiterverarbeitet und es lohnt sich auch heute ein Besuch dieser einzigartigen Reblandschaft (Abb. 14).

In Zermatt eingetroffen, unternahmen Kneucker und sein Begleiter noch eine kleine botanische Erkundungstour. Er sammelte hier Edelweiß (*Leontopodium alpinum* Cass.), von dem er schreibt, dass dieses nur an schwer zugänglichen Stellen zu finden sei. Tatsächlich stellt das Edelweiß eine der ersten Erfolgsgeschichten des Naturschutzes dar. Als Alpen-Symbolpflanze schlechthin wurde das aus dem Himalaya stammende und erst seit den Eiszeiten eingewanderte Edelweiß durch den aufkommenden Tourismus im 19. Jahrhundert stark dezimiert. Die Problematik wurde frühzeitig erkannt und das Edelweiß bereits 1886 un-

ter strengen Schutz gestellt. Heutzutage ist das Edelweiß in den Kalkalpen keine Seltenheit mehr und ziert typischerweise die alpinen Blaugrashalden (Abb. 15).

5. Exkursionen zum Gornergrat und Schwarzsee

Am nächsten Morgen bestieg Kneucker den 3135 m hoch gelegenen Gornergrat. Nur wenige Jahre später (1898) wurde die Gornergratbahn errichtet, mit der man heute bequem die Gletscherwelt erreichen kann, ohne sich nur im Geringsten anstrengen zu müssen. Heutzutage ist der Gornergrat daher ein Magnet für Touristen aus aller Welt. Die Erkundung der alpinen Flora zwischen Gornergrat und dem etwas weiter unten gelegenen Riffelsee war und ist nach wie vor ein Höhepunkt



Abbildung 15. Glücklicherweise keine ausgesprochene Seltenheit mehr: Das Edelweiß (*Leontopodium alpinum* Cass.) fühlt sich auf den Walliser Blaugrashalden wohl.

eines jeden Pflanzenliebhabers und jeder Pflanzenliebhaberin. Auf dem Gornergrat befindet sich eine Wetterstation und die Messdatenreihe zeigt, dass hier die Erhöhung der durchschnittlichen Jahrestemperatur seit der Industrialisierung bereits 2,9 °C beträgt; die Jahresdurchschnittstemperatur liegt am Gornergrat derzeit bei +0,2 °C (https://www.meteoblue.com/de/climate-change/gornergrat_schweiz_2660554). In Anbetracht dieser Durchschnittstemperatur erstaunt es, dass die Felsen noch verhältnismäßig dünn besiedelt sind. Besondere Pflanzen, wie die in den Westalpen endemische Gletscher-Edelraute (*Artemisia glacialis*, Abb. 16), gediehen 1887, ebenso wie im August 2024, auf dem Gornergrat. Für den Seggenliebhaber Kneucker war der Riffelsee ein weiterer Höhepunkt. Auch heute noch findet man beispielsweise die seltene Zweifarbige Segge (*Carex bicolor*) dort (Abb. 17). Allerdings ist der See auch ein touristischer Magnet, mit dem berühmten In-



Abbildung 16. Die Gletscher-Edelraute *Artemisia glacialis* L. auf dem Gornergrat. Sie steht in der Schweiz auf der Vorwarnliste.



Abbildung 17. Am Riffelsee findet man die Zweifarbige Segge (*Carex bicolor* All.) noch heute, wie schon Kneucker 1887.

stagram-Motiv des sich spiegelnden Matterhorns im See. Die Schwemmufervegetation wird dadurch extrem unter Druck gesetzt (Abb. 18).

Tags darauf wanderte Kneucker zum Schwarzsee (2552 m) und zum Furggletscher am Fuß des Hörnligrates. Der Hörnligrat ist der Nordostgrat des Matterhorns, auf dem die Normalroute zum Gipfel entlangführt. Kneucker erwähnt in seinem Bericht die Kapelle Maria zum Schnee am Schwarzsee. In dieser Kapelle hat 1852 Friedrich Wilhelm Vulpus übernachtet, um gleich früh morgens direkt bei seiner geliebten Alpenflora zu sein. Die Kapelle steht noch und kann besucht werden (Abb. 19, Vulpus 1863). Das „ewige“ Eis des Furggletschers, der seinerzeit noch bis zum Schwarzsee reichte, ist dagegen bis auf einen kläglichsten Rest abgeschmolzen (Abb. 20). Durch das eisfrei gewordene Gletschertal führt heutzutage ein Wanderweg, an dem Pflanzen entdeckt werden können, die das neue Areal bereits erobert haben. Einige dieser Pionierpflanzen haben sich bereits im Gletschergrund bis zum Trockenen Steg (2929 m) hochgearbeitet. Am Theodulgletschersee (2851 m) blühten *Achillea nana*, *Campanula cochleariifolia*, *Veronica bellidoides*, *Cerastium uniflorum*, *Linaria alpina* und *Saxifraga aizoides*. Schon verblüht waren *Saxifraga oppositifolia* und *Saxifraga biflora*. In unmittelbarer Nähe des Furggsees standen unter anderem *Campanula cenisia*, *Herniaria alpina*, *Gnaphalium hoppeanum* und *Carex maritima* in der Schwemmebene. Zwischen Schwarzsee und Zermatt lassen sich noch heute die Raritäten finden, die auch Kneucker schon entdeckt hat. Dazu zählen isolierte Vorkommen von *Tofieldia pusilla* und *Trichophorum pumilum*.

6. Ausflug nach Genf

Die weitere Reise war eher touristischer Natur: Kneucker besuchte seinen Freund Jacques Pischl in Lausanne, besichtigte die Stadt und reiste dann weiter mit dem Dampfer nach Genf. In Genf besichtigte er die Stadt und den botanischen Garten.

7. Abschied vom Wallis: über den Gemmipass zurück ins Berner Oberland

Eine letzte große Bergtour führte Kneucker von Leuk im Rhonetal nach Leukerbad, welches auch damals schon mit seinen Thermalquellen zahlreiche Kurtouristen anlockte.

Noch im Rhonetal, auf dem Weg zwischen Susten und Leuk, notierte Kneucker wieder einige Pflanzen der inneralpinen Felsensteppe (*Sti-*



Abbildung 18. Der Riffelsee ist bequem mit der Gornergratbahn zu erreichen und daher ein beliebter Instagram-Spot. Das Flachmoor wird durch den Massentourismus unter Druck gesetzt.

po-Poion), eine Pflanzengesellschaft, die durch die dichte Besiedelung des Rhonetals zurückgedrängt wurde: „Rechts der Straße wurde unsere Aufmerksamkeit gefesselt durch rosettenartig ausgebreitete, blau bereifte Büsche; es war das seltene *Telephium imperati* L., welches nebst der silbergrauen *Artemisia vallesiaca* und *Alsine jacquini* (syn. *Minuartia rubra*) die felsigen, sonst steilen, trockenen Stellen bewohnte.“ (Kneucker 1893). Interessant ist, dass Kneucker diese Arten bereits damals als „selten“ bezeichnet. Diese Pflanzengesellschaft hatte auch schon im 19. Jahrhundert nur eine kleine, auf das Rhonetal begrenzte Verbreitung. Wie schon die am Eingang des Vispertals gelisteten Arten sind auch diese Arten auf der Roten Liste der Schweiz als potenziell gefährdet oder gefährdet eingestuft. Der Gemmipass war zu Kneuckers Zeit noch ein karges Gebiet aus Gletscherschliffen mit alpiner Flora (Abb. 21).

Heute wirkt die Umgebung um den Daubensee deutlich grüner, und kurz oberhalb davon wachsen auf 2200 m bereits größere Gehölze wie

beispielsweise *Pinus cembra* und *Pinus mugo*. Am Hotel Schwarenbach (2000 m), welches zu Kneuckers Zeiten bereits existierte, wächst 2024 sogar *Verbascum thapsus*, eine Art, die in dieser Höhe doch noch recht ungewöhnlich ist. Kneucker und sein Begleiter wanderten noch bis nach Kandersteg und legten damit nochmal an einem Tag die außerordentliche Strecke von ca. 36 km Länge und über 2000 Höhenmeter zurück.

8. Rückreise nach Karlsruhe

Die Rückreise führte über Bern und Basel, wo er Herrn Sommer, Assistent des großherzoglichen botanischen Gartens Karlsruhe, traf. Herr Sommer kehrte ebenfalls von einer botanischen Reise ins Berner Oberland nach Hause zurück. Kneucker hatte in Freiburg sogar die Gelegenheit, einen Blick in das Döll'sche Herbarium zu werfen, welches bis 1875 in Karlsruhe verortet war. Johann Christoph Döll, der damalige Chefbibliothekar der großherzoglichen Bibliothek und damit Direktor des Naturalienkabinetts, verkaufte das Herbarium an den Badischen Bota-

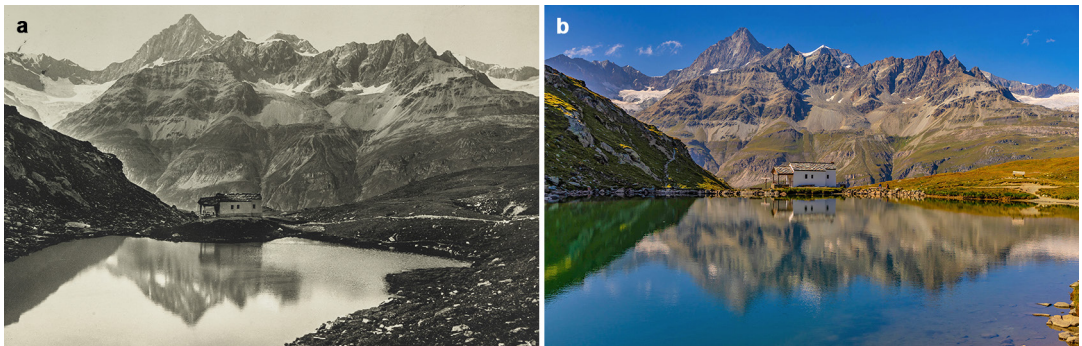


Abbildung 19. Kapelle Maria zum Schnee am Fuße des Matterhorns (2552 m). a) 1926; b) 2024. In dieser Kapelle übernachtete 1852 schon Friedrich Wilhelm Vulpus. Bildnachweis a): ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / PK_004696.



Abbildung 20. Der Furggletscher unterhalb des Hörnli Grates am Matterhorn im Vergleich von a) ca. 1911 und b) 2024. Bildnachweis a): Postkarte, ca. 1911, Verlag Wehrli A.-G., Kilchberg-Zürich; Sammlung M. Riemann.

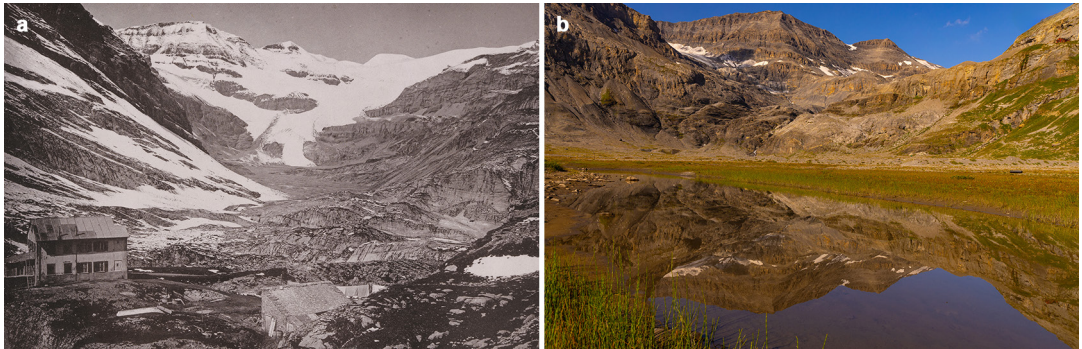


Abbildung 21. a) der Lämmerenboden 1908 mit dem alten Lämmerenhotel und b) der ergrünte Lämmerenboden 2024. Bildnachweis a): ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Ans_12088.

nischen Verein. Nach einem weiteren Besuch eines Freundes in Elzach erreichte Kneucker am 15.8.1887 wieder Karlsruhe.

Diskussion

Veränderung der Landschaft und Kultur entlang der Route Kneuckers in 137 Jahren

Es gibt zwei wesentliche Aspekte, die für die Veränderung der Landschaft entlang der Route Kneuckers verantwortlich sind:

1. Die Temperaturerhöhung durch den Klimawandel und damit einhergehend der Rückzug der Gletscher und
2. die Zersiedelung und Zerschneidung der Landschaft durch Bebauung in den tieferen Lagen.

Während der Gletscherrückgang für die Pflanzen in der alpinen und subalpinen Stufe neuen Lebensraum schafft, ist die Zerschneidung der Landschaft einer der Gründe für den Biodiversitätsverlust in den Tallagen. Im stark urbanisierten Mittelland sind im Schnitt nur noch 2,7 km² unzerschnitten, an der Alpensüdflanke sind es dagegen noch 449 km². Insgesamt ist seit 1885 die effektive Maschenweite in der Schweiz von 580 km² auf 176 km² gesunken, was einem Rückgang von 70 % entspricht (Jaeger et al. 2007). Auch die Zersiedelung der Landschaft hat in der Schweiz zwischen 1935 und 2010 um 184 % zugenommen (Schwick et al. 2013). Sowohl die Zunahme der Zerschneidung der Landschaft, vor allem durch den Bau von Straßen, als auch die Zunahme der Zersiedelung gehen einher mit großen Verlusten an ursprünglichen Lebensräumen wie beispielsweise den inneralpinen

Felsensteppen (*Stipo-Poion*) im Rhonetal. Die inneralpine Felsensteppe in der Schweiz hatte seit jeher nur eine kleinflächige Verbreitung und ist daher dem Druck besonders ausgesetzt (Bornand et al. 2016).

Kaum Verluste sind in höheren Lagen der „Kneucker-Route“ zu verzeichnen. Nahezu alle in der subalpinen und alpinen Stufe von Kneucker gelisteten Arten lassen sich, wenn auch nicht exakt am gleichen Ort, so doch im gleichen Rasterquadrat von 5 km × 5 km der floristischen Kartierung (InfoFlora) noch finden. Man muss dabei jedoch bedenken, dass in den Alpen innerhalb eines Rasterquadrates der Höhenunterschied bis zu 2000 Höhenmeter betragen kann. Daher ist ein Vergleich mit dem Vorkommen innerhalb des gleichen Quadrates nur bedingt aussagekräftig. Geht man davon aus, dass in hohen Gebirgslagen (z. B. Gornergrat) die Temperaturerhöhung der durchschnittlichen Jahrestemperatur seit der Industrialisierung bereits jetzt 3 °C beträgt, vermutet man in der Vegetationsstruktur und -verteilung einen deutlichen Wandel. Im Verhältnis zu dieser drastischen Temperaturerhöhung fallen diese Veränderungen jedoch noch recht moderat aus. In den Alpen geht man üblicherweise von einer durchschnittlichen Abkühlung von 0,6 °C pro 100 Höhenmeter aus. Eine Temperaturerhöhung um 3 °C geht daher theoretisch mit einer Höhenverschiebung der Zonierung um 500 Höhenmeter einher. Der Gornergrat befindet sich damit, rein an der Temperatur gemessen, nicht mehr in der nivalen, sondern in der alpinen Höhenstufe. Die alpine Stufe ist durch relativ geschlossene Vegetationsdecken durch Rasengesellschaften gekennzeichnet. Am Gor-

nergrat ist die Vegetationsverteilung noch recht lückig.

Migration in den eisfrei gewordenen Moränen-schutt des Furgletschers und damit in ein noch neu zu besiedelndes Areal (ca. 2900 m) lässt sich durchaus bei einigen Pionierpflanzen wie *Campanula cenisia*, *Saxifraga oppositifolia*, *Herniaria alpina*, *Antennaria dioica*, *Artemisia umbelliformis* und weiteren beobachten. *Campanula cenisia* ist eine der wenigen Arten, die an die alpine Stufe gebunden ist, sie kann in der subalpinen Stufe nicht überleben. Für sie sind diese Refugialräume überlebenswichtig. Die seltene und in den Westalpen endemische *Artemisia glacialis*, die ebenfalls an die alpine Stufe gebunden ist, konnte im Gletschervorfeld des Furgletschers bei der Exkursion 2024 nicht gefunden werden, sie steht noch im Gebiet des Gornegrates und droht dort durch in die Höhe vordringende Arten verdrängt zu werden, weil die Pflanzen dort nicht mehr weiter nach oben ausweichen können.

Das Wiederauffinden fast aller Arten, die auch Kneucker schon an gleichen Orten gesammelt hat, legt offen, dass die klimabedingte Migration der Pflanzen recht langsam vorstattengeht. Sicher ist die geringe Aufwärtsbewegung auch mit dem Relief und den damit vorhandenen unterschiedlichen Mikrohabitaten eines Alpenhangs zu begründen. Pflanzen können in einem Hang oftmals gut seitlich ausweichen, um schon ein kühleres Habitat, beispielsweise im Schatten eines Felsens, vorzufinden. Bei starker Erwärmung ist das aber nur ein vorübergehender Schutz, da konkurrenzstärkere Arten von unten nachdrängen. Der Vergleich der Pflanzenbeobachtungen Kneuckers aus dem Jahr 1887 mit den Beobachtungen von 2024 zeigt, dass der Klimawandel bislang noch nicht die einschneidenden Auswirkungen erkennen lässt, die angesichts der tatsächlichen Temperaturerhöhung zu erwarten wären. Eine langfristige Dokumentation der Verbreitung einzelner Arten hilft dabei, Gefährdungen frühzeitig zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Viele aktuelle Studien behandeln die Ergrünung der Alpen als Ganzes (Rumpf et al. 2022). In diesen Studien werden Satelliten- und Drohnenbilder ausgewertet. Berichte und Belege, wie die von Andreas Kneucker, erlauben aber einen historischen Blick auf einzelne Arten. Da sich die Arten im Klimawandel und Habitatverlust jeweils unterschiedlich verhalten, ist neben einer Gesamtübersicht eine detaillierte Betrachtung einzelner Arten von großer Wichtigkeit. Um weitere

Ergebnisse über die floristische Biodiversität in den Alpen zu bekommen, ist die Untersuchung weiterer Herbarbelege und weiterer historischer Exkursionsberichte sinnvoll.

Ein Alpenpionier, der 1852 die Alpen bereiste und dabei Pflanzen dokumentierte, war Friedrich Wilhelm Vulpus. Im Herbarium des Naturkundemuseums Karlsruhe sind noch viele Belege dieser Reise erhalten und zudem existieren ausführliche Reiseberichte. Um einen tieferen und genaueren Einblick in die Flora des 19. Jahrhunderts zu erhalten, ist es sicher hilfreich, auch die Daten von Vulpus auszuwerten und mit der heutigen Flora zu vergleichen.

Danksagung

Ich danke der Oberdorfer Stiftung, welche die Arbeit im Sommer 2024 finanziell unterstützt hat. Zudem bedanke ich mich bei Prof. Dr. Rainer Bussmann für das Bereitstellen der Infrastruktur. Besonders bedanken möchte ich mich auch bei Michael Riemann, der beim Aufsuchen der Routen und bei den Fotoarbeiten geduldig Umwege in Kauf genommen und gewartet hat, bis auch die letzte *Carex*-Art dokumentiert war.

Literatur

- Bornand, C., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Rometsch, S., Sager, L., Santiago, H. & Eggenberg, S. (2016): Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. – Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern & InfoFlora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621.
- Braun-Blanquet, J. (1955): Die Vegetation des Piz Languard, ein Massstab für Klimaänderungen. – Svensk Botanisk Tidskrift **49**: 1-9.
- Bürgelin, H. (1947): Prof. Andreas Kneucker zum Gedächtnis. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **8**: 13-15.
- Dienst, M., Schäfli, A. & Strang, I. (2004): Botaniker aus dem Raum Bodensee im 18. und 19. Jahrhundert. – Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft 1: 55-79.
- Eggenberg, S. & Möhl, A. (2020): Flora vegetativa. Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. – 4. Aufl., 768 S.; Bern (Haupt).
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. – 5. Aufl., 1095 S.; Stuttgart (Ulmer).
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (1994): Climate effects on mountain plants. – Nature **369**: 448.
- Hiltbrunner, E., Aerts, R., Bühlmann, T., Huss-Danell, K., Magnusson, B., Myröld, D. D., Reed, S. C., Sigurdsson, B. D. & Körner, C. (2014): Ecological consequences of the expansion of N₂-fixing plants in cold biomes. – Oecologia **176**: 11-24.
- Jaeger, J., Bertiller, R. & Schwick, C. (2007): Landschaftszerschneidung Schweiz: Zerschneidungsanalyse 1885-2002 und Folgerungen für die Ver-

- kehrs- und Raumplanung. – Kurzfassung, 36 S.; Neuchâtel (Bundesamt für Statistik).
- Kneucker, A. (1890): Botanische Wanderungen im Berner Oberland und im Wallis (Teil 1-3). – Deutsche Botanische Monatsschrift **8**: 47-51, 152-153, 183-184.
- Kneucker, A. (1891): Botanische Wanderungen im Berner Oberland und im Wallis (Teil 4). – Deutsche Botanische Monatsschrift **9**: 38-39.
- Kneucker, A. (1892): Botanische Wanderungen im Berner Oberland und im Wallis (Teil 5). – Deutsche Botanische Monatsschrift **10**: 29-32.
- Kneucker, A. (1893): Botanische Wanderungen im Berner Oberland und im Wallis (Teil 6-10). – Deutsche Botanische Monatsschrift **11**: 10-14, 25-26, 51-56, 89-90, 129-133.
- Lang, P. L. M., Willems, F. M., Scheepens, J. F., Burbano, H. A. & Bossdorf, O. (2019): Using herbaria to study global environmental change. – *New Phytologist* **221**(1): 110-122. doi: [10.1111/nph.15401](https://doi.org/10.1111/nph.15401).
- Lauber, K., Wagner, G. & Gygas, A. (2012): Flora Helvetica – Illustrierte Flora der Schweiz. – 5. Aufl., 1656 S.; Bern (Haupt).
- Roth, T., Kohli, L., Rihm, B. & Achermann, B. (2013): Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* **178**: 121-126.
- Rumpf, S. B., Gravey, M., Brönnimann, O., Luoto, M., Cianfrani, C., Mariethoz, G. & Guisan, A. (2022): From white to green: Snow cover loss and increased vegetation productivity in the European Alps. – *Science* **376**(6597): 1119-1122.
- Scherrer, D. & Körner, C. (2011): Topographically controlled thermal habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. – *Journal of Biogeography* **38**: 406-416.
- Schwick, C., Jaeger, J., Hersperger, A. & Kienast, F. (2013): Stark beschleunigte Zunahme der Zersiedelung in der Schweiz. – *Geomatik Schweiz* **2**: 8-14.
- Vulpinus, F. W. (1863): Reisen ins Wallis im Sommer 1852. – Österreichische botanische Zeitschrift, 13. Jahrgang, Heft 4, 119-125; 7, 228-235; 9, 199-204 & 10, 319-326.
- Vulpinus, F. W. (1870): Exkursionen in die Berner Alpen im Sommer 1855. – Österreichische botanische Zeitschrift, 20. Jahrgang, Heft 10, 297-305; 11, 340-347 & 12, 369-377; 21. Jahrgang, Heft 1, 18-27.

Internetquellen

- www.alpenvereinaktiv.com/de/ – alpenvereinaktiv, Deutscher Alpenverein (DAV), Österreichischer Alpenverein (ÖAV) und Alpenverein Südtirol (AVS) (Stand: 8.2024).
- ba.e-pics.ethz.ch/ – Bildarchiv der ETH-Bibliothek, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH) (Stand: 2.2025).
- www.flora-helvetica.ch/app – Flora Helvetica App, Version 2.7 (Stand: 9.2025).
- www.floraweb.de/ – FloraWeb, Daten und Informationen zu Wildpflanzen Deutschlands (Stand: 2.2025).
- www.grimselfstrom.ch/projekte/vergroesserung-grimselfsee – KWO (2025): Kraftwerke Oberhasli AG, Information zur Vergrößerung des Grimselstausees (Stand: 2.2025).
- www.infoflora.ch/de/ – InfoFlora, Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora (Stand: 1.2025).
- www.infoflora.ch/de/mitmachen/daten-melden/app.html – FlorApp, Melde-App von InfoFlora (Stand: 1.2025).
- map.geo.admin.ch/ – Maps of Switzerland, Swiss Confederation (Stand: 4.2025).
- www.meteoblue.com/de/climate-change/gornergrat_schweiz_2660554 – Meteoblue, Klimawandel Gornergrat (Stand: 4.2025).
- www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klimawandel.html – Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz (Stand: 2.2025).
- qgis.org – QGIS Development Team (2024): QGIS Geographic Information System, Version 3.28; Open Source Geospatial Foundation (Stand: 6.2024).
- www.worldfloraonline.org/ – World Flora Online (Stand: 1.2025).