Die Glarner Hauptüberschiebung im Wandel der geologischen Forschung

Eine neue Publikation der Naturforschenden Gesellschaft Glarus beleuchtet 200 Jahre geologische Forschungsgeschichte in den Grenzgebieten der Kantone Glarus, Graubünden und St. Gallen. Spätestens seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geht die geologische Forschungsgemeinschaft davon aus, dass hier Gesteine durch tektonische Prozesse auf andere, deutlich jüngere Gesteine geschoben wurden. Das Buch zeichnet nach, wie der Nachweis dieser geologischen Anomalie gelungen ist und wie sich die wissenschaftlichen Erklärungen über die Jahrzehnte verändert haben.

Die Glarner Hauptüberschiebung ist seit 2008 Teil des Unesco-Weltnaturerbes. Sie ist die bislang einzige tektonische Struktur in der Schweiz und eine der wenigen weltweit, welcher dieses Privileg zuteil geworden ist. Dass sich die Unesco-Kommission seinerzeitig dafür entschieden hat, liegt an zwei Gründen: Zum einen ist die markante Überschiebungsfläche gut sichtbar, sei es nach einem mehrstündigen Aufstieg am Segnespass oder – bequemer und praktischer – an der Kantonsstrasse bei der Lochsite unweit Schwanden. Zum anderen ist mit diesem geologischen Phänomen eine lange Forschungsgeschichte verknüpft.

Vor diesem Hintergrund entschied die Trägerschaft des Tektonikarena-Welterbes, ein aus den Gemeinden der drei involvierten Kantone Glarus, Graubünden und St. Gallen getragener Verein, 2014 eben diese Erforschungsgeschichte systematisch aufzuarbeiten. Die Arbeiten dazu begannen 2015 und erstreckten sich, mit längeren Unterbrüchen, bis ins Jahr 2024. Die wissenschaftshistorische Aufarbeitung wurde dabei durch den Autor dieses Beitrags in nebenberuflicher, teils auch in ehrenamtlicher Tätigkeit ausgeführt.

Die neusten wissenschaftlichen Entwicklungen seit ca. 1990 wurden durch den Geologen Thomas Buckingham, welcher selbst zur Tektonik und Strukturgeologie der Glarner Hauptüberschiebung aktiv geforscht hat, 2024 und 2025 zusammengefasst. Sein Beitrag bildet den Abschluss des Buches und leitet über zu den nach wie vor laufenden Forschungsaktivitäten. Begleitet

Abb. 1: Eine frühe Feldbuchskizze der geologischen Verhältnisse am Segnespass (gezeichnet von Arnold Escher am 24. Juli 1840). Aus dem digitalen Nachlass der ETH-Bibliothek.

Abb. 2: Blick von der Wichlenmatt nach Nordwesten zum Hanenstock (Gipfel links). Gut erkennbar der dunkle Glarner Verrucano (Perm-Zeit, ca. 285 bis 268 Millionen Jahre alt) über weichen, hellgrauen Flyschgesteinen des Paläogens (ca. 50 bis 40 Millionen Jahre alt). Dazwischen das leuchtend weisse Band des Lochsitenkalks. (Bild: D. Letsch)

wird der Text neben historischen Abbildungen wie z.B. geologischen Profilen von einer Reihe geologisch interpretierter Flugaufnahmen aus dem Gebiet der Hauptüberschiebung, welche ihre ausgezeichnete Sichtbarkeit mehr als deutlich zum Ausdruck bringen. Der vorliegende Beitrag soll einen ganz kurzen und gezwungenermassen lediglich punktuellen Einblick in das neu erschienene Buch geben und vielleicht bei der Leserschaft Appetit auf das ganze Menü wecken.

Beziehungen zu Zürich und Quellenlage

Einer der Hauptgründe für die lange Erforschungsgeschichte dürfte sicherlich in der Tatsache zu suchen sein, dass mit der 1833 gegründeten Universität Zürich und dem 1855 gegründeten Eidgenössischem Polytechnikum (aus welchem später die heutige ETH hervorging) das Gebiet der Hauptüberschiebung in den unmittelbaren Wirkungsbereich einer der bereits im 19. Jahrhundert führenden geologischen Forschungsinstitutionen zu liegen kam. So erstaunt es denn auch nicht, dass die Naturforschende Gesellschaft in Zürich lange Zeit eine sehr wichtige Rolle in dieser Erforschungsgeschichte gespielt hat.

Zahlreiche zentrale Beiträge zur Hauptüberschiebung bzw. zu früheren Erklärungsversuchen wie namentlich der sogenannten Glarner Doppelfalte erschienen in Publikationen der NGZH, worauf bereits vor einigen Jahren aufmerksam gemacht wurde (vgl. Vierteljahrsschrift 2/2018). Vielleicht am intensivsten hat sich Arnold Escher von der Linth (1807-1872) mit der Erforschung der heute als Glarner Hauptüberschiebung bekannten geologischen Struktur beschäftigt. Als erster Professor für Geologie an der Universität Zürich und später auch am Eidgenössischen Polytechnikum hinterliess er neben zahlreichen Publikationen auch umfangreiche und gut lesbare handschriftliche Aufzeichnungen und Skizzen (s. z.B. Abb. 1). Diese wurden durch die ETH Bibliothek vorbildlich digitalisiert und sind frei und einfach zugänglich unter www.e-manuscripta.ch.

Arnold Escher bleibt im Hinblick auf die Quellenlage aber eine Ausnahme. Von den meisten sonstigen Protagonisten der im neuen Buch rekonstruierten Erforschungsgeschichte liegen keine leicht zugänglichen Archive vor. Deswegen und auch aus Fragen knapper zeitlicher Ressourcen des Erstautors musste hauptsächlich auf publizierte Texte in Form von Monografien, publizierten Briefen (ins-

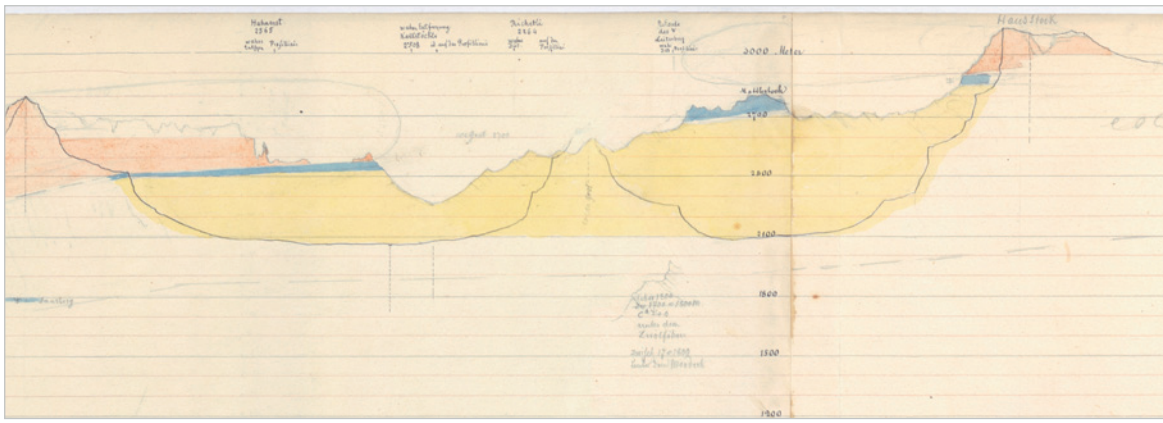

Abb. 3: Entwurf eines geologischen Profils (ca. Nord-Süd verlaufend) vom Hausstock (rechts, Süd) zum Hahnenstock, in der Mitte dazwischen der Richetlipass. Gezeichnet von Arnold Escher, ohne Datierung, vermutlich aus den 1860er Jahren. Aus dem digitalen Nachlass der ETH-Bibliothek.

besondere im 18. und frühen 19. Jahrhundert eine beliebte Form der wissenschaftlichen Publikation), geologischen Kartenwerken und wissenschaftlichen Aufsätzen abgestützt werden.

Nach Arnold Escher waren es u.a. Albert Heim, Jakob Oberholzer, Rudolf Staub, Rudolf Trümpy, Ken Hsü, Stefan Schmid oder Martin Burkhard, allesamt mit starkem Bezug zu den Zürcher Hochschulen, welche sehr wesentliche Beiträge zur Erforschung der Hauptüberschiebung lieferten oder solche in Form von Diplom- oder Promotionsarbeiten initiierten und förderten. Erst ab den 1980er-Jahren verlagerte sich die Forschungsaktivität im Umfeld der Hauptüberschiebung weg von Zürich und hin zu den Universitäten in Bern, Basel und Neuenburg.

Arnold Eschers Paradigmenwechsel: Vom «Glarner Vulkan» zur Doppelfalte

Nach einer gängigen wissenschaftsphilosophischen Theorie, welche u.a. auf den Wissenschaftshistoriker Thomas Kuhn (1922-1996) zurückgeht, können in der Naturwissenschaft neben langen Phasen steten Forschens unter Beibehaltung eines mehr oder weniger konstanten theoretischen Fundaments, eines Paradigmas, auch kurze Episoden des fundamentalen Hinterfragens der für einen effektiven Forschungsbetrieb grundsätzlich notwendigen Leitlinien erkannt werden.

Die radikalste und in ihrem Wirkungskreis die ausgedehnteste solche Phase eines Paradigmenwechsels stellt in der Geologie ohne Zweifel die Entwicklung der Plattentektonik in den 1960er-Jahren dar. Interessanterweise blieben die direkten Auswirkungen dieses Umbruchs auf die Forschung an der Glarner Hauptüberschiebung eher gering: Im Massstab der global tätigen Prozesse der tektonischen Plattenverschiebungen von Hunderten und Tausenden von Kilometern erscheint die Hauptüberschiebung, ja in einem gewissen Sinne sogar die ganzen Alpen, lediglich als ein kleines Ornament.

Als viel wichtiger erwies sich eine oft wenig beachtete Episode zwischen ca. 1830 und 1875. Diese führte in der Alpengeologie zu einem völlig neuen Blickwinkel und manifestierte sich am Beispiel der Hauptüberschiebung in der Formulierung des zu Unrecht oft belächelten Modells der Glarner Doppelfalte. In zwei zentralen Kapiteln des neuen Buches werden die Auswirkungen dieses Paradigmenwechsels am Beispiel der Glarner Hauptüberschiebung dargelegt.

Unter dem starken Eindruck der aktiven Vulkane Italiens, deren Besuch im 19. Jahrhundert quasi zum Bildungskanon junger Geologen gehörte, verglichen der grosse Berner Geologe Bernhard Studer (1794-1887) und sein etwas jüngerer Kollege und lebenslanger Freund Arnold Escher den Glarner Verrucano mit einer vulkanischen Bildung gewaltigen Ausmasses. Letzterer bildet sozusagen das Dach oder das Hangende (ein Ausdruck, den die Geologie dem Bergbau verdankt) der Hauptüberschiebung **(s. Abb. 2)**.

Entstehung und Alter des Glarner Verrucanos blieben lange Zeit rätselhaft. Er enthält selber keine Fossilien (damals das einzige Mittel einer relativen Datierung) und überlagert augenfällig bereits damals u.a. aufgrund versteinerter Fisch-Fos-

silien als relativ jung erkannte Flyschgesteine. Ein weiteres seltsames Element erkannte Escher in einem dünnen, zwar weit verbreiteten oftmals aber auch gänzlich fehlenden Kalkbändchen, welches den Verrucano von den tieferliegenden Gesteinen scheidet. Escher sprach diese dünne Gesteinsbank u.a. als «crystallinen Kalkstein» **(Abb. 1)** an und später sollte sich der Begriff Lochsitenkalk (nach dem berühmten gleichnamigen Aufschluss unweit von Schwanden) durchsetzen.

Für den Glarner Verrucano benutzte Escher ebenfalls verschiedene Ausdrücke (am Segnespass bezeichnete er ihn als «grüne Talkschiefer», **s. Abb. 1)** und erklärte ihn als eine Mischung aus vulkanischen und durch Hitze und Dämpfe aus dem Erdinnern veränderten Gesteinen. Diese wären in geologisch junger Zeit aus dem Erdinnern in Form einer teigigen Masse hervorgequollen und hätten die bereits vorhandenen Gesteine weiträumig überflossen. Seine merkwürdige kristalline Struktur würde der Lochsitenkalk dabei dem Kontakt mit dieser heissen Masse verdanken (vgl. auch **Vierteljahrsschrift 2011/1-2, S. 29-38** für weitere Erklärungen seiner damaligen Ansichten).

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts verdichteten sich aber die Anzeichen, dass der Glarner Verrucano zwar tatsächlich vulkanische Gesteine enthielt, im Grosse und Ganzen aber als eine Formationen primär sedimentären Ursprungs mit einem hohen, permzeitlichen Alter anzusehen ist. Erst diese Erkenntnis führt zum Schluss, dass in den Glarneralpen über eine Fläche von mehreren 100 km^2 ältere Gesteine über jüngeren liegen.

Um diese in dieser Form, Deutlichkeit und Grösse damals weltweit einzigartige Anomalie zu erklären, entwickelte Arnold Escher in den 1850er- und 1860er-Jahren das Modell der Glarner Doppelfalte: Sowohl von Norden als auch von Süden her hätten sich ausgedehnte Falten mit Verrucano im Kern (rot in **Abb. 3)** über die jüngeren Flyschgesteine (gelb) gelegt. Der Lochsitenkalk (blau) fungierte hierbei als sog. ausgedünnter Mittel- oder Verkehrtschenkel der beiden Falten, welche ihre Umbiegungsstellen, die sog. Faltenscharniere, einander zugewandt hätten. In seiner unpublizierten Skizze deutete Escher die Faltenscharniere von Nord- und Südfalte lediglich sehr dezent mit schwachen Bleistiftstrichen an (knapp zu erkennen in **Abb. 3**).

Die Doppelfalte bedeutete damals einen massgeblichen Fortschritt in der geologischen Erkenntnis und regte zu weiteren Forschungen an. Wenige Jahrzehnte später wurde das Modell als Ganzes widerlegt **(vgl. Vierteljahrsschrift 2008/3-4, S. 67-79)**, Elemente davon wurden aber übernommen und leben im Bild der tektonischen Decken in gewissem Sinne bis heute weiter fort.

Diese kleine Episode wurde hier als eine unter vielen herausgegriffen, welche den Gang der Erforschung der Glarner Hauptüberschiebung geprägt haben und den Gegenstand des neu erschienenen Buches bilden. Dessen Lektüre sei all jenen empfohlen, welche die Wissenschaft nicht als geschlossenes und nicht zu hinterfragendes Dogma, sondern als eines der faszinierendsten aber auch wandelbarsten Betätigungsfelder der Menschen verstehen wollen.

Dominik Letsch

D. L. ist Projektleiter und Mitglied der erweiterten Geschäftsleitung bei der Firma Dr. von Moos AG – Geologie + Geotechnik in Zürich.

Letsch D. & Buckingham T. 2025. Starre Felsen und wankende Gewissheiten: Anatomie einer 200-jährigen tektonischen Kontroverse. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus (NGG), Band XXIV. 272 S. ISBN 978-3-033-10924-7

Das Buch kann direkt bei der Naturforschenden Gesellschaft Glarus (https://nggl.ch/de/publications) oder beim UNESCO Welterbe Tektonikarena SARDONA (https://unesco-sardona.ch) erworben werden.