



## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit gebe ich die Versicherung ab, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Publikationen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

Wien, 17.09.2020,

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde im Gebiet Lunz am See der Kontakt zwischen der Lunz und Ötscher Decke hinsichtlich Kinematik und Schichtfolge analysiert. Es wurde eine mehrtägige Geländearbeit durchgeführt und die Bereiche Gropfkopf, Lärchenstein, Pauschenberg und Hetzkogel kartiert. Die Geologische Situation des Kontaktes der beiden Decken weicht von den theoretischen Vorstellungen einer Überschiebung ab. Die jüngere Dachstein-Formation überschiebt die ältere Gutenstein-Formation im gesamten Kartierungsgebiet. Einige neue Überlegungen hinsichtlich des involvieren von Salztektunik aus dem Jahre 2018 brachte eine gegensätzliche Meinung zu den klassischen Vorstellungen von Störungs-Strukturen. Die im Gegensatz dazu stehende Post-und Prae-Gosauischen Überlegungen werden durch Gesteinsproben überprüft, um eine zeitliche Relevanz der Störungs-Strukturen zu erhalten. Es wurden einige Strukturen gefunden, welche auf eine verkehrt liegende Schichtfolge deuten wie etwa „fault propagation folds“. Zwei auffallend häufig vorkommende Orientierungen von Faltenachsen lassen den Schluss zu, dass hier verschiedene Tektonische Events gewirkt haben. Aus den jüngeren Faltenachsen konnte mittels der Orientierungen Schlussendlich auch der Rotationspunkt konstruiert werden, welche die Schichtfolge in ihre ursprüngliche Lage bringt. Die gefunden Strukturen und ihre Darstellungen geben uns wichtige Hinweise und lassen Überlegungen zu „out-of-sequence“ Überschiebungen in der Lunz Decke zu.

## Abstract

In this thesis the contact between the Lunz and Ötscher nappe was analyzed around Lunz am See regarding kinematics and layer sequence. A field work lasting several days was carried out and the areas Gropfkopf, Lärchenstein, Pauschenberg and Hetzkogel were mapped. The geological situation of the contact of the two nappes deviates from the theoretical ideas of a thrust fault. The younger Dachstein-Formation overthrusts the older Gutenstein-Formation in the entire mapping area. Some new considerations regarding the involvement of salt tectonics from 2018 brought a contrasting opinion to the classical ideas of fault structures. The contrasting post- and pre-Gosauian considerations will be tested by rock sampling to obtain a temporal relevance of the fault structures. Some structures have been found which indicate an inverted stratigraphic sequence such as "fault propagation folds". Two strikingly frequent orientations of fold axes allow the conclusion that different tectonic events have been at work here. Finally, the orientations of the more recent fold axes could be used to contour the rotation spectra which bring the layer sequence back to its original position. The found structures and their representations give us important hints and allow us to consider "out-of-sequence" thrusts in the Lunz nappe .

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Geografische Lage .....	2
1.2 Geologische Situation .....	4
1.2.1 Lunzer Decke .....	5
1.2.2 Ötscher Decke .....	6
1.3 Methodische Grundlagen .....	7
1.3.1 Geländemethoden .....	7
1.3.2 Standardmodell Überschiebung .....	7
1.3.3 „Fault-Propagation-Folds“ .....	8
1.3.4 „Oblique-Ramps“ .....	9
1.3.5 „Out-of-Sequence“ Überschiebungen .....	10
1.3.6 Analyse Gosau-Gruppe .....	11
<b>2 Feldarbeit</b> .....	<b>15</b>
2.1 Aufschlüsse .....	15
2.1.1 Aufschluss 14: Abschiebung, Gutenstein-Formation .....	19
2.1.2 Aufschluss 25: Actionellen-Kalk, Gosau-Gruppe .....	22
2.1.3 Aufschluss 26: „fault propagation fold“, Gutenstein-Formation .....	23
2.1.4 Aufschluss 28: Faltenstruktur, Gutenstein-Formation .....	26
2.1.5 Aufschluss 35: Faltenstruktur, Reifling-Formation .....	29
2.1.6 Aufschluss 38: Kontakt Dachstein-Formation / Gutenstein-Formation .....	31
2.1.7 Aufschluss 40: „oblique-ramp“, Reifling-Formation .....	34
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>36</b>
3.1 Profil Nordwest - Südost .....	36
3.2 Stereoplots .....	38
3.2.1 Schichtflächen der Formationen.....	38
3.2.2 Orientierung der Faltenachsen.....	39
3.2.3 Rotierte Faltenachse .....	41
3.3 Gosau-Formation .....	42
<b>4 Erkenntnisse</b> .....	<b>43</b>
4.1 Verkehrt liegende Schichten .....	44
4.2 Rotierte Faltenachsen .....	44
4.3 Die Rolle der Gosau-Gruppe.....	44
4.4 Interpretation .....	45
<b>5 Fazit</b> .....	<b>46</b>
<b>6 Quellen- und Literaturverzeichnis</b> .....	<b>47</b>

# 1 Einleitung

Der Kontakt zwischen der Lunz und Ötscher Decke wird immer wieder diskutiert und ist deshalb auch schon in einigen Arbeiten zur Sprache gekommen. Da es sich um eine Überschiebung handelt (Schnabel, Ruttner, & Bauer, 1979) wirft dieser Bereich doch einige große Fragen auf. Dem Standardmodell einer Überschiebung folgt eigentlich die Überlegung, dass eine ältere Schichtfolge immer auf ein jüngeres Schichtglied überschiebt. Die Situation des Kontaktes im Gebiet Lunz am See, ist eine andere und hat dem Autor die Grundlage für die Arbeit gegeben. Durch die Begehung des Gebietes konnte der Autor feststellen, dass die jüngere Dachstein-Formation auf die ältere Gutenstein-Formation überschiebt. Die Arbeit von Granado et al. (2018) brachte in dieser Fragestellung eine neue interessante Theorie hervor. Demnach könnte Salz aus dem Oberperm und der frühen Trias, welches während der Entwicklung der Kontinentalränder in der Neo-Tethys abgelagert und befüllt wurden, Salz Strukturen wie kleine Becken und „salt wall formation“ gebildet haben. In weitere Folge könnten diese Salz Strukturen während der Entwicklung des Penninischen Ozean im Jura für komplexe Strukturen verantwortlich sein und auch Kilometer lange Überschiebungen mitunter auch von jüngeren auf ältere Schichtglieder zur Folge haben (Granado, Roca, Strauss, Pelz, & Munoz, 2018). Diese neuen Überlegungen waren für den Autor die ausschlaggebende Motivation, um eine mehrtägige Kartierung zu unternehmen und die Kinematik der Lunz und Ötscher Decke zu untersuchen. Der Tatsache zur Folge, dass die bereits oben genannte Arbeit von Granado et al. (2018) auf dem erhöhten vorhanden sein von Haselgebirge und vermutlich auch anderes Salz-Gestein fußt, müssten sich in diesen Bereichen auch Anhaltspunkte dafür finden lassen. Im Gegensatz dazu stehen die Prae- und Post-Gosauischen Überlegungen sowie Überlegungen zu „out-of-sequence“ Überschiebungen welche auch vom Autor weitgehend vertreten werden. Deshalb wird die Arbeit von Granado 2018 et al. (2018) auch kritisch hinterfragt und den klassischen Überlegungen der Kinematik von Überschiebungen gegenübergestellt. Diese Arbeit soll der Versuch sein eine neue Überlegung zu Überprüfen und gleichzeitig die Kinematik besser beschreiben zu können, um eine mögliche neue Diskussion der Geologischen Situation des Kontaktes, der Lunz und Ötscher Decke zu ermöglichen. Grundlage für die Arbeit stellen die von Schnabel et al. (1979) kartierten Gebiete, welche die Geologische Karte 71 Ybbsitz im Jahr 1979 erstellten.

# 1.1 Geografische Lage

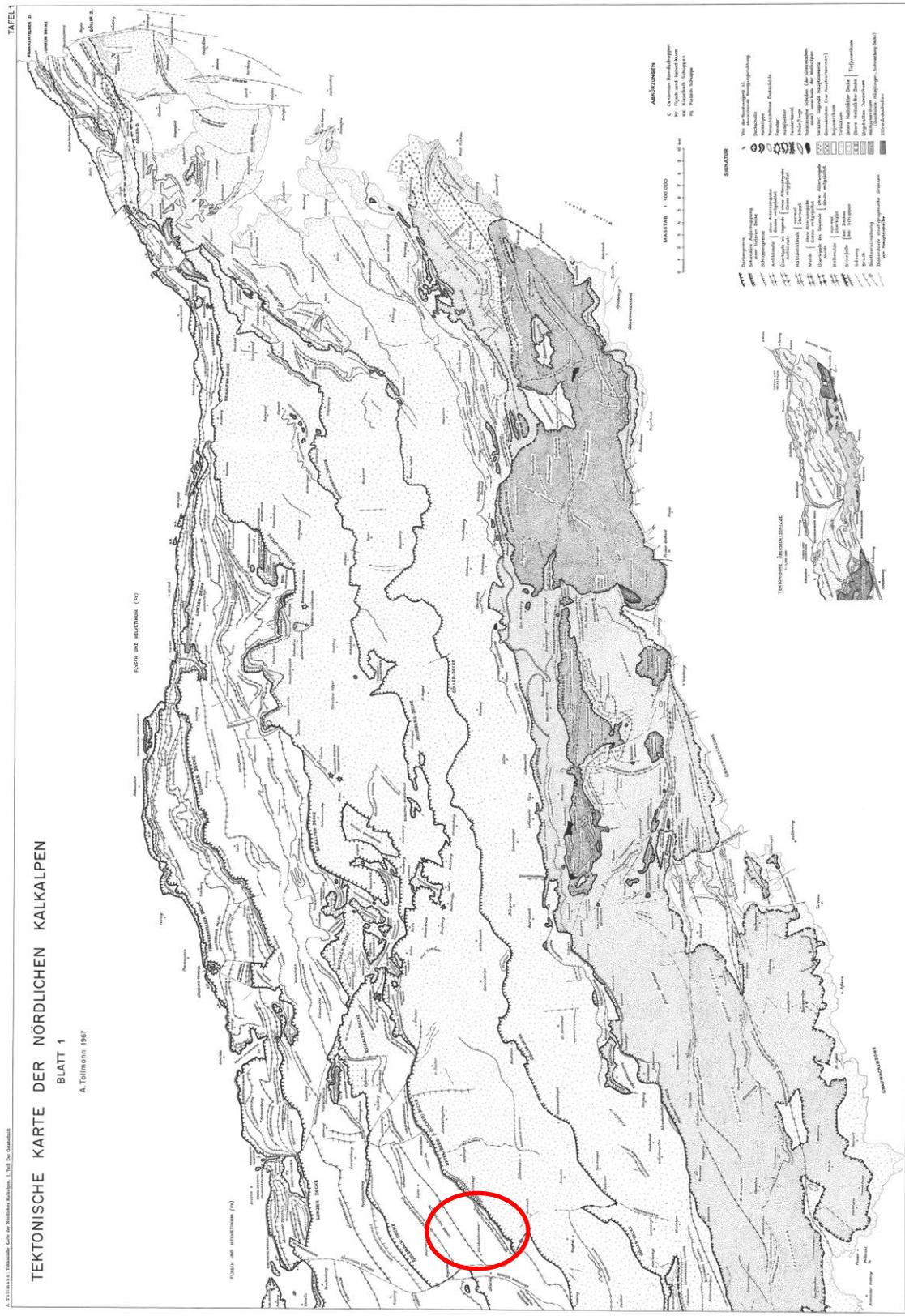
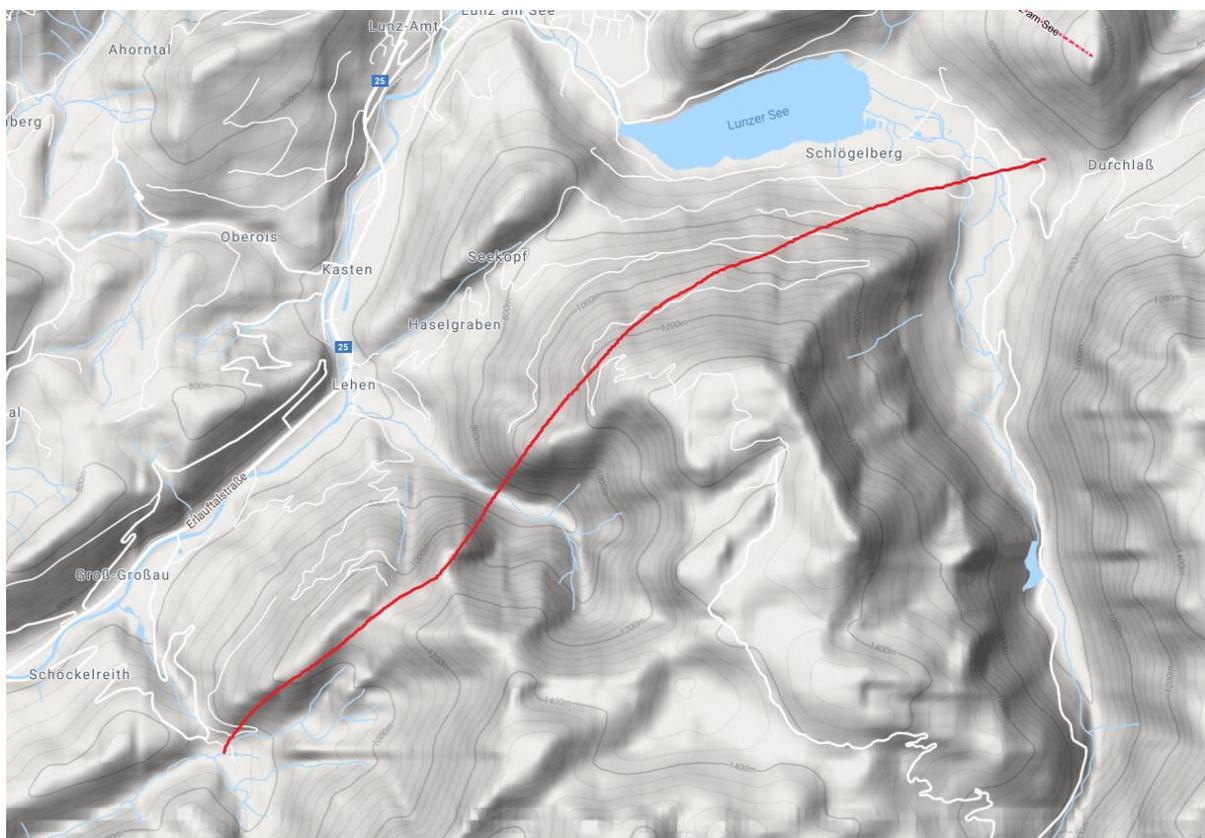


Abbildung 1 Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen Blatt 1 (Tollmann, 1966)

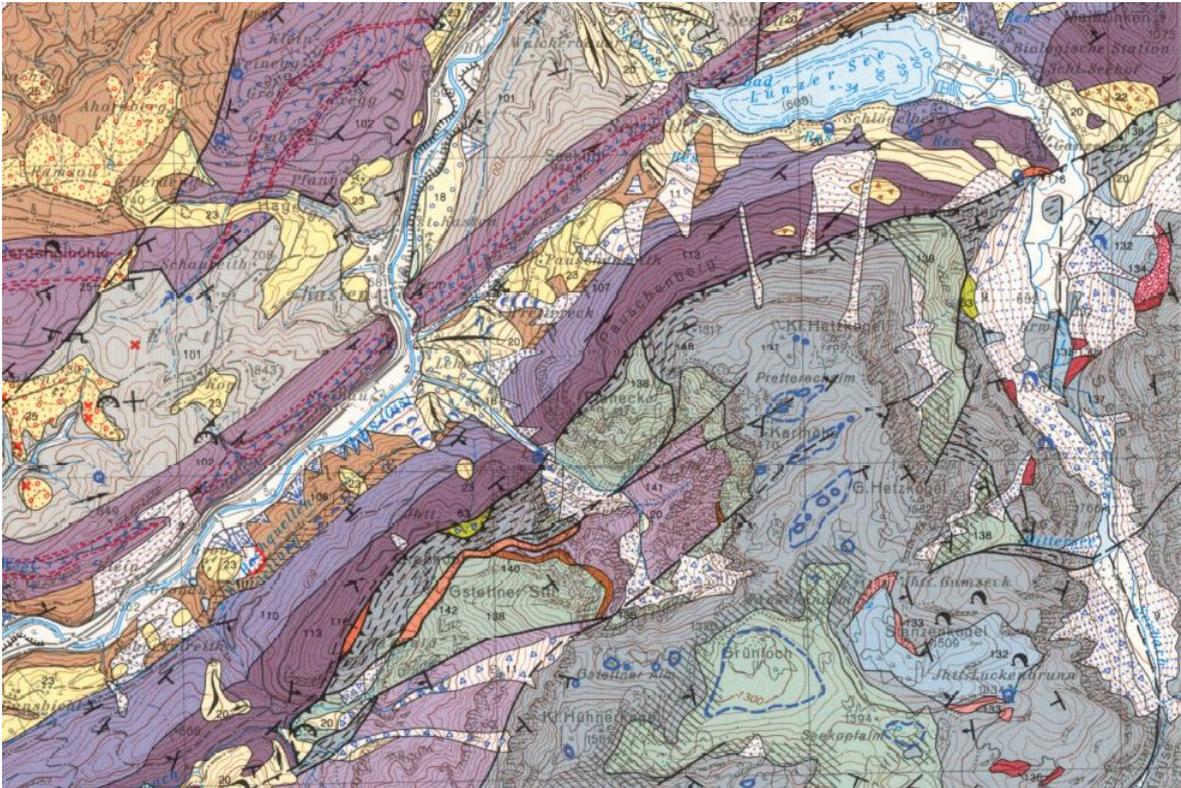
Die Ortschaft Lunz am See liegt in Niederösterreich im Gebiet des Ötscherlands, welches die nordöstlichste Begrenzung der Apenninen darstellt. In diesem Bereich des Alpenvorlandes liegt der Ötscher mit seiner 1893 m Seehöhe, er ist das nordöstlichste Gebirgsmassiv mit hochalpinem Charakter. Lunz am See liegt westlich des Ötschers und bietet mit seinen zahlreichen Forststraßen einen guten Zugang zum Kontakt der beiden zu analysierenden Decken. In der Kreide und im Paläogen wurde das Gebiet intern zerstückelt und liegen heute als Deckenartige Lappen mit einer Süd nach Nord Ausrichtung vor. Da es sich um die äußersten Ausläufer der Alpen handelt, ist die Landschaftsform geprägt von Steilen Gräben. Anders als in den von Gletschern abgelagerten Teilen der Alpen, wo die U-Täler dominieren. (Stüwe & Homberger, 2015)



**Abbildung 2** Geländekarte lunz am See mit Kontakt der Decken

Der Ausschnitt in Abbildung 2 zeigt eine Geländekarte mit dem verlaufenden Kontakt der Lunz und Ötscher Decke. Die in diesem Gebiet verlaufenden Forststraßen dienten dem Autor als Kartierungsrouten.

## 1.2 Geologische Situation



**Abbildung 3** Ausschnitt der Geologischen Karte 71 Ybbsitz (Geologische Bundesanstalt) im Bereich Lunz am See

In dem Ausschnitt aus der Geologischen Karte 71 Ybbsitz in Abbildung 3 kann man den Kontakt der Lunz und Ötscher Decke sehen und auch dem Bereich, wo die Ötscher Decke die Lunz Decke überschiebt. Hier ist auch deutlich zu erkennen, dass in weiten Bereichen die Dachstein-Formation auf Gutenstein-Formation liegt. In kleinen Bereichen der Überschiebungsbahn sind auch die von Schnabel et al. (1979) kartierte Gosau-Gruppe, Werfen-Formation und Haselgebirge klar erkennbar. Die Ötscher Decke im Gebiet Lunz am See bestehend aus einem Übergang aus den Ramsau-Dolomite beziehungsweise Dachstein-Dolomite und in weiten Bereichen die Dachstein-Formation aus der Obertrias, darüber liegend in kleinen Bereichen die Oberalm-Formation aus dem Jura. In weiten Bereichen des Kontaktes besteht die Lithologie der Lunzer Decke aus der Gutenstein-Formation und Reifling-Formation aus der Mitteltrias. Am unteren Ende der des Gebiets im Bereich der Ybbs ist die Lunz-Formation aus der Obertrias aufgeschlossen (Schnabel, Ruttner, & Bauer, 1979).

## 1.2.1 Lunzer Decke

Die Lunzer Decke zeigt im Gebiet Lunz am See bzw. den Forststraßen westlich des Ötschers die Lithologie aus Mitteltrias Kalke wie die Gutenstein-Formation und der Reifling-Formation. Die Lunz-Formation aus der Obertrias, welche hauptsächlich Tone, Mergel und Sandsteine umfasst. Die Gutenstein-Formation ist im kompletten Kartierungsgebiet des Autors die untere Grenze des Kontaktes der Lunz und Ötscher Decke. Auffallend an der Lunzer Decke sind wohl Strukturen wie „fault-propagation-folds“ die verkehrt liegen und die Schichtfolge scheinbar ändern. Die Lunzer Decke ist in ihre Länge als selbständige Decke gegliedert, oft wird in dem Zusammenhang auch davon gesprochen, dass die Reifling-Formation der Sulzbach-Decke entspringt und als Schollen in der eigentlichen Lunzer Decke vorhanden sind (Tollmann, 1966). In den ersten Höhemeter des Großkopfs oder dem Hetzkogel kann man die Lunz-Formation antreffen, sehr charakteristisch der hohe Anteil an Mergel und die rötlichen Arkosesandsteine. Auf der Geologischen Karte Ybbsitz springt vor allem die Ybbsitz Blattverschiebung und das westliche Ende der Lunzer-Musterfalte ins Auge. Im Bereich Lärchenstein und dem Pauschenberg konnte eine Reihe von kinematisch wertvollen Strukturen wie „fault-propagation-folds“, Falten jeglicher Art und „ramp-flat“ Strukturen“ beobachtet werden. Die Lunz Decke muss in dem Bereich vor allem in den oberen Schichtgliedern der Reifling-Formation und der Gutenstein-Formation tektonische Bewegung erfahren haben, nicht zuletzt vermutlich durch die Überschiebung der Ötscher Decke (Schnabel, Ruttner, & Bauer, 1979). Die Kalke der Lunz Decke bilden den weicheren Untergrund und die oben genannten Strukturen treten in den Aufschlüssen sehr häufig vor. Die Schichtfolge Lunzer Decke liegt unter der Überschiebung der Ötscher Decke verkehrt. Dies wird durch die geologische Karte belegt sowie durch verkehrt liegende gradierte Tempestite, also Sturmablagerungen, die in der Reifling-Formation beobachtet wurden. Einige kleine Seitenverschiebungen im weiten Bereichen des Kontakts der Decken, könnten auch die Werfen-Formation und das Haselgebirge stark zerrieben haben, da diese Gesteine schwer zu finden sind oder nur in ganz geringer Menge aufgeschlossen sind (Schnabel, Ruttner, & Bauer, 1979).

## 1.2.2 Ötscher Decke

Im Bereich zwischen Lärchenstein und dem Pauschenberg zeigt die Ötscher Decke eine eintönige Lithologie aus der Dachstein-Formation. Dieser sehr dick gebankte Kalk zeigt sich an der Oberfläche sehr brüchig und eine Schichtung ist oft gar nicht zu erkennen. Die Dachsteinkalk-Bänke sind gegen N-S Achsen stark verbogen und fallen im Wesentlichen gegen W ein (Schnabel, Ruttner, & Bauer, 1979). Der Deckenbau der Ötscher Decke ist im weiten Verlauf ruhig und folgt der Ablagerung durch die Tatsache, dass die Störungen im Süden des Decken-Nordrand weitgehend parallel verlaufen (Ruttner, 1948). Durch die N beziehungsweise NO gebogene Schichtfolge der Ötscher Decke grenzt diese fast überall auf die älteren Gesteine der Lunz Decke wie etwa der Gutenstein-Formation (Ruttner, 1948). Im Kartierungsgebiet des Autors war der Kontakt ausschließlich zwischen der jüngeren Dachstein-Formation und der Gutenstein-Formation und die Schichtung hatte im Bereich der Überschiebung einen relativ steilen Fallwinkel. Im Bereich des Großkopfs und dem Lechnergraben kommt es in einigen Bereichen zu einer SW-NO Überschiebungslinie, hier hat also die Ötscher Decke ihre eigene Stirn überschoben. Diese Überschiebung hatte auch zur Folge, dass zwischen Lunz und Ötscher Decke Sedimente der Gosau-Gruppe eingeklemmt wurden. In den gefundenen Kalksandsteinen der Gosau-Gruppe kann man Fossilien wie Actaeonellidae aus der Kreide finden. Diese Information lässt daher auf ein post-Gosauisches Ereignis und einem post-Kretazischen Alter der Überschiebung der Ötscher Decke schließen (Ruttner, 1948). Im Bereich um den Lechnergraben und dem Großkopf zeigen sich immer wieder Schichten der Gutenstein-Formation. Entlang der Forststraße zeigt sich jenes als Wechselfolge der Gutenstein-Formation zur Dachstein-Formation, es kann sich also auch wieder um den Kontakt der Decken handeln. Auffallend ist außerdem die immer wieder kehrende N-S Faltung, welche in einigen Aufschlüssen des Autors vorgefunden wurde. Möglicherweise hatte die Lunzer Decke vor der Überschiebung durch die Ötscher Decke eine tektonische Beanspruchung erfahren wie etwa eine großräumige parallele Faltung. Die verbogene Schichtung des Dachsteinkalks selbst könnte der schon zuvor erwähnten Überschiebung der eigenen Stirn verschuldet sein. Auch die eingeklemmten Gutenstein-Formation und an einigen Stellen und auch die Reifling-Formation wurden dabei möglicherweise verfaltet und stark beansprucht und könnten die Faltung bzw. Verbiegungen der „weicheren“ Lunzer Decke erklären (Ruttner, 1948). In keinem Bereich des Kartierungsgebietes des Autors gibt es Anhaltspunkte für eine Abschiebung, so dass diese Überlegung prinzipiell ausgeschlossen werden kann.



### 1.3.3 „Fault-Propagation-Folds“

Bei Überschiebungsflächen kommt es oft vor, dass diese nicht als durchgehende Brüche entwickelt werden. Diese Gleitflächen wachsen langsam und können durch Faltungen kompensiert werden. Die entsprechenden asymmetrischen Falten werden aufgrund des zugrundeliegenden kinematischen Prozesses „fault-propagation“ genannt. Es gibt zwei quantitative und geometrische Modelle, welche für den spröden Deformationsbereich gelten und die wichtigsten Eigenschaften beschreiben. Das erste Modell beschreibt die Erhaltung der Schicht Mächtigkeiten und Längen, das zweite Modell beschreibt eine mögliche Verdickung oder Verdünnung der Schichten. Bei beiden Modellen behält die Falte ihre Form und relative Position zur Überschiebungsfrent in allen Verformungsschritten. Ab einem gewissen Punkt hört das Wachstum vieler „fault-propagation-folds“ auf und die Überschiebung durchlägt die Falte wie in Abbildung 5 dargestellt. (Suppe & A. Medwedeff, 1990).

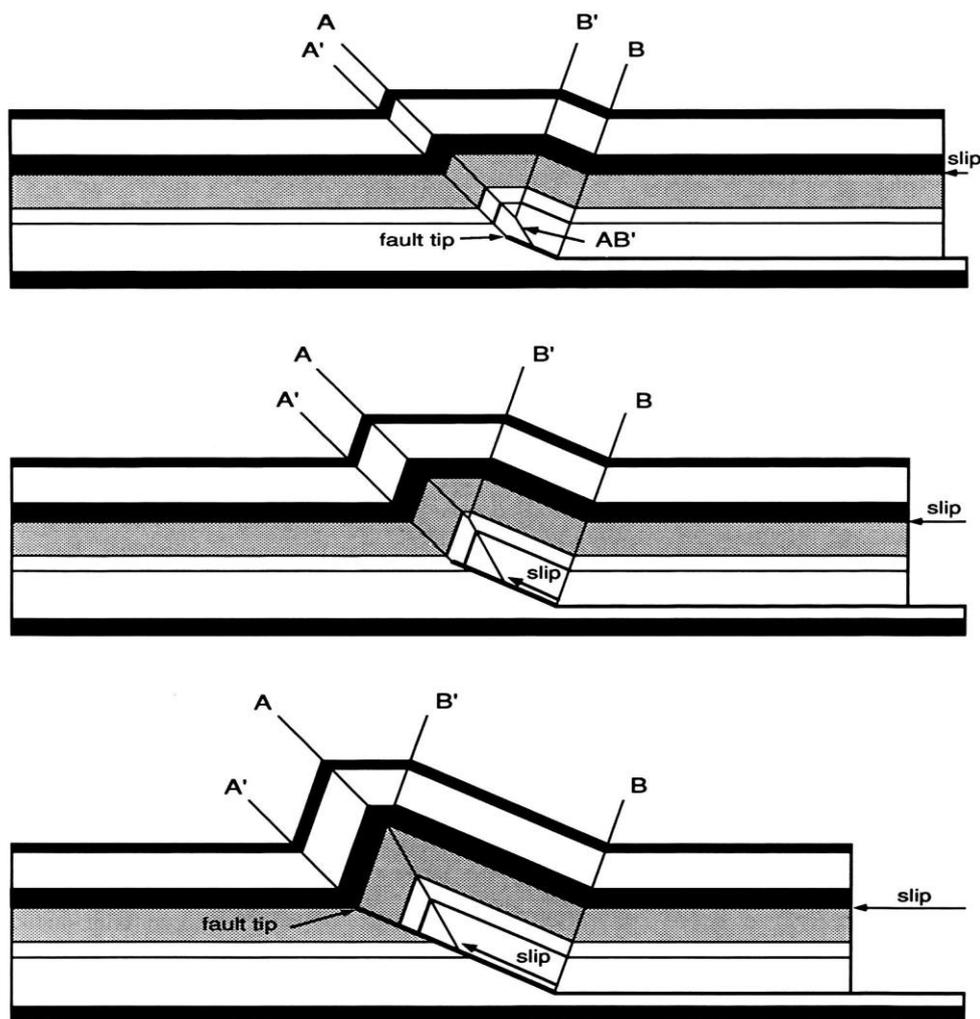
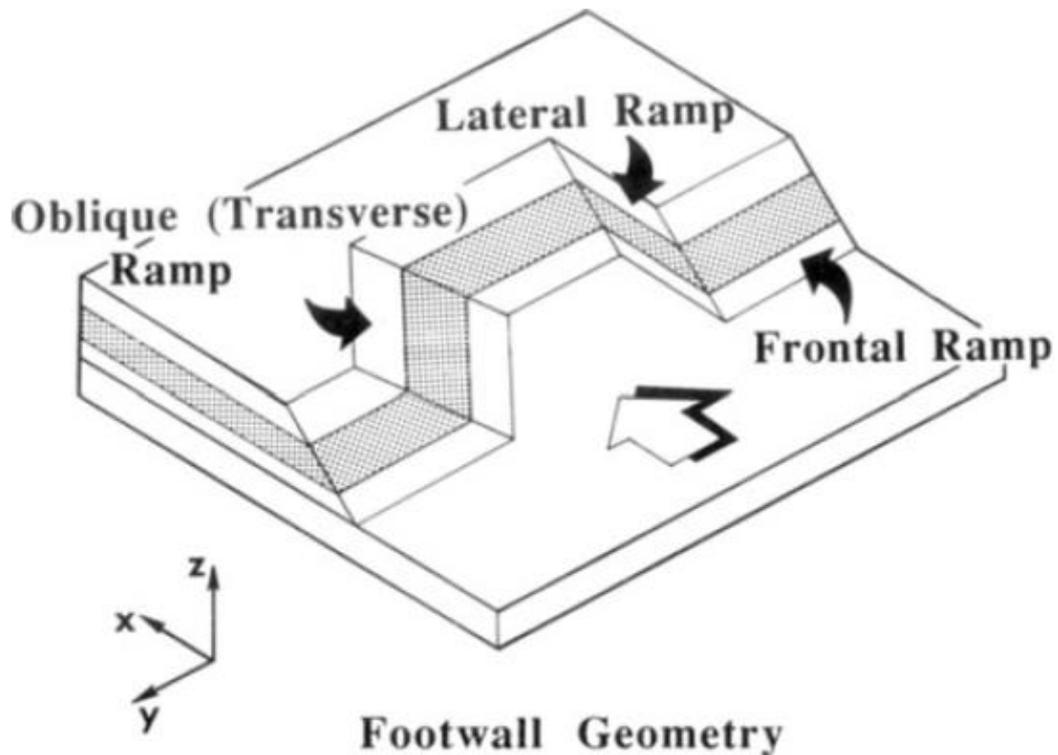


Abbildung 5 „fault-propagation-folds“ (Suppe & A. Medwedeff, 1990)

### 1.3.4 „Oblique-Ramps“

Manchmal kommt es im Zuge einer Überschiebung dazu, dass die Überschiebungsrampe schräg zu der Vorschubs-Richtung steht. Diese werden „oblique-ramps“ genannt und sind sozusagen die Kombination aus „dip-slip“ und „strike-slip“ Bewegungen (Fossen, 2016)



**Abbildung 6** "oblique-Ramp" (Apotria, Snedden, Spang, & Wiltchko, 1992)

Kinematische Modelle einer Deformationsgeometrie wie es die „oblique-ramp“ zeigt haben 2 wichtige mechanische Verhalten, dem „vertical-shear“ und „layer-parallel-shear“. Dadurch streicht die Rampe nicht normal zur Vorschubs Richtung (Apotria, Snedden, Spang, & Wiltchko, 1992). Diese Geometrie ist im Gelände schwer auf den ersten Blick als solches zu erkennen und bedarf mehrere Überlegungen. Jedoch gibt diese Geometrie auch wieder Anhaltspunkte für komplexere tektonische Bewegungen in der älteren Lunzer Decke.

### 1.3.5 „Out-of-Sequence“ Überschiebungen

Bei „out-of-sequence“ Überschiebungen folgt die Verbreitung der Störung nicht dem Verlauf zum Vorland beziehungsweise der normalen theoretischen Sequenz von Überschiebungen. Es kann also passieren das die Sequenz der Überschiebung selbst noch einmal durchbrochen wird und hier kann es dann entweder zum „break back thrusts“ oder die Überschiebung setzt sich noch weiter ins Hinterland fort. Hier gibt es 2 wichtige Endglieder, eine ältere in-Sequenz Überschiebung kann über ihre gesamte Länge reaktiviert werden oder eine komplett neue Überschiebung fährt durch die schon deformierten älteren Sequenzen (Morley, 1988). Hier kann es auch dazu kommen, dass ganze Blöcke der Sequenz in dem Überschiebungsgürtel verschwinden und eine fehlende Schichtfolge entsteht (Morley, 1988). In Abbildung 7 eine mögliche theoretische Vorstellung solcher Sequenzen (McClay, 1982).

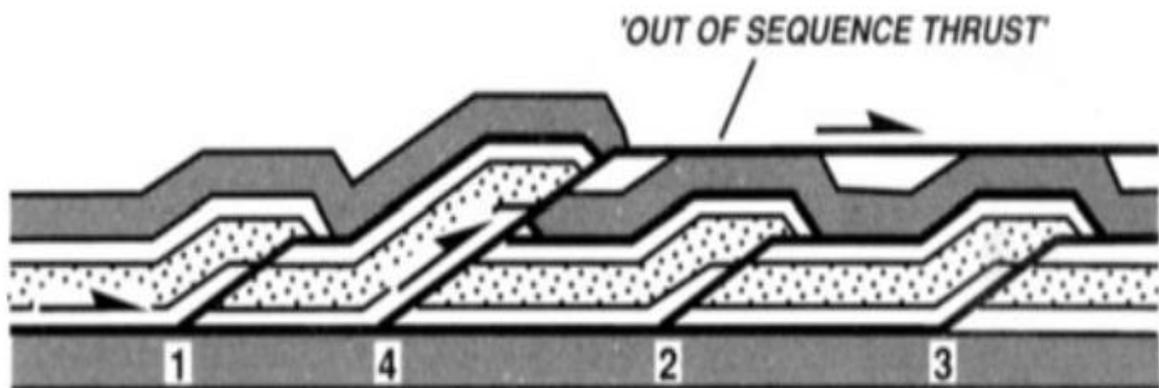


Abbildung 7 "out-of-sequence" Überschiebungen (McClay, 1982)

### 1.3.6 Analyse Gosau-Gruppe

Gesammelte Proben der Gosau-Gruppe sollen schwermineralogisch analysiert werden. Durch die Analyse der Schwerminerale lassen sich Ausgangsgesteine und insbesondere Liefergebiete bestimmen (Stattegger, 1986). In diesem Zusammenhang kann bestimmt werden, wann und woher die Gosau-Gruppe in die Überschiebungsbahn mit einbezogen worden war. Diese Information kann eine Aussage treffen ob die tektonischen Events vor oder nach der Gosau Hauptsedimentation stattfanden.

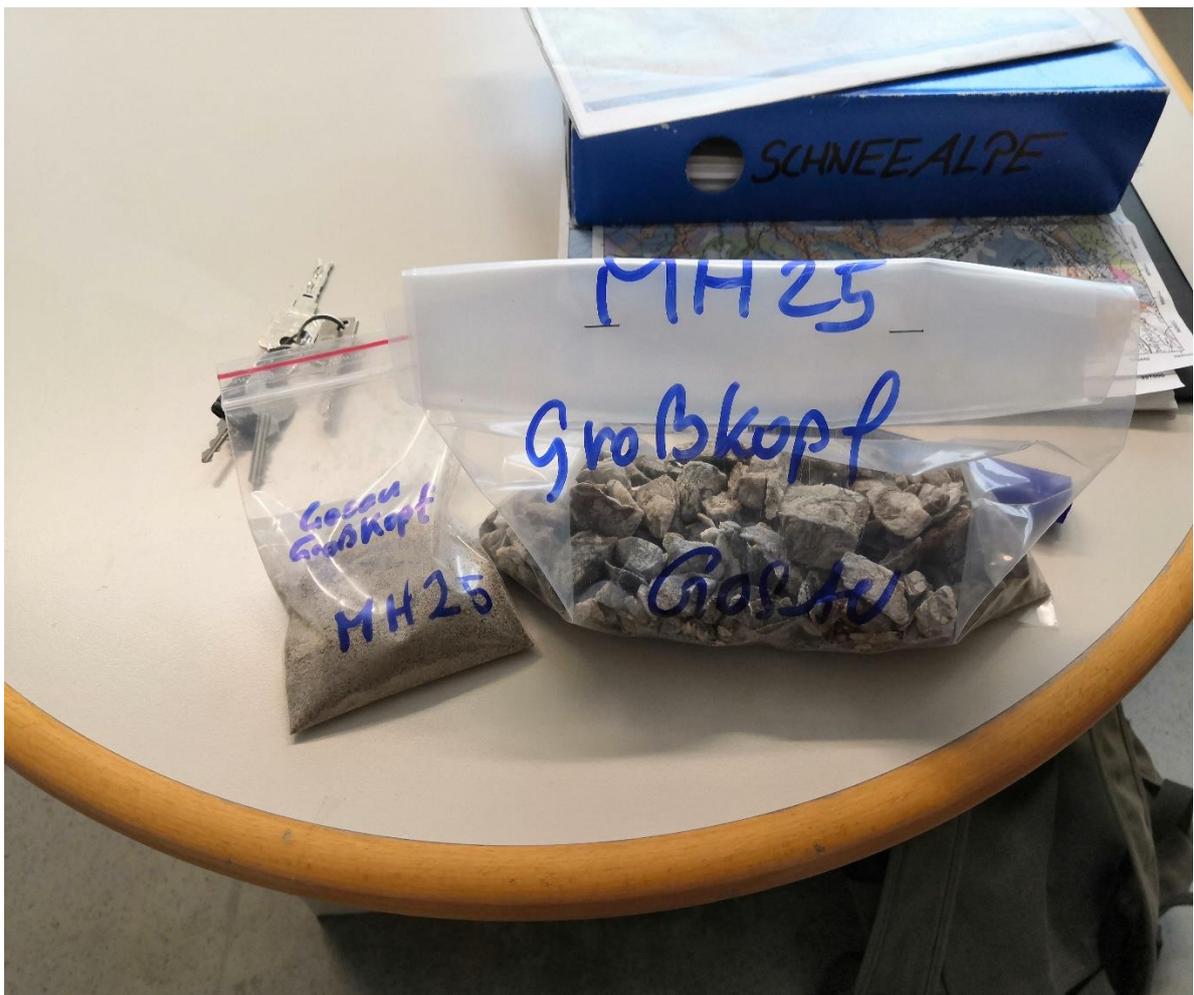


**Abbildung 9** Gesammelte Probe der Gosau-Gruppe

Auf der Abbildung 8 kann man die Fossilien Actaeonellidae sehen dadurch kann die Gosau-Gruppe eindeutig erkannt werden. Auch der gräuliche sandig-siltige Kalkstein übersät mit Fossilien ergeben eine makroskopische Zuweisung der Gosau-Gruppe.

### 1.3.6.1 Probenaufbereitung und Analyse

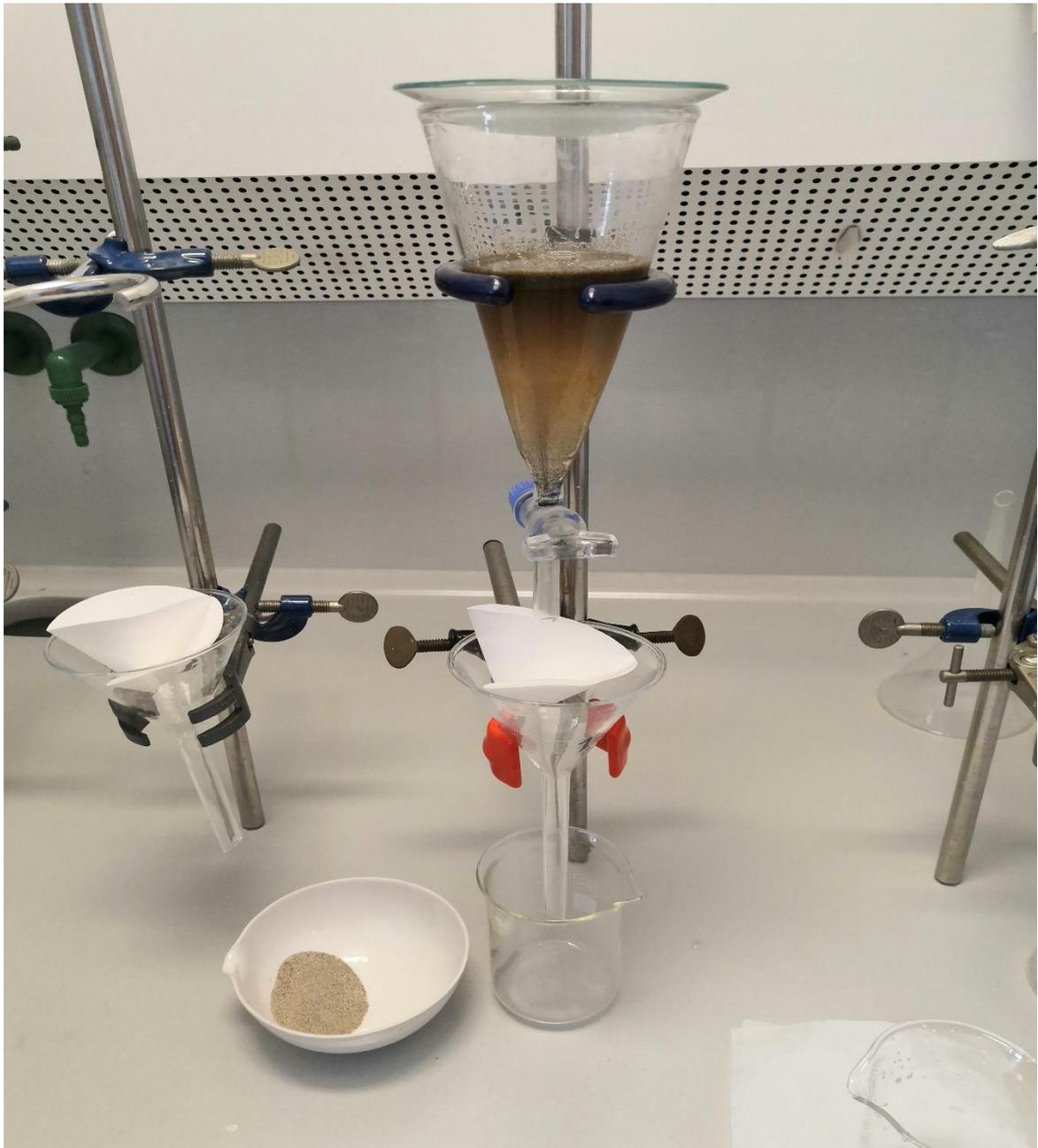
Die Proben werden dazu zuerst zerkleinert und gebrochen, dann ungefähr eine Woche lang in Essigsäure aufgelöst, um so den Karbonat Anteil zu beseitigen. Danach wird zunächst ein Sieb verwendet, um die Kies Fraktion abzutrennen. Im Folgenden wird der restliche Sand auf die Fraktion 0,063mm Feinsand ausgesiebt. Um etwaige Verunreinigungen zu beseitigen wird der Feinsand noch mit deionisiertem Wasser ausgewaschen und getrocknet (Boenigk, 1983).



**Abbildung 10** Feinsand und Grob Kies der gesammelten Gosau-Gruppe

Für die weiteren Analysen ist es essenziell das die Probe keine Ton Fraktion mehr enthält, um so die Ergebnisse nicht zu verfälschen. Des Weiteren sollten sich die Anwesenheiten von Glimmer auf ein Minimum beschränken (Boenigk, 1983).

Nun folgt die Schwerentrennung, dazu wird die verwendete Schwerflüssigkeit zuerst auf eine Dichte von ungefähr  $2,96 \text{ g / cm}^3$  gebracht. Dieser Schritt ist wichtig, um auch wirklich dafür zu sorgen damit sich die Schwerminerale am Boden absetzen. Die Schwerflüssigkeit wird in einen Trichter mit Ventil geschüttet, unter dem Auslass steht ein weiterer Trichter, in dem ein Filter Plättchen gelegt ist. Die Feinsand Probe wird jetzt oben in die Schwerflüssigkeit gegeben, um die Schwerentrennung einzuleiten (Boenigk, 1983).



**Abbildung 11** Aufbau Schwerentrennung

Unter wiederholtem Umrühren wartet man nun bis sich die Schwerminerale am Boden des Trichters absetzen. Nach etwa zwei Stunden kann man diese dann in das darunter stehende Filter Plättchen vorsichtig ablassen. Die Schwerminerale kann man in weiterer Folge durch trocknen des Filterplättchen gewinnen, sie werden dann auf einen Probenträger gestreut und mit Kanadabalsam und einem Deckglas abgedeckt. Die Probe ist nun fertig und kann unter dem Mikroskop analysiert werden, dazu wird ein Polarisationsmikroskop verwendet. Gezählt werden hauptsächlich falls vorhanden Zirkon, Turmalin, Hornblende, Rutil, Granat, Apatit, Chloritoid, Staurolith und Chrom-Spinell. Eine genauere statistische Aussage über das Schwermineralspektrum kann ab ungefähr 250 bis 300 gezählten Mineralen gemacht werden. Die gezählte Schwerminerale werden dann tabellarisch dargestellt und ihr prozentualer Anteil wird bestimmt, diese wesentlichen Details können später mit bestehender Literatur abgeglichen werden und so eine Liefergebiet und Alter zu benennen. (Boenigk, 1983)

## **2 Feldarbeit**

Die Geländeaktivität wurde in den Monaten Juni und Juli 2020, vom Autor der Arbeit durchgeführt. Ziel war die Gegend um Lunz am See, hier ist der Basis Kontakt der Lunz Decke zur Ötscher Decke zu finden. Kartiert wurde entlang der Forststraßen im Gebieten Lärchenstein, Pauschenberg, Hetzkogel und dem Großkopf. Erfasst wurden Strukturen wie Schichtflächen, Störungen und Falten unter der Verwendung eines Geologen-Kompass. Die Aufschlüsse sind mittels GPS-Koordinaten genau erfasst und dienen in weitere Folge zum Erstellen eines Profils. Jeder Aufschluss wurde nummeriert und kann eindeutig zugeordnet werden. Durch Einmessen mit dem Geologen-Kompass wurden Fallrichtung und Fallwinkel der jeweiligen Strukturen aufgenommen und folglich im Schmidtschen Netz dargestellt. Diese klassische Methode gibt einen guten Überblick über die Geologischen Verhältnisse an der Oberfläche und hat eine starke Aussagekraft über die tatsächlichen Gegebenheiten.

### **2.1 Aufschlüsse**

Für die Feldarbeit dienten dem Autor die Geländekarten aus dem Nö-Atlas, welche im Zuge der Vorbereitung mit der Geologischen Karte 71 Ybbsitz (Geologische Bundesanstalt) abgeglichen wurden, um so den Kontakt der Lunz und Ötscher Decke möglichst genau zu begehen. In vielen Aufschlüssen entlang der Forststraße wurden die Schichtflächen eingemessen, um später ein Profil durch das Gebiet zu erstellen. Ausgewählte Aufschlüsse werden im Folgenden genauer erläutert und Beschrieben. Die Liste gibt zu jedem Aufschluss eine Schichtfläche, welche in folgenden dann auch als Grundlage für das Profil genommen wird. An einigen Stellen konnte keine Schichtfläche eingemessen werden. Dies ist oft bei der Dachstein-Formation der Fall, welche sehr brüchig aufgeschlossen und daher nicht für eine Messung geeignet war.

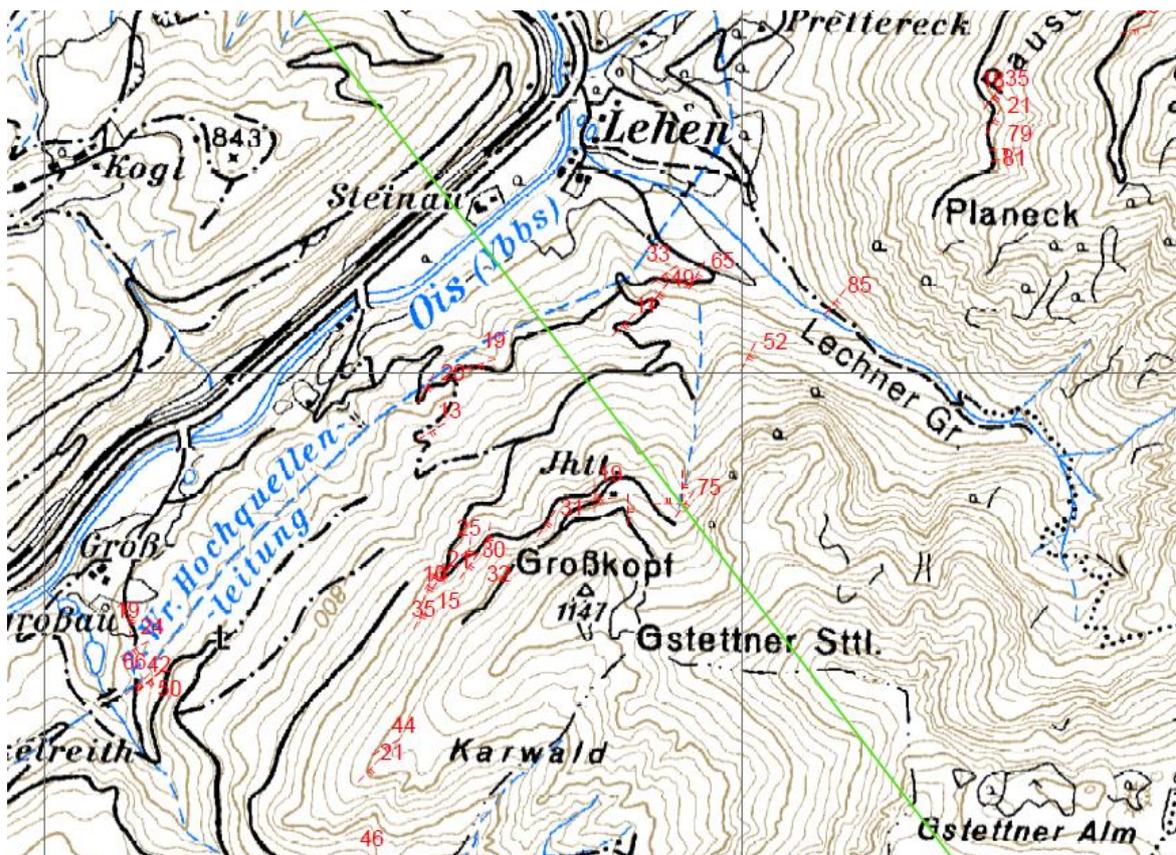


Abbildung 12 Ausschnitt Topografische Karte mit den Aufschlüssen

### Liste der Aufschlüsse

Nummer	Ost	Nord	Formation	Fallrichtung	Fallwinkel
1	653879	301937	Reifling Formation	148	07
2	653572	301716	Reifling Formation	118	32
3	653413	301585	Reifling Formation	122	25
4	653548	301583	Reifling Formation	147	18
5	653673	301602	Reifling Formation	170	30
6	653853	301629	Reifling Formation	175	46
7	654271	301569	Gutenstein Formation	149	85
8	654374	301503	Gutenstein Formation	152	81
9	654586	301527	Dachstein Formation	221	35
10	654909	301481	Dachstein Formation	X	X
11	654709	301460	Dachstein Formation	159	35
12	653742	301311	Dachstein Formation	X	X
13	653458	301203	Gutenstein Formation	129	40
14	653290	301141	Gutenstein Formation	130	39
15	652262	300185	Gutenstein Formation	129	85
16	650251	299261	Lunz Formation	079	19

17	650241	299186	Reifling Formation	150	24
18	650286	299090	Reifling Formation	140	66
19	650286	299090	Reifling-Formation	140	50
20	X	X	Dachstein Formation	X	X
21	651586	299623	Dachstein Formation	X	X
22	651838	299652	Dachstein Formation	X	X
23	651830	299600	Gutenstein Formation	126	75
24	651814	299632	Gosau Gruppe	X	X
25	651574	299625	Gutenstein Formation	173	19
26	651434	299544	Gutenstein Formation	124	31
27	651275	299502	Gutenstein Formation	100	25
28	651220	299459	Gutenstein Formation	099	32
29	651131	299389	Reifling Formation	129	35
30	651210	299421	Reifling Formation	126	30
31	651682	299582	Dachstein Formation	X	X
32	650964	298902	Reifling Formation	149	44
33	650922	298832	Reifling Formation	133	21
34	651077	299277	Reifling Formation	117	15
35	651098	299356	Reifling-Formation	113	10
36	650877	298571	Reifling Formation	156	46
37	650255	299081	Reifling Formation	139	42
38	653112	300983	Gutenstein Formation	165	25
39	653283	301508	Dachstein Formation	X	X
40	652716	300779	Reifling Formation	126	18
41	652716	300779	Reifling Formation	131	35
42	652719	300707	Reifling Formation	120	21
43	652737	300641	Gutenstein Formation	176	81
44	652745	300612	Dachstein Formation	165	79
45	651867	300260	Reifling Formation	119	65
46	652016	300025	Gutenstein Formation	117	52
47	651092	299936	Lunz-Formation	118	20
48	651230	300014	Lunz-Formation	162	19
49	651764	300267	Reifling Formation	144	33
50	651754	300205	Reifling Formation	128	49
51	651652	300121	Reifling Formation	135	11
52	651111	299392	Reifling Formation	126	21
53	651095	299814	Reifling Formation	148	13



### 2.1.1 Aufschluss 14: Abschiebung, Gutenstein-Formation

Entlang der Forststraße im Gebiet Lärchenstein konnte eine Störung in der Gutenstein-Formation angetroffen werden. Durch eingehende Betrachtungen konnten auf den Flächen, Strömungen gefunden werden, deren Lage und Orientierung auf eine Abschiebung schließen lassen. Diese Strukturen findet man typischerweise auf den Scherflächen von Störungen.



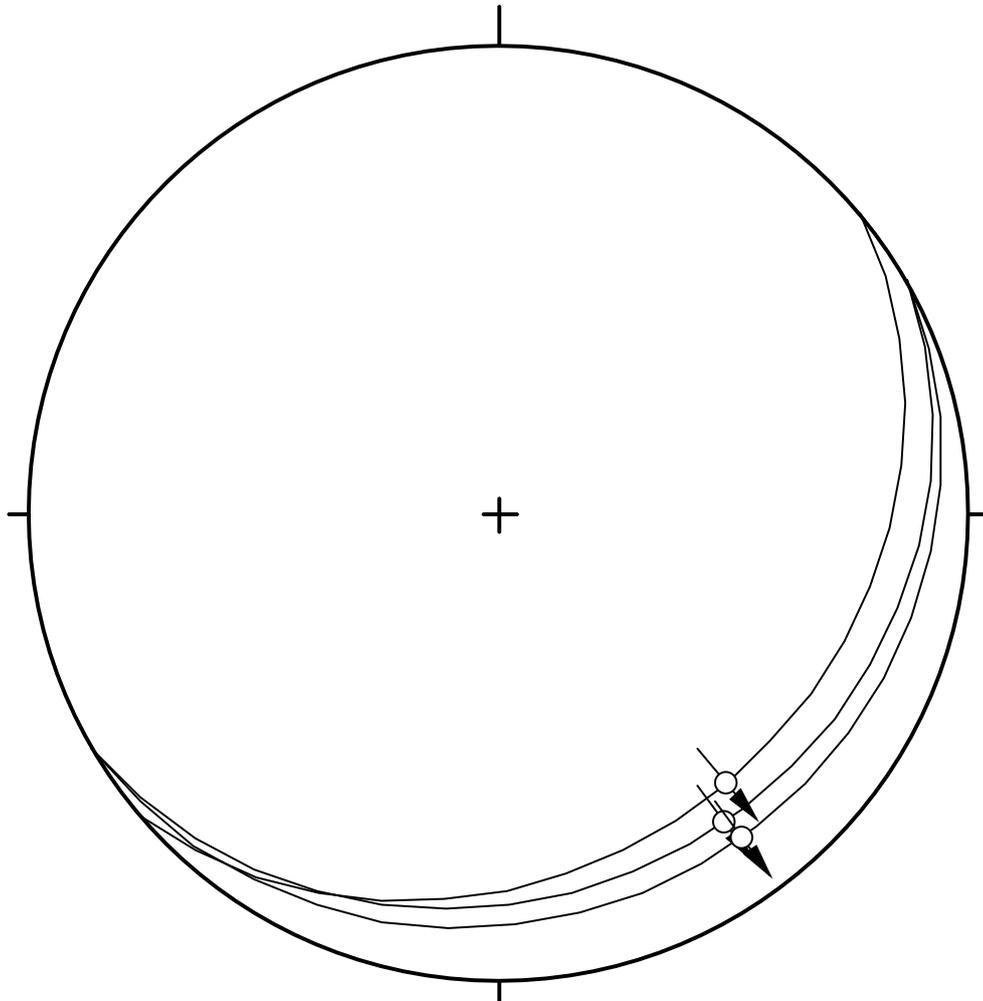
**Abbildung 14** Aufschluss 14 Lineare auf Störungsfläche

Um den Schersinn zu erkennen bedarf es genauere Betrachtungen, wobei hier Kalzit Anwachsungen die nötigen Hinweise ergaben. An der Abrisskante der Scherfläche können Kalzit-Kristalle wachsen und diese Kalzit Anwachsungen geben mit ihrer Orientierung eine eindeutige Beschreibung des Schersinns, demnach handelt es sich demnach um eine Abschiebung.



**Abbildung 15** Aufschluss 14, Kalzit Anwachsungen

Die gemessenen Fallrichtungen und Fallwinkel der Scherfläche und den dazugehörigen Linearen können im Schmidt'schen Netz dargestellt werden, die Abschiebung hat eine Süd-Ost Orientierung.



**Abbildung 16** Abschiebung aus Aufschluss 14, Lärchenstein, Gutenstein Formation

Eine Mögliche Erklärung wäre eine Abschiebung in der Rampenanklinale der großflächigen Überschiebung. Durchaus als Faltung einer größeren „fault propagation fold“ zu Interpretieren. Diese kleine Abschiebung hat jedenfalls fast dieselbe Orientierung wie die Überschiebungsfläche in der Dachstein-Formation ein Stück weiter entlang der Forststraße wo der Kontakt der beiden Decken zu finden ist.

## 2.1.2 Aufschluss 25: Actionellen-Kalk, Gosau-Formation

An einem nördlichen Hang des Großkopfs konnte ein kleiner Aufschluss der Gosau-Gruppe angetroffen werden. Auf einem steilen Abhang in der Nähe des Flussbetts konnten einige Stücke Actionellen-Kalk gefunden werden. Die Gosau Sedimente könnten einige wichtige Informationen liefern, wenn es um die zeitliche Einteilung der Überschiebung geht. Es wurden Proben genommen die später im Labor untersucht werden.



**Abbildung 17** Aufschluss 25 Aktionellen-Kalk, Gosau-Gruppe

Die Abbildung 17 zeigt die Proben des ganz charakteristischen Actionellen-Kalk der Gosau-Formation. Zu sehen sind die dicht gepakten Muscheln zwischen einem grauen mergeligen Kalksandstein. Gefunden wurden diese Stücke zwischen ausgerissenen Wurzeln von Bäumen, also ist die Annahme dass die Gosau-Formation hier zu Tage kommt. Leider konnten keine Schichtflächen oder dergleichen eingemessen werden. Interessant ist hier jedenfalls die Frage wie und wann das Sediment in die Überschiebungsbahn gelangte.

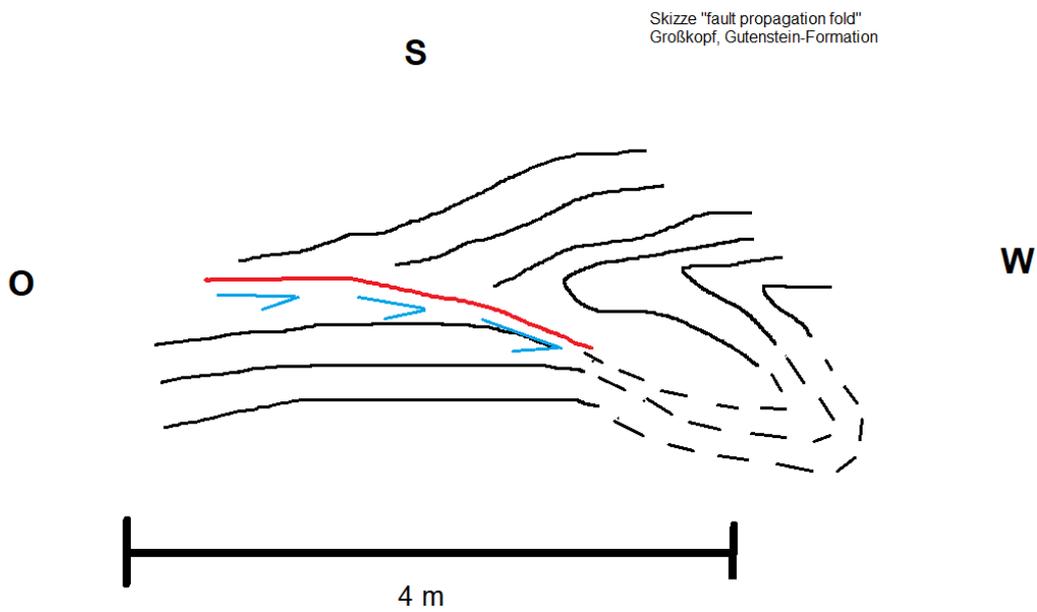
### 2.1.3 Aufschluss 26: „fault propagation fold“, Gutenstein-Formation

Auf dem Weg entlang der Forststraße am Nördlichen Hang des Großkopf konnte eine Falte aufgeschlossen werden. Zunächst nur als Falte gesehen konnte bei näherer Betrachtung eine „fault propagation fold“ Struktur erkannt werden. Durch die Lage und der theoretischen Überlegung kommt man zu dem Schluss, dass diese Struktur verkehrt liegt. Mit anderen Worten nachdem propagieren muss diese Struktur noch einmal verfaltet worden sein um die verkehrt liegende Orientierung zu erklären.

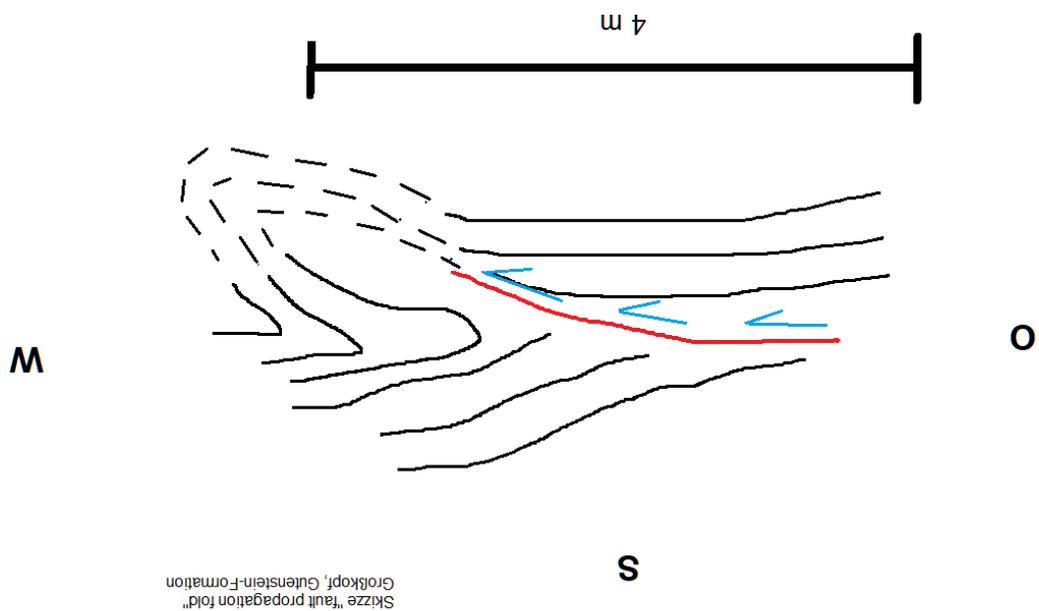


**Abbildung 18** Aufschluss 26 „fault propagation fold, verkehrt liegend

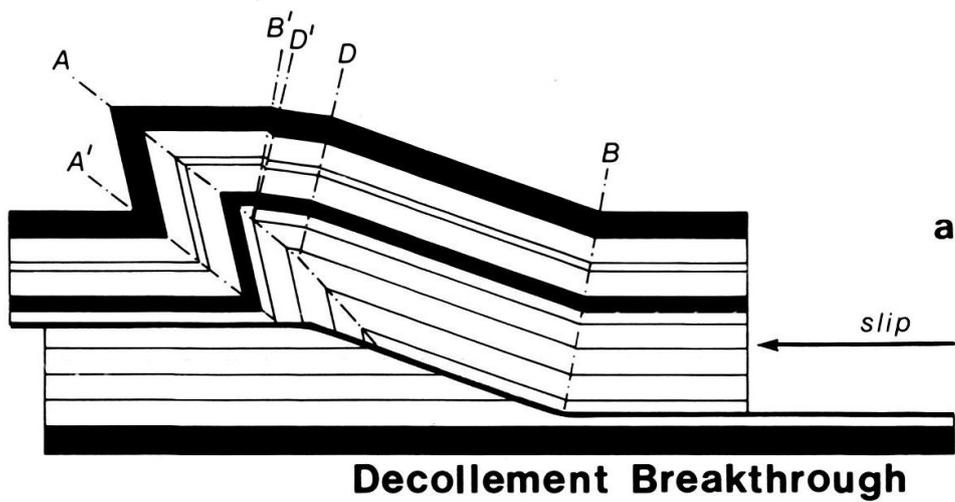
Anhand des theoretischen Modells nach Suppe et al. (1990) wie in Abbildung 21, konnte mit einer Skizze die Überlegung einer verkehrt liegenden „fault propagation fold“ gemacht werden. Diese Idee würde zur Annahme führen, dass die Lunzer Decke eine Faltung erfahren hat, nachdem die beobachtete „fault propagation fold“ gebildet wurde. In den folgenden Skizzen sollen diese Überlegungen noch einmal veranschaulicht werden.



**Abbildung 19** Skizze Aufschluss 26 „fault propagation fold“, Orientierung wie in der verkehrt liegenden Schichtfolge im Aufschluss angetroffen

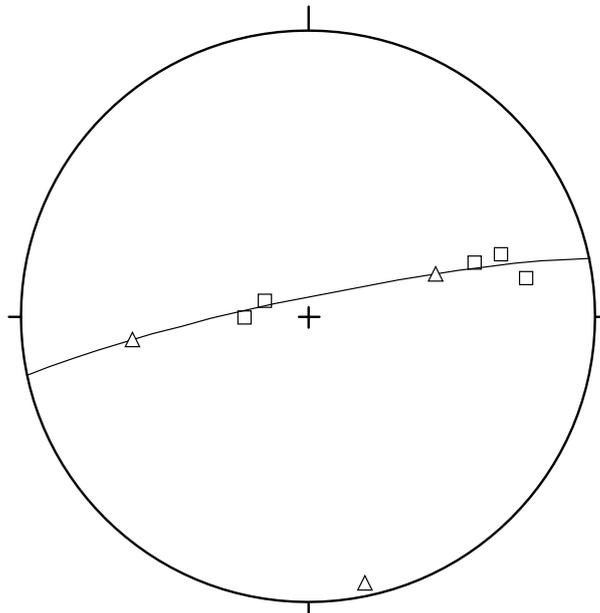


**Abbildung 20** Skizze Aufschluss 26 „fault propagation fold“, in aufrechter Lage und zu subhorizontalen Einfällen zurück rotiert



**Abbildung 21** „fault propagation fold“ (Suppe & A. Medwedeff, 1990)

Die Abbildung 19 und 20 zeigt eindeutig, dass die gefundene Struktur eine verkehrt liegende „fault propagation fold“ sein muss. Abbildung 21 zeigt noch einmal das theoretische Modell zum Vergleich.

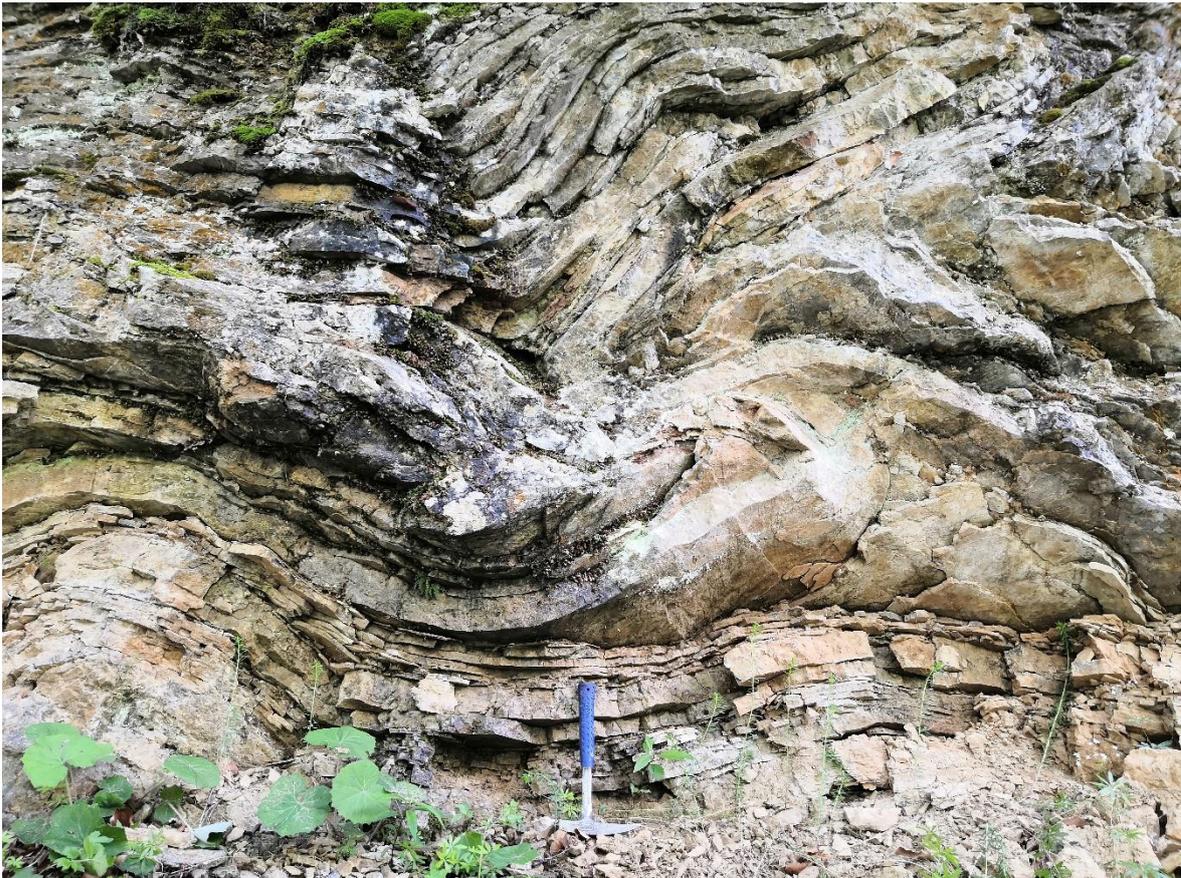


**Abbildung 22** Faltenachse Süd aus Aufschluss 26

Die Achse der Falte selbst fällt flach nach Süden wie einige andere Falten im Gebiet.

## 2.1.4 Aufschluss 28: Faltenstruktur, Gutenstein-Formation

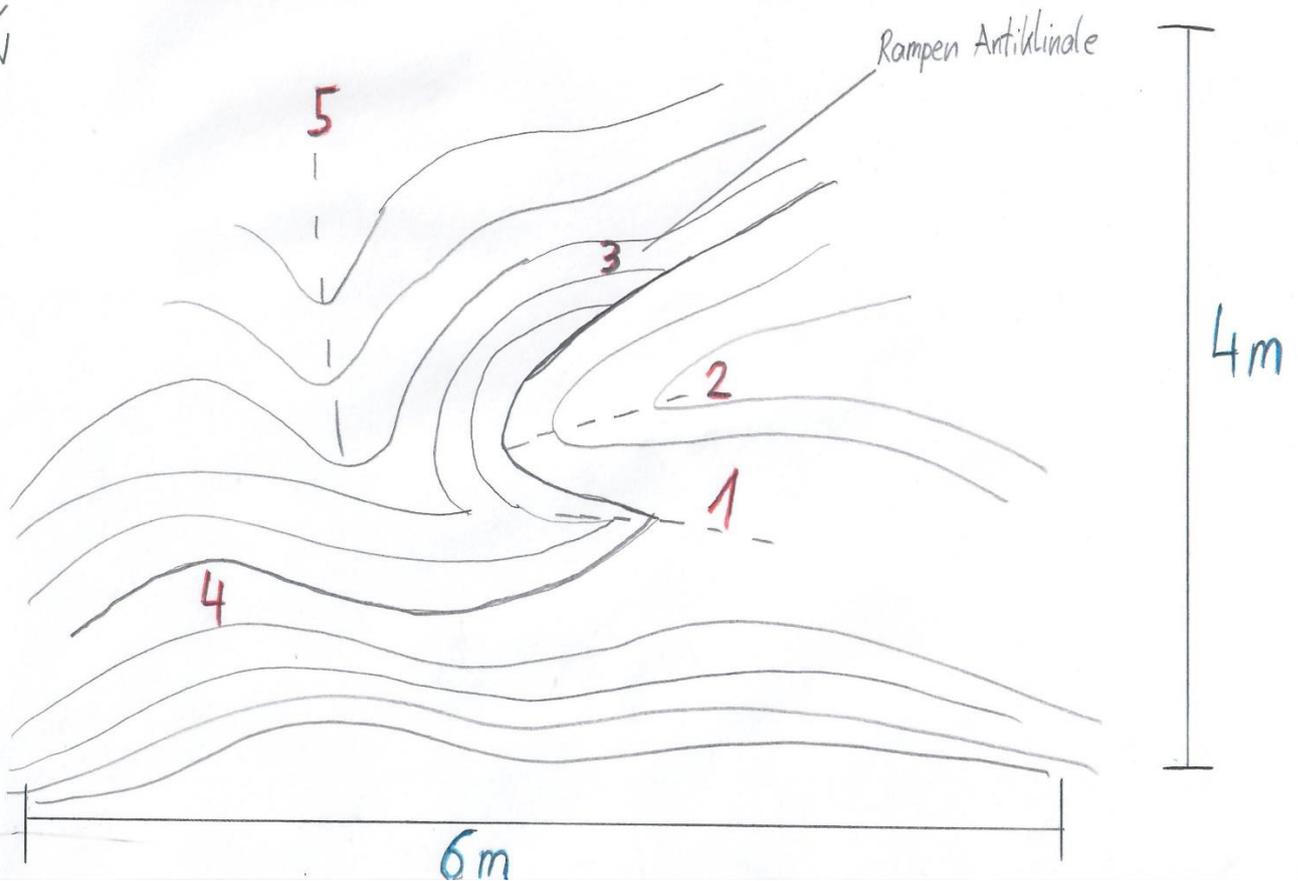
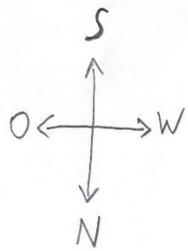
Entlang der Forststraße nord-westlich des Gropkopfs, konnte eine komplexe Faltenstruktur vorgefunden werden. Diese Struktur vereint mehrere Falten zu einer großen Struktur, welche oft einen sehr steil liegenden Faltenachse haben. Diese steil liegende Faltenachsen passen auch zu den oft gefunden parallel liegenden verkehrten Schichtfolgen, die in der Gutenstein-Formation und Reifling-Formation zu finden sind.



**Abbildung 23** Aufschluss 28 Faltenstruktur, Gutenstein-Formation

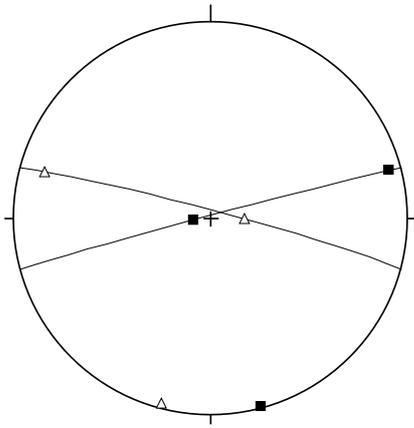
Der komplexe Faltenbau wurde näher analysiert, hier konnten auch Anhaltspunkte für eine mögliche „fault propagation fold“ gefunden werden, jedoch zu wenig, um diese zu konkretisieren. Ein klares Muster geben die Orientierungen der Faltenachse, dies soll die nachstehende Skizze veranschaulichen.

# Faltenstruktur, Gutenstein-Formation

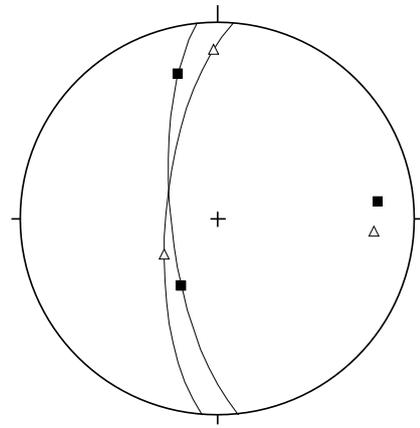


**Abbildung 24** Skizze Aufschluss 28 Faltenstruktur, Gutenstein-Formation

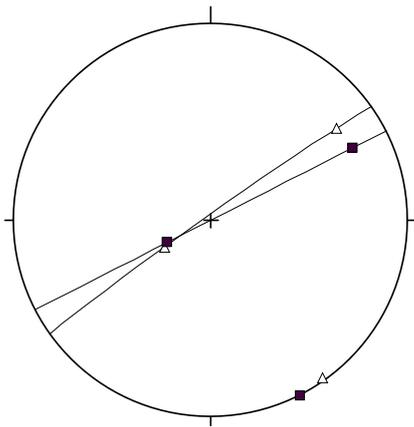
Die Falten werden in folgenden im Schmidtschen Netz veranschaulicht, auffallend die Nord-Süd oder Ost-West Orientierung. Die Faltenachse wurde einmal durch die gemessenen Schenkel und einmal durch die Achseneben dargestellt.



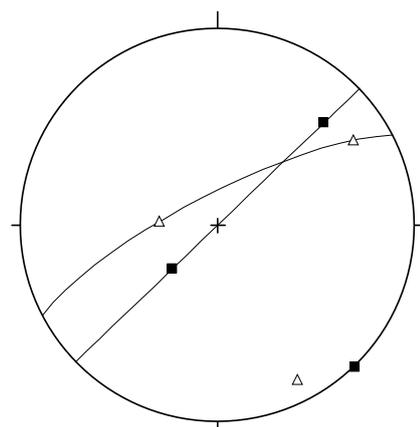
Faltenachse 1



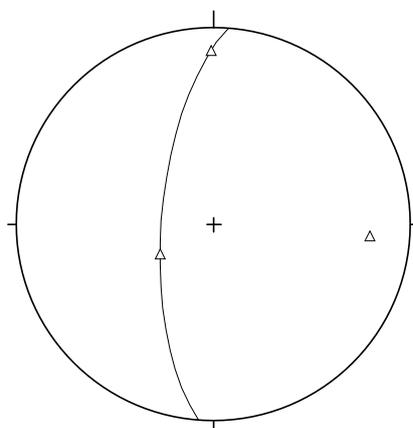
Faltenachse 2



Faltenachse 3



Faltenachse 4



Faltenachse 1

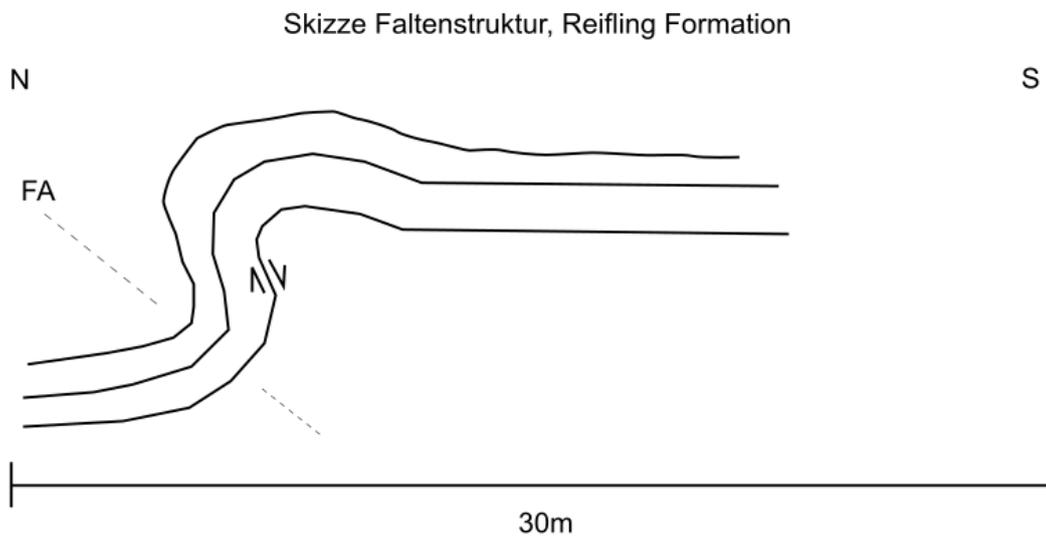
**Abbildung 25** Orientierung von Faltenachsen in Aufschluss 26

## 2.1.5 Aufschluss 35: Faltenstruktur, Reifling-Formation

Ein Stück entlang der Forststraße beim Abstieg vom Großkopf konnte eine Faltenstruktur gefunden werden die jedenfalls eine starke Ähnlichkeit mit Aufschluss 26 und die darin gefundenen „fault propagation fold“ hat.

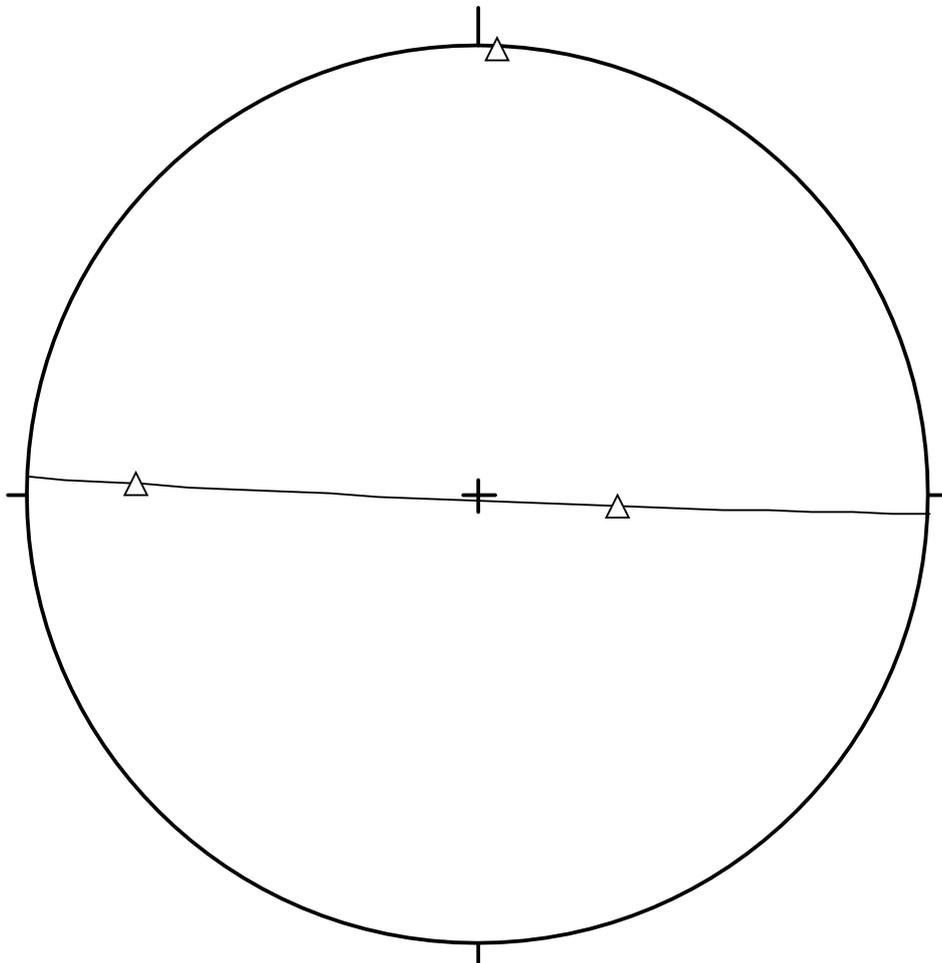


**Abbildung 26** Aufschluss 35 Faltenstruktur, Reifling-Formation



**Abbildung 27** Skizze Aufschluss 35

Die Ähnlichkeit zu Aufschluss 26 ist hier auf jeden Fall gegeben und man kann durchaus davon sprechen das hier auch dieselben Mechanismen gewirkt haben, um diese Struktur zu erhalten. Die gemessenen Faltenachse zeigt wieder eine Nord-Süd Orientierung wie in einigen anderen Aufschlüssen schon gefunden wurde. Hier kann also von einer auffallend häufigen Orientierung gesprochen werden.



**Abbildung 28** Faltenachse Nord aus Aufschluss 35

## 2.1.6 Aufschluss 38: Kontakt Dachstein-Formation / Gutenstein-Formation

Auf dem Weg der Forststraßen im Bereich des Pauschenbergs trifft man einen direkten Kontakt der Dachstein-Formation und der Gutenstein-Formation. Der Dachsteinkalk ist hier wieder sehr undeutlich gebankt und man kann keine Schichtflächen erkennen. Im Gegensatz zur unterhalb liegenden Gutenstein-Formation mit seiner gegen Norden einfallenden Schichten.

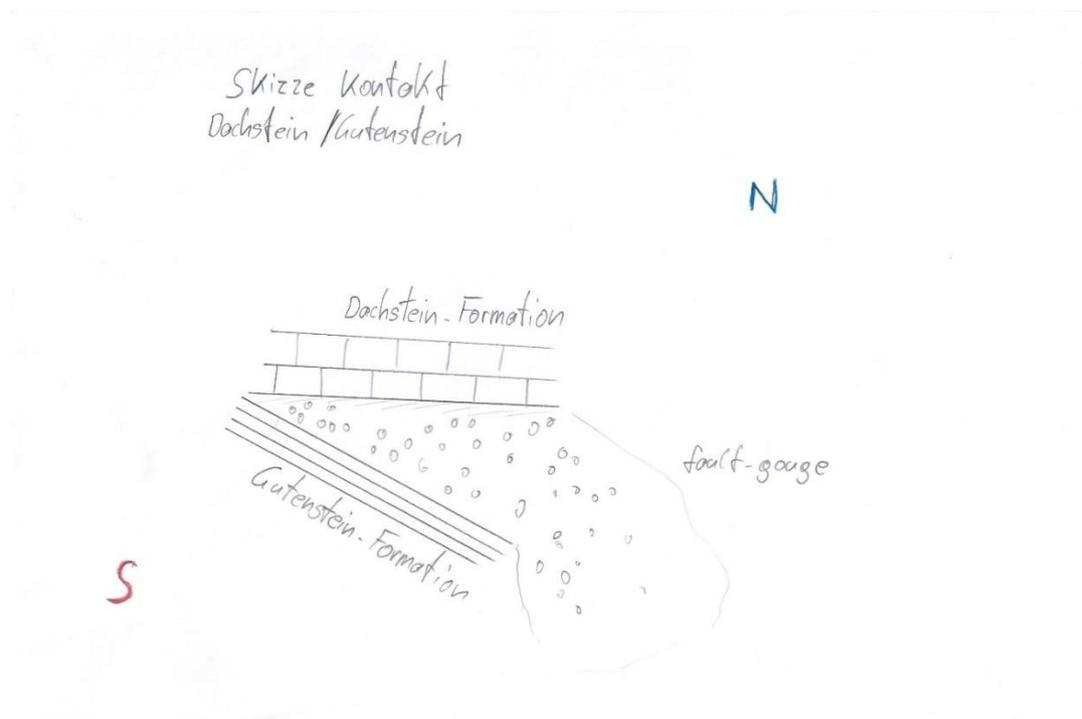


**Abbildung 29** Aufschluss 38 Kontakt Gutenstein-Formation / Dachstein-Formation

Sehr charakteristisch für eine Störung mit größerem Versatz sind Störungsgesteine. Der „fault-gouge“ und der Kataklasit sind ein eindeutiger Indikator das hier ein Störungskontakt der beiden Decken lokalisiert ist.

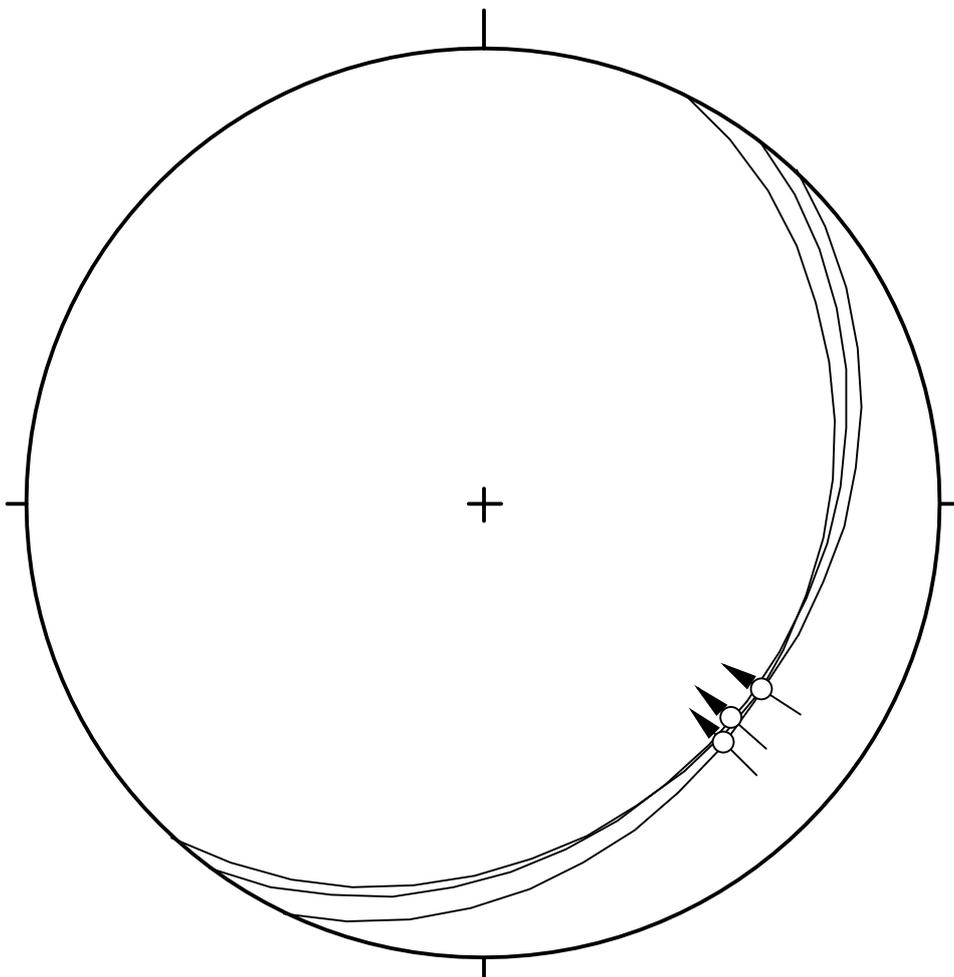


**Abbildung 30** Aufschluss 38 Störungsfläche und Störungsgesteine am Kontakt Dachstein-Formation / Gutenstein-Formation



**Abbildung 31** Skizze Aufschluss 38 Kontakt Dachstein-Formation / Gutenstein-Formation

Die Überschiebung der Dachstein-Formation liegt in dem Aufschluss 38 sehr flach und liegt sehr eben auf der Gutenstein-Formation. Diese Entdeckung deckt sich in jeden Fall mit der Literatur und die gemessene Harnisch-Fläche bestätigt auch wieder die Überschiebung der Dachstein-Formation auf die Gutenstein-Formation. Die Überschiebungsrichtung hat eine Süd-Ost Orientierung und fällt relativ flach ein. Diese Erkenntnis passt gut zu den SW-NO Orientierten Faltenachsen, welche auffallend oft zu finden sind in der Lunz Decke. Hier handelt sich wieder um ein Indiz für eine großräumige Faltung in der Lunz Decke durch mögliche „out-of-sequence“ Überschiebungen.



**Abbildung 32** Überschiebung Kontakt Dachstein-Formation auf Gutenstein-Formation aus Aufschluss 38

### 2.1.7 Aufschluss 40: „oblique-ramp“, Reifling-Formation

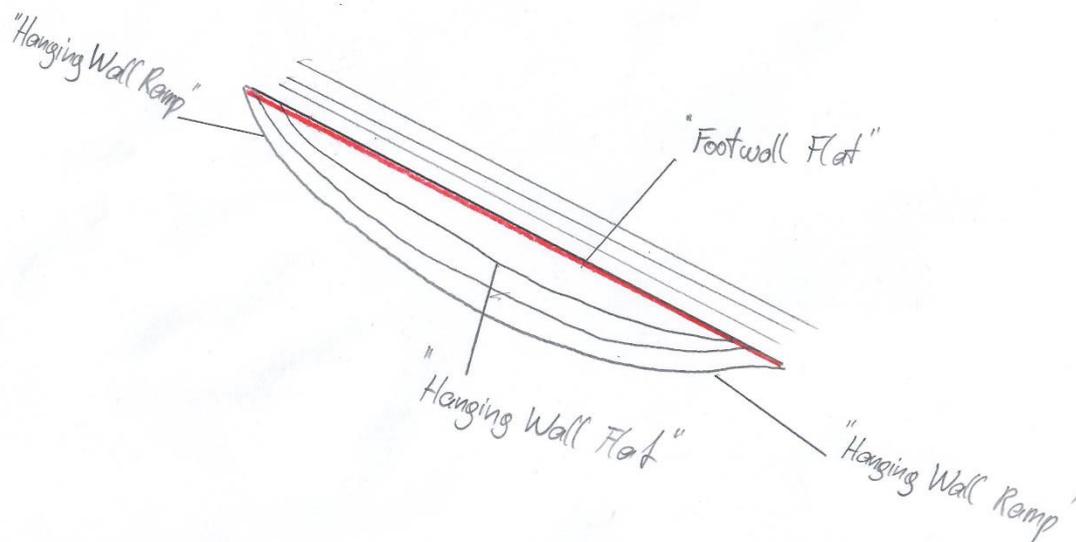
Am unteren Ende des Pauschenberg werden noch einmal die Reifling-Formation aufgeschlossen. Wie auch schon oft gesehen ist die Schichtfolge oft mit Falten und kleinen Störungen gezeichnet. Nicht zuletzt da es auch eine möglicherweise großräumige Faltung der Lunzer Decke gibt. In diesem Aufschluss konnte eine „oblique ramp“ Struktur gefunden werden. Die Betrachtung der Struktur bracht zunächst einige Fragen.



**Abbildung 33** Aufschluss 40 „oblique ramp“ in dünnbankigen Kalken der Reifling-Formation

Durch die Lage und der Orientierung kommt abermals zum Schluss, dass hier etwas verkehrt liegt und somit eine Faltung oder dergleichen geschehen sein muss. Diese Struktur ähnelt auch wieder sehr der Geometrie von Überschiebungen und die damit verbundenen „fault propagation folds“.

## Skizze Ramp-Flat Struktur



**Abbildung 34** Skizze Ramp-Flat Struktur aus Aufschluss 40

Je nachdem, wie die Struktur den Aufschluss schneidet bekommt man so eine Geometrie, also ist es durchaus möglich, dass hier die eine „fault propagation fold“ geschnitten wurde.

### 3 Ergebnisse

Durch die Begehung des Gebietes konnten einige Interessante Aufschlüssen gesehen werden. Viele Schichtflächen wurden gemessen, um ein Profil zu erstellen und dieses so akkurat wie möglich zu zeichnen. Mit Hilfe der Geologischen Karten, dem Nö-Atlas und der Software GIS konnte der Ausschnitt gut dargestellt werden und bracht die Grundlage für das Profil. Die Strukturen im Schmidt'schen Netz dargestellt bringen die dazu gehörende kinematisch Beschreibungen. Anhand der theoretischen Überlegungen und Anfertigung von Skizzen, konnte die gefunden Strukturen mit der jeweiligen Interpretation dargestellt werden. Durch die Überlegungen von „out-of-sequence“ Überschiebungen können viele der verkehrt liegenden Strukturen, wie zum Beispiel die „fault propagation folds“ in ein mögliches Szenario gerückt werden. Es war möglich eine gedankliche Lösung für diese jünger auf alt Schichtfolge zu erzeugen.

#### 3.1 Profil Nordwest - Südost

Als Profillinie wurde eine Nordwest-Südost Orientierung gewählt, um den Kontakt der Überschiebung möglichst darzustellen. Dafür dienten die zahlreichen Aufschlüsse und die Gelände Daten aus dem GIS.

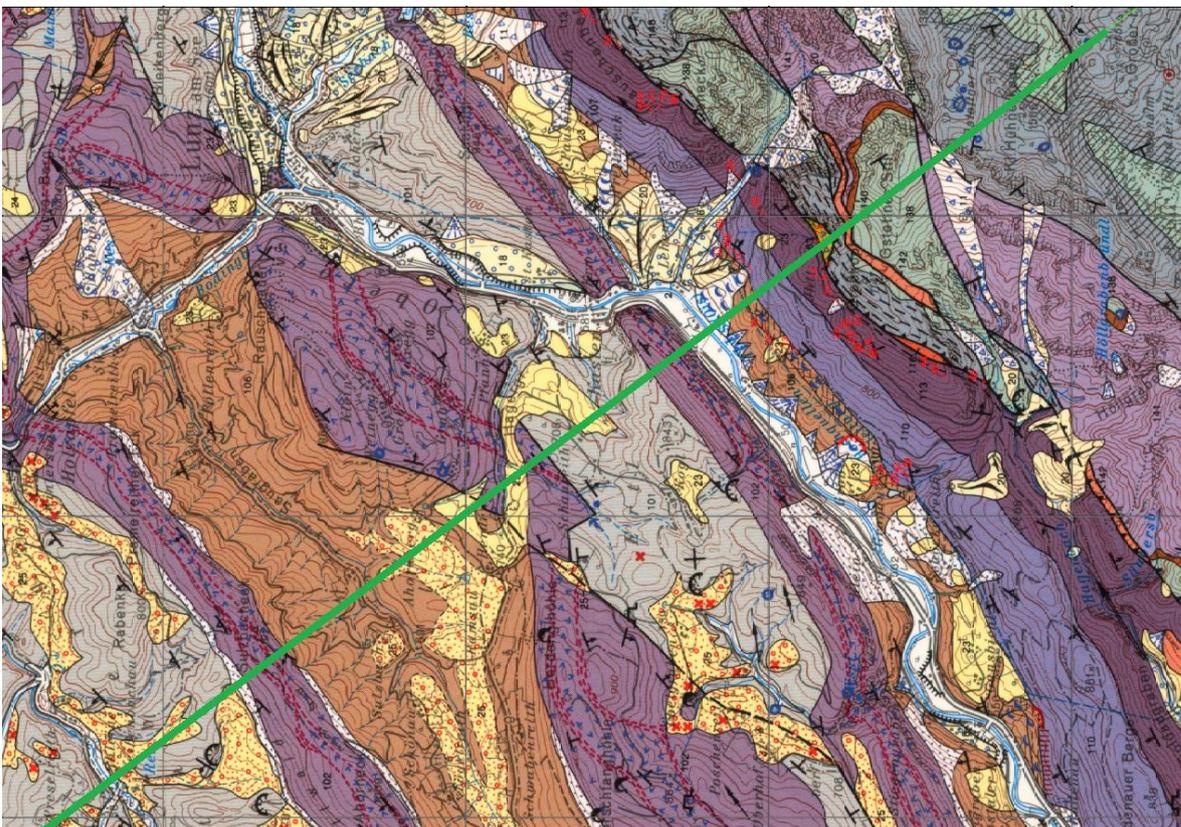


Abbildung 35 Geologische Karte mit Profillinie

# Profil NW - SO 1 : 20000

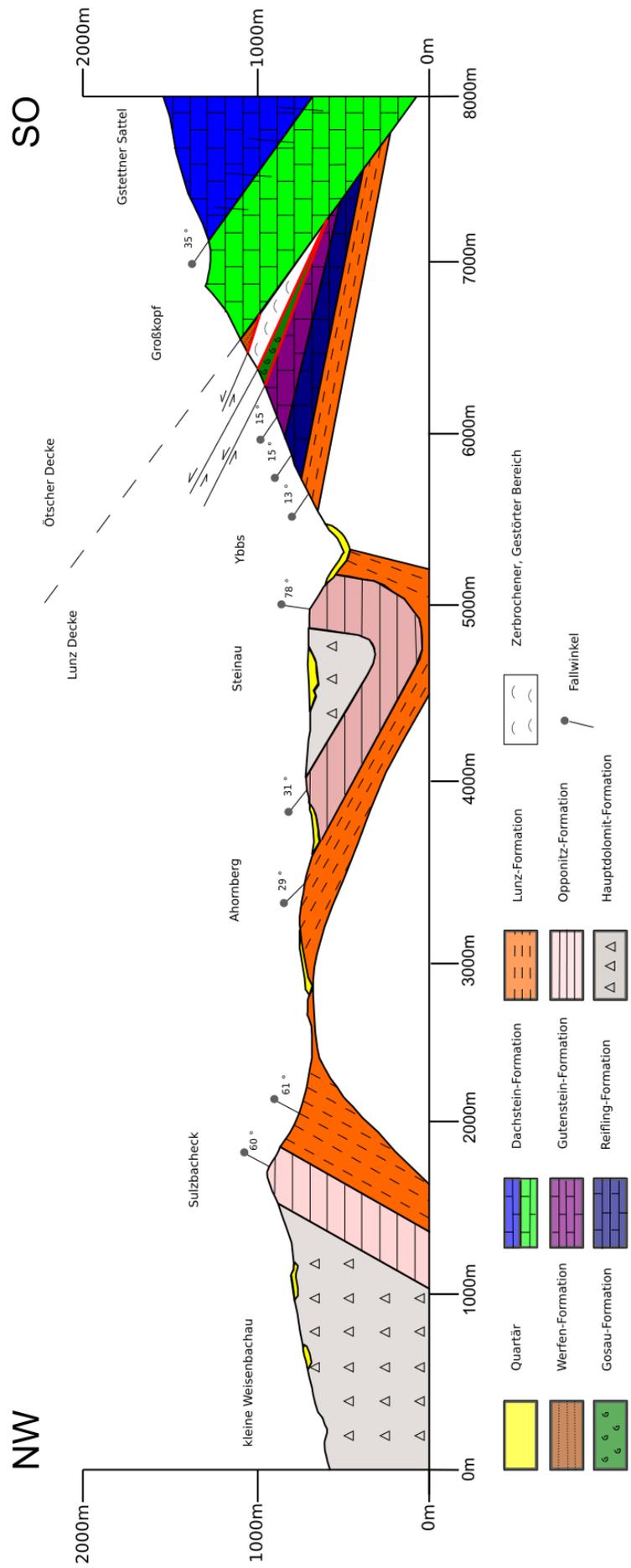


Abbildung 36 Profil NW-SO

## 3.2 Stereoplots

### 3.2.1 Schichtflächen der Formationen

Dieser Plot soll einfach eine gemittelte Orientierung der vorgefundenen Lithologien geben. Jede Formation ist mit seinen „mean vector“ als Großkreis dargestellt.

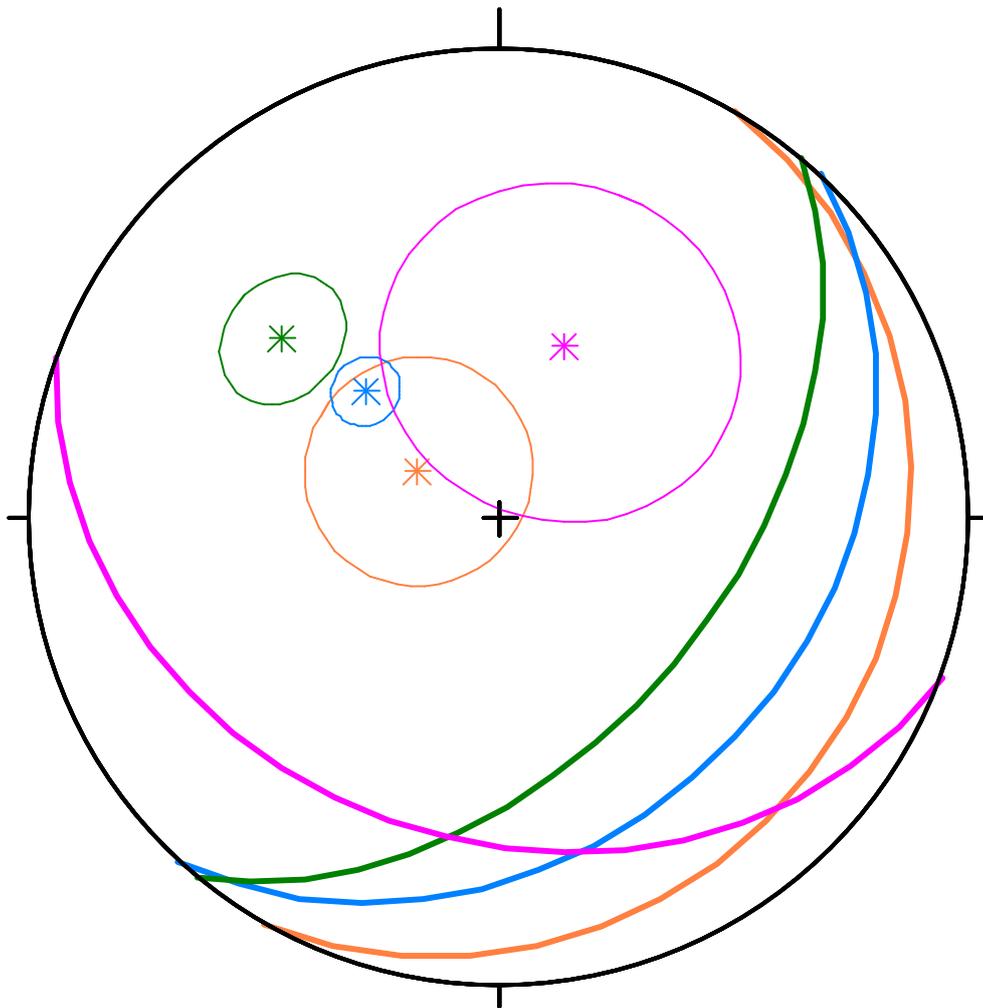
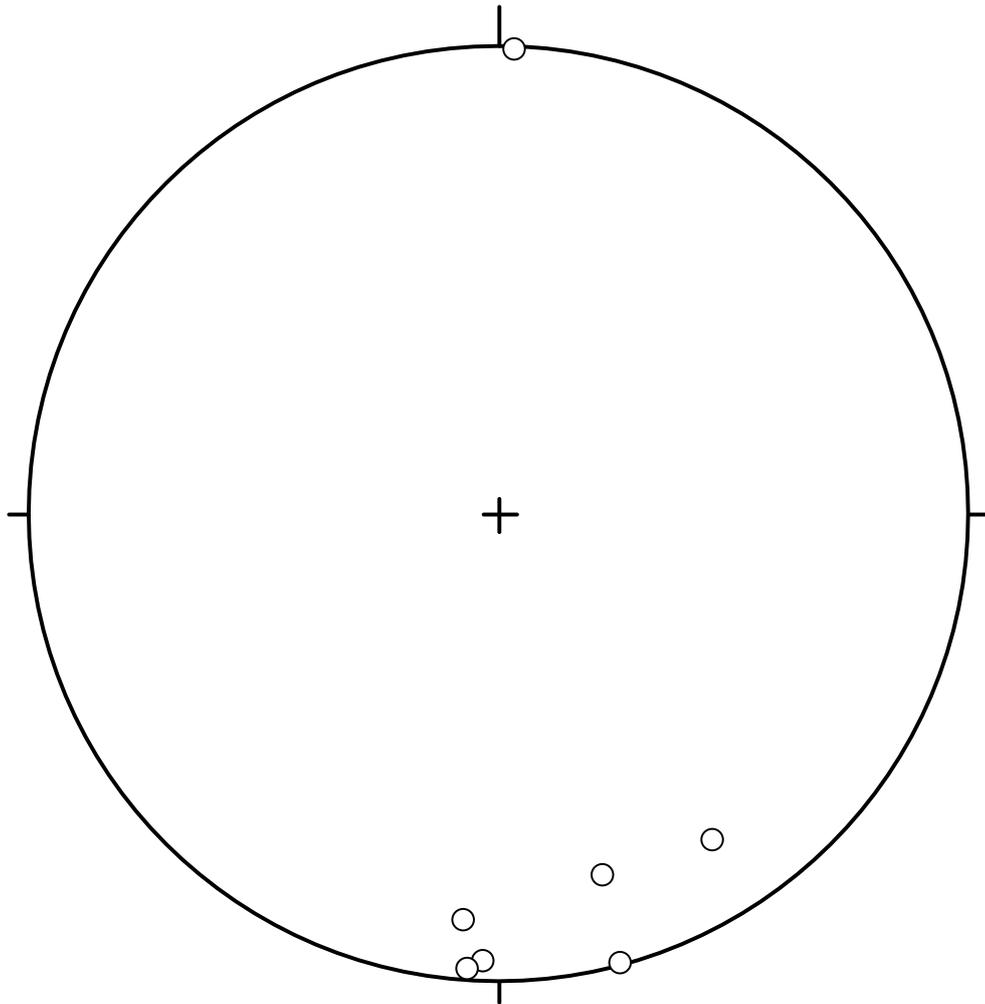


Abbildung 37 Schichtflächen Orientierung

Dachstein-Formation  
Gutenstein-Formation  
Reifling-Formation  
Lunz-Formation

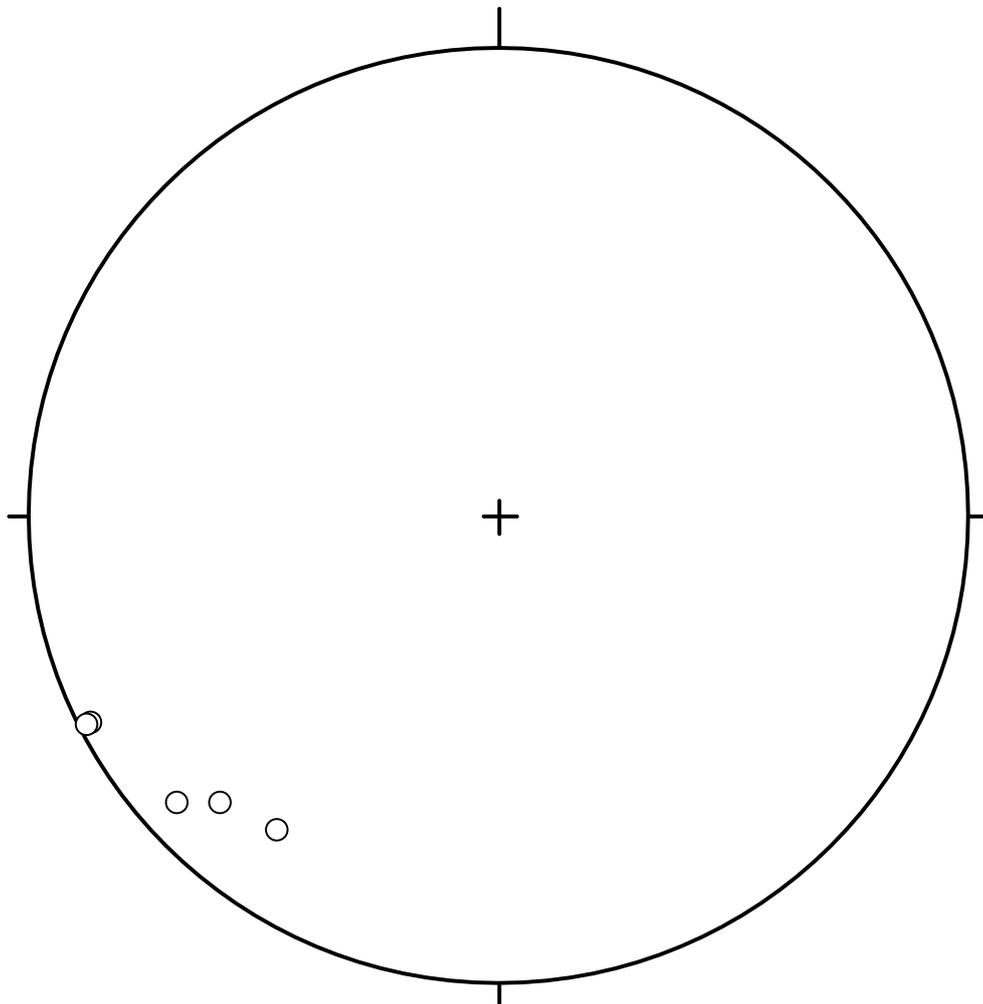
### 3.2.2 Orientierung der Faltenachsen

In der Lunz Decke gibt es zwei verschiedene Orientierungen der Faltenachsen, dieser Umstand kann wiederum als Argument für zwei verschiedene Tektonische Events herangezogen werden.



**Abbildung 38** Faltenachsen aus den verkehrt liegenden Serien der Lunzer Decke unter der Überschiebung der Ötscher Decke. Ältere Nord-Süd-streichende Faltenachse aus Event 1

Das erste Event hat eine Nord-Süd Orientierung seiner Faltenachsen und kann im Abbildung 38 aus dem Stereoplot abgelesen werden.

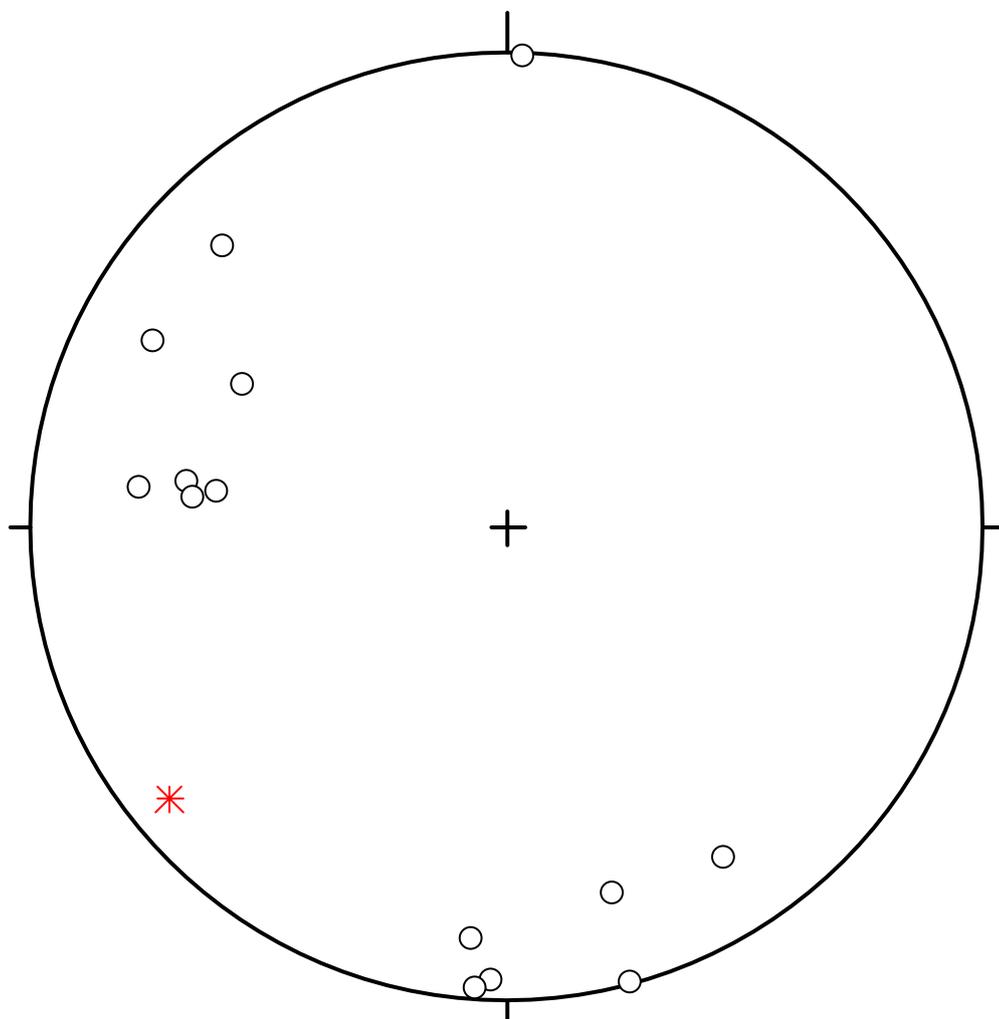


**Abbildung 39** Faltenachsen aus den verkehrt liegenden Serien der Lunzer Decke unter der Überschiebung der Ötscher Decke. Südwest-Nordost-streichende Faltenachsen aus Event 2

Die zweite Faltung, also das nächste tektonische Event hat die Orientierung Südwest-Nordost. Diese Sachlage kann jedenfalls für weitere Überlegung ob die Lunz Decke nach der Überschiebung eine Faltung erlebt hatte herangezogen werden.

### 3.2.3 Rotierte Faltenachse

Es gab also gesichert zumindest zwei Events, die mit einer Faltung zusammenhängen. Aus dem jüngeren Event 2 konnte aus dem Set eine durchschnittliche Orientierung konstruiert werden. Anhand dieses Rotationspunkt wurde zum Abgleich die gemittelte Haupt-Einfallrichtung der Lunzer Decke in ihre aufrechte Lage gebracht. Der Winkel konnte also mit  $147^\circ$  Grad festgestellt werden und die älteren Faltenachsen konnte rotiert werden, wie in Abbildung 40 dargestellt.



**Abbildung 40** rotierte Faltenachsen

### 3.3 Gosau-Gruppe

Die Analyse mittels Schwereretrennung brachte dem Autor eine genaue Aufschlüsselung der Schwerminerale und es war möglich ein Liefergebiet beziehungsweise das Ausgangsgestein zu bestimmen. Dem hohen Gehalt von Chrom-Spinell zufolge handelt es sich hier jedenfalls um die untere Gosau-Subgruppe. Die Anwesenheit von aufgearbeiteten Hochdruck Metamorphite und die Reste von Ultrabasischen Gestein deuten auf Ophiolite also ehemaligen Ozean Boden. Die aus den unteren Gosau Abschnitten der Weyrer Bögen oder aus Lilienfeld sind aufgrund der Schwerminerale vergleichbar. Ein hoher Chromspinell Anteil findet sich nur in der Nierental-Formation, Kreuzbach-Formation und der Grabenbach-Formation (Wagreich, 2013).

Schwermineralanalyse Gosau Großkopf

Schwermineral	Gezählt	Prozent
Cr-Spinell	108	40,91%
Granat	17	6,44%
Apatit	41	15,53%
Hornblende	18	6,82%
Turmalin	43	16,29%
Rutil	37	14,01%
Gesamt	264	100%

Das Ausgangsgestein mit seinem feinen Konglomerat aus sandig-siltig grauen Mergeln könnte der Grabenbach-Formation angehören. Am Nordrand des Gosau-Vorkommens in Lilienfeld hat man eine ganz ähnliche Zusammensetzung. Es kann also angenommen werden das dieses Gosau-Sediment aus dem Nord-Osten angeliefert wurde. Somit muss das Gosau Sediment in der Oberkreide zwischen Santonium und Campanium abgelagert worden sein (Wagreich, 2013). Da die Gosau-Gruppe im Gebiet Lunz am See nicht diskordant auf der Lunz Decke liegend zu finden ist, kann davon ausgegangen werden das die Überschiebung der Ötscher auf die Lunz Decke Post-Gosauisch ist.

## 4 Erkenntnisse

Die Erkenntnisse des Autors stützen sich auf die mehrtägige Geländearbeit und theoretischen Überlegungen und Darstellungen im Schmidtschen Netz. Viel Hilfestellung bei den Feldarbeiten konnten dabei die Arbeiten von Schnabel et al. (1979), Tollmann (1965) und Ruttner (1948) geben, welche auch im Zuge ihrer Kartierungsarbeiten die Karte Ybbsitz 71 der Geologischen Bundesanstalt erstellt haben. Durch die Geländearbeit konnten wichtige Informationen gewonnen werden und ein Profil erstellt werden. Die vielen Aufschlüsse und deren gefundenen Strukturen können uns einige Hinweise geben, welche Tektonischen Ereignisse dazu geführt haben, dass eine jüngere Schichtfolge eine ältere Schichtfolge überschiebt. Im kompletten Kartierungsgebiet liegt die Dachstein-Formation auf der Gutenstein-Formation auf und bildet so den Überschiebungskontakt. In der Überschiebungsbahn selbst kann auch etwas von der Gosau-Gruppe und Werfen-Formation gefunden werden. Die Gosau-Gruppe kann in diesem Zusammenhang eine zeitliche Relevanz der Überschiebung geben und wurde im Labor hinsichtlich Liefergebiet untersucht. Einige Strukturen geben auch schon beim ersten Blick einen ungefähren Anhaltspunkt auf mindestens zwei wichtige verschiedene Tektonische Ereignisse. Die gefundenen verkehrt liegenden „fault propagation folds“ sind jedenfalls Grund genug um Diskussion über etwaige „out-of-sequence“ Überschiebungen (Morley, 1988) zu erwägen, und so eine mögliche Darstellung zu erhalten, welche die Lage der Schichtfolgen wie sie beim Kontaktes der Lunz und Ötscher zu finden sind, besser zu verstehen. Durch die Anhaltspunkte möchte der Autor in weiterer Folge auch eine Interpretation darstellen um die gewonnen Erkenntnisse miteinander zu verbinden. Über die These von Granada et al. (2018) welche eingangs erwähnt wurde kann der Autor keinerlei Erkenntnisse ziehen, da es im Kartierungsgebiet keine Anhaltspunkte von erhöhten vorhanden sein von Salzgestein respektive das vorhanden sein von Salztekonik Strukturen gibt. Die vorhandene Situation kann mit den klassischen Überlegungen von Überschiebungen und einer der Überlegung einer „out-of-sequence“ Überschiebung gut interpretiert werden.

## **4.1 Verkehrt liegende Schichten**

Im Zuge der Analyse der gefundenen Strukturen ist aufgefallen, dass es einige „fault propagation folds“ verkehrt liegen. Die Tatsache lässt die Überlegung zu, dass diese Schichten nach einem Störungsevent noch einmal eine Faltung durchgemacht haben. Dieser Umstand gibt die ersten Hinweise für eine „out-of-sequence“ Überschiebung nach (Morley, 1988), es ist also erwiesen, dass die Lunzer Decke bevor sie von der Ötscher Decke überfahren wurde einen Falten- und Überschiebungsbau durchgemacht hat. Das zweite Event war also möglicherweise eine „out-of-sequence“ Überschiebung, welche die Lunzer Decke und die älteren „fault propagation folds“ verfaltet hat. Hier könnte Lösung für den Kontakt der jüngeren Dachstein-Formation auf die ältere Gutenstein-Formation zu finden sein.

## **4.2 Rotierte Faltenachsen**

Argumente für diese mindestens zwei Faltungsereignisse und einer „out-of-sequence“ Überschiebung finden sich aus der Überlegung der verkehrt liegenden Schichtfolgen mit den „fault propagation folds“ und der Konstruktion im Schmidtschen Netz. Wie schon in den Ergebnissen festgehalten, gibt es zwei auffallenden oft gefundenen Orientierungen von Faltenachsen. Einmal die Nord-Süd Orientierung und die Südwest-Nordost Orientierung. Wie oben in den Ergebnissen dargestellt konnte aus den Südwest-Nordost orientierten Faltenachsen, der Rotationspunkt des zweiten Faltungsereignisses konstruiert werden. Aufgrund der durchschnittlichen Orientierung der Schichtflächen der Lunzer Decke, konnte also durch die Rotation die ursprüngliche Folge der Schichten im Gebiet erreicht werden. Es gab also mindestens zwei Faltungsereignisse in der Lunzer Decke, ehe diese von der Ötscher Decke überschoben wurde.

## **4.3 Die Rolle der Gosau-Gruppe**

Um den zeitlichen Aspekt zu verifizieren wurde die gefundene Probe der Gosau-Gruppe im Labor hinsichtlich Schwerminerale untersucht. Die Liefergebiete waren denen der Gosau Sedimente in den Weyrer Bögen und Lilienfeld ähnlich. Der Umstand bestätigt auch, dass die Überschiebung Post Gosauisch ist. Das Gosau Sediment aus der Kreide wurde also in einem späteren Ereignis in der Überschiebungsbahn mitgerissen. Somit ist klar, dass die Überschiebung der Ötscher auf die Lunz Decke wesentlich jünger ist und von den Ereignissen in der Lunz Decke losgelöst zu betrachten ist.

## 4.4 Interpretation

Es gibt also viele Anhaltspunkte das die Lunzer Decke intern mindestens zweimal eine Faltung durchgemacht hat und die gefunden „fault propagation folds“ lassen den Schluss zu, dass hier möglicherweise „out-of-sequence“ Überschiebungen gewirkt haben. Es kann also sein das die Schichtfolge durch diese Events verdreht worden sind und die Ötscher Decke den verkehrten Schenkel Überschiebt. Eine Interpretation die aus den Argumenten der konstruierten Faltenachsen, dem Rotationspunkt, die „fault propagation folds“ und die daraus entstandenen Überlegungen von „out-of-sequence“ Überschiebungen in der Lunzer Decke.

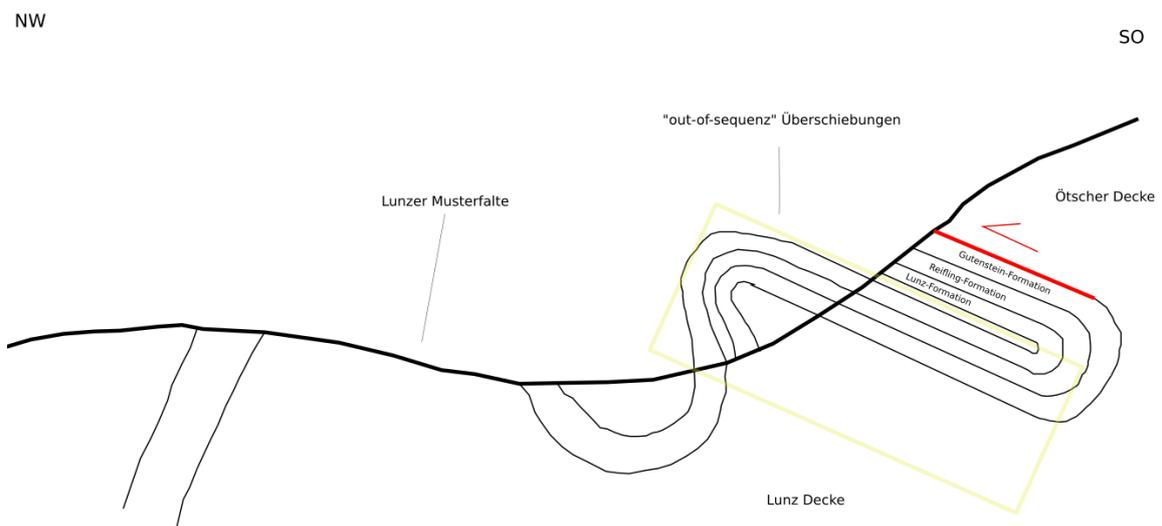


Abbildung 41 Interpretation aus dem Profil

Diese Skizze soll die Interpretation des Autors verdeutlichen. Der Gelbe Bereich sollen die gedanklich gedachten fehlenden Sequenzen sein, welche möglicherweise von Überschiebungen überfahren wurden und nicht mehr vorhanden sind. Jedoch soll diese Veranschaulichung lediglich eine Interpretation der gefunden Strukturen darstellen.

## 5 Fazit

Die mögliche Erklärung warum die jüngere Dachstein-Formation auf der älteren Gutenstein-Formation liegt, könnten „out-of-sequence“ Überschiebungen sein, welche nach der Ausbildung von „fault propagation folds“ in der Lunzer Decke passiert sind. Die Daten der Gosau Proben legen definitiv nahe, dass die Überschiebung der Ötscher Decke zeitlich später einzuteilen ist. Die verkehrt liegenden Schichtfolgen und insbesondere die verkehrt liegenden „fault propagation folds“ deuten auf zumindest zwei verschiedene Faltevents hin. Das jüngere Faltevent mit SW-NE-streichenden Achsen könnten im Zuge der „out-of-sequence“ Überschiebung der Ötscher Decke entstanden sein.

## 6 Quellen- und Literaturverzeichnis

- Apotria, T., Snedden, W., Spang, J., & Wiltshko, D. (1992). *Kinematic models of deformation at an oblique ramp*. Houston: Springer.
- Boenigk, W. (1983). *Schwermineralanalyse*. Enke.
- Fossen, H. (2016). *Structural Geology*. Cambridge University Press.
- Granado, P., Roca, E., Strauss, P., Pelz, K., & Munoz, J. A. (2018). *Structural styles in fold and-thrusts belts involving early salt structures: The Northern Calcerous Alps(Austria)*.
- McClay, K. (1982). *Glossary of Thrust Tectonics terms*. England.
- Morley, C. (1988). *out of sequenz thrusts*. Houston, Texas.
- Ruttner, A. (1948). *Querfaltung im Gebiet des oberen Ybbs und Erlauftales*.
- Schnabel, W., Ruttner, A., & Bauer, W. (1979). *Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1979 Thema 71 Ybbsitz*.
- Stattegger, K. (1986). *Die Beziehung zwischen Sediment und Hinterland: Mathematische-statistische Modelle aus Schwermineraldaten rezenter fluviatiler und fossiler Sedimente*. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Stüwe, K., & Homberger, R. (2015). *Die Geologie der Alpen aus der Luft*. Österreich: Weishaupt Verlag.
- Suppe, J., & A. Medwedeff, D. (1990). *Geometry and kinematics of fault-propagation folding*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Tollmann, A. (1965). *Geologie der Kalkvoralpen im Ötscherland als Beispiel einer Deckentektonik*.
- Tollmann, A. (1966). *Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen*.
- Wagreich, M. (2013). *Stratigrafie und Lithofazies der Branderfleck-Formation und der Gosau-Gruppe (Oberkreide) von Lilienfeld (ÖK 56 St. Pölten)*. Melk.