

Geologische Exkursion nach Südnorwegen

Dieser Bericht ist die Zusammenfassung zweier Exkursionen. Die Vorexkursion fand im Mai 2012 statt, die eigentliche Exkursion der Arbeitsgruppe „Kristalline Geschiebe“ dann im September des gleichen Jahres. Die Reihenfolge der Aufschlüsse wurde geändert, um die Lesbarkeit zu verbessern.

Eigennamen werden in norwegischer und in deutscher Schreibweise verwendet, damit man sie im Text suchen kann. (Strg + F)

Teil 1: Tiefengesteine

Was ist ein Grabenbruch?	S. 2
Anreise und Unterkunft	S. 3
Der 17. Mai / Tønsbergit (Tønsbergit)	S. 4
Larvikit in verschiedenen Farben	S. 5
Alteration	S. 6
Steinbrüche	S. 9
Harnisch und mafischer Gang in Klåstad	S. 11
Larvikit im Gelände	S. 13
Magmatische Schichtung in Ula	S. 17
Nevlunghavn, Låven und Pegmatite	S. 19
Lardalit und Foyait	S. 21
Kjelsasit (Kjelsåsit)	S. 29

Teil 2: Vulkanite im Vestfoldgebiet und andere Gesteine

Rhombenporphyre	S. 35
Ramnes-Caldera	S. 36
Rhombenporphyr ohne Rhomben	S. 40
Rektangel-Porphyr	S. 41
Solider Rhomben an der Autobahn	S. 42
Lavastrombrekzie	S. 44
Basalt, Hornfels und Syenite	S. 46
Falsche Reihenfolge	S. 48
Granit am Drammensfjord und auf der Hurum-Halbinsel	S. 50
Svelvik Verket	S. 55
Ekerit, Nordmarkit, Syenit	S. 55
Grorudit	S. 61
Verdens Ende	S. 62
Koordinaten der Aufschlüsse	S. 63
Literatur	S. 64

Was ist ein Grabenbruch?

Norwegens Hauptstadt liegt in einer besonderen geologischen Struktur, einem Grabenbruch. Dabei handelt es sich um einen über 200 km langen und teilweise mehr als 60 km breiten Streifen voller besonderer Gesteine. Seine Bildung begann am Ende des Karbons. Damals wurde die Erdkruste gedehnt, sodass die Fläche zwischen den sich voneinander entfernenden Rändern einzusinken begann. Dieses Absinken ist mit einer Ausdünnung der oberen Erdkruste verbunden und verringert gleichzeitig die Gesteinslast im Untergrund. Das wiederum löst die Bildung von Schmelze im oberen Erdmantel aus, die aufsteigt und zu Vulkanismus führt. Exakt dieser Vorgang läuft zur Zeit im Osten Afrikas ab, wo sich der ostafrikanische Grabenbruch entwickelt.

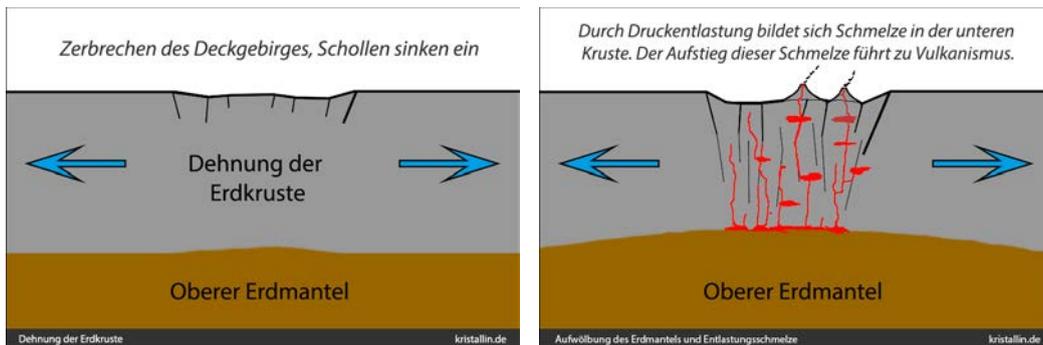


Bild 1 und 2: Dehnung der Erdkruste führt zur Bildung eines Grabens und zum Aufstieg von Schmelze

Die unter einem Grabenbruch gebildete Schmelze ist reich an Kalium und Natrium und hat oft einen besonders niedrigen SiO_2 -Gehalt. Beides zusammen lässt besondere Minerale entstehen,



unter anderem die Feldspatvertreter (Foidite), von denen Nephelin am häufigsten ist. Dazu kommen Amphibole und Pyroxene mit hohen Anteilen an K und N. Gesteine mit solchen Mineralen und mit Foiden findet man im Oslo-Graben an mehreren Stellen und daher ist dieses Gebiet ein lohnendes Ziel für alle, die an magmatischen Gesteinen interessiert sind.

Bild 3: Umriss des Oslograbens (Basiskarte: openstreetmap.org)

Hinzu kommt, dass der Oslo-Graben in der Geologie eine wichtige Rolle spielt, denn hier wurden viele Gesteine und Minerale zum ersten Mal beschrieben. Federführend war dabei Waldemar Christoffer Brøgger (1851-1940), Norwegens berühmter Geologe. (Sein Name wird „Brøgger“ gesprochen.)

Brøgger erkundete mit seinen Mitarbeitern und Studenten über Jahrzehnte hinweg den Oslo-Graben und erarbeitete wesentliche Grundlagen zum Verständnis geologischer Prozesse.

Brøgger war überaus produktiv, schrieb meist auf Deutsch und verfasste diverse Abhandlungen. Er war es auch, der 1921 als Erster die Idee aussprach, dass es magmatischen Kalkstein geben könnte. Das war für seine Zeit eine kühne Idee, für die er verlacht wurde. Heute benutzen die Geologen weltweit seine von ihm geprägten Begriffe und es spottet niemand mehr.

Vor diesem Hintergrund wollten wir ganz bewusst eine Exkursion in einer historisch bedeutsamen Landschaft unternehmen und die wichtigsten der von Brøgger beschriebenen Gesteinstypen fin-

den, einschließlich einiger seltener Ganggesteine, für die sich Brögger begeisterte. Seine Bücher sind voll von akribischen Untersuchungen dieser zum Teil exotischen Gesteine.

Und wenn wir schon auf den Spuren unserer Altvorderen waren, dann wollten wir auch versuchen, möglichst die Stellen zu finden, an denen Brögger damals seine Proben entnahm.

Das ist zwar inzwischen um die hundert Jahre her und eine Ortsangabe wie „östlich der Pferdestation Gjona“ hilft heute nur noch wenig. Aber die Flüsse fließen immer noch dort, wo sie früher waren, und auch Seen und Landstraßen befinden sich noch an der selben Stelle. Orientierung ist daher möglich und man kann auch heute noch alte Karten benutzen, um die Aufschlüsse von damals zu finden.

Von all den Gesteinen, für die der Oslograben bekannt ist, interessierte uns vor allem Lardalit, ein Verwandter des Larvikits. Diesem ungewöhnlichen Gestein hat Brögger einen Teil seines Buches „Das Gangfolge des Laurdalits“ (1898) gewidmet. Der ursprüngliche Name „Laurdalit“ wurde später zu „Lardalit“ geändert. Das Besondere am Lardalit ist sein hoher Gehalt an Nephelin, den man schon mit bloßem Auge findet. Das wollten wir unbedingt sehen, denn nephelinführende Gesteine sind alles andere als alltäglich.

Außerdem wollten wir versuchen zu klären, warum in Norddeutschland immer wieder Larvikite gefunden werden, aber praktisch nie ein Lardalit, wenn man vom äußersten Norden Dänemarks ab- sieht. Die Reise brachte auch dazu interessante Erkenntnisse.

Anreise und Unterkunft

Wir, Elsbe Kraeft und ich, brachen also im Mai 2012 zur Vorexkursion auf. Die eigentliche Exkursion der Hamburger Gruppe fand dann im Herbst des gleichen Jahres statt.

Wir starten morgens früh in Hamburg, um die Mittagsfähre in Hirtshals zu erreichen. Bis in den Norden Dänemarks brauchen wir etwa 5 Stunden und kommen nach der Überfahrt nachmittags in Larvik an. Unser Quartier ist eine Hütte auf dem Campingplatz „Furustrand“ in Tønsberg (Tønsberg).



Bild 4: Furustrand - rechts unser Quartier



Bild 5: Blick über den Oslofjord

Direkt am Oslofjord gelegen, haben wir vom Frühstückstisch aus einen schönen Blick übers Wasser auf die Fähren am Horizont.

So früh im Jahr ist der Campingplatz noch leer und ruhig. Rundum gute Bedingungen, aber der Preis für die gut ausgestattete Hütte mit zwei Schlafzimmern, großer Küche und Dusche ist dann doch heftig. Zwei Wochen kosten mal eben 15960 Kronen, also etwa 2270 Euro. Im Jahr 2012. Ein weiterer Kostenfaktor ist die Maut. Die Autobahnbenutzung kostet in Norwegen schon länger Geld, aber inzwischen wird auch das Befahren einiger Städte besteuert. Dazu wird das Auto von



einer Kamerabrücke fotografiert und über das Kennzeichen der Halter ermittelt. Viele Monate später bekommt man dann Rechnungen. Viele Rechnungen von vielen Mautstationen. Die Bezahlung ist einfach, nur die Überwachung durch diverse Kameras ist doch sehr gewöhnungsbedürftig.

Bild 6: Mautbrücke bei Tønsberg (2012)

Der 17. Mai

Unsere Exkursion beginnt an einem 17. Mai. Mit etwas Nachdenken hätten wir vorher wissen können, dass das keine gute Idee ist, denn der 17. Mai ist der norwegische Nationalfeiertag und das bedeutet vor allem eins: Ausnahmezustand. Ganz unbedarft wollen wir morgens von Tønsberg aus



ein paar Kilometer nach Südwesten fahren, um in den Baustellen an der E18 mit dem Beprobieren des Larvikits zu beginnen. Als wir losfahren, sind die Straßen leer, die Temperatur freundlich und alles bestens. Aber kaum drei Kilometer weiter ist es vorbei mit der Freude. Die Straße ist gesperrt und voller Leute in Tracht. Alle nehmen am Umzug teil.

Bild 7: Umzug - Nationalfeiertag am 17. Mai

Ich muss nicht extra erwähnen, dass diese Sperrung nirgends angekündigt wird? Einem Norweger muss man das nicht erklären und die Touristen lernen es auch so.

Die Norweger beginnen jeden 17. Mai mit einem morgendlichen Umzug, bei dem praktisch jeder auf der Straße ist. Jede Gemeinde, jede Stadt hat ihren eigenen Umzug, der die Hauptstraßen in Beschlag nimmt. Alle tragen schwarz-rote Tracht und dazu ist jedes Haus, jeder Baum und jeder Gartenzaun mit norwegischen Fahnen geschmückt. Selbst einige Hunde tragen ein Halstuch in Blau-Weiß-Rot. Vorneweg eine Blaskapelle, dazu historische Fahnen und dann der ganze Ort hinterher marschiert. Diese Umzüge sind praktisch das Einzige, das am Morgen des 17. Mais stattfindet. Daher stört die Straßensperre niemanden, denn es sind ja alle beim Umzug.

Tønsbergit (Tønsbergit)



Wir müssen umdisponieren und beginnen gleich hinter Tønsberg mit unserer Suche. Das ist aber gar kein Nachteil, weil schon dort im Straßengraben ein roter Fels lockt. Der ist fest und frisch und bestens für Handstücke geeignet.

Bild 8: Aufschluss N01 im Tønsbergit bei Stokke



Die geologische Karte weist zwar für diese Gegend Larvikit aus, aber da das Gestein rot ist, kann das nur Tönsbergit sein, die rote Variante des Larvikits. Allerdings ist dieser hier durchgehend rötlich und fast frei von Rhomben. Verglichen mit den meist hübschen und grobkörnigen Tönsbergiten in den Sammlungen, sieht dieser hier ziemlich unerwartet aus.

Bild 9: Tönsbergit mit Quarz (Aufnahme unter Wasser)

Unter der Lupe zeigt sich, dass zwischen den vielen roten Feldspäten auch kleine Quarze stecken. Es ist nicht viel, aber das helle, wie Glas glänzende Mineral ist nicht zu übersehen. Larvikit mit Quarz – das ist doch schon mal ein guter Anfang.

Larvikit in verschiedenen Farben

Larvikit ist wegen seiner großen schillernden Feldspäte ein auffälliges Gestein und als Werkstein in Küchen ebenso zu finden wie als Fassadenverkleidung. Seine großen Feldspäte zeigen, dass die Schmelze einst langsam erstarrte, also in mehreren Kilometern Tiefe.

Die Feldspäte im Larvikit sind etwas Besonderes, denn sie enthalten Kalium, Natrium und Kalzium in einem einzigen Kristall. Normalerweise verteilen sie sich auf zwei Minerale, Alkalifeldspat und Plagioklas. Hier aber stecken sie in einem Kristall, der als „ternärer Feldspat“ bezeichnet wird. Wegen seiner besonderen Zusammensetzung neigt er zur Bildung von Rhomben. Es sind die gleichen Rhomben, die auch im Rhombenporphyr stecken, denn beide sind aus dem gleichen Magma hervorgegangen. Larvikit ist das langsam erstarrte Tiefengestein, Rhombenporphyr die an der Oberfläche ausgetretene Lava.

Larvikit ist als Werkstein an seiner hellgrauen Farbe und blau oder grau schillernden Feldspäten leicht zu erkennen. Diese Larvikite stammen allesamt aus Steinbrüchen, die dort angelegt wurden, wo es kaum Risse im Gestein gibt und die Politur den Kunden gefällt.

Im Gelände dagegen zeigt sich Larvikit viel abwechslungsreicher. Er ist hellgrau, blaugrau, grün oder fast schwarz und kommt in ganz unterschiedlichen Körnungen und Gefügen vor. Es gibt ihn als gleichkörnigen Larvikit ebenso wie mit porphyrischem Gefüge. Dazu kommt, weniger auffällig, der stark schwankende SiO_2 -Gehalt. Das zeigt diese Karte.

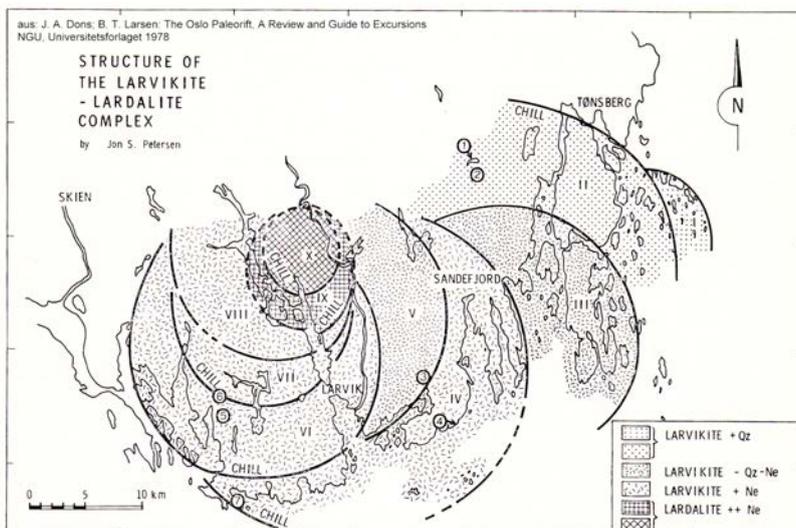


Bild 10: Grafik aus: Dons, Larsen The Oslo Palaeorift. © Universitetsforlaget 1978

Die Abbildung zeigt die Zusammensetzung und die interne Gliederung des Larvikits von Tönsberg bis westlich von Larvik. Die bogenförmigen Verläufe interpretiert man als die Ränder ehemaliger Magmenkammern. Jede dieser riesigen Ansammlungen von Schmelze überformte den schon vorhandenen, älteren Larvikit. Außerdem kann man erkennen, dass sich die Quelle des Magmas mit der Zeit nach Westen verlagerte und sich dabei auch die Zusammensetzung änderte.

Im Nordosten, im ältesten Larvikit, ist der SiO_2 -Gehalt so hoch, dass Quarz ausgeschieden wurde. Nach Westen und Südwesten nimmt der SiO_2 -Anteil stetig ab. Südlich von Tönsberg verschwindet der Quarz und noch weiter südwestlich erscheint Nephelin im Gestein („IV“). Ganz zum Schluss entstand das Kerngebiet mit besonders viel Nephelin. Dort heißt das Gestein Lardalit („IX“), neben dem es auch Nephelinsyenit („X“) gibt.

„Chill“ steht für einen feinkörnig abgeschreckten Rand, der entsteht, wenn heißes Magma auf kaltes Gestein trifft. „Qz“ und „Ne“ stehen für Quarz bzw. Nephelin.

Diese Karte ist die Grundlage für unsere Suche nach Larvikit und Lardalit. Dabei haben wir drei Ziele:

1. Handstücke von verschiedenen Larvikiten,
2. Proben von Lardalit und Foyait und
3. Einblick in den Abbau von Larvikit.

Von Anfang an beschränken wir uns auf das Gebiet um Larvik, denn für mehr reicht einfach die Zeit nicht. Der Oslo-Graben ist viel zu groß, um in den wenigen Tagen auch nur alle Larvikitvorkommen zu besuchen. Neben der Umgebung von Larvik gibt es Larvikit auch nördlich von Skien am Mycklesee und ganz im Norden bis hinauf zu den Ausläufern westlich vom Mjösasee. Insgesamt steht das Gestein auf mehr als 10000 km^2 an.

Wenn man grobkörnige Gesteine wie Larvikit im Gelände findet, dann zeigt das, dass die heutige Landoberfläche sehr viel tiefer liegt als zur Entstehungszeit dieser Gesteine im Perm. Um zu einem grobkörnigen Gestein zu werden, muss sich das Magma langsam abkühlen und das geht nur in größerer Tiefe, denn alles darüber liegende Gestein wirkt isolierend.

Wenn es heute grobkörnige Tiefengesteine an der Oberfläche gibt, muss also vorher das Deckgebirge abgetragen worden sein. Das erledigte vor allem die Verwitterung, während die Gletscher der Eiszeiten nur einen kleineren Beitrag geleistet haben. Sie schleppten vor allem das lose Material fort. Zwar schliffen sie auch den festen Untergrund ab, aber sie ebneten dabei nicht gleich ein ganzes Gebirge ein.

Alteration

Der rote Larvikit (Tönsbergit) kommt vor allem in der Umgebung von Tönsberg vor und verdankt seine Färbung einem Vorgang, den man „Alteration“ nennt. Gemeint ist die Mineralumwandlung durch überhitzte Flüssigkeiten. Dieser Mineralumbau beginnt oft schon in der Abkühlungsphase, direkt nach dem Aufstieg der Schmelze. Dabei werden vor allem Plagioklas, Pyroxen und Biotit zersetzt und es wird Eisen frei, das sich als Hämatit fein verteilt. Wird viel Hämatit frei, verfärbt sich das Gestein ins Rote, bei nur wenig wird der Larvikit gelblich. Auf diese Weise kann sich ein Netz aus rötlichen Linien bilden, das man zum Teil schon vom Auto aus sehen kann. Vor allem südlich von Tönsberg kommt das gehäuft vor.

Weil sich die aggressiven Flüssigkeiten besonders gut in Rissen bewegen, beginnt die Alteration

entlang der Spalten und dehnt sich von da aus nach allen Seiten aus.

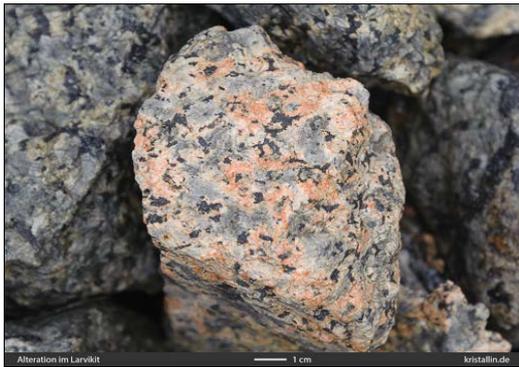


Bild 11 (links): Alteration beginnt mit gelben und roten Flecken



Bild 12 (rechts): Alteration entlang von Rissen

In einem Teil des grobkörnigen Larvikits sind trotz Alteration die großen Feldspäte noch gut erhalten. Solche Gefüge mit blaugrauen Rhomben ergeben besonders schöne Tönsbergite. Davon wollen wir natürlich auch ein Handstück. Wir suchen in der Umgebung von Stokke, denn dort gibt es einen großen Steinbruch. Schon am Eingang liegt so viel frisches Gestein herum, dass wir uns bedienen können und gar nicht in den Steinbruch müssen. (Der Steinbruch hat die Nummer N25.)



Bild 13: Tönsbergit, Steinbruch Stokke



Bild 14: Quarz im Tönsbergit

In der Umgebung von Tönsberg halten wir mehrfach und schauen uns den Larvikit genau an. Die kleinen Quarze sind hier überall zu finden, im grauen Larvikit ebenso wie im rötlichen. Nicht viel, aber genug, um ihn mit einer Lupe zu erkennen. Die Pfeile im Bild 14 zeigen nur auf einige der Quarze. Da sind noch mehr.

Freier Quarz im Gestein bedeutet SiO_2 -Überschuss. Das ist insofern bemerkenswert, weil sich nur wenige Kilometer weiter bereits Nephelin im Gestein findet. Dazu gleich mehr.

Während unserer Suche kommen wir am Ort Rømminga vorbei.



Bild 15: Landschaft bei Rømminga



Bild 16: Flechten auf Tönsbergit

Dort scheint es einen Moment lang, als hätten wir etwas ganz Besonderes gefunden, aber es sind nur Flechten. Auch wenn das Muster nicht Teil des Gesteins ist, sieht es doch hübsch aus.



Unser nächster Aufschluss liegt nur 3 km weiter östlich am Nordufer des „Gjennestadvannet“.

Bild 17: Am Gjennestadvannet

Hier vollzieht sich entlang des Seeufers ein allmählicher Übergang vom Larvikit zum Rhombenporphyr (N23). Unsere Probe enthält zwar einige Rhomben, ist aber weder Fisch noch Fleisch. Als Geschiebe gefunden, wäre das Gestein nicht näher bestimmbar.



Bild 18: Übergang Rhombenporphyr zu Larvikit Bild 19: Ausschnitt (N23)

Für einen Rhombenporphyr ist die Grundmasse viel zu körnig. Aber ein schöner Tönsbergit ist es auch nicht, denn dafür ist das Gestein wiederum nicht grobkörnig genug. Die wenigen Rhomben sind hell und nur undeutlich erkennbar.

Solche Mischgefüge finden wir nicht nur hier, sondern auch an vielen anderen Stellen. Manchmal sieht das Gestein so fremd aus, dass man aufgeschmissen wäre, wenn man nicht wüsste, wo man gerade ist.

Manche Bücher zur Geschiebebestimmung vermitteln den Eindruck, als bestünde das Grundgebirge Skandinaviens nur aus einigen Dutzend gut unterscheidbarer Gesteine. Das Gegenteil ist richtig. Das, was wir in Deutschland als Leitgeschiebe bestimmen, sind ausgewählte und besondere Varianten aus ganzen Serien magmatischer Gesteine, in denen es alle möglichen Mischformen und Übergänge gibt.

Wir fahren am nördlichen Seeufer weiter nach Westen und beobachten, dass die Einsprenglinge abnehmen und streckenweise ganz fehlen. Die Felsen am Ufer bestehen aus einem rötlichen, unauffälligen und gleichkörnigen Gestein. Am Ende des Sees steckt darin ein dunkler Gang.

So ein Gang ist natürlich immer jünger als das Umgebungsgestein, aber wie alt dieser hier ist, wissen wir nicht. Vermutlich gehört er ebenfalls ins Perm, denn damals war hier richtig was los.

Dunkle, basaltische Schmelzen sind dünnflüssig. Ihre hohe Beweglichkeit lässt sie leicht aufsteigen und deshalb bilden sie oft solche dunklen Gänge. Die gibt es überall, nicht nur in Norwegen.



Bild 20: Mafischer Gang am Ufer des Gjennestadvannets

Vom See aus fahren wir nach Süden, um quarzfreie und nephelinführende Larvikite zu finden. Da im Sommer 2012 die E18 gerade neu gebaut wird, gibt es überall Baustellen. Schon bei Sandefjord finden wir frischen Larvikit. Er enthält aber weder Quarz noch Nephelin (Aufschluss N02).



Bild 21 (links): Frisch gesprengter Larvikit bei Sandefjord
 Bild 22 (rechts): Grauer Larvikit aus dem Aufschluss N02

So viel frisches Gestein ist eine tolle Gelegenheit für ordentliche Handstücke. Dieser Larvikit ist grau und nur wenige Feldspäte zeigen eine Andeutung von Schiller. Die Gummimatten links im Bild sind aus alten Autoreifen gemacht und verhindern, dass beim Sprengen die Brocken durch die Gegend fliegen. Die Matten werden vor dem Sprengen über das Gestein gelegt und halten die Druckwelle problemlos aus.

Steinbrüche

Südwestlich von Sandefjord erreichen wir den ersten großen Steinbruch im Larvikit. Das Abbaugebiet erstreckt sich von da aus weit nach Westen, denn der Export dieses Gesteins hat inzwischen industrielle Ausmaße erreicht. Vor allem bei Tvedalen, ganz im Westen, liegt ein Steinbruch neben dem anderen. Vor allem von dort kommt der beliebte Larvikit mit dem blauen Schiller.



Wir beginnen mit Klåstad (Klastad), aus dem ein ganz besonderer Larvikit kommt. Er ist dunkelgrün bis schwarz und enthält silbrig-bläulich schillernde Feldspäte. Das polierte Gestein sieht wirklich spektakulär aus und wer es nicht kennt, kann es für etwas Künstliches halten. Sein Handelsname ist „Lundhs Pearl“ oder „Emerald“.

Bild 23: Larvikit aus Klåstad

Auch der Steinbruch ist besonders, denn hier geht der Abbau vor allem in die Tiefe. Die unteren Sohlen liegen schon unterhalb des Meeresspiegels.



Bild 24 (links): Der Steinbruch von Klåstad



Bild 25 (rechts): Abbau auf mehreren Sohlen

Gegenüber, auf der anderen Straßenseite, befindet sich das Blocklager. Dort wird die fertige Ware bis zur Abnahme durch die Kunden gelagert.



Bild 26: Fertige Ware im Blocklager (19,5 = Gewicht in Tonnen)

Norwegen exportiert nur ganze Blöcke, die später im Ausland geschnitten und poliert werden. Weil der Larvikit seinen Schiller nur in einer Ebene zeigt, muss das Gestein schon im Steinbruch genau passend zu dieser Orientierung gebrochen und später auch richtig geschnitten werden. Dafür sind die zwei parallelen Streifen an den Blöcken, die die Schnittrichtung anzeigen. Zersägt man den Block in einer anderen Richtung, kann man alles wegwerfen.

Die Firma Lundh und insbesondere Herr Thor Lundh waren überaus zuvorkommend. Im August erhielten wir eine fast zweistündige Führung, bei der ein extra abgestellter Geologe unsere Fragen beantwortete.



Die Mustermappe der Firma Lundh enthält verschiedene Larvikite. Die hellen Stücke sind angehaut, damit die Oberfläche auch bei Nässe trittsicher ist.

Das braune Gestein unten links ist kein Larvikit, sondern ein Anorthosit von der Westküste.

Bild 27: Mustermappe mit verschiedenen Larvikiten

Ähnlich aufgeschlossen waren auch die Betreiber anderer Steinbrüche. Der Besuch eines Steinbruchs ist oft einfach, wenn man sich zuerst im Büro meldet und fragt, ob und wo man sich umsehen darf. Dabei muss man natürlich Abstand zu den Maschinen halten und sich nur dort bewegen, wo es erlaubt wurde. Festes Schuhwerk ist Pflicht und eine Warnweste plus Helm machen immer einen guten Eindruck. Englisch ist nützlich, alternativ geht immer Norwegisch.

Harnisch und mafischer Gang

Beim Abbau kommen auch geologisch interessante Details ans Licht. Zum Beispiel diese große Verwerfungsfläche im Steinbruch von Klåstad.



Bild 28: Verwerfung in Klåstad



Bild 29: Die Fläche wurde durch die Gesteinsbewegung poliert

Die braune gefurchte Fläche ist natürlichen Ursprungs und wurde beim Abbau zufällig gefunden. Sie ist die hintere Fläche einer Verwerfung. Das davor liegende Gestein fiel beim Abbau lose herunter.

Dieser große Riss gehört zum Bruchsystem des Oslograbens und verläuft in Nordost-Südwest-Richtung. Entlang solcher Risse rutscht das Gestein ab, wenn sich der Graben verbreitert und die inneren Teile einsinken. Diese Bewegungen vollziehen sich ruckartig, denn das Gestein ist auf beiden Seiten des Risses rau und ineinander verhakt. Erst wenn die Spannung größer als die Reibung wird, verschieben sich schlagartige große Gesteinspakete. An der Oberfläche führt das zu einem Erdbeben.

Aus der Nähe ist die Verwerfung ziemlich glatt, aber voller paralleler Gleitstriemen. So eine Fläche nennt man „Harnisch“, der mit seiner natürlichen Politur in der Sonne glänzt.

Direkt daneben wurde beim Abbau ein dunkler Gang freigelegt. Für den Steinbruchbetreiber ist so ein Gang ebenso unerfreulich wie die Verwerfung, denn beide bedeuten viel Abfall und zusätzliche Arbeit. Wir aber freuen uns über den unverhofften Einblick ins Grundgebirge.



Bild 30: Larvikit mit dunklem Gang



Bild 31: Alterierter Larvikit, umgeben vom Ganggestein

Das linke Bild zeigt gesägten Larvikit mit einem Gang von etwa 2 m Breite. (Gesägt deshalb, weil man das Gestein hier mit einem Diamantseil aus dem Berg schneidet.)

Das rechte Bild zeigt die nasse Schnittfläche aus der Nähe. Das Rötliche ist ein Larvikitfragment, umgeben vom dunklen Ganggestein. Seine Verfärbung ist dem eindringenden Basalt geschuldet. „Basalt“ ist hier nur als Arbeitsbegriff zu verstehen, denn wir kennen die Zusammensetzung des Ganges nicht. Das kann auch ein Camptonit, ein Nephelinit oder ein anderes dunkles Gestein sein.

Die Wirkung der Schmelze reichte aber nicht sehr weit, denn im Inneren sind einige Larvikitstücke noch grau. Daraus kann man schließen, dass die Schmelze relativ schnell erstarrte, was bei einem nur wenige Meter breiten Gang in kaltem Nebengestein auch zu erwarten ist.

Man erkennt auch, dass das Ganggestein am Kontakt feinkörniger ist. Das ist ein „**abgeschreckter Rand**“.



Kristalle klein bleiben. Weiter innen ist die Schmelze länger flüssig, die Kristalle können noch etwas wachsen und werden größer.

Hier vollzog sich die Abkühlung der Schmelze von unten nach oben.

Bild 32: Abgeschreckter Rand am Kontakt zum rötlichen Larvikit

Nur drei Kilometer westlich von Klåstad liegt in „Stålaker“ (Stalaker) schon der nächste Steinbruch der Firma Lundh. Hier ist der Larvikit sehr viel heller und hat einen schönen Blauschiller. Direkt neben dem Steinbruch stehen auf einer großen Wiese viele Skulpturen, die Kunst vorstellen. Alle diese Objekte wurden aus Larvikit der verschiedenen Vorkommen in der Nähe gefertigt.



Bild 33 und Bild 34: Larvikit in der Ausstellung in Stålaker

Die dunklen Streifen im linken Bild sind magmatische Schichtung. Mehr dazu im Abschnitt „Ula“.

Nördlich von Stålaker liegt der Steinbruch „Silver Pearl“. Dort ist der Larvikit hellgrau und wirkt in der Tat silbrig. Er wird überwiegend für Fassadenverkleidungen verwendet.



Bild 35 und Bild 36: Larvikit aus dem Steinbruch „Silver Pearl“ in der Nähe von Håkestad

Silver Pearl gehört zur Firma „Larvik Granite“. Auch hier dürfen wir uns alles ansehen und der Chef vom Steinbruch ist zuvorkommend und hilfsbereit.

Der Name der Firma ist allerdings irreführend, den Larvikit ist kein Granit, egal wie oft man es wiederholt. Granite müssen reichlich Quarz enthalten, aber der fehlt im Larvikit völlig. (Das gilt

für den Larvikit, der verkauft wird.) Der „Granit“ im Namen soll dem Kunden wohl Festigkeit und Solidität verheißen. Diese Eigenschaften hat der Larvikit zweifellos, aber ein Granit ist er nicht.



Das Bild zeigt den Rand des Steinbruchs mit Resten der alten Landoberfläche, die vom Eis abgeschliffen wurde.

Der oberste Larvikit ist rissig und kann nicht genutzt werden. Erst einige Meter tiefer wird die Qualität so gut, dass man Blöcke für den Verkauf abbauen kann.

Bild 37: Die ursprüngliche Oberfläche am Rand des Steinbruchs



Bild 38: Panorama vom Steinbruch „Silver Pearl“ (2012)

Larvikit im Gelände

Von den Steinbrüchen aus fahren wir nach Westen. Es wird Zeit, Larvikit in freier Wildbahn zu finden, also in den Varianten, die weder verkauft noch abgebaut werden, aber von denen es Geschiebe bei uns gibt.



Bild 39: Baustelle nördlich von Larvik (N05)



Bild 40: Larvikit mit Rissen und Verwerfungen

Direkt nördlich von Larvik finden wir eine Baustelle mit viel frisch gesprengtem Gestein (N05). Von der Baustelle ist heute natürlich nichts mehr zu sehen. Dort, wo das Bild entstand, fließt heute der Verkehr auf der E18.

Die rechte Wand liegt im Schatten. Sie ist voller Risse und man erkennt drei Gruppen von Verwerfungen, die schräg von oben links nach unten rechts einfallen. Jede dieser Verwerfungen enthält in sich weitere Klüfte. Was für ein Unterschied zu den fast rissfreien Larvikiten in den Steinbrüchen!

An so einer Stelle könnte man natürlich keinen größeren Block gewinnen, egal wie schön das Gestein auch sein mag. Hier gibt es nur kleinstückigen Bruch. Deswegen halten wir hier auch Abstand und stellen das Auto in die Mitte. Das frisch gesprengte Gestein ist lose und kann jederzeit nachbrechen.

Auf dem großen Haufen finden sich gleich mehrere interessante Stücke. Das erste ist ein gleichkörniger, dunkelgrüner Larvikit, der eher wie ein vergrünter Gabbro aussieht und auch keine Rhomben enthält.



Bild 41: Gleichkörniger grüner Larvikit



Bild 42: Kleine rechteckige Feldspäte - auch das ist Larvikit

Als isolierter Fund ohne geologischen Zusammenhang wäre das niemals als norwegisches Gestein zu erkennen. Als Geschiebe in Norddeutschland sind solche Stücke maximal als Syenit bestimmbar, aber nicht als Larvikit. Hier fehlen die besonderen Kennzeichen, die man bei der Bestimmung von Hand braucht.

Anders sieht es aus, wenn Rhomben enthalten sind. Sie sind, zusammen mit einem grobkörnigen Gefüge aus Feldspat, ein sicheres Kennzeichen für Larvikit. Die grünliche Farbe ist ohne Bedeutung, ebenso der Magnetit darin. Den findet man am schnellsten, wenn man mit einem kleinen Dauermagneten die Oberfläche abtastet.



Bild 43: Grüner Larvikit, nördlich von Larvik



Bild 44: Ein anhaftender Magnet zeigt Magnetit an

Mitten im gesprengten Material lag ein Stück Larvikit mit einem einzelnen, besonders großen Feldspat. Das ist noch kein Pegmatit, sondern ganz normaler Larvikit mit einem einzelnen, über 10 cm langen Feldspat, umgeben von vielen kleineren.



Bild 45: Großer Feldspat im Larvikit



Bild 46: Zirkon im Larvikit (Bild als Animation)

Und dann sehe ich auch kleine braune Kristalle. Mit ihrer kräftig braunen Farbe gleichen sie Titanit, aber ihre Form ist anders und ihre Längskanten bilden rechte Winkel. Das ist Zirkon.

Schon in den ersten Beschreibungen des Larvikits im 19. Jahrhundert wurde auf den immer enthaltenen Zirkon hingewiesen. Dieses Mineral von Titanit zu unterscheiden – allein mit einer Lupe – gelingt nur, wenn man idiomorphe Kristalle wie hier oben findet.

In dieser Baustelle entdeckte ich dann endlich auch Nephelin. Darauf hatte ich schon lange gewartet. Feldspatvertreter wie Nephelin sind ja seltene Minerale, aber hier im Südwesten des Oslograbens findet man mit etwas Geduld auch größere Einschlüsse davon.



Bild 47: Hellbrauner Nephelin und Feldspat



Bild 48: Nephelin mit dem typischen Fettglanz

Das zentimetergroße, braun-graue Mineral ist der Nephelin, umgeben vom Feldspat des Larvikits. Dass der häufigste aller Foide hier auftaucht, ist kein Zufall, denn der SiO_2 -Gehalt sinkt im Larvikitgebiet von Ost nach West. Dabei bezieht sich „ SiO_2 -Gehalt“ auf alle Minerale, einschließlich Feldspäte und dunkle Minerale, denn sie alle enthalten Silizium. Quarz dagegen, als Mineral im Gestein, zeigt Überschuss von SiO_2 an und tritt erst dann auf, wenn alle anderen Minerale mit SiO_2 gesättigt sind. Feldspatvertreter dagegen bilden sich nur bei einem Mangel an SiO_2 und den gibt es im westlichen Teil des Larvikitgebiets und ganz besonders nördlich von Larvik. (Der Pfeil zeigt die ungefähre Lage von N05.)

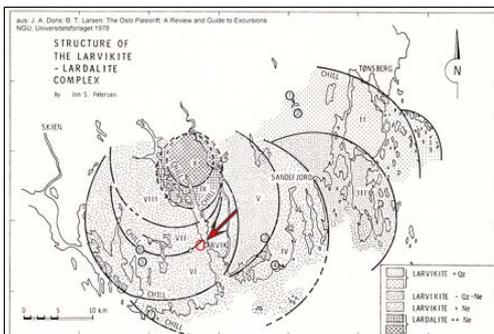


Bild 49: Lage der Probenstelle N05

Grafik aus: Dons, Larsen - The Oslo Palaeorift.

© Universitetsforlaget 1978 - Grafik Jon S. Petersen

Dass es hier überhaupt Gesteine mit Feldspatvertretern gibt, ist der geologischen Umgebung geschuldet, dem Grabenbruch. Er ist der typische Rahmen für Gesteine, die arm an SiO_2 sind und besonders viel Kalium und Natrium enthalten.

Wir fahren weiter nach Norden. Im Steinbruchgebiet um Maleröd (Malerød) herum ist der Larvikit wieder viel dunkler als in Stålaker und hat einen schönen Blauschiller (Handelsname „Royal Blue“). Auch hier fällt das stark orientierte Gefüge auf, bei dem die Feldspäte in eine Richtung zeigen, ohne dass das Gestein deformiert wäre.

Nach einigem Suchen finden wir hinter Kjøse eine schöne Stelle zum Proben. Eigentlich muss man Larvikit ja nicht suchen, denn die gesamte Gegend besteht daraus. Aber einen Platz zu finden, an dem man das Auto abstellen kann und an dem unverwittertes Gestein ansteht, das kann schon dauern. Außerdem sollten keine Häuser in der Nähe sein, denn das gibt nur Aufregung bei den Nachbarn. Und man muss aufpassen, dass ein Fels auch wirklich anstehendes Grundgebirge ist. Es gibt große Blöcke, die sich beim genauen Hinsehen als große Geschiebe erweisen. Die zu beproben, wäre wenig sinnvoll und kann schnell ein ganz falsches Bild liefern. Kleine lose Steine scheiden ohnehin aus. Die können von sonstwoher her stammen.

An dieser Stelle ist der Larvikit wieder grau und ohne jeden Schiller und auch hier liegen die Feldspäte in etwa parallel.



Bild 50: Grauer Larvikit mit Rhomben



Bild 51: Grauer Larvikit ohne Rhomben

Das Gefüge wechselt im anstehenden Gestein auf wenigen Metern. Ich finde Larvikit mit schönen Rhomben ebenso wie solchen, in dem kein einziger Rhombus steckt.

Dass es unauffälligen grauen Larvikit ohne Rhomben gibt, ist im Hinblick auf Doppelgänger wichtig, die uns bei der Bestimmung von Geschiebefunden in Deutschland unterkommen. Reine Plagioklasgesteine, also Anorthosite, können einem Larvikit gleichen wie ein Ei dem anderen. Es sind dann nur die für Plagioklas typischen Zwillingstreifen, an denen man den Anorthosit erkennt.



Wenn der Larvikit aber Rhomben enthält, ist die Unterscheidung einfach, denn die gibt es im Anorthosit grundsätzlich nicht.

Bild 52: Grauer Larvikit ohne Rhomben sieht aus wie Anorthosit

Magmatische Schichtung in Ula

Ula ist ein kleiner, hübscher Ort am Oslofjord, etwa 8 km südöstlich von Larvik. In der Literatur

wird erwähnt, dass man dort magmatische Schichtung sehen kann. Das ist nun alles andere als alltäglich und kommt, wenn man es denn mal zu Gesicht bekommt, meist in Gabbros oder anderen dunklen Gesteinen vor. In Ula soll es dieses seltene Phänomen in einem hellen Plutonit geben, das müssen wir uns ansehen!

Wir parken für viel Geld am Hafen von Ula und wandern nach Südwesten zum Strand. Alles Gestein ringsum ist Larvikit und der Weg ist kurz. Die Felsen sind von den Gletschern der letzten Eiszeit blank geschmirgelt und man sieht dazu auch noch Aushöhlungen durch fließendes Wasser während der Gletscherschmelze.

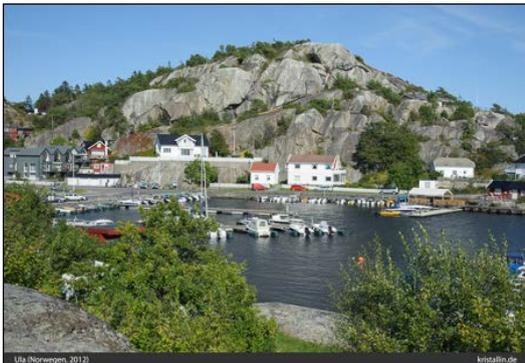


Bild 53: Der Hafen in Ula, umgeben von Larvikit Bild 54: Die Spuren der Gletscher und von fließendem Wasser
Am Wasser erwarteten uns vom Eis geformter Larvikit und ein Sandstrand.

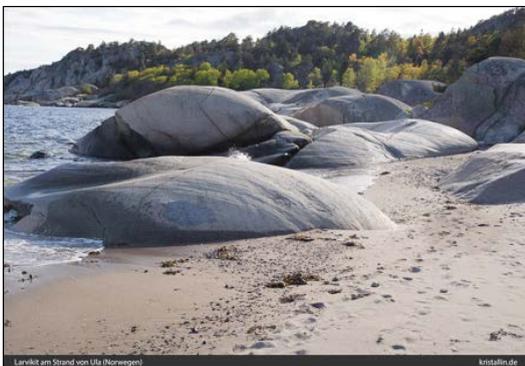


Bild 55: Eiszeitliche Rundhöcker am Strand Bild 56: Die dunklen Linien sind die magmatische Schichtung
Die magmatische Schichtung zeigt sich als schmale dunkle Streifen, die parallel liegen und etwa eine Handbreite voneinander entfernt sind.



Bild 57: Magmatische Schichtung

So eine Schichtung entsteht in der Regel durch das Absinken schwerer Minerale in der Schmelze.

Sie bilden am Boden der Magmakammer eine Lage besonders dichter Minerale, über der sich leichtere anreichern. Diese Trennung spielt sich eher in dünnflüssigen Schmelzen ab, in denen sich die Kristalle besser bewegen können und die schwere Minerale wie Olivin oder Pyroxen enthalten. Daher sieht man magmatische Schichtung bevorzugt in Gabbros, Noriten und ähnlichen Gesteinen.

Beim Absinken schwerer Minerale wird sich eine ungefähr horizontale Schichtung bilden. Die gibt es aber hier in Ula nicht, **die Streifen sind geneigt**. Dass das Gestein nachträglich in diese Lage gekippt wurde, kann man ausschließen, denn seit dem Perm hat es hier keine durchgreifende Tektonik gegeben. Außerdem findet man die Neigung der magmatischen Schichtung auch an anderen Stellen wie in Klåstad (Bild 59) und dort zeigt sie in eine **andere Richtung**.



Bild 58: Magmatische Schichtung in Ula



Bild 59: Magmatische Schichtung in Klåstad

Diese Streifen sind vermutlich durch abwechselnde Kristallisation verschiedener Minerale entstanden. Bei der Abkühlung erstarrt die Schmelze langsam von außen her und die Innenwand der Magmakammer wandert langsam nach innen. Welche Minerale sich an der Innenwand abscheiden, hängt von der Zusammensetzung der Schmelze dort ab. Bilden sich eine Zeit lang nur Feldspäte, reichern sich die Zutaten für dunkle Minerale an, und wenn deren Konzentration hoch genug ist, setzt die Kristallisation von Pyroxen, Biotit oder Magnetit ein. Die dauert so lange, bis die Zutaten zu ihrer Bildung aufgebraucht sind und danach scheiden sich wieder Feldspäte ab. Voraussetzung ist, dass sich das Magma kaum bewegt und nicht durchmischt wird.

Unabhängig davon, wie die Streifen hier genau entstanden, sind sie ein seltenes Beispiel für eine lang andauernde, rhythmische Kristallisation in einem feldspatreichen Magma.

Es versteht sich von selbst, dass hier jedes Hämmern unterbleibt. Der Larvikit von Ula ist eine Rarität und hier wird nur fotografiert. (Es empfiehlt sich, gegen Mittag oder später dort anzukommen, denn vorher liegen einige der schönen Flächen im Schatten.)

Bei unserem zweiten Besuch im August haben wir uns lange in Ula aufgehalten. Dabei habe ich mir auch die losen Steine in der Nachbarschaft angesehen, allesamt Nahgeschiebe. Sie wurden während der letzten Eiszeit nur über kurze Distanzen bewegt, was man an den Rhombenporphyren erkennt. Die kommen alle aus dem Oslograben, aber hier in Ula steht ringsum nur Larvikit an. Die Rhombenporphyre sind also bewegt worden, aber nicht weit. Außerdem finden wir hier Larvikitbrocken in unterschiedlichen Farben – ebenfalls Nahgeschiebe. Völlig unerwartet aber ist dieser Fund hier:



Bild 60 und 61: Weißschlieriger Granatamphibolit am Strand von Ula (Das braune Mineral ist Granat)

Das ist ein schöner weißschlieriger Granatamphibolit. Als Geschiebe in Deutschland oder Dänemark gefunden, würde man ohne Zögern sagen, dass er aus Südwestschweden kommt – was hier falsch wäre.

Da es im Oslo-Graben seit dem Perm keine Gebirgsbildung mehr gab und schon gar keine Metamorphose mit Amphibolitfazies, muss dieser Stein aus dem älteren, weiter nördlich liegenden Grundgebirge stammen. Nördlich deshalb, weil sich das Eis hier in dieser Landschaft ungefähr von Nord nach Süd bewegte.

Dass es in Südnorwegen ebenfalls weißschlierige Granatamphibolite gibt, bedeutet aber nicht, dass die Amphibolite aus Südwestschweden keine Leitgeschiebe mehr sind. Schon hier im Oslo-Graben sind diese Granatamphibolite selten. Als Geschiebe in Deutschland sind sie dann noch um ein Vielfaches seltener, denn alles norwegische Gestein macht ja nur einen kleinen Teil unserer Glazialgeschiebe aus.

Die weißschlierigen Granatamphibolite aus Südwestschweden sind um Größenordnungen häufiger und deshalb kann man so einen seltenen Doppelgänger aus Norwegen verschmerzen. Es schadet aber nicht, zu wissen, dass es solche Ausreißer gibt.

Auf dem Rückweg werfen wir noch einen Blick auf einen Larvikit-Pegmatit, der als Geotop direkt am Weg liegt. Pegmatite sind Gesteine mit besonders großen Mineralen und dieser hier enthält bis zu 10 cm große Feldspäte mit kräftigem Blauschiller. Hübsch zwar, aber kein Vergleich zum Gletscherschliff und den magmatischen Streifen, die wir gerade gesehen haben.

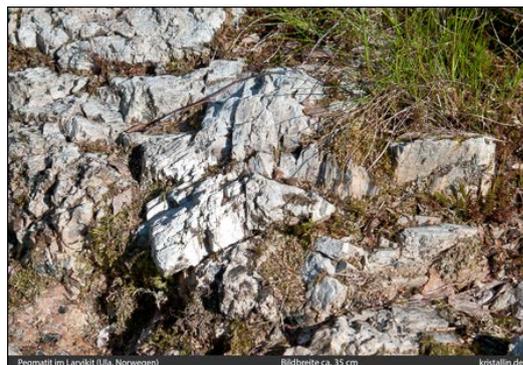


Bild 62: Geotop in Ula

Bild 63: Große schillernde Feldspäte

Nevlunghavn, Låven und Pegmatite

Nach so viel Larvikit brauchen wir eine Abwechslung und fahren nach Nevlunghavn am Ende des Langesundsfjords. Auf dem Weg dahin passieren wir den Wegweiser nach „Barkevik“. Nach diesem Ort wurde das Mineral „Barkevikit“ benannt, ein tiefschwarzer Alkalamphibol. Das erinnerte

uns daran, dass wir hier in einer für die Geschichte der Geologie bedeutsamen Landschaft unterwegs sind.



Bild 64: Blick von Helgeroa über den südlichen Langesundsfjord und die Insel Låven (Bild ohne Pfeil)

Auf einigen Inseln im Langesundsfjord gibt es spektakulär große Pegmatite, die seit dem frühen 19. Jahrhundert von Geologen und Sammlern beprobt bzw. „heimgesucht“ wurden. Dort wurden nicht nur besonders schöne Minerale gefunden, sondern auch bis dahin unbekannte. Außerdem spielten die Pegmatite und ihre Beziehungen zum umgebenden Nephelinsyenit eine zentrale Rolle beim Verständnis grundlegender magmatischer Prozesse.

Am Ende des 19. Jahrhunderts kamen auch wirtschaftliche Gesichtspunkte hinzu. Mit der zunehmenden Verbreitung der Gasbeleuchtung in Europa entwickelte sich ein hoher Bedarf an Thorium. Dieses radioaktive Element brauchte man für die Herstellung der Imprägniersalze, mit denen die gewebten Leuchtstrümpfe der Gaslampen getränkt wurden. Dieses Gewebe verglühte beim ersten Anzünden und lieferte von da ab ein überragend helles Licht. Die hohe Leuchtkraft war der Grund für die starke Nachfrage und den hohen Bedarf an Thoriummineralen. Insbesondere ging es um „Thorit“ bzw. „Orangit“. Thorit wurde am Ende des 19. Jahrhunderts in den Pegmatiten am Langesundsfjord gefunden und es begann eine hektische Suche, denn dieses Mineral erzielte hohe Preise. Ein Kilo Thorit brachte in Spitzenzeiten soviel ein, wie ein Arbeiter im Monat verdiente. Das „Thoritfieber“ dauerte zwar nur von 1894 bis 1895, aber in dieser Zeit wurden viele neue Pegmatite entdeckt und abgebaut. Ab 1896 fand man das Mineral auch in anderen Ländern und der Goldrausch war vorüber. Später wurde der Abbau von Pegmatiten aber wieder aufgenommen, weil auch der Feldspat genutzt werden konnte. (Larsen 2010)

Ein besonders schöner Pegmatit befindet sich auf der Insel Låven (Låven) im Süden des Langesundsfjords. Besser gesagt „befand“ sich dort, denn der südliche Teil der Insel wurde von Sammlern und Mineralhändlern zum größten Teil abgetragen. Einige der Handstücke von dort findet man noch heute in geologischen Sammlungen wie zum Beispiel den grobkörnigen Nephelinsyenit von Låven. Er hat in Bröggers Mustersammlung der magmatischen Gesteine die Nummer 113 und wird als „Riesenfoyait“ bezeichnet.



Bild 65: Nephelinsyenit-Pegmatit (Riesenfoyait) aus der Bröggersammlung in Groningen, Niederlande (Etikett)

Die Insel Låven steht inzwischen unter strengem Schutz. Da im südlichen Langesundsfjord für die ganze Küste ein striktes Sammelverbot herrscht, sollten Sie sich vor einem Besuch informieren. Geschützte Bereiche sind in den Landkarten grün eingerahmt. Als „fredningsområde“ auf „norgeskart.no“ oder auch auf „openstreetmap“. Nehmen Sie das ernst, die Strafen in Norwegen sind saftig.

Zurück zur Exkursion.

Bei unserer Ankunft im Mai ignorierten wir trotz hochsommerlicher Temperaturen tapfer das Eiscafé in Nevlunghavn und fuhren bis zum Campingplatz. Dort ragt, direkt am Eingang, ein einzelner, größerer Felsen auf, der zum größten Teil aus Rhombenporphyr besteht und an mehreren Stellen schöne Fließgefüge zeigt. Außerdem enthält dieser isolierte Felsen eine kleine Höhle. Die ist natürlich stockdunkel und die Taschenlampe liegt im Quartier. Der Kamerablitz zeigt zumindest, dass es ein ganzes Stück weit in den Felsen hinein geht und dass es da was zum Entdecken gibt. Wahrscheinlich stammt dieser Hohlraum aus der Zeit des Pegmatitabbaus.

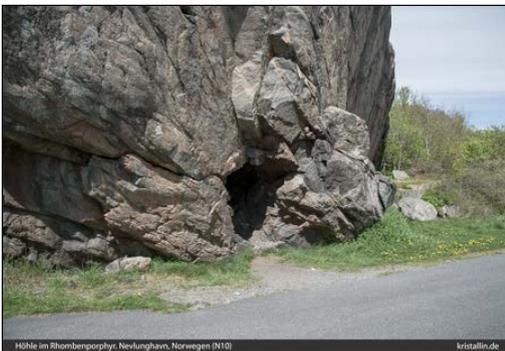


Bild 66: Hohlraum im Rhombenporphyrfelsen Bild 67: Der Abbau, mit dem Kamerablitz ausgeleuchtet

Der Strand des Campingplatzes wird von den südwestlichsten Gesteinen des Oslograbens eingerahmt. Auf der Ostseite ein Rhombenporphyr und westlich einer der ganz frühen Basalte. Dazu später mehr.

Lardalit und Foyait

„Zwischen den Einschnitten des Lougenthales und des schönen Sees Farris erhebt sich in den Kirchspielen Hedrum und Kvelle ein niedriges von Wald und Moor bedecktes Gebirge mit eigentümlich kuppenförmigen Gipfeln; die Gletscher der Eiszeit haben ihre Oberfläche abgerundet und geglättet und die Decke von Erde und Schutt weggeführt. [...] Es ist das waldige Gebirge des Laurdalits.“

Mit diesen Zeilen beginnt Bröggers dritter Band über die „Eruptivgesteine des Kristianiagebietes“. Als ich sie das erste Mal las, musste ich schmunzeln über sein etwas blumiges „Gebirge des Laurdalits“. Ich dachte mir: Gibt es in der Gegend um Larvik wirklich Berge? War da nicht eher alles flach? Das wollten wir uns doch genauer ansehen und klären, wie Lardalit („Laurdalit“) aussieht und vielleicht auch, warum es ihn so selten als Geschiebe gibt.

Lardalit

Lardalit besteht wie Larvikit aus ternärem Feldspat (zum Teil als Rhomben), enthält aber zusätzlich noch nennenswert Nephelin. Dunkle Minerale sind Pyroxen, Amphibol und auch eisenreicher Biotit („Lepidomelan“).

Lardalit ist graublau oder grau, grobkörnig und dunkler als die meisten Larvikite. Frische

Bruchflächen zeigen ab und zu rhombenförmige Feldspäte und dazu blassbraunen oder braungrauen Nephelin. Der Nephelin bildet Kristalle, die größer als 1 cm sein können und gelegentlich auch Säume um Feldspäte. Wenn er glasig-farblos aussieht, ähnelt er Quarz.

Auf angewitterten Oberflächen wird Nephelin erst gelblich-grau, später weißlich und verschwindet dann ganz. Verwitterter Lardalit ist mit Löchern übersät, in denen einst der Nephelin steckte.

Wir fahren also von Larvik aus nach Norden, entlang des Lågen (Bröggers „Lougen“) und nach einer Weile müssen wir zugeben: Linker Hand ist wirklich ein kleines Gebirge. Zwar abgerundet und bewaldet, aber richtig bergig, mit steilen Schluchten und schroffen Felswänden. All diese Felsen enthalten den schnell verwitternden Nephelin. Man sollte daher eigentlich eine flache Landschaft mit abgetragenem Gestein erwarten, aber nein. Lardalit ist trotz des vielen Nephelins erstaunlich zäh und viel widerstandsfähiger als der benachbarte Larvikit. Lardalit hat zwar eine löcherige Oberfläche, ist ansonsten aber ein festes und zum Teil ausgesprochen zähes Gestein.



Bild 68: Steile Felsen aus Lardalit neben dem Fluss Lågen



Bild 69: Im Lardalitgebirge

Um an Proben von frischem Lardalit zu gelangen, wollen wir vom Lågen aus nach Westen, zum Farrissee fahren. Beim Ort Lauvesetra, so Brögger, gebe es ganz typischen Lardalit. Aber kaum sind wir von der Hauptstraße abgebogen, ist wieder eine Schranke im Weg, noch dazu aufreizend gelb. (Auf der Tafel steht: „Die Schranke schließt ohne Vorwarnung“).



Bild 70: Schranke in der Straße nach Lauvesetra



Bild 71: Rechts steht Nephelinsyenit an, davor ein Nahgeschiebe

Diese Schranken in Norwegen sind ein einziges Ärgernis. Vermutlich gibt es nirgendwo sonst so viele gesperrte Privatstraßen wie hier. Die Versuchung ist groß, einfach durchzufahren, wenn der Schlagbaum oben ist, aber ich rate ab. So eine Schranke ist schnell mal zu, auch wenn man niemanden sieht und hinter einer verschlossenen Schranke ist es nicht nett. Ich habe es ausprobiert. Hier geht es also nicht weiter. Bis nach Lauvesetra sind es 3 km und die Straße steigt hinter der Kurve ziemlich an. Den Weg mit der gesamten Ausrüstung und später dann mit zusätzlichen Proben wieder zurück? Eher nicht. Wir beschränkten uns also auf die Erkundung der ersten paar hun-

dert Meter hinter der Schranke und werden auch fündig, so dass die Sperrung viel weniger lästig ist, als es auf den ersten Blick scheint. (Dieser Aufschluss hat die Nummer N11.)

Direkt hinter der Schranke, noch in der Kurve, liegt ein ziemlich großes Geschiebe. Allein dieser Brocken war es schon wert, anzuhalten, denn auf seiner Rückseite finde ich die größten Nephelinkristalle, die ich bis dahin gesehen habe.



Bild 72: Nahgeschlebe am Straßenrand



Bild 73: Angewitterter Nephelin und Kalifeldspat (mit Beschriftung)

Der Block ist knapp einen Meter breit und stammt aus der unmittelbaren Nähe. Ob es sich um einen besonders grobkörnigen Nephelinsyenit oder um Lardalit handelt, wissen wir nicht. Dazu müsste man klären, ob der Feldspat ein normaler Alkalifeldspat ist (Nephelinsyenit) oder eine ternärer Feldspat, dann wäre es Lardalit.

Die Umrisse der großen Kristalle sind auch keine große Hilfe, denn Lardalit enthält zwar Rhomben, aber viel weniger als typischer Larvikit. Und ob es in einem Pegmatit Rhomben gibt, wissen wir auch nicht.

Die Nephelinkristalle sind schon wegen ihrer Größe bemerkenswert. Sie liegen vertieft und haben eine kissenartig gewölbte Oberfläche. Es scheint, dass die Verwitterung am Kontakt zu den Feldspäten stärker wirkt.

In der Vergrößerung erkennt man faserartige Reste auf dem Nephelin. Möglicherweise sind das Reste von Moos oder anderen Pflanzen. Mit dem Nephelin hat das nichts zu tun.

Ringsum steht Nephelinsyenit an, der zwar grobkörnig ist, aber bei Weitem nicht so große Kristalle hat wie dieser Findling.



Bild 74: Anstehender Nephelinsyenit



Bild 75: Nephelinsyenit (N11)



Bild 76: Nephelinsyenit (N11)

Der Nephelinsyenit ist grau, manchmal auch gelb-fleckig. Er besteht fast nur aus Feldspat, bei dem es sich um Alkalifeldspat handeln muss. Erstens finde ich keinen einzigen Plagioklas, zweitens soll hier Nephelinsyenit anstehen, der per Definition aus Alkalifeldspat besteht.

Der Nephelin ist hier klein und nur schwer zu erkennen. Die gelben bzw. rötlichen Flecken sind kein Nephelin, das sind gefärbte Alkalifeldspäte. Dazu kommen neben Biotit noch kleine goldbraune Titanitkristalle, die um einen Millimeter groß sind. Wir finden sie überall im Gestein. Aller-

dings gibt es Titanit nicht nur hier, sondern auch in den anderen Syeniten des Oslograbens.



Nachdem wir ein paar Hundert Metern bergauf gelaufen sind, wechselt der Nephelinsyenit abrupt in den blaugrauen Lardalit. Ein beeindruckender Kontakt.

Bild 77: Übergang von Nephelinsyenit (rechts) zum Lardalit (links)

Wenige Meter weiter kann ich dann auch vom Lardalit ein Handstück anfertigen, was sich als überraschend mühsam erweist. Lardalit ist widerspenstig und nur mit Mühe in Form zu bringen, was man dem etwas verunglückten Handstück ansieht. Der Nephelin darin ist groß, graubraun und hat einen eher matten Glanz, der „ölig“ wirkt.



Bild 78: Lardalit (Aufschluss N11)



Bild 79: Nephelin im Lardalit (Bild ohne Beschriftung)

Dass der Lardalit überaus zäh ist, bestätigt sich auch an anderen Stellen und es dürfte die Erklärung dafür sein, weshalb es hier steile Hügel gibt und die ganze Gegend viel weniger eingeebnet ist als der Larvikit weiter südlich. Der Lardalit hat den Gletschern der Eiszeit sehr viel mehr Widerstand geleistet und wurde weniger abgetragen als der benachbarte Larvikit. Das wäre dann eine mögliche Erklärung, weshalb Lardalit-Geschiebe so überaus selten sind.

Wir fahren im Tal des Lågen ein paar Kilometer nach Norden und suchen weitere Wege, die nach Westen in den Lardalit führen. Die nächste Schotterpiste ist unbeschränkt und geht steil nach oben, direkt zu einem Wohnhaus. Wir fragen oben nach und bekommen die Erlaubnis, am Straßenrand Proben zu nehmen. Sehr nett! (Sollten Sie diesen Aufschluss besuchen, parken Sie bitte unten an der Hauptstraße und gehen das kurze Stück bergauf zu Fuß, um am Haus zu fragen.)



Bild 80: Aufschluss N12 im Lardalit

Der Lardalit ist hier etwas heller als im vorherigen Aufschluss. Er enthält Rhomben, die zum Teil von Nephelin eingerahmt sind und enthält mehr Nephelin als der Lardalit an der Straße nach Lauvesetra.



Bild 81: Lardalit aus dem Aufschluss N12



Bild 82: Rhombus im Lardalit, von Nephelin umgeben

Bei der Vorexkursion im Mai fahren weiter in Richtung Farrissee. Wir wollen noch mehr Lardalit auftreiben, um einen Eindruck von den verschiedenen Varianten zu bekommen. Wir passieren auf Landstraße 213 das Gehöft von Heum, nach dem Brögger den „Heumit“ benannte, ein nephelin-führendes Ganggestein. Etwas weiter steht wieder Lardalit am Straßenrand an.



Bild 83: Lardalit am Farrisveien (N13)

Hier werden wir beinahe überfahren. Ein Einheimischer war mit maximaler Geschwindigkeit unterwegs und schon von Weitem zu hören, aber so schnell konnten wir gar nicht zur Seite springen, wie der ankam und auch schon vorbei war. Zum Glück konnte er gut fahren und traf genau die enge Lücke zwischen uns und dem gegenüberliegenden Straßenrand.

In diesem Lardalit ist der Nephelin hell, zum Teil fast wasserklar und sieht dann aus wie Quarz. Ein Teil des Nephelins ist blass braun bis grau.



Bild 84: Lardalit aus dem Aufschluss N13



Bild 85: Hier ist der Nephelin heller (Bild ohne Beschriftung)

An dieser Stelle kann ich Handstücke mit verwitterter Oberfläche anfertigen. Die löchrige Oberfläche ist mehr als auffällig und in manchen Vertiefungen sieht man unten am Boden noch Reste von Nephelin.



Bild 86: Verwitterte und frische Oberfläche



Bild 87: Wo Löcher sind, war früher Nephelin

Etwas später kommen wir am Farrissee an – und wieder eine Schranke! Natürlich auch geschlossen. Jetzt reicht es uns und wir fahren zurück in Richtung Hauptstraße. Aber der Höhepunkt des Tages kommt noch: Foyait.

Bevor wir uns diesem Gestein widmen, noch eine Anmerkung zum Lardalit.

Lardalit als Geschiebe

Ursprünglich hatte ich den Verdacht, dass Lardalitgeschiebe so selten gefunden werden, weil sie nicht erkannt werden. Das mag zum Teil zutreffen, aber vermutlich ist Lardalit wirklich sehr selten. Das dürfte mit seiner Verwitterungsfestigkeit zu tun haben, denn es hängt auch von der Festigkeit des Grundgebirges im Herkunftsgebiet ab, wie viele Geschiebe es später von dieser Fläche gibt. Ist das Gestein hart und zäh, können die Gletscher nur wenig abtragen und es gibt nur wenige Geschiebe. Dazu kommt, dass es Lardalit nur auf einer vergleichsweise kleinen Fläche gibt. Larvikit überwiegt bei weitem.

Manche Lardalite enthalten nur wenig Nephelin und sind kaum von Larvikit zu unterscheiden. Dann bleibt nur ihre Farbe als Merkmal, denn viele Lardalite sind graublau und etwas dunkler als Larvikit. Dieser Unterschied ist aber viel eher im Anstehenden und auf großen Flächen erkennbar, als bei einem einzelnen losen Stein.

Nur grobkörnige Lardalite mit viel Nephelin sind als Geschiebe wirklich gut erkennbar.

Rhomben kommen im Lardalit vor, scheinen aber viel seltener zu sein als im Larvikit. Einen schönen Blauschiller haben wir im Lardalit auch nicht gefunden, er ist aber in Ansätzen vorhanden. Die schon erwähnte Festigkeit und Zähigkeit des Lardalits spielt bei der Bestimmung natürlich keine Rolle, denn wer zertrümmert schon einen vermutlich seltenen Fund? So etwas fällt nur auf, wenn man in Norwegen eigene Handstücke formatiert.

Foyait

Ein Foyait ist ein Nephelinsyenit mit leistenförmigen Alkalifeldspäten, bei dem der Nephelin zwischen den Feldspäten steckt. In Skandinavien findet man so ein Foyaitgefüge nur hier im süd-



norwegischen Nephelinsyenit. Und es ist wieder die Landstraße zum Farrissee, an der wir fündig werden.

Diese Probenstelle als „ungünstig“ zu bezeichnen, ist die Untertreibung des Jahres. Man steht dort mitten auf der Straße, hat keinen Platz zum Ausweichen und wird wegen der Kurven erst im letzten Moment gesehen.

Bild 88: Der Aufschluss N31 liegt hinter einer Kurve

Eine Warnweste ist das Mindeste und es sollte besser noch eine zweite Person den Verkehr im Auge behalten. Allein sollte man dort nicht arbeiten.

Das Gestein entlang der Straße ist Foyait. Diese Stelle liegt ganz am Ende des felsigen Abschnitts, nur wenige Meter weiter wird die Umgebung flach.



Bild 89: Foyaitprobe von N31



Bild 90: Nahaufnahme des Foyaits vom Farrisveien

Der Foyait besteht vor allem aus weißen schlanken Alkalifeldspäten und grauem Nephelin, dazu noch etwas Biotit.

Wer dort proben möchte, sollte im offenen Gelände parken und ein Stück zurücklaufen. Während unserer Exkursion benutzten wir zusätzlich ein Schild, das wir vor dem unübersichtlichen Abschnitt aufgestellt hatten. (Ein Warndreieck ginge auch, hätte aber den Nachteil, dass die Leute dann anhalten und fragen, was los ist.)



Bild 91: Foyait für jeden (Foto: S. Alt)



Bild 92: Unsere Warntafel

Alternativ zu einer Probe vom Straßenrand wird man unten am Bach fündig. Dort liegen große Foyaitblöcke, die wohl noch aus der Zeit des Straßenbaus stammen, denn sie sind ziemlich verwittert.

Außen ist der Nephelin verschwunden und man sieht nur noch leistenförmige Alkalifeldspäte. Im Inneren ist der Nephelin noch vorhanden.



Bild 93: Foyaitblöcke unterhalb der Straße



Bild 94: Ausgewitterte Oberfläche von Foyait

Es lohnt sich, jeden Foyait genau zu untersuchen, denn ein Teil dieses Gesteins enthält ein Mine-

ral, das man leicht übersieht: Sodalith. Auch er ist ein Feldspatvertreter. Sodalith wird oft als blau beschrieben, aber das trifft nur teilweise zu. Manchmal ist er hellblau, oft aber grau bis fast weiß. Man findet verschiedene Farben in einem Handstück. Unter UV-Licht fluoresziert Sodalith orange:



Bild 95: Foyait mit Nephelin und Sodalith



Bild 96: Gleiches Bild unter UV-Licht: Sodalith leuchtet orange

Mit einer UV-Leuchte ist es ein Kinderspiel, Sodalith zu finden, denn selbst kleinste Körnchen fluoreszieren kräftig orange. Die Umgebung sollte dabei abgedunkelt sein. Wer in einem Geschiebe, das ein Foyait sein könnte, auch nur etwas Sodalith findet, hat das Gestein schon bestimmt. Auch seine Herkunft aus dem südwestlichen Oslograben ist dann sicher.

Leider enthält nicht jeder Foyait den Sodalith. Sein Fehlen bedeutet daher **nicht**, dass das Gestein kein Nephelinsyenit ist. Die dann nötige Bestimmung des Nephelins ist leider invasiv, denn es läuft auf einen Test mit Salzsäure hinaus.

Nephelin wird durch Salzsäure zersetzt. Mit etwas Geschick kann man nur einen Teil des Steins der Säure aussetzen und begrenzt so den Schaden, falls Nephelin enthalten ist. Man legt oder stellt den Stein so in eine Schale, dass allein seine Spitze mit Salzsäure benetzt wird.



Bild 97: Salzsäuretest auf kleiner Fläche

Rückblende ins Jahr 2000

Zwölf Jahre vorher war ich schon einmal in der Gegend unterwegs und beprobte damals die Felsen an der Hauptstraße, etwas südlich vom Abzweig zum Foyait. Dort liegt das Gehöft „Brathagen“, gebaut auf Foyait, in dem der Nephelin eher körnig aussieht. (Bei den oben gezeigten Proben steckte der Nephelin in den Zwischenräumen der Alkalifeldspäte.)

In Bröggers „Sammlung der Eruptivgesteine des Kristianiagebietes“ hat der Foyait von Brathagen die Nummer 107.

Jahre später hatte ich in Groningen (NI) die Gelegenheit, diese Probe 107 zu fotografieren. Sie ist praktisch identisch mit meiner, aber in Bröggers Handstück ist der Nephelin schöner, daher zeige ich diese. Nephelin ist das braungraue Mineral.

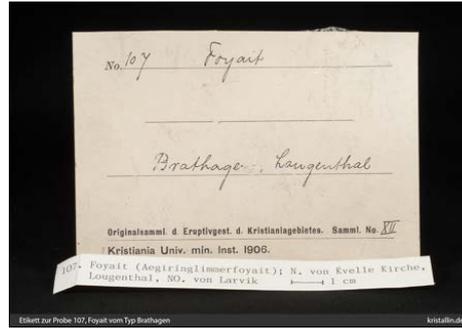


Bild 98: Foyait „Typ Brathagen“ (Brögger) Bild 99: Originaletikett mit fehlerhafter Ergänzung

Unter dem Originaletikett liegt ein später geschriebener Papierstreifen mit der Bemerkung „N. von Kvelle Kirche...“. Das ist nicht richtig und gehört zur Probe 108, während das hier die Nummer 107 ist. Man muss bei später gemachten Ergänzungen und „Verbesserungen“ immer aufpassen, denn auch in anderen Sammlungen habe ich nachträglich eingefügten Fehler gefunden. Die ursprüngliche Beschriftung und Notizen sind ebenso wichtig wie die Proben selbst.

Der Sodalith-Nephelinsyenit von Kvelde

Bei meinem ersten Besuch im Jahr 2000 war ich auch in Kvelde (Bröggers „Kvelle“) und suchte einen Nephelinsyenit mit besonders viel Sodalith, den es am „Kveldeåsen“ geben soll. Dieser kleine Felsbuckel ist inzwischen Teil des Ortes und es war nicht einfach, eine Probe zu bekommen. Ich suchte damals ein blaues Mineral, weil ich nicht wusste, dass Sodalith auch hellgrau sein kann. Auch vom Fluoreszieren wusste ich noch nichts und so fand ich nichts - scheinbar. Erst Jahre später stellte sich heraus, dass der wenig attraktive Stein, den ich enttäuscht eingesteckt hatte, voller Sodalith steckte. (Es gab sogar einen Dünnschliff, aber leider wurde der Sodalith bei der Untersuchung nicht erkannt.)

Später hat mir Henrik Arildskov eine andere Probe von dort überlassen. Unter UV-Licht ist sie eine Augenweide.

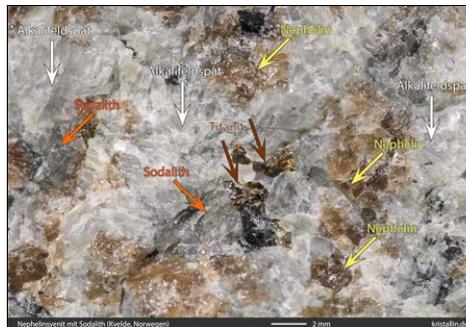


Bild 100: Sodalith-Nephelinsyenit (Kvelde) Bild 101: Nephelin, Sodalith, Alkalifeldspat u. Titanit (o. Beschriftung)

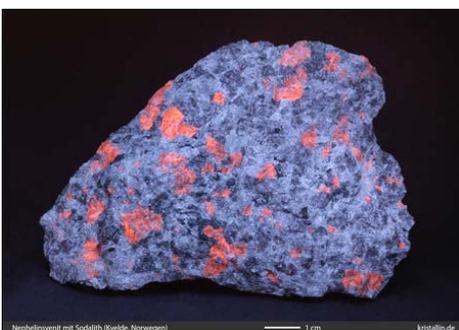


Bild 102 (links) und Bild 103 (rechts): Nephelinsyenit mit unter UV-Licht fluoreszierendem Sodalith

Die Animationen zeigen den Wechsel zwischen Tageslicht und UV-Licht. Das braune Mineral ist Nephelin und das weiße ist Alkalifeldspat. Der Sodalith ist hellgrau und bei Tageslicht kaum vom Alkalifeldspat zu unterscheiden. Erst das UV-Licht zeigt, was alles in diesem Gestein steckt.

Kjelsåsit (Kjelsasit)

Wer sich für die Gesteine des Oslograbens interessiert, stößt über kurz oder lang auf Kjelsåsit („Kjelsosit“ gesprochen). Natürlich stand auch der auf unserer Wunschliste, wobei unklar war, ob wir ihn überhaupt finden können. Schon während der Vorbereitungen tauchten Fragen auf, denn Kjelsåsit wird als überaus abwechslungsreich beschrieben. Das macht das Finden nicht einfacher. Dazu kommt, dass Kjelsåsit in einigen geologischen Karten die gleiche Signatur hat wie Larvikit. Beide werden nur über ihren Gehalt an Kalzium unterschieden (Holtedahl 1943, S. 18). Allerdings gibt es auch Karten, in denen Kjelsåsit separat ausgewiesen ist. In der aktuellen geologischen Online-Karte wird er als „Monzodiorit“ bezeichnet, was einen höheren Gehalt an Plagioklas bedeutet, verglichen mit Larvikit.

Wie soll man ein Gestein erkennen, für dessen Bestimmung man ein Labor braucht? Keine guten Voraussetzungen, es sei denn, es gibt dokumentierte Vorkommen, die man beproben kann.

Während unserer Vorexkursion im Mai waren wir nicht erfolgreich. Der Versuch, die Typlokalität beim Hof „Kjelsås“ zu besuchen, scheiterte schon einige Kilometer vorher, bei über 30° im Schatten – natürlich wieder an einer Schranke. Wir hätten von dort aus laufen können, aber es war weit, schon spät am Tag und es war heiß. Den ganzen Weg mit Kameraausrüstung, diversen Hämmern und später auf dem Rückweg zusätzlich mit den Proben? Alles machbar, aber nicht bei schwüler Hitze. Wir hätten besser schon morgens dort erscheinen sollen.

(Wer sich auf den Weg machen will: Die Typlokalität liegt beim Hof Kjelsås im Sørkedal, nicht zu verwechseln mit dem Stadtteil von Oslo, der ebenfalls Kjelsås heißt.)

In der Typlokalität sieht der Kjelsåsit so aus:

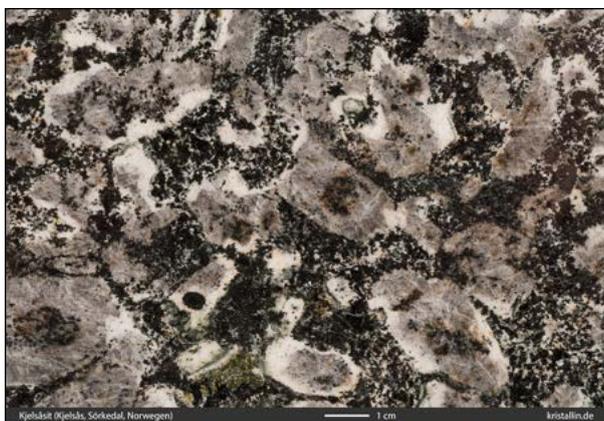


Bild 104: Kjelsåsit vom Hof Kjelsås
Probe aus dem Natursteinarchiv in Wunsiedel

Ein anderes Vorkommen von Kjelsåsit wird in der Ramnes-Caldera¹ beschrieben². Die liegt westlich von Tönsberg und damit für uns ideal. Von Tönsberg aus fahren wir nach Westen und dann auf die Landstraße 35 in Richtung Linnestad/Revetal, immer am Fluss Storelva entlang.

Direkt an dieser Straße, gleich hinter der Autobahn, liegt der Steinbruch am Fresteåsen („M. Haraldstad Pukkverk“) und er hat sogar einen Besucherparkplatz!

¹ Eine Caldera ist ein Einbruchkessel, der entsteht, wenn das Gelände über einer entleerten Magmakammer absinkt.

² DONS JA & LARSEN BT 1978 The Oslo Palaeorift. A review and guide to excursions, NGU 337, Seite 166.



Bild 105 (links), Bild 106 (Mitte), Bild 107 (rechts): Steinbruch Fresteåsen und Kjelsåsit aus diesem Aufschluss

Leider ist niemand da, den wir um Erlaubnis fragen können und so bleiben wir draußen. Ich sammle nur im Eingangsbereich eine Probe auf, aber was das ist, bleibt vorerst unklar. Es handelt sich um ein porphyrisches magmatisches Gestein mit dunklen blaugrauen Feldspäten (etwa 5-8 mm) und einer gelblichen bis rötlichen Grundmasse. Das Ganze ist ein Plutonit und seine Farbe ähnelt einem Larvikit mit leichter Alteration, allerdings enthält er keine Rhomben.

Später im August treffen wir dann, durch Vermittlung der Leiterin der Jugendherberge in Tönsberg, Frau Kristin Rangnes. Sie ist Mitautorin des Buches „Making of a Land – Norway“ und ihr zeigen wir diese Probe. Sie versichert uns, dass dies Kjelsåsit sei. Sehr schön!

Vom Steinbruch aus fahren wir weiter und erreichen die Ramnes-Caldera. Das sieht man aber nur auf der geologischen Karte, denn in der Landschaft ist nichts, das auf einen Einbruchskessel schließen lässt. Aber das Perm ist ja auch schon ein paar Tage her.

Das Blatt „Horten“ der geologischen Karte enthält etwas Kjelsåsit, allerdings endet diese Karte zu weit östlich. Besser ist eine ältere Zeichnung aus dem Exkursionsführer „The Oslo Palaeorift“ von Dons und Larsen 1978. Dort ist auf Seite 166 der Kjelsåsit als ungefähr ringförmiges Vorkommen im östlichen Teil der Caldera eingezeichnet. Leider fehlen in dieser Karte fast alle zur Orientierung nötigen Straßen und Orte. (Meine Lösung bestand darin, die Schwarz-Weiß-Zeichnung über die topographische Karte zu kopieren und so lange zu drehen und zu vergrößern, bis beide Karten genau übereinander lagen. Die Seen dienten dabei als Bezugspunkte.)

Unterwegs passieren wir ein Baustellenschild. Baustelle!? Wir drehen sofort um, fahren dem Schild nach und landen im zukünftigen Gewerbegebiet von Linnestad. Eine eben aus dem Grundgebirge gesprengte Fläche mit etlichen Hundert Metern Durchmesser, voll von frischem Gestein! Das ist ideal. Wir können uns in aller Ruhe umsehen und reichlich Handstücke anfertigen (N90). Das Gestein sieht genau so aus wie am Fresteåsen weiter südlich. Auch hier sind graublau Feldspäte von einer gelblichen oder rötlichen Grundmasse umgeben. Das mit der Grundmasse ist aber nur teilweise richtig, wie sich gleich zeigen wird.



Bild 108 (links) und 109 (Mitte): Das Gewerbegebiet von Linnestad als Baustelle (N90) Hier ist alles Kjelsåsit
Bild 110 (rechts): Manchmal ist die „Grundmasse“ gelblich-rötlich

Auch ohne Lupe sieht man, dass die Spaltflächen der Feldspäte größer sind als die grauen Flächen. Ein Teil des umgebenden gelblichen Minerals gehört zum Kristall und ist gar keine Grundmasse, sondern der hell verfärbte Rand der Feldspäte. Die Pfeile im nächsten Bild zeigen auf solche hellen Ränder. Bewegt man den Stein im Licht, sieht man, dass die Spaltflächen der Feldspäte größer sind als ihre dunklen Kerne.



Bild 111: Die Pfeile zeigen auf helle Randbereiche der ansonsten dunklen Feldspäte

Im Raum zwischen den Feldspäten stecken auch kleinere, gelblich-rötliche Feldspäte und auch etwas Quarz. Wir haben hier also durchaus eine Grundmasse, aber sie nimmt weniger Raum ein, als es auf den ersten Blick scheint.

Das wirklich Spannende aber ist, **dass die dunklen Feldspäte Plagioklase sind!** Die typischen Zwillinge mit der dichten parallelen Streifung sind leicht zu finden, wenn man die spiegelnden Spaltflächen untersucht. Im Bild 113 sind die Zwillinge unten am Bildrand gut erkennbar, wenn Sie die Vergrößerung aufrufen.

Diese Plagioklaszwillinge sind eine brauchbare Bestimmungshilfe für Geschiebefunde.

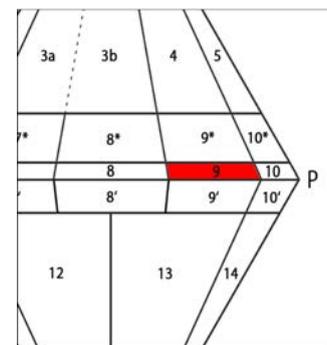


Bild 112 (links): Kjelsåsit aus Linnestad Bild 113 (Mitte): Die Feldspäte sind **Plagioklase**

Bild 114 (rechts): Monzodiorit im QAPF-Diagramm

Kjelsåsit **ist ein Monzodiorit**, also ein plagioklasbetontes Gestein mit wenig Alkalifeldspat. Im QAPF-Diagramm liegen die Monzodiorite im Feld 9, die Larvikite im Feld 8.

Im Larvikit findet man keine Plagioklaszwillinge.

Ob die Feldspäte in anderen Kjelsåsiten ebenfalls Plagioklase sind, wissen wir nicht. Dafür bräuchten wir vor allem Proben aus anderen Vorkommen. Die zu besorgen, wäre eine lohnende Aufgabe für jemanden, der sich ernsthaft für Geschiebekunde interessiert.

Die beiden hier beprobten Flächen sind klein. Der Kjelsåsit vom Fresteåsen misst nur ein paar Quadratkilometer, ebenso das Vorkommen bei Linnestad. Die Chance auf Geschiebefunde von

dort ist nur winzig klein.

Am Westrand des Gewerbegebiets steht laut Karte ein porphyrischer Larvikit an. Den finden wir ohne Mühe und er sieht genau so aus, wie man einen porphyrischen Larvikit erwartet: graublaue Rhomben in einer feinkörnigen Grundmasse. Die ist rötlich verfärbt und so könnte man das Ganze auch porphyrischen Tönsbergit nennen.



Bild 115: Porphyrischer Larvikit (Linnestad, Ramnes-Caldera)

Nach mehr als einer Stunde brechen wir auf. Der Weg zurück führt über eine Gefällestrecke, direkt neben einer großen, leeren Fläche. Henrik Arildskov wies mich darauf hin, dass es hier ein weiteres Gestein zu entdecken gibt, nämlich den „**Horn-Quarzporphyr**“ (ebenfalls N90).

So ein Quarzporphyr gehört eigentlich zu den Vulkaniten, die später besprochen werden. Weil er aber hier direkt neben dem Kjelsåsit ansteht, eine knappe Beschreibung und Bilder:

Horn-Quarzporphyr enthält große rundliche Quarze und bis zu 1 cm große Feldspäte in einer feinkörnigen Grundmasse. Der Porphyr kann braun oder auch grau aussehen.

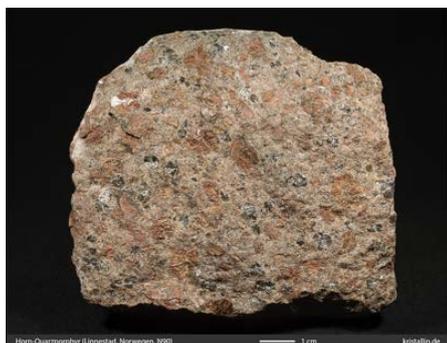


Bild 116 (links): Brauner Horn-Quarzporphyr bei Linnestad in der Ramnes-Caldera

Bild 117 (rechts): Ausschnitt mit zwei Generationen Quarz und braunen Feldspäten

Die graue Variante unterscheidet sich kaum von der braunen, denn auch sie enthält gerundete größere Quarze, winzig kleine Quarze in der Grundmasse und dazu graue Feldspäte, die meist kleiner als 1 cm sind.



Bild 118: Grauer Horn-Quarzporphyr

Bild 119: Auch hier gibt es zwei Sorten Quarz

Der Horn-Quarz-Porphyr erstreckt sich nur über einige wenige Quadratkilometer.

Von den vielen Porphyren und Quarzporphyren, die es im skandinavischen Grundgebirge gibt, kennen wir nur einen kleinen Teil. Porphyre sind für Geologen kaum von Interesse, weil ohne wirtschaftliche Bedeutung. Und weil viele Porphyre nur kleine Gängen bilden, sind etliche in den geologischen Karten gar nicht enthalten. Aber auch diese Vorkommen haben Geschiebe geliefert. Daher wäre es abwegig, Porphyre wie den Horn-Quarzporphyr als Geschiebe erkennen zu wollen. Wir müssten zuerst die allermeisten Porphyre in Skandinavien kennen und dann müsste der Horn-Quarzporphyr auch noch besonderen Eigenschaften haben - die er nicht hat. Er ist einer unter vielen Porphyren, die wir als Geschiebe nicht von anderen Porphyren unterscheiden können.

Fortsetzung nächste Seite

Teil 2: Vulkanite im Vestfoldgebiet

Rhombenporphyre

Mit den schlanken, bootsförmigen Einsprenglingen ist ein Rhombenporphyr einfach zu erkennen. Er ist auch das älteste beschriebene Leitgeschiebe, denn Leopold von Buch erwähnte diesen Porphyr bereits 1810 in seiner Schrift „Reise nach Norwegen und Lappland“.

Wer Rhombenporphyre im Aufschluss sehen will, fährt entweder ins Vestfoldgebiet im Südwesten des Oslograbens oder zum Krogsbogen weiter nördlich. Die beiden Vorkommen sind die größten, es gibt noch etliche kleinere Areale.

Mit unserem Quartier in Tönsberg hatten wir einen idealen Ausgangspunkt, denn die Stadt steht zu einem großen Teil auf Rhombenporphyr. Schon auf dem Campingplatz liegen davon große Blöcke herum und der Schotter auf dem Weg ist voller glitzernder rhombenförmiger Feldspäte.

Wer in Tönsberg Rhombenporphyr sehen will, sollte in den Stadtteilen Søndre Nes, Husvik oder auf der kleinen Insel Jarlsø einen Spaziergang machen. Überall findet man Rhombenporphyr.



Bild 120: Rhombenporphyr in Tönsberg



Bild 121: Angewitterte Oberfläche

Will man aber die Vielfalt dieses Gesteins sehen, muss man ins Gelände. Unser erster Aufschluss liegt gleich westlich von Tönsberg in Hogsnes (N09).



Bild 122: Fast alles hier ist Rhombenporphyr



Bild 123: Alle Handstücke sind verschieden

Dort zweigt eine kleine Straße mit einem breiten Radweg ab, was für uns eine perfekte Stelle abgibt, an der wir nicht auf den Verkehr achten müssen. Der Straßenrand besteht hier aus einem braungrauen, sehr festen Rhombenporphyr, der im unteren Teil in Tönsbergit übergeht. Beide sind leicht zu unterscheiden, denn der Rhombenporphyr hat eine feinkörnige Grundmasse, während der Tönsbergit viel körniger und dazu noch kräftig rot ist. So eine Rotfärbung ist (auch bei anderen Vulkaniten) das Ergebnis von Alteration, die durch überhitzte Flüssigkeiten ausgelöst wird.



Bild 124: Rhombenporphyr (N09)



Bild 125: Direkt daneben der Tönsbergit



Bild 126: Beide Gesteine im Vergleich



Bild 127: Jeder Meter sieht anders aus

An dieser Stelle hier sind wir am nördlichen Rand des großen Larvikitgebietes, das sich weit nach Südwesten ausdehnt, bis hin zum Langesundsfjord. Da die meisten Rhombenporphyre weiter nördlich liegen, fahren wir in Richtung Ramnes-Caldera. Jenseits der Autobahn nehmen wir die 525, vorbei am Steinbruch am Fresteåsen und vorbei an Linnestad mit dem Kjelsåsit und dem Horn-Quarzporphyr. Beide wurden weiter oben beschrieben.

Ramnes-Caldera

Eine Caldera ist ein Einbruchskessel. Er entsteht, wenn sich eine Magmakammer leert und das Gelände darüber einbricht. Leider ist das hier schon ein paar Tage her (so um die 280 Millionen Jahre) und deswegen ist von der Ramnes-Caldera nichts mehr zu sehen. Die Landschaft ist eben und die Geologie findet nur im Boden statt. Es gibt andere Calderen im Oslo graben, die man ansatzweise auch erkennen kann, aber diese hier leider nicht.

Die Ramnes-Caldera hat einen komplexen Aufbau, enthält ganz verschiedene Gesteine und ist umgeben von Rhombenporphyr. Ihre Form ist eiförmig-rundlich und sie misst in Ost-West-Richtung etwa 30 Kilometer und in Nord-Süd-Richtung rund 25 Kilometer.



Bild 128: Der Aufschluss N26 in Andebu



Bild 129: Engständige Klüftung ist typisch für Vulkanite

Bei Andebu wird das Gelände steiler und felsig. Ein Stück weiter gibt es einen Platz, auf dem die Straßenmeisterei ihr Material lagert. Das schauen wir uns an, denn dahinter steht eine Wand aus fri-

schem Gestein (N26).

An der Klüftung sieht man auf den ersten Blick, dass dies hier ein Vulkanit sein muss. Ein Gestein, das von so vielen Rissen mit geringem Abstand durchzogen ist, ist fast immer vulkanischen Ursprungs. Vor allem das spitzwinklige Rissmuster, das zu dreieckigen Blöcken führt, habe ich im Anstehenden diverser Vulkanite gesehen.

Am Fuß der Wand liegt in ausreichendem Abstand genügend Material herum und jeder kann sich ein Handstück formatieren. Schließlich bleiben am Ende, von Fotos abgesehen, nur die beprobten Gesteine übrig. Deswegen sind gute Proben mit einer Ortsangabe wichtig.



Bild 130: Ein schönes Handstück muss sein Bild 131: Der Vulkanit (unter Wasser fotografiert)

Mehr als „Vulkanit“ kann man zu diesem Gestein aber nicht sagen. Die helle Färbung lässt vermuten, dass hier viel Feldspat enthalten ist, zumal es einzelne schlanke Feldspäte gibt. Ob die Grundmasse Quarz enthält, wissen wir nicht. Mit der Lupe ist nichts zu sehen und für weitere Untersuchungen braucht man einen Dünnschliff.

Das kann durchaus ein Rhyolith sein. Eventuell deuten die flachen länglichen Strukturen auf einen Ignimbrit, aber das ist nur eine Vermutung. Auf der nassen Oberfläche erscheinen die Flecken etwas körniger als die Grundmasse und man kann annehmen, dass es sich um Fragmente eines separaten Vulkanits handelt.

Die geologische Karte zeigt, dass wir hier im westlichen Teil der Caldera sind, mitten in den Ignimbriten. (Karte aus Dons & Larsen 1978, The Oslo Paleorift, Seite 166.) Aber die Karte ist natürlich eine Vereinfachung und kann nicht jedes einzelne Gestein genau wiedergeben.

Was wir haben, ist die auffällige Klüftung, ein Gefüge mit einzelnen Feldspäten und die länglichen Flecken im Gestein. Dazu kommt seine große Härte.

Um von einem Ignimbrit reden zu können, müsste man dem Gestein ansehen, dass es die Ablagerung eines pyroklastischen Stroms ist. Unter dem Mikroskop muss man dann Bruchstücke von Glas finden, die vulkanische Asche belegen.

Bei der Bestimmung von Hand braucht es die flach gedrückten Bimsfladen („Fiamme“) und dazu eine feinkörnige Grundmasse, die sich um Feldspäte oder Fragmente herum abgelagert hat. So ein „eutaxitisches Gefüge“ ist nicht gerade häufig, aber nur dann ist die Bezeichnung „Ignimbrit“ gerechtfertigt. Oft wird von Ignimbriten geredet, nur weil ein Gestein irgendwie gestreift aussieht.

Wir hätten gern ein schöneres Beispiel und suchen weiter.

Der nächste Aufschluss liegt ein Stück weiter nördlich in einer Nebenstraße, knapp südlich vom See „Illestadvannet“. Dort gibt es auf einer Seite der Straße einen angewitterten, halb zugewachsenen Felsen. Der ist so bröselig, dass man ihn nur scharf ansehen muss, um ihn zu zerlegen. Jeder Hammerschlag liefert ein Bruchstück, aber leider sind es immer nur Platten und jeder weitere Schlag macht die Platte nur noch dünner. Gar nicht nett.



Bild 132: Der Aufschluss N27



Bild 133: Das Gestein zerfällt in Platten (Bilder: S. Alt)

Das Gestein ist so voller Wasser, dass wir beim Trocknen zusehen können. Frisch zerteilt sind die Abschlüge dunkel, aber sie hellen sich innerhalb von Minuten auf. Dieses Gestein verhält sich wie ein Sediment und das ist es ja auch, wenn es ein Ignimbrit sein sollte.

Mit viel Mühe gelingt es uns, ein paar brauchbare Handstücke zu formatieren. Die Bruchfläche auf den Schmalseiten der Abschlüge kommt einem eutaxitischen Gefüge schon sehr nahe.



Bild 134: Handstück von der Seite gesehen



Bild 135: Das könnte in der Tat ein Ignimbrit sein

In der hellgrauen Grundmasse stecken viele winzige Quarze und kleine Fragmente, teilweise mit Reaktionsrand. An einigen Stellen sieht es auch so aus, als hätte sich die Grundmasse um kleinere Einschlüsse herum abgelagert (Bild 135, rechts der Mitte). Das hier könnte durchaus ein Ignimbrit sein, auch wegen des enthaltenen Quarzes. Eine quarzhaltige Lava ist immer besonders zäh und der Vulkan, zu dem sie gehört, neigt zum Explodieren.

Da wir im Gelände keine abschließende Bestimmung treffen können, bleibt „Ignimbrit“ hier eine sinnvolle Arbeitshypothese. Mit einem Mikroskop würde man vor allem prüfen, ob die Grundmasse Reste von aufgeschäumtem Glas enthält.

Wir fahren weiter nach Nordwesten und halten kurz vor Høyjord an einem steilen Straßenabschnitt.

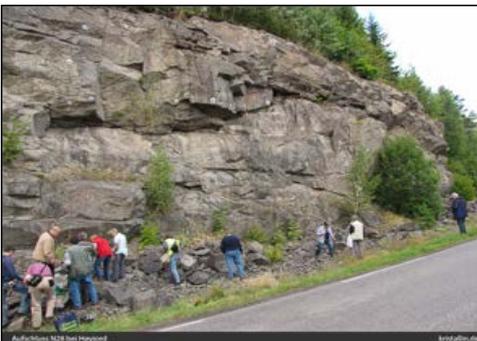


Bild 136: Aufschluss N28 bei Høyjord



Bild 137: Rhombenporphyr, umgeben von Aplit (Foto: D. Pittermann)

Neben der Straße ragt eine Wand auf, die im oberen Teil mit Ankern gesichert ist. Wir können uns also darunter umsehen, ohne Sorge haben zu müssen, dass da etwas herunterfällt (N28). Auch hier

gibt es Rhombenporphyr, aber nur in großen Bruchstücken, die alle von einem feinkörnigen hellen Gestein umgeben sind. Das Helle nennen wir provisorisch „Aplit“. Die Fragmente wirken gerundet und so, wie sie von dem hellen Gestein umgeben sind, sieht es sehr nach einer Schmelze aus, die den Rhombenporphyr eingeschlossen hat.

Während ich diesen Bericht schreibe, prüfe ich die aktuelle Fassung der geologischen Karte. Leider ist die Ramnes-Caldera noch immer nicht als detaillierte Karte verfügbar, sondern nur im großen Maßstab. Inzwischen sind aber im Westen neue Bruchlinien hinzugekommen, die die Caldera vergrößern. Das weiße Oval in der Karte umreißt das Gebiet großzügig, der Pfeil zeigt auf Høyjord. Die dunkelviolette Signatur steht für Rhombenporphyr.

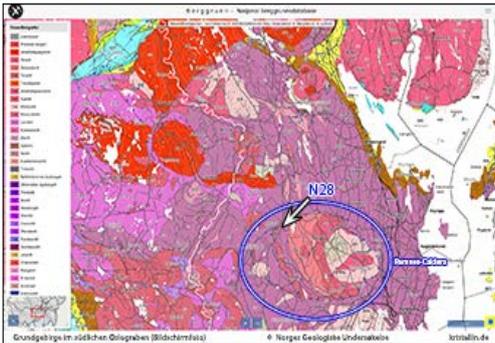


Bild 138: Aufschluss N28 am Rand der Ramnes-Caldera (©NGU)

Wir sind hier im Nordwesten der Ramnes-Caldera. Dort ist ein Syenitporphyr kartiert und unser helles feinkörniges Gestein könnte davon ein Teil sein, auch wenn wir keine Einsprenglinge finden. Die Lage am Rand der Caldera würde auch gut zu den Bruchstücken der Rhombenporphyre passen, denn der Rand eines so großen eingebrochenen Geländes ist natürlich von Rissen und Brüchen durchzogen.

Der Rhombenporphyr ist arm an Feldspäten und besteht vor allem aus graublauer Grundmasse.



Bild 139: Viel Grundmasse, kaum Rhomben



Bild 140: Rhombenstern

Nach kurzer Zeit entdecken wir kleine Rhombensterne! Das ist eine echte Überraschung, denn die sind ziemlich selten. Es soll weiter im Westen noch eine Stelle mit diesen Sternen geben, aber genauere Angaben dazu konnte ich nicht finden - was wohl Absicht ist. Nun haben wir hier unsere Eigenen, was viel besser ist. Nachdem wir uns ausgiebig umgesehen haben und alle Handstücke verstaubt sind, fahren wir die kurze Steigung nach oben in den Ort und schauen bei der kleinen Stabkirche in Høyjord vorbei.

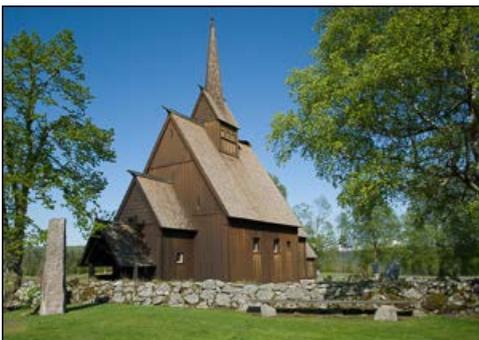


Bild 141: Stabkirche in Høyjord

Soweit ist alles schön hier, aber wir haben immer noch keinen massigen, in der Fläche anstehenden Rhombenporphyr gefunden. Wir müssen weiter nach Norden, mitten hinein in die große Fläche der Rhombenporphyre. Unterwegs passieren wir diese Stelle mit einem dunklen senkrechten Gang.



Bild 142: Senkrechter mafischer Gang



Bild 143: Der Gang ist etwa einen Meter breit

Solche schwarzen basaltischen Gänge findet man immer wieder, nicht nur hier im Oslograben, sondern auch sonst im skandinavischen Grundgebirge. Die niedrige Viskosität von Basalt macht die Schmelze leicht beweglich und deshalb bildet Basalt viele Gänge. „Basalt“ ist hier nur ein Arbeitstitel, denn außer „schwarz und feinkörnig“ kann man nichts erkennen.

Rhombenporphyr ohne Rhomben

Was wir suchen, findet sich an einer Schotterstrecke mitten in den Rhombenporphyrdecken des Vestfolds. Entlang der Straße steht auf etwa 50 m Rhombenporphyr an. Diese kleine Wand erweist sich als wahrer Augenöffner, denn hier gibt es jede Menge verschiedener Rhombenporphyre, einschließlich solcher ohne Rhomben. Höchste Zeit also, den Begriff „Rhombenporphyr“ aus norwegischer Perspektive zu betrachten:

Für norwegische Geologen ist jedes Gestein ein Rhombenporphyr, das aus den permischen Lava-decken im Oslograben stammt und die Zusammensetzung eines Latits hat. Ob darin Rhomben stecken oder nicht, spielt **keine Rolle**. Rhombenporphyr ist für norwegische Geologen **die gesamte Gesteinsformation**. Sie benutzen den Begriff als **stratigraphische Bezeichnung**.

Dieser Aufschluss (N29) zeigt, was das bedeutet. Die folgenden Bilder wurden alle an dieser Stelle aufgenommen und zeigen ganz verschiedenen Rhombenporphyr.



Bild 144: Der Aufschluss N29



Bild 145: Eckige Feldspäte



Bild 146: Gefüllte Hohlräume



Bild 147: Rhomben + Fragmente



Bild 148: Schöne Rhomben



Bild 149: Mandeln mit Fließgefüge



Bild 150: Risse, keine Feldspäte



Bild 151: Rhomben + Fragmente



Bild 152: Gletscherschliff (T. Langmann)

Nachdenklich gemacht hat mich dann aber vor allem der Blick zur anderen Seite, über das Feld und zum Wald. Soweit das Auge reicht, ist hier alles Rhombenporphyr. Aber auch die norwegischen



Geologen haben nur die losen Steine vom Feld und niemand kennt das genaue Aussehen dieser Rhombenporphyre. Jeder Quadratmeter dieser Landschaft hat während der Eiszeiten Geschiebe geliefert.

Bild 153: Unter dieser Landschaft ist überall Rhombenporphyr

In Deutschland gefundene Rhombenporphyre sind eine **von uns getroffene Auswahl**. Wir erkennen die Rhomben und nennen das Gestein Rhombenporphyr. Die anderen Varianten aus der gleichen Quelle - ohne Rhomben - lassen wir unerkannt liegen. (Mehr dazu hier: [Rhombenporphyre](#))

Rektangel-Porphyr

Wir fahren weiter nach Norden und suchen einen Aufschluss, den mir Henrik Arildskov beschrieben hat. Er liegt in der Nähe von Holm und bekommt die Nummer N92.

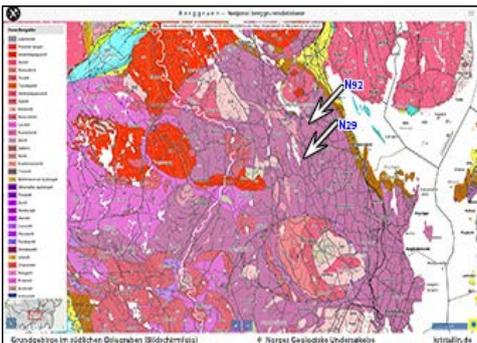


Bild 154: Lage von N29 und N92 (© NGU)

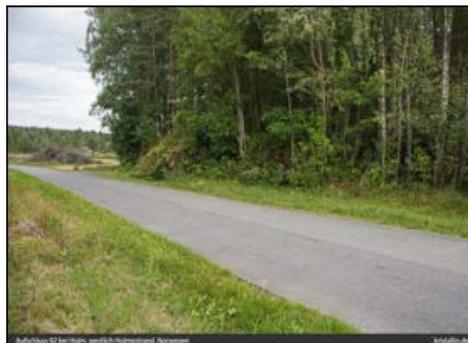


Bild 155: Der Aufschluss N92 liegt im Wald

Wir suchen einen Rektangel-Porphyr, den wir auch am Rande eines kleinen Hügels finden. Vorher müssen wir aber den Waldboden aufschneiden und hochklappen, um überhaupt etwas zu sehen.

Noch während wir überlegen, wie wir einen Block für Handstücke abschlagen, taucht ein etwas ungehaltener Herr auf, der wissen will, was wir da machen. Wir sind auf seinem Land, wie er uns erklärt. Dann würde ich allerdings auch wissen wollen, was eine Herde von Leuten da treibt. Wir erklären ihm, das wir aus Deutschland kommen und uns für die norwegischen Gesteine interessieren. Das stimmt ihn versöhnlicher, auch wenn er es besser gefunden hätte, wenn wir vorher gefragt hätten. Wo er recht hat, hat er recht.



Bild 156: Da ist der Porphyr!



Bild 157: Rechteckige Feldspäte

Wir zeigen ihm ein schönes Stück und betonen, dass dieser Stein etwas Besonderes und in Deutschland, Dänemark und den Niederlanden bekannt ist. Das hebt seine Stimmung deutlich. Das kenne ich auch von anderen Exkursionen: Sobald man einem Eigentümer versichert, dass sein Gelände ein besonderes Gestein beherbergt, ist das Eis gebrochen. Das finden alle Leute gut.

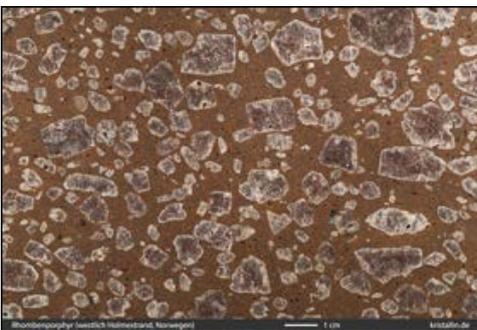


Bild 158: Der polierte Rektangel-Porphyr (N92)



Bild 159: Der „klassische“ Rektangel-Porphyr zum Vergleich

Bereits im Gelände und besonders später in der Politur sind die rechteckigen Feldspäte gut erkennbar. Von daher ist die Bezeichnung „Rektangel-Porphyr“ zutreffend. Verglichen mit dem „klassischen“ Gefüge sieht unserer allerdings ungewöhnlich aus. Das Geschiebe im Bild 159 ist das, was man üblicherweise mit einem „Rektangel-Porphyr“ verbindet. (Es gibt noch diverse andere Rektangel-Porphyre, aber um die zu finden, bräuchten wir eine Extra-Exkursion.)

Von Holm aus orientieren wir uns nach Osten, in Richtung Horten. Dort wurde die Landstraße zur Autobahn ausgebaut und es mussten neue Brücken und Unterführungen angelegt werden. Dabei wurde Gestein freigelegt, das vermutlich noch frisch und nicht zugewachsen ist. Wir sind optimistisch, dort mehr und andere Rhombenporphyre zu finden.

Solider Fels an der Autobahn

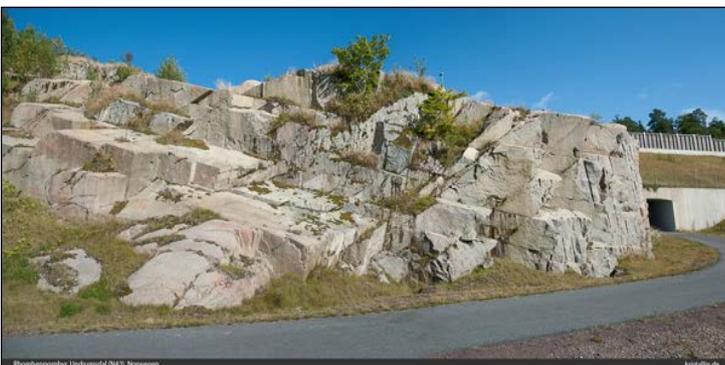


Bild 160: Rhombenporphyr bei Undrumsdal (N42)



Bild 161: Oberfläche mit Gletscherschrammen

Am folgenden Tag steuern wir eine Unterführung an, die in der Nähe von Undrumsdal im Vestfold liegt. Hier hat man die Straße vertieft und dabei einen imposanten Felsen freigelegt, unseren Aufschluss N42. Das ist mal ein Rhombenporphyr! Massig, hart und voller Rhomben. Einfach schön!

Als erstes fällt der große Kluftabstand auf. So sehen eigentlich Granite und andere Tiefengesteine aus, wenn man davon absieht, dass hier die Risse schräg aufeinander stehen. Der ganze Fels besteht aus rhombenförmigen Blöcken, was zwar zu den kleinen Rhomben darin passt, aber natürlich gibt es da keinen Zusammenhang. Bei einem Granit würden die Klüfte eher rechtwinklig stehen und quaderförmige Blöcke bilden.

Der gesamte Fels ist von hellen Streifen durchzogen, in denen die Rhomben gebleicht sind. Geht man ganz nah heran, zeigt sich in der Mitte eine feine grüne Linie, ganz offensichtlich ein Riss (Pfeile). Hier waren sehr wahrscheinlich wieder überhitzte Flüssigkeiten am Werk und die grüne Spaltenfüllung wird vermutlich Epidot sein.



Bild 162: Helle Streifen im Rhombenporphyr Bild 163: Gebleichte Rhomben entlang von Rissen (Pfeile)

Ein Rhombenporphyr mit so vielen Rhomben wird auch als „Kolsås-Typ“ bezeichnet. Der Ort Kolsås liegt westlich von Oslo und der Rhombenporphyr dort bildet die unterste Lage (RP1). Da wir hier aber sehr viel höher sind, kann das kein RP1 sein. Es gibt den Kolsås-Typ also auch in anderen Lavadecken, worauf schon Oftedahl (1967) hingewiesen hatte. Er kartierte vier weitere Lavadecken mit Kolsås-Rhombenporphyr: RP17, 23, 24 und 26.

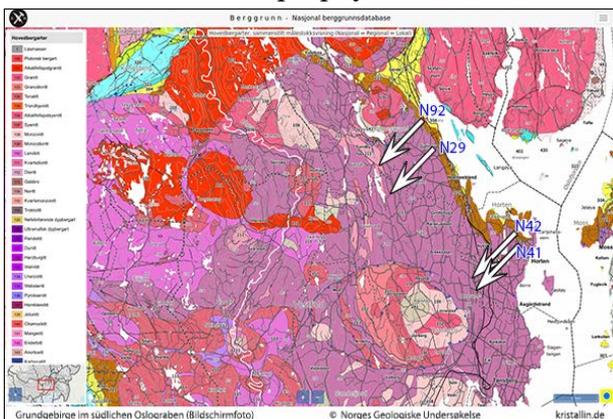


Bild 164: Aufschlüsse im Rhombenporphyr (© NGU)

Laut Karte der NGU sind wir hier (bei N42) in der „Rombeporfyrlava, Haukeli, 1-type (43)“, also im RP43. (Das ist dann eine weitere Lavadecke mit dem Kolsås-Typ, die zu denen von Oftedahl noch hinzukommt.) Vergleicht man die heutige Online-Karte mit der gedruckten Ausgabe von 2004, so wurden inzwischen diverse Untergruppen für die Rhombenporphyre eingeführt.

Wie so oft in Skandinavien, ist auch hier der Fels von den Gletschern der letzten Kaltzeit geglättet und voller Gletscherstriemen. Aus der Abrisskante rechts im Bild 165 kann man schließen, dass das Eis von links kam. Da liegt Norden, das passt.



Bild 165: Striae - das Eis kam von links



Bild 166: Wie auch immer das entstanden sein mag (nasse Oberfläche)

In der abgeschliffenen Oberfläche steckt ein hübsches Detail, das wie ein Wirbel aussieht. Die Rhombenporphyr-Schmelze hat sich hier tangential um einen Einschluss herum geordnet, der etwa 20 cm groß ist. Was wir hier genau vor uns haben, bleibt rätselhaft.

Ähnlich rätselhaft ist auch eine Probe aus der Nähe der Unterführung, die oben im Panoramabild ganz rechts zu sehen ist. Von dort stammt der Rhombenporphyr, in dem **alle Rhomben verschwunden** sind.



Bild 167: Hier fehlt das Entscheidende



Bild 168: Die Rhomben sind verschwunden

Ob hier Verwitterung verantwortlich ist oder ein anderer Prozess die Rhomben entfernt hat, bleibt offen. Im Inneren ist das ein ganz normaler Rhombenporphyr.

Lavastrombrekzie

Unser nächster Halt liegt nur wenige Kilometer weiter südlich, wieder unter der Autobahn und wieder im Rhombenporphyr (N41). Aber im Gegensatz zum harten Gestein von eben ist dieser Rhombenporphyr hier weich und bröselig und voller Einschlüsse. Das hatten wir noch nicht.



Bild 169: Der Aufschluss N41



Bild 170: Rhombenporphyr voller Einschlüsse

Die Einschlüsse sind Rhombenporphyre, die von einem anderen Rhombenporphyr eingeschlossen wurden. Die rundlichen Formen der Fragmente legen den Schluss nahe, dass hier Bruchstücke eines Rhombenporphyrs von einer späteren Rhombenporphyr-Lava umflossen wurden. Das Gestein ist eine Lavastrombrekzie.



Bild 171: Nahaufnahme im Aufschluss N41 Bild 172: Alle Einschlüsse sind rundlich

Torsten Brückner hat mir einige Proben poliert und darin erkennt man, dass der umgebende Rhombenporphyr nur wenige Rhomben enthält und voller kleiner Bruchstücke steckt.

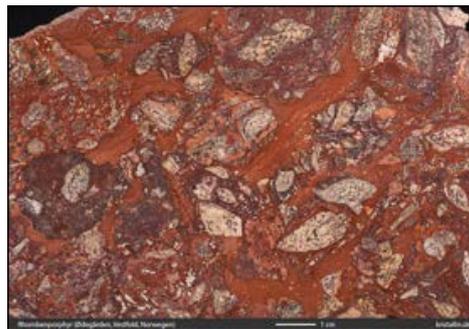
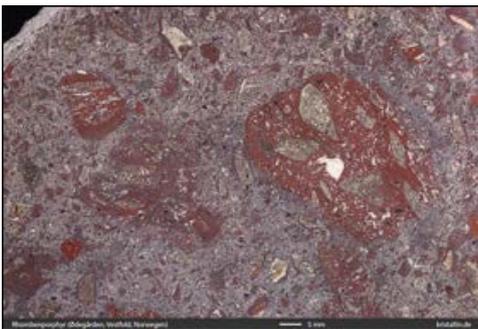


Bild 173: Polierte Probe aus N41 Bild 174: Zweite Probe mit Fließgefüge (N41)

Der Einschluss rechts der Mitte (Bild 173) zeigt Spuren von Fließbewegung und enthält kleine, verformte weiße Hohlräume („Mandeln“). Der Einschluss links davon ist eher grau und enthält Rhomben in einer andersfarbigen Grundmasse. Die unscharfen Konturen der Fragmente legen den Schluss nahe, dass sie äußerlich angeschmolzen wurden. (Weitere Kommentare zu diesen Proben in der allgemeinen Beschreibung der [Rhombenporphyre](#).)



Bild 175: Die alte Baustraße ist ideal zum Suchen

Von der Straße zweigt dort eine alte Baustraße ab, die nicht mehr benutzt wird. Wir können uns in aller Ruhe umsehen und verschiedene Gefüge suchen. Von hier kommen auch die beiden folgenden Handstücke. Eines hat kalzitgefüllte Mandeln, das andere ist voller offener Hohlräume.

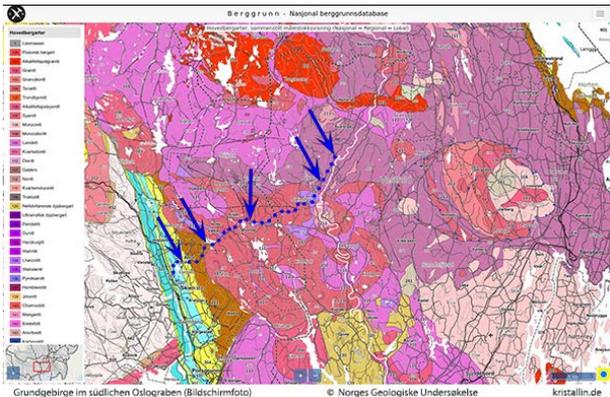


Bild 176: Mandeln mit Kalzit (N41) Bild 177 und 178: Hohlräume zwischen den Rhomben (N41)

Basalt, Hornfels und Syenite

Der folgende Tag hat ein ganz neues Thema. Es geht um den Anfang des Vulkanismus im Oslograben, der mit der Eruption des ersten Basalts B1 im späten Karbon begann.

Um diesen ersten Basalt zu sehen - und seinen Einfluss auf die Umgebung - fahren wir nach Skien. Dort nehmen wir die Straße 32 nach Siljan. Sie führt durch den Basalt und die sich anschließenden Syenite in Richtung Vestfold und kommt am Ende wieder in den Rhombenporphyren an. Bei dieser Fahrt geht es uns vor allem um die Abfolge der Gesteine. Außerdem wollen wir die Syenite in der Umgebung von Siljan sehen, die dort größere Flächen einnehmen.



Unsere Tagesstrecke ist mit blauen Punkten markiert, die Pfeile zeigen auf unsere Probenstellen. Die Straße 32 führt von Skien über Øverbø nach Stensholt.

Bild 179: Von West nach Ost in den Oslograben (© NGU)

Von Skien aus umrunden wir den Børse-Sjø und dann geht es steil bergauf. Die geologische Karte zeigt für diese Stelle eine blaue bzw. gelbe Signatur, also Sedimente aus dem Silur, vor allem Sandstein bzw. Kalk. Beide erscheinen entlang der Straße als gestreifte Felsen, aber leider können wir nirgends anhalten - links die Felswand, rechts die Leitplanke.

Glücklicherweise reichen die Gesteine weit genug nach oben, bis wir in der Siedlung Lundsåsen einen Platz zum Halten finden (N16).



Bild 180: Gestreifte Gesteine an der Straße



Bild 181: Hornfels bei Lundsåsen

Die Streifen sprechen dafür, dass dies Sediment unterhalb des B1-Basalts ist. Als wir eine Probe nehmen, ist der Stein extrem hart und klingt hell beim Anschlagen. Das ist kein Sediment, das ist Hornfels! Er bildete sich, als der Basalt eine ganze Landschaft überflutete und seine Hitze den Untergrund regelrecht durchgebraten hat. Die Schichtung der Sedimente blieb dabei ungestört erhalten. Das ist die klassische Kontaktmetamorphose, bei der allein durch Hitze ein neues Gestein entsteht.

Wir fahren weiter und nach wenigen Metern wird der Straßenrand schwarz. Wir sind im Basalt, mit dem die Entwicklung des größten Grabenbruchs in Europa begann. Er war mehr als 60 Millionen Jahre lang aktiv, das ganze Perm hindurch bis in die Trias.

Schon vom Auto aus sieht man, dass der Basalt verschiedene Färbungen aufweist. Das werden einzelne Lavaströme sein.

Beim nächsten Halt empfängt uns ein schönes Mandelsteingefüge. In der Karte liegt diese Stelle hier östlich vom ersten blauen Pfeil in der Mitte des braunen Streifens.



Bild 182: B1-Basalt an der Straße (N17)



Bild 183: Mandelsteingefüge im Basalt

Es geht weiter bergauf und als die Steigung nachlässt, erreichen wir den See „Heivann“. Inzwischen sind die Felsen am Straßenrand wieder hell und der Basalt ist zu Ende.

Wir nehmen eine Probe und es zeigt sich, dass dies ein Gestein aus viel Feldspat ist. Der sieht nach Alkalifeldspat aus, denn wir finden keine Plagioklaszwillinge. Dazu kommt etwas Quarz in den Zwischenräumen der Feldspäte. Dieses hübsche Gestein sieht makroskopisch nach einem Syenit oder Alkalifeldspat-Syenit aus. Die geologische Karte sagt Syenit. Prima.



Bild 184: Aufschluss N18 am Heivann



Bild 185: Syenit vom Südufer des Heivann (N18)



Bild 186: Anhäufung von Quarz im Syenit am Heivann

Im Ausschnittfoto erkennt man zwar gleich mehrere Quarzkörner, aber das ist nicht typisch für das Gestein insgesamt, das eher quarzarm ist.

An dieser Stelle noch ein Hinweis zur Online-Karte der NGU. Die Karte im Netz enthält weniger Details als die entsprechende PDF. Um die zu sehen und zu speichern, klickt man in die Grundgebirgskarte und bekommt auf einer neuen Seite die passende Gesteinsbezeichnung angezeigt. In dieser Ansicht wird oben links die zugehörige PDF genannt, hier also das Blatt Siljan. Ich empfehle nachdrücklich, diese Karten zu benutzen, auch wenn einige davon noch vorläufig sind.

Vom Seeufer aus geht es mit mäßiger Steigung weiter bergauf. Wir ignorieren ein kleines Vorkommen von Rhombenporphyr und folgen der Straße bis etwa 2,5 Kilometer östlich von Siljan. (Der

Ort hat natürlich nichts mit dem Siljan in Schweden zu tun.)

Wir halten an und beproben den Berg auf der anderen Straßenseite. Das ist unser Aufschluss N19.



Bild 187: Syenit östlich von Siljan (N19)

Bild 188: Der Aufschluss N19 (Foto: H. J. Schumacher)

Das Gestein besteht praktisch nur aus Alkalifeldspat, der überraschend dunkel ist. Dazu etwas Biotit, kein Quarz und ein paar Körnchen Titanit. Makroskopisch sieht das nach einem Alkalifeldspat-Syenit aus, die Karte sagt Syenit.

Die Legende zur Karte „Siljan“ zeigt, dass die norwegischen Geologen die Gesteine hier nach dem Gehalt an ternärem Feldspat und der Korngröße gliedern. Für uns bleibt nur die Korngröße, denn die Zusammensetzung der Feldspäte ist ohne Labor nicht erkennbar.

Da ein möglicher Plagioklasanteil auch in den perthitischen Entmischungen stecken kann - was wir nicht sehen können - erreichen wir hier die Grenzen der makroskopischen Bestimmung: Wir können nur mit einer Lupe **einen Syenit nicht von einem Nordmarkit** (Alkalifeldspat-Syenit) **unterscheiden**. Beide bestehen makroskopisch vor allem aus Alkalifeldspat.

Dessen Farbe sagt wenig aus, denn wie sich im Laufe der Exkursion zeigt, gibt es Syenite und Nordmarkite in braunen, rotbraunen oder graubraunen Varianten. Wir müssten aber wissen, ob mäßig viel oder gar kein Plagioklas enthalten ist. Bei nur mäßigem Plagioklasgehalt ist es ein Syenit, gar kein Plagioklas bedeutet Nordmarkit.

Es ist nicht so schön, die Grenzen der eigenen Möglichkeiten zu erreichen. Aber besser, sie zur Kenntnis zu nehmen, als so zu tun, als bestünde das norwegische Grundgebirge nur aus einer Handvoll leicht unterscheidbarer Gesteine.

Falsche Reihenfolge

Während wir weiterfahren, frage ich mich, was wir hier eigentlich gerade sehen. Unten liegen die Sedimentgesteine, darüber der erste Basalt - das ist klar. Aber darüber die grobkörnigen Syenite? Das ist eine völlig falsche Reihenfolge. Seit wann liegen grobkörnige Tiefengesteine **über** feinkörnigen Vulkaniten? Wie kann denn das sein?

Was man ausschließen kann, sind größere Bewegungen in der Erdkruste, die die Gesteine verstellt oder überschoben haben, denn hier ist seit dem Perm nichts Grundlegendes mehr passiert. Es gab ein paar Verwerfungen bei der Dehnung des Grabenbruchs und sicher viele Erdbeben, aber keine durchgreifende Tektonik. Was es gab, ist reichlich Zeit für Verwitterung.

Man darf unterstellen, dass die heutige Landoberfläche tiefer liegt als zur Zeit der Vulkanausbrüche. Über uns lagen sicher noch einige Hundert Meter Gestein, möglicherweise sogar Kilometer. Das können lockere Vulkanite gewesen sein, die längst wieder verwittert sind.

Ein aufsteigendes Magma kann den unter uns liegenden Basalt durchquert haben und in Höhe der heutigen Landoberfläche langsam erstarrt sein. Langsam deshalb, weil es nach oben hin immer noch reichlich isolierendes Gestein gab, das ein Magma ausreichend langsam abkühlen ließ. Die

langsame Abkühlung ist nötig, um das grobkörnige Gefüge der Syenite zu erhalten.

Dazu kommt, dass damals der Wärmefluss von unten her viel höher war als heute. Soll heißen: Die obere Erdkruste war hier generell wärmer, weil in nicht allzu großer Tiefe ständig neues Magma produziert wurde.

Auch ist denkbar, dass die Oberfläche von frischer Lava bedeckt war, die den Untergrund zusätzlich erwärmte, so wie beim B1-Basalt auf den Sedimentgesteinen.

Und natürlich kann alles gleichzeitig stattfinden. Viel Wärme von unten, Hitze durch Lava von oben und isolierende Schichten dazwischen, die längst verwittert sind.

Wieder am Lågen

Bei Steinsholt erreichen wir den Lågen und fahren nach Norden. Ein kleines Stück weiter gibt es bei Styrvoll einen netten Rastplatz am rauschenden Bach. Wieder im Rhombenporphyr, bei dem es sich laut Karte um RP20 handelt.



Bild 189: Am Rastplatz bei Styrvoll



Bild 190: Rhombenporphyr am Bach

Proben kann man hier nicht nehmen, es reicht nur für eine Aufnahme des nassen Rhombenporphyrs am Bach. Wir brauchen eine bessere Stelle und suchen entlang der Hauptstraße. Weiter nördlich werden wir fündig (N21). Dort gibt es einen sehr harten Rhombenporphyr auf beiden Seiten der Straße. Wir beproben die kleinen Felsen hinter der Leitplanke, wo wir weit weg vom Verkehr sind.



Bild 191: Straße im Rhombenporphyr (N21)



Bild 192: Rhombenporphyr N21 mit/ohne Magnet (Bild ganze Probe)

Wir brauchen eine Pause und fahren zum Fluss. Dort gibt es einen schönen Rastplatz und wieder Rhombenporphyr (RP20).

Die letzten drei Aufschlüsse, also die Stromschnelle am Bach, die Felsen oben an der Straße und jetzt hier am Fluss, liegen mehrere Kilometer auseinander. Trotzdem ähnelt sich das Gefüge dieser drei Aufschlüsse. Viele der Feldspäte sind Rhomben (nicht alle), etliche haben einen grauen Kern und auch einen rötlichen Rand. Überall steckt Magnetit im Gestein.

Ein Rhombenporphyr, der so aussieht und in Norddeutschland gefunden wird, **kann** von hier sein, aber sicher ist das nicht. Dazu müsste man wissen, dass es dieses Gefüge kein zweites Mal gibt.



Bild 193: Kjaerfoss - für Angler



Bild 194: Anstehender Rhombenporphyr am Lågen

Aber genau das weiß niemand, denn es gibt keine Vergleiche der vielen Varianten untereinander. Außerdem liegen große Flächen von Rhombenporphyr unter Wald und Feld, von denen es nicht mal Proben gibt, von einem Vergleich gar nicht zu reden.

Die Nummerierung der Rhombenporphyr-Lagen durch die norwegischen Geologen dient vor allem dazu, die einzelnen Lavadecken im Gelände zu erkennen und miteinander abzugleichen. Ob das Gestein bis ins Kleinste einmalig aussieht, interessiert niemanden.



Bild 195: Fischtreppe im Lågen

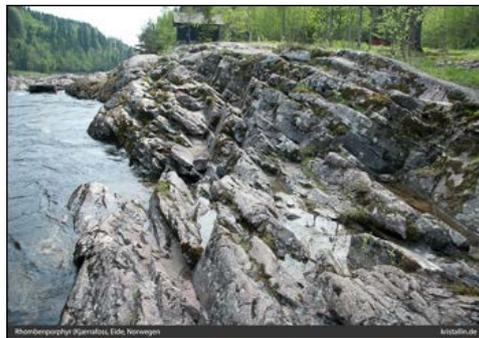


Bild 196: Der Lågen fließt im Rhombenporphyr

Granit am Drammensfjord und auf der Hurum-Halbinsel

Ein neuer Tag, ein neues Ziel: Drammen-Granit.

Wir fahren von Tönsberg aus nach Norden und verlassen kurz vor Drammen die E18 an der Abfahrt „Åskollen“. Nach etwa zwei Kilometern biegen wir ins Industriegebiet „Eikhaugen“ ab. Für Normalsterbliche gibt es hier nur ein paar Bürogebäude, Werkshallen und einen Parkplatz. Für uns aber ist das eine ganz besondere Stelle, denn am Straßenrand vor dem Parkplatz zeigt sich ein orangefarbener Drammen-Granit voller runder Feldspäte. Ein Rapakiwi! (N65)

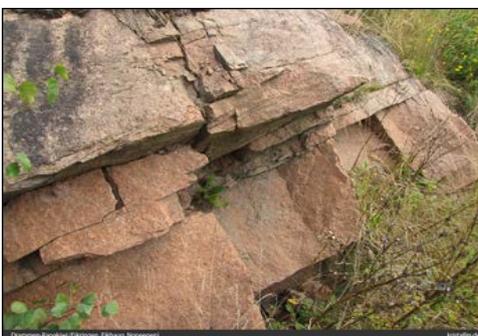


Bild 197: Drammen-Granit, Eikhaugen (N65)



Bild 198: Drammen-Rapakiwi mit runden Feldspäten (poliert)

Da es im Nachbarort Solumstrand noch sehr viel mehr von diesem Rapakiwi gibt, fahren wir das kurze Stück hinunter zum Drammensfjord und schauen uns auch dort um. Etliche Gebäude sind aus dem Rapakiwi-Granit erbaut und auch in den kleinen Gärten sieht man überall die runden Feldspä-

te. Eine Probe kann man hier aber nirgends abmontieren, denn wir sind im zivilisierten Gebiet. Oben im Industriegelände war das einfacher.



Bild 199 (links): Drammen-Rapakivi mit runden Feldspäten und zwei Quarzgenerationen (poliert)
 Bild 200 (rechts): Drammen-Rapakivi als Trittstein in einem Garten

Von Solumstrand geht es weiter nach Süden bis zum nächsten Steinbruch, der einige Kilometer entfernt liegt. Dort wird gearbeitet, wir müssen draußen bleiben. Aber am Eingang finden sich genügend Brocken, um ein paar Handstücke herzustellen. Von runden Feldspäten ist hier nichts mehr zu sehen, denn das Vorkommen mit dem Rapakiwigefüge hat nur einen Durchmesser von etwa 5-6 km.

Dazu ein kurzer Kommentar: Wenn man den Granit um Solumstrand herum wegen der runden Feldspäten als Rapakiwi bezeichnet, dann benutzt man die traditionelle Bezeichnung. Mit runden Feldspäten ist der Granit ein Rapakiwi, ohne nicht. Von dieser Einteilung haben sich die Finnen, Schweden und andere Geologen schon lange verabschiedet. Sie bezeichnen jeden anorogen entstandenen Granit als Rapakiwi, unabhängig von seinen Ovoiden.

Legt man die geologische Karte der Norweger zugrunde, dann wird das hier in Norwegen ignoriert und „Rapakiwi“ bezieht sich allein auf ein Gefüge mit runden Feldspäten.

Die Finnen würden vermutlich den gesamten Drammen-Granit als Rapakiwi-Pluton bezeichnen und wohl auch den Ekerit. Schließlich sind alle Gesteine des Oslograbens anorogenen Ursprungs.

Zurück zum Steinbruch am Fjord (N66). Hier wird Schotter produziert, was bei einem so stark geklüfteten Granit keine Überraschung ist. Mehr kann man mit diesem zerscherten Gestein kaum machen. Was man von der Straße aus nicht sieht, ist die Größe des Steinbruchs, der sich weit nach oben erstreckt.



Bild 201: Drammen-Granit bei Svelvik Bild 202: Der Steinbruch reicht weit nach oben

Eine spätere Politur dieses Granits zeigen die folgenden beiden Bilder. Einige der Alkalifeldspäte tragen einen Saum aus braunem Plagioklas. Dazu kommt die auffällig helle, blass-orangerote Farbe des Granits.

Auf die Frage, ob man diesen Granit als Geschiebe in Norddeutschland erkennen kann, gehe ich gleich ein. Zuerst der polierte Schnitt dieses Drammen-Granits.



Bild 203 (links): Drammen-Granit nördlich von Svelvik (N66)

Bild 204 (rechts): Braunrote Plagioklassäume

Neben der Farbe des Granits sind es natürlich die braunroten Plagioklassäume, die hier die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Sie umrahmen kantige Alkalifeldspäte und bilden rechteckige Säume, die ziemlich auffällig sind. Durchaus möglich, dass dies eine Besonderheit ist, an der man diesen Drammen-Granit auch als Geschiebe erkennen kann. Wir wissen aber nicht, wie viel Drammen-Granit es mit diesem Gefüge gibt. Das ganze Massiv ist ja nicht groß und die braunen Säume haben wir nur im Steinbruch am Drammensfjord gefunden. In anderen Proben des gleichen Granits fehlen sie. Dazu kommt, dass es solche braunen Plagioklassäume auch auf der Insel **Blå Jungfrun** an der schwedischen Ostküste gibt. Der Alkalifeldspat ist dort ein wenig rötlicher, aber der Unterschied ist nur minimal. Außerdem kommen braune Plagioklassäume **auch im Kökar-Rapakiwi** vor, dort allerdings um runde und größere Feldspäte.

Wegen dieser mehrfachen Vorkommen ist brauner Plagioklas als Saum allein **kein** Merkmal für die Herkunft eines Gesteins. Potenzielle Geschiebe von Drammen-Granit müssen deshalb immer zusammen mit anderen norwegischen Geschieben gefunden werden, vor allem Rhombenporphyren.

Der Drammen-Granit **mit dem Rapakiwigefüge** ist dagegen ein perfektes Leitgeschiebe (Bild 198, 199). Es gibt keinen Doppelgänger mit dieser hellen blassrötlich-braunen Farbe, wenn ein Fund runde Feldspäte und zwei Generationen Quarz enthält. Weil beide Sorten Quarz in diesem Granit eher klein sind, braucht man immer eine Lupe.

Ein großer Teil des Drammen-Granits ist grobkörnig und blass-braun. Besonderheiten sind mir in diesen Gefügen nicht aufgefallen, wenn man von einzelnen körnigen Quarzen absieht. Es gibt dazu noch kleine Drusen und Fluorit und hin und wieder auch Magnetit.

Wir fahren weiter am Drammensfjord nach Süden, vorbei an Svelvik, wohl wissend, dass wir wegen der Fähre auf die andere Seite diesen Weg wieder zurückfahren müssen. Den meisten Drammen-Granit gibt es auf der Hurum-Halbinsel östlich von uns.

Wir passieren im Süden den kleinen Ort Berger und nehmen an einer geschützten Stelle in der Innenseite einer scharfen Kurve weitere Proben (N67). Hier ist der Drammen-Granit eher braun, sehr grobkörnig und enthält kleine Drusen. Darin stecken hübsche Quarzkristalle, Feldspäte und Fluorit. In einer dieser Drusen steckt ein weißer, hohler Plagioklaskristall mit rechteckigem Querschnitt.

Das hohle Rechteck ist ein Skelettkristall. Von außen betrachtet hat er die Form einer vierkantigen Röhre, die in dieser Ansicht quer durchgebrochen ist.

Skelettkristalle in dieser Größe sind selten. Andere Beispiele kenne ich nur von Dünnschliffen verschiedener Basalte, in denen die hohlen Plagioklase aber sehr viel kleiner als 1 mm sind.



Bild 205 (links): Drammen-Granit bei Berger (N67)



Bild 206 (rechts): Weißer Plagioklas als Skelettkristall (Bild ohne Beschriftung)

Wir folgen der Küstenstraße und erreichen den Rand des Drammen-Granits an einem Kontakt zum Kalk. Granitmagma trifft auf Kalk? Die Standardsituation für einen Skarn. Aber wir finden leider keine besonderen Minerale, auch nicht im alten Steinbruch etwas weiter südlich, wo früher der Kalk abgebaut wurde.

Offensichtlich braucht es mehr als nur das bloße Zusammentreffen von granitischer Schmelze und Kalk, um einen mineralreichen Skarn zu produzieren.



Bild 207: Rötlicher Drammen-Granit trifft Kalk

Ein Test mit Salzsäure zeigt, dass es hier kein Karbonat mehr gibt, denn der ehemalige graue Kalk reagiert kein bisschen. Sehr wahrscheinlich wurde aus ihm ein Hornfels. Im alten Steinbruch, ein paar Hundert Meter entfernt, schäumt der gleiche Kalk, wenn er mit Salzsäure betropft wird.

Wir fahren zurück nach Svelvik und nehmen die Fähre zur anderen Seite. Hier ist der Fjord kaum 200 m breit, denn eine mächtige Sandablagerung liegt seit der letzten Eiszeit quer im Fjord. Dieser Riegel aus Sand und Steinen ist etwa 1,5 Kilometer breit und an seinem Rand liegt der Ort „Svelvik Verket“, wobei sich „Verket“ („das Werk“) auf die Kiesgrube bezieht, die inzwischen fast so groß



wie die ganze Landzunge ist. Hier wird seit Jahrzehnten Sand abgebaut und mittlerweile ist der größte Teil des gewaltigen Sandbuckels verschwunden. Diese Kiesgrube ist die größte, die mir je begegnet ist und ein wahres Eldorado für alle Kristallinfreunde. Zu den Funden, die hier möglich sind, im nächsten Abschnitt mehr.

Bild 208: Blick über den Sandwall „Ryggen“ nach Westen

Das Bild zeigt nur einen Teil des quer im Drammensfjord liegenden Walls aus Sand und Steinen. Der helle Fleck hinten rechts ist der Steinbruch (N66).

Wir folgen der steilen Straße und gelangen ins Örtchen Hurum, das der Halbinsel seinen Namen gab.

Bei der weiteren Beprobung des Drammen-Granits müssen wir uns wieder auf einige wenige Straßenaufschlüsse beschränken. Mehr zu wollen, wäre unrealistisch, denn Drammen-Granit gibt es auf über 450 km². Für eine ordentliche Beprobung bräuchte man etliche Tage oder besser noch Wochen. Wir fahren in Richtung Süden, nach Tofte und halten unterwegs an mehreren Stellen.



Bild 209: Gletscherschliff bei N68



Bild 210: Handstücke machen Arbeit



Bild 211: Grobköniger Drammen-Granit im Aufschluss N68

Auch hier hat der Drammen-Granit diese helle, blassbraun-rötliche Färbung. Die Quarze sind isolierte Körnchen, was an die Gefüge der Rapakiwis erinnert.

Der nächste Ort ist Tofte. Eigentlich wollen wir einen Spaziergang am Wasser machen, aber über der Stadt hängt ein so durchdringender Gestank aus der dortigen Papierfabrik, dass wir sofort weiterfahren.

Ein Stück weiter erreichen wir den Rand des Drammen-Granits und gleich darauf den Gabbro-Steinbruch am „Husebykollen“ (N69).



Bild 212: Gabbro-Steinbruch (N69)

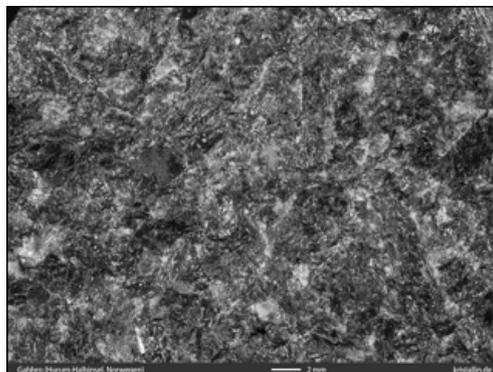


Bild 213: Der Gabbro aus der Nähe

Der Steinbruch steckt im tiefen Bereich eines ehemaligen Vulkans. Der Gabbro sieht aus wie jeder Gabbro: Weißer Plagioklas zusammen mit viel schwarzem Pyroxen mit mäßigem Glanz und

schlechter Spaltbarkeit. Das Gestein wird zu Schotter und Split für den Straßenbau verarbeitet.

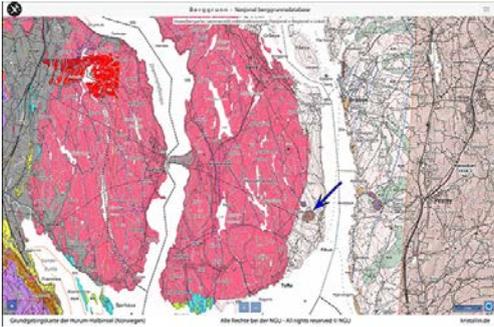


Bild 214: Gabbro auf der Hurum-Halbinsel (Pfeil) © NGU

Der geologischen Karte entnehmen wir, dass es nebenan einen zweiten Gabbro gibt und ein gleiches doppeltes Vorkommen auch am Ufer gegenüber. Was es mit diesen Doppelvulkanen auf sich hat, ist unklar.

Die geologische Karte der NGU zeigt, dass es in den anderen drei Vorkommen Pyroxenite gibt. Pyroxenite sind ultramafische, feldspatfreie Gesteine aus überwiegend Pyroxen und untergeordnet Olivin, Hornblende oder Biotit. Ein Pyroxenit kann sich durch das Absinken schwerer Minerale im unteren Teil einer Magmakammer bilden, ist dann also ein Kumulat.

Brögger nannte die dunklen Gesteine des Oslograbens **Essexit**. Sein Essexit ist ein **Gruppenname für diverse Gesteine der Basalt-Gabbro-Familie**, einschließlich Mandelsteine, einsprenglingsreiche Basalte und auch Gabbros. Sein Essexit hat absolut nichts mit dem Essexit unserer Tage zu tun, der Nephelin enthalten muss. Man sollte es daher unterlassen, mafische Gesteine des Oslograbens Essexit zu nennen. Der Begriff bedeutet bei Brögger nur „dunkle Gesteine“ und kann zu Verwechslungen mit der modernen Definition führen.

Es ist reines Wunschdenken, wenn man annimmt, „Essexit“ aus dem Oslograben als Geschiebefund erkennen zu können. Sie sind, von Hand bestimmt, nicht von gleichen Gesteinen anderer Vorkommen zu unterscheiden. Eventuell ist der sogenannte „Oslobasalt“ eine Ausnahme, doch dazu an anderer Stelle mehr.

Auf dem Rückweg kommen wir an der ehemaligen Kiesgrube „Stor Sand“ vorbei, aus der man einen Jachthafen gemacht hat, weil sie dicht am Wasser lag. Da hatte mal jemand eine Idee!

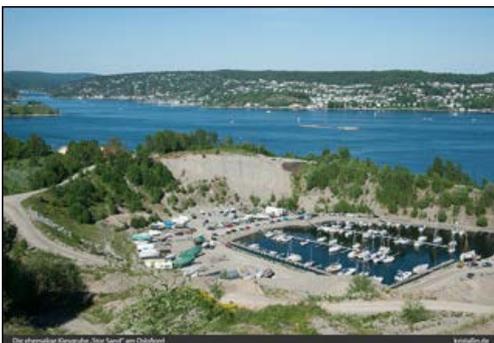


Bild 215: Ehemalige Kiesgrube „Stor Sand“

Svelvik Verket

Von Svelvik aus hatten wir mit der Fähre auf die Endmoräne im Drammensfjord übergesetzt. Dort liegt die schon erwähnte Kiesgrube „Svelvik Verket“, die zu besuchen ich nur empfehlen kann - auch wenn es dort nur Geschiebe gibt. Darunter sind ausgesprochen schöne Vulkanite und pyroklastische Gesteine aus dem Oslograben weiter nördlich. (Die Kiesgrube besuchten wir nur während der Vorexkursion.) Die Ausmaße dieses Sand- und Kiesabbaus sind gewaltig. Im ersten Bild dient der

Caddy als Maßstab, im zweiten steht eine Person vor den großen Findlingen.



Bild 216: Kiesgrube Svelvik Verket (2012)



Bild 217: Kiesgrube im Abendlicht

Unser besonderes Interesse gilt Ignimbriten mit eutaxitischem Gefüge, die es hier gibt. Ein „eutaxitisches Gefüge“ ist die Voraussetzung, um ein Gestein als Ignimbrit zu bezeichnen - bei makroskopischer Bestimmung. Schließlich legt man sich mit „Ignimbrit“ darauf fest, dass man die Ablagerung eines pyroklastischen Stroms vor sich hat. Wer „Ignimbrit“ sagt, muss daher auch auf die typischen Merkmale zeigen können. Das sind vor allem die Fiamme, die ehemaligen Bimsfladen. Als ursprünglich heiße und formbare Lavafetzen bilden sie leicht gewellte Streifen, die eher kurz sind und oft ein ausgefranztes Ende haben.

Dazu kommen Gesteins- und Mineralbruchstücke, um die herum sich Asche und Fiamme abgelagert haben. Die Einschlüsse dürfen **nicht deformiert** sein, andernfalls kann es sich um einen Gneis handeln.

Außerdem muss es **reichlich feinkörnige Grundmasse** geben, denn Ignimbrite bilden sich unter Beteiligung von viel vulkanischer Asche, die sich zur Grundmasse verfestigt.

Diese Ignimbrite sind in der Regel sehr harte Gesteine. Die deutsche Bezeichnung „Schweißstuf“ bringt das schön zum Ausdruck.

Die Pfeile im Bild 219 zeigen auf die Fiamme (Bimsfladen) im eutaxitischen Gefüge.



Bild 218: Ignimbrit aus Svelvik Verket



Bild 219: Ignimbrit aus Svelvik Verket (Bild ohne Beschriftung)

Die Ignimbrite von Svelvik Verket und Umgebung sind ein besonderer, leicht erkennbarer Typ. Sie haben eine graue bis hellbraune Grundmasse, darin einzelne Fiamme sowie feinkörnige Bruchstücke mit einem hellen Saum. Dieser Saum entsteht durch den Kontakt mit der heißen Asche. In ganz Skandinavien scheint es nur diesen einen Ignimbrit mit feinkörnigen Fragmenten und hellen Reaktionsrändern zu geben. Solche Funde lassen sich eindeutig erkennen und sind Leitgeschiebe. Woher genau, dazu gleich mehr.

Dass sich Asche und Fiamme **um die Bruchstücke herum** abgelagert, lässt sich auch in den beiden nächsten Schnittflächen erkennen. Auch diese Funde stammen aus der Kiesgrube bei Svelvik.

Auch hier umgibt die ehemalige Asche **undeformierte Einschlüsse**. Dieses scheinbar kleine Detail unterscheidet einen Ignimbrit von einem Gneis mit seinen deformierten Feldspäten.



Bild 220: Ignimbrit aus Svelvik Verket

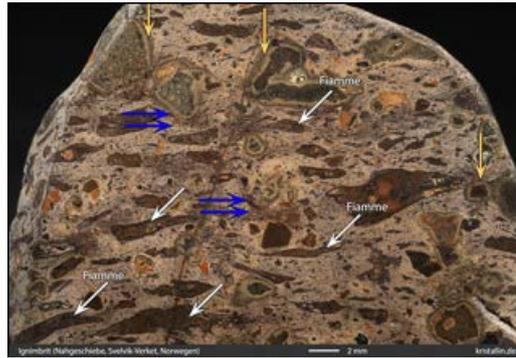


Bild 221: Ignimbrit aus Svelvik Verket (Bild ohne Beschriftung)

Das gleiche Gefüge zeigt auch die folgende Probe.



Bild 222: Ignimbrit aus Svelvik Verket



Bild 223: Achat im Ignimbrit aus Svelvik Verket

Beim Schneiden und Polieren kam hier ein hübsches Detail zum Vorschein: ein Gesteinsfragment mit einem winzigen Achat darin, der eine dreieckige Zeichnung aufweist.

Solche Bruchstücke helfen auch dabei, oben und unten zu erkennen. Da die Fragmente nach unten in die Grundmasse eingesunken sind, liegt diese Probe hier richtig.

Zur Herkunft dieser Funde:

Diese Ignimbrite kommen wahrscheinlich aus der Glitrevann-Caldera nordwestlich von Drammen. In der Caldera liegt der See „Glitre“ mit der Bucht „Bordvika“ an seiner Südseite. Allerdings gibt es bis heute (Sommer 2025) kaum Anstehendproben von dort. Herkunftsangaben sind also mit Vorsicht zu behandeln, denn unser Wissen zu den Gesteinen dort beruht vor allem auf Geschieben aus der Region.

Die Glitre-Caldera ist groß und man kann sie wegen der gesperrten Privatstraßen nur mit dem Fahrrad oder zu Fuß erkunden. Es wäre aber ein überaus lohnendes Unterfangen, die verschiedenen Ignimbrite, Brekzien und auch den Quarzporphyr dort zu beproben. Unser Wissen würde sich dramatisch verbessern und so eine Exkursion wäre auch nicht besonders schwierig, sicher aber anstrengend. Man muss mehrere Tage investieren, möglichst viele Proben aus dem Anstehenden nehmen und jede Herkunft präzise dokumentieren.

Das nächste Nahgeschiebe aus Svelvik Verket enthält viele gerundete Klasten. Sie wurden transportiert, vermutlich durch fließendes Wasser. Es gibt keine feinkörnige Grundmasse, sondern eine eher sandige Matrix. Soweit man das makroskopisch erkennen kann, ist das ein Sedimentgestein, ein Lappillstein.

Der Quarzporphyr im Bild 225 wird gern als „Drammen-Ignimbrit“ bezeichnet. Wenn das ein Ig-

nimbrit ist, dann kann man das von Hand **nicht erkennen**. Mag sein, dass ein Dünnschliff Reste von Glas zeigt, aber im Handstück ist das nicht sichtbar und Fiamme fehlen in diesem Gesteinstyp immer. **Makroskopisch ist das ein Quarzporphyr** (Bild 225).



Bild 224: Lapilligestein Svelvik Verket



Bild 225: Quarzporphyr mit zwei möglichen Herkunftsgebieten

Es gibt dieses Gestein nicht nur bei Drammen, sondern auch weiter nördlich in der erwähnten Gilitrevann-Caldera. Das belegt eine Publikation mit der entsprechenden Abbildung (Sørensen 2011). Wenn es zwei Vorkommen gibt, sollte man mit einer Herkunftsangabe zurückhaltend sein. Wie schon erwähnt: Unser Wissen zu dieser Region ist dürftig. Was einige Leute nicht daran hindert, mit Namen und Herkunftsangaben zu hantieren, als sei alles bekannt und belegt.

Nachträglich geht mein besonderer Dank an den Betreiber der Kiesgrube, denn wir durften mit dem Auto in die Kiesgrube, was uns den Transport der Funde sehr erleichterte.

Ekerit, Nordmarkit, Syenit

Zu den magmatischen Gesteinen des Oslograbens gehören auch Ekerit, Nordmarkit und diverse Syenite.

Ekerit ist ein alkalireicher Granit, Nordmarkit ist ein Alkalifeldspat-Syenit, praktisch frei von Quarz und Plagioklas. Syenite sind ebenso quarzarm, können aber neben viel Alkalifeldspat noch 10 bis 35 % Plagioklas enthalten.

Ekerit zeichnet sich durch Anorthoklas, alkalireiche Amphibole (Arvedsonit) und Ägirin aus (LeMaitre 2004, Tröger 1969). **Keines dieser Minerale ist makroskopisch sicher erkennbar**. Damit unterscheidet sich ein Ekerit rein äußerlich nicht von anderen Graniten und kann wie diese grobkörnig-massig oder porphyrisch sein. Einige Ekerite enthalten ausgeprägt kantige Alkalifeldspäte, was aber ebenfalls kein besonderes Merkmal ist.



Bild 226: Ekerit vom Eikerer-See (N50)



Bild 227: Viel Alkalifeldspat und viel heller Quarz

Die Ekerite, die wir beprobt haben, sehen bräunlich, gelblichbraun, braungrau oder schwach rötlich aus. Der reichlich vorhandene Quarz ist farblos oder weißlich trübe. Makroskopisch erkennbarer

Plagioklas fehlt immer. Der Ekerit vom namensgebenden Eikerens-See (N50) zeigt keine Besonderheiten. Ein anderer Ekerit stammt aus einem Gebiet weiter nördlich beim Skrukkelisjøen in Hurdal (N38). Er hat ein porphyrisches Gefüge und enthält viel Titanit.



Bild 228: Ekerit aus Hurdal (N38)



Bild 229: Dieser Ekerit enthält auch Titanit (Bild ohne Beschriftung)

Die Ekerite sind mit Nordmarkit verwandt, dem Alkalifeldspat-Syenit aus dem Oslo-Graben. Beide unterscheiden sich nur im Quarzgehalt, der im Ekerit hoch und im Nordmarkit niedrig ist. Beide gehen nahtlos ineinander über.

Im QAPF-Diagramm steht Ekerit im Feld 2, während Nordmarkit das Feld 6 besetzt. Dazwischen liegt der Quarz-Alkalifeldspatsyenit 6* mit 5 bis 20 % Quarz. Das ist im Gelände von nur akademischem Interesse, denn man wird sich bei der Bestimmung auf „viel Quarz“ oder „wenig Quarz“ beschränken und einen Fund als Ekerit oder als „vermutlichen Nordmarkit“ bezeichnen. Makroskopisch erkennbarer Plagioklas fehlt immer.

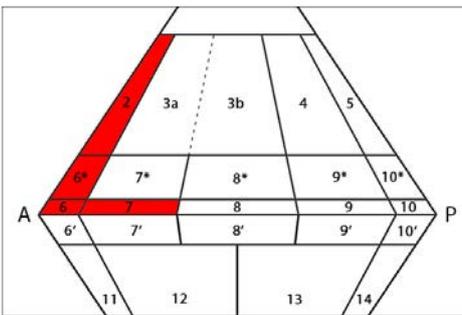


Bild 230: Ekerit (2), Nordmarkit (6) und Syenit (7) im QAPF-Diagramm



Bild 231: Nordmarkit bei Eplerød (N46)



Bild 232: Hier ist der Feldspat rosagrau



Bild 233: Nordmarkit bei Eplerød



Bild 234: Nordmarkit geht in Ekerit über (N45)

Die Proben stammen von der Straße 319 („Hanekleiva“) westlich von Sande, beim Ort mit dem hübschen Namen „Eplerød“ (Apfelrot). Am Straßenrand steht Nordmarkit an, der in Ekerit übergeht. Das Aussehen des Gesteins ändert sich kaum, nur der Quarzanteil verändert sich.

Ein makroskopisch ähnliches Gestein stammt von Oslos Hausberg, dem Holmenkollen. Nördlich vom Gipfel gibt es einen Parkplatz, an dessen Rand man eine Gesteinsprobe nehmen kann (N57).



Bild 235: Aufschluss am Holmenkollen



Bild 236: Grobkörniger Grevsen-Syenit (N57)

Während unserer Exkursion habe ich dieses Gestein als Nordmarkit bezeichnet, aber es stellte sich später heraus, dass es sich um den Grevsen-Syenit handelt. Beide unterscheiden sich nur im Plagioklasgehalt, der makroskopisch leider nicht sicher bestimmbar ist. Ein Gestein, das nur aus Alkalifeldspat zu bestehen scheint, kann in seinen perthitischen Entmischungen so viel Plagioklas enthalten, dass es zu den Syeniten gehört. Man darf deshalb nicht einfach auf einen Nordmarkit schließen, nur weil man keinen Plagioklas gefunden hat. Umgekehrt gilt aber, dass auch nur ein etwas erkennbarer Plagioklas einen Nordmarkit ausschließt, weil man immer einen Teil des Plagioklas' übersehen wird. So ein Gestein ist dann sehr wahrscheinlich ein Syenit, wenn es quarzarm ist.

Die Probe vom Holmenkollen ist dafür ein Beispiel. Es ist ein Syenit, der makroskopisch nur aus Alkalifeldspat zu bestehen scheint.



Bild 237: Syenit vom Holmenkollen (N57)



Bild 238: Reichlich Titanit im Grevsen-Syenit

Dass man Nordmarkite und Syenite im Gelände kaum unterscheiden kann, ist auf den ersten Blick enttäuschend, hat aber auch einen großen Vorteil. Beide zusammen sind als Gruppe viel häufiger. Unter der Voraussetzung, dass ein Gestein zusammen mit anderen norwegischen Gesteinen gefunden wird, kann man hellbraune, graubraune oder graurosa gefärbte Gesteine aus Alkalifeldspat als „möglichen Nordmarkit oder Syenit“ bestimmen. Sie sollten immer auch braunen Titanit enthalten. Diese Nordmarkite/Syenite sind aber keine so sicheren Leitgeschiebe wie die Rhombenporphyre oder der Drammen-Rapakiwi. Aber ein „wahrscheinlich“ ist besser als nichts.

Grorudit

Grorudit ist ein feinkörniges, grünes Ganggestein, das Quarz enthält und mit Granit verwandt ist. Das Besondere ist sein Ägirin, ein Natriumpyroxen, der kleine schwarze Nadeln bildet. Weil Ägirin fein verteilt in der Grundmasse steckt, ist das Gestein grün. Die hellen Einsprenglinge sind Feldspäte.

Vom Holmenkollen aus ist es nicht weit zum Grevsenkollen. Es bietet sich eine Wanderung im Wald an, denn man hat hier die seltene Möglichkeit, einen Groruditgang zu sehen. Normalerweise ist es fast aussichtslos, im Gelände einen Gang finden zu wollen, der nur einige Meter breit ist. Hier ist das einfach, denn er ist sogar beschildert.

Startet man am Grevsenkollen, dann nähert man sich dem Gang von Norden her. An dieser Stelle fällt der Weg leicht ab und von links her ragt der Grorudit ein wenig aus dem Waldboden.



Bild 239: Ansicht von Norden (N58)



Bild 240: Der Groruditgang kreuzt den Weg



Bild 241: Tafel am Groruditgang (Foto 2012)

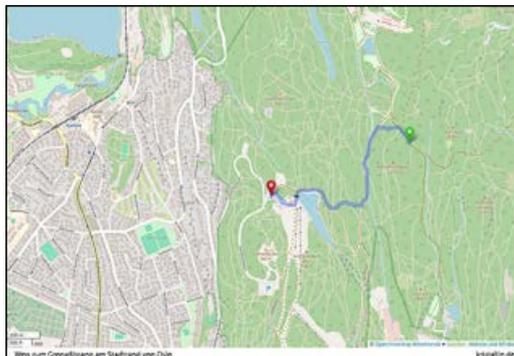


Bild 242: Der Weg zum Gang (openstreetmap.org)

Der Text auf der Tafel lautet übersetzt:

Steinaxtbruch

Der Groruditgang hier ist 5 bis 12 Meter breit und kann von Stig bis Sandermosen verfolgt werden. Er bildete sich, als vor 250 Millionen Jahren Magma in einer Spalte aufstieg und erstarrte. Die Menschen der Steinzeit benutzten dieses seltene, grüngraue Gestein für Äxte, unter anderem, weil es so zäh ist. Vielleicht gewannen sie ihr Rohmaterial hier in der Nähe.

Mineralogisch-Geologisches Museum, Außenverwaltung

Von Stig bis Sandermosen sind es etwa 7 Kilometer, was für einen Gang von nur einigen Metern Breite eine beträchtliche Entfernung ist.

Wenn Sie dort eine Probe nehmen, dann bitte abseits im Wald und **nicht** direkt am Weg.

Man kann Grorudit als Geschiebe finden, allerdings nur selten. Im Norden Dänemarks ist die Chance natürlich größer als in Schleswig-Holstein oder gar in Brandenburg.

Ähnliche Gesteine sind Särna-Tinguait und alle vergrünten Basalte mit Plagioklaseinsprenglingen. Bei der Bestimmung kommt es entscheidend auf die nadelförmigen, schwarzen Ägirinkristalle an. Sind sie vorhanden, muss das Gestein noch vom Särna-Tinguait unterschieden werden.



Bild 243: Gorudit vom Grevsenkollen



Bild 244: Nahaufnahme unter Wasser (N58)

Während Gorudit vor allem aus Alkalifeldspat, Plagioklas und Quarz besteht, enthält der Särna-Tinguait die beiden Foide Nephelin und Cancrinit und dann natürlich keinen Quarz. Leider ist der Quarz im Gorudit zu klein, um mit der Lupe erkannt zu werden.

Der einzige sichere Test für Amateure ist der mit Salzsäure: Leider beschädigt er einen Tinguait, weil die Säure die Foide auflöst. Ein Gorudit dagegen zeigt keine Reaktion.

Zum Abschluss noch eine Empfehlung für einen Tagesausflug: **Verdens ende** im Süden von Tjøme. Die Landschaft aus abgeschliffenem Larvikit ist sehenswert, nicht nur ganz im Süden, am „Ende der Welt“. Das restaurierte „Vippefyret“ ist ein früher Vorläufer eines Leuchtturms.



Bild 245: Vippefyret (Wippfeuer)



Bild 246: Rundhöckerlandschaft aus Larvikit

„Verdens ende“ ist die Südspitze der Halbinsel Tjøme.



Bild 247: Verdens ende

Ende

Koordinaten der Norwegenexkursion 2012

Nr.	Gestein oder Lokalität	Position (WGS 84)
N01	Tönsbergit	N59.24976 E10.35000
N02	<i>Larvikit (ehemalige Baustelle, nicht mehr zugänglich)</i>	N59.11302 E10.11649
N03	Larvikit im Steinbruch Klastad (Klåstad), südliches Ende	N59.06221 E10.16793
N04	Larvikit im Steinbruch Stalaker (Stålaker)	N59.07139 E10.11197
N05	<i>Larvikit, (ehemalige Baustelle, nicht mehr zugänglich)</i>	N59.06559 E9.98537
N06	Larvikit am Steinbruch Malerod (Malerød)	N59.07889 E9.94709
N07	Larvikit, grau, ohne Schiller	N59.12005 E9.90586
N08	Ula, Larvikit mit magmatischer Schichtung	N59.02241 E10.18120
Foto	Rhombenporphyr, am Ufer in Tönsberg anstehend	N59.25040 E10.4763
N09	Rhombenporphyr, Tönsbergit	N59.27500 E10.36241
N10	Larvikit mit Quarz	N59.21764 E10.21540
N11	Nephelinsyenit am Anfang, Lardalit weiter oben	N59.15401 E10.02096
N12	Lardalit (Privatgelände, Zutritt nur mit Zustimmung)	N59.16399 E10.00718
N13	Lardalit	N59.14736 E9.94895
N16	Hornfels	N59.23712 E9.63270
N17	Basalt (B1), teilweise Mandelsteingefüge	N59.23962 E9.64315
N18	Quarzsyenit	N59.25843 E9.67089
N19	Syenit (am Hang gegenüber)	N59.28521 E9.75394
N21	Rhombenporphyr	N59.35690 E9.91321
N23	Rhombenporphyr > Larvikit (Übergangstyp)	N59.23530 E10.24032
N24	Larvikit	N59.17591 E10.19885
N25	Tönsbergit, Steinbruch bei Stokke	N59.22347 E10.24910
N26	Vulkanit, rötlich (Ignimbrit) in der Ramnes-Caldera	N59.31691 E10.18433
N27	Vulkanit, hell (Ignimbrit) in der Ramnes-Caldera	N59.35362 E10.14492
N28	Rhombenporphyr Høyjord	N59.36391 E10.12489
N29	Rhombenporphyr (überwiegend ohne Rhomben)	N59.45682 E10.19179
N30	Larvikit im Steinbruch "Silver Pearl"	N59.08080 E10.11032
N31	Foyait (Nephelinsyenit)	N59.17489 E9.98451
N38	Ekerit	N60.45045 E10.78221
N41	Rhombenporphyr (bröselig, teils Mandelsteingefüge)	N59.36765 E10.38139
N42	Rhombenporphyr (hart, Alteration auf Klüften)	N59.37802 E10.37412
N45	Nordmarkit (quarzreich, Übergang zum Ekerit)	N59.55959 E10.16940
N46	Nordmarkit	N59.55959 E10.16644
N50	Ekerit	N59.65522 E9.95662
N57	Grevsensyenit (auf dem Holmenkollen)	N59.97621 E10.67551
N58	Groruditgang	N59.96474 E10.81880
N61	Kjelsasit (Kjelsåsit) Steinbruch Haraldstad	N59.19004 E10.39524
N64	Drammen-Rapakiwi, Industriegebiet Eikveien	N59.70162 E10.25309
N65	Drammen-Rapakiwi (dort nur Fotos, keine Proben!)	N59.71728 E10.26573
N66	Drammen-Granit, Steinbruch	N59.63972 E10.39544
N67	Drammen-Granit	N59.53504 E10.36206
Foto	Drammen-Granit, Kontakt zum Kalk	N59.55040 E10.28802
N68	Drammen-Granit	N59.55147 E10.51491
N69	Gabbro im Steinbruch (Hurum-Vulkan)	N59.58731 E10.60355
N90	A) Horn Quarzporphyr, porphyrischer Larvikit	N59.34114 E10.32803
N90	B) Kjelsasit (Kjelsåsit)	N59.34414 E10.31943
N91	Larvikit, porphyrisch	N59.34489 E10.29961
N92	Rhombenporphyr - Rektangelporphyr (Privatgelände)	N59.48392 E10.16542

Literatur (Auswahl und Empfehlung)

- Barth, W. 1944: Studies on the Igneous Rock Complex of the Oslo Region II. Systematic Petrography of the Plutonic Rocks. Det norske Videnskaps-akademi i Oslo. Skrifter I.
- Bose, Mihir K. 1969: Studies on The Igneous Rock Complex Of The Oslo Region. XXI The Petrology Of The Sørkedalite - A Primitive Rock From The Alkali Igneous Province Of Oslo. Oslo, 1969
- Brøgger, W.C.: Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite in: Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. Hrsg. P. Groth, Bd. 16, Leipzig 1890
- Brøgger W. C.: Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes I. Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie - Videnskabselskabets Skrifter I. Mat.-naturv. Kl. I. 1894
- Brøgger, W.C: [Eine Sammlung der wichtigsten Typen der Eruptivgesteine des Kristianiagebietes](#) nach ihren geologischen Verwandtschaftsbeziehungen geordnet. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, A.W. Brøgger Bogtrykkerie 1906 ([als Faksimile](#))
- Dons J. A. & Larsen B. 1978: The Oslo Paleorift. A Review and Guide to Excursions. NGU Universitetsforlaget
- Holtedahl O. & Dons, J. A. 1966: Geological guide to Oslo and districts (with map 1: 50000). Universitetsforlaget Oslo
- Larsen, A.O. 2010: The Langesundsfjord. History, Geology, Pegmatites, Minerals. Bodeverlag, Salzhemmendorf, 2010
- Oftedahl, C., Dons, J. 1957: Geological Guide to Oslo and District. Oslo
- Petersen J. S. 1978: Structure of the Larvikite-Lardalite Complex, Oslo-Region, Norway, and its Evolution in: Geologische Rundschau 67, S. 330-342
- Ramberg I. B., Bryhni I., Nöttvedt A., Rangnes K., (Hrsg): The Making of a Land - Geology of Norway, Norsk Geologisk Forening, Trondheim 2008
- Sörensen R.A. 2011: Vulkanutbrudd ved Glitre – Glitrekalderaen dannes (Quelle 2011: <http://eikerarkiv.no/vulkanutbrudd-ved-glitre-glitrekalderaen-dannes/>)
- von Buch, L., 1810: Reise durch Norwegen und Lapland, Berlin

Karten:

- Geologische Karte für Norwegen: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- Topographische Karten: norgeskart.no und openstreetmap.org