



# Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

## Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr <b>BV 2122</b>	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering <b>Fortrolig</b>
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "529300018"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Gewinnung mineralischer Rohstoffe in Norwegen.				
Forfatter GIERTH E.		Dato 1978	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Erneord			
Sammendrag Oversikt over norsk bergverksindustri - økonomisk betydning, produksjon, detaljerte skildringer av de enkelte bedrifter. Kort geologisk oversikt. Opprinnelig manuskript til tidskriftet Gluckant. (Pa tysk) Bergverk oversikt.				

Dipl.-Ing. Dr. E. Gierth am  
Lehrstuhl für Lagerstättenforschung  
und Rohstoffkunde  
Technische Universität Clausthal

D-3392 Clausthal-Zellerfeld, den 12.3.1979  
Adolf-Römer-Straße 2A  
Fernruf: 05323/722321

21 MARS 1979

A/S Sulitjelma gruber  
N-8230 Sulitjelma

Deres ref. TB/IS  
Dato 18.8.1977

Planlagt oversikt over norske bergverk

Mange takk for Deres opplysninger og informasjonsmaterial.

Samtidig hadde jeg mottatt mangfoldige svar fra Norges bergindustrien. Resultatet var planlagt som manuskript for skrifter hos Glückauf-forlaget i Essen, V-Tyskland. Men desverre betraktes manuskriptet for mye detaljert og jeg måtte lage en meget kortfattet, ny artikkel "Bergbau Norwegens" for tidsskrift Glückauf. Artikkelen er nå i trykk med planlagt utgave i heft 6, mars 1979. Mens det opprinnelige manuskript er litt ajourført og skål være utgitt nå som en rapport "Gewinnung mineralischer Rohstoffe in Norwegen". Derav er en eksemplar for Deres arkiv.

Med hilsen

  
Dr. E. Gierth

# GEWINNUNG MINERALISCHER ROHSTOFFE IN NORWEGEN

Dipl.-Ing. Dr. Eike Gierth

Clausthal-Zellerfeld 1978

# Inhaltsverzeichnis:

	Seite
Vorwort	1
Allgemeiner Teil:	
Situation des Bergbaus	3
Bergaufsicht und Arbeitsrecht	5
Trondheim: Hochschule, Bergschule, Geologisches Landesamt	7
Geologische Übersicht	9
Allgemeine bergbauliche Merkmale	11
Spezieller Teil:	
Gliederung des Speziellen Teils	12
Kohle: Spitzbergen	13
Eisen: Fosdalen	16
Rana-Gruben	20
Sydvaranger	23
Titaneisen: Rödsand	26
Tellnes	29
Sulfide: Bleikvassli	32
Joma	35
Killingdal	37
Lökken	39
Mofjellet	43
Repparfjord	45
Skorovas	47
Sulitjelma	49
Tverrfjellet	52
Graphit: Skaland	55
Talk: Altermark	57
Framfjord	58
Otta, Kvam	58
Glimmer: Rendalsvik	59
Olivin: Åheim	60
Norddal und Lefdal	61
Nephelinsyenit: Stjernöy	62
Feldspat und Quarz	65
Kalk und Dolomit: Dalen, Björntvet	66
Eide, Lyngstad, Elnesvågen	67
Franzefoss	68
Glaerum	69
Hammerfall und Lögavlen	70
Kjørholt	71
Kjöpsvik	72
Ballangen	72
Verdal	72
Langøy	73
Naturstein	74
Schotter: Rekefjord	74
Stenskog und Bondkall	75
Quellennachweis	76
Register	81
Anhang: Bilder 1 - 15	



## Vorwort

Die vorliegende Studie hatte ursprünglich eine Beschreibung des norwegischen Bergbaus als Konzept. Nach norwegischem Bergrecht wird der Begriff jedoch sehr eingeschränkt auf Kohle und mutbare Erze. Zu diesen zählen Erze, deren Metalle ein spezifisches Gewicht von 5 oder mehr haben, dazu Titan- und Arsenerze sowie Magnetkies und Schwefelkies. In der Praxis sind jedoch untertägige Gewinnungsbetriebe anderer mineralischer Rohstoffe, z.B. Kalk oder Nephelinsyenit genauso Bergbau wie auch umgekehrt zwischen einem Norit-"Steinbruch" und einem Eisenerz-"Tagebau" kein nennenswerter technischer Unterschied besteht. Es wurde deshalb das übergreifende Thema "Gewinnung mineralischer Rohstoffe" gewählt. Dabei kommt ein Teil des Gebietes, nämlich die Naturstein-, Schotter- und sonstige Baustoffgewinnung nur kurz zur Erwähnung und wäre eher für eine eigene Abhandlung geeignet, so wie die eindrucksvolle Entwicklung der Erdöl- und Erdgasgewinnung vor der Küste.

Das amtliche Statistische Zentralbüro in Oslo berücksichtigt in seiner Bergbaustatistik nur die nach dem Berggesetz mutbaren Erze und die Kohlengruben auf Svalbard (Spitzbergen); die sonstigen mineralischen Gewinnungsbetriebe werden in der übrigen Industriestatistik erfaßt. Es bleibt ferner zu beachten, daß in amtlichen Angaben unter "Erz" (norw.: "malm") Grubenendprodukte, wie Konzentrate, Pellets usw. ausgewiesen werden.

Den Wertangaben in Norwegischen Kronen (nkr) ist in der Regel ein älterer Umrechnungskurs von 100 nkr = 55 DM zugrunde zu legen. Für Namensangaben wurde statt des norwegischen "ø" ein "ö" geschrieben. Betriebliche, nichtmetrische Angaben wurden so belassen. Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Quellenverzeichnis am Schluß.

Auf die Nennung von innenbergwirtschaftlichen Kennwerten, speziell Kosten, wird weitgehend verzichtet. Sie standen manchmal nur vertraulich oder teilweise zur Verfügung, oder unterschiedliche Kostenstellenpläne schränken die Vergleichbarkeit stark ein.

Mehrwöchige Studienaufenthalte in Norwegen während der vergangenen Jahre gaben das Fundament und den Anreiz zum Thema. Die Bemühungen um das vorgelegte Material und seine Darstellung wurden durch großzügige Informationsbereitschaft von norwegischer Seite unterstützt. Besonderer Dank gilt dem Königlichen Departement für Industrie und Handwerk, Bergwerkskontor, Herren Hans Immanuel Ross und Arne Parmann, dem Direktorat für Arbeitsaufsicht, Herren Arne Lambertz-Nilssen und Alfred Zimmer, dem Statistischen Zentralbüro, 4. Kontor, Herrn Leif Skaug. Allen Direktoren der Betriebe und Konzernabteilungen samt ihren Mitarbeitern danke ich für die bereitwilligen mündlichen und schriftlichen Auskünfte.

Das Manuskript wurde im März 1978 abgeschlossen, einige Ergänzungen sind kurz vor dem Druck eingefügt.

Clausthal-Zellerfeld, am Barbaratag, 4. Dezember 1978

## ALLGEMEINER TEIL

### Die Situation des Bergbaus

„Norwegens Bergbau beschäftigt rund 9400 Personen, was 2,4 % der Arbeitsplätze entspricht, und er ist mit 1,9 Mrd. Kronen zu 1,8 % am Bruttosozialprodukt beteiligt (1975). Die tatsächliche Bedeutung des Industriezweiges ist jedoch größer. An den zum Teil recht abgelegenen Standorten sind die Gruben Mittelpunkt oder Keimzelle von Siedlungen und wirken vor allem in den nördlicheren Landesteilen der Gebiets- und Landflucht entgegen. Prospektion und Investitionen finden staatliche Förderung. Die Betriebe ihrerseits erfüllen direkt oder indirekt über die gesetzlich vorgeschriebenen Pflichten hinaus soziale Aufgaben.

Anders als in Finnland oder Schweden gibt es in Norwegen zahlreiche Einzelbergbaugesellschaften. Die meisten von ihnen sind rein norwegisch, aber auch bei den Firmen mit ausländischem Kapital muß die Unternehmensleitung ausnahmslos von Norwegern besetzt sein. [15]

Der sehr exportorientierte Bergbau befindet sich durch die Weltwirtschaftslage gegenwärtig in einer schwierigen Situation. Die Buntmetallerzgruben, welche nach dem drastischen Rückgang der Schwefelkiesnachfrage auf den Erlös aus Kupferkieskonzentraten stark angewiesen sind, hatten 1975 und 1976 Unterschüsse von insgesamt 100 Mio. Kronen jährlich, die mit staatlichen Unterstützungsmaßnahmen ausgeglichen wurden. Als mittelfristige Lösung war der zunächst für 1977/78 eingerichtete Kupferfond gedacht. Dieser durch staatliche Bürgschaft mit insgesamt 300 Mio nkr ausgestattete Fond sollte an Gruben Zuschüsse geben, wenn die Kupferpreise mehr als 10% unter einen vereinbarten Basispreis gehen, während die Gruben wiederum bei Notierungen ab 10% über dem Basispreis bis zum Erreichen von 300 Mio nkr in den Fond zahlen sollten. Mit der anhaltenden Kupferpreissituation war der Fond - als später finanziell selbsttragend gedacht - nach anderthalb Jahren aufgebraucht. Er wurde im Sommer 1978 aufgestockt. Geänderte Vergabebedingungen lassen jedoch die Stilllegung einer oder mehrerer Gruben befürchten. - Als langfristiges Ziel wird von der Regierung eine weitergehende inländische Veredelungsindustrie auf heimischer Rohstoffbasis angestrebt. Siehe Tabellen 1 und 2 auf Seite 4 [7, 30, 40, 50, 62, 67, 70, 95].

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Kohle	484	455	473	412	461	422	543	455
Eisenerzkonzentrat u. -Pellets	4 008	4 056	3 881	3 970	3 904	4 109	3 972	3 724
Ilmenitkonzentrat	529	642	608	753	848	527	767	828
Pyritkonzentrat	740	778	804	788	659	475	368	309
Kupferkonzentrat	53	62	70	85	78	106	125	115
Zinkkonzentrat	20	21	28	38	43	47	57	59
Bleikonzentrat	6	6	6	6	6	5	6	6
Molybdänkonzentrat	0,5	0,5	0,5	0,2	-	-	-	-
Graphitkonzentrat	10	8	8	7	10	9	9	9
Kalk	5 043	5 221	5 238	4 692	4 922	5 120	5 189	k. A.
Dolomit	405	421	516	568	587	522	500	k. A.
Feldspat	152	203	222	257	168	45	38	k. A.
Quarz	465	506	507	672	785	824	724	k. A.
Nephelinsyenit	147	160	161	200	212	201	217	211
Olivinsand	133	136	148	238	315	309	529	k. A.
Speckstein	76	64	67	65	53	47	51	k. A.

Tabelle 1: Gewinnung mineralischer Rohstoffe in Norwegen, (in 1000 t, k. A. = keine Angaben) [89, 90].

	Ausfuhren		Einfuhren	
	1975	1976	1975	1976
Kohle	31	97	457	453
Eisenerzkonzentrat	708	615	35	155
Eisenerzpellets	2 446	2 114	3	8
Pyrit	113	138	-	-
Kupferkonzentrat	83	106	-	-
Nickelkonzentrat	7	13	-	-
Bleikonzentrat	4	5	-	-
Zinkkonzentrat	15	19	32	72
Ilmenitkonzentrat	534	728	-	-
Chromkonzentrat	-	-	84	69
Mangankonzentrat	-	-	1 073	982
Bauxit	-	-	6	3

Tabelle 2: Ausfuhren und Einfuhren einiger mineralischer Rohstoffe  
1975 und 1976 (in 1000 t) [90].



## Bergaufsicht und Arbeitsrecht

Die Bergaufsicht ist in Norwegen im wesentlichen aufgeteilt zwischen den Bergmeisterämtern, den Arbeitsaufsichtskontoren und der Staats-Sprengstoffinspektion (Bild 1 +).

Alle mit der Aufsuchung und Gewinnung von Bodenschätzen zusammenhängenden Fragen fallen unter die Zuständigkeit des Bergwerkskontors im Departement für Industrie und Handwerk. Diesem sind die Bergmeister unterstellt, es betreibt Untersuchungen an den vom Staat gemuteten Funden, behandelt Unterstützungsmaßnahmen für den Bergbau, bearbeitet Ausführungsbestimmungen zum Berggesetz und begutachtet auch die Förderungswürdigkeit von Projektanträgen zur jüngst eingeleiteten Prospektionskampagne in Nordnorwegen. Der Institution stehen zwei Beratergremien für Bergbau bzw. für Steine- und -Erden-Gewinnung zur Seite, welche sich aus Vertretern der Behörden, der Arbeitgeber und der Arbeitnehmer zusammensetzen. Außer dem Bereich Svalbard (Spitzbergen) und Jan Mayen hat Norwegen fünf Bergmeisterdistrikte. Die Bergmeister nehmen die im Berggesetz und in den bergrechtlichen Nebengesetzen festgelegten Aufgaben bei der Beurkundung und Registrierung von Untersuchungs- und Gewinnungsvorhaben wahr und überwachen im wesentlichen nach technisch-bergmännischen Gesichtspunkten diese Vorhaben. Das neue Berggesetz (46) enthält in diesem Zusammenhang einige bedeutsame Änderungen: Die Mutung wird direkt beim Bergmeister eingelegt, eine Fundanmeldung oder ein Fundnachweis wird nicht gefordert. Die Rechte aus der Mutung erlöschen, wenn nicht binnen sieben Jahren soweit Untersuchungen durchgeführt sind, daß ein Antrag auf Berechtsamsvergabe für ein bauwürdiges Vorkommen gestellt werden kann.

Die Einhaltung der Arbeitsrechts-, Arbeitsschutz- und Sicherheitsbestimmungen wird im Rahmen der Inspektionstätigkeit der allgemeinen Staatlichen Arbeitsaufsicht mit ihren 12 Distrikts- und 80 Abteilungskontoren auch im Bergbau

---

<sup>+</sup>) Abbildungen im Anhang

kontrolliert. Der Aufsichtsdienst ist dem Staatlichen Direktorat für Arbeitsaufsicht beim Kommunal- und Arbeitsdepartement unterstellt. Für den Bergbau gab es bis vor kurzem eine zentrale Sonderabteilung im Direktorat. Inzwischen nehmen die örtlichen Aufsichtsämter in Zusammenarbeit mit den Bergbausachverständigen des Direktorats die Inspektionsaufgaben wahr. - Den deutschen Bergverordnungen vergleichbare Bestimmungen erarbeitet das Direktorat. Wesentliche Rechtsgrundlage ist das sehr umfassende Gesetz über Arbeiterschutz und Arbeitsmilieu, welches am 1.7.77 in Kraft trat und das Arbeiterschutzgesetz von 1956 ablöste. Unter anderem beschränkt das Gesetz die Zulässigkeit von Nachtarbeit auf Sonderfälle, für Tageschichtarbeit wird die 38-Stundenwoche, für Untertagearbeit die 36-Stundenwoche vorgeschrieben. - Auf den Gruben ist zweischichtiger Betrieb bei Fünftageweche die Regel. Der feste Monatslohn für gewerbliche Arbeitnehmer hat sich vielfach eingebürgert. [18, 36, 46, 47, 66, 68].

	1974	1975
Anzahl der Betriebe	19	19
Angestellte	1081	1122
Arbeiter	4530	4540
davon im Grubenbetrieb	2282	2267
Summe der Angestelltenverdienste (netto)	69,6	80,1 Mio nkr
Summe der Arbeiterverdienste (netto)	212,3	260,5 Mio nkr
Sozialabgaben	65,3	74,3 Mio nkr

Tab. 3 : Sammelangaben über den Bergbau auf nutzbare Erze  
(Quelle: [90] )

Trondheim: Hochschule, Bergschule, Geologisches Landesamt

Die Ausbildung der Diplomingenieure für Bergbau erfolgt an der Norwegischen Technischen Hochschule (NTH) in Trondheim. Der Aufbau des Studiums ist dem deutschen ähnlich. In der ersten Studienhälfte werden die Grundlagenfächer Mathematik, Physik, Mechanik und Chemie betont, in der zweiten Hälfte folgt die Spezialisierung. Ein Praktikum vor dem Studium wird nicht mehr verlangt; aber für eine mindestens zehnmonatige Praxis gibt es 3 weitere Zulassungspunkte, was bei den für die Aufnahme erforderlichen rund 15 Mindestpunkten entscheidenden Ausschlag geben kann. Für bereits in der Industrie tätige werden verschiedene Fortbildungsprogramme angeboten. Die Hochschulabsolventen haben sich in der Bergingenieurvereinigung zusammengeschlossen.

Die Berg-Abteilung ist in zwei Einheiten gegliedert: Linie A = Rohstoffgewinnung, Linie B = Metallurgie. (Die nachstehenden römischen Ziffern weisen die Anzahl der Professuren aus.) Linie B umfaßt die beiden Studienrichtungen Prozessmetallurgie (II) und Physikalische Metallurgie (II). Linie A gliedert sich in die Studienrichtungen Bergbau (I), Aufbereitung (I), Erdöltechnologie (II) und Technische Geologie, wobei letztere unterteilt ist in Lagerstättenkunde (I), Ingenieurgeologie (I) und Erdölprospektion (=angewandte Geophysik) (I). Der Lehrkörper hat außer diesen 12 Professoren, 5 Dozenten, sowie 12 Lektoren, d.h. Institutsingenieure, Laboringenieure und geprüfte wissenschaftliche Hilfskräfte (amanuenses). Insgesamt gehören zu der Abteilung rund 80 etatisierte Mitarbeiter und ca. 30 Drittmittel-Beschäftigte. Von den über 200 Studenten der Abteilung studieren zwei Drittel in Linie A. Die Berg-Abteilung wird geleitet durch einen größeren Abteilungsrat, dem neben den Vertretern der Universitätsgruppen auch Industrierepräsentanten angehören. Der Rat ist zuständig für grundsätzliche Dispositionen und wählt den Abteilungsvorsitzenden aus dem wissenschaftlichen Personal. Der Abteilungsvorsitzende und eine kleine Leitungsgruppe besorgen die Geschäftsführung. Die Institute selbst sind ähnlich organisiert. Viele Forschungsvorhaben werden vom Norwegischen Technisch-Naturwissenschaftlichen Forschungsrat (NTNF) finanziell gefördert. Der Landesverband der Bergbauindustrie (BVLI) hat in der Abteilung ein Kontor, um die von



ihm finanzierten Projekte aufs engste mit den jeweiligen Instituten zu koordinieren. Wegen des stark angestiegenen Raumbedarfs, insbesondere der Metallurgie und des provisorisch untergebrachten Instituts für Erdöltechnologie und angewandte Geophysik ist für 1978 eine bauliche Erweiterung der Berg-Abteilung von ca. 5500 m<sup>2</sup> auf ca. 9000 m<sup>2</sup> mit einem 34 Mio nkr.- Aufwand geplant [41, 71] .

Die Ausbildung von Bergtechnikern erfolgt an der Staatlichen Bergschule in Trondheim. Für die Zulassung sind neunklassiger Grundschul- oder Realschulabschluß, dreijährige Praxis und 21 Jahre als Mindestalter erforderlich. In zweijährigem Unterricht werden Techniker für Bergbau, Steinbruchsbetrieb, Aufbereitung und für Laboratorien mit geologischen und chemischen Aufgaben ausgebildet. In den letzten zehn Jahren schlossen rund 120 Techniker die Schule ab. Darüberhinaus führt die Bergschule turnusmäßig Fortbildungslehrgänge durch.

Das dem Industriedepartement unterstellte Norwegische Geologische Landesamt (=Norges Geologiske Undersøkelse) hat als Hauptaufgabe die geologische Aufnahme und die Erstellung geologischer Kartenwerke von Norwegen. Unter anderem betreibt man auch geophysikalische und geochemische Prospektion und führt industrielle Forschungsaufträge aus. Die Institution hat etwa 170 Mitarbeiter<sup>195</sup>[9, 35].

## Geologische Übersicht

Norwegen bildet den Westrand der geologischen Einheit Fennoskandien. Die für dieses Gebiet charakteristischen, präkambrischen Gesteine bedecken jedoch nur etwa 30% von Norwegen. Die sehr mannigfaltigen Gneise und Granite finden sich vor allem im SE Norwegens, zwischen Oslo-graben und schwedischer Grenze. Das umfangreichere Auftreten präkambrischen Grundgebirges liegt im Süden. Es sind vorwiegend Gneise, zum Teil Quarzite. Als ältestes Präkambrium gilt das Grundgebirge der Finnmarksvidda (im Norden des Landes). Das große Vorkommen von Gneisen und Graniten im nordwestlichen Südnorwegen, das früher als Grundgebirge betrachtet und nur als "Widerlager" bei der kambrosilurischen Gebirgsbildung verstanden wurde, ist nach neueren Auffassungen als stark metamorphosierter Teil der kambrosilurischen Synklinale anzusehen.

Schon in präkambrischer Zeit wurden die Gebirgsketten des Grundgebirges weitgehend eingeebnet, ihre Ablagerungen sammelten sich in der westlich vorgelagerten Synklinale. Sie bilden das Sparagmitvorkommen Ostnorwegens, dem in Nordnorwegen bis über 10km mächtige, ebenfalls eokambrische, Sandsteine und Dolomite entsprechen. Tillite (z.B. am Varangerfjord) deuten auf Vereisung zu dieser Zeit hin.

Für das Kambrium läßt sich aufgrund jetzt erstmals auftauchender Fossilien nachweisen, daß Norwegen größtenteils von Meer bedeckt war, in dem das Erosionsmaterial des östlichen Gebirges abgelagert wurde. Im Laufe des Kambriums füllte sich die Synklinale mit Material, während das Grundgebirge zu einer Fastebene abgetragen war. Gegen Ende des Silurs wurde die Synklinale im Zuge der kaledonischen Gebirgsbildung gefaltet und teilweise über die subkambrische Peneplain geschoben. - Südlich an die westlichste Zone des Kambrosilurs schließt sich ein wohl gleichaltriges, aber deutlich selbständiges Element an : die Bergensbögen.

Gegen Ende des Karbon muß das kaledonische Gebirge zum größten Teil wieder eingeebnet worden sein. In dieser Zeit bildete sich die sub-permische

Fastebene, die jedoch nur im Bereich des Oslofeldes bewahrt ist. Dies besteht aus permischen Erguß- und Tiefengesteinen und dürfte mit der Norwegischen Rinne im Skagerrak in Verbindung stehen.

Für die folgenden erdgeschichtlichen Perioden bis zum Tertiär fehlen alle Ablagerungen außer einem geringfügigen Vorkommen von Jura und Kreide auf der kleinen Versterälen-Insel Andøy. Das gesamte Fennoskandien war während des ganzen Mesozoikums Festland. Die kaledonischen Gebirge ebenso wie die permischen Bildungen im Oslofeld wurden zu einer Fastebene, der paläischen Rumpffläche, eingeebnet.

Für das Tertiär muß man mit einer Hebung und Schrägstellung des fennoskandischen Blocks rechnen. Die größte Hebung läuft durch das westliche und zentrale Norwegen. Im Pleistozän, wo für Norwegen zwei Vereisungen nachgewiesen sind, verfrachtet das Eis den tertiären Verwitterungsschutt nach Süden. Ein schon mindestens im Tertiär ausgebildetes Flußnetz wurde von den Eisströmen überarbeitet und stark vertieft. Weite Gebiete bleiben von Moränenmaterial überdeckt. In einigen Bereichen, etwa am Oslofjord, läßt sich der Rückzug des Eises anhand von Endmoränenbögen verfolgen. Durch den Eisdruck lag das Land auch unmittelbar nach dem Abschmelzen der Eismassen tiefer als heute: weite Bereiche Südostnorwegens und in Trøndelag waren überflutet und sind mit sehr fruchtbarem marinem Ton (Blauton) bedeckt. Bestimmend für die Morphologie bleibt die tertiäre Hebung, alte Strandwälle und Brandungskliffs (bei Oslo z. B. in 280m Höhe) zeugen von früheren Küstenlinien. [37, 60, 85]

### Allgemeine bergbauliche Merkmale

Die oft recht gute Standfestigkeit des Gebirges erlaubt bei etlichen Gruben die Herstellung größerer, offener Räume, den weitgehenden Verzicht auf Ausbau und bisher, mit Ausnahme von Bleikvassli und Röd-sand, den Verzicht auf Versatz. Teilsohlenstrossenbau und kammerartige Bauweisen sind häufig vertreten. Die Umstellung auf LHD-Techniken erfolgt gegenwärtig und bedingt zugleich einen Rückgang der noch jüngst recht verbreiteten natürlichen Wetterführung. Aus klimatischen Gründen - und manchmal auch wegen des Umweltschutzes - werden Betriebseinheiten wie Brecher und Silos selbst bei Tagebauen untertägig eingerichtet. Ein Vergleich von Betriebsart und Betriebsgröße zeigt, daß einigen wenigen, bedeutenden Tagebauen eine verhältnismäßig große Zahl von untertägigen Mittel- und Kleinbetrieben gegenübersteht (Tabelle 4).

Gewinnung mineralischer Rohstoffe davon	nach Zahl der Betriebe ( % )		nach Produktionsmenge (%)	
	Tiefbau	Tagebau	Tiefbau	Tagebau
Großbetriebe (Verwertbare Rohförderung über 1,3 Mio t/a )	-	8	-	55
Mittelbetriebe (verwertbare Rohförderung 0,3 - 1,3 Mio t/a )	21	15	22	14
Kleinbetriebe (verwertbare Rohförderung weniger als 0,3 Mio t/a	31	25	4	5
Summe	100		100	

Tabelle 4 : Norwegens Kohle-, Erz- und Industriemineralgewinnung prozentuale Aufgliederung nach Betriebsart und Betriebsgröße. [95]



## SPEZIELLER TEIL

### Gliederung des speziellen Teils

Die folgende Darstellung behandelt die einzelnen Betriebe soweit Informationen und Quellen zugänglich waren in der Reihenfolge nach den Gewinnungsprodukten Kohle, Eisenerz, Titaneisenerz, Sulfiderz, dann die sogenannten Industriemineralien Graphit, Talk, Glimmer, Olivin, die Steine-und-Erden-Rohstoffe Nephelinsyenit, Feldspat und Quarz, Kalk und Dolomit, sowie auszugsweise Natur- und Hartsteingewinnung. Innerhalb der einzelnen Produktgruppen wird möglichst eine alphabetische Reihenfolge der Betriebe eingehalten. Alle genannten Orte - außer dem Kohlebergbau - sind in der Karte Bild 2 (Anhang) verzeichnet.

## Kohle:

### Spitzbergen

Auf der zum Svalbard-Archipel gehörenden Insel Spitzbergen wird seit 1910 Kohle abgebaut. Durch den Vertrag von Sèvres 1920 hat Norwegen das Hoheitsrecht in diesem Gebiet, aber mit gewissen Sonderregelungen speziell auch beim Aufsuchen und Ausbeuten von Bodenschätzen. Unter norwegischer Aufsicht fördern gegenwärtig die norwegische Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S und die sowjetische Gesellschaft Arktikugol Kohle. Verschiedene in- und ausländische Unternehmen prospektieren auch nach anderen Bodenschätzen.

Die geologische Situation des eisfreien Westteils der Inselgruppe ist durch eine großräumige, flache N-S-Mulde gekennzeichnet. Der Westflügel steht steil bis überkippt, während der flache Ostflügel weiter landeinwärts zu der typisch söhligen Lagerung überleitet. Aufgeschlossen sind vorwiegend devonische bis tertiäre Sedimentserien, in denen wiederholt Kohlenflöze unterschiedlicher Mächtigkeit auftreten. Von Bedeutung sind die kulmischen Flöze (Pyramiden) und die tertiären Flöze (Longyearbyen, Sveagruva, Barentsburg). (Bild 3 und 4)

Schwerpunkte des norwegischen Bergbaus sind das Gebiet von Longyearbyen im Adventfjord bzw. Adventdal und der Untersuchungsbetrieb Sveagruva am Van - Mijen - Fjord.

Bei Longyearbyen liegen die Gruben an der von Seitentälern eingeschnittenen Südwestseite des Advent-Tales. Im Bereich der Talsohle stehen zunächst kretazischen Sedimente an, darüber folgt das untere Tertiär mit den ca. 3-4° SE fallenden Flözen, sodaß die Stollenmundlöcher zwischen 150 und 400m über der Talsohle liegen. Gegenwärtig fördern die Gruben 3, 6 und 7 während 1, 2 und 5 erschöpft sind. Abgebaut wird nur das Longyear - Flöz. Strebbbruchbau im Rückbau ist die Regel. Richtstrecken und Querschläge werden im Flöz und dem liegenden Sandstein aufgefahren. In den Gruben 3 und 6 beträgt die Flözmächtigkeit 70 - 80 cm, die Strebhöhe ist gleich der Flöz -

mächtigkeit, üblich sind Streblängen von 150 bis 200m. Die Gewinnung erfolgt durch Bohr- und Schießarbeit, die Strebförderung durch Schrapper, ausgebaut wird zweireihig mit Reibungsstempeln und Stahlkappen, der Stoß ist stempelfrei. Die Streckenförderung zum Stollenmundloch geht gleisgebunden mit Fahrdrathlokomotiven. Je Grube fördern 4-6 Strebe, die mit 3 Mann je Schicht belegt sind. Es wird eine Strebleistung von 40 t/MuS erreicht.

Bei Grube 7 ist das Flöz 1,50 - 1,70m mächtig; es hat allerdings z. T. Sandsteinzwischenmittel, sodaß die Kohle im NW-Feld nicht als bauwürdig gilt. Nach der ersten Phase mit herkömmlicher Gewinnungsmethode ist nun der Einsatz von Walzenschrämmaschinen, von Stegkettenförderern und von schreitendem Ausbau mit Hydraulikrahmen vorgesehen. In den Querschlägen und der Hauptstrecke führt Bandförderung zum Stollenmundloch. In den Gruben ist die Methanausgasung sehr gering und stellt keinerlei Anforderungen an die Wetterführung. Probleme bringt der starke Feinkohlen- und Staubanteil mit sich, dem man im Permafrost (Gruben 3 und 6) nur mit Gesteinsstaubverteilung begegnen kann. Für Grube 7 bietet sich die Möglichkeit, Wasser zur Staubbekämpfung einzusetzen.

Am Stollenmundloch haben die Gruben Kipper und Vorsortieranlagen. Berge werden mit Häggl und -Wagen auf der Halde verkippt. Grube 3 fördert direkt zur Zentralaufbereitung Hotellneset. Grube 6 fördert die vorsortierte Kohle über Stahlgliederband 250m tiefer zum Talboden und dort mit einer 11,5km langen Seilbahn (125 t/h) zur Zentralaufbereitung. Grube 7 (400 m ü. NN) fördert nach der Vorsortierung mit Stahlgliederband zu einem Silo im Tal, dort geht es mit Kippern bis zur Seilbahnstation der Grube 6 und dann per Seilbahn zur Aufbereitung.

Die Aufbereitung in der Zentralanlage geschieht mit Luftsetzmaschinen. Die Kohle ist sehr asche- und schwefelarm, der Gehalt an Flüchtigen ist jedoch hoch. Die gesamte Förderung kommt per Schiff zum Kokswerk in Mo i Rana und wird dort mit amerikanischer und polnischer Importkohle verschnitten.



Nach den gegenwärtigen Plänen kann bei Longyearbyen noch etwa 20 Jahre Bergbau umgehen. Währenddessen dürfte sich der Schwerpunkt in die Sveagruva-Felder verlagern, wo seit mehreren Jahren intensive Untersuchungsarbeiten (u.a. mit Schrämmaschinen) in dem sehr mächtigen, z.T. zweibankigen, Svea-Flöz laufen. Die recht hohen Phosphor-Gehalte schaffen jedoch besondere Probleme im Hinblick auf eine Verwendung bei der norwegischen Ferrolegierungsindustrie.

Trotz der besonderen geographischen Situation entwickelte sich in Longyearbyen aus einem Bergarbeitercamp inzwischen eine ansehnliche Werkssiedlung, mit Schule, Krankenhaus, Gemeinschaftshaus usw. Der seit Herbst 1975 bestehende Flughafen mit Liniendienst nach Norwegen brachte weitere spürbare Verbesserungen für die rund 750 Belegschaftsmitglieder und ihre Angehörigen. Die sowjetische Gesellschaft Arktikugol fördert in Barentsburg Tertiärkohle aus einem von der Store Norske Kulkompani gepachteten Feld und baut bei Pyramiden zwei Flöze im Kulm ab. Die Gewinnung geschieht mit Hobelanlagen. Die Förderung liegt bei 250 000 t pro Jahr je Grube. Die Ausstattung und Logistik der Bergmannssiedlungen gilt als sehr gut [55, 69, 75, 82, 86, 93].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Rohförderung	423	431	405	429	458	460	470
Gesamtbelegschaft	665	693	700	760	794	739	730

Tab. 5: Longyearbyen, Kohlenförderung (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]

Eisen:  
Fosdalen

Die staatseigene Fosdalens Bergverks-Aktieselskab baut am innersten Teil des Trondheimsfjordes in Malm, Nord-Trøndelag Eisenerz im Tiefbau ab. Die Grube liegt im Norden einer über 150km WSW-ENE streichenden Faltenzone mit mächtigen ordovizischen Metavulkanitserien. In diesen Grünschiefern, Amphiboliten und Quarzkaratophyren sind sulfidhaltige Eisenerze zusammen mit Quarziten und Kalken eingeschaltet. Die 5-8m mächtigen, 70°Sfallenden sowie rd. 10° nach Westen einschiebenden Erzlinsen erreichen ca. 400 m Saigerhöhe und lassen sich in einen oberen und unteren Hauptteil gliedern. Neben anderen Bruchtektonikelementen setzen vorwiegend diagonale Störungen durch, welche die Linsen in einzelne Blöcke teilen. Das "Skarn-erz" besteht aus Magnetit (50 - 70%), Pyrit (3%), Kupferkies (0,1%) sowie Hornblende, Biotit, Epidot und Quarz. Das zutagegehende Westfeld-erz wird im Osten von einer breiten Störungszone verworfen. Dahinter fand man 1956 die 700 m tiefergelegene Fortsetzung des Erzes. Seit 1969 verlagerte sich die Gewinnung zunehmend in den Bereich der neuen Ostgruva. (Bild 5) Die Grube ist durch den saigeren Hauptschacht West bis 1176,6m (= -1161,4NN) Teufe aufgeschlossen. Die Turmförderschachanlage (ASEA) besteht aus einer Doppel-Skipförderung und einer Korb-Gegengewicht-Förderung. Die automatische Seilfahrt und Materialförderung geschieht mit einem zweietagigen Korb (F = 2020 x 4200 mm, 90 kW, Vierseil, 7,6t, 80 Personen, 10 m/sec) wahlweise automatisch oder manuell. Skip- und Korbführungen bestehen aus Gummirollen und Stahlschienen, das Gegengewicht läuft in Holzspurlatten. In den beiden Großblindschächten 15 Ost und 17 Ost ist die gleiche Korbgröße eingehängt. Die Ostgruva ist weiter ausgerichtet durch die Hauptsohlen Nr. 9 (-330,4m) Nr. 14 (-785,4m) und Nr. 18 (-1025,4m). Die Gewinnung erfolgt im streichenden Teilsohlenstrossenbau bei mittleren Sohlenabständen von 60 m, Teilsohlenabständen zwischen 12m und 15m und Sturzrollenabständen von 120 - 130m. Hauptsohlen und Abbaustrecken werden mit 10m<sup>2</sup> am Liegenden im Erz aufgefahren. Es kommen zweiarmige Bohrwagen gleisgebunden bzw. im Abbau

flotation wurde im Frühjahr 1977 stillgelegt.

Über eine 18000 tato-Kaianlage für Schiffe bis zu 35000 t geht das Eisen-  
erz vor allem nach Polen und Finnland, Kupferkies nimmt die Hütte in  
Sulitjelma ab. Die Abgänge werden in den Fjord geleitet [2, 21, 72, 77, 78].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	1038	1077	1134	1093	1145	1046	1125
Fe-Konzentrat	470	500	508	472	510	479	500
Pyritkonzentrat	26	21	25	24	23	23	0
Kupferkonzentrat	0,2	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6
Gesamtbelegschaft	399	405	411	429	445	450	450

Tab. 6 : Fosdalen, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90] sowie L. Halvorsen und S. Tessem pers. Mitt.

## Rana-Gruben

Die Rana-Gruben, heute integriert in der A/S Norsk Jernverk, bauen bei Storforshei im Dunderlandsdal, ca. 25km nordöstlich von Mo-i-Rana (Nordland) Eisenerze sowie Kalk- und Dolomitmarmor in mehreren Tagebauen ab. Der gegenwärtige Zuschnitt entwickelte sich nach 1964.

Bei den ordovizischen Erzen handelt es sich um sedimentäre Bildungen, die durch Metamorphose umgewandelt sind. Der intensiv verfaltete Erzhorizont wird von Marmoren und Quarzgranatglimmerschiefern begleitet. Die Erze bestehen aus Hämatit und Magnetit, sowie Quarz, Kalifeldspat, Hornblende, Glimmer, Granat, Epidot, Apatit, Pyrit und Magnetkies. Sowohl der Mineralbestand- insbesondere das Magnetit/Hämatit-Verhältnis- als auch die Korngrößen und die Gefüge sind innerhalb der einzelnen Abbaue und von Vorkommen zu Vorkommen recht verschieden.

Abgebaut wird in den Tagebauen Örtvann, Vesteröli, Finnkäteng, Stensundtjern und Örtfjell; wobei sich mit den kommenden Jahren der Schwerpunkt in die beiden letztgenannten verlagern wird. Die Betriebspunktdezentralisierung erlaubt hohe Leistungen, ohne daß ein Abbau überbeansprucht wird, und gibt differenzierte Möglichkeiten, vor der Aufbereitung zu vergleichmäßigen. Andererseits sind lange Förderwege und ein besonderes Maß an Organisation des Betriebsmitteleinsatzes erforderlich. Dazu stehen u. a. alle Fahrzeuge und Geräte in Sprechfunkkontakt. Spezielle Schwierigkeiten verursachen die gelegentlichen Tagestemperaturschwankungen (bis zu  $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$ ), die Schneehöhen von oft über 3m und die starken Schmelzwasserzuflüsse im Frühjahr. Im Abbau ist die Strassenhöhe ziemlich einheitlich 25m, die zur Gewinnung in 12,5m Teilstrossen unterteilt sind. Der durchschnittliche Böschungswinkel liegt bei  $51^{\circ}$ . Forschungsarbeiten zusammen mit der Hochschule in Trondheim ergaben für den neuen Tagebau Örtfjell, daß  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$  steilere Böschungen am nördlichen Stoß möglich sind.



Als Bohrmaschinen sind Bucyrus - Erie 40 R, 7 7/8" und 45 -R, 9 7/8" auf Raupen im Einsatz. Der kleinere Typ wird vor allem bei schwierigen Aufgaben, z. B. unaufgeschlossenem Gelände, benutzt. Für die 45-R Geräte gelten folgende Durchschnittswerte: Hartmetall-Rollenmeißel-  
Standdauer 1 500 - 3 000m; Leistung 15m/h brutto, 25m/h netto. Die Bohrkosten verteilen sich auf Krone 21%, Wartung 26%, Löhne 41%. Typisch sind kurze Vorgaben und große Lochabstände in der Reihe. Eine Unternehmerfirma liefert mit eigenen Mischerfahrzeugen den Al-sensibilisierten AND-Sprengstoff (Verbrauch ca. 400 g/t). Die Schlagpatronen werden im 20ms - Abstand mit detonierender Sprengschnur gezündet. Die Abschläge betragen durchschnittlich 120 000 t (max. 570 000 t) (Bild 10, Tafel 1).  
Als Gewinnungsmaschinen dienen 4 Harnischfeger P&H 1 400 mit 3,4m<sup>3</sup> Löffel und 3 P&H 2100 BL mit 11,7m<sup>3</sup> Löffel, sowie ein Radlader Dart 600 B mit 8m<sup>3</sup> -Schaufel. Die Förderung geschieht mit Unit Rig Lectra-Haul M 85 und Mark 36. Die 9 M 85 mit 75 t Nutzlast kosten ca. -,40 Kr/t km, die 7 Mark 36 (1 55 t Nutzlast) ca. -,30 Kr/t km. Zum weiteren Fahrzeugpark gehören u. a. Grader (insges. 60 km Förderwege!), kleinere Fahrlader, zwei Mobilkräne (25 t bzw. 60 t), Werkstattfahrzeuge, Omnibusse etc.

Das Erz kommt zu einer zentralen Brecherstation (Allis Chalmers Kreiselbrecher 48" x 72", Austrag 150 - 200mm, 800 t/h), von dort zu einem untertägigen 15 000 t - Silo. Ebenfalls untertägig erfolgt die Beladung der werkseigenen 60 t-Normalspurwaggons, die in Zügeinheiten zu 22 Wagen über 1,1km Gleisanschluß-tunnel und 23 km Staatsbahnstrecke in die Aufbereitung Gullmedvik bei der Hütte in Mo-i-Rana fahren. Diese Hütte ist ausschließlich für die örtliche Erzbasis konzipiert.

In der Aufbereitungsanlage erfolgt aus einem unterirdischen 50 000 t Silo die Beschickung von zwei Autogenmühlen mit Trommelsieben in geschlossenem Kreislauf. Nach den Mühlen (5,3 mØ x 5,4m, 2 x 750kW, 13,4 U/min = 72% n<sub>Krit</sub> und 6,0 mØ x 5,5m, 2 x 1 400 kW, 13,4 U/min = 80 % n<sub>Krit</sub>) kommt das Gut - 0,8mm in eine dreistufige Humphrey-Spiralscheidung,

die Magnetit und Hämatit kollektiv anreichert. Im Anschluß an die Magnetscheidung wird aus dem Hämatitkonzentrat der Apatit flötiert. Ein Teil des Hämatitkonzentrats (63 % Fe) geht zur Sinteranlage, der andere Teil wird ebenso wie der Magnetit in Kugelmöhlen weiter heruntergemahlen, mit diesem vermischt und zu Pellets (66 - 67 % Fe) verarbeitet. - Die Schwefelgehalte kontrolliert man dadurch, daß 1. pyritreiche Erze aufgehaldet werden, 2. sulfidhaltige Konzentrate mit sulfidärmeren verschnitten werden und 3. Magnetkies durch Magnetscheidung abgesondert wird. Sämtliche Abgänge kommen in den Ranafjord [3, 24, 34, 59].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Roherzförderung	2419	2181	2225	2357	2970	3368
Abraumförderung	5136	5295	5362	7751	6026	6123
Fe-Konzentrate	1019	829	917	997	1142	1184
Gesamtbelegschaft (einschl. Aufbereitung)	366	386	391	413	439	452

Tab. 7 : Rana Gruben, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft [87] [90] sowie O. Brekke und K. Ryssdal pers.Mitt.

### Sydvaranger

Die A/S Sydvaranger-Aktienmehrheit in Staatsbesitz - fördert Eisenerz aus Tagebauanlagen, die rund 8km südlich von Kirkenes, Finnmark, und etwa 4km westlich der Grenze zur Sowjetunion liegen. Es handelt sich um präkambrische Magnetit-Quarz-Bändererze (Taconite), welche diskordant auf die bjelomoridischen Gneise folgen und ihrerseits von der karelidischen Petsamoformation überdeckt werden. Die teilweise mehr als 3 Mrd. Jahre alten Serien sind mehrfach verfaultet und von dezimeter- bis zehnermeter-mächtigen kaledonischen Diabasgängen durchschlagen. Der Erzkörper Björnevatn ist eine schwach überkippte Mulde. Im Horizontalschnitt erscheint das Erz als ein nach Süden offenes V, dessen Schenkel etwa  $35^{\circ}$  einschließen. Beide Muldenflügel fallen  $60 - 80^{\circ}$  E ein. Die im Tagebau aufgeschlossene Länge des westlichen Flügels beträgt 1,6km, die des östlichen 1km. Die Mächtigkeit variiert zwischen 15 und 160m. Weiter nach Süden folgen noch mehrere Erzkörper, von denen Söstervann, Grunntjern und Tverrdal als nächste in Abbau gehen können (Bild 11, Tafel 1).

Das Erz wird im Tagebau gewonnen. Bei einem Böschungswinkel von  $70^{\circ}$  im Hangenden,  $70^{\circ}-50^{\circ}$  am Liegenden beträgt das Abraum/Erz - Verhältnis 1,6 : 1 und wird sich in den achtziger Jahren beim Abbau bis - 110m bzw. -140 m NN auf etwa 2,5 : 1 steigern. Die Strossenhöhe beträgt 14m. Für die Produktion bohren 5 Bucyrus Erie R-60 die  $12\frac{1}{2}$  " Löcher im 7 x 7m - bis 8x8m - Abstand. Eine Unternehmerfirma liefert mit Mischerfahrzeugen die losen Sprengstoffe : AND und zwei verschiedene Al-sensibilisierte AND-Sorten. Dazu werden detonierende Sprengschnur und 20ms - Verzögerer eingesetzt. Der Sprengstoffverbrauch beträgt 450 g/t. Die Abschlüge umfassen im Schnitt 300 000 t, die bisher größte Einzelsalve betrug knapp 1 Mio t. Die Bohrlochreihen an der endgültigen Strossenwand werden mit Ingersoll-Rand 4 - Senkbohrmaschinen niedergebracht. In der Gewinnung sind 4 P&H 1900 ( $7m^3$  -Löffel), 1 Marion M 191 ( $11m^3$  - Löffel), 3 P&H 2100 BL ( $11m^3$  - Löffel) sowie mehrere Fahrlader CAT 988 bzw. CAT 992 eingesetzt. Zur



Förderung benutzt man Lectra Haul M 100 (100 t Nutzlast) und Lectra Haul Mark 36 (150 t Nutzlast).

Im nördlichen Teil des Tagebaues liegt die Brecheranlage : zwei 54" - Kegelbrecher mit 5" - Austrag. Das gebrochene Gut geht so in eine zweistufige Magnetscheidung um 40 % des Haufwerks als taub abzutrennen. Die Fe-Verluste sind dabei weniger als 1 %. Aus den Bergen stellt man in einem eigenen Schotterwerk ca. 100 000 jato für den Wegeunterhalt im Tagebau her. Die Erweiterung der Schotterproduktion und der Export nach Mitteleuropa entwickelten sich infolge der Rezession nicht in der erwarteten Weise. Das vorsortierte Erz kommt per Eisenbahn in 60 t - Bodeneutleerern zur 8 km entfernten Aufbereitung in Kirkenes. Diese Anlage besteht aus vier parallelen Linien mit je 600 t/h Durchsatz. In jeder Linie folgen 7' Standard-Symonsbrecher, Schwingsieb 50" x 8' und 7' Symons Short Head-Brecher. Das Erz ist dann auf - 10 mm zerkleinert. Es schließen sich eine Kugelmühle (3,15 m  $\varnothing$  x 6,45 m) mit 78" Atkins Doppelschrauben - klassierer in geschlossenem Kreislauf und Magnetscheidung an. Die magnetische Fraktion wird feingemahlen : Kugelmühle (3,9 m  $\varnothing$  x 6,50 m) und Zyklone (5 x 14") in geschlossenem Kreislauf, dann magnetisch nachgereinigt und auf Scheibenfiltern entwässert. Dieses Konzentrat hat 67,5 % Fe, 9,5 % H<sub>2</sub>O und ist zu 82 - 83 % unter 44  $\mu$ m.

Die gesamte Produktion wird in einer Zwillingspelletieranlage von 1,2 bzw. 1,5 Mio jato Kapazität verarbeitet. In beiden Fällen wendet man das Allis Chalmers Wanderrostverfahren an. Aus dem Fe-Konzentrat werden unter Zugabe von 0,9 % Bentonit in einer 10'  $\varnothing$  x 30' - Trommel Grün pellets gefertigt. Der Wanderrost ist ca. 3,70 m breit. Unterschiedlich ist in den Anlagen die Rostlänge (84' 7" bzw. 95' 5") und die Art der Windführung. Getrocknet wird bei 400°, gebrannt bei 1050°. Die anschließenden Drehrohröfen messen 16'  $\varnothing$  x 35' bzw. 18 $\frac{1}{2}$ '  $\varnothing$  x 32,6'; Endtemperatur ist 1250°. Als verfahrenstechnische Besonderheit am nachgeschalteten Ringkühler sei erwähnt, daß ein Teil der Wärme aus der Kühlungszone dem

Wanderrost zur Trocknung zugeführt wird. Die fertigen Pellets (65 % Fe) gehen über ein untertägiges 400 000 t-Silo zur Verschiffung am Kai, dessen Kapazität bis zu 150 000 brt und einem Umschlag von 6 000 t/h reicht. Vorwiegend wird in die Bundesrepublik Deutschland exportiert. Besondere Bedeutung kommt der zukünftigen Reduktionsanlage in Emden zu, die in der 3. Ausbaustufe ca. 1,3 Mio t Eisenschwamm erzeugen soll und zur Zeit gemeinsam mit deutschen Unternehmen errichtet wird [10, 20, 49, 50, 51] .

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Gewinnung (Erz + Abraum)	15546	k. A.	13719	13898	16712	20048	19500
Roherzförderung	----- jährlich ca. 6500 -----						
Pellets	1107	1164	1216	1908	2269	2227	2154
Magnetitkonzentrat	1217	1213	1150	364	0	0	0
Gesamtbelegschaft	1150	k. A.	1250	1332	1535	1420	1200

Tab. 8: Sydvaranger, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft, [89] [90] und G.Berg pers.Mitt.

## Titaneisen:

### Rödsand

Die Rödsand-Grube der Elkem-Spigerverket A/S in Nesset, Möre og Romsdal, liegt am Westufer des Sunndalsfjord; ca. 50 km östlich Kristiansund N. und fördert Fe- (Ti, V-) Erze.

Die charakteristisch gebänderten Erze gehören zur Südflanke der ost-weststreichenden Molde-Tingvoll-Mulde. Die plattigen Erzlinen sind verknüpft mit Amphiboliten, die konkordant in prä- bis frühkambrischen Gneisen liegen und durch die kaledonische Orogenese metamorphosiert und verfaltet wurden. Die sieben im Grubenbereich unterschiedenen Erzlinen haben Mächtigkeitsvariationen zwischen 2 und 60m, fallen  $70^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  N und schieben  $70^{\circ}$  (z.T.  $25^{\circ}$ ) nach Osten ein. Das Erz besteht zu 60% aus Magnetit (mit etwa 0,3%  $V_2O_5$ ) und 30% Ilmenit (mit Hämatit) sowie Hornblende, Plagioklas, Granat, Biotit etwas Apatit und Spuren von Sulfid.

Die Grube ist aufgeschlossen durch zwei Saigerschächte : der Förderschacht und 200m östlich davon den Personen/Materialschacht. Der Förderschacht (+101 m bis -580) hat eine Doppelskipanlage :  $\dot{a} 6t, 10m/S, 300 t/h, 720kW$ ; der Materialschacht (+4m bis -600m) hat eine Korb/Gegengewichtanlage : Korbfläche =  $4,2 \times 2m$ , 40 Personen, 6 m/s, 280 KW. Der Sohlenabstand beträgt 60m, der Abbau geht zwischen -220m und -580m um. Für den Kammerfestenbau mit Haufwerksmagazinierung und Versatz werden die Kammern (ca.  $50 \times 20m$  und 50m hoch) bei Mächtigkeiten über 20m querschlägig und sonst streichend angelegt. Festen und Schweben messen 10 m. Nachdem 1973/74 ausgedehnte Nachbrüche oberhalb -150m bis übertage und dort bis dicht ans Fjordufer das gesamte Grubengebäude gefährdeten, ging man zu Vollversatz über (M. Bergset und T. Christoffersen pers. Mitt.) und führt ausgedehnte gebirgsmechanische Überwachungen durch.

Den Erzlinen wird im Liegenden mit Richtstrecken nachgefahren, 15m parallel dazu verläuft die Begleitstrecke unter der Kammer, beide Strecken sind durch Ladequerschläge verbunden. Für den Streckenvortrieb ( $Q = 20m^2$ ) setzt man einen zweiarmigen Atlas-Copco Bohrwagen mit Tampella ES 300 Corona Maschinen und 2 dreiarmlige Tampella Paramatic mit ES 300 Corona ein.



Üblich sind Parallellochbohren 36 mm Ø, 4m/Abschlag, 2-3 Einbruchslöcher. Geladen wird mit CAT 966 C.

Die Vorrichtung und Hereingewinnung geschah bisher mit zwei diametral am Hangenden und Liegenden hochgebrochenen Überhauen ( 2,4 x 2,4m, Alimak Kletterbühnen STH 5D und STH 5L, Atlas Copco BBD 46), von denen aus die Kammer horizontal abgebohrt wurde. Vorgesehen ist nun, die Kammern mit einer Strecke direkt unter der Schwebeloch vorzurichten und von dort aus mit ca. 40m -Langlochbohrungen (102mmØ , Lochabstand 4m, Vorgabe 2,5m von oben her abzubohren. Hierzu ist inzwischen eine Senkbohrmaschine Atlas Copco ROC 306 mit COP 4 im Maschinenpark ( M. Bergset und T. Christoffersen per. Mitt) . Die Öffnung des Magazins von unten, durch aufwärtsgerichtete Fächer aus der Begleitstrecke bleibt vorläufig wie bisher: Tempella PK 1 000 mit zwei L 400 Maschinen.

Mit Radlader CAT 966 C und einem Wagner ST 8 (6m<sup>3</sup>-Schaufel) wird zu einem verzweigten Sturzschafts-system gefördert, das zur - 580 Sohle führt. Hier liegt im Bereich des Materialschachtes eine Brecheranlage mit Kreiselbrecher AR-150 und BS-600.

Über den 280m-Bandberg (20°) kommt das Erz zum Silo (20000) unterhalb -520 am Förderschacht-Füllort.

Übertage geht das Haufwerk (-120mm) durch einen Symons Standard 5  $\frac{1}{2}$  " Kreiselbrecher und einen 5  $\frac{1}{2}$  " Symons Short Head Kreiselbrecher -20mm zur 1. Magnetscheidung. Die magnetische Fraktion wird in einer Stabmühle gemahlen und wieder magnetisch geschieden, daran schließt sich Feinmahlung (Kugelmühle ) des magnetischen Gutes und nochmalige Magnetscheidung, sodaß man ein Magnetitkonzentrat mit folgender Durchschnittsanalyse erhält : 63,9% Fe, 1,84 % TiO<sub>2</sub>, 0,51 %V, 0,002 %P, 0,67 %S, 0,029 %Cr, 4,00 % SiO<sub>2</sub>, 0,032 % Ni, 0,016 % Co. Das unmagnetische Feingut geht über Stoßherde, wo ein in Dichte und Korngröße sehr scharf fraktioniertes Ilmenit-Konzentrat mit etwas Granat hergestellt wird (4,5 g/cm<sup>3</sup>, 2,5% + 0,208 mm, 92,4 % + 0,061mm, 5,5 % - 0,061mm), das westeuropäische Schwimmsinkanlagen abnehmen.

Die Konzentrate werden am Kai verschifft (500 t/h, bis zu 15 000 t-Schiffe).

Das Magnetit-Konzentrat verarbeitet man in der konzerneigenen Hütte Bremanger smelteverk, Svelgen, Sogn og Fjordane zu Spezialroheisen und Ferrovandium.

Eine eigene Abteilung in Rødsand verarbeitet das unmagnetische Grobe +8mm zu Straßenbaumaterial und liefert komplette Asphaltbeläge. Zeitweilig erreichte dieser Sektor 40% des gesamten Umsatzes.

Die weitere Planung sieht vor, nicht die nachgewiesenen Vorräte in größerer Tiefe abzubauen sondern die benachbarten Vorkommen zu erschließen.

Es ist eine Erhöhung der Roherzförderung auf 1,6 Mio t/a vorgesehen (M. Bergset und T. Christoffersen, pers. Mitt.); die Hüttenkapazität wird einschließlich eines neuen Ferrosiliziumwerkes entsprechend erweitert [26, 27, 28, 42, 62, 78].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	417	472	420	516	780	654	592
Magnetitkonzentrat	144	120	95	98	148	143	122
Ilmenitkonzentrat	8	6	6	8	10	8	6
Straßenbaumaterial	265	345	264	163	291	285	338
Gesamtbelegschaft	193	180	170	167	169	171	169

Tab. 9 : Rødsand, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90] sowie M. Bergset und T. Christoffersen pers. Mitt.

## Tellnes

Die Titania A/S baut ca. 7km östlich der Ortschaft Hauge i Dalane, Sokndal (Rogaland) die Ti-Fe-Erzlagerstätte Tellnes im Tagebau ab. Es handelt sich um einen Ilmenit-Norit, der in das jungpräkambrische Anorthositmassiv intrudierte und heute NW-SO-streichend 2700m lang und 400m breit zutage ausgeht. Vorräte von 300 Mio t sind nachgewiesen. Das Erz besteht aus Ilmenit, Magnetit und geringen Mengen von Sulfiden; Plagioklas, Pyroxen, Biotit und Apatit sind die wesentlichen Gangarten. Der Ilmenit enthält mikroskopisch feine Hämatitentmischungen. Die Zusammensetzung des Erzes ist mineralogisch wie chemisch recht gleichmäßig: 18 %  $\text{TiO}_2$ , 16 %  $\text{FeO}$ , 7,5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 31 %  $\text{SiO}_2$ , 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 7 %  $\text{MgO}$ , 4,5 %  $\text{CaO}$ . Der Tagebau liegt im Bereich eines ehemaligen Sees, dessen zweite Hälfte mit einem Betondamm abgeriegelt ist. Die zufließenden Bäche werden durch einen Drainagetunnel in diesen Restsee geleitet, welcher als Betriebswasserreservoir dient. Das Abraum-: Erzverhältnis liegt bei ca. 1 : 3. Die Strossenhöhe ist 12m, im wesentlichen wird das 5,35 x 5,35m - Bohrlochabstands-Raster mit zwei Bucyrus Erie R-40 abgebohrt (Durchmesser 7 7/8", Kronenstanddauer ca. 600m). Eine Unternehmerfirma liefert mit eigenem Mischerfahrzeug den Al-sensibilisierten AND-Slurry. Die Zündung geschieht mit detonierender Sprengschnur und 20ms-Verzögerern. Der Sprengstoffverbrauch liegt bei 400 g/t. Die Abschlüsse variieren zwischen 60 000 t und 200 000 t. Die größeren Abschlüsse werden zur wissenschaftlichen Auswertung den seismischen Stationen vorher angekündigt. Zur Gewinnung sind ein Ruston Bucyrus 110 mit 3,4m<sup>3</sup> Löffel, ein RB 150 mit 4,6m<sup>3</sup> Löffel, sowie zwei Fahrlader CAT 992 (7,6m<sup>3</sup>) bzw. CAT 988 (4,5m<sup>3</sup>) eingesetzt. Die Förderung zur Grobbrecherstation besorgen Lectra Haul - (85 t Nutzlast) und Haulpack - (50 t Nutzlast) SLKW auf einer durchschnittlichen Weglänge von 700m. Zum weiteren Fahrzeugpark zählen u. a. Planier - raupen, Grader, Werkstattfahrzeuge und Busse (Bild 12, Tafel II). Die Aufbereitung gliedert sich räumlich in 3 Teilbereiche:

1. den Grobbrecher am Tagebau,
2. die Anlage I mit Zerkleinerung, Magnetscheidung und Flotation in einem Tal neben dem Tagebau und



3. die 4km weiter am Steilufer des Jössingfjords errichtete Anlage II mit Laugung, Konzentratreinigung, Trocknung und Lagerung.

Das Erz geht von der Grobbrecheranlage (Allis Chalmers 42"-Kreiselbrecher) <130 - 140mm über eine Bandstrecke zum Silo der Anlage I auf der anderen Bergseite. Von dort erfolgt die Aufgabe zur Mittelzerkleinerung :

Symons 7' sowie Symons Short Head 5 1/2' mit Sieb in geschlossenem Kreislauf. Das Gut - 12mm durchläuft eine einstufige Mahlung. In drei parallelen Systemen arbeitet je eine Kugelmühle (3,3 m Ø x 5,2m ; 85 t/h) mit drei Zyklonen in geschlossenem Kreislauf ; im vierten System sind es eine Kugelmühle (5,2 m Ø x 5,2m ; 200 t/h) und sechs Zykclone.

Nach einer Vormagnetscheidung wird die magnetische Fraktion weiter aufgemahlen, anschließend in fünfstufiger Magnetscheidung gereinigt und dann zur Anlage II gepumpt. Die unmagnetische Fraktion durchläuft eine mehrstufige Zyklonscheidung, um das ilmenithaltige Gut zu entschlämmen. Der Ilmenit wird bei pH 3,2 flotiert in Agitair 48 - bzw. Wemco 120 - Zellen; Reagenzverbrauch : Tallöl 625 g/t, Tiacid 625 g/t,  $H_2SiF_6$  0,118 g/t , Schwefelsäure 4,3 kg/t. Auch das Ilmenitkonzentrat pumpt man zur Anlage II. Dort wird es bei extrem niedrigem pH-Wert gelaugt. Dadurch gehen die unerwünschten Phosphatminerale in Lösung und es kommt zur Trennung Sammler/Ilmenit während die Sammler/Sulfid-Bindung erhalten bleibt und so die Sulfide aus dem Ilmenitkonzentrat flotierbar sind. Der Ilmenit wird anschließend filtriert und im Drehrohrofen getrocknet. Aus dem Magnetitkonzentrat flotiert man ebenfalls die Sulfide und entwässert dann auf Scheibenfiltern. Mehrere Konzentratsilos sind zwischen Anlage II und dem Verladekai in den Fels gesprengt ; Fassungsvermögen für : 50 000 t und 80 000t Ilmenitkonzentrat, 40 000 t Magnetitkonzentrat und 5 000 t Sulfidkonzentrat. Das Grundwasser des Tagebaus und die Abgänge aus den Anlagen I und II werden über einen Entsorgungstollen in den Fjord geleitet. Die gesamte Aufbereitung ist weitgehend automatisiert



und programmgesteuert. Die Überwachung geschieht in zentralen Kontrollstationen.

Die Titania A/S erreicht ca. 12 % der  $TiO_2$ -Weltproduktion. Das Ilmenitkonzentrat ging bis vor einigen Jahren zu 10 % in das Pigmentwerk in Fredrikstad am Oslofjord, 60 % wurden in die Bundesrepublik (Nordenham) exportiert, der Rest ins übrige Westeuropa. Nachdem die Muttergesellschaft in Szczecin (Stettin) ein 100 tato-Pigmentwerk baute, geht der Export etwa hälftig in EWG- und RGW-Länder. Das Magnetitkonzentrat nehmen westeuropäische Schwimm/Sink-Anlagen zur Kohleaufbereitung ab. Das Ni (5-6 %)- Cu (2-3 %) - haltige Sulfidkonzentrat wird in Finnland verarbeitet. Von den 330 Beschäftigten (einschl. leitende Angestellte) sind 60 in der Abteilung Tagebau und 90 in der Abteilung Aufbereitung tätig [23, 29, 56, 72, 79].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	2060	2012	2500	2858	1704	2523	2889
Abraumförderung	0	0	0	0	k.A.	331	1232
Ilmenitkonzentrat	633	602	747	840	516	759	823
Magnetitkonzentrat	36	35	41	46	36	47	55
Sulfidkonzentrat (Ni-haltig)	8	8,7	10,5	13	8	12	13
Gesamtbelegschaft	339	339	351	363	340	330	327

Tab. 10: Tellnes, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90] sowie I.Dybdahl und T.Bredeli pers. Mitt.

## Sulfide:

### Bleikvassli

Die Sulfidgrube A/S Bleikvassli Gruber (Aktienmehrheit bei A/S Sydvaranger) befindet sich ca. 70km südlich von Mo i Rana im Kommunalbezirk Hemnes, Nordland.

Das Erz liegt konkordant in einer Serie kaledonischer Glimmerschiefer und Gneise. Die durchschnittlich 5m (1- 20m variierende) breite Erzzone streicht ca.  $30^{\circ}$ NE und fällt im oberen Teil mit ca.  $50^{\circ}$ NW in tieferen und westlicheren Bereichen mit  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ NW ein. Im einzelnen sind es unregelmäßige Platten und Linsen von massivem Erz, die stufenweise versetzt (en echelon) nach W einschieben. Man unterscheidet zwei Haupttypen:

1. pyritreiches Erz mit Zinkblende, Bleiglanz, Magnetkies und Kupferkies und 2. magnetkiesreiches Erz mit Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies und wenig Pyrit. Es erfolgt kein selektiver Abbau der Erztypen, das Roherz hat im Durchschnitt 2,7 %Pb, 0,2%Cu, 4,4%Zn und 19% S.

Das Grubengebäude ist mit einem  $50^{\circ}$ -tonnlägigen Schacht ( $Q = 4,35 \times 2,50$ m) und Sohlen im 50m-Saigerabstand aufgeschlossen. Die Schachtförderung besteht aus einem 5,8t - Skip und im Gegentrum einem Gestell für Seilfahrt. Die Antriebe der Doppeltrommel (360 bzw. 220 kw) erlauben eine Förderkapazität von 350t / Schicht und Geschwindigkeiten von 4,0 bzw. 2,7m/s. In den bisher abgebauten steileren Erzzonen wandte man Firstenschrägbau mit Versatz an.  $10\text{m}^2$ -Richtstrecken werden im Liegenden durch gleisgebundene Atlas Copco Bohrwagen (zweiarmig, Tunmec R 250 mit COP 90 ED) aufgeföhren, 3m -Abschläge erfordern 40 Loch  $\varnothing 35\text{mm}$  und zwei  $76\text{mm}$   $\varnothing$  - Einbruchslöcher, Sprengstoffverbrauch  $2,0 - 2,5\text{kg/m}^3$ . Geladen wird mit Atlas Copco LM 56. Im 50m - Abstand richtet man im liegenden Nebengestein  $45^{\circ}$ -Sturzrollen aus. Von diesen her wird das Erz mit Überhauen angefahren und am Liegenden mit einer Suchstrecke bis zur nächsten Rolle verfolgt. Zwischen zwei Rollen ist von der Suchstrecke aus durch Aufhauen am Liegenden und kurzem Stichquerschlag die Verbindung zur nächsthöheren Sohle hergestellt.

Gewonnen wird in 6-7m hohen Strossen. Zum Bohren benutzt man Atlas Copco BBC 16 auf Stützen oder Alimak-Bohrwagen BT 121 plus COP89 Bohrmaschinen. Die 350t-Abschläge werden zur nächsten Rolle geschrappt (22 kw, Schrapplänge 25m, 120 t/Schicht). Ist die Strosse leer-gefördert werden der Sturzrolleneinlauf abgedeckt und über Kunststoff-leitung Flotationsberge (+75  $\mu$ m) als Versatz eingebracht. Für die nächst-höhere Strosse stellt man eine neue Verbindung zur Sturzrolle her und schrappt über dem Versatz.

In der Regel fördern drei Betriebspunkte. Von den Sturzrollen zum Schräg-schacht setzt man Batterielok und 2,5m<sup>3</sup> Wagen ein.

Die tieferen Niveaus mit flacherem Einfallen sollen im Kammerfestenbau mit Versatz gebaut werden. Generell ist wegen des hangenden Glimmer-schiefers umfangreicher Ankerausbau notwendig.

Für die Wetterführung (1 700 m<sup>3</sup>/min) dient der Schrägschacht als aus-ziehender Schacht, während sich am Nord- und Südende der Grube je ein einziehender Wetterschacht, einer davon mit 100 kW-Vorwärmanlage, befinden.

Das Erz wird übertage zweistufig gebrochen und zweistufig mit einer Stabmühle sowie einer Kugelmühle mit Schüsselklassierer in geschlossenem Kreislauf gemahlen. Bei der Flotation schwimmt man zunächst Bleiglanz und Kupferkies kollektiv auf, flotiert dann Zinkblende und anschließend Pyrit. Von den Abgängen werden die Feinanteile - 75  $\mu$ m durch Hydro-zyklon abgeschieden und gehen in den Schlammteich. Das grobe Gut wird über Falleitung als Versatz in die Grube gebracht. Nach der Bleiglanz/Kupferkies-Trennung gehen die Produkte : PbS - Konzentrat (58,7% Pb), Kupferkies-Konzentrat (22,0%Cu), Zinkblende-Konzentrat (51,7 %Zn) und Pyritkonzentrat (49,8 % S) mit Unternehmer-LkW zum 67km ent-fernten Kai Andfiskåga bei Mo - i - Rana. Diese Verbindung zur Mofjellet-Grube ist historisch bedingt, da beide Bergwerksanlagen bis 1973 zur Fangel & Co-Gruppe gehörten (Produktion s. Tab. 11, S.34) [12,57, 78, 96].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	127	128	124	123	114	130	128
Zinkkonzentrat	7,8	9,6	8,0	8,2	7,3	8,0	7,1
Bleikonzentrat	5,4	5,5	5,2	4,4	4,0	4,4	3,9
Kupferkonzentrat				1,1	0,8	0,7	0,7
Pyritkonzentrat	19,4	18,9	17,9	19,3	17,7	15,1	14,0
Gesamtbelegschaft	106	102	105	114	115	115	110

Tab. 41: Bleikvassli, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	76	298	278	330	330	350
Bergeförderung	k.A.	k.A.	21	59	85	75
Kupferkonzentrat	3,3	20	17	26	26	23
Zinkkonzentrat	0,5	3,6	4,0	5,8	4,7	7,1
Gesamtbelegschaft	104	121	121	129	130	130

Tab. 42: Joma-Grube, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]



## Joma

Das Sulfiderzvorkommen Joma wird seit 1972 von der Grong Gruber A/S in Røyrvik, Nord-Trøndelag abgebaut. In das Aktienkapital teilen sich zu je einem Viertel : Elkem-Spigerverket A/S, A/S Sydvaranger, A/S Sulitjelma Gruber und A/S Årdal Sunndal Verk.

Das Vorkommen ist geknüpft an kalkreiche Grünschiefer. Sie gehören zu der kambrosilurischen Røyrvik-Gruppe, die aus schwach metamorph umgewandelten Sedimenten und Basaltlaven besteht. Das Erz bildet mehrere größere Linsen, die stark verfaltet sind. Die Mächtigkeiten schwanken zwischen 20m und 5m. Das SW-Einfallen reicht von  $60^\circ$  im oberen Teil bis  $20^\circ$  in den etwa 300m tiefer gelegenen Bereichen. Pyrit, Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende sind die häufigsten Erzminerale, wobei sich zwei Erztypen unterscheiden lassen :

1. derbes Pyriterz mit wechselnden Anteilen an Zinkblende und etwas Kupferkies,
2. derbes Magnetkieserz mit Kupferkies.

Dieser zweite Typ kann zu einem Imprägnationstyp von Kupferkies in Grünschiefer übergehen. Tektonik und Erztypenwechsel erschweren die Cut-off-Berechnung. Die Gehalte liegen etwa bei 1,6% Cu und 1,1% Zn, sowie Spuren von Cd, As, Pb, Au und Ag.

Das Grubengebäude ist aufgeschlossen über einen asphaltierten, 2,2km langen Grundstollen (Niveau + 480mNN), eine in der Grube abzweigende 600m lange Rampe bis + 405m NN und zwei Wendeln; der Streckenquerschnitt beträgt  $22\text{m}^2$ . Zur Zeit werden die oberen steilstehenden Partien im Kammerfestenbau mit Magazinierung abgebaut. Die Bauweise hat starke Ähnlichkeit mit der auf Grube Rødsand. Zum Hochbrechen der Überhauen benutzt man Alimak-Kletterbühnen. Der Streckenvortrieb erfolgt mit doppelarmigen Bohrwagen (Plamec DC 95 bzw. Ingersoll Rand MJ 96, jeweils mit Atlas Copco COP 126 EDBohrmaschinen) und dem einarmigen Aggregat Plamec DHL - 70 - 4. Für die 3,3m Abschlüge werden 50-60 Parallelloch ( $\varnothing 45\text{mm}$ ) und drei 76mm-Loch als Einbruch benötigt.



Im Abbau bohrt man 15 m - Langloch-Vertikalfächer im Abstand von 1,8 m mit einer Atlas Copco 601 + COP 130 EL. Für die Ladearbeit sind CAT 980 ( $3,8 \text{ m}^3$  Schaufel), Eimco 915 H ( $3,4 \text{ m}^3$  Schaufel) und Wagner ST 2 B ( $1,5 \text{ m}^3$  Schaufel) eingesetzt. Im wesentlichen wird das Erz einer zentralen Sturzrolle zugeführt aus der man bei + 447 m abzieht und dann in Kiruna-Trucks K 250 (36 t Nutzlast) im Grundstollen zum Brecher fördert. Durch vier ausziehende Wetterbohrlöcher werden insgesamt  $2000 \text{ m}^3/\text{min}$  abgeführt, der Frischwetterstrom zieht durch den Grundstollen ein.

In der untertägigen Brecherstation nahe des Stollenmundlochs ist ein Backenbrecher (Maulweite  $1190 \times 1520 \text{ mm}$ , 75 mm Austragsspalt) installiert. Etwa 65 % der Mahlarbeit leistet die gummigepanzerte Autogenmühle ( $4,8 \text{ m } \varnothing \times 4,8 \text{ m}$ ) mit Hydrozyklonen im geschlossenen Kreislauf. Nach dem Passieren einer weiteren Kugelmühle ( $2,7 \text{ m } \varnothing \times 4,2 \text{ m}$ , Gummipanzerung), wieder mit Hydrozyklonen in geschlossenem Kreislauf, sind 85 % kleiner als  $44 \text{ } \mu\text{m}$ . Die weitgehend automatisierte, selektive Kupferkies- und Zinkblende-Flotation setzt 70 t Trübe / h durch. Der Pyrit kommt samt Abgängen in den nahegelegenen See Huddingsvann. Durch den hohen Kalkgehalt des Erzes stellen Grubenwässer und Abgänge kein Umweltproblem dar. Die Konzentrate, 26 000 t/a mit 24,3 % Cu und 5 000 t/a mit 48,2 % Zn, gehen mit Speziallastwagen 51 km zur Bahnstation Brekkvasselv oder 170 km bis zum Kai in Namsos. Die Mehrzahl der 130 Beschäftigten wohnt in dem 20 km entfernten Ort Röyrvik. Produktionsübersicht siehe Tab.12, Seite 34. [6, 45, 72, 78, 96].

## Killingdal

Die A/S Killingdal Grubeselskab baut ca. 40 km nördlich von Røros am Björgåsen bei Ålen, Sør-Trøndelag ein Kieserz ab.

In stark verfalteten Quarzserizit- und Chloritschiefern lassen sich von übertage her zwei linealförmige,  $30^{\circ}$ W fallende Erzlinsen auf 2900m im Einfallen verfolgen. Die nördliche, hangende Linse hat ca. 2m Mächtigkeit und 20m streichende Länge. Die rund 20m tiefer und 50m südlicher parallele, liegende Linse ist 3-6m mächtig und mißt 60m im Streichen. In der hangenden Linse sind 1,2%Cu, 6% Zn und 27% S in der liegenden 1,8% Cu, 3,0% Zn, 42 % S.

Die Grube ist aufgeschlossen durch fünf hintereinander folgende Gesenke, die im liegenden Nebengestein der südlichen (Haupt-) Linse nachfahren, und den 3km weiter westlich mit  $45^{\circ}$ E abgeteuften, tonnlägigen Schacht "Björgenschacht", der nach ca. 1500m auf das Gesenk 5 trifft. An diesem Zentralpunkt ist auch eine Brecheranlage eingerichtet. Da zwischen dem Schachtansatzpunkt des Björgenschachtes und dem Ansatzpunkt des obersten Gesenkes 1 ein Höhenunterschied von 200m besteht, hat die Grube eine zufriedenstellende natürliche Bewetterung.

Die Bauweise ist Kammerfestenbau. Vom jeweiligen Gesenk aus wird die Hauptlinse streichend mit einer Kopfstrecke und einer Grundstrecke angefahren und durch ein etwa 70m langes Aufhauen im Norden zwischen beiden vorgerichtet. Die nördliche Linse fährt man mit einer  $10-20^{\circ}$  steigenden Diagonalstrecke an. Im Abbau und in den meisten Förderstrecken wird zum nächsten Gesenk geschrappt (18 - 25 kW-Haspel), in einigen Strecken ist auch Wagenförderung oder ein Atlas Copco CAVO 310. Man fördert unmittelbar in das Gefäß des Gesenks. Bereits bei Gewinnung und Förderung aus beiden Linsen strebt man eine starke Vergleichmäßigung des Roherzes an. Die Brecherstation (30 t/h) zerkleinert auf -12mm. Der Björgenschacht hat eine Kapazität von 15t/h. Das Erz wird übertage mit 15t - LKW zur 1,5km entfernten Staatsbahnstation Ålen und dort 125km zur Aufbereitungsanlage Ilsvika in Trondheim gebracht.

In der Aufbereitung wird das Gut in einer Hardinge Kugelmühle (7' Ø x 36" mit Zyklon 12" Ø in geschlossenem Kreislauf) zerkleinert, in Agitair 24 - und Denver 18 SP-Zellen auf Kupferkies und anschließend in Denver 18 SP-Zellen auf Zinkblende flotiert. Der Pyritkreislauf ist stillgelegt. Die Abgänge leitet man in den Trondheimsfjord. Denver 6'-Scheibenfilter entwässern beide Konzentrate. Einer Roherzaufgabe von 40 000 t entsprechen 2 500 t Kupferkonzentrat (22% Cu, 21 g/t Ag, 0,7 g/t Au) und 2500 t Zinkkonzentrat (50 % Zn). Das Kupferkieskonzentrat geht per Bahn zur Boliden AB nach Schweden, das Zinkblendekonzentrat wird zur Norzink A/S in Odda am Hardangerfjord verschifft [44, 78].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	39	42	40	33	48	39	38
Kupferkonzentrat	2,6	3,0	2,3	1,7	2,6	1,9	2,5
Zinkkonzentrat	1,9	2,9	2,4	1,9	2,6	2,8	3,0
Pyritkonzentrat	k.A.	0	0,5	4,5	9	k.A.	k.A.
Gesamtbelegschaft (einschl. Aufbereitung Trondheim)	65	65	65	65	65	65	57

Tab. 13 : Killingdal, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89][90]



## Lökken

Die in Sør-Trondelag 70 km südlich von Trondheim gelegene Kieslagerstätte Lökken der Orkla Industrier A. S. fördert seit 1654 und ist nach der Stilllegung in Røros nun der älteste aktive Bergbau Norwegens.

Die geologische Umgebung von Lökken besteht überwiegend aus submarinen Lava- und Tuffablagerungen, die metamorph überprägt und verfaltet sind.

Der Haupterzkörper bildet eine unregelmäßig flachgepreßte, 2-30 m mächtige, langgestreckte Linse, die E-W streicht und 0-45°N einfällt.

Längs der 20 - 30°W abtauchenden Hauptachse läßt sich der Erzkörper von übertage bis ca. 1 200 m Teufe verfolgen. Es sind Imprägnationserz und feinkörniges Derberz unterscheidbar. Der Mineralbestand variiert ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit. Im Durchschnitt enthält das Erz über 70 % Pyrit, 6 % Kupferkies, 3 % Zinkblende, ca. 15 % Quarz und in einigen Lagerstättenteilen mehrere Prozent Magnetit. Als Repräsentativanalyse für Lokken kann gelten : 41,4 % S, 37,5 % Fe, 2,1 % Cu, 1,9 % Zn, 0,07 % Co, 0,07 % Mn, 0,04 % As, 0,02 % Pb, 0,01 % Cd, 0,005 % Se, 0,008 % Ni, 19 g/t Ag, 0,2 g/t Au, 13,7 % SiO<sub>2</sub>.

1972 wurde der ursprüngliche Großblindschacht im Westfeld der Grube bis übertage verlängert und ist heute der Hauptforderschacht. Dieser Astrup-Schacht erreicht eine Teufe von 1 050 m und hat annähernd elliptischen Querschnitt (11 m<sup>2</sup>). Im 76 m Turm befinden sich die Haupt- und Hilfsfördermaschine jeweils mit Gegengewicht (Siemens-Anlage). Die Hauptförderung hat ein 15 t - Skip und darüber einen 28-Personen-Korb, 6 Seilförderung, Gummirollenführung, 1010 kW-Antrieb, 9 m/sec.-Maximalgeschwindigkeit und 200 t/h Förderkapazität. Die 1 t - Hilfsförderung ist mit einem 5 Personenkorb, 2-Seilförderung und 52 kW-Antrieb für 6 m/sec ausgelegt. Beide Fördereinrichtungen können wahlweise vollautomatisch oder manuell gefahren werden.

Die 380 m-Sohle und auch die 481 m-Sohle stellen die Verbindung zu dem weiter östlich gelegenen Grubenfeld am Wallenbergschacht her, wo nur noch bis 1979 abgebaut werden soll. Das neue Feld im Bereich des Astrup-Schachtes ist durch 5 Sohlen (720 m, 750 m, 810 m, 870 m und 930 m) ausgerichtet (Bild 6).



Bewettert wird die Grube erstens durch einen östlich von Astrupschacht gelegenen Wetterschacht ( $2400 \text{ m}^3/\text{min}$ , 500 kW-Vorwärmanlage) und zweitens durch den Astrupschacht ( $1400 \text{ m}^3/\text{min}$ ), wo neben der 750 kW Vorwärmanlage auch die Abwärme der Kompressorstation (entspr. rd. 250 kW) genutzt wird. Ausziehender Schacht ist der Wallenbergschacht.

Bei mächtigen Lagerstättenteilen wendet man Kammerfestenbau mit strossenartigem Vertrieb an, Erze unter 8 m Mächtigkeit werden im Örtfestenbau (room and pillar) gewonnen. Das Erz ist außerordentlich hart und standfest. Die bis zu 100 m langen Kammern haben 16 m Breite, dazwischen bleiben 8 m Feste stehen. Ausgerichtet wird von im Liegenden aufgefahrenen Ladestrecken, parallel zu denen die Kammeraustragsstrecke läuft. Ladestrecke und Austragsstrecke sind in 8 - 12 m -Abständen durch Querschläge verbunden. Für den Verhieb wird auf voller Strossenbreite (16 m) in der Kammer eine Bohrstrecke aufgefahren. Das Niveau der Bohrstrecke ist so angelegt, daß möglichst keine Bohrlängen über 20 m entstehen. Von der Bohrstrecke aus werden die abwärtsgerichteten Fächer lotrecht, die aufwärtsgerichteten mit  $70^\circ$  Neigung gebohrt. Es sind zweiarmiger Tampella - OKU - Jumbo bzw. Atlas Copco ROC 600 mit Tampella L 400 Bohrmaschinen und Atlas Copco ROC 601 mit COP 130 - Maschine eingesetzt. Die 51 mm  $\varnothing$  Loch haben 3-4 m Abstand im Bohrlochtiefsten, der Fächerabstand ist 2,25 m; zwei Fächer ergeben 2- 4 000 je Abschlag. In der Ladestrecke fördern Atlas Copco CAVO 511 zu den Erzrollen, Förderweg 30 - 50 m. Aus den Rollen wird in der Hauptsohle abgezogen in  $1,8 \text{ m}^3$  Granbywagen (6 Wagen-Züge mit Batterielok) und zum schachtnahen Sturzschachtsystem gefördert, das von der 430 m Sohle bis zur Brecherstation auf 945 m verbindet. Nach dem Backenbrecher (Morgardshammar Nr. 11,  $1200 \times 900 \text{ mm}$ , 175 mm Austragsspalt, 500 t/h) erfolgt die automatische Skip-Beschickung auf der 965 m Sohle. Brecher, Füllort und Skipentleerung im Schachtturm sind je mit einer Staubabsaugvorrichtung ( $160 \text{ m}^3/\text{min}$ , Intensiv-Filter GmbH) ausgestattet. Vom Astrupschacht wird das Erz in 40 t LkW zur 3 km entfernten Aufbereitungsanlage am Wallenbergschacht transportiert.

Die Aufbereitung besteht im wesentlichen aus Zerkleinerung, Schwimm-Sink-Anlage, Mahlung und Flotation.

Vom untertägigen (15 000 t-) bzw. übertägigen (3 000 t-) Silo wird das Erz einem Backenbrecher (24' x 36') aufgegeben, danach siebt man das Feingut - 0,2mm ab und führt es einem 37,5 mØ - Eindicker zu. Das andere Gut wird in einem  $4\frac{1}{2}'$  Kreiselbrecher auf - 150mm zerkleinert und bei 5mm abgesiebt. Von dem Siebrückhalt (150/5mm) werden in einer Schwimm-Sink-Trommel (West/Wemco, 10' Ø x 12', Ferrosilizium u. Wasser) die Berge abgeschieden, von dem Siebdurchgang (-5mm) trennt man in Schraubenklassierern Schlamm ab, der ebenfalls zum Eindicker geht. Klassiereraustrag und gereinigter SS-Austrag werden in drei Fraktionen (150 - 60mm, 60 - 25mm, - 25mm) gesiebt und kommen in die zweistufige Autogenmahlung, jeweils mit Hydrozyklonen in geschlossenem Kreislauf, Der ersten Mühle (60m Ø x 6,0m, 2 x 1200 kW, 60 %  $n_{krit}$ , Gummi - panzerung, Fabrikat Scanmec / Strömmen Staal) werden die Fraktionen 150 - 60mm und - 25mm aufgegeben. Zwischen Mühle 1 und 2 ist eine Kupferkiesvorflotation geschaltet, Abgänge und Fraktion 60 - 25mm kommen in die zweite Mühle (3,8m Ø x 6,0m, 1 200 kW, Gummipanzerung). Nach der Mahlung sind 85 % - 0,037 mm. Die selektive Kupferkies- und Zinkblendeflotation geschieht mit Sala-Zellen (BFR/BFP 300 - 2 B). Im Kupferkieskreis sind fünf Reinigungsstufen. Das erste Zinkblendekonzentrat wird dreistufig gereinigt, während man das zweite Konzentrat einfach reinigt, entwässert, nachmahlt und wieder aufgibt. Zur Konditionierung werden verwandt : Hydratkalk (10kg/t), Z - 200 und K-amyloxanthat als Kupferkiessammler, Kupfersulfat und Äthylxanthat als Zinkblendesammler, Dowfroth 250 als Schäumer. Als Besonderheit ist zu erwähnen, daß der Schlamm aus dem Eindicker der SS-Anlage wegen der enthaltenen Oxydationsprodukte die Cu-Zn-Trennung stören würde und deshalb in einem eigenen Kreislauf flotiert wird. Die Abgänge pumpt man zum Schlammteich. Die Konzentrate werden eingedickt, auf Sala-Trommelfiltern entwässert und in Trommeltrocknern auf 8 % Feuchte getrocknet.

Das Kupferkieskonzentrat (20 000 t/a, 20,2% Cu) und das Zinkblende-  
konzentrat (5 000 t/a, 51,3 %Zn) transportiert man mit Speziallastwagen  
25km zum Kci Thamshavn nördlich von Orkanger am Trondheimsfjord, wo  
die Gesellschaft auch ein Ferrolegierungswerk betreibt.

1975 hatte der Betrieb eine Belegschaft von 200 Mitarbeitern (lt.  
Statistisches Zentralbüro), diese soll im Rahmen von Fördereinschrän-  
kungen und Rationalisierungen auf rund 100 verringert werden [5, 7,  
8, 21, 31, 78].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	425	440	348	220	314	383	340
Aus- und Vorrichtungsberge	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	26	21	50
Pyritkonzentrat (Cu-haltig)	250	284	244	93	2,4	0	0
Kupferkonzentrat	0	0	0	4,5	20	27	22
Zinkkonzentrat	0	0	0	0,9	5,2	k.A.	k.A.

Tab. 14: Ibbken, Produktion (in 1000 t)  
[89] [90]

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	99	103	131	140	154	170	184
Zinkkonzentrat	3,8	2,6	6,1	6,9	7,7	11,6	13
Bleikonzentrat	0,7	0,7	0,9	1,1	1,3	1,8	1,4
Kupferkonzentrat	0,8	0,8	1,2	1,1	1,0	1,5	1,3
Pyritkonzentrat	5,0	5,2	7,4	9,0	8,0	9,6	7,0
Gesamtbelegschaft	102	93	87	92	100	110	95

Tab. 15: Mofjell, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90] und A.Kruse pers.Mitt.



## Mofjellet

Die Mofjellet-Grube der Bergverkselskapet Nord-Norge A/S (Tochter der A/S Sydvaranger) liegt im NW Teil des Vestertermofjell, einem ca. 15 km langen Höhenzug südlich der Stadt Mo-i-Rana, Nordland.

Die Sulfidvererzungen sind gebunden an eokambrische Gneise mit Amphibolit Horizonten. Es werden drei stark W-E ausgelängte, meist flach nach S fallende Linsen unterschieden. Die bauwürdige Linse 2 erreicht durch Verfallung über 10 m Mächtigkeit und 30 - 80 m querschlägige (N-S-) Ausdehnung, während die 30 m tiefer abgebaute Linse 3 bei 2 m Durchschnittsmächtigkeit sich bis zu 100 m querschlägig erstreckt. Im Streichen ist das Erz auf über 2,5 km nachgewiesen. Die Vererzung variiert von Massiverz zu Imprägnationserz; sie enthält Pyrit und Zinkblende zu gleichen Teilen, dann Bleiglanz, Kupferkies und etwas Magnetkies sowie zahlreiche andere Sulfide in Spuren. Im Roh Erz sind 3,1% Zn, 0,8% Pb, 0,3% Cu, 7% S und 0,16 g/t Au. Das Grubengebäude wird durch eine 2,2 km Feldstrecke und einen 40 m tiefer liegenden Hauptförderstollen aufgeschlossen, der bei 20 m ü. NN zutage geht. Zur Bewetterung führt ein 1,2 m Ø, vollprofilgebohrter Wetterschacht von der Feldstrecke nach übertage (215 m ü. NN), an dessen beiden Enden Lüfter installiert sind.

Als Bauweise ist überwiegend ein variabler Kammerfestenbau gebräuchlich. Innerhalb der Erzlinse 3 werden streichende Parallelstrecken ( $Q = 16 - 24 \text{ m}^2$ ) mit 10 m Mittelabstand aufgefahren, die Querschläge sind 6 m breit, dazwischen bleiben 8 m x 6 m Festen stehen. Zum Auffahren benutzt man dreiarmlige Atlas-Copco Promec Bohrwagen, ausgerüstet mit Turmec R 250 und BBC 120. Die Abschlagslänge wechselt abhängig vom Querschnitt zwischen 3 m und 4 m. Je Abschlag sind ca. 60 Loch (43 mm Ø) und zwei Einbruchslöcher (89 mm Ø) üblich; bei Zweimannbelegung werden 300 - 350 Bohrmeter/Schicht geleistet; der Sprengstoffverbrauch beträgt  $2500 \text{ g/m}^3$ . - In den steileren Partien von Linse 2 fährt man 24 m breite Kammern zwischen 8 m breiten im Einfallen stehenden Festen, mit flachen Bauhöhen von ca. 30 m auf.



Die Kammern werden vorgerichtet durch ein Aufhauen, und von der oberen Bohrstrecke mit Langlochfächern abgebohrt. Meist sind es auf A-Böcken montierte Atlas Copco BBC120 F Bohrmaschinen, Lochdurchmesser 51mm; Lochabstand im Bohrlochtiefsten 2,2m; Fächerabstand 1,4m. Bei Abschlagen von 4-6 Fächern, entsprechend 4 - 5 000 t verbraucht man rund 400 g/t Sprengstoff. Für die Ladearbeit sind Caterpillar CAT 950 und ein Wagner ST 5E eingesetzt. Es wird in normale LkWs geladen, mit denen eine Unternehmerfirma direkt aus dem Abbaurevier zutage und über öffentliche Straßen in Mo - i - Rana bis zur Aufbereitung fährt. Die Weglänge für einen Fahrzeugumlauf beträgt 10,5km.

Bei der Aufbereitung in Andfiskåga wird zerkleinert mit Backenbrecher (RK 90/90) sowie zweistufig durch Kreiselbrecher B - 1 000 und 3' - Symons-Standard mit Vibrationssieb (HD 6) in geschlossenem Kreislauf. Die zweistufige Mahlung (23 t/h) besteht aus einer 2,1 m  $\varnothing$  x 0,9m Kugelmühle und dann einer 2 m  $\varnothing$  x 1 m Kugelmühle mit Spiralklassierer 0,9 m  $\varnothing$  x 6m in geschlossenem Kreislauf. Die Flotationsaufgabe hat 30 % - 74  $\mu$ m. Es werden zunächst Bleiglanz und Kupferkies kollektiv aufgeschwommen und in der Nachreinigungsstufe getrennt. Als zweites wird Zinkblende flotiert und in der dritten Stufe Pyrit. Die Abgänge gehen in den Ranafjord. Das Kupferkieskonzentrat enthält 22,9 % Cu (entspr. 70% Ausbringen), das PbS-Konzentrat hat 66,1 % Pb ( $\cong$  75 % Ausbringen), das Zinkblendekonzentrat hat 53,8 % Pb ( $\cong$  90% Ausbringen) und das Pyritkonzentrat hat 49,8 % S ( $\cong$  50 % Ausbringen). Neben der Aufbereitung befinden sich Silos und Kaianalge, von woaus die Konzentrate verschifft werden [12, 78]. Zur Produktions- und Belegschaftsentwicklung wird auf Tab. 15, Seite 42 verwiesen.

## Repparfjord

Die Repparfjord-Abteilung der Folldal Verk A/S baut am Ulverygg in Kvalsund, fylke Finnmark, Kupfererz im Tagebau ab. Das ca. 50km südlich von Hammerfest gelegene Vorkommen befindet sich in dem präkambrischen Komagfjordfenster und besteht aus Bornit-, Kupferglanz- und Kupferkies - imprägnationen in Quarzit. Die steilstehende Vererzungszone (0,72 % Cu) mißt im Ausbiß 2 km bei einer Maximalbreite von etwa 100m und ist bis 250 m Teufe nachgewiesen.

Das Erz wird auf dem ca. 400m hohen Berg Ulverygg im Tagebau gewonnen. Die Strossenhöhe beträgt 12m. Die 5" Ø - Bohrungen werden vor allem mit Gardner Denver HD C - E - 69 Schlagbohrmaschinen niedergebracht. Bohrmehlproben dienen zur Abbau-Überwachung. Üblich sind 3m - Lochabstand, 4m-Reihenabstand und AND-Sprengstoff. Die Gewinnung erfolgt mit einem Caterpillar CAT 992. Seine Reifen sind wegen des scharfkantigen Haufwerks kettengepanzert. Dieser fördert das Erz direkt in Sturzrollen; bei größeren Weglängen schaltet man 40t - Kiruna-K 250 Trucks oder 32t - Kockums LkW dazwischen. 200m tiefer wird in einem Förderstollen von den Rollen in Kiruna-Trucks abgezogen und 3km weiter zum Brechersilo gefördert. Durch die untertägige Förderung und Zerkleinerung ist man etwas unabhängiger von den extremen Klimaeinflüssen. Die dreistufige Brecheranlage (320 t/h) besteht aus einem Backenbrecher (Svedala - Årbra R150/120 - 250) und zwei parallelen Mengenströmen durch je zwei Kreiselbrecher (Allis Chalmers 1650 bzw. 760) mit zwischengeschalteten Sieben. Die Brecheranlage ist staubdicht verkleidet und an eine Absauganlage angeschlossen. Das Gut - 20 mm wird über Band und Silo aufgegeben auf eine Sala-Stabmühle (3,3 m Ø x 4,8; 700 g/t Mahlstabverbrauch) mit Krebs D15B Zyklon in offenem Kreislauf. Der Überlauf geht zur Flotation, der Unterlauf wird einer Kugelmühle (3,3 m Ø x 5,7m, 1550 g/t Mahlkörperverbrauch, 200 % umlaufende Last) mit einem Satz Krebs-Zyklonen in geschlossenem

Kreislauf aufgegeben. Das Mühlenendprodukt hat 80 % - 0,074mm. Die Siebe, Mühlen und Zyklone sind mit Gummi (Skega) ausgekleidet. Die Mahlung benötigt 16 kW/t. Bereits bei der Mahlung wird das Gut vorkonditioniert mit Kalkmilch und Sammler. Für die Einprodukt-Flotation in Wemco - Fagergren No. 120 - Zellen (bzw. bei der Nachreinigung No. 66 - Zellen) lassen sich folgende Kennwerte angeben : Durchsatz 85 t/h, 40 % Feststoff in der Trübe, pH 10,2 ; Reagenzverbrauch : Kalk 210 g/t, K - amyl-xanthat 60 g/t, Dow. Z 200 Sammler 11g/t, 41 - G Schäumer 27 g/t. Das Konzentrat wird in einem 12 m Ø - Eindicker (Sala SFC 315 - 12) und über Trommelfiltern (Sala TF 58, 1,6 m Ø x 2,5m) auf 10 % Feuchte entwässert sowie in einem Drehtrockner (1,6m Ø x 6,3m) auf 6 % Feuchte getrocknet und dann vom nahegelegenen Kai zur Norddeutschen Affinerie, Hamburg, verschifft. Im Konzentrat sind durchschnittlich 36 % Cu (= 90 % Ausbringen), 70 g/t Ag und 0,4 g/t Au; Beimengungen von Malachit verschlechtern den Wirkungsgrad der Flotation erheblich. Die gesamte Aufbereitung ist weitgehend automatisiert und wird u. a. durch Fernsehkameras und Mikrofone zentral überwacht. Die Abgänge (ca. 0,05 % Cu) versetzt man mit Flockungsmitteln und leitet sie bei 60m Tiefe in den Repparfjord. Ökologische Störungen sind in den lachsreichen Gewässern nicht feststellbar [19, 22, 38, 81, 88].

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	240	609	628	634	452	240
Kupferkonzentrat	3,3	9,8	9,4	8,9	8,5	4,5
Gesamtbelegschaft	137	136	114	84	86	51

Tab. 46 : Repparfjord, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90] und J. Mikkelsen pers. Mitt.



## Skorovas

Die Skorovas-Grube der Elkem-Spigerverket A/S liegt auf der Ostseite des oberen Namdal bei der Ortschaft Namskogan, Nord-Trøndelag, ca. 100km nördlich von Namsos. Hier sind Sulfiderze geknüpft an 300 - 400m mächtige Grünschiefer (-Metabasalt -) Serien der Gjersvikdecke, welchen im Nahbereich des Vorkommens auch Dazit und Tuffhorizonte eingeschaltet sind. Es handelt sich um N-S-streichende, flach - nur gelegentlich bis  $40^\circ$  E-einfallende, 20 - 30m (max. 50m) mächtige Linsen mit meist scharfen Grenzen gegen das Nebengestein. Die Erzminerale sind Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende und etwas Magnetit; die Gangarten sind vor allem Quarz, Kalkspat, Chlorit und Serizit. Das Roherz enthält im Durchschnitt 1,23 % Cu und 1,94 % Zn.

Die Grube ist aufgeschlossen durch einen 450m langen Hauptstollen ( $Q = 4 \times 2,8m$ ) und davon abzweigenden Querschlägen und Richtstrecken (z. T.  $14m^2$ ). Für einige tiefer gelegene Erzpartien ist Unterwerksbau erforderlich, der durch zwei  $9^\circ$ -Schrägschächte (Wagenförderung je 300 t/Schicht) ausgerichtet ist. Überwiegend wendet man Kammerfestenbau an: Die querschlägig angeordneten Kammern sind 20 - 25m breit und 80 - 100m lang, dazwischen bleiben 10m breite Festen stehen. Die Höhe variiert mit der Mächtigkeit zwischen 20 und 50m. Frischwetter werden durch einen nach Osten zutage gehenden Stollen zugeführt, in dem auch fünf 30kW - Vorwärmaggregate installiert sind. Die Abwetter ziehen durch mehrere Wetterüberhauen aus.

Zum Auffahren der Überhauen, Schrapper- und Bohrstrecken ( $5-8m^2$ ) werden Bohrhämmer (BBC 16) auf Stützen und Schrapper eingesetzt. Üblich sind: 1,5m Abschlüge mit 27 Loch ( $34mm \varnothing$ ), Einmannbelegung,  $1,3''/MuS$  - Vortriebsleistung,  $2400 g/m^3$  Sprengstoff - (Glynit -) Verbrauch. Im Abbau wendet man aufwärts gerichtetes Langlochbohren ( $50 mm \varnothing$ , 15 - 20m Länge, Endabstand 4m) an. Dazu sind die BBC 120F-Maschinen auf Bohrwagen oder Säulen montiert. Der Fächerabstand beträgt 2,20m; mit fünf Fächern ergibt sich ein Durchschnittsabschlag von rd. 17000 t. Der Sprengstoffverbrauch liegt bei 300 g/t.



Das Erz wird von den Abzugstrichtern mit 22 kW- bzw 36,8 kW - Schrappern zur Ladestelle gefördert (mittlere Förderlänge 30 m, 20 t/h). In der Hauptstreckenförderung sind 6 t- und 7 t- Batterieloks mit je 5 Granby-Wagen ( $3,65 \text{ m}^3$ ) eingesetzt. Die Förderkapazität der Grube beträgt 230 000 t/a. Das Roherz wird nahe des Stollenmundloches einem Backenbrecher aufgegeben. Das - 5" gebrochene Gut geht mit Bandförderung zur Aufbereitung. Bis 1975 erzeugte man ein kupfer- und zinkhaltiges Pyritkonzentrat, dann folgte die Umstellung auf eine selektive Flotation von Kupferkies- und Zinkblendekonzentrat. Nach anfänglichen Schwierigkeiten im 1. Halbjahr 1976 erreichte man seither eine weitgehende Vergleichmäßigung des Prozesses und erzielt 24,4% Cu-haltiges Kupferkieskonzentrat (Ausbringen 93%) und 52% Zn-haltiges Zinkblendekonzentrat (Ausbringen 74 %). Die Konzentrate werden mit einer 3 x 15 km langen Seilbahn (50 t/h) zum Verladekai bei Kongsmoen am Follafjord transportiert [33, 48, 62, 78] .

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	183	202	194	187	195	204	231
Pyritkonzentrat (Cu-haltig)	145	155	159	153	117	0	0
Kupferkonzentrat	0	0	0	0	0	8,1	9,1
Zinkkonzentrat	0	0	0	0	0	3,4	5,9
Gesamtbelegschaft	178	177	175	179	160	145	128

Tab. 17: Skarovas-Grube, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]

## Sulitjelma

Die A/S Sulitjelma Gruber, (zu 92 % der Elkem-Spigerverket A/S gehörend, baut ca. 35km östlich von Fauske, Nordland, nahe der schwedischen Grenze Sulfiderze ab.

Die schichtgebundenen Erze treten in Verbindung mit kambrosilurischen, metamorph überprägten Sedimenten und Vulkaniten (Konglomeraten, Glimmerschiefern, Chloritschiefern) auf. Die erzführenden Horizonte liegen in einem NW SE streichenden Sattel, auf dessen Nordflügel heute der Bergbau umgeht: Felder Mons Peter II, Charlotta und Giken II und Ny-Sulitjelma (Bild 7). Das Einfallen schwankt zwischen  $40^{\circ}\text{N}$  im östlichen und  $10^{\circ}\text{N}$  im westlichen Teil. Die bauwürdigen, etwas elliptischen Linsen haben 0,5 bzw. 1,0km  $\varnothing$  und eine mittlere Mächtigkeit von 2m. Es treten in kurzen Entfernungen starke Mächtigkeits- und Lagerungsänderungen auf. Die Massiv- und Imprägnationserze bestehen aus Pyrit, Magnetkies, Kupferkies sowie Biotit und Hornblende; im Haufwerk sind 1,76 % Cu (gegenüber 2,4 in situ), 0,4 % Zn, 19% S, 14g/t Ag, 0,14 g/t An.

Das Grubengebäude ist aufgeschlossen über den Grundstollen (+ 130 mNN), den Kjell-Lund-Schacht (tonnläufig), den tonnlägigen Schacht Nord III und die Hauptfördersohlen (-107m, -183m, - 270m und - 407 mNN). Nachdem in den 60 er Jahren in Anlehnung an Erfahrungen aus dem Ruhrbergbau vorwiegend streichender Strebbruchbau mit schwebendem Verhieb durchgeführt wurde, ist die Gewinnung inzwischen auf einen streichenden Örter-Pfeilerbau umgestellt. Die Erzlinsen werden dazu in Abbaufelder (500 m streichend, 150m-180m fallend) unterteilt. Zentral in jeder Abteilung werden ein Sturzrollensystem mit der Vollschnittmaschine Robbins 61 R und eine Zick-Zack-Rampe (Gefälle 1 : 5 bis 1: 7) aufgefahren. In jeder Rampenkehre führt eine Zwischensohle (Ort) bis zur Abteilungsgrenze. Der Örterabstand beträgt 5 -8 im Einfallen. Die Pfeiler gewinnt man im Rückbau.

Im Hauptstreckenvortrieb ( $Q = 11,5\text{m}^2$ ) verwendet man einen gleisgebundene zweiarmige gleisgebundene Atlas Copco mit Corona ES 300 Bohrmaschinen, geladen wird mit LM 250 und gefördert mit Hägglund shuttle car HRST 115B.

In den Örtern setzt man Gardner Denver Minibor mit zwei D - 93 LAR Maschinen ein.

Geladen wird mit Atlas Copco CAVO 310 bzw. 510 und Wagner ST 2B. AND-Sprengstoff ist das übliche. In die weiteren Planungsüberlegungen sind auch Betonversatzverfahren einbezogen; denn die Gebirgsverhältnisse sind generell verhältnismäßig ungünstig. Aus diesem Grunde ist vielfach Ankerung nötig, und es werden umfangreiche regelmäßige Gebirgsmechanik-Überwachungen durchgeführt. Das Erz geht in den Hauptförderstrecken (ASEA - Fahrdrathlokomotiven 5 t und 9t; 4 m<sup>3</sup>-Granbywagen) zum Brecher am Kjell-Lund - Schacht. Der Backenbrecher (Morgardshammar AR 120, 1200 - 900mm) setzt 175 t/h durch.

Übertage folgt die weitere Zerkleinerung und Mahlung :

- a) Backenbrecher Morgardshammar 9S,
- b) Symons-Kreiselbrecher Standard Medium 5  $\frac{1}{2}$  und Lindberg-Doppelsieb in geschlossenem Kreislauf ,
- c) Humboldt-Kugelmühle (2,70m Ø x 3,00m, 77 % n<sub>Krit</sub>, Gummipanzerung, 1 kg/t Mahlkörperverbrauch) mit Sala-Schüsselklassierer (4,5 mØ ) in geschlossenem Kreislauf. Die Flotationsaufgabe hat 50-52 % - 0,074 mm. Flotiert wird im wesentlichen in Sala BFP 240 - Zellen (7,7m<sup>3</sup>) zunächst Kupferkies (41 g/t K-äthylxanthat, pH 11,8) dann Zinkblende (12 g/t K-äthylxanthat, pH 12) und schließlich Pyrit (155 g/t K-äthylxanthat, 1,3 kg/t schweflige Säure, pH 6,5). Die Konzentrate entwässert man auf Trommelfiltern. Die Abgänge leitet man in den See Langvann.

Der Kupferkies geht zusammen mit geringen Fremdkonzentratmengen ( Fosdalen) filterfeucht in die Elektrohütte am Ort . Das Blisterkupfer (99%) wird nach Deutschland exportiert. Schwefelkies ging vor allem nach Schweden. Das Zinkkonzentrat verarbeitet die Norzink A/S in Odda am Hardangerfjord.

Der Abtransport geschieht mit Lkw über eine neue (1974) Straße, die der früheren Eisenbahntrasse folgt, zum Kai bei Finneid/Fauske. Der Fjordzugang (Saltstraumen) ist wegen starker Strömungsgeschwindigkeiten nur kurzzeitig zwischen Ebbe und Flut passierbar.

Die Belegschaft bestand am 30.6.77 aus 375 Arbeitern (davon 190 u.T.) und 80 Angestellten (Dir. Blokkum, pers. Mitt.). Die Existenzgrundlage der 2 000 Einwohner ist eng mit Grube, Hütte und Nebenbetrieben (Wasserkraftwerk usw.) verknüpft [62, 63, 64, 78, 96].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Rohrzerföderung	387	436	399	374	424	412	508
Kupferkonzentrat	22,2	24	23	19	21	24,6	25,4
Zinkkonzentrat	1,6	2,1	1,8	1,1	1,5	1,9	1,9
Pyritkonzentrat	81	88	82	59	93	97	61
Blisterkupfer	6,5	7,5	7,5	6,6	6,7	6,6	6,6
Gesamtbelegschaft	765	658	621	654	537	465	425

Tab. 12: Sulitjelma, Gruben und Hütte, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft [89] [90] und T.Blokkum pers. Mitt.



## Tverrfjellet

Die Sulfiderz-Grube Tverrfjellet der Folldal Verk A/S liegt nahe der Station Hjerking (Dovre) an der Bahnlinie Oslo - Trondheim.

Innerhalb von NW-SE-streichenden unter - bis mittelordovizischen Amphibolit-Grünschiefern, Quarziten und Metatuffiten treten mehrere steilstehende, verfaltete, massige Sulfidlinen auf. Die Mächtigkeiten schwanken zwischen 5 m und 50 m, im Durchschnitt bei 12 - 15 m. Die Hauptachse der Linsen taucht mit ca. 30 - 40° nach NE ab. Das Erz besteht aus Pyrit, Kupferkies, Magnetkies, Zinkblende und etwas Magnetit. Mit der Teufe nimmt die Kupferkiesführung zu, während Zinkblende zurückgeht. Im Roherz sind durchschnittlich 0,97% Cu, 1,0% Zn, 30% S sowie 4 g/t Au und 330 - 370 g/t Ag.

Das Grubengebäude ist ausgerichtet durch einen Saigerschacht (von 1100 m ü. NN bis 710 m ü. NN; lichter Durchmesser 4,9 m) und einem bei der Exploration abgeteuften 45° tonnlägigen Schacht, sowie 7 Sohlen im 60 m-Abstand. Man wendet streichenden Kammerstrossenbau an, wobei der Abstand von Feste zu Feste ca. 75 m und die Festenbreite 15 - 20 m betragen.

Als Beispiel für die Aus- und Vorrichtungsbetriebe sei die neue Spirale ( $Q = 36 - 42 \text{ m}^2$ , Steigung 1 : 10) unterhalb der 6. Sohle angeführt.

Zum Bohren benutzt man eine Atlas-Copco Plamec DC 95 mit drei Tunmec R 250 - Armen, davon zwei mit COP 90 ED (38 mm Loch  $\varnothing$ ) und einer mit COP 126 ED (48 mm Loch -  $\varnothing$ ) bestückt. Bei einer Bohrlochtiefe von 3,40 m bringen 64 Parallelbohrungen jeweils 3 m-Abschläge mit  $2,2 \text{ kg/m}^3$  Sprengstoffverbrauch. Der Abschlag wird mit Radlader CAT 980 B und dazu 2-3 CAT 769 B oder Mack DM 686 S in rund 3 Stunden abgefördert. Bei einer Zweimannbelegung des Bohraggregates sind bis zu 3 Abschlüge in zwei Schichten möglich.

Überhauen werden von Alimak - Bühnen STH-5 aus im Querschnitt 2,3 x 2,3 m mit BBC 16 Bohrmaschinen in je 2,2 m Abschlügen/Schicht bei Zweimannbelegung hochgebrochen.

Von Bohrstrecken aus, die zentral im Erz mit 20 m Saigerabstand aufgeföhren sind, werden die Abbaustrossen in Fächern abgebohrt. Üblich sind meist auf A-Böcken montierte Atlas Copco BBC 120 F - Maschinen.

Die Vertikalfächer der 51 mm  $\varnothing$  - Bohrungen haben 10 - 20m Lochlängen, 2m - Lochabstand im Bohrlochtiefsten und 1,8m - Fächerabstand. Man benutzt AND-Sprengstoff mit Dynamit als Primer. Der Abschlag umfaßt je einen Fächer und kann abhängig von der Mächtigkeit zwischen 600 - 6000 t schwanken.

Oberhalb der 6. Sohle wurde von den Austragsrollen der Kammern in Ladequerschlägen mit Schrapper in Sturzrollen gefördert, die zur Brecherstation bei Sohle 6 führten. Unterhalb der 6. Sohle ist für LHD-Technik (Elektrobagger Bröyt X4 EL, CAT 980 u. 988 Lader sowie CAT 769b Lkw) ausgerichtet. Die Grube wird durch einen einziehenden Wetterschacht ( $17\text{m}^2 \varnothing$   $6\,000\text{ m}^3/\text{min}$ ) im Westfeld und zwei ausziehende Schrägschächte ( $6\text{m}^2$  und  $9\text{m}^2$ ) im Ostfeld bewettert.

Die dreistufige Brecheranlage (350 t/h) besteht aus einem Backenbrecher (1 200 x 1 500 mm Maulweite) und dann zwei Kreiselbrechern, jeweils mit Sieb in geschlossenem Kreislauf. Das Gut ( $-3/4''$ ) kommt über den 270m Bandberg zum Füllort,. Im Hauptschacht ist eine Skip-Gegengewichtanlage installiert. Die vollautomatische Anlage (400 kw, ASEA HSCE 2,25) befindet sich im 51 m hohen Betonurm. Auf dem 13,5t Skip ist ein 37 - Personen-Korb montiert. Für Materialförderung bei 12 m/s (Personenfahrt 6m/s) ergibt sich eine Förderkapazität von 400 t/h. Übertage geht das Erz zu einer Stabmühle ( $2,9\text{ m } \varnothing \times 4,3\text{m}$ ,  $66\% n_{\text{krit}}$ ) in offenem Kreislauf mit Zyklonen (Bild 8) und weiter zu einer Kugelmühle ( $3,2\text{m} \varnothing \times 4,7\text{ m}$ ,  $75\% n_{\text{krit}}$ ) mit Zyklon und Schüsselklassierer im Kreislauf. Das Gut ( $80\% - 75\mu\text{m}$ ) kommt dann in die selektive Kupferkies-Zinkblende - Pyrit - Flotation (90 - 95 t/h). Die erste Kupferkiesflotation ist konventionell mit Vorstufe, Nachmahlung, und Reinigungsstufe aufgebaut, desgleichen die anschließende erste Zinkblendeflotation, der dann aber eine inverse Zinkblendeflotation unter Zugabe von vorgewärmtem  $\text{SO}_2$  angeschlossen ist. Das aufgeschwommene Gut wird nachgemahlen und der zweiten Kupferkiesflotation (Drücken von Pyrit) zugeführt. Den Abgang aus der ersten Zinkblendeflotation flotiert man zweistufig (1. normal, 2. invers) auf Pyrit.

Alle drei Konzentrate werden anschließend eingedickt, gefiltert, getrocknet und in untertägigen Silos gelagert. Von der Dovrebahn führt ein Werksanschluß zu dem untertägigen Verladebahnhof. Die Konzentrate werden in firmeneigenen, verdeckten Bodenentleerern transportiert.- Die Gesamtanlage ist für ca. 650 000 t/a Roherz konzipiert. Daraus ergeben sich 22 000 t/a Kupferkieskonzentrat (24,6% Cu), 10 000 t/a Zinkblende-konzentrat (50,6% Zn) und 200 000 t/a Pyritkonzentrat (50,6% S). Abnehmer für das Kupferkonzentrat sind die Boliden AB in Schweden und die Norddeutsche Affinerie Hamburg, das Zinkkonzentrat geht zur Norzink A/S in Odda am Hardangerfjord, und die eigene Muttergesellschaft, Borregaard A.S., verarbeitet den Pyrit in Sarpsborg, Ostfold. Die Abgänge werden einem Schlammteich zugeführt[38, 58, 72, 78].

Für Herbst 1978 ist eine Umstellung der Pyritflotation vorgesehen. Aus den Abgängen dieser Flotation soll dann Magnetit abgeschieden werden, den man dann noch in einer Nachreinigung (Flotation) von sulfidischen Beimengungen säubert [92].

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Roherzförderung	601	605	605	634	665	662
Kupferkonzentrat	23	22	17	22	25	25
Zinkkonzentrat	9,7	8,3	11,7	10,4	10,0	11,3
Pyritkonzentrat	232	225	260	204	223	223
Gesamtbelegschaft	280	320	323	265	265	250

Tab. 49: Tverrfjell, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]



### Graphit:

#### Skaland

Die A/S Skaland Grafitverk betreibt Graphitbergbau im NW der Insel Senja, Troms. Auf der Landzunge nördlich des Bergsfjord erstreckt sich N-S eine 450m breite,  $80^{\circ}$ E fallende Schieferzone, in der zahlreiche Graphitlinsen mit steilen Achsen ( $70^{\circ}$ S) einschieben. Der Bergbau geht im wesentlichen auf der sog. Topgangen-Linse um, die bis zu 24m Mächtigkeit und ca. 150m streichende Erstreckung hat. Das Erz besteht aus überwiegend grobkristallinem Graphit sowie Quarz, Feldspat und Spuren von Magnetkies, Glimmer und Apatit. Es enthält durchschnittlich 26% C.

Die Grube ist aufgeschlossen durch einen 300m langen,  $30^{\circ}$ -Schrägschacht ( $Q = 5,5m^2$ ) vom +150m - bis zum -20m-Niveau und einen anschließenden Hauptstollen, der auf Niveau 0m dem nach N auskeilenden Erz folgt und nach Süden auf Niveau 1m als 600m langer Transportstollen ( $Q = 16m^2$ ) bis zum Kai nach übertage verlängert wurde. Der Stollen dient einerseits zur Ausrichtung der unterhalb anstehenden Erze und andererseits der natürlichen Wetterführung (Bild 9).

In dem oberhalb des Hauptstollens umgehenden Abbau wendet man Kammerbau mit strossenartigem Verhieb an. Es findet möglichst keine Haufwerksmagazinierung statt, weil der sonst mittlerweile oxydierende Magnetkies die Flotation stört. 3m über dem Hauptstollen ist die Schrapperstrecke angelegt; in der nächst darüber liegenden 30m - Scheibe sind mehrere  $45^{\circ}$  Rollen hochgebrochen; die übrigen Teilsohlen haben 18-20m Abstand.

Von den am Liegenden aufgefahrenen Strecken wird mit einem Atlas Copco Simba Junior (mit BBC 120 F und BBC 100 F Maschinen) aufgebohrt: Loch  $\varnothing = 51$  mm, Endabstand max. 2m, Fächerabstand 1,5m. Es werden zwei Fächer je Abschlag geschossen, Ein 37kW-Zweitrommelschrapper fördert mittels einer Stahlblechübergabe direkt in die  $2m^3$ -Granbywagen, die eine 3t - Batterielok zum Brechersilo fährt. Vom Brecher wird in den 2,5 t - Skip des Schrägschachtes (66 kW-Eintrommelhaspel, Kapazität 27 t/h) aufge-



geben. Die Graphitaufbereitung geschieht durch Flotation in Agitair 48 -, bzw. Agitair 36- und Denver 18-Zellen. Der abgesackte, palettierte Graphit wird in mehr als 15 verschiedenen Qualitätssorten verschifft und vorwiegend zur Trockenelementherstellung verwendet [13, 78].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Rohförderung	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	41	40	32
Versandqualität	8,3	8,5	7,0	9,5	9,3	9,1	9,0
Gesamtbelegschaft	79	82	77	86	89	95	95

Tab. 2: Skaland, Graphitproduktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89] [90]

Talk:

Altermark

Die Altermark-Talk-Gruben der A/S Norwegian Talc liegen ca. 20km westlich von Mo i Rana, Nordland.

Zusammen mit Serpentin bildet der Speckstein sehr unregelmäßige und recht unterschiedlich große Linsen in chloritführenden Glimmerschiefern. Größenordnungsmäßig gilt für die bauwürdigen Teile eine mittlere Mächtigkeit von 8m und ein Einfallen zwischen  $30^{\circ}$  und  $70^{\circ}$ . Der Speckstein ist verunreinigt mit einigen Prozent Magnesit und 5-6% Magnetit. Magnesit verbessert zwar den Weißfarbton, es verschlechtert sich aber der Talkgehalt.

Die südlich der früheren Abbaubereiche liegende Grube III ist aufgeschlossen durch einen 300m längen,  $35^{\circ}$  tonnlägigen Schacht ( $Q = 10m^2$ ) mit automatischer Doppelskipanlage (2 t, 37 kW, 1,8m/sec, Fabrikat Munch-Hamjern). Für Seilfahrt ist auf dem einen Skip ein 6 - Personenwagen montiert. Die 258 m (u. NN) - Hauptsohle hat eine 750 m lange Verbindungsstrecke zur älteren Grube II. Als Abbauverfahren wendet man einen modifizierten Kammerstrossenbau mit Haufwerksmagazinierung und Örterbau an. Die Hauptstrecken ( $Q = 8,3 m^2$ ) folgen dem Speckstein am Hangenden, von dort werden Querschläge zum Liegenden gefahren, wo Rollen mit dem Abbau verbinden. Zwischen 6m breiten Kammern bleiben 5m breite Festen. Im Talk benutzt man elektrische Siemens-Spiralbohrmaschinen, im Glimmerschiefer Atlas Copco BBC 16, beide auf Druckluft-Bohrstützen. Der Sprengstoffverbrauch im Abbau liegt bei 200g/t. Bedarfsweise wird im Abbau geschrappt. Schienengebundene Atlas Copco LM 56 laden in  $2,0m^3$  Granbywagen, die mit Akku-Lok (1,5 t Man cha bzw. 2,2 t Levahn) zur Kippstelle am Schrägschacht fahren (mittlerer Förderweg 120m). Das Haufwerk wird in drei verschiedene Bunker sortiert : Talk, Berge und unreiner Talk. Der reine Talk wird direkt auf - 4mm gebrochen, vom unreinen Talk werden am Leseband Berge aussortiert und dann gibt man ihn dem Brecher auf. Berge gehen ungebrochen auf Halde. Frischwetter führt man mit 15kW Lüfter über 50cm  $\varnothing$  - Lutten zu. Über die 30m oberhalb der Hauptsohle verlaufende Suchort- und Wettersohle gehen die Abwetter in den Schrägschacht.

Übertage transportiert man mit 5,8 t - LKW 7,5km weiter zum Kaisilo am Ranafjord und verschifft von dort nach Knarrevik auf Lille Sotra bei Bergen.

Die Knarrevik-Anlage ist eine firmeneigene, zentrale Aufbereitung für Dolomit, Talk und Glimmer. Der Speckstein wird zunächst mit Prallmühle und Hammermühle auf -0,6mm zerkleinert. Den Magnetit trennt man mit Schwachfeldscheider ab. Es folgt die Mahlung in einer Kugelmühle auf -0,1mm dann in neun 36" Strahlmühlen.

Gewöhnlich stellt man zwei Produkte her : 98 % -20  $\mu\text{m}$  und 99 % -10  $\mu\text{m}$ . Die Gruben fördern etwa 35 - 40 000 jato Talk [4, 78]

#### Framfjord

Die Framfjord Talkgrube der A/S Norwegian Talc liegt ca. 15km westlich der Ortschaft Vik, Sogn og Fjordane, an einem südlichen Seitenarm des Sognefjords. Hier treten schmale Specksteinlinsen in kambrosilurischen Phylliten auf.

Vom Tal führt ein 220 m langer Grundstollen unter die auskeilende Talklinse, die durch ein 270m langes bis zutage gehendes Überhauen angefahren ist. In dem Kammerstrassenbau sind Schrapper- und Wagenförderung gebräuchlich. Zwischen Stollenmundloch und Talsohle hat man Rutschen. LKW's bringen das Gut 3km weiter zur Mühle am Fjord. Der Talk wird in Brecher und Prallmühle zerkleinert, getrocknet, gemahlen und nach Windsichtung -0,074mm in 50kg Säcken verschifft. [4]

#### Otta, Kvam

Über die Specksteinproduktion im oberen Gudbrandsdal ca. 300km nördlich von Oslo (Ostlandske Stenexport, Otta und Smestad u. Saetre A/S, Kvam) liegen keine Daten vor. [7]

Glimmer:

Rendalsvik

In Rendalsvik am Südufer des Holandsfjord, Kommunalbezirk Meløy, Nordland, baut die A/S Norwegian Talc eine steilstehende, 30 m mächtige Glimmerschieferzone ab. Die Grube ist ausgerichtet mit drei Tagesstollen, einer verbindenden liegenden Richtstrecke und einem Schrägschacht zur Aufbereitung. Gebaut wird mit Scheibenbruchbau und dazwischen stehenbleibenden, glimmerarmen Festen. Auf der Hauptsohle laden Wurfschaufellader in Container, die mit Dieselfahrzeugen zum Schacht gebracht werden. In der Aufbereitung stellt man trocken mit Prallmühle, Luftsetzmaschinen und Sieben ein 95 %-iges Glimmerkonzentrat -2 mm her, das in Knarrevik (vgl. S.58) bei Bergen zusammen mit importiertem Glimmer durch Schwach- und Starkfeldscheidung von Magnetit und Biotit gereinigt und in Strahlmühlen zerkleinert wird. Die Grube produziert zwischen 3000 bis 5000 t/a Glimmerkonzentrat [4, 7] .



## Olivin:

### Åheim

Die staatseigene A/S Olivin baut 8km südöstlich von Åheim, Vanylven in Møre og Romsdal, Olivin im Tagebau ab. Es handelt sich um ein sehr großes Vorkommen von recht reinem Olivin mit 49%MgO.

Die Gewinnung im Tagebau Halse erfolgt auf 15m-Strossen; es werden 4" Ø-Loch mit Senkbohrmaschinen (Ingersoll Rand 4 RD 475) niedergebracht; üblich sind 30 000 t - Abschlüge. In der Förderung sind Radlader Michigan 275 B eingesetzt. Vom Grobbrecher (Lokomo 1200, Austrag -170mm) geht das Gut über Silo zur LkW-Verladung (33 t - Sænia Varbis) und 8km weiter zur Aufbereitungsanlage in Åheim. Hier wird in zwei parallelen Backenbrechern (Humboldt 80/50 und Svedala Åbra 75 F) auf -100mm zerkleinert. Vom nachgeschalteten Doppelsieb wird die Fraktion 100-45mm einem Kreiselbrecher (Gravimatic B 1 000) und Prallmühlen (Hazemag SAP 3 und AP4) aufgegeben. In mehreren Siebstufen trennt man die Fraktionen 40 - 15mm, 15 - 5mm und 5-1mm. Das Feingut kommt in einem Trommeltrockner und wird anschließend trocken weiter gesiebt. Staub trennt man in Zyklonen und Kaskadenreinigern ab.

Außer einem großen Sandspektrum (von 40mm bis 0,05 mm) stellt das Werk in zwei 110m Tunnelöfen Feuerfeststeine her, die sowohl in der Metallurgie als auch zunehmend für Wärmespeicher Verwendung finden. Der Hauptteil (80%) der Sande geht an Hütten in Frankreich, Großbritannien, Finnland, der Bundesrepublik Deutschland und Belgien. Die Verschiffung erfolgt vom Kai neben der Aufbereitung. Für 1978 ist eine mehr als 60 %ige Produktionssteigerung geplant [7, 65].

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Rohförderung	231	209	185	180	360	320
Olivinsand	k.A.	145	149	161	333	310
Feuerfeststeine	k.A.	12	14	19	17	17
Gesamtbelegschaft	180	175	178	180	180	175

Tab. 24: A/S Olivin, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft  
[89]

## Norddal und Lefdal

Die K/S Norddal Olivin A/S u. Co (H. Björum, Oslo und F.H. Lorentzen & Son, Oslo) hat zwei Olivin-Gewinnungsbetriebe:

1. in Norddal am inneren Teil des Storfjords (70 km östlich von Ålesund, Möre og Romsdal),
2. in Lefdal, Vagsøy (Sogn og Fjordane) am Nordufer des Nordfjords, etwa 20 km südlich von Åheim.

Während der Norddal-Olivin durch tektonische Beanspruchung und Rekristallisation ein feinkörnig-dichtes Gefüge und hohe mechanische Widerstandsfähigkeit besitzt, ist der Lefdal-Olivin grobkristallin, körnig.

In Norddal erlaubt das sehr standfeste Gebirge einen problemlosen Kammerfestenbau. Geladen wird mit einem Brøyt X 2B - Bagger in Scania-Varbis-Lkw. Mit Backenbrecher, mehreren Kreiselbrechern und Naßsiebung werden in der Regel zwei Fraktionen ( - 4 mm und - 6 mm) hergestellt. Die Zerkleinerungs- und Verschiffungsanlage befindet sich vor dem Grubenausgang beiderseits der Fjordstraße nach Norddal.

In Lefdal wurde nach anfänglichem Tagebau wegen des landwirtschaftlichen Nutzgebiets und einer dichtbefahrenen Küstenstraße ebenfalls auf Tiefbau umgestellt. Im benachbarten Bryggia ist eine Aufbereitung geplant [7, 14, 15].

### Nephelinsyenit:

#### Stjernöy

Die Norsk Nefelin Grube der Elkem-Spigerverket A/S liegt auf der SW-Seite der Insel Stjernöy im Altafjord, Kommunalbezirk Alta, Finnmark. Abgebaut wird ein linsenförmig ausbeißender, 1 800m NW-SE-streichender bis 300m mächtiger, steilstehender Nephelinsyenitkörper. Er ist verknüpft mit kaledonischen Karbonatiten, Hornblenditen und Gabbros, sowie jüngeren cm - bis dm- mächtigen Diabasgängen, die den Verband durchschlagen. Der grobkörnige (-bis 7mm) Nephelin syenit enthält 56% perthitischen Kalifeldspat und 34 % Nephelin; man unterscheidet nach den Akzessorien einen biotit-(ca. 5% )führenden Typ und einen hornblende-(2%)-, ägirin(3%)-führenden Typ; weitere Nebengemengteile sind Plagioklas, Kalkspat, Titanit und Magnetit.

In die Grube führt ein bei 110m NN angesetzter Tagesstollen 500m nach NW, der über eine Wendel (1:8) mit der Hauptsohle auf 200m verbunden ist. Der Zugang zu den darüber befindlichen Abbauen ist durch eine am Liegenden aufgefahrene Spirale (1 : 10) möglich. Von dieser führt ein Wetterschacht bis über Tage. Bei einem Höhenunterschied von 600m zwischen Stollenmundloch und Wetterschachtaustritt hat die Grube ausreichend natürliche Wetterführung. Im Winter werden die einziehenden Wetter vorgewärmt. Im Frühjahr und Herbst unterstützen zwei Axiallüfter den Wetterstrom.

In der Aus- und Vorrichtung fährt man üblicherweise 25m<sup>2</sup> Querschnitte auf : Gardner Denver Drill Carrier dreiarmlig mit DH 123 J Bohrmaschinen, Einmannbelegung, 2,6m Abschlüge ø50 Loch (48 mm Ø) , Sprengstoffverbrauch 2 700 g/m<sup>3</sup>, Abfordern des Haufwerks mit Caterpillar 966 oder 980 .

Das Abbauverfahren ist ein Kammerstrossenbau mit 40m Sohlenabstand. Je zwei querschlägig hintereinanderfolgende Strossen sind 50m lang und 18m breit. Zwischen beiden Strossen bleibt eine 25m lange Feste und im Streichen bleibt zwischen jedem Strossenpaar eine 12 m breite Feste .



Das Verfahren bedingt 35% Abbauverluste. Vorgerichtet werden die Strossen durch im Rückbau auf volle Strossenbreite erweiterte Querschläge und ein  $4\text{m}^2$  - Überhauen, das man durch niedergebrachte Langlochbohrungen und hochbrechende 3m-Abschläge herstellt.

Das Abbohren der Strossen geschieht in Einmannbelegung durch eine Gardner Denver fan drill, ausgerüstet mit zwei PR 123 J Bohrmaschinen. Die  $64\text{mm } \varnothing$  - Löcher werden im  $2 \times 2\text{ m}$ -Raster niedergebracht, vom selbstgemischten AND-Sprengstoff verbraucht man ca. 160 g/t. Die Abschläge betragen im Durchschnitt 20 000 t. Auf der 200m Sohle ist das Abbaufeld von zahlreichen Ladequerschlägen unterfahren, dort wurde bisher mit CAT 980 und Kirunatruck K 250 gefördert. In zwischen sind unterhalb der Ladequerschläge Sturzrollen aufgefahren, die direkt zu einer neuen Brecherstation führen, von der aus das Gut über eine Bandstrecke zutage geht.

In der übertägigen Anlage wird das Gut von einem  $5\frac{1}{2}$ " Short Head Symons Kreiselbrecher mit Sieb in geschlossenem Kreislauf auf - 7mm zerkleinert. Es folgen ein Dunelt-Rotationskaskadentrockner  $7'6'' \times 45'$ , der die Feuchte von 1,5% auf 0,005 %  $\text{H}_2\text{O}$  reduziert, und ein Walzenbrecher ( $14'' \times 24''$ ) mit Doppelsieb in geschlossenem Kreislauf. Aus dem Gut -0,5mm trennt man mit zwei Mörtzel-Separatoren  $600 \times 2000\text{ mm}$  den Magnetit ab. Zum Entfernen der dunklen (= Fe-haltigen) Gemengteile durchläuft das Gut eine fünfstufige Lurgi-Starkfeldscheidung (max. 20 000 Gauss) und eine dreistufige Exolon-Starkfeld (12 000 Gauss)-Scheidung. Danach liegt ein Kalifeldspat-Nephelin-Gemisch mit - 0,100 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  vor. Da für die Glasfabrikationsqualität Korngrößen - 0,5mm garantiert werden, folgt eine Nachsiebung. Das Überkorn wird nachgemahlen und als Keramikqualität abgesetzt. Die Mahl- und Magnetscheideranlage arbeitet trocken. Zur Staubabsaugung sind selbstspülende Lühr-Taschenfilter mit einer Gesamtkapazität von ca.  $60000\text{ m}^3/\text{min}$  installiert.

90% der Produktion sind Konzentrat in Glasqualität, davon gehen 30% in die Fensterglasherstellung und 70 % in die übrige (Behälter-, Ziegel-, etc.) Glasfabrikation der westeuropäischen Abnehmerländer. Die Keramikqualität



und ein kleiner Teil der Glasqualität werden abgesackt, die Hauptmengen aber lose verschifft.

Die Insel ist eigentlich unbewohnt. Deshalb sind in den Werksunterkünften zahlreiche Einrichtungen zur Freizeitgestaltung geschaffen, ein Teil der Belegschaft wählt jedoch die tägliche Anfahrt (1 Stunde) von Alta mit dem werkseigenen 21-Knoten-Schnellboot. Die Energieversorgung für 15 Mio kwh-Jahresbedarf wird über ein 6,5km langes 20kV Seekabel sichergestellt. Besondere Schwierigkeiten und Vorkehrungen erfordert der Lawinenschutz für die Tagesanlagen am Fuß des 700m hohen Nabberen-Massivs [54, 62, 78, 87].

	1973	1974	1975	1976	1977
Rohförderung	340	360	339	363	360
Glasqualität	181	191	185	198	192
Keramikqualität	19	21	16	19	17
Gesamtbelegschaft	122	133	134	125	112

Tab. 22: Stjernöy, Nephelinsyenit-Produktion (in 1000 t) und Belegschaft [89] [90] und T.Martinsen pers.Mitt.

### Feldspat und Quarz:

Bei den Feldspatgruben gibt es zum einen den traditionellen Kalifeldspatabbau in Pegmatiten (H. Björum in Arendal, Feldspatkompaniet A/S und Georg Tveit, beide in Kragerö, NorskFeldspat Co A/S in Evje (Vest-Agder) sowie Dragg Feldspatbrudd und Brødrene Elligsen am Tysfjord, Nordland) dann die Gewinnung von saussuritisiertem Andesin-Labrador aus Anorthosit (A/S Norwegian Talc und Folldal Verk in Hellvik bei Egersund, Rogaland sowie K/S Gabbrolit AS u. Co in Gudvangen, südlich des Sognefjords, Sogn og Fjordane). Eine gewisse Besonderheit stellt die K/S Norfloat AS und Co dar (Anteile : H. Björum, Oslo = 1/3, F. H. Lorentzen und Son, Oslo = 1/3, SCR Sibelco S.A. Antwerpen mit Quarzwerke GmbH, Köln zusammen 1/3). In Glåmsland bei Lillesand, ca. 25km östlich Kristiansand S, Vest-Agder, wird ein Granitpegmatit abgebaut und durch Flotation sortiert. Das Haufwerk hat 40% Oligoklas, 30% Mikroklin, 27% Quarz und 3 % Akzessorien (Rutil, Muskovit, Chlorit, Granat). Nach der Zerkleinerung mit Backenbrecher, Kreiselbrecher, Stabmühle, Rechenklassierer, Kugelmühle und Schüsselklassierer wird zuerst mit einem Starkfeldscheider (Sala Mark III Carousel HGMS 185 -15-10, 16 500 Gauss, 10t/h) Biotit abgeschieden, danach Chlorit und Muskovit aufgeschwommen, dann flotiert man kollektiv beide Feldspäte vom Quarz und anschließend den Mikroklin vom Oligoklas. Der Mikroklin kommt nach der Reinigung in einen Entwässerungsbunker. Oligoklas und Quarz werden auf Trommelfiltern entwässert, im Trommelofen getrocknet und mit Magnetscheidern nachgereinigt. Die Feldspatproduktion geht überwiegend in den Export, während zwei nahegelegene Abnehmer fast die gesamte Quarzproduktion zu Siliziumkarbid bzw. Fiberglas verarbeiten. [7, 16, 43]. Anorthositgewinnung siehe Bild 13, Tafel II.

	1974	1975	1976
Rohförderung	158	c. a. 140	c. a. 140
Feldspatkonzentrate	77	66	67
Quarzkonzentrat	28	27	27
Gesamtbelegschaft	46	47	47

Tab. 23: Norfloat A/S, Produktio (in 1000 t) und Belegschaft  
[89]

### Kalk und Dolomit:

#### Dalen und Björntvet

Die Dalen Grube der A/S Norcem baut nördlich von Brevik, Telemark (ca. 150km südöstlich von Oslo) mittelordovizischen Kalk ab, der NNW - SSE streichend,  $13^{\circ}$ E einfällt und ca. 42 m mächtig ist. Im Hangenden und Liegenden steht ein sehr dichter und standfester Schiefer (sog. "Hornfels") an.

Vom Stollenmundloch im Hangenden führt eine Spirale (1 : 10,  $r = 34\text{m}$ ) zum Liegenden. Abgebaut wird in Kammerfestenbau : zwischen den ca. 300m streichenden, 15m breiten Kammern bleiben 8m Festen stehen. Zur Gefälleverringern sind die beiden feldesmittig dem Einfallen folgenden Querschläge am Hangenden und Liegenden im Zick-Zack geführt. Streichend wird auf voller Kammerbreite im Liegenden und am Hangenden je ein 7m hohes Ort bis zur Feldesgrenze gefahren und durch eine Schlitzrolle verbunden. Man stößt mit abwärtsgerichteten Parallel-Langlochbohrungen. Gefördert wird von der nächstliegenden Kammer her aus Ladequerschlägen.

Zur technischen Ausrüstung gehören als Bohrmaschinen im Vortrieb : Ingersoll-Rand auf Caterpillar 977 Raupenfahrwerk + 2 Gardner Denver DH-123, gummibereifter Gardner-Denver Bohrwagen + 3 DH - 123 und versuchsweise ein hydraulischer Bohrwagen Atlas Copco Bommer H 132 + 2 COP 1038 HD. Beim Strossen nimmt man Gardner-Denver air track mit PR 123-Maschine bei 2,3 m Loch- und 1,85m Reihen-Abstand. Der AND-Sprengstoff wird mit einem Ladeapparat auf selbstfahrender Hydraulikbühne eingebracht. In der Förderung sind ein Caterpillar 988 zum Laden und mehrere 32 t-LkW (Caterpillar 769; 1200m Förderweg) eingesetzt. Für die umfangreichen Nachreißarbeiten benutzt man vier fahrbare Arbeitsbühnen sowie einen Hydraulikhammer auf Baggergestell.

Die Grube wird durch ein Wetterüberhauen und  $1\text{m}\varnothing$  - Lutten mit  $60\,000\text{m}^3/\text{min}$  blasend und durch ein ausziehendes Wetterüberhauen (ca.  $70\,000\text{m}^3/\text{min}$ ) saugend bewettert.

Im Durchschnitt geht der Kalkstein mit 76 %  $\text{CaCO}_3$  zum untertägigen Brecher (Allis Chalmers 42" x 65", 600 t/h) und -  $4\frac{3}{4}$ " per Band zum Zwischenlager. Von dort aus folgen : Mischung mit dem Björntvet-Kalk, Mahlung und Verarbeitung in der benachbarten Zementfabrik in Brevik.

Unmittelbar östlich der Stadt Porsgrunn (Telemark) liegt der Kalkbruch Björntvet, wo die A/S Norcem einen 120m mächtigen obersilurischen Kalk abbaut.

Man bohrt mit Stenwick Senkbohrmaschinen (4" Kreuzschneiden) die 10m - Strossen plus 1m Unterbohren im 3,5m-Loch- und 3 bis 3,5m - Reihenabstand, verbraucht 230 g/t selbstgemischtem Sprengstoff und ist wegen der dichtbesiedelten Umgebung auf 12 000 t - Abschlüsse beschränkt. Ein Caterpillar 992 (7,6m<sup>3</sup>-Schaufel) lädt in 32 t-LkWs (Haulpack oder CAT 769 B, Förderweg 1 000 m). Das grobgebrochene Gut (Allis Chalmers 42" x 65", 600 t/h) kommt -  $4\frac{3}{4}$ " mit einer Seilbahn 7km weiter südlich zum Zwischenlager der Zementfabrik in Brevik [7, 73, 84].

	1975	1976	1977 *
Gesamtförderung (Tagebau und Grube)	2239	2318	2071
Belegschaft	k. A.	111	105

Tab. 24: Norcem A/S, Abteilung Dalen, Kalksteinförderung (in 1000 t) und Belegschaft (\* Plansoll, k. A. = keine Angaben) [89]

## Eide, Lyngstad und Elnesvågen

Während der letzten Jahre entwickelten sich in den Marmoren nördlich von Molde (Møre og Romsdal) mehrere Brüche, die den Rohstoff für Farben, Füllstoffe und chemische Industrie liefern. Es sind Langnes Marmorbrudd in Eide (20 000 t/a), Visnes Kalk- og Marmorbrudd A/S in Lyngstad (100 000 t/a) und Hustad Kalk og Marmor A/S in Elnesvågen mit 100 000 t/a [94].



## Franzefoss

Die Franzefoss-Grube der Franzefoss Bruk A/S in Baerum, Åkershus, liegt am Westrand von Oslo und baut obersilurischen Pentameruskalk im Tagebau und Tiefbau ab. Der Kalkhorizont ist ca. 70m mächtig und fällt mit 70° ein.

Im Tiefbau wird Kammerfestenbau (room and pillar) angewandt. Die Grube ist ausgerichtet mit einer +25m und 0m (ü. NN) Sohle. Es sind jeweils drei 12m breite Richtstrecken in 40m Mittelabstand und 12m breite Querschläge im 21,6m Abstand aufgefahren. Die 9,6 x 28m messenden Festen gelten als ausreichend. Die 17m hohen Kammern richtet man mit einer 6,5m hohen Dachstrecke auf voller Kammerbreite vor, gebohrt wird mit Atlas Copco Plamec +2BUT 14E (44mmØ), und gestößt mit Atlas Copco ROC 601, 2  $\frac{1}{2}$  ". Die Abschlagsgröße ist wegen des dicht bebauten Wohngebietes an der Tagesoberfläche (ca. 50-80m ü. NN) stark begrenzt. Laden und Fördern geschieht mit Radlader CAT 988 und LKW CAT 769.

Im Tagebau werden die 16m-Strossen ebenfalls mit ROC 601 in 2m - Loch- und 2m - Reihenabstand gebohrt.

Die gesamte Förderung gibt man einer untertägigen Brechanlage auf (200 t/h, Svedala Åbra Backenbrecher 1200x900mm, AC 16/50 Kreiselbrecher und AC 945 - bzw. AC 636 Kreiselbrecher. Mit Band geht das Gut nach Überlage zur Siebung und Mahlung. Je nach Kornfeinheit (von -0,2mm bis -0,074mm) werden ca. 65 000 jato für Düngekalk und ca. 50 000 jato für Fertigbeton und Asphalt produziert [53, 78, 83].

## Glaerum

Die Glaerum Kalksteingrube der A/S Årdal og Sunndal Verk liegt am Nordufer des Surnadalsfjord, einer Fortsetzung des Halsafjords, ca. 50km südöstlich von Kritisansund N, Möre og Romsdal, und ist die einzige in diesem Gebiet gegenwärtig fördernde Kalksteingrube.

Es handelt sich um eine 3-15mächtige SW-NE streichenden,  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$ S einfallenden Kalksteinhorizont innerhalb von Grünschiefern. Als

Repräsentativanalyse wird angegeben : 98.09 %  $\text{CaCO}_3$ , 1,10 %  $\text{MgCO}_3$ , 0,25%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,06%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,50 % unlöslicher Rückstand.

Das Vorkommen ist ausgerichtet durch zwei Tagesstollen + 10m und + 86m (ü. NN),  $Q = 16\text{m}^2$ . Als Bauweise hat sich Kammerfirstenbau mit Haufwerksmagazinierung bewährt. Die Kammern messen 75m im Streichen und ca. 70m in der Höhe. Am hangenden und liegenden Stoß baut man 0,5 - 1m unreinen Kalkstein an. In der Kammer bleiben regelmäßig angeordnete 5x5m - Pfeiler stehen. Jeweils zwei Kammern sind durch eine Fahrrolle von der dazwischen im Einfallen stehenden Feste aus zugänglich. Abgezogen wird im 15 m Abstand aus Rollen in 6 t - und 8t-Granbywagen (Akkulokbetrieb). Während sich die alte Zerkleinerungsanlage untertage befand, ist 1972 eine Feinkornmühle übertage erstellt worden, die vorwiegend Kalkmehl für Baustoffe und Landwirtschaft produziert, während früher die konzerneigene Al-Produktion der Hauptanwendungsbereich war [1].

## Hammerfall und Lögavlen

Die A/S Norwegian Talc baut ca. 50km östlich Bodö, Nordland, Dolomit ab : Grube Lögavlen, Fauske und 15km nördlich davon in Hammerfall, Sörfold. Beide Gruben haben Tagebau und Tiefbau; es handelt sich um einen sehr reinen, weißen Dolomit, der mit 10-12m mächtigen Bänken bei unterschiedlichem Einfallen innerhalb von unreinem Dolomit, Kalk und Quarzit auftritt.

Die untertägige Gewinnung geschieht in Hammerfall durch streichende Strecken in der jeweiligen Tagebausohe (20m-Abstand). Die Strecken fährt man auf voller Dolomitbreite 12-14m und 7m hoch auf mit Atlas Copco ROC 601 Bohrmaschine und Bröyt X-4 Bagger. Zwischen zwei Sohlen werden streichend 14m lange Kammern und 6m lange Festen hergestellt. Die Kammern strosst man mit abwärtsgerichteten Parallellochbohrungen : ROC 601 + BBE 57, 64 mm Ø , Loch- und Reihenabstand 1,25m, Lochlänge 13m im Mittel, Sprengstoffverbrauch 0,25 kg/t. Geladen wird mit Bröyt X-4 Bagger und Radlader CAT 950, gefördert mit 10t - Scania Varbis L 76 und 22 t Kockum KL 424,. Das auf - 100 bis -0,3mm gebrochene Gut wird zur Weiterverarbeitung in die firmeneigene Zentralaufbereitung nach Knarrevik bei Bergen (siehe S. 58) verschifft [4, 78, 89].

### Förderung 1975 [89]

Hammerfall	Tagebau	ca. 370 000 t
Hammerfall	Grube	ca. 40 000 t
Lögavlen	Tagebau	ca. 5 000 t
Lögavlen	Grube	ca. 15 000 t

## Kjörholt

Die Kjörholt-Grube der Norsk Hydro A/S befindet sich ca. 3km nördlich von Brevik und baut in einem an die Dalengrube (Norcem A/S) grenzenden Feld ebenfalls den mittelordovizischen Kalk ab (Streichen SSE-NNW, Einfallen 12°- 13°E, Mächtigkeit 40m, 95% Gesamtkarbonatgehalt).

In die Grube führt ein in Einfallsrichtung liegender 45° tonnlägiger Schacht ( $Q = 18m^2$ ) von + 87 m bis - 93m mit einer 2 x 9 t Doppelskip - förderung (300 t/h). Für Personen und Material gibt es einen Saigerschacht (max. 13,5t), größere Teile können auch über die benachbarte Dalengrube nach untertage gebracht werden. Mitten im Baufeld ist eine Doppelspirale ( $Q = 13 \times 6m$ , 1 : 10) aufgefahren. Man wendet Örtterfestenbau (room and pillar) in zwei Teilsohlen an, zwischen jeder Teilsohle bleibt eine Schweben von 5-6m kalkärmerem Gestein. Von der Spirale her fährt man streichende Örtter 13-15m breit, 8m hoch zwischen 10m breiten Festen auf. Im Streichen messen die Festen 20m, dann folgt jeweils ein 13m breiter Ladeort. Gebohrt wird mit hydraulischen Drehbohrmaschinen (Joy HPD 4), 80 - 85 Loch (41 mm Ø), je 3,3m-Abschlag, 250 g/t AND-Sprengstoffverbrauch. Geladen wird mit Baggern Brøyt X - 3, Landsverk L 65 und mit Radlader CAT 966, unterstützt durch zwei Räumfahrzeuge: Radlader Hough H 100 und Bulldozer T. D. 14. Man fördert in LKW (11 t - bzw. 25t - Aveling Barford und 20 t Kockum 420) über 1,5km Förderweg (einfach) mit 65m Höhendifferenz bei max. 1 : 10 Steigung bis zur Sturzrolle bei - 16m am Saigerschacht, die zum Grobbrecher (350t/h) führt. Darunter liegt das Füllort (-79m) am tonnlägigen Schacht. Die Grube wird blasend und saugend bewettert. Übertage fördert man den Kalkstein mit Seilbahn nach Prosgrunn, wo er in den Betrieben auf Herøy zu Kalkstickstoffdünger und gebranntem Kalk verarbeitet wird [78].

Gruben-Produktion ca. 300 000 jato.



## Kjøpsvik

Der Kalkbruch Lilleåsen bildet die Grundlage für das Zementwerk Kjøpsvik im Tysfjord, Nordland, ca. 80 km südwestlich von Narvik. Es handelt sich um einen unreinen, grobkristallinen Marmor im Verband mit Quarziten. Die 15-m Strossen werden mit Ingersoll-Rand (URD - 475)-Maschinen abgebohrt, man benutzt selbstgemischten AND-Sprengstoff. Ein Radlader lädt in 35 t-Lkw's, die 2,5 km weiter zur Brecheranlage beim Zementwerk fahren. An das Zementwerk ist inzwischen eine Anlage zur Herstellung von Spannbeton-Elementen angeschlossen [76, 84] .

	1975	1976	1977 *
Kalksteinförderung	500	545	530
Zement	343	350	344
Belegschaft (Tagebau und Fabrik)	224	212	212

Tab. 25: Norcem A/S, Abteilung Kjøpsvik, Produktion (in 1000 t) und Belegschaft (\* Plansoll) [89]

## Ballangen

In Ballangen, Nordland (ca. 40 km südwestlich von Narvik) gewinnt die Franzefoss Bruk A/S ca. 12 000 t/a Dolomit im Tagebau [53, 83] .

## Verdal

Über die Hylla Kalkverk, Verdal am Trondheimsfjord, liegen keine Daten vor [7] . - Die Kalkvorkommen östlich davon im Tromsdal sollen die Rohstoffbasis für ein von der Norcem A/S geplantes Zementwerk werden.

## Langøy

Der Langöen-Kalkbruch der A/S Norcem liegt auf der Oslofjordinsel Langøy, Kommunalbezirk Våle, Vestfold. Die gesamte Insel (3,2 km lang, max. 500m breit) besteht aus fossilreichem obersilurischem Kalk, der die Rohstoffgrundlage für die Zementwerke in Slemmestad am südwestlichen Stadtrand von Oslo darstellt. Ferner wird aus den zahlreichen durchschlagenden Eruptivgesteinsgängen Schotter produziert. Die 15m - Strossen führen bis auf die - 30m - Sohle. Mit Senkbohrmaschinen werden 4"-Loch in 5,5m-Abstand und 2,8m-Reihenabstand niedergebracht. Für Hebeschüsse hat man eine Ingersoll-Rand URD 350 Bohrmaschine auf einem Autochassis.

In den tieferliegenden Sohlen erschwert Standwasser in den Bohrlöchern den Gebrauch von AND-Sprengstoff. Geladen wird mit Rodladern Michigan 475 und Michigan 275 Serie III in CAT 769 B - LkW's, deren verlängerter Ladekasten 35 t faßt. Der Kalk kommt in die Brecheranlage. Backenbrecher Morgårdshammar No.17. 1200 x 1800mm, 190 mm Spalt und Kreiselbrecher Symons Standard 7', 42 mm Spalt), und wird vom Mischbunker aus in die Leichter nach Slemmestad geladen [74, 84].

	1976	1977 *
Kalkstein (verschifft)	1534	} 1555
Schotter (-erschifft)	120	
Berge zur Halde	20	

Tab. 26 : Norcem A/S, Abteilung Langøy, Produktion (in 1000 t)  
(\* Plansoll) [89]

### Naturstein:

Die zahlreichen, geologisch begünstigten Möglichkeiten zur Gewinnung von Naturstein für Denkmal-, Ornament- und Bauzwecke sollten in einer gesonderten Darstellung behandelt werden. Als Beispiele seien nur die Larvikitgewinnung östlich von Kragerö und die Schiefergewinnung bei Alta (Bild 14, Tafel III) und Oppdal erwähnt.

### Schotter:

Rekefjord, Stenskog und Bondkall

Schottermaterial fällt bei einigen Erzgruben als Nebenprodukt an. Es wird einerseits im eigenen Betrieb benötigt (z. B. Rana-Grube, Sydvaranger) andererseits sowohl in großem Stil oder sporadisch vermarktet (Rödsand, Repparfjord). Unter den Schotter- und Asphaltwerken ragen in Süd - norwegen drei große Betriebe heraus : Rekefjord , Stenskog und Bondkall.

Die Fjordstein A/S gewinnt am Ostufer des Rekefjord, Sokndal, Rogaland ; etwa 90km südlich von Stavanger, Norit im Tagebau ab : 15 m - Strossen , Atlas Copco ROC 600 - Bohrmaschinen, Al-sensibilisierter Sprengstoff , 70 000 t - Abschlüge, Ruston Bucyrus Erie RB 110 - Bagger und Radlader CAT 966 sowie Förderung mit Haulpack LW 40 (Bild 15, Tafel III). Gegenüber am Westufer des Fjords ist ein Tagebau im Anorthosit entwickelt. Nach Zerkleinerung und Siebung gehen die Schotterfraktionen (z.T. auch als Asphalt) fast ausschließlich nach Norddeutschland und in die Niederlande. [32, 39, 80].

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Schotter	630	700	735	825	736	658	586
Belegschaft	57	60	65	66	62	54	49

Im Stenskog, Baerum, Åkershus, westlich von Oslo gewinnt die Franzefoss Bruk A/S Beton- und Asphaltzuschlagstoff aus einem Basaltvorkommen. Die projektierten Endmaße des Tagebaus sind 650 x 350 m und 100m Tiefe. Man baut in 12,5m-Strossen. Für Laden und Fördern sind CAT 992 und CAT 773 eingesetzt. Die Brecherstation (500 t/h) befindet sich untertägig zentral unter dem Tagebau, ein Bandberg verbindet mit der übertägigen Siebanlage. Die Anlage hat eine Kapazität von 800 000 jato und erzielte 1976 ca. 400 000 jato.

Nach gleichem Prinzip und Zuschnitt hat das Unternehmen östlich von Oslo (Bondkall, Gjelleråsen) einen Nordmarkit - (=Syenit-) Bruch in Betrieb, dessen Kapazität ca. 400 000 jato beträgt [32, 53, 83].

-----



### Quellennachweis

Die Festschrift: Bergverk 1975 Jubileumsskrift for Bergingeniørforeningen og Bergindustriforeningen, Trondheim 1975 wird gekürzt mit "Bergverk 1975" zitiert.

- (1) Aamo, P.K.: ASV Glaerum Kalksteingruve. Bergverk 1975, S.164-166.
- (2) Åmdahl, T.: Fosdalens Bergverks-Aktieselskab. Bergverk 1975, S.48-59.
- (3) Anonym: A/S Norsk Jernverk Rana Gruber. Bergverk 1975, S.86-95.
- (4) Anonym: A/S Norwegian Talc. Bergverk 1975, S.96-99.
- (5) Anonym: Astrup sjakt. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.6 S.5-9.
- (6) Anonym: Avansert teknikk ved Grong gruber A/S. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.7/8 S.5-29.
- (7) Anonym: Industrial minerals in Scandinavia, Part 1. Industrial Minerals 87 (1974) S.9-47. Part 2. Industrial Minerals 88 (1975) S.9-49.
- (8) Anonym: Orkla Industrier A.s. Bergverk 1975, S.104-113.
- (9) Barkey, H.: NGU's mineralundersøkelser i Nord-Norge I. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.4 S.29-31. II. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.5 S.26-27.
- (10) Berg, G.: Produksjon av pellets ved A/S Sydvaranger. Bergverks-Nytt 21 (1974) H.10 S.5-15.
- (11) Bergstøl, I.: The jacupirangite at Kodal, Vestfold. Mineral. Deposita 7 (1972) S.233-246.
- (12) Bjerke, F.: Sydvarangers Sulfidmalmgruber. Bergverk 1975, S.144-153.
- (13) Bjørnstad, B.: A/S Skaland Grafitverk. Bergverk 1975, S.122-125.
- (14) Björum, H.: Firma H. Björum. Bergverk 1975, S.6-7.
- (15) Björum, H. und P. Dugstad: K/S Norddal Olivin A/S & Co. Bergverk 1975, S.8-9.
- (16) Björum, H. und P. Dugstad: K/S Norfloat A/S & Co. Bergverk 1975, S.10-13.
- (17) Blokkum, T.: Elkem-Spigerverket A/S Brastad Gruber. Bergverk 1975, S.16-17.
- (18) Boldt, G.: Das norwegische Bergrecht. Zeitschrift für Bergrecht 82/83 (1941/1942) S.358-394.
- (19) Borregaard A/S (Hrsg.): Folldal Verk A/S, Repparfjord. Informationsbrochure. Varding Offset Sarpsborg 1972.
- (20) Bugge, J.A.W.: Kirkenes to Skogfoss and Sydvaranger mines. in Holte-dahl, O., S. Föyn und P.H. Reitan: Aspects of the geology of northern Norway. Int. Geol. Congr. Norden XXI 1960 A 3 S.33-39.
- (21) Carstens, H.: Stratigraphy and volcanism of the Trondheimsfjord area, Norway. Int. Geol. Congr. Norden XXI 1960 A 4.

- (22) Doughty, F.T.C.: Copper mining and extraction at Repparfjord. Mining Magazine 132 (1975) S.31-39.
- (23) Dybdahl, I.: Titania A/S. Bergverk 1975. S.154-163.
- (24) Endresen, B.A.: Fem kilometer stoll drives i Örtfjell. Bergverks-Nytt 24 (1977) H.4 S.11.
- (25) Eriksen, K.R.: Aktieselskapet Røros Kobberverk. Bergverk 1975, S.114-121.
- (26) Geis, H.P.: Die Eisen-Titanlagerstätte bei Raudsand, Westnorwegen. Nor. Geol. Unders. 234 (1965) S.15-52.
- (27) Geis, H.P.: A short description of the iron titanium provinces in Norway with special references to those in production. Minerals sci. engineering 3 (1971) Nr.7 S.13-24.
- (28) Geis, H.P.: Gebirgsmechanische Überwachung der Grube Rødsand in Westnorwegen. Erzmetall 30 (1977) S.1-3.
- (29) Gierth, E. und H. Krause: Die Ilmenitlagerstätte Tellnes. Norsk geol. tidsskr. 53 (1973) S.359-402.
- (30) Göthe, O.: Betydelige krafttak må til for å sikre gruveindustrien (Vortragsauszug). Bergverks-Nytt 24 (1977) H.11 S.25-27.
- (31) Grammelvedt, G.: Malmleting i Lökkenfeltet. Bergverks-Nytt 20 (1973) H.10 S.7-9.
- (32) Grøttjord, R.H.: Analyse av eksporten av norsk natursten 1960-1973. Bergverks-Nytt 22 (1975) H.1 S.17-19.
- (33) Halls, C., A. Reinsbakken, J. Ferriday und A. Rankin: Geological setting of the Skorovas orebody within the allochthonous volcanic stratigraphy of the Gjøresvik Nappe, central Norway. in: Volcanic processes in ore genesis. Special publ. no.7. Geological Society of London, London 1977, S.128-151.
- (34) Havdal, P.: Rana gruber åpner nytt dagbrudd. Bergverks-Nytt 22 (1975) H.2 S.6-7.
- (35) Heier, K.S.: NGU, hvorfor - hvordan - hva nu. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.12 S.18-23.
- (36) Heller, W.: Die norwegische und die niederländische Berggesetzgebung für den Festlandssockel. Zeitschrift für Bergrecht 115 (1974) S.292-317.
- (37) Holtedahl, O. (Hrsg.): Geology of Norway. Nor. Geol. Unders. 208 (1960) Oslo, 540 S.
- (38) Husum, O., H. Tysland und P. Paulsen: Folldal Verk A/S. Bergverk 1975, S.42-47.
- (39) Jenssen, S.: Fjordstein A/S. Bergverk 1975, S. 40 - 41.
- (40) Kiil, J.Chr.: Norsk Bergindustriforening 1900 -1975. Bergverk 1975, S.167 - 172.

- (41) Krogh, S.: Bergavdelingen i utvikling. Bergverk 1975, S.183 - 186.
- (42) Krogstad, S.: Elkem-Spigerverket A/S Rødsand Gruber. Bergverk 1975, S.26-29.
- (43) Kvale, A.: The nappe area of the caledonides in Western Norway. Int. Geol. Congr. Norden XXI 1960 A 7.
- (44) Lange, J.J.: A/S Killingdal Grubeselskap. Bergverk 1975, S.70-73.
- (45) Larssen, L. und N. Chr. Hald: Grong Gruber A/S. Bergverk 1975, S.66-69.
- (46) Lov om bergverk 1972
- (47) Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø 1976
- (48) Lövaas, G.: Elkem-Spigerverket A/S Skorovas Gruber. Bergverk 1975, S.30 - 33.
- (49) Lund-Andersen, H.: Aktieselskapet Sydvaranger. Bergverk 1975, S.132-143.
- (50) Lund-Andersen, H.: Aktieselskapet Sydvaranger. Bergverks-Nytt 23 (1976), H.1 S.4-13.
- (51) Lund-Andersen, H.: Sydvaranger-malmens vei til pellets. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.2 S.24-29.
- (52) Lutjen G.P., S.H.Dayton und C.R.Tingsley: Mining in Northwest Europe. Engineering Mining Journal 174 (1973) S.73-158.
- (53) Markussen, O.: Franzefoss Bruk A/S. Bergverk 1975, S.60-65.
- (54) Martinsen, T.: Elkem-Spigerverket A/S Norsk Nefelin. Bergverk 1975, S.18-24.
- (55) Møllerud, O.: Store Norske Spitsbergen Kulkompani Aktieselskap. Bergverk 1975, S.126-131.
- (56) Mellgren, S.: Store utvidelser ved Titania. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.9 S.5-11.
- (57) Mellgren, S.: Fleksibel drift i Bleikvassli. Bergverks-Nytt 20 (1973) H.4 S.8-17.
- (58) Motys, M.: Diamantboring i Tverrfjellet. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.2 S.13-17.
- (59) Norsk Jernverk (Hrsg.): Beskrivelse av Rana Gruber. Werksbro-schüre 1975, 25 S. unveröff.



- (60) Oftedahl, Chr.: Norges geologi. Tapir Verlag Trondheim 1974 180 S.
- (61) Oftedahl, I., S. Bergstøl und S. Svinndal: The Larvik-Langesund and the Fen areas, South-Norway. Int. Geol. Congr. Norden XXI, 1960 A 12.
- (62) Qvale, F.: Elkem-Spigerverket A/S Grubedivisionen. Bergverk 1975, S.14-15.
- (63) Qvale, F.: A/S Sulitjelma Gruber. Bergverk 1975, S.34-39.
- (64) Raae, B., T. Christoffersen und P.M. Finne: Sulitjelma mines narrow copper ore body, operates mini smelter. World mining 27 (1974) H.2 (Februar) S.44-50.
- (65) Røed, P.: A/S Olivin. Bergverk 1975, S.100 - 103.
- (66) Ross, H.I.: Det nye berglov (I). Bergverks-Nytt 18 (1971) H.5 S.15 - 19. (II). Bergverks-Nytt 18 (1971) H.6 S.12-15.
- (67) Ross, H.I.: Gruveindustriens betydning. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.7/8 S.12-22.
- (68) Ross, H.N.: Om norsk bergrett. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.5 S.26-29.
- (69) Ross, H.N.: Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S på marsj mot fremtiden. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.12 S.8-13.
- (70) Sandvik, P.: Norway. Mining Journal Annual Review 1976 S.508-510.
- (71) Sandvik, P.M.-K.: Bergstudenternes Forening. Bergverk 1975, S.187.
- (72) Schneider, G.B. und D. Müller: Besichtigung skandinavischer Bergwerks-, Aufbereitungs- und Hüttenanlagen. Erzmetall 29 (1976) S.83-88.
- (73) Smemo, Ö.: A/S Norcem, Avd. Dalen. Bergverk 1975, S.75-79.
- (74) Sommerfelt, W.: A/S Norcem, Avd. Langöen. Bergverk 1975, S.82-85.
- (75) Sokolov, W.N. (Hrsg.): Materialy po geologii Spitzbergena. Leningrad 1965. Übers. von J.E. Bradley: Geology of Spitsbergen. Boston Spa, England 1970, 302 S.
- (76) Svennevig, F.: A/S Norcem, Avd. Kjøpsvik. Bergverk 1975, S.80-81.
- (77) Tessem, S.: Fullprofilboring av lange stigorter. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.4 S.7-13.
- (78) Tessem, S., M. Bergset, H. Olmsen, O. Nordsteien und J. Ornaes: Brytningsmetoder. Teknisk rapport Nr.37, Bergverkenes Landssammen-slutnings Industrigruppe. Trondheim 1976, unveröffentlicht.



- (79) Titania A/S (Hrsg.): Beskrivelse av Tellnesanlegget. Werksbroschüre 1975, unveröffentlicht.
- (80) Valmot, O.: Fyl Fönix i Vest-Agder. Bergverks-Nytt 18 (1971) H.1 S.6-9.
- (81) Valmot, O.: Repparfjord imponerer. Bergverks-Nytt 19 (1972) H.6 S.11-28.
- (82) Valmot, O.: Store Norskes store planer. Bergverks-Nytt 22 (1975) H.5 S.17-19.
- (83) Valmot, O.: Franzefoss imponerer. Bergverks-Nytt 23 (1976) H.9 S.6-13.
- (84) Varn, K.: Aktieselskapet Norcem. Bergverk 1975, S.74.
- (85) Vokes, F.M.: Metallogenetic provinces and epochs in Norway. Tidsskr. Kjemi, Bergvesen, Metallurgi 4 (1958) S.47-55.
- (86) Winsnes, Th., A. Heintz und N. Heintz: Aspects of the geology of Svalbard. Int. Geol. Congr. Norden XXI (1960) A 16.
- (87) Wyllie, R.J.M.: Mining nepheline syenite on Norwegian arctic island. World mining 26 (1973) H.8 (August) S.38-41.
- (88) Wyllie, R.J.M.: Repparfjord - how to open pit copper ore at 70° N latitude. World mining 26 (1973) H.9 (September) S.50-54.

Bei den statistischen Angaben wurden - soweit nicht anders vermerkt - folgende Quellen benutzt:

- (89) Bergverks-Nytt, Orkanger. Jahrgänge 18 -25 (1971-1978 Oktober).
- (90) Statistisk Sentralbyrå, Oslo (Statistisches Zentralbüro), laufende Bekanntmachungen im Statistischen Wochenheft.

Bis zur Drucklegung wurden noch berücksichtigt:

- (91) Anonym: Store Norske: ökt underskudd, antatt bedring på sikt. Bergverks-Nytt 25 (1978) H. 10 S.6-7.
- (92) Anonym: Tverrfjellet - Norways highest mine. Mining Magazine July 1978 S. 14-23.
- (93) Young, G.: Norway's strategic arctic islands. National Geographic Magazine 154 No.2 (1978) S. 267-283.
- (94) Coope, B.: European markets for white carbonate fillers. Industrial Minerals 131 (1978) S.35 -49.
- (95) Gierth, E.: Norwegens Bergbau. Glückauf 115 (1979) im Druck.
- (96) Geis, H. P.: Structural control of stratiform sulfide deposits, with a new example from Sulitjelma. Econ. Geol. 73 (1978) S.1161-1167.

Register:

- Adventfjord 13  
Åheim 60  
Ålen 37  
Alta 62, 74  
Altermark 57  
Andfiskåga 33, 44  
Arbeitsrecht 5  
Årdal Sunndal Verk 35, 69  
Arendal 65  
Arktikugol 13, 15
- Ballangen 72  
Barentsburg 13, 15  
Bergbauforschung 7  
Bergbaustudium 7  
Berggesetz 1, 5  
Bergmeister 5  
Bergschule 8  
Bergsfjord 55  
Bergwerkskontor 5  
Bjørntvet 66  
Bjørnevatn 23  
Blei s. Sulfide  
Bleikvassli 32  
Bondkall 75  
Borregaard s. Follidal Verk  
Brekkvasselv 36  
Bremanger 28  
Brevik 66, 67, 71  
Bryggia 61  
Bursi 49
- Charlotta 49
- Dalen 66  
Dolomit 66  
Dovre 52  
Dragg 65
- Egersund 65  
Eide 67  
Eisen 16  
Elkem-Spigerverket 26, 35, 47, 49, 62  
Elnesvågen 67  
Emden 25
- Fauske 49, 51, 70  
Feldspat 65, 74  
Finneid 51  
Finnkåteng 20  
Fjordstein 74  
Follafjord 48  
Follidal Verk 45, 52, 65  
Fosdalen 16  
Framfjord 58  
Franzefoss 68  
Franzefoss Bruk 68, 72, 75
- Gabbrolit 65  
Geologie, allgemein 9  
Geologisches Landesamt 8  
Giken 49  
Glaerum 69  
Glåmsland 65  
Glimmer 59  
Graphit 55  
Grong Gruber 35  
Grunntjern 23  
Gudvangen 65  
Gullsmedvik 21
- Halse 60  
Hammerfall 70  
Hauge 29  
Hankebakken 49  
Hellvik 65  
Hemnes 32  
Hjerkinn 52  
Hylla 72
- Ilsvika 37
- Jössingfjord 30  
Joma 35
- Kalk 60  
Killingdal 37  
Kirkenes 23  
Kjöpsvik 72  
Kjørholt 71  
Knarrevik 58, 59, 70  
Kohle 13  
Kongsmoen 48  
Kragerö 65  
Kupfer s. Sulfide  
Kvalsund 45  
Kvam 58

- Langöy 73  
Langvann 49  
Lefdal 61  
Lilleåsen 72  
Lillesand 65  
Lille Sotra 58  
Limingen s. Malm  
Lögavlen 70  
Lökken 39  
Longyearbyen 13  
Lyngstad 67
- Malm 16  
Mofjellet 43  
Mo i Rana 13, 20, 21, 43, 57  
Molde 67  
Mons Peter 49
- Namsos 36  
Namsskogan 47  
Naturstein 74  
Nesset 26  
Nephelinsyenit 62  
Norcem 66, 72, 73  
Norddal 61  
Nord-Norge 43  
Norfloat 65  
Norges Geologiske Undersøkelse 8  
Norsk Hydro 71  
Norsk Jernverk 20  
Norwegian Talc 57, 58, 59, 65, 70  
Norzink 38, 50, 54  
Ny-Sulitjelma 49
- Odda 38, 50, 54  
Olivin 60  
Olivin-Gesellschaften 60, 61  
Oppdal 74  
Örtfjell 20  
Örtvann 20  
Orkanger 42  
Orkla Industrier 39  
Otta 58
- Porsgrunn 67  
Pyramiden 13, 15  
Quarz 65
- Rana Gruben 20  
Rekefjord 74  
Rendalsvik 59  
Repparfjord 45  
Rödsand 26  
Røyrvik 35
- Schotter 74  
Senja 55  
Skaland 55  
Skorovas 47  
Slemmestad 73  
Söstervann 23  
Sokndal 29, 74  
Spitzbergen 13  
Steine und Erden 57 f.  
Stenskog 75  
Stensundtjern 20  
Stjernöy 62  
Store Norske Spitsbergen Kulkompani 13  
Storfjord 61  
Sulfide 32  
Sulitjelma 49  
Surnadalsfjord 69  
Svalbard 13  
Sveagruva 13  
Sydvaranger 23, 32, 43
- Talk 57  
Technische Hochschule 7  
Tellnes 29  
Thamshavn 42  
Titaneisen 26  
Titania 29  
Tverrdal 23  
Tverrfjellet 52  
Tysfjord 65, 72
- Ulverygg 45
- Vagsöy 61  
Vanylven 60  
Verdal 72  
Vesteråli 20  
Vik 58
- Zink s. Sulfide

## ANHANG





Bild 1: Regierungsbezirke und Bergmeisterdistrikte in Norwegen

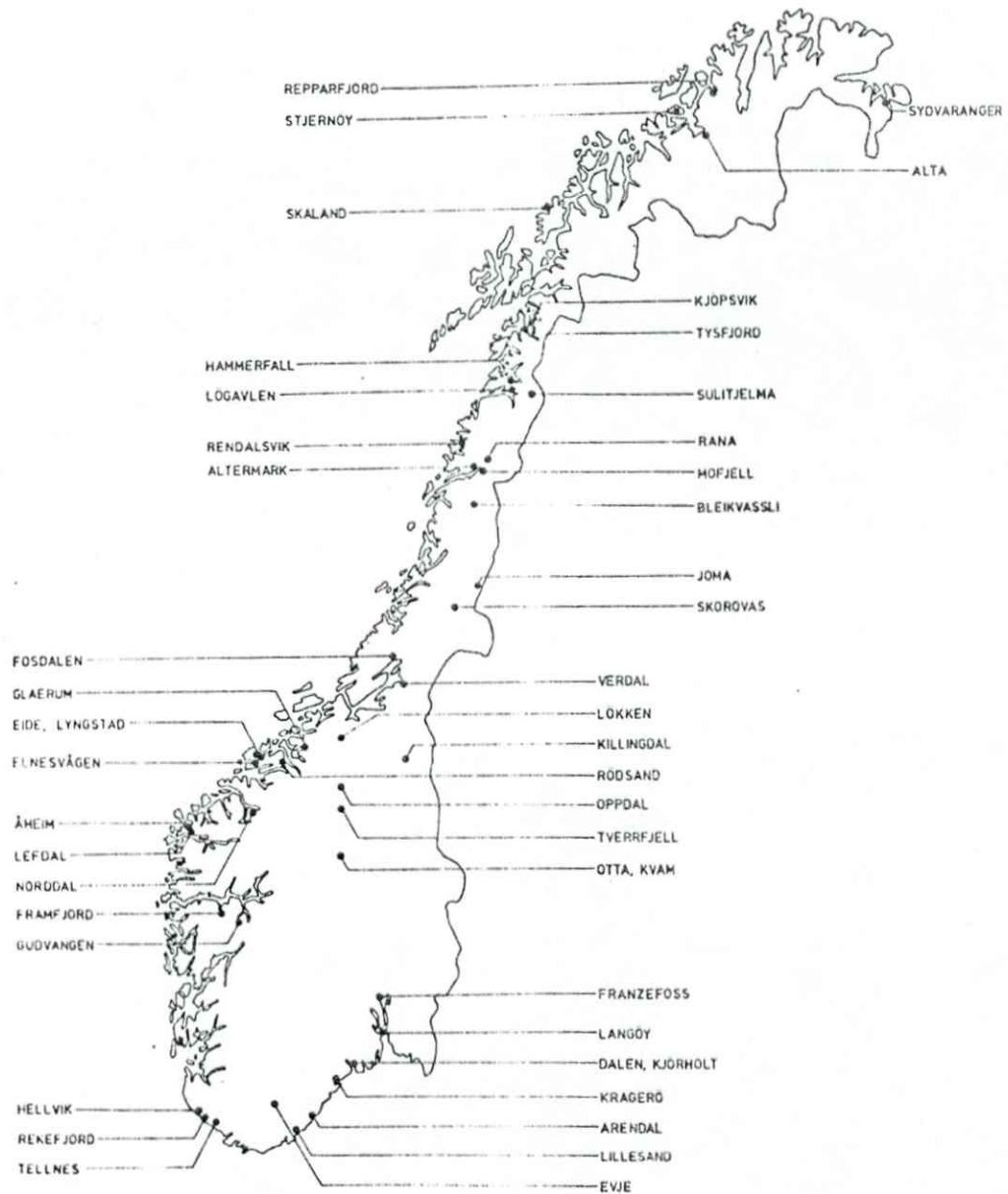


Bild 2: Gewinnung mineralischer Rohstoffe in Norwegen

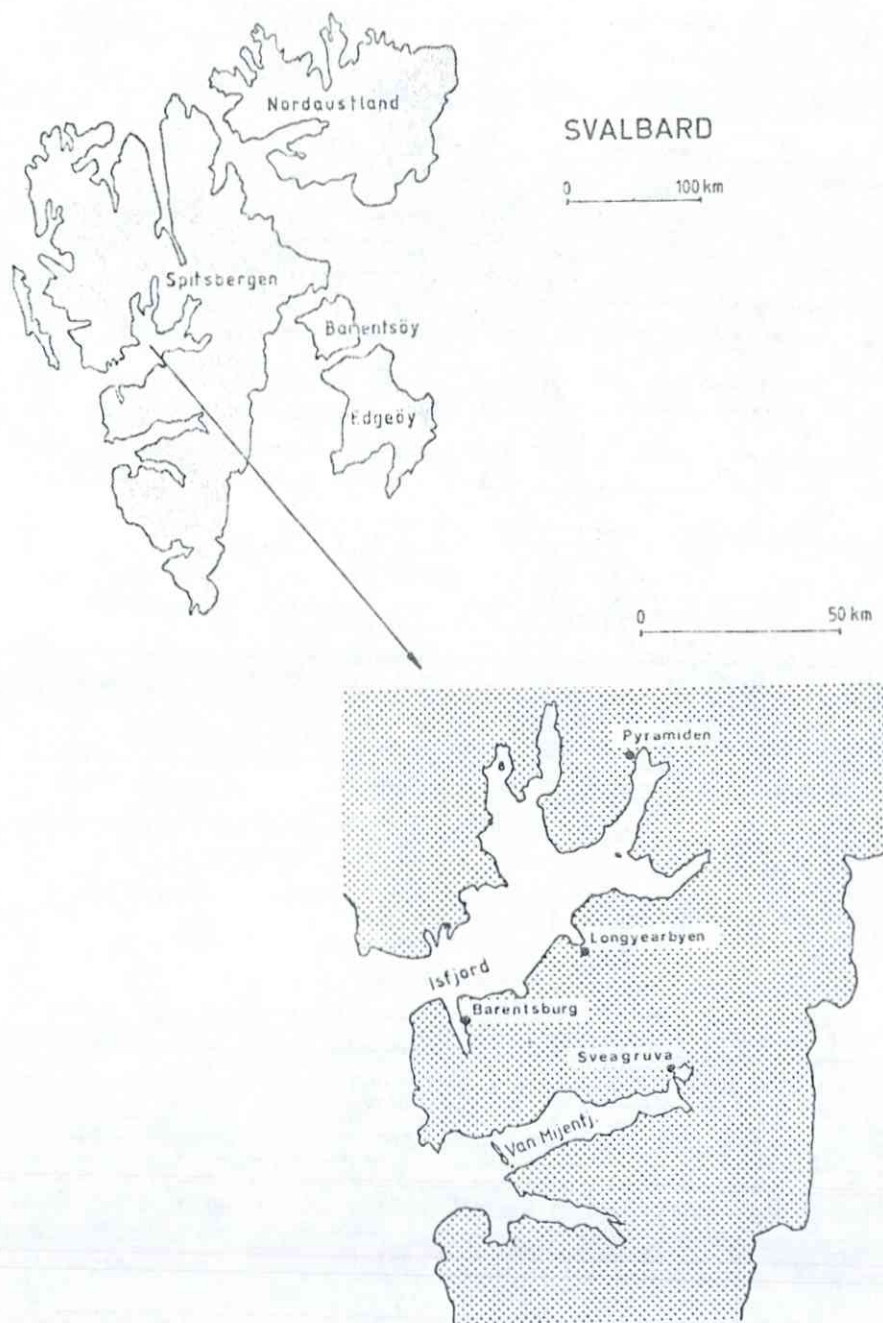


Bild 3: Svalbard (Spitzbergen), Übersicht zum Kohlebergbau,  
im wesentlichen umgezeichnet nach 86

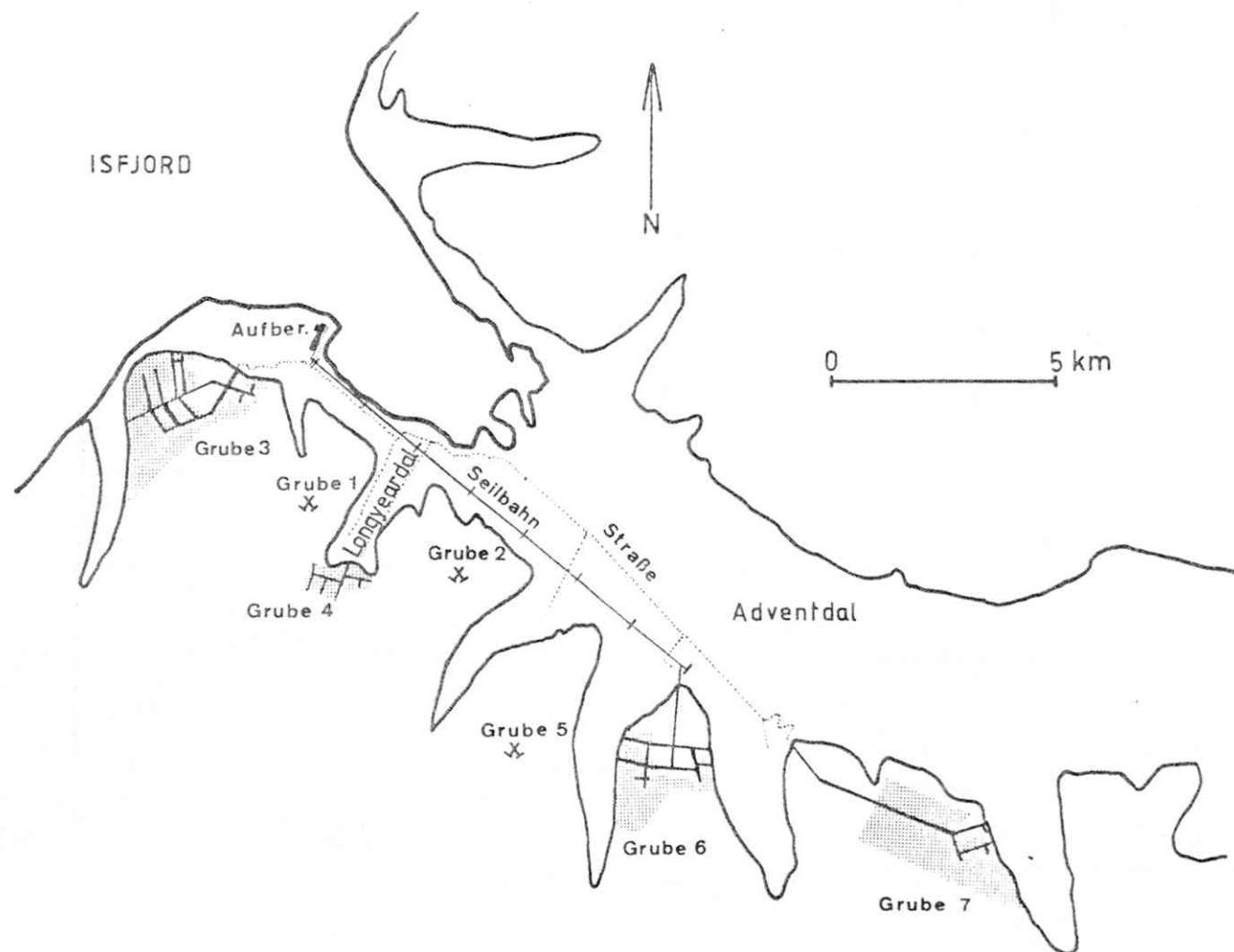


Bild 4: Svalbard (Spitzbergen), Grubenbetriebe bei Longyearbyen, umgezeichnet nach [86]



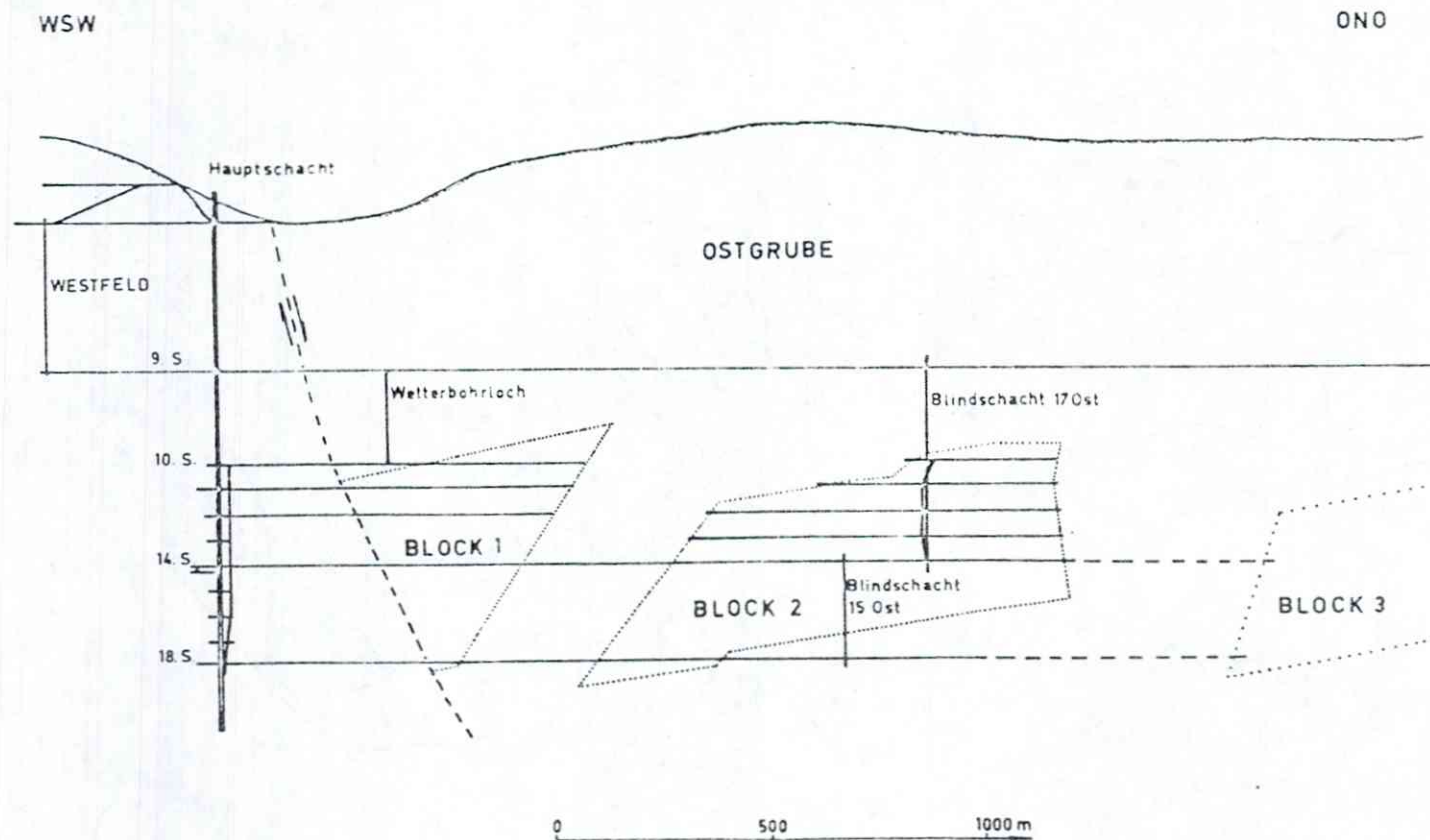


Bild 5: Fosdalen, schematischer Saigerriß, umgezeichnet nach [77] und [78]

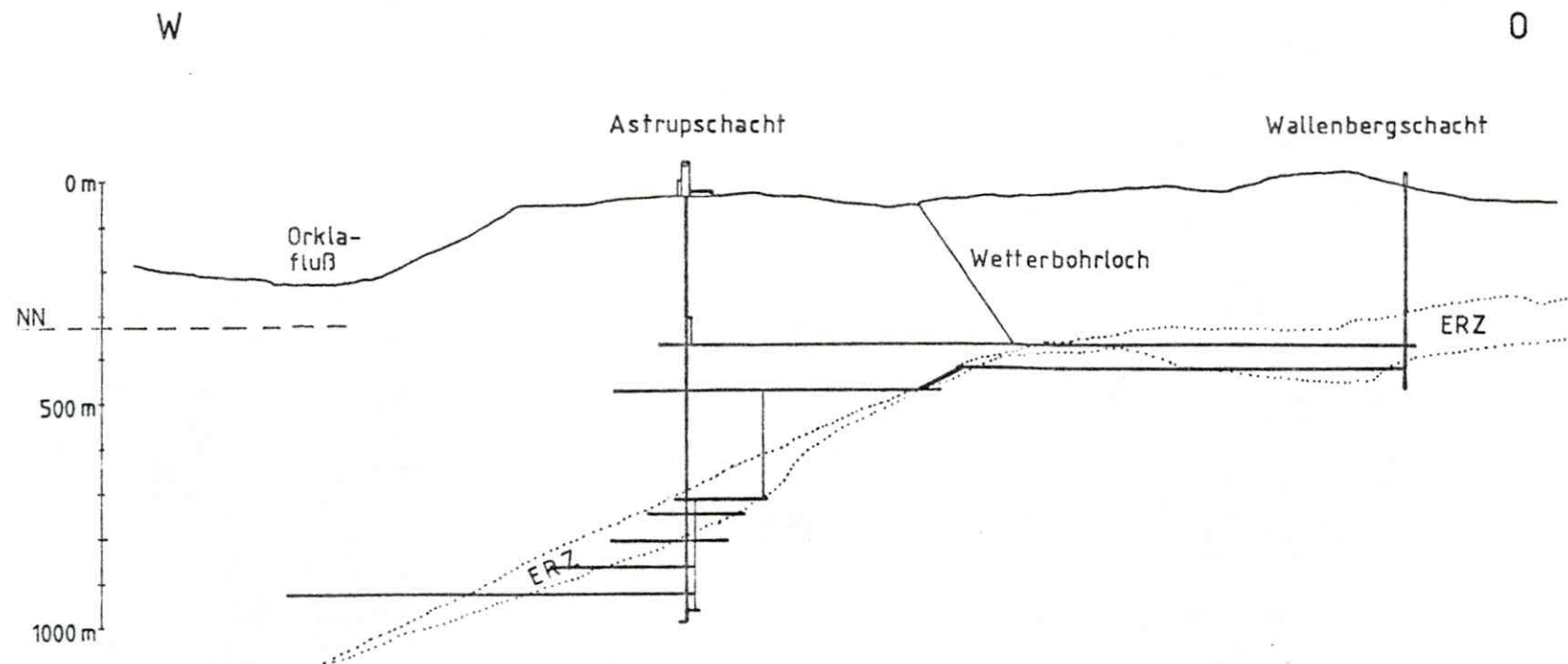


Bild 6. Lökken, schematischer Saigerriß, umgezeichnet nach [8] und [78]

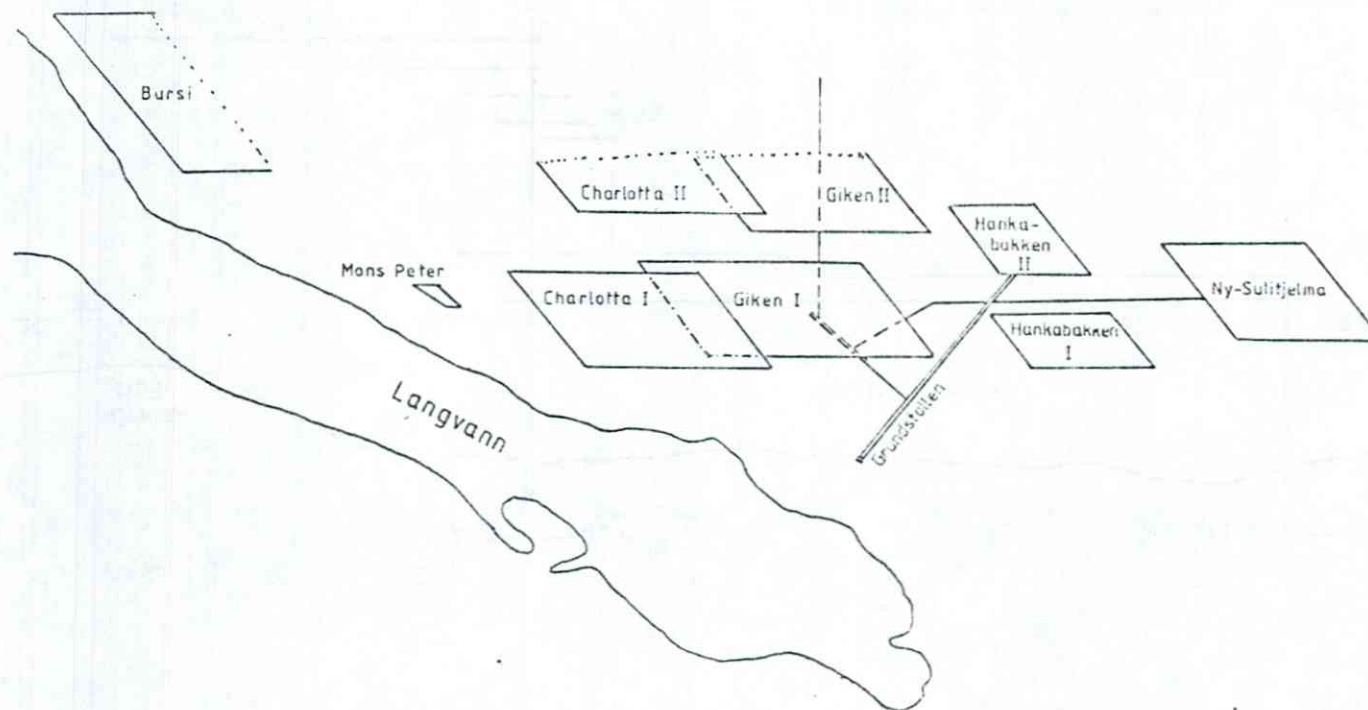


Bild 7: Sulitjelma, Grubenfelder nördlich des Langvann ("Langer See"),  
umgezeichnet nach [63], [64] und [78]

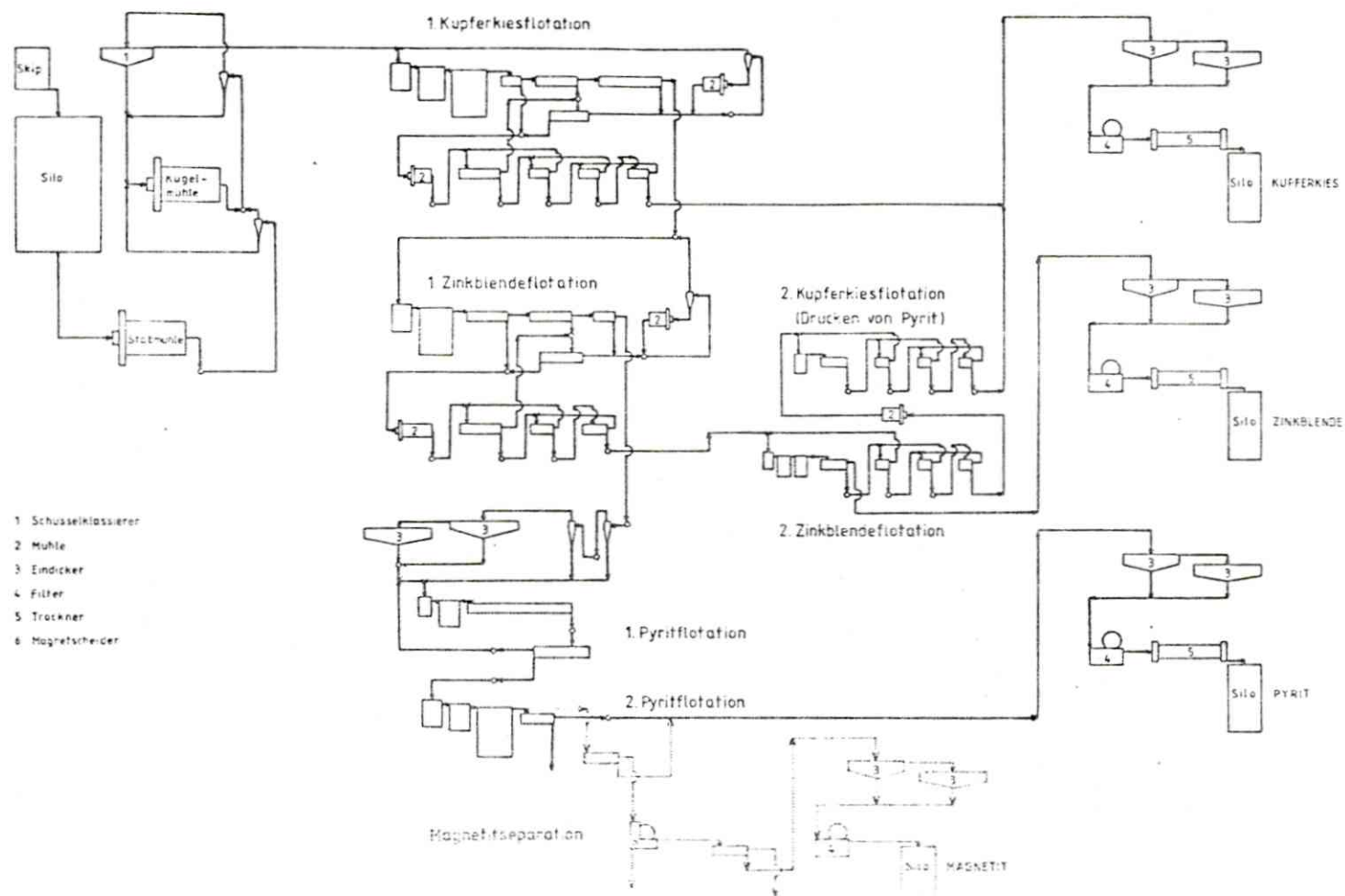


Bild 8: Tverrfjellet, Aufbereitungsschema, im wesentlichen umgezeichnet nach [38]



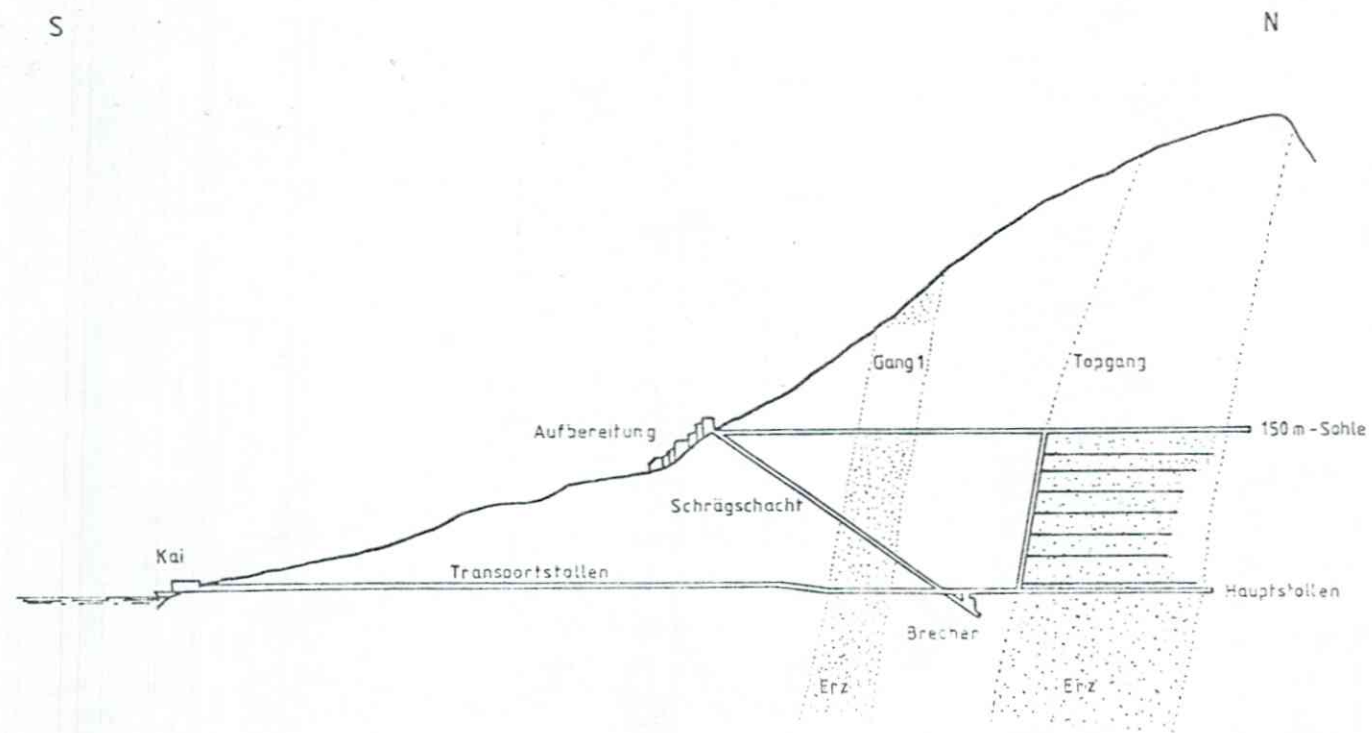


Bild 9: Skaland, schematischer Saigerriß, umgezeichnet nach [13] und [78]



Bild 10: Rana-Gruben, Förderung mit Elektrobagger (P&H, 2100 BL, 11,7m<sup>3</sup>) und SLKW (Lectra Haul, Mark 36)



Bild 11: Sydvaranger A/S, Tagebau Björnevatn



Bild 12: Tagebau Tellnes der Titania A/S

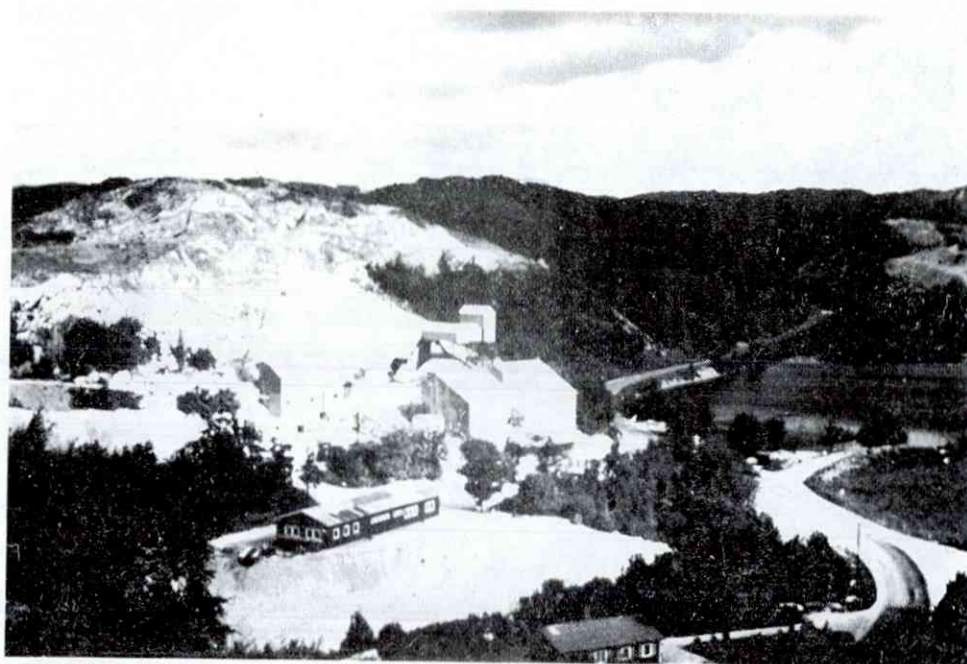


Bild 13: Labradoritbrüche der Norwegian Talc A/S (links) und der Folldal Verk A/S (rechts am Bildrand) bei Egersund



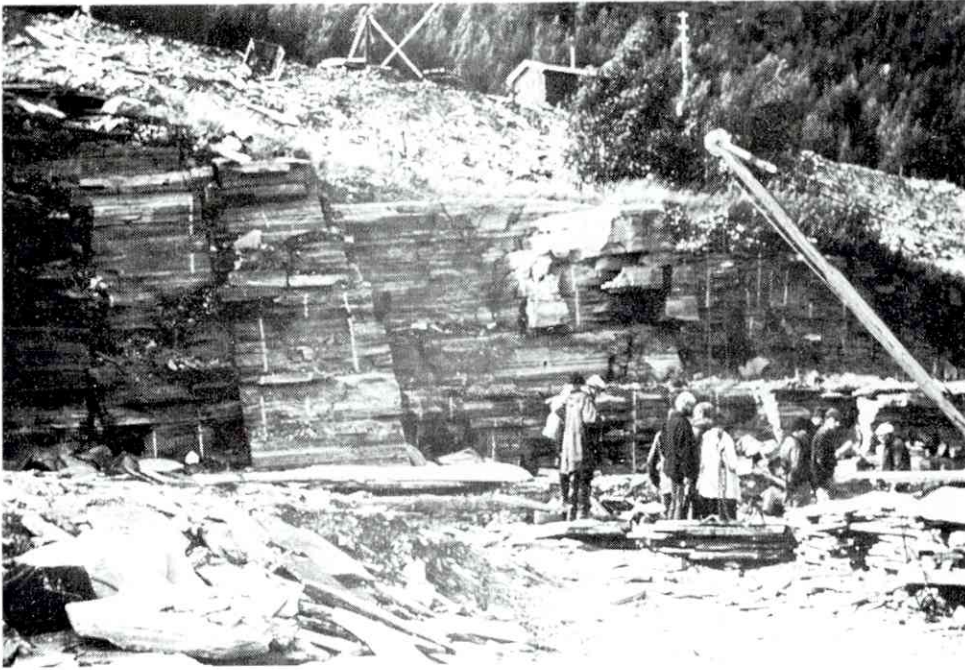


Bild 14: Schieferbrüche bei Alta



Bild 15: Noritbruch am Ostufer des Rekefjords