



# NORGES GEOLOGISKE UNDERSÖGELSE

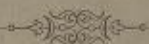
## Nikkelforekomster og nikkelfabrikation.

- I. De canadiske forekomster af nikkelfoldig magnetkis.
- II. Jernnikkelkis fra Baiern i Nordland.
- III. Om verdens nikkelfabrikation og om konkurrence-betingelserne mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster.

Af

J. H. L. Vogt.

(Mit einem Resumé in deutscher Sprache.)



Kristiania.

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1892.

Pris 40 öre.

1.20

Norges geologiske undersøgelse.

# Nikkelforekomster og nikkelfabrikation.

- I. De canadiske forekomster af nikkelholdig magnetkis.
- II. Jernnikkelkis fra Beiern i Nordland.
- III. Om verdens nikkelfabrikation og om konkurrence-betingelserne mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster.

Af

J. H. L. Vogt.

(Mit einem Resumé in deutscher Sprache.)



Kristiania.

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1892.

64/253

55 (481)

---

Titelblad, indholdsfortegnelse, forord og det tyske resumé trykt i  
A. W. Brøgers bogtrykkeri; s. 1—66 trykt i Kgl. Bok-  
trykkeriet, Stockholm.

## Forord.

---

Af de tre her under fællestitel „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“ sammenfattede afhandlinger er det navnlig den sidste, der kan være til særlig nytte for alle dem, som interesserer sig for udviklingen af vor nikkelindustri; de to første afhandlinger er medtagne, fordi de i visse henseender danner grundlaget for den sidste.

De tre afhandlinger er — med undtagelse af det paa tysk skrevne resumé — oprindeligt trykt i „Geologiska Föreningens Förhandlingar“ (Stockholm), april- og maihefterne for 1892.

Kristiania, mai 1892.

J. H. L. Vogt.

# Indhold

## I.

<i>De canadiske forekomster af nikkelholdig magnetkis</i> . . . . .	1—10
---	------

## II.

<i>Jernnikkelkis fra Beiern i Nordlav</i> . . . . .	11—24
---	-------

Jernnikkelkis; egenskaber, stilling i det mineralogiske system, oversigt over monosulfidernes krystallisation . . . . .	12
Beiern-forekomstens geologi . . . . .	17
Genetiske bemærkninger vedrørende individualisation af jernnikkelkis, „gunnarit“, polydymit og millerit, i nikkelholdig magnetkis (-magma) . . . . .	18
Koncentrationsforholdet mellem nikkel og kobolt, ved individualisation af RS- og af RS <sub>2</sub> -mineral . . . . .	21

## III.

<i>Om verdens nikkelproduktion og om konkurrence-betingelserne mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster</i> . . . . .	25—67
Nikkelertser . . . . .	26
Nikkelertsernes geologiske optræden . . . . .	27
Historik . . . . .	28
Tyskland, Østerrige-Ungarn . . . . .	30
Norge, Sverige . . . . .	33
Italien, Spanien, Rusland, England, Frankrige . . . . .	38
Ny-Caledonien . . . . .	40
Forenede Stater . . . . .	46
Canada . . . . .	49
Oversigt over verdens nikkelproduktion . . . . .	49
Anvendelse . . . . .	50
Pris og consumption . . . . .	52
Produktionspris . . . . .	59
Tillæg; Ny-Caledonien, produktion, produktionspris . . . . .	66
<i>Resumé (in deutscher Sprache)</i> . . . . .	68—80



## I.

### De canadiske forekomster af nikkelholdig magnetkis.

De i midten af 1880-årene opdagede felter af nikkelholdig magnetkis ved Sudbury, distrikt Algoma ( $46\frac{1}{2}^{\circ}$  n. br.,  $81^{\circ}$  v. f. Greenwich; på NO-siden af Lake Huron) i Ontario, Canada, har i Norge og sandsynligvis også i Sverige tiltrukket sig adskillig opmærksomhed, — dels af theoretiske grunde, idet de canadiske og skandinaviske forekomster såvel mineralogisk som geologisk stemmer nøie overens, og dels af praktisk-økonomiske grunde, idet den betydelige canadiske nikkelproduktion og det om end kun indirekte ved samme skabte forbrug af nikkel til nikkelstål betegner en ny fase i nikkelindustriens historie. Et referat, støttet på de canadiske geologers og bergingeniørers publikationer,<sup>1</sup> desuden også på velvillige private meddelelser af A. E. BARLOW og dr SELWYN, chef for Canadas geologiske undersøgelse, vil derfor forhåbentlig kunne være af interesse.

Den canadiske nikkel-magnetkis optræder — nøiagtig som tilfældet er ved de norske og svenske forekomster — overalt i

<sup>1</sup> Særlig henvises til de to arbejder:

E. D. PETERS (forfatteren af »Modern american methods of copper smelting», 1887): »The Sudbury ore-deposits;» i *Transact. of the amer. inst. of min. eng.* 1890.

A. E. BARLOW, »On the nickel and copper deposits of Sudbury, Ont.» (read before the Logan club, Ottawa, march 6th, 1891; reprinted from the *Ottawa naturalist*).

I de senere årgange af det amerikanske »Engineering and mining journal» vil man også finde talrige notiser om de canadiske nikkelforekomster.

intim forbindelse med massive, grovkornige, basiske bergarter, som på det geologiske rektangelblad »Sudbury» sammenfattes under betegnelse »greenstones», og som forøvrigt i de forskjellige beskrivelser opføres snart som gabbro og snart som diorit eller »pyroxenic diorite»; undertiden også som diabas, hvilken sidste nomenclatur dog synes at være vildledende. — En mig tilsendt prøve fra Travers mine, Algoma, viser en grovkornig, stærkt omsat gabbro-bergart, af eugranitisk-kornig struktur og påfaldende rig på jern-magnesia-silikat; på grund af de i meget rigelig mængde nydannede mineraler (muscovit, hornblende, kalkspath, kvarts, zoisit, titanit osv.) kan man dog af det enkelte håndstykke ikke levere nogen sikker karakteristik af bergarten i den primære habitus. Så meget kan man dog se, at Canada-bergarten ikke er petrografisk identisk med den norit-type, der er betegnende for de fleste norske nikkel-magnetkis-forekomster (som f.ex. Bamle, Ringerike, Askim osv.)

Sudbury-feltets gabbroer er lentikulært begrænsede, med længderetning efter skiferens strøg, og når ofte meget betydelige dimensioner (længde op til 20 km og bredde 2—3 km); de sætter op gennem laurentinske og huronske — derimod *ikke* gennem cambriske — skifere<sup>1</sup> og må efter de canadiske geologers fremstilling opfattes som eruptive dannelser, sandsynligvis af præ-cambrisk alder.

»Nikkel-gabbro-beltet», som forløber NO—SV, og som alt-i-alt er omkring 100 km langt og 60 km bredt, falder (efter beretning i Eng. and min. journ., 1891, I, s. 579) i to underafdelinger: hovedfeltet, 40 km langt, strækker sig fra Whitson Lake til Spanish River, med Sudbury by til centrum; længere mod vest findes et mere underordnet felt, ved Onaping. — Også ved St. Stephan i New Brunswick har man nylig påvist nikkel-

<sup>1</sup> På geologisk rektangelblad Sudbury defineres »Laurentian» ved »red and grey hornblende-granite and gneis, merging into each other; on the SE.-side are gneisses only»; — og »Huronian» ved »Quartzite agglomerates, greywackes, felsites, stratified quartz-diorites; clay strates, various kinds of crystalline schists, and rarely bands of dolomit».

holdig magnetkis geologisk ekvivalerende Sudbury-forekomsterne, men med lavere Ni-gehalt (2—2.5 % Ni).

Kisen optræder ved de fleste gruber i Sudbury-feltet som en typisk *kontaktdannelse* (contact deposits situated between the clastic rocks, such as felsites, quartzites, etc., and irruptive diabase or gabbro — ex. Evans and Stobie mines, — or between these latter and granite or micropegmatite — ex. Murray mine —); kun sjældnere viser kisen sig som impregnation inde i den basiske eruptiv i længere afstand fra grænsen.

I mineralogisk henseende karakteriseres forekomsterne først og fremst ved *nikkelholdig magnetkis*, — der, som vi senere skal tale om, oftest holder 3—5.5 %  $Ni(+Co)$ , — og *svovlkis*, noget *titanjern* samt forholdsvis meget rigelig tilblanding af *kobberkis*; videre har man i enkelte gruber påtruffet de i økonomisk henseende vigtige, rige nikkelsulfider *polydymit* og *millerit*; og endelig stammer som bekendt det eiendommelige, nys opdagede platinarsen-mineral *sperrylit* ( $PtAs_2$ ) netop fra de her omhandlede forekomster.

Polydymit (fra Vermilion mine) er analyseret af F. W. CLARKE og C. CATLETT (American Journ. of science, B. 37, 1889, s. 372), med resultat:

Ni .....	43.18	} sum 100.00
Fe .....	15.47	
S.....	41.35	

hvilket giver formel  $Ni_3FeS_5$ . — Millerit ( $NiS$ , i ren tilstand med 64.45 % Ni) er påvist i et par forskellige gruber, bl. a. i Copper Cliff mine, 50 m under dagen; særskilt analyse af mineralet synes ikke at være udført.

I en gennemsnitsanalyse af skjærsten angives gealterne:

14.14 % Ni	} (desuden 26.91 % Cu);
0.935 % Co	

altså i skjærsten 1 del Co til 15 dele Ni; dette vil, da skjærstenen er fremgået af en meget intens røstet malm, svare til forhold 1 del Co til omkring 10 dele Ni i malm; ved de norske



og svenske gruber møder vi oftest samme proportion, nemlig 1 Co : 4—12 Ni. — Derimod er magnetkisen ved de canadiske forekomster i stærkere grad end ved de analoge norske og svenske felter opblandet med kobberkis; hos os møder man proportion 1 del Ni til 0.3—0.6, op til 0.65 eller 0.7 dele Cu, i Canada derimod gennemgående 1 del Ni til 1.8—2 dele Cu.<sup>1</sup> Snart er kobberkisen og magnetkisen — således som det for den væsentligste del er tilfælde ved de norske og svenske leiesteder — fint og jævnt blandede med hinanden, snart derimod er hvert af de to mineraler separeret ud i store, rene partier; PETERS anfører eksempelvis, at i en grube blev udmineret 2,000 tons magnetkis med kun 1 % kobber og lige ved siden 15—20 tons næsten ren kobberkis.

Særlig interesse afgiver det nye mineral sperrylit,<sup>2</sup> PtAs<sub>2</sub>, som krystalliserer regulært (pentagonal-hemiëdrisk;  $\infty 0 \infty . 0 . \infty 0 . \frac{\infty 0 2}{2}$ ), og som, efter reduktion til kemisk ren substans,<sup>3</sup> består af:

Arsen.....	43.23
Antimon.....	0.54
Platina .....	55.47
Rhodium.....	0.76
Palladium.....	spor

Sum 100.01.

Mineralet er hidtil kun fundet i »gossan» (rustskorpen eller oxydskorpen) oppe i dagen over den egentlige kismasse, ved Vermilion grube; at dog også selve kisen holder platina, er konsta-

<sup>1</sup> På grund af denne store tilblanding af kobberkis var det oprindelig (i beg. af 1880-årene) planen at bearbejde Sudbury-forekomsterne på kobber; den vigtige nikkelgehalt blev man først senere ved et rent tilfælde opmærksom på.

<sup>2</sup> Fundet af kemikeren, T. L. SPERRY, ved Canadian Copper Comp.; analyseret af H. L. WHEELS og krystallografisk undersøgt af S. L. PENFIELD, se American Journal of Science, B. 37, 1889.

<sup>3</sup> Analysematerialet var opblandet med et par procent tinsten. — SnO<sub>2</sub> står i kemisk henseende nær TiO<sub>2</sub>, som er karakteriserende for de oxydiske basiske udsondringer i basiske eruptiver, og som også stadig, om end i underordnet mængde, forefindes på de tilsvarende sulfidiske udsondringer.

tereret ved analyser af CLARKE og CATLETT (l. c.), idet disse i kistoffer (bl. a. førende polydymit) fra samme grube fandt

0.0087, 0.0060 og 0.0024 % platina (eller 87, 60 og 24 g platina per ton). — Også i skjærsten har man gjentagne gange påvist platina, hvilket element følgelig må være fint og jævnt fordelt over det hele. — Ligeledes har man i canadisk nikkel-malm ad kemisk vei konstateret guld och sølv, dog i endnu mindre procent end platina.

Zinkblende, blyglans og bor- eller fluor-mineraler omtales ikke, og det fremhæves særlig, at As, Sb, Bi og Te fuldstændig mangler (når undtages den lille arsengehalt i sperrylit).

Den intime *genetiske* analogi mellem de canadiske og de norske og svenske forekomster frengår af følgende *fællesegenskaber*:

Malmen, nemlig nikkelholdig magnetkis med tilhørende ertser, optræder såvel i det canadiske felt som ved de talrige, over hele den skandinaviske halvö spredte forekomster i forbindelse med basiske eruptiver, hovedsagelig *gabbro*-bergarter, — på den skandinaviske halvö fortrinsvis *norit* med uraliseret norit (se note Geol. Fören. Förh. B. 14, s. 240);<sup>1</sup> i Canada ved endnu petrografisk ikke nærmere bestemt *gabbro* (eller diorit?).

Nikkel-magnetkis-forekomsterne kan såvel i Canada som i Norge og Sverige i regelen karakteriseres som *gabbro*-bergarternes *grænsefaciesdannelse*r (cfr. Geol. Fören. Förh. B. 6, planche 30, og samme tidsskrift, B. 14, s. 241; se også næste afhandling, kart over Beiern-forekomsten).

Den karakteriserende erts er *nikkelholdig magnetkis*; i ren stuf ved de talrige norske og svenske forekomster i regelen med 2—7, oftest 3—5 % Ni (+ Co); ved de canadiske forekomster med samme eller noget højere gehalt.

Den nikkelholdige magnetkis ledsages beggesteds undertiden af *nikkelrige sulfider*, — således ved de norske og svenske gruber hist og her af jernnikkelkis (med »gunnarit»); ved de canadiske af polydymit og millerit.

<sup>1</sup> Min afhandling »Dannelse af jernmalmsforekomster», s. 143 og 144.

I forbindelse med nikkel møder vi beggesteds en mindre koboltgehalt, — ved de norske og svenske forekomster 1 Co : 4 —12, oftest 6—8 Ni; ved de canadiske med rundt tal 1 Co : 10 Ni.

Den nikkelholdige magnetkis ledsages overalt af *svovlkis*, jævnlig også af *titanjern* (eller titanomagnetit; cfr. Geol. Fören. Förh. B. 14, s. 241), videre uden undtagelse af *kobberkis*; i genetisk henseende kan det kun tillægges rent underordnet betydning, af de canadiske forekomster i det hele og store betegnes ved mere Cu i forhold til Ni, end tilfældet er ved de norske og svenske forekomster.

Derimod må det fremhæves som moment af fremtrædende betydning, at Pb, Zn, Sb, As osv., videre B- og Fl-forbindelser såvel ved de norske og svenske som ved de canadiske forekomster fuldstændig mangler eller i alle fald kun er tilstede i forsvindende mængde. — Den eiendommelige lille Pt-gehalt i den canadiske kis kan man ikke tillægge nogen kvalitativ betydning i genetisk henseende.<sup>1</sup>

De *piemontske* forekomster (cfr. den næst påfølgende afhandling) tilhører nøiagtig samme undertypus som de norske, idet de nemlig optræder som grænsedannelse ved norit, og idet de betegnes ved næsten samme forhold mellem Fe, Ni, Co og Cu som de normale norske forekomsten; kun er muligens Co-gehalten i den piemontske kis noget højere end vanlig (omtrent som ved Romsås i Norge).

Også nikkel-magnetkis-forekomsten ved Lancaster Gap mine i Pennsylvanien optræder, at dømme efter de vistnok meget ufuldstændige beskrivelser, som jeg har havt anledning til at se, i en eller anden gabbro-bergart.

De til *basiske eruptiver, fortrinsvis gabbro (norit) bundne forekomster af nikkelholdig magnetkis* — ex. Ertelien og Meinkjær i Norge, Klefva i Sverige, Sudbury i Canada, Varallo i Piemont — *tilhører en fælles, skarpt begrænset verdensgruppe;*

<sup>1</sup> På forhånd ligger det nær at antage, at også norsk og svensk nikkel-malm må føre noget platina; en foreløbig enkelt prøve — af pulvernikkel fra Klefva — gav dog negativt resultat (eller i alle fald ikke så meget som 5 gram platina per ton pulvernikkel, à 70 % Ni).



som i Geol. Fören. Förh. B. 14, s. 239—241 udviklet, må *kisen*, med sin iboende Ni-, Co- og Cu-gehalt, være at opfatte som et udsondringsprodukt af den oprindelige eruptivmagma.

Årsagen til, at disse forekomster, efter den hidtil vundne erfaring, udelukkende optræder i *basiske* og aldrig i sure eruptiver, må sandsynligvis bero på,

for det første, at de sure eruptiver, som i det hele og store betegnes ved betydelig lavere gehalter på oxyder af de tunge metaller end de basiske, gennemsnitlig også vil karakteriseres ved lavere Ni-, Co- og Cu-gehalter;

og for det andet, at også selve sulfid- eller kis-mængden gennemgående er lavere i de sure end i de basiske eruptiver.<sup>1</sup>

Den i canadisk kis forhåndenværende platingehalt må formentlig også skyldes en magmatisk koncentrationsproces; for analogiens skyld kan påpeges, at metallisk platina ved de hidtil kjendte forekomster (Ural, Amerika) optræder i serpentin, — altså sandsynligvis en omvandlet basisk eruptiv.

I *praktisk henseende* deler PETERS de canadiske leiesteder i tre grupper, nemlig:

a) Forekomster, førende næsten aldeles ren magnetkis, af meget betydelige, endog kolossale dimensioner (. . . »enorms extent, so large, in fact, that we have as yet obtained no idea of their boundaries»). Som eksempel vælges Stobie mine, som vistnok kun er opfaret nogle få hundrede fod efter længden, men hvis »rustskorpe» (»gossan») i dagen kan følges, om end med afbrydelse, i flere engelske miles længde; gruben drives som dagbrud, med front på 100 fod. — Kisen viser lavere Ni- og Cu-gehalter end fra de øvrige gruber, men dog, efter PETERS, lige så høi gehalt som de bedste norske og tyske malme(?).

b) Den anden gruppe — med typus Copper Cliff mine — karakteriseres ved temmelig stærkt bergsprængt, men til gengæld forholdsvis meget nikkelig malm; den nævnte grube, hvor

<sup>1</sup> Det sidste kan stå i forbindelse med den fra metallurgi bekjendte erfaringssætning, at sulfid opløses lettere i basisk end i sur silikatmagma.



arbeidet blev påbegyndt 1886, var allerede i 1890 opfaret til henimod 200 *m* dyb.

c) Leilighedsvis træffer man de vigtige kriterier på de to foregående grupper, nemlig ren malm såvel som høi nikkelgehalt, i kombination; denne »herlighed» er dog hidtil begrænset til en enkelt grube, Evans mine.

*Malmens nikkelgehalt og den hidtil stedfundne nikkelproduktion.* — Fra våren 1886, da arbeide på nikkelmalm påbegyndte, indtil 1ste okt. 1890 var, ifølge BARLOW'S brochure, ved det vigtigste nikkelverk i Sudbury-distriktet, The Canadian Copper Comp., bleven produceret

56,534 tons malm, hvoraf halvparten allerede var bleven forsmeltet, med udbytte 6,500 tons skjærsten å nikkelindhold 922 tons; den resterende nikkelmalm blev beregnet at skulle give 6,000 tons skjærsten å 852 tons nikkel, — og det totale kobberindhold i malm og sten blev anslået til 3,362 tons. Efter disse opgaver giver 100 tons malm et udbytte 22.1 % skjærsten, å 14.1—14.2 % Ni (+ Co) og 26.9 % Cu; — og den midlere netto nikkelgehalt i smeltmalmen kan sættes til 3.1 %.

Også fleresedes i de øvrige fremstillinger opføres skjærstensens gehalt til 14—15 % Ni og 27 % Cu (cfr. bl. a. den tidligere meddelte analyse), ligesom det også stadig fremhæves, at man ved at drive malmröstning i meget intens skala<sup>1</sup> opnår en stærk koncentration ved den første smeltning.

Til støtte for ovenstående beregning kan medtages:

Efter opgave i »Transact. of the amer. inst. of min. eng.», 1889, s. 295, kan malmblandingen — 7 % kobberkis, 63 % magnetkis, 30 % bergart — ansættes til gennemsnitlig gehalt 2.5—3.5 % Ni (+ Co), hvilket igjen svarer til gehalt 4—5.5 % Ni (+ Co) i aldeles ren kis.

PETERS opfører (Eng. and min. journ., 1888, II, s. 235) malm — 30 % bergart, rest magnetkis og kobberkis — fra Evans mine, som er den bedste eller en af de bedste gruber, til gjen-

<sup>1</sup> Malmen röstes fra 30—40 % svovl ned til kun 4—5 % eller 4—6 % svovl.

nemsnitlig gehalt 3.5 % Ni(+Co) og 3 % Cu; malmen fra de fleste øvrige forekomster sættes samtidig til 2.5 % Ni(+Co) og 3 % Cu. — Magnetkis i ren stuf holder efter en anden opgave sjelden (men altså undertiden) under 2.5 % Ni(+Co).

Efter BARLOW (l. c.): ni forskellige malmprøver fra Canadian Copper Comp.'s gruber gav (1888) 1.12—4.21, middel 2.38 % Ni(+Co) og 4.03—9.98, middel 6.44 % Cu;

fire andre, af BARLOW selv udtagne prøver, gav 1.95—3.10, middel 2.25 % Ni(+Co);

en vilkårlig udtagen prøve af røstet malm holdt 2.43 % Ni(+Co), 5.40 % Cu og 7.92 % S;

i stuffer med rigelig indsprængning af polydymit kan omvendt nikkелgehalten stige til 35—36 %.

Disse opgaver — oftest 4—5.5 % Ni(+Co) i ren kis; gennemsnitlig omkring 3 % eller 3.1—3.5 % Ni(+Co) i den skeidede malm og 14—15 % Ni(+Co) i den erholdte skjærsten — betegner vistnok meget smukke gehalter; dog må også fremhæves, at de ikke angiver nogen væsensforskjel fra de bedste blandt de norske forekomster, — noget, vi nærmere skal præcisere i den næst påfølgende afhandling.

I Sudbury-distriktet, som først »åbnedes» for nikkел i 1885, arbejder nu ikke mindre end 8 forskellige selskaber; det vigtigste er det allerede tidligere omtalte »Canadian Copper Comp.» (aktiekapital 2½ mill. dollars; grundlagt 1886); videre: »Dominion Mineral Comp.» (grundlagt 1889); »Nickel Mining Comp.» (kapital ½ mill. dollars, grundlagt 1891) osv.; det bekendte Swansea nikkел- og kobber-firma »Henry H. Vivian & Co» købte i 1889 en grube (Murray mine), som senere drives for firmaets regning.

Flere af selskaberne har på stedet bygget hytter<sup>1</sup> til første gangs nedsmeltning af malm; den erholdte skjærsten behandles videre ved fremmede raffinationsverk, hvorom oplysning under afsnittet »De Forenede Stater» i den næst påfølgende afhandling.

<sup>1</sup> Man smelter i waterjacket, med døguproduktion pr oven 125—135, i enkelte døg uendog op til 187 tons; 1 ton malm kræver 6—8 tons cokes (fra Pensylvanien).

Efter opgave i »Eng. and min. journal», 1892, I, s. 41, beløb nikkelindholdet i den canadiske produktion sig i 1890 til 1,336,627 pounds = 607 tons.

#### Tillæg.

I et netop (våren 1892) udkommet arbejde »Mémoire sur les progrès de la métallurgie du nickel et sur les récentes application de ce métal» af D. LEVAT (Annales des mines, 1892, 2e livraison) opgives den canadiske nikkelmalm etsteds til »middelgehalt 2—3 % nikkel og ligeså meget kobber»; et andet steds til »gehalt ikke over 3—4 % nikkel.» — Ved at skeide ud for sig så meget kobbermalm som mulig og ved samtidig at arbejde med extra skarp röstning, er det i den senere tid lykket at drive skjærstenens nikkelgehalt op i 20 eller endog 20—25 % Ni; eksempelvis kan således nævnes gehalter i skjærsten:

	Fra Canadian Copper Comp., febr. 1891. Dominion Comp.			
Ni.....	19.40 %	21.47 %	23.45 %	24—26 %
Cu.....	16.94 »	16.95 »	17.84 »	18—20 »

Af 100 tons malm falder 12 tons rig skjærsten, ekvivalente en middel netto nikkelgehalt i malm i stor 2.4—3 %.

Der beregnes, at 1 ton malm, iberegnet grube-, röstnings- og skjærstenssmeltningens-udgifter, når man skal arbejde mod dybet, vil koste 30—35 frcs (arbeidernes dagsløn 9 frcs; 1 ton kokes til pris 35 frcs; gruberne meget vandsyge; skjærstenssmeltning, uden röstning, 8—9 frcs pr ton); i skjærsten med 20 % nikkel og lidt lavere gehalt kobber blir følgelig de værdifulde metaller at belaste med produktionspris 1.50 frcs (= 1.05 kr.) pr *kg* nikkel og 0.50 frcs (= 0.35 kr.) pr *kg* kobber.

Videre henledes opmærksomheden på en liden, nylig publiceret geologisk afhandling »The nickel and copper deposits of Sudbury district, Canada» af ROBERT BELL (Assistant director of the geol. survey of Canada) i »Bull of the geol. soc. of America», 1891, vol. 2, s. 125—240.



## II.

### Jernnikkelkis

#### fra Beiern i Nordland.

I 1845 blev af TH. SCHEERER<sup>1</sup> (daværende professor ved Kristiania universitet) beskrevet et nyt mineral, jernnikkelkis (RS, hvor  $R = 2Fe + 1Ni$ ; oktaëdrisk spaltbar; ikke magnetisk) fra Espedalen i Gausdal, vestre Gudbrandsdalen. Senere har denne forbindelse overhovedet på den hele jord ikke nogetsteds været konstateret med sikkerhed; det er mig derfor en tilfredsstillelse ved denne anledning at kunne bekræfte SCHEERER'S bestemmelse.

I nogle høsten 1891 til det metallurgiske laboratorium indsendte »nikkelmalm«-prøver fra Eiterjord<sup>2</sup> i Beiern (67° n. br.) i Nordlands amt blev jeg opmærksom på, at den hovedsagelig af magnetkis bestående malm i ganske rigelig mængde var tilblandet et navnlig ved god spaltbarhed karakteriseret mineral, som ved nærmere undersøgelse viste sig at være identisk med SCHEERER'S jernnikkelkis.

<sup>1</sup> Se »Om Nikkelens forekomst i Norge» og »Nikkel-Skjærpene i Espedalen», *Nyt mag. f. naturv.*, B. 4, 1845; tillæg om jernnikkelkis samme tidsskrift, B. 5, 1843, s. 301; også POGGENDORFF'S *Annalen*, B. 58, 1843, s. 315. — Som i efterfølgende afhandling omtalt, gav SCHEERER'S fund stødet til optagelsen af Espedalens nikkelgruber.

<sup>2</sup> Forekomsten beliggende i Lillelægden under Eiterjord gård, på sydsiden af Beiernelven; ca. 0.6 km fra elven og 7—8 km fra dampskibsanlæbsstedet Tvervik; højde over havet omkring 100 m.



De vigtigste kriterier på dette mineral er:

*Oktaëdrisk spalbarhed*, meget god (omtrent så fuldkommen som hos flusspath eller blyglans); goniometermålinger af spaltestykker fra Beiern gav  $109^{\circ}27'$ ,  $28'$ ,  $30'$  og  $35'$ , medens oktaëder-vinkelen er  $109^{\circ}28'16''$ .

*Ingen magnetisme*, d. s. mineralet tiltrækkes ikke af vanlig hesteskomagnet, heller ikke af middels stærk elektromagnet; magnetismen altså ikke mere fremtrædende end f. ex. hos svovlkis eller jernglans.

*Kemisk sammensætning*. I de tilsendte prøver sidder jern-nikkelkisen i ganske små individer, sjelden over 5 mm store, fint og jævnt indsprængt i magnetkisen; på grund af mineralets gode spaltbarhed og dets mangel på magnetisme lykkedes det mig dog, ved tålmodigt arbejde, at få isoleret et par gram till analyse-material. De små med kniv eller pincet løsbrudte spaltestykker blev, efter besigtigelse med lupe, først behandlede med magnetstav og senere, efter pulverisation, med elektromagnet, indtil det sidste spor af magnetkis var fjernet. Svovlkis var overhovedet ikke tilstede i stofferne; en svag tilblanding af kobberkis kunde derimod ikke undgås; heller ikke kunde jeg få fjernet en yderst fin, tynd hud af oxyd eller basisk sulfat, som hist og her, om end i yderst sparsom mængde, var afsat på spaltefladerne.

En af mig foretagen analyse<sup>1</sup> gav de under I opførte tal; II er samme analyse fratrukket det uopløste og en til 0.28 % Cu svarende kobberkis-tilblanding.

	I.	II.	Atomtal-quotienter.	
Uopl. ....	0.29	—	—	
Cu .....	0.28	—	—	
Fe .....	30.51	30.60	0.5465	R : S = 1 : 0.948 Fe : Ni + Co = 1 : 1.066 Fe : Ni = 1 : 1.052
Ni .....	32.97	33.34	0.5748	
Co .....	0.45	0.46	0.0078	
S .....	34.15	34.25	1.0703	
Sum	98.65	98.65	—	

<sup>1</sup> S veiet som BaSO<sub>4</sub>; Fe som Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Cu, Ni, Co bestemt elektrolytisk.

As, Sb, Bi kunde ikke påvises i indveining på 1 gram.

Tabet består tildels af surstof, som stammer fra den på enkelte spalteflader siddende tynde hud af oxyd eller basisk sulfat; af denne grund er svovlbestemmelsen<sup>1</sup> bleven lidt for lav (en eller et par tiendedels procent). Det kan dog i henhold til analysen med sikkerhed sluttet, at forholdet R : S er nøiagtig 1.

To af bergingeniör THESEN foretagne analyser af ren eller næsten ren udplukket jernnikkelkis fra samme lokalitet viste 32.59 og 32.87 % Ni (+ Co), (analyserne udførte efter den Plattner-Münster'ske blæserörsmethode; derfor lidt for lavt resultat).

SCHEERER's analyse — fratrukket uopløst og kobberkis — af jernnikkelkis fra Espedalen gav:

Fe .....	40.86	0.7296	} 1.1138	R : S = 1 : 1.034
Ni (+ Co) .....	22.28	0.3842		
S .....	36.86	1.1519		

Sum 100.00.

Jernnikkelkisens formel er altså RS, hvor R = Fe, Ni (+ Co) i midlere blandingsforholde; ved Espedalsmineralet er R tilnærmelsesvis = 2Fe : 1Ni, ved Beiernmineralet derimod tilnærmelsesvis = Fe : Ni.<sup>2</sup>

*Specifisk vægt:* 4.6 (efter SCHEERER).

*Hårdhed:* omkring 4.

*Farve:* Jernnikkelkisen fra Espedalen (2FeS . NiS) er lys tombakbrun, — Beiernmineralet lys tombakbrun med et fremtrædende hvidgult skjær; mineralet synes altså ved stigende gehalt på NiS at antage en mere hvidgul nuance og derved nærme sig mod millerit (NiS) eller smeltet NiS. — Stærk metallisk glans. Pulverets farve grønlig sort.

Forsøg ved hjælp af etsfigurer at bestemme, om mineralet er holoëdrisk eller hemiëdrisk, førte ikke til positivt resultat.

<sup>1</sup> S bestemt to gange, med samme resultat.

<sup>2</sup> SCHEERER's formodning (Nyt mag. f. naturv., B. 5, s. 301), at forholdet 2Fe : 1Ni skulde være af væsentlig betydning, er således ikke holdbar.

*Jernnikkelkisens stilling i det mineralogiske system.* Til orientation hidsættes en hovedsagelig på grundlag af P. GROTH'S »Tabellarische Uebersicht der Mineralien» udarbejdet oversigt over de hidtil kjendte monosulfider og sulfider.

<i>Regulær række.</i>		Spaltbarhed.	<i>Hexagonal (rhomboëdrisk) række.</i>	
$\text{CaS}_2$ , $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{S}_2$ , $(\text{Ca}, \text{Mn})\text{S}$	?			
	Oldhamit Kunstigt Cu-sulfid <sup>1</sup>	—		
$\text{MnS}$ , $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca})\text{S}$	Manganblende Kunstigt Mn-sulfid <sup>1</sup>	$\alpha\text{O}$	$\text{CuS}$ , Greenockit a : c 1 : 0.9855	
$\text{ZnS}$ , $(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cd}, \text{Ca})\text{S}$	Zinkblende Kunstigt Zn-sulfid	$\alpha\text{O}\alpha$	$(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ , Wurtzit $(\text{Zn}, \text{Mn})\text{S}$ , Erythrozinцит ?	
$\text{NiS}^2$ i	Jernnikkelkis $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{S}$ , $(\text{Ni}, \text{Fe})\text{S}$	O	$\text{NiS}$ , $(\text{Ni}, \text{Fe})\text{S}$ , Millerit 1 : 0.9886	
$\text{FeS}$ i	$(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ , $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{S}$ , $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{S}$ , $(\text{Ca}, \text{Fe})\text{S}$ (Troilit?)	—	$\text{NiAs}$ , Nickelin 1 : 0.9462	
$\text{PbS}$ , $(\text{Pb}, \text{As}_2)\text{S}$	Blyglans	$\alpha\text{O}\alpha$ [O]	$\text{NiSb}$ , Antimonnikkel 1 : 0.9914	
$\text{Ag}_2\text{S}$	Sølvglans	$\alpha\text{O}\alpha$	$\text{Ni}(\text{As}, \text{Sb})$ , Antimon-arsen-nikkel	
$\text{PbSe}$ , $\text{PbTe}$ , $\text{Ag}_2\text{Se}$ , $\text{As}_2\text{Te}$		Regulær-holo- ëdrisk		
$(\text{Pb}, \text{Cu}_2)\text{S}$ , $(\text{Cu}_2, \text{Pb})\text{S}(\text{?})$ , $(\text{Ag}_2, \text{Cu}_2)\text{S}$				
$\text{Cu}_2\text{S}$	Kunstigt Cu-sulfur.	—		
$\text{Cu}_2\text{S}$ , $n\text{CuS}$ , $m\text{FeS}$ , $\text{FeCu}_3\text{S}_3$	Brogetkobber	} (sulfosalte)		
$\text{CuS}$ , $2\text{FeS}$ , $\text{FeCuS}_2$	Cuban			
$4\text{CuS}$ , $5\text{FeS}^3$	Hyteprodukt			
				$\text{Cu}_2\text{S}$ , Kobberglans
			<i>Rhomboisk række.</i>	
			$[\text{Ag}_2\text{S}$ , Akantit(?)	
			$\text{Cu}_2\text{Se}(\text{?})$ , $(\text{Cu}_2, \text{Ag}_2)$ , $\text{Se}(\text{?})$ , $\text{Ag}_2\text{Se}(\text{?})$	
			$(\text{Cu}_2, \text{Ag}_2)\text{S}$ , Stromeyerit	
			$\text{Cu}_2\text{S}$ , Kobberglans	
			<i>Tetragonal (sphenoidisk-hemiedrisk)</i>	
			$\text{CuS}$ , $\text{FeS}$ , $\text{CuFeS}_2$ , Kobberkis 1 : 0.9856 a : c	

<sup>1</sup> Se herom særlig mit arbejde »Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen, usw.»; monosulfid-afsnittet.

<sup>2</sup> Vid siden af Ni underordnet Cu.

<sup>3</sup> Efter W. C. BRÖGGER, Zeits. f. Kryst. B. 3, s. 495.



Også HgS, HgSe, HgTe, CuS osv.

Videre må det påpeges, at man ved hytteverk jævnlig påtræffer *regulært krystalliserende »sten»*,<sup>1</sup> d. s. sulfid bestående af FeS, NiS, CoS, ZnS, Cu<sub>2</sub>S, PbS, Ag<sub>2</sub>S osv.,<sup>2</sup> i vilkårlige — eller i alle fald inden visse grænser vilkårlige — blandingsforholde;<sup>3</sup> navnlig kjender man

a) regulært krystalliserende kobbersten, (Cu<sub>2</sub>,Fe)S, (Cu<sub>2</sub>,Fe,Ni)S, (Cu<sub>2</sub>,Fe,Ni,Ag<sub>2</sub>)S osv.;

b) regulært krystalliserende blysten, med kunstig sublimeret blyulfid, (Pb,Fe,Cu<sub>2</sub>)S, (Pb,Fe,Cu<sub>2</sub>)S osv.;

c) sandsynligvis også regulært krystalliserende råsten, (Fe,Cu<sub>2</sub>,Ag<sub>2</sub>,Ni)S osv. — og nikkelsten, (Fe,Ni,Cu<sub>2</sub>)S.

Det synes heraf at måtte fremgå, at alle de regulært krystalliserende monosulfider tilhører en fælles *hovedgruppe*, der igjen falder i flere *undergrupper*, nemlig:

a) en *tetraëdrisk-hemiëdrisk* undergruppe, ZnS, MnS, sandsynligvis også med CaS, NiS, FeS;

b) en *holoëdrisk* undergruppe, PbS, Ag<sub>2</sub>S, Cu<sub>2</sub>S (blyglans PbS, sølvholdig blyglans [Pb,Ag<sub>2</sub>]S, sølvglans Ag<sub>2</sub>S, jalpait 3Ag<sub>2</sub>S . Cu<sub>2</sub>S, cuproplumbit 2PbS . Cu<sub>2</sub>S, kunstigt Cu<sub>2</sub>S);

c) som separat — holoëdrisk? — undergruppe må også opføres: brogetkobber [Cu<sub>2</sub>S . n CuS . m FeS eller sulfosalt FeCu<sub>3</sub>S<sub>3</sub>], cuban [CuS . 2FeS eller FeCuS<sub>2</sub>] og hytteprodukt 4CuS 5 FeS; kobberkis er formentlig kun en morfotrop tetragonal mellemform, med ganske liden afvigelse fra det regulære.

NiS indgår — i lighed med ZnS, CdS, MnS, FeS — såvel i den regulære (tetraëdrisk-hemiëdriske) som i den hexagonale (rhoëdriske) række, dog således, at den regulært krystalliserende jernnikkelkis, såvidt erfaring hidtil rækker, består af NiS

<sup>1</sup> Oversigt over den ældre literatur i A. GURLT »Uebers. d. pyrogeneten künstlichen Mineralien», 1857, s. 20—26. — Selv har jeg oftere fundet regulært krystalliserende blysten og kobbersten, og håber, når jeg har fået kompletteret mit material, at kunne levere en detail-undersøgelse.

<sup>2</sup> I »sten» ikke CuS, heller ikke Fe<sub>2</sub>S, Pb<sub>2</sub>S, Ni<sub>2</sub>S.

<sup>3</sup> Disse krystaller kan opfattes som »Mischkrystalle», hvor sammen-krystallisationen beror på den korte opkjølingstid.



og FeS i nogenlunde midlere blandingsforholde (1Ni:1—2Fe), medens de hexagonale mineraler, millerit, nickelin osv., altid fører overveiende meget NiS (med NiAs, NiSb) og kun ganske lidt FeS (med FeAs, FeSb); de hidtil kjendte analyser af millerit udviser således 1Ni: max.  $\frac{1}{15}$  Fe. — Også i wurtzit (med erythrozin) og greenockit indgår kun en bagatel FeS.

Herved ledes vi til den slutning, at FeS ikke er dimorf, men — fri for sig — antagelig altid regulært krystalliserende (som troilit, krystalsystem hidtil ukjendt); videre, at årsagen til, at de midlere blandinger af NiS og FeS krystalliserer regulært og ikke hexagonalt, må søges i en morfotrof indvirkning af FeS.

*Øvrige Ni-rige sulfider er:*

Polydymit, efter analyse af LASPEYRES og af CLARKÉ & CATLETT (se foregående afh.) =  $R_4S_5$  (sulfosalt,  $2RS \cdot R_2S_3$ ), hvor R = Ni, Co, Fe eller Ni, Fe, Co (ved hexaædrisk spaltbarhed at adskille fra jernnikkelkis); med synchodymit, efter analyse af LASPEYRES (Zeits. für Kryst., B. 19, s. 17) ligeledes  $R_4S_5$ , kun forskjel, at R = Co, Cu, Ni, Fe.

Koboltnikkelkis eller linëit  $[(Ni,Co,Fe)_3S_4?]$ , beyrichit  $[(Ni,Fe)_3S_7?]$  og carrolit  $[(Co,Cu)_3S_4?]$  er efter LASPEYRES (l. c.) muligens identiske med polydymit.

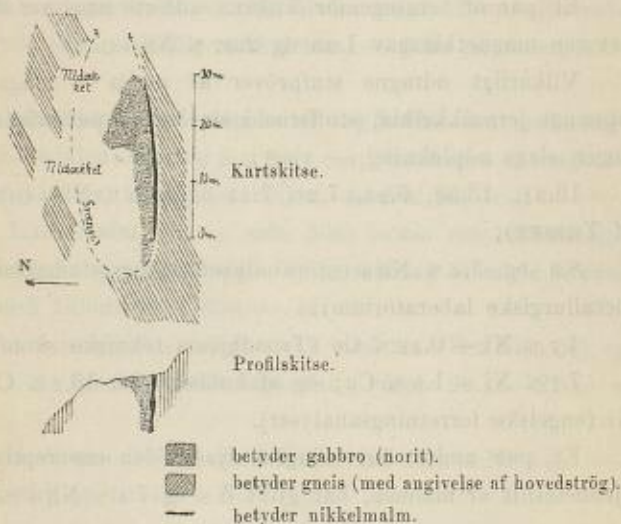
Horbachit  $[(Fe,Ni)_2S_3?]$  er et dårligt, tvivlsomt mineral.

Af G. LANDSTRÖM (Geol. Fören. Förh., B. 9, s. 364) er leveret en foreløbig, ufuldstændig beskrivelse af et mineral fra Ruda, Östergötland, benævnt »gunnarit» (opført med formel  $3FeS_2 \cdot 2NiS$ , med 22 % Ni, 33 % Fe, 45 % S), som formodes at skulle være en jernnikkelkis; på grund af den store svovlgehalt kan dog, hvis analyse materialet var kemisk rent, så ikke være tilfælde. Snarere kan man, som nu ved de canadiske forekomster, have at gjøre med en stærkt jernrig polydymit (opblandet med lidt svovlkis?)

D. FORBES har i Philosophical Magazine, 1868, s. 171, leveret analyse af to stuffer stærkt nikkelrig magnetkis, med resp. 11.33 % Ni og 10.01 % Ni + 1.02 % Co, fra Inverary og Craigmuir, Skotland; disse opføres af C. RAMMELSBURG i Mineral-

chemie, 1875, s. 54 under jernnikkelkis, dog utvivlsomt med uret; FORBES fremhæver nemlig, at det undersøgte mineral var stærkt magnetisk, og at pulveret efter behandling med magnet ikke efterlod nogen umagnetisk rest.

*Beiern-forekomstens geologi.* Som det fremgår af hosstående, ved bergingeniör THESEN optagne kart- og profilskitse, er Beiern-forekomsten en typisk »gabbro»-kontaktforekomst, ekvivalerende f.ex. Ertelien og Meinkjær (se kartskitser i Geol. Fören. Förh., B. 6, tavle 30): nöjagtig efter grænsefladen mellem gabbro-bergart (uralitnorit, i petrografisk henseende svarende til bergarten fra Ertelien, Klefva, Grågaltan i Sigdal osv.) og til-



stödende skifer (granatførende glimmerskifer, gneis osv.; sandsynligvis af cambrisk alder) forløber en næsten aldeles kompakt »gang» af nikkelmalm, som er oprenset i omkring 30 m længde og ved nylig påbegyndt grubedrift hidtil fulgt til omkring 12 m dyb; »malm-gangen», som er skarpt afsondret fra skiferen og nogenlunde skarpt begrænset også mod selve gabbroen — der henimod grænsen jævnlig er ganske rigt impregneret med magnetkis — er i det hidtil opfarede parti fra 0.25 til 1 m,

oftest 0.3—0.6 *m* mægtig. Malm-*gangen* består af nikkelholdig magnetkis, med liggende små-individer af jernnikkelkis, videre noget kobberkis — der særlig er koncentreret langs skifergrænsen — samt i alle fald undertiden lidt titanjern (eller titanomagnetit); svovlkis ikke påvist.<sup>1</sup> Malmen er i ringe grad opblandet med gabbroens bestanddele, undertiden også med noget kvarts og glimmer.

Udplukket kemisk ren magnetkis, fra samme håndstykke, hvoraf materialet til jernnikkelkis-analysen isoleredes, holdt efter en af mig foretagen analyse:<sup>2</sup>

Ni.....	1.77	}	Sum Ni(+ Co) = 1.83 %.
Co.....	0.06		

Et par af bergingeniør THESEN udførte analyser af udplukket ren magnetkis gav 1.93 og 2.07 % Ni(+ Co).

Vilkårligt udtagne stufprøver af malm — magnetkis med isprængt jernnikkelkis; stufferne i sin helhed pulveriserende uden nogen slags udplukning — viser:

19.31, 13.02, 9.23, 7.28, 7.24 og 5.10 % Ni(+ Co) (analyser af THESEN);

8.0 og 5.4 % Ni(+ Co) (analyser af bergstuderende ved det metallurgiske laboratorium);

4.7 % Ni + 0.18 % Co (Trondhjems tekniske skole);

7.7 % Ni + 1.3 % Cu; og af kobbermalm 13.2 % Cu + 2.8 % Ni (engelske forretningsanalyser).

Et par andre forretningsanalyser, den ene repræsenterende gennemsnit af malmen, har givet 6.8 og 7.5 % Ni(+ Co).

*Genetiske bemærkninger vedrørende individualisation af jernnikkelkis, »guunarit», polydymit og millerit, i nikkelholdig magnetkis(-magma).*

De her nævnte mineraler er hidtil påtrufne i forekomster tilhørende den i foregående afhandling omhandlede verdensgruppe

<sup>1</sup> Som ved flere øvrige analoge forekomster har man i *gangen* øvre dybepåtruffet sekundær-dannet gediegent kobber, som spalt-udfyldning.

<sup>2</sup> Indveiet til analyse 2 gram; Ni, Co veiet elektrolytisk; skilt ved KNO<sub>3</sub>.



»nikkel-magnetkis-udsondring i basiske eruptiver, fortrinsvis gabbro (norit), typus Ertelien, Klefva, Varallo, Sudbury osv.» ved følgende lokaliteter:

jernnikkelkis i Espedalen og Beiern;

»gunnarit» ved Ruda;

polydymit (jernrig) ved enkelte af de canadiske forekomster, se foregående afh.;

millerit ligeledes ved enkelte canadiske forekomster, videre i Lancaster Gap mine, Pennsylvaniaen (også ved Dillenburg i Nassau, i nikkelholdig magnetkis eller svovlkis, optrædende i diabas; forekomsten muligens tilhørende typus Ertelien-Sudbury).

Mineralerne ligger, i alle fald tildels med idiomorf kontur, udskilt inde i magnetkisen og må således være udkrystalliserede tidligere end eller samtidig med denne, — ikke på senere stadium.

Ifølge SCHEERER's undersøgelse (l. c.) holder den rene magnetkis fra Espedalen omkring 2 % Ni(+Co); blandingen af magnetkis og jernnikkelkis, fratrukket silikat, 4—5 % Ni(+Co).

Efter LANDSTRÖM (l. c., side 368) består ren nikkelmalm (»sprickfyllnadsmalm») fra Ruda — efter fradrag af nogle få procent mekanisk tilblandet silikat — af:

ca. 92.5 % magnetkis (magnetisk), med 2.8—3 % Ni(+Co), og

ca. 7.5 % »gunnarit» (umagnetisk), med 20.85—21.88 %

Ni(+Co);

malmblandingen i sin helhed holder ca. 4.25 % Ni(+Co), — i enkelte stuffer op til 4.7 % Ni(+Co).

Altså i korthed:

Ni(+Co) gehalt i:

	Beiern.	Espedal.	Ruda.
	%	%	%
Jernnikkelkis (med »gunnarit»).....	33.5	22	22
Udplukket ren magnetkis.....	1.8—2	2	2.8—3
Jernnikkelkis og magnetkis i blanding, fratrukket silikat.....	ca. 4.5—7.5	4—5	4.2—4.7

Individualisation af jernnikkelkis forudsætter således ikke, at kisblandingen i sin helhed skal holde nogen særledes høi Ni(+Co)-gehalt; allerede 4—5 % er tilstrækkelig. — Da nikkel i meget stærk grad koncentrerer sig i den sig udsondrende jernnikkelkis, kommer magnetkisen — »moderluden» — til at blive forholdsvist fattig på metallet.

På tilsvarende vis forholder det sig også med polydymit og millerit i nikkelholdig magnetkis ved de canadiske forekomster; kun er her nikkelgehalten i de sig udsondrende sulfider ligesom også — såvidt det fremgår af de foreliggende beskrivelser — i magnetkisen og i ertsblandingen noget højere end ved de ovennævnte skandinaviske forekomster. Det sidste moment kan også være årsagen til, at det sig individualiserende nikkelsulfid-mineral ved vore skandinaviske forekomster er jernnikkelkis (med 22—33.5 % Ni), ved de canadiske derimod de endnu nikkelrigere mineraler polydymit og millerit (med 43—60 % Ni).

Ved Beiern-forekomsten synes svovlkis (FeS<sub>2</sub>) — efter opgave af THESEN — fuldstændig at mangle; der skulde altså her i kis-magmaen ikke have været nok svovl til at danne R<sub>8</sub>S<sub>9</sub>, hvilket kunde have været medvirkende årsag til, at noget Fe, Ni skilte sig ud som relativt svovlfattigt monosulfid, RS.

Ni(+Co)-gehalten i *magnetkis* (uden tilblandet nikkelsulfid-mineral) beløber sig jævnlig til omkring 2—5 %, men kan dog undertiden også stige betydelig højere op, helt til omkring 10—11 %.

De allerede omtalte prøver (uden ikke-magnetisk rest) fra Inverary og Craigmur viser således, efter FORBES (l. c.), resp. 11.33 % Ni(+Co) og 10.01 % Ni + 1.02 % Co, sum 11.03 % Ni(+Co).

G. P. SCHWEDER (Berg- und hüttenm. Zeitung, 1878, s. 377) har analyseret en norsk magnetkis (findested ukjendt) med 10.27 % Ni(+Co); og

efter E. B. MÜNSTER<sup>1</sup> (Nyt mag. f. naturv., B. 19, 1873, s. 10 og flg.) holder magnetkis fra Svendal (Smålenene) 7.54 %

<sup>1</sup> Mekanisk tilblanding af jernnikkelkis vilde i tilfælde utvivlsomt være bleven bemærket af to så omhyggelige iagttagere som MÜNSTER og SCHWEDER.

Ni + 0.76 % Co, sum 8.30 % Ni(+Co); og fra Askim (ligeledes Smålenene) 5.01 % Ni(+Co).

Nikkelholdig magnetkis med 4.5—5 % Ni(+Co) møder man ikke så ganske sjelden ved flere af vore nikkelgruber (ex. Flåd i Evje; Romsgruberne i Askim; Høiås skjærp ved Tvedestrand).

På den ene side kan altså jernnikkelkis skille sig ud i sulfidblanding (overveiende magnetkis) med kun ca. 4—5 % Ni(+Co), medens på den anden side magnetkis kan optage kemisk i sig undertiden helt op til 11 % Ni(+Co). Denne tilsyneladende modsigelse løses derved, at individualisationen af de nikkelrige sulfider ikke alene kan bero på kis-magmaens nikkelgehalt, men også på diverse andre faktorer. Blandt andet kan krystallisationstiden være af betydning, idet man ved hurtig krystallisation vil få en slags »Mischkrystalle», magnetkis, medens ved langsom krystallisation de forskellige bestanddele har tendens til at sondre sig ud hver for sig.

*Koncentrationsforholdet mellem nikkel og kobolt, ved individualisation af RS-mineral, jernnikkelkis eller millerit, og af RS<sub>2</sub>-mineral, svovlkis.* — Som allerede af tidligere forskere (J. og T. DAHL, TH. KJERULE) påpeget, udmærker de store krystaller ( $\infty 0 \infty . 0$ ) af svovlkis, som ved flere af vore »gabbroforekomster» med idiomorf kontur ligger udskilte inde i den nikkelholdige magnetkis, og som følgelig har krystalliseret ud på tidligere stadium end denne, sig ved en påfaldende høi gehalt af kobolt og omvendt ved lav gehalt af nikkel.<sup>1</sup> Exempelvis kan anføres:

de store svovlkis-krystaller ved Meinkjær (Bamle) indeholder, efter velvillig meddelelse af bergmester T. DAHL, et par % Co og temmelig lidet Ni; den omgivende magnetkis, med ca.

<sup>1</sup> Dette gjælder kun for svovlkis dannet på angivne måde, — ikke for svovlkis, hvor denne udgjør hovedmassen af malmen, eller hvor den er afsat som spalt-udfyldning.



3.5—4 % Ni (+ Co), derimod omkring 4—8 gange så meget Ni som Co;

lignende svovlkis-krystaller fra Klefva (Småland), efter analyse udført på det metallurgiske laboratorium, med 2.52 % Co (+ Ni), hvoraf ikke over et par tiendele Ni og over 2 % Co; altså 1 Ni til mindst 5—10 dele Co; den omgivende magnetkis med 3 % Ni (+ Co), hvoraf 1 Co til omkring 10—12 Ni.<sup>1</sup>

Den omvendte proportion møder vi ved jernnikkelkisen fra Beiern, idet denne holder 1 Co til omkring 75 Ni; den omliggende magnetkis derimod, efter en analyse 1 Co til 30 Ni og efter en anden analyse 1 Co til 26 Ni.<sup>2</sup>

Hverken SCHEERER eller LANDSTRÖM omtaler nogen Co-gehalt i jernnikkelkis, resp. »gunnarit», til Espedalen og Rūda, hvoraf i hvert fald må fremgaa, at gehalten ikke kan have været betydelig.

Analyse af millerit fra Lancaster Gap mine (efter GENTH, se RAMMELSBERGS Mineralchemie, 1875, s. 59) viser 1 Co til 109 Ni, medens vi vistnok tør gaa ud fra, at nikkelmalmen her i sin helhed, som ved samtlige analoge forekomster i Europa og Amerika, fører forholdsvis betydelig mere Co, inden grænsene 1 Co til 4—30 Ni.

Af alle de ovenstående, med hinanden corresponderende observationer, fra Norge, Sverige og Amerika, må det være berettiget at udlede det generelle resultat, at ved vore nikkel-magnetkis-forekomster koncentrerer kobolt forholdsvis stærkest i det sig først udsondrende  $RS_2$ -mineral, svovlkis,<sup>3</sup> medens derimod nikkel forholdsvis stærkest koncentrerer i det sig udsondrende RS-mineral, jernnikkelkis og millerit.

<sup>1</sup> Svovlkis-krystaller fra »Kristianssands omegn» — nærmere lokalitet ikke angivet; forekomstmåde ukjendt — holdt efter en af mig foretagen analyse 4.42 % Ni + 2.12 % Co, sum 6.54 % Ni + Co; dette er vistnok den højeste Ni + Co-gehalt, som hidtil er påvist i svovlkis.

<sup>2</sup> Efter analogi med andre forekomster må antages, at disse påfølgende lave Co-gehalter ikke repræsenterer middelet.

<sup>3</sup> Ved Ertelien grubefelt har man en enkelt gang også stødt på koboltglans, liggende inde i nikkelholdig magnetkis.

Analogi til denne eiendommelige kjendsgjerning kan søges deri, at nikkel i betydelig videre udstrækning end kobolt danner RS- og RQ-mineraler, medens omvendt kobolt fortrinsvis giver RS<sub>2</sub>- og RQ<sub>2</sub>-forbindelser. — Af RS- og RQ-mineraler kjender vi således: jernnikkelkis, (Fe, Ni)S; millerit (Ni, Fe)S; nickelin NiAs; antimonnikkel NiSb; antimon-arsen-nikkel Ni (As, Sb), — som vistnok alle sammen stadig fører noget kobolt, men dog altid kun i påfaldende sparsom mængde, — derimod ikke et eneste tilsvarende kobolt-mineral.<sup>1</sup> Omvendt er speiskobolt CoAs<sub>2</sub> eller (Co, Fe, Ni) (As, S)<sub>2</sub>; koboltglans CoAs<sub>2</sub>. CoS<sub>2</sub> eller rettere<sup>2</sup> (Co, Fe, Ni) (As, S)<sub>2</sub> og danaït eller glaukodot (Fe, Co) (As, S)<sub>2</sub> i det hele og store mere udbredte end de tilsvarende nikkel-mineraler, cloanthit NiAs<sub>2</sub>; rammelsbergit NiAs<sub>2</sub>; gersdorffit NiAs<sub>2</sub>. NiS<sub>2</sub> eller Ni (As, S)<sub>2</sub>; ullmannit NiSb<sub>2</sub>. NiS<sub>2</sub> eller Ni (Sb, S)<sub>2</sub>; vismuth-antimon-nikkel (kallililith) Ni (Bi, Sb)<sub>2</sub>. NiS<sub>2</sub> eller Ni (Bi, Sb, S)<sub>2</sub>; nikkel-arsenkis (Fe, Ni) (As, S)<sub>2</sub> osv.

Af kobolt har vi også en så »höi» arsenforbindelse som CoAs<sub>3</sub> (tesseralkis), hvortil ikke foreligger nogen tilsvarende nikkelforbindelse.

I korthed: kobolt indgår med større lethed i »höiere sulfid- eller arsenid-stadium» end nikkel.

Det ligger i sagens natur, at man på videnskabens nuværende standpunkt ikke kan levere nogen exakt forklaring på dette fenomen; kun kan påpeges, at det vistnok må sættes i forbindelse med, at kobolt i ganske anden grad end nikkel er tilbøielig til at danne oxyd-forbindelser (sesquioxyd, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; af kobolt kjender man også koboltsurt salt, nemlig koboltsurt kali, se GMELIN-KRAUT, Handb. d. anorg. Chemie, B. III, s. 503, medens tilsvarende nikkelforbindelse ikke er påvist).

<sup>1</sup> Kun foreligger en tvivlsom opgave, at CoS skal være fundet naturlig forekommende i Ostindien.

<sup>2</sup> Nogle på det metallurgiske laboratorium udførte analyser af koboltglans fra Modum udviser, at forholdet S : As ikke behøver at være nøagtig = 1; fundet helt op til forhold S : As = 1 : 1.156. Cfr. M. WEIBULLS tilsvarende undersøgelse af den rhombiske arsenkis, i Zeits. f. Kryst., B. 20.

Den procentisk stærke koncentration af kobolt i svovlkis ( $RS_2$ ) — ved individualisation i magnetkis-magma — og den tilsvarende procentisk stærke koncentration af nikkel i jernnikkelkis og millerit ( $RS$ ) skulde følgende være at fortolke som et affinitets-fenomen.



### III.

#### **Om verdens nikkelforekomst og om konkurrence-betingelserne mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster.**

Norge udmærker sig, såvidt man kan slutte af de hidtil kjendte fund, ved at være det nikkelfrigeste land i Europa; samtidig må dog også påpeges, at de norske ligesom også de svenske nikkelforekomster med hensyn til produktionsevne er underlegne de ny-caledonske og de canadiske felter, hvilke to sidste begyndte af spille rolle på verdensmarkedet i 1876—78 (Ny-Caledonien) og 1887—88 (Canada). — Under de florisante konjunkturer i den første halvdel af 1870-årene indtog bergverksdriften på nikkel i vort land en meget fremskudt stilling, idet bruttoindtægten ved samtlige norske nikkerverk i et par år (1875 og 76) endog gik op til omkring 3 mill. kr. årlig. Efter det kolossale i 1877 og 78 indtrådte prisfald måtte de fleste norske nikkerverk indstille sin virksomhed; enkelte har dog stadig holdt sig oppe, og selv under de mest trykkende konjunkturer i de sidste 15 år har den norske nikkelforekomst kun et enkelt år sunket under 80 tons nikkel årlig (reduceret til indhold af metallisk nikkel i de erholdte grube- og hytteprodukter). For tiden står man lige over for et vendepunkt i nikkelforekomstens historie, idet der er kommet en ny større producent (Canada) på markedet, samtidig med, at man også venter et tiltagende forbrug (ved nikkelforekomst); dels af disse grunde og dels, fordi de i de senere år op-

dagede betydelige canadiske nikkelforekomster i mineralogisk og tildels også i teknisk-økonomisk henseende blir at sidestille med de norske, vil et overblik over verdens vigtigste nikkelforekomster nu kunne være på sin rette plads.

**Nikkelertserne** kan i mineralogisk såvel som i teknisk henseende — tilmed også i geologisk og kronologisk — deles i tre store hovedgrupper, nemlig:

A. *Arsenertser*: kobbernikkel (eller rödnikkelerts, nickelin,  $\text{NiAs}$ , med 43.6 % Ni); cloanthit (eller hvidnikkelkis, arsennikkelkis,  $\text{NiAs}_2$ , med 28.2 % Ni); nikkelglans (arsennikkelkis, gersdorffit,  $\text{NiAs}_2 \cdot \text{NiS}_2$ , med 35.1 % Ni; desuden antimonnikkelkis, ullmannit,  $\text{NiSb}_2 \cdot \text{NiS}_2$ , med 27.4 % Ni); videre nikkelholdig arsenkis og flere yderst sjeldne nikkel-arsen- eller antimon-forbindelser.

B. *Sulfidertser*: nikkelholdig magnetkis eller svovlkis, videre jernnikkelkis (med »gunnarit»), polydymit og millerit.

C. *Silikatertser*: diverse ikke krystalliserede vandholdige nikkeloxydul-magnesia-silikater, undertiden også med noget lerjord og jernoxyd eller oxydul, af höist vekslende nikkelgehalt (fra 5—40 % NiO), som har fået en række forskjellige navne: garnierit (opkaldt efter den franske ingeniör JULES GARNIER, som i 1865 opdagede den bekjendte ny-caledonske nikkelerts); noumeit (efter Nouméa, hovedstaden på Ny-Caledonien); videre genthit (Oregon), nikkelgymnit (Texas), rewdanskit (Ural), pimelith (Malaga), schuchardtitt (Schlesien), alizit osv.

Den for et par år siden opdagede nikkel-jern-legering awaruit (med 68 % Ni) på Ny-Zealand er så sparsomt tilstede, at den kun har theoretisk interesse; det samme gjælder også den lille nikkelgehalt, som stadig påvises i olivin, serpentin og basiske eruptiver. — Derimod må:

D. De ved mange hytteverk faldende *nikkelholdige mellemprodukter*<sup>1</sup> (særlig nikkelspeise fra kobolt-, bly-sölv- og kobberverk; nikkelrige slagger, f.ex. fra kobberraffination; nikkelhol-

<sup>1</sup> Se herom f.ex. en artikel i Berg- und hüttenm. Zeit. 1891, s. 269.

dige jernsuer, osv.) tillægges nogen teknisk betydning, idet disse produkter gjærne afhændes for videre behandling til nikkelraffinationsverk. Hvor meget nikkel der på denne måde bringes på markedet, har man ingen statistik over; efter temmelig flygtigt skjøn, baseret på iagttagelser under besøg ved flere af de vigtigste tyske bergverk — Freiberg og Clausthal (speise), Oker (raffinationsslag og speise), Mansfeld (jernsu) — skulde jeg anslå, at der af mellemprodukterne for Tysklands vedkommende udbringes henimod 50 tons metallisk nikkel årlig. I de Forenede Stater falder tilsvarende produkt kun ved et par verk i Montana (La Motte, Bonne Terre). — I sum for den hele verden udvindes af disse mellemprodukter neppe over 100 tons nikkel årlig.

Vedrørende **nikkelertsernes geologiske optræden** kan i korthed indskydes, at *arsenertserne* for den væsentligste del hører hjemme på ertsgange — dels på egentlige nikkelerts-gange, typus Dobschau i Ungarn; dels på »Kobaltrücken»-gange, typus Riechelsdorf-Bieber; underordnet også på sølv-vismuth-kobolt-gange, ex. Schneeberg, og på normale bly-sølv-gange, typus Freiberg, Clausthal. *Nikkelholdig magnetkis* med ledsagende mineraler (kobolt- og nikkelholdig svovlkis, kobberkis, undertiden jernnikkelkis, polydymit og millerit, titanjern, rent underordnet også platinmineral) derimod er, som i min foregående og næst foregående afhandling nærmere udviklet, omtrent uden undtagelse bundet til basiske eruptiver, særlig *norit* (ex. de talrige forekomster på den skandinaviske halvø, i Canada, Piemont osv.), hvor den nikkelholdige kis må opfattes som et magmatisk udsondringsprodukt. Og endelig må de overalt eller i alle fald kun med aldeles uvæsentlige undtagelser i serpentin (ex. i Ny-Caledonien; Oregon; Nord-Carolina; Texas; Frankenstein i Schlesien; Rewdinsk i Ural, osv.) optrædende *garnieritgange* forklares ved lateralsekretion (cfr. fremstilling af STERRY HUNT, F. W. CLARKE med flere). Vedrørende det sidste kan særlig påpeges, at garnierit inden alle de ovennævnte felter ledsages af typiske sekundærdannelser, som f.ex. opal, halvopal calcedon med chrysopras



( $\alpha$ : nikkelholdig calcedon, fra f.ex. Frankenstein i Schlesien og fra Oregon), et merskumlignende hvidt magnesiasilikat (Ny-Caledonien), brucit, magnesit, jernokker osv.; såvel på Ny-Caledonien som også i Oregon, Nord-Carolina og Texas har man endvidere påvist en forholdsvis ikke ubetydelig nikkelgehalt (oftest 0.1—0.3 % NiO) i den serpentin eller enstatit-olivin-fels, som udgjør garnieritgangenes sidesten (modersten). Videre kan også fremhæves, at garnieritgangene inden alle de ovennævnte felter — Ny-Caledonien, fleresteds i de Forenede Stater, desuden i Tyskland og Ural — optræder i kombination med forekomster af kromjernsten,<sup>1</sup> som undertiden ledsages af nikkelsmaragd, og som ligeledes er et sekundærprodukt; på Ny-Caledonien har man også påtruffet det typiske sekundærmineral koboltmanganerts (asbolit eller asbolan). — (Videre om Ny-Caledonien se stillæg).

**Historik.**<sup>2</sup> Elementet nikkel blev opdaget i 1751 af den svenske kemiker og bergmand CRONSTEDT, som påviste vort metal i kobbernikkelerts;<sup>3</sup> i 1776 fandt den svenske bergmand ENGSTRÖM nikkel i chinesisisk pæckfong,<sup>4</sup> og omkring 1780 vidste man, at nikkel i temmelig rigelig mængde indgik i de navnlig ved de sachsiske blåfarveverk nær Schneeberg ophobede speiser (»Kobaltkönig») fra smaltfabrikation. Praktisk anvendelse fik

<sup>1</sup> Tilsvarende forholde møder vi også i Rörös-distriktet, hvor vi har kromjernsten optrædende i serpentin med en liden nikkelgehalt (0.2—0.4 %), og hvor man også har fundet et tyndt garnierit-overdrag (med 5.45 % NiO), gjennemsættende kløbersten, der ligeledes holder lidt nikkel; se afh. af CHR. A. MÜNSTER, Archiv f. mathem. og naturv., B. 14.

<sup>2</sup> På grund af dette minerals kobberrøde farve troede man i gamle dage ved de sachsiske bergverk, hvor det forekommer nogenlunde hyppig, at det var en kobbererts; ved smeltningerne fik man dog ikke noget kobber, det skulde følgelig være forhexet, hvoraf navnet »Kupfernikkel»; »Kobalder» og »Nickel» var benævnelser på trolld og nisse.

<sup>3</sup> Oplysninger om nikkellindustriens historie indtil midten af dette årh. vil man finde i B. G. BREDBERGS afh. »Om nickeltillverkning, och tillgodogörande af nickelhaltig magnetkis från svenska grufvor» (Metallurgiska anteckningar, 6te hefte, 1868).

<sup>4</sup> Denne legering — med omkring 40 % kobber, 15 % nikkel og 45 % zink og følgelig svarende til vort nysølv — var allerede for et par tusind år siden i brug i China.

dog nikkel først ved begyndelsen af dette årh., idet der, i Schneeberg, efter initiativ af dr GEITNER oprettedes en nysølvfabrik, der som råmateriale anvendte de gamle »Kobaltkönig«-beholdninger. Disse var dog nogenlunde snart opbrugte; man måtte følgende begynde på særskilt grubedrift efter nikkel, og allerede et par decennier ind i dette årh. opdukkede i Tyskland og Østerrige-Ungarn en hel del mindre nikkelgruber (ex. Dillenburg i Nassau, med hytteanlæg fra 1843; Dobschau i Ungarn, osv.)

I 1838 påviste BERZELIUS, at magnetkis fra Klefva grube (i Småland) — der tidligere var drevet på kobber — indeholdt omkring 3 % nikkel; dette gav foranledning til smelteproces på nikkel ved Klefva, som er den skandinaviske halvøs ældste nikkelverk. — I begyndelsen af 1840-årene beskrev daværende professor i metallurgi ved Kristiania universitet, TH. SCHEERER (født sachser; tidligere hyttemester ved Modums blåfarveverk) det nye mineral »jernnikkelkis« (med 22 % Ni) fra Espedalen (Gausdal) og henlede samtidig opmærksomheden på, at norsk magnetkis og svovlkis i alle fald undertiden førte en nogenlunde betydelig nikkel- og kobolt-gehalt (se *Nyt mag. f. naturv.*, B. 4, 1845). SCHEERER'S afhandling gav for det første stødet til Espedalens nikkelverk, som i slutten af 1840- og i beg. af 1850-årene blev drevet i stor skala, med arbejdsstyrke henimod 200 mand,<sup>1</sup> men som forøvrigt allerede blev nedlagt omkring år 1855; videre medførte hans undersøgelse også igangsættelse af Ringerikes nikkelverk. SCHEERER havde allerede i 1837 analyseret en magnetkis »fra Modums omegn« og heri fundet 2.80 % nikkel (se *Nyt mag. f. naturv.*, B. 4, s. 95); denne kis skrev sig fra Ertelien grube — senere hovedgrube ved Ringerikes nikkelverk — som omkring år 1700 havde været drevet på kobber, og hvor man i den første halvdel af dette århundrede havde et lidet vitriol- og rødfarveverk. SCHEERER opgav det nøiagtige findested til sin ven A. ROSCHER, — som ligeledes stammede fra en sachsisk bergmandsfamilie, og som også havde begyndt sin løbebane som funktio-

<sup>1</sup> Bestyrer D. FORBES, i 1850-årene forfatter af flere mineralogiske og geologiske afhandlinger vedrørende norske forhold.



nær ved Modums og Snarums blåfarveverk, — der så tog det endelige initiativ til at bearbejde forekomsten på nikkel. I slutten af 1850-årene påbegyndte drift af Kragerø nikkelverks gruber (D. FORBES, brødrene J. og T. DAHLL), og under de høie konjunkturer i begyndelsen af 1870-årene blev i Norge grundlagt en hel række nikkelverk. Samtidig var også nikkelproduktionen steget temmelig betydelig ved nyanlæg i Sverige, Tyskland, Østerrige-Ungarn, Italien og kanske endnu flere europæiske lande; Norge var dog under denne periode verdens vigtigste nikkelproducerende land.

Efter det ved opdagelsen af den ny-caledonske garnierit stedfundne prisfald (1876—78) blev de allerfleste europæiske nikkelverk nedlagte eller i alle fald stærkt indskrænkede; med rundt tal kan regnes, at Ny-Caledonien i årene fra 1877 eller 1880 op til 1887 eller 1888 leverede  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  af al den nikkel, som blev bragt på markedet; endelig i de allersidste år synes den ny-caledonske nikkelproduktion at skulle blive overfløiet af den canadiske.

**Tyskland og Østerrige-Ungarn**, der var nikkelindustriens oprindelige hjemlande, udmærker sig særlig ved nikkelarsenertser (Dobschau i Ungarn, Schladming i Steyermark, Leogang i Salzburg, Brixlegg i Tyrol, Schneeberg i Sachsen, Riechelsdorf i Thüringen, Bieber i Hessen), videre ved enkelte forekomster af nikkelholdig magnetkis (Dillenburg i Nassau, St. Blasien i Schwarzwald), hvorhos endelig også nogle formentlig forholdsvis ubetydelige gange af nikkelsilikat (pimelith) i den senere tid er bleven påvist ved Frankenstein i Schlesien.<sup>1</sup> Ved en flerhed af de ovennævnte lokaliteter blev der drevet grubedrift<sup>2</sup> på nikkel i perioden fra omkring 1830—40 op til 1875—80; i de sidste ti år derimod har, såvidt det fremgår af de statistiske opgaver, arbeidet ved de udelukkende på nikkel drevne gruber været næsten

<sup>1</sup> B. KOSMANN. Berg- und hüttenm. Zeit. 1890, s. 111.

<sup>2</sup> Herom henvises navnlig til en fremstilling af R. FLECHNER i Oesterreichische Zeits. für Berg- und Hüttenw., 1887, s. 63 og 80. (De fleste her meddelte opgaver over nikkelproduktion ved norske verk er altfor lave).



aldeles indstillet. — Desværre er det ikke mulig på grundlag af den officielle statistik for Preussen (tidligere også Nassau, Hessen, Churhessen), Sachsen, Østerrige og Ungarn at levere exakte opgaver over den stedfundne nikkelproduktion; under rubrikkerne for grubedrift står nemlig i regelen ikke malmens nikkelgehalt angivet, og i opgaverne over færdig produceret nikkel (fra f. ex. nikkelraffinerierne Iserlohn i Westphalen, tidligere drevet under det bekendte firma Fleitmann & Witte, i de senere år derimod som filial under det ny-caledonske »Le nickel»; Basse & Selve i Altena, Westphalen; Oberschlema, Pfannenstiel og Matthes verk ved Schneeberg; Victoria hytte — Sågmyra-verkets filial — og Editha blåfarveverk i Schlesien; Schladming i Steyermark; Brixlegg i Tyrol; Dobschau og Losonczi i Ungarn; Bären-dorf nær Wien<sup>1</sup>) er også medregnet nikkel fremstillet af importeret norsk, svensk eller ny-caledonsk malm og mellemprodukt; i enkelte statistiker er heller ikke nikkel og kobolt holdt ud fra hinanden.

For at man dog kan få nogen idé om, hvad slags tal det dreier sig om, skal vi, hovedsagelig efter de statistiske ekstrakter i Berg- und hüttenm. Zeit. (forkortet: BHZ) hidsætte nogle spredte opgaver:

1862. Værdi af nikkel-hytteprodukterne (terningnikkel, metallisk nikkel, nikkelsten og nikkelspeise) i det tyske rige 469,482 Mark og i Østerrige-Ungarn 108,900 M. (efter BHZ, 1890, s. 238), — hvilket ved middelspris kr. 7 pr *kg* nikkel svarer til produktion stor 70—80 tons metallisk nikkel.

1869. De sachsiske blåfarveverk leverede 1088 ctr nikkelprodukter med 96,473 pund nikkelhold; Preussen 7,200 ctr nikkelprodukter; Ungarn produkter med 133,600 pund nikkelindhold; Salzburg 5,600 pund nikkelindhold; Baden 3,000 pund nikkelindhold (Norge og Sverige opføres samtidig til resp. 60,000 og 120,000 pund nikkelindhold; produktion i de øvrige lande ukjendt, — alt efter WAGNER, BHZ, 1871, s. 339).

<sup>1</sup> Såvidt vides er de sidstnævnte verk, dog med undtagelse af det allersidste, nu nedlagte.

Altså i Sachsen og Österrige-Ungarn 120 tons nikkelindhold og i Preussen 360 tons nikkelprodukter, antagelig à 50 % nikkel, giver i sum 300 tons nikkel. Heraf stammer dog, noget fra malm eller hytte-mellemprodukt importeret fra den skandinaviske halvö; rest for Tyskland og Österrige-Ungarn antagelig omkring 200 tons.

1869. Produktion af »nikkel og nikkelfabrikata»:

	Vægt.	Værdi.
Preussen.....	8,685 Zolletr,	388,202 Thlr
Sachsen.....	1,343 »	128,236 »
Baden.....	376 »	18,800 »
1870. Preussen.....	9,274 »	548,064 »

(efter BHZ, 1871, s. 230 og 447).

Efter MUSPRATT'S tekniske kemi, B. 5, 1878, s. 478:

I Preussen 1874 produceret 622 tons nikkelerts til værdi 91,849 Mark og 242.7 tons *nikkelmetal* (hovedsagelig af importeret nikkel-mellemprodukt) til værdi 2,401,030 M.; Sachsen 1870 67 tons nikkelerts til værdi 384,708 M.; Baden 1870 18.8 tons produkt til værdi 54,000 M.; Österige 1874 36,820 kg *nikkel* til værdi 56,153 Gulden (Ungarn ikke medregnet).

Leogang grube i Österige producerede 1874 156 tons malm indeholdende 37 tons nikkel; Schladming gruber gav samtidig 30 tons meget rig malm; Dobschau 90 tons rig og 300 tons fattig malm (efter BADOUREAU).

De sidste tal angiver ligeledes for Tyskland, Österrige og Ungarns vedkommende i 1870—72 en produktion af metallisk nikkel stor omkring 300 tons, hvoraf antagelig 200 tons stammer fra indenlandsk malm. Ungarn synes at have været den vigtigste producent af rå malm.

Vedrørende Nassaus nikkelproduktion: i revier *Dillenburg* udvundet 1843—73 ialt 204,660 ctr malm til samlet værdi 685,638 Mark; i tilgrænsende reviers 1840—84 malm til samlet sum 136,573 M.; høieste produktion i gamle dage fandt sted i 1847, med beløb 3.5 tons metallisk nikkel. (Efter BHZ, 1864, s. 58, og 1891, s. 59).



*Preussen.* Produktion af metallisk nikkel, ved Iserlohn (»nu Le nickel») og Altena, begge i Westphalen:

1882 .....	120.9 tons rent nikkelmetal
1884 .....	126.0 » » »
1885 .....	144.0 » » »
1887 .....	254.0 » » »

næsten i sin helhed af udenlandsk malm; brydningen af nikkel-malm inden landets grænse beløb sig i 1885 til kun  $10\frac{3}{4}$  tons; produktion i Österrige i samme år 137 tons og i Ungarn (1886) 409 tons nikkelmalm (efter BHZ, 1890, s. 238)

Efter overslag af R. FLECHNER, (l. c., O.Z. f. BHW, 1887) kan de tyske og österrigsk-ungarske på arsenertser arbejdende nikkelgruber selv under gode konjunkturer nu neppe levere over 60 tons metallisk nikkel om året; medregnes også de ved forskellige kobolt-, bly-sölv- og kobberverk faldende mellemprodukter, kan udbyttet af malm fra Tyskland og Österrige-Ungarn i de senere år sættes til ikke over 100 tons metallisk nikkel årlig; sandsynligvis nåes ikke engang dette beløb.

Ved de talrige til gabbro (oftest norit) bundne nikkelforekomster i **Norge**<sup>1</sup> og **Sverige**<sup>2</sup> har man udelukkende havt at

<sup>1</sup> De norske nikkelverk er:

Espedalens nikkelverk (Gausdal); anlagt i slutten af 1840-årene, drevet i stor stil i beg. af 1850-årene; nedlagt 1855; senere drevet 1875—1878.

Ringerikes nikkelverk, anlagt ca. 1850, drevet i stor stil i beg. af 1870-årene, foreløbig nedlagt 1882, påny optaget i 1889.

Kragerø (eller Bamle) nikkelverk, anlagt i slutten af 1850-årene, nedlagt 1884.

Askim (eller Rom) nikkelverk (Smålenene), 1871—1877.

Sigdal nikkelverk (Buskerud), 1874—1877.

Evje nikkelverk (Sietersdalen), drevet uden stans siden 1872 eller 1873.

Værdalen nikkelverk (Skjækerdalen, N. Trondhjems amt), påbegyndt 1876 eller 1880, indstillet høsten 1891.

Senjen nikkelverk, 1873—85.

Nonås eller Hosanger grube (Hosanger, nær Bergen), drevet siden 1883; malmen exporteret eller tilgodegjort ved Hommelvikens ekstraktionsverk, nær Trondhjem.

Videre en hel del mindre gruber (ex. Glörud i Rakkestad, Svendal og Froland i Våler, alle tre i Smålenene; Höiås nær Tvedestrand; Messel nær Arendal; Eiterjord i Beiern, Malö i Stegen, de to sidste i Nordlands amt), hvorfra kun er bleven udvundet ganske lidet malm.

<sup>2</sup> Klefva nikkelverk i Småland; efter 1838 drevet på nikkel, med betyde-



gjøre med nikkelholdig magnetkis og svovlkis med kobberkis, undertiden ledsaget af jernnikkelkis. Nikkel-(+ kobolt)gehalten i aldeles ren magnetkis, altså kis uden bergart, veksler ved de forskjellige gruber oftest mellem 2.5 og 5 % — enkelte stuffer fra mindre skjærp har endog leveret 7—11 % Ni(+ Co), se foregående aflh.; — ved de fleste i noget større skala drevne gruber kan Ni(+ Co)-gehalten i ren kis sættes til 3.5—4, op til 4.5 %, hvoraf gjerne  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$  — undertiden så meget som  $\frac{1}{4}$  og omvendt andetsteds ned til  $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{15}$  — er kobolt, resten nikkel.

Ved enkelte gruber kan man udskeide noget »prima«-kis med gehalt omkring 3.5—4 % Ni(+ Co) eller endog noget derover; — eksempelvis kan således påpeges, at exporteret prima-malm fra en af vore bedste gruber (Flåd i Evje) blev betalt (1877—83) efter gjennemsniitshalter 3.49, 3.5, 3.55, 3.66, 3.73, 3.75, 3.85 og 4.02 % Ni(+ Co); en nylig på det metallurgiske laboratorium udført gjennemsniitshprøve af prima-malm fra Malö (Nordland) viser 5.60 % Ni + 0.61 % Co og af sekunda-malm fra samme sted 2.04 % Ni + 0.16 % Co; og fra den i foregående afhandling beskrevne jernnikkelkis- og magnetkis-forekomst i Beiern (Nordland) kan man endog få malm med 5—7 % Ni; — hovedmassen af den norske, ligesom også af den svenske kis er dog i så høi grad opblandet med bergart, at gehalten i selve smeltmalmen blir temmelig stærkt nedsat.

Under de gode konjunkturer i begyndelsen af 1870-årene kunde man med fordel nedsmelte malm — første og anden, til dels også tredje sort skeidemalm i blanding, — som i middel ikke leverede mere end 0.7—1 % Ni(+ Co) netto, og fraregnet smeltetab, der med rundt tal kan sættes til 10 % af det hele; malmens virkelige gehalt altså 0.8—1.1 % Ni(+ Co). I de senere år derimod har man på grund af de lave priser været tvunget

lig produktion fra ca. 1860 op til 1878; arbeide i liden skala til omkring 1888, da verket nedlagdes.

Sågmyra nikkelverk (med Slättberg og Kuso gruber) i Dalarna, ligeledes drevet i betydelig skala fra ca. 1865 til 1878; nedlagt 1884.

Videre et par gruber og nogle små skjærstenshytter (Ruda i Skedivi, Östergötland; Lundörren i Herjedalen; Vik, Molnebo, Gladhammar osv.)

til at indskrænke sig til de med hensyn til gehalt bedst situerede gruber og til her også at anvende en nogenlunde skarp skeidning, hvad bedst illustreres derved, at ved de tre norske nikkel-smeltehytter, som nu er i drift eller har været i drift i den sidste halvdel af 1880-årene, er der af smeltemalmen gennemsnitlig årlig bleven udbragt fra 1.4 op til 2 à 2.3 Ni(+Co) netto,<sup>1</sup> ekvivalerende en virkelig gehalt stor 1.55—2.50 %.

Til nærmere oversigt hidsættes efter den officielle, gennem det statistiske centralbureau, ved prof. HIORTDAHL, udgivne bergverksstatistik (for årene 1865—88) og efter prof. HIORTDAHL'S »Forsøg til en norsk bergstatistik, 1851—75» (for perioderne 1851—55, 56—60, 61—65) en tabel over den i Norge efter 1850 stedfundne grube- og hyttedrift på nikkel (se næste side). — I den officielle statistik finder man, for årene efter 1865, skjønsmæssig angivet hytteprodukternes indhold af metallisk nikkel; da dog flere nikkelverk jævnlig har undladt at meddele tilstrækkelige data vedrørende procentindhold, er denne beregning noget usikker. For enkelte års vedkommende — 1880, 1881 og 1888 — er nikkelindholdet, efter privat indhentede oplysninger, utvivlsomt ansat noget for lavt.

For 1875 opgiver G. P. SCHWEDER (BHZ, 1878, s. 378), som den gang var kemiker ved Ringerikes nikkelverk, og som vistnok sad inde med mindst ligeså indgående kjendskab til den norske nikkelindustri som det statistiske centralbureau, at nikkelindholdet i de i Norge udvundne hytteprodukter samt i den udskibede malm beløb sig til 270 tons — nikkelindhold i de i Sverige udvundne produkter 61 tons — hvortil for Norges vedkom-

<sup>1</sup> Arsopgjör — forholdet mellem nedsmeltet malm og nikkelindhold i erholdt garsten med omkring 50 % nikkel — fra enkelte verk viser således gennemsnitlig netto gehalt nikkel (fraregnet smeltetab): 1.4, 1.4, 1.45, 1.60, 1.63, 1.73, 1.98, 2.04, 2.14 og 2.2 %; ved en grube malmens gennemsnitsgehalt uden fradrag af smeltetab = 2.25 % — Ved et i beg. af 1880-årene i stor stil drevet verk beløb den udvundne nikkelgehalt sig til kun omkring 1 %.

Den officielle statistik kan ikke lægges til basis for beregning af malmens gennemsnitlige nikkelgehalt, idet tons nikkelindhold i de erholdte endeprodukter er angivne efter skjön.

Tabel, efter den officielle bergverksstatistik, over den norske grube- og hyttedrift på nikkel. (Tab. I).

	Gjennemsnitlig årlig <sup>1</sup>		1866.	1867.	1868.	1869.	1870.	1871.	1872.	1873.	1874.	1875.
	1851--55.	1856--60.										
Antal } hytter i drift.....	2	1	2	2	2	3	3	3	3	4	6	6
	3	2	4	4	4	5	5	6	8	8	9	11
Antal arbejdere } ved grube.....	180	15	103	111	132	154	137	117	197	327	366	451
		10	38	38	58	75	75	77	84	144	228	333
	ca. 200	25	141	149	190	229	212	194	281	471	594	784
Tons maln } produceret.....	3,550	850	3,600	3,600	6,885	4,720	3,780	5,975	7,665	23,725	22,030	34,850
		335	1,370	1,315	820	670	533	8	876	3,882	6,465 <sup>2</sup>	6,143 <sup>3</sup>
		—	2,475	2,500	2,665	3,600	4,170	4,815	6,315	7,795	14,040	26,105
Hytteprodukternes værdi; mill. kr.	—	—	0.12	0.12	0.16	0.22	0.26	0.37	0.44	0.73	1.78	3.12
Tons } i hytteprodukt.....	—	—	26	23	58(?)	49	55	47	55	93	136	254
	30	ca. 10	40	40	45	55	60	50	65	130	190	300

<sup>1</sup> Efter Th. HJØRDAHL's Forsøg til en norsk bergstatistik, 1851—75. (Polyteknisk tidsskr., 1877).

<sup>2</sup> Inklusive noget skjersten.

<sup>3</sup> Sidste kolonne beregnet af Vogt.



Tabel, efter den officielle bergverksstatistik, over den norske grube- og hyttedrift på nikkel. (Tab. I).

	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889. <sup>2</sup>	1890. <sup>2</sup>	1891. <sup>2</sup>
Antal } hytter i drift	7	5	4	3	4	5	5	4	4	3	3	2	2	3	3	3
Antal } hytter i drift	15	11	5	3	4	4	4	5	5	4	4	3	3	3	4	4
Antal arbejdsere } ved grube } ved hytte } i saun....	504	224	42	51	101	92	89	205	143	167	112	88	85	90	106	ca. 100
	329	199	60	46	104	96	114	114	120	92	82	57	53	60	58	ca. 50
	833	423	102	97	205	188	203	319	263	259	194	145	138	150	164	ca. 150
Tons malm } Produceret } Udskibet .. } Forsmeltet	42,550	18,695	3,800	4,548	11,150	12,731	14,010	15,226	12,396	10,217	5,618	4,283	5,459	7,099	8,181	—
	5,185 <sup>1</sup>	—	600 <sup>1</sup>	1,276 <sup>1</sup>	1,693	1,104	1,435	823	1,123	13	478	662	500	270	—	—
	35,775	13,990	5,904	4,307	12,073	13,724	13,212	13,322	11,095	10,079	6,957	4,957	4,876	5,419	6,653	—
Hyttedrukternes værdi, mill. kr.	2.58	0.86	0.42	0.29	0.44	0.50	0.65	0.58	0.42	0.52	0.33	0.28	0.20	0.2	2.2	—
	332	141	71	46	68 <sup>(2)</sup>	79 <sup>(2)</sup>	104	107	105	132	94	93	66 <sup>(2)</sup>	89	100	125
Tonsnikkelindhold i hyttedrukt + udskibet malm <sup>3</sup>	360	140	80	60	110	115	120	115	120	133	105	105	90	95	100	125

<sup>1</sup> Inklusive noget skjaersten.

<sup>2</sup> Opgaverne for 1889—90 efter bergmester-indberetningerne og for 1891 efter privat indhentede oplysninger.

mende endnu kommer 32 tons nikkelindhold i opfordret, men endnu ikke tilgodegjort malm.

De forskjellige data for 1889 og 1890, for hvilke år den officielle statistik endnu ikke er publiceret, har jeg ekstraheret efter bergmesternes indberetninger; opgaverne for 1891 er lidsatte efter privat indhentede oplysninger.

I den officielle statistik er gennemsnitsgehalt i udskibet malm — og for årene 1874—79 i udskibet skjærsten — ikke angivet; ved den nederst på tabellen stående, af mig udarbejdede kolonne over nikkelindhold i exporteret hytteprodukt og malm i sum har jeg derfor skjønsmæssig, tildels baseret på leilighedsvis indhentede oplysninger, måttet anslå exportmalmens gehalt (vekslende mellem 1 og 3.5—4 %); oftest har man udskibet den rigeste malm og forsmeltet den fattigste.

I *Sveriges* officielle statistik (Bergshandteringen, Commercecollegiets berättelse) findes opgaver over udbrudt malm og produceret skjærsten, nikkelsten og terningnikkel ved de svenske gruber og hytter (hovedsagelig Klefva og Sågmyra); efter mit eget kjendskab til produkternes gennemsnitlige procent (se herom for Klefvas vedkommende også Geol. Fören. Förh., B. 9, s. 72 og 220) har jeg rent skjønsmæssig beregnet tons nikkelindhold.

Tons nikkelindhold i *Sveriges* nikkelproduktion; gennemsnitlig årlig:

1866—70.	1871—75.	1876—80.	1881—85.	1886—90.
65—70	65—70	50	30—40	10—15

**Italien.** I Val Sesia-dalen ved Varallo, beliggende ikke mindre end 1,500—1,980 *m* over havet, i Mont Rosas fjeldkomplex, blev i slutten af 1860-årene og beg. og midten af 1870-årene drevet grube- og hyttedrift (gruber Cevia og Sella Bassa, med hytter Sesia, filial under Schneeberger blåfarveverk i Sachsen, og Scopello) på forekomster af nikkelholdig magnetkis (se BHZ, 1877, s. 86), der såvel mineralogisk som geologisk nøiagtig ekvivalerer de norske og svenske. Efter BADOUREAU (*Annales des mines*, 1877) beløb produktionen ved de to verk tilsammen sig i beg. af 1870-årene til omkring 54 tons nikkelindhold

årlig. Efter private meddelelser af tyske hytteingeniører, som har havt både med de norske og de piemontske verk at gjøre, er de sidste, selv om man ikke tager hensyn til de yderst vanskelige transportbetingelser, de norske betydelig underlegne; alt arbejde er også nu forlænget indstillet.

I **Spanien** blev (efter G. NORDENSTRÖMS fremstilling i Jernkontorets Annaler, 1886, pl. 12) i 1871—77 udvundet lidt nikkelmalm; i 1875 440 tons malm, i de andre år betydelig mindre; driften nedlagt 1877 eller 1878. — I provins Malaga fundet nogle aldeles ubetydelige gange af nikkelsilikat (pimelith, med 3.96 % Ni; BHZ, 1877, s. 188).

**Rusland.** I nærheden af Rewdinsk i Ural har man gjentagende gange forsøgt grubedrift på nikkel-magnesia-silikat — rewdinskit, med 4.8—19.2 % NiO; — forekomsten sandsynligvis uden praktisk betydning (BHZ, 1876, s. 308; 1880, s. 423; 1889, s. 171). I 1873 udvundet 47.4 tons malm; i de 3 første måneder af 1877 fremstillet 4.9 tons metallisk nikkel, hvorefter årsudbyttet beregnes til 40.9 tons nikkel.

**England, med Skotland,** producerer inden rigets grænse intet eller i alle fald kun en fuldstændig bagatel nikkelmalm, — i en liden grube Fod Hirradag Cyn Rhyll, i Wales, brudt i 1882 38 tons og i 1883 49 tons malm, å 1.4 % Co og 0.7 % Ni, — men indtager alligevel i de senere tider inden nikkelindustrien en fremskudt stilling, idet udenlandsk nikkelmalm tildels raffineres ved engelske nikkelfabrikker. De vigtigste af disse er: Kirkintilloch (nær Glasgow) i Skotland og Erdington (nær Birmingham) i England, begge filialer af det ny-caledoniske »Le Nickel» og hovedsagelig arbejdende på garnierit-malm; videre Vivian & son's gamle, bekjendte kobber- og nikkelverk<sup>1</sup> i Swansea og Wiggings raffineri i Birmingham, det sidste hovedsagelig eller udelukkende arbejdende på importeret nikkelsulfidmalm og sten (garsten).

<sup>1</sup> Dette firma fører selv grube- og hyttedrift på nikkel såvel i Norge (Senjen fra midten af 1870-årene til grubens nedlæggelse ca. 1885, senere Evje nikkelverk) som i de sidste år også i Canada; de anragede mellemprodukter sendes til Swansea til videre bearbejdelse.



Også i Frankrige, hvor der aldrig har fundet sted nogen grubedrift på nikkel, er, efter opdagelsen af den ny-caledonske garnierit, blev anlagt flere nikkelraffinerier; først Septèmes ved Marseille (hvor man 1876—82 eksperimenterede i stor stil med smeltning på »nikkel-rujern») og Christofle's bekendte verk i St. Denis lige ved Paris (hvor man i slutten af 1870-årene fremstillede omkring 120 tons metallisk nikkel årlig), senere »Le Nickels» verk nær Havre. Også ved-kobberverket Éguilles (Vaucluse, nær Lyon) har man gjentagende gange arbeidet med nikkel (ved Pariserudstillingen 1889 var herfra udstillet flere prøver med 91—95 % nikkel, fremstillet ved bessemering efter MANHÉS' proces). — Ifølge den officielle franske statistik (se Eng. & min. journ., 1892, I, s. 208) blev i Frankrige i 1889 fremstillet 330 tons metallisk nikkel.

Også i Grækenland, Schweitz, Sardinien med flere øvrige europæiske lande er påvist nikkelmalm, der dog aldrig har været gjenstand for bergverksdrift.

Den Ny-Caledonske garnierit består, som det fremgår af hosstående analyser, af  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{NiO}$  og  $\text{H}_2\text{O}$ , med noget  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , osv., i meget vekslende forholde; særlig kan nikkelgehalten i aldeles ren garnierit gå fra 10—15 helt op til 40—45 %. — Samtidig medtages også et par analyser af de i de senere år på Ny-Caledonien fundne koboltertser.<sup>1</sup>

G a r n i e r i t.				Udplukket ren asbolit.		Koboltman-ganertsens gennemsnit.	
$\text{SiO}_2$ .....	50.0	47.24	44.40	$\text{SiO}_2$ .....	3.0	50.75	32.0
$\text{MgO}$ .....	15.8	21.66	3.45	$\text{Mn}_2\text{O}_3$ .....	43.6	14.00	25.5
$\text{NiO}$ .....	18.5	24.01	38.61	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	10.6	11.50	20.0
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	—	1.67	1.68	$\text{CoO}$ .....	15.0	2.50	3.50
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	3.5	—	0.43	$\text{MgO}$ .....	4.8	14.50	3.06
$\text{CaO}$ .....	2.7	spor	1.07	$\text{H}_2\text{O}$ .....	17.5	6.80	15.5
$\text{H}_2\text{O}$ .....	10.0	5.27	10.34				
				Sum	99.5	100.05	100.56
Sam	100.5	99.85	99.98				

<sup>1</sup> Efter JULES GARNIER »Mémoire sur les gisements de cobalt, de chrome et de fer à la Nouvelle-Calédonie.» Soc. des ingénieurs civil, 1887.

Som allerede tidligere berørt, optræder garnieriten på Ny-Caledonien, under ledsagelse af calcedon, merskumlignende magnesiasilikat, jernokker og serpentinbrudstykker, på uregelmæssige gange, som sætter gennem serpentin, og som med fuld sikkerhed må forklares ved lateralsekretion. I begyndelsen tænkte man sig muligheden af, at garnieriten skulde være et forvitningsprodukt (»gossan», »outcrops») nær dagen af i dybet forhåndenværende arsen- eller sulfid-ertser; urigtigheden af denne formodning er dog i praxis bleven godtgjort derved, at man på dybet aldrig har påtruffet de sidstnævnte slags ertser; tværtom, gangene kiler »blindt» ud mod dybet. — Som det i regelen er tilfælde med sekundærdannelser af den hidhørende natur, møder man i de ny-caledonske serpentinfelter en talrig vrimmel af garnieritgange, som lokalt kan være både meget mægtige (op til 5—10 *m*) og lange, men som samtidig også udmærker sig ved stor uregelmæssighed eller lunefuldhed. Efter opgaver, som under Pariserudstillingen 1889 blev mig velvillig meddelte af de officielle kommissionærer og ingeniører fra Ny-Caledonien, skulde man på øen alt-i-alt kjende ikke mindre end 1,200 garnieritgange (»mines déclairées»), hvoraf dog kun omkring 20—25 havde været gjenstand for egentlig grubedrift;<sup>1</sup> kun en enkelt gang, i Thio-distriktet, var fulgt ned til 100 *m*'s dyb, de fleste gange tabte sig allerede ved 25—30 *m*'s dyb. Hermed stemmer også den beretning, som DU PELOUX giver i Génie civil (1885, referat i »Mineral resources of U.S.», 1885, under nikkel): efter den ved grubedriften vundne erfaring går gangene ikke længere ned end til 100—150 *m*, og selv dette dyb er meget sjældent.

Serpentinen, som er rigelig udbredt over den hele ø (se det geologiske kart<sup>2</sup> i J. GARNIER'S »Géologie de la Nouvelle-Calédonie», fra 1867), dog særlig i den NO-stre halvdel, danner på Ny-Caledonien — nøiagtig som tilfældet er flersteds i Norge, f.ex. i Röros-distriktet, — nøgne, lidet forvitrende kupper, som rager høit

<sup>1</sup> Samtidig kjendte man 300 koboltforekomster, hvoraf grubedrift på 5.

<sup>2</sup> Tilleg: Netop er også udkommet »Carte géologique de la Nouvelle-Calédonie», af LOUIS PELATON, Génie civil, 1891.



tilveirs; de fleste nikkelgruber ligger derfor, hvad under Pariserudstillingen 1889 illustreredes ved reliefkarter og fotografier, under meget uheldige transportbetingelser, både høit over havet og langt fra land. Gjentagende gange har det hændt, at man har bygget kostbare veje og trådbaner<sup>1</sup> til garnieritfund, som efter udseende oppe i dagen formodedes at være storartede; efter kort tids drift mod dybet har dog malmen tabt sig, — og det hele anlæg har været til ingen nytte. For at påpege et bestemt eksempel kan (efter DU PÉLOUX) nævnes, at allerede i 1883 blev samtlige gange i Canala-Honailou-gruppen indstillede, idet driften her ikke lønnede sig; senere har man omtrent udelukkende holdt sig til Thio-distriktet.

Såvel med hensyn til geologisk optræden som til de tekniske driftsbetingelser minder garnieritgangene levende om de norske kromjærstenforekomster i Røroseggen.

Selve arbejder-forholdene i den ucultererede straffekoloni er alt andet end gunstige; de indfødte fra Ny-Caledonien og fra de nærliggende ny-hebridiske øer tåler ikke det tunge grubearbejde; franske straffanger, som har lov til at nedsætte sig hvorsomhelst på øer, men som ikke må forlade samme, beskrives som dovne og fordringsfulde; og arbejdere fra de engelsk-australiske kolonier kræver meget høi løn. Chinesere har man af socialpolitiske hensyn (det »gule« spørgsmål) endnu ikke turdet indføre i større mængde; derimod er man i den allersidste tid begyndt at benytte japanesere.

Den *rene* garnierit holder oftest omkring 15—20 % nikkel; på grund af den stærke opblanding med serpentinbrudstykker, magnesiasilikat, calcedon osv. — hvilke mineraler på grund af den nærliggende specifikke vægt *ikke* kan fjernes ved opberedning — er dog gehalten i den endelig resulterende malm temmelig stærkt nedsat. I begyndelsen hed det, at selve skeidemalmen eller smeltemalmen gennemsnitlig skulde holde 12—15 % nikkel; nu derimod lyder beretningerne altid på adskillig lavere gehalter.

<sup>1</sup> Efter »Le Nickel« udstillingsbrochure, Paris 1889, var der til garnieritgruberne alt-i-alt bygget 50 km sporvei og 12 km trådbane.



Etsteds finder man opgave 8—10 % eller 10 %; R. FLECHNER beregner i sin tidligere citerede artikel (O. Z. f. BHW, 1889) efter forholdet mellem malm og udvundet nikkel for årene 1875—84 en gennemsnits-nettogealt stor 8.3 %; efter DU PELOUX's opgave for 1884—850 tons metal af 12,000 tons malm — får vi en midlere nettogealt stor 7.1 %. Ifølge beretning af CROISILLE (Annales des mines, 1886, B. 6, s. 609) blev 1880—85 i sum produceret 28,933 tons erts med en gennemsnitsgehalt 10.5 % nikkel; i de første år blev betydelige ertsmasser med 3—11 % som værdiløs styrtede på berghald, hvilke sidste nu omskeides. Det store ny-caledonske firma »Le nickel» nævner i sin udstillingsbrochure, Paris 1889, gehalterne »8, 10, 12 % og endog derover»; og de ny-caledonske kommissionærer ved Pariserudstillingen opgav mig »ikke over 8—10 %»; en meget bekendt fransk metallurg, som har gjort kobber og nikkel til sit specialstudium, påstod samtidig, at den til Europa indførte malm jævnlig ikke holdt mere end 3—4 %. — Som resultat af alle disse oplysninger tør vistnok udledes, at garnieritmalmens gennemsnitsgehalt i de første år kan sættes til omkring 8—10 % og i de senere til 7—8 %, snarere under end over.

Den metallurgiske behandling af den ny-caledonske garnieritmalm har stødt på store vanskeligheder, og der er i årenes løb nedlagt betydelige summer på næsten ufrugtbare eksperimenter. I begyndelsen reducerede man i skaktovn til et slags »nikkelrujern» — med i middel 65—68 % Ni, 29.5—23 % Fe, 1.5—2.5 % S(!), 3.5—5.0 % Si og C (C tildels som grafit) og 1.5—2.5 % øvrige forureninger (deriblandt P) — som som man dog kun med højeste vanskelighed og under store nikkeltab kunde få raffineret.<sup>1</sup> Så forsøgte man at behandle den rå malm med syre, men senere er man hovedsagelig gået over til først at bringe nikkel-

<sup>1</sup> Herom gav garnieritens opdager, JULES GARNIER, under den ved Pariserudstillingen 1889 afholdte »Congrès des mines et de la métallurgie» en meget livlig fremstilling, se Congressens publikation, andet bind, s. 1555 og følg. — Nikkelrujernet gav stødet til fremstillingen af det i de senere år så meget omskrevne nikkelstål.

metallet over i sten (sulfid). I de første år nedsmeltede man garnieriten med tilsats af kis, særlig norsk nikkel-(og kobber-)holdig magnetkis-malm; for dog at undgå at bringe overflødig jern og kobber ind i processen smelter man nu hellere med calciumsulfid (sodarester fra Leblanc proces) eller med gibs ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{C} = \text{CaS} + 2\text{CO}_2$ ), hvorved man får skjærsten med 50—55 % Ni, 25—30 % Fe og 16—18 % S.<sup>1</sup> Da garnieriten er så stærkt magnesiariig, må man for at få en passe flydende slag tilsætte store mængder kalk. Den først erholdte skjærsten røstes og underkastes koncentrationssmelting, til »matte deferré» (med omkring 66 % Ni), der senere behandles dels på tør og dels på våd vei.<sup>2</sup>

For øieblikket har »Le Nickel» to smeltehytter (med gibs, til skjærsten) ved Nouméa og Thio på Ny-Caledonien og ikke mindre end fire metallurgiske anlæg i Europa, nemlig ved Havre; Iserlohn i Westphalen; Erdington ved Birmingham og Kirkintilloch ved Glasgow.

Vedrørende den ny-caledonske produktion af garnierit og nikkel hidsættes følgende statistiske data. — For årene 1875—84 er (se Annales des mines, 1886, no. 9, s. 667 og FLECHNER's tidligere citerede artikel i O.Z. f. BHW, 1887) udgivet officiel statistik over antal tons udbrudt garnierit samt over tons på Ny-Caledonien forsmeltet garnierit; efter FLECHNER's beregning over malmens midlere nettohalt — 8.3 % — medtager vi også en oversigt over det formodede tons nikkelindhold.

<sup>1</sup> Tegning af smelteovn i Eng. & min. journ. 1892, I, s. 352.

<sup>2</sup> Se herom »Visite de l'usine de M. M. Christoffe et Cie, à Saint-Denis» (2 déc. 1884) i »Association amicale des élèves de l'école nationale supérieure des mines», dec. 1884. — Også LEVAT's afhandling i Annales des mines, 1892.

Tons.	Udbrudt garnierit.	å nikkellindhold.	På Ny-Caledonien forsmeltet garnierit.
1875.....	327	27	—
1876.....	3,406	283	—
1877.....	4,377	363	—
1878.....	155	13	—
1879.....	Intet	Intet	—
1880.....	2,528	210	2,528
1881.....	4,070	388	4,070
1882.....	9,025	749	6,332
1883.....	6,881	561	6,740
1884.....	10,888	904	8,162

I det vigtigste felt, ved Thio, blev (efter CROISILLE) i 1880 85, begge år inklusive, udvundet 28,933 tons malm, å 10.3 % nikkel; desuden fra øvrige felter et par eller nogle få tusind tons. — Ifølge DU PELOUX producerede »Le Nickel» i de tre år 1882, 83 og 84 tilsammen omkring 2,400 tons nikkel (efter FLECHNER's beregning 2,214 tons) eller 800 tons årlig; produktionen i 1885 blev anslået til 850 tons.

På grund af overproduktion skal arbeidet have været drevet i noget indskrænket skala i årene 1886—87, — produktionen altså da sandsynligvis omkring 750 tons årlig. — Efter »Le Nickel's» udstillingsbrochure, 1889, beløb eksporten af »minerais de nickel et de cobalt» i 1888 sig til 10,000 tons, hvortil sandsynligvis kommer noget exporteret sten; alt-i-alt svarende til nikkellindhold antagelig omkring 850—900 tons; i Ny-Caledonien beskæftigedes 1,000 og ved de fire europæiske nikkelfraffinerier i sum 350 arbejdere og formænd. »Le nickel» annoncerede samtidig en stærkt forøget produktion for de påfølgende år, nemlig i 1889 20,000 og i 1890 30,000 tons malm, — en plan, som dog i virkeligheden neppe er bleven realiseret.

Efter »Engineering and mining journal» (New-York, her forkortet EMJ), 1888, II, s. 545 er i de senere år bleven importeret direkte fra Ny-Caledonien til Glasgower-verket:



	Garnierit-malm.	Kobolt-malm.
1886.....	?	ca. 700 tons
1887.....	3,348 tons	
1888.....	6,357 »	1,416 »

Efter samme tidsskrift, 1890, I, s. 111, beløb exporten af garnierit fra Ny-Caledonien sig til:

1888..... 6,000 tons (for lidet)

1889..... 12,000 »

svarende til for sidstnævnte år omkring 1,000 tons nikkelindhold.

Og endelig i 1890 skal, efter samme tidsskrift, 1892, I, s. 41, ifølge konsulatberetning exporten af malm kun have nået 5,000 tons samt et par tons hytteprodukt, svarende til nikkelindhold 420 tons; andetsteds får man dog omvendt den mere sandsynlige oplysning, at »Le Nickel» i 1890—91 har forøget sin produktion, af hensyn til leverancer til nikkelstål. — (Se tillæg).

I de *engelsk-australiske* kolonier (New South Wales, Victoria, South Australia, Queensland, Tasmania, New Zealand) har man vistnok flereskeds påvist nikkelertser (f. ex. nikkelarsenertser ved Mount Lyndhurst i South Australia; kobbernikkel ved Bathurst i New South Wales); efter oplysninger indhentede hos de forskellige koloniers repræsentanter ved »Mining and metallurgical exhibition» i London, 1890, havde dog på det australske fastland aldrig fundet sted nogen grubedrift på nikkel; heller ikke var, såvidt bekjendt, ved smeltehytte udvundet noget nikkelmellemprodukt.

I de **Forenede Stater**, som i sin almindelighed udmærker sig ved aldeles storslagen metalrigdom (på jern, kobber, sølv, guld, kviksølv, osv.) spiller, såvidt hidtil kjendt, nikkel en meget lidet fremtrædende rolle. Kun en enkelt større grube, Lancaster Gap mine i Pensylvanien, — der, i lighed med de norske og svenske, arbejder på nikkelholdig magnetkis (med smeltemalm på 1.5—2 % Ni), — har været i drift i længere årrække, helt siden begyndelsen af 1860-årene; men selv ved denne grube, hvor for-

övrigt alt arbeide hvilede i 1883, og som i 1891 var indstillet i løbet af 3 måneder, står den endelige nedlæggelse nu for døren, idet malmbeholdningen er omtrent afbygget (efter EMJ, 1892, I, s. 40). — I 1881 blev i Douglas County, Oregon, fundet en del garnieritgange (minerallerne analyserede af F. W. CLARKE, Amer. Journ. of Science), om hvilke man i begyndelsen troede, at de skulde blive et Ny-Caledonien no. 2; disse forventninger er dog ikke blevne opfyldte, tværtom ansees forekomsterne nu som økonomisk betydningsløse; indtil 1888 var kun en enkelt grube her afsænket til 35 fods dyb, og i de senere år har alt arbeidet hvilet. — Garnierit er endvidere bleven påvist i Nord-Carolina og diverse slags nikkelmalm i Connecticut, Missouri, Arkansas, New Mexico, Colorado, Nevada, Dakota, Montana og California; med undtagelse af de som underordnet biprodukt ved bly-sølv-gangene Mine La Motte og Bonne Terre i Montana faldende nikkelmalm og hytte-mellemprodukter er dog alle de sidstnævnte forekomster uden nogensomhelst betydning.

Efter »Mineral resources of the United States» og »Eng. & min. journ.» lidsættes en tabel over nikkellindholdet i de Forenede Staters produktion.

	Tons nikkel.		Tons nikkel.
1876 .....	91	1884.....	29
1877 .....	85	1885.....	111
1878 .....	68	1886.....	82
1879 .....	65	1887.....	83
1880.....	105	1888.....	87
1881 .....	120	1889.....	91
1882 .....	128	1890.....	91
1883.....	27	1891.....	66

I begyndelsen af 1870-årene antagelig 70—90 og i midten og slutten af 1860-årene 40—50 tons årlig.

Lancaster Gap mine's nikkelmalm er bleven forædlet ved »American Nickel Works» ved Campden, nær Philadelphia; videre er i de allersidste år til metallurgisk behandling af canadisk

Oversigt over verdens nikkelproduktion.  
(Nikkelindhold i malm- og hytte-mellemprodukt).

(Tab. 2.)

I Tons (å 1,000 kg.)	G j e n n e m s n i t t l i g å r l i g.									
	1840—50.	1851—60.	1861—68.	1869—73.	1874—76.	1877—81.	1882—84.	1885—87.	1888—89.	1890.
Tyskland, Østerrige-Ungarn	Verdens hovedproducent ca. 50—150		100—150		150—250		ca. 100?		Ikke over 50—100.	
Norge .....	Indet, lidet	20	40	72	283	101	118	114	95	100
Sverige .....	ca. 10?	ca. 30?	50—60	65—70	60	50	30—40	15	10—15	10
Italien, Spanien, Rusland og andre europæiske Lande ..	Indet eller bagnetel		ca. 60—70		ca. 25?		Indet eller bagnetel			
Forenede Stater .....	Indet		ca. 40—50	70—90	90	89	61	92	91	66
Ny-Caledonien .....	Indet		Indet		250	800	750—800		850—1000	?
Canada .....	Indet									
Sum	100—250?	ca. 250—300	ca. 500	ca. 700	ca. 600	ca. 1050—1200	ca. 250	ca. 250	ca. 607	1250—1500 (ca. 2,000?)



nikkelmalm bleven bygget et verk, »Orford Copper Comp.» ved Constable's Hook, New Jersey, — et anlæg, som opgives at skulle være verdens største nikkelraffineri; for øieblikket bygger også »Canadian Copper Comp.» et større nikkelraffineri, der efter beretningerne at dømme synes at skulle baseres på Manhès-besemering, ved Cleveland, Ohio, nær Lake Erie.

Vedrørende de store **canadiske** forekomster kan vi indskrænke os til at henvise til den næst foregående afhandling.<sup>1</sup>

### Oversigt over verdens nikkelproduktion.

Kun for nogle landes vedkommende (Norge, de Forenede Stater, Sverige, Canada, tildels også Ny-Caledonien) kan vi gjøre op en nogenlunde sikker og nøiagtig nikkelstatistik, medens vi for de øvrige lande — og særlig for Tyskland og Østerrige-Ungarn — må indskrænke os til et skjøn, som naturligvis kun kan blive af approximativ natur; følgelig blir oversigten over verdens total-produktion temmelig svævende. Der kan dog neppe være tale om fejl, som kan nå op til så meget som tredieparten af de opførte tal. — I alle fald tror jeg, at den her givne statistik er mere sikker end noget af de ældre forsøg, idet man tidligere gjerne har undervurderet den norske og svenske produktion.

Efter »Min. Res. of U. S., 1882, s. 410 blev i en til Wienerudstillingen (1873) udarbejdet brochüre den europæiske nikkelproduktion for 1873 anslæet til 250 tons og den amerikanske til 100, sum 350 tons; for år 1877 lød tilsvarende overslag på resp. 450 og 100, sum 550 tons. — Begge disse beregninger må dog nødvendigvis udvise noget for lave beløb, idet man ikke har taget tilstrækkeligt hensyn til de norske og svenske nikkelverk; alene disse og de to små Piemont-verk gav i år 1873 nøiagtig 250 tons, — der vilde altså ikke blive noget tilbage til den tyske og østerrigsk-ungarske produktion.

<sup>1</sup> Tillæg: Se også E. D. PETERS »Modern american methods of copper smelting», New York, 2den udg., 1891, s. 291 og følg. — Videre BHZ, 1892, s. 172 og 187; O.Z. f. BHW., 1892, s. 208.

BRUNO KERL (Berlin) ansætter i sit arbejde »Grundriss der Metallhüttenkunde» (1881, s. 536) den årlige nikkelproduktion i slutten af 1870-årene til omkring 959 tons; deraf leverer det tyske rige  $\frac{1}{2}$ , Nordamerika  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{7}$ , Østerrige og Brasilien hver  $\frac{1}{9}$ , Norge og Sverige  $\frac{1}{13}$ , Belgien og Frankrige  $\frac{1}{50}$ .» Produktionen af »metallisk nikkel i Preussen var 1877 75.7 tons, deraf Victoriahütte ved Naumburg (Schlesien) 38.5 tons, Fleitmann & Witte i Iserlohn 29 tons, Basse & Selve i Altena 5.5 tons, Aurorahütte i Nassau 2.7 tons.» Det fremgår heraf, at Tyskland på langt nær ikke leverede halvparten af det kalkulerede tal (959 tons), der utvivlsomt er noget for høit.

DU PELOUX opfører for 1882 - 84 den årlige nikkelproduktion i Ny-Caledonien till 800 tons og i Europa med Amerika til 200 tons, sum 1,000 tons; igjen regnet lidt for lavt for Europa, særlig for Norge. — (Se »tillæg»).

**Anvendelse.** I nikkelindustriens første decennier anvendtes vort metal udelukkende til *nysølv* (argentan, Alpaka, »Chinasilber», »German silver», Christoffe-metal), som er legering af nikkel, kobber og zink, oftest med 10 - 20 % Ni og dobbelt så meget Cu som Zn. Nikkel tilsættes fortrinsvis for at fremkalde den hvide farve, kobber for smidbarhedens skyld og zink hovedsagelig for prisbillighed og letsmeltelighed; nikkel kan til en vis grad erstattes af zink, men da altid på seighedens og styrkens bekostning. — Senere gik man også over til fremstilling af kobber-nikkel-legering (uden zink), der særlig har fundet betydelig anvendelse som *myntmetal* (oftest 25 % Ni + 75 % Cu, undertiden 20 % Ni + 80 % Cu, tidligere også 10 % Ni + 90 % Cu); i de allersidste år har man også begyndt at benytte metallisk nikkel til mynt (20-Pfennig i Tyskland fra 1888 og 20-centimes i Schweiz fra 1889). Nikkelmynt er hidtil bleven indført i følgende lande: Forenede Stater (1853, 64, 69, 71 osv.); Schweiz (1858, 71, 81, 83, 89); Belgien (1861—63); Costa-Rica (1867); Peru (1863—64); Honduras (1869—70); Jamaica (1871); Brasilien (1871); Chili (1871); Tyskland (1874—76, med samlet forbrug i disse år af 380 tons nikkel til mynt; 1888); Columbia



(1874); Japan (1875); Venezuela (1876, 86); Mexico (1882; nikkemynt her senere inddraget); Serbien (1883); Ecuador (1884); Bulgarien (1887); Rumænien (1891) og Argentina (1891). — At dømme efter avisberetninger har man i den allersidste tid (våren 1892) besluttet at indføre nikkemynt i Österrige-Ungarn, og allerede i flere år har det været på bane, at Frankrige skulde gjøre det samme. Efter det her for flere år siden fremsatte forslag skulde man ombytte den nu cirkulerende kobber-skillemynt, til nominal værdi 75 mill. frcs, med nikkemynt, til nominal værdi 80 mill. frcs; hertil vil, hvis man benytter legering 20 % Ni + 80 % Cu, medgaa 600 tons metallisk nikkel.

Allerede i midten af århundredet begyndte man med *fornikling*, som dog for alvor først er kommet i mode i de senere decennier, men som forøvrigt ikke ansees at have bidraget til forøget konsumtion af nikkel. Selve forniklingsbelægget, der som bekjendt er yderst tyndt, og som følgelig kun kræver en bagatel af material, medfører nemlig, at man til underlag kan benytte metal af sekunda farve, jern, messing og særlig nysølvlegering med ganske lav nikkelgehalt; man kan altså herved spare ind på nikkeltilsatsen.

Smeltet nikkel optager med stor lethed surstof (eller nikkeloxyd) og blir derved sprødt, så det ikke kan vales varmt; for at afhjælpe denne ulempe må surstoffet (oxydet) fjernes, hvilket kan ske ved tilsats af fosfor (først påvist af JULES GARNIER, i slutten af 1870-årene) eller endnu bedre ved tilsats af metallisk magnesium (forslag af FLEITMANN & WITTE, Iserlohn). Det på denne måde fremstillede *metalliske nikkel* har i den senere tid fået adskillig anvendelse, hovedsagelig i udvalset tilstand (nikkel valset og sveiset som belæg på jern, tin eller nysølv; omvendt sølv valset som belæg på nikkel).

I de allersidste år (efter 1884) har man endelig også drevet meget omfattende eksperimenter med *nikkelstål*<sup>1</sup> —  $\sigma$ : stål å 0.5

<sup>1</sup> J. RILEY »Alloys of nickel and steel», i »The Journal of the Iron and Steel Institute», 1889, I; videre mange senere afhandlinger; bl. a. Comptes rendus, 6te juli 1891.



—1 % C og en nikkelgehalt på oftest 4—5 %, — som utvivlsomt udmærker sig ved samtidig meget høi seighed og fasthed, og som derfor efter manges opfatning skal have stor fremtid; kun vil nikkelstålets høie pris sætte begrænsning for forbruget.<sup>1</sup> Det vil vistnok være bekjendt, at De Forenede Stater, efter først at have afholdt meget nøiagtige skydeforsøg<sup>2</sup> mod pantsrerplader af nikkelstål, nylig har bestemt sig til at anvende dette material til pantsrer ved krigsskibe; med dette mål for øiet er nylig bleven indkjøbt hele den canadiske produktion indtil høsten 1890, — stor 6,500 tons skjærsten med ca. 900 tons nikkelindhold. Samtidig har også det store sydfranske jernverk Creusot kontraheret store nikkelleverancer af det ny-caledonske selskab.

**Pris og consumption.** — I de første decennier af dette århundrede, medens nysølv-gjenstande endnu kunde betragtes som kuriositet, betaltes metallisk nikkel (efter R. FLECHNER) med omkring kr. 50 pr *kg*; senere faldt prisen, først til 25—30 kr. pr *kg* og videre gradvis lavere og lavere, indtil 7.50—10 kr. pr *kg*, hvilken pris i 1860-årene var nogenlunde stationær.

Vedrørende de stærke fluktuationer i de senere decennier kan henvises til en i Oesterr. Zeits. für Berg- und Hüttenw., 1887, s. 487 publiceret tabel over den pris, som en større tysk eller østerrigsk nysølv-fabrikant i virkeligheden i årenes løb har betalt for nikkel (å 98—99 % Ni); oversigten gjengives her, idet Mark er omberegnet til krone.

<sup>1</sup> Herom særlig en liden afh. af LEDEBUR »Ueber Nickelstahl», i »Stahl und Eisen», 1889, II. — Når 1 ton vanligt flusjern (*bessemer, martin*) til bygnings-gjoremål koster kr. 117, vil 1 ton tilsvarende nikkelflusstål med 4.7 % Ni, ved pris kr. 4.50 pr *kg* Ni, beløbe sig til kr. 322. — 1 ton *digel*stål koster ca. kr. 750 og 1 ton *digel*-kromstål ca. kr. 1,000. — Også kromnikkelstål, med 1 % Cr, 2 % Ni og max. 0.4 % C, forsøger man nu til pantsrerplader.

<sup>2</sup> Herom talrige publikationer i »The iron age», »Engineering» osv.; også »Stahl und Eisen», 1892, martsheftet, og »Annales des mines», 1892, under nikkel.

Pris på *kg* nikkel, i krone.

1867.....	8.10	1874 aug.....	18.20	1878 okt.....	6.30
1868.....	7.60	nov.....	22.80	1879 juli.....	5.00
1869.....	7.40	1875.....	21.40	okt.....	5.80
1870 jan.....	7.60	1876 marts.....	19.10	1880.....	7.20
aug.....	8.10	mai.....	17.10	1881.....	6.70
1871.....	8.10	aug.....	13.80	1882 marts.....	7.70
1872 febr.....	9.80	sept.....	12.90	dec.....	6.50
april.....	10.70	okt.....	11.60	1883.....	5.40
1873 april.....	7.80	1877 jan.....	9.80	1884.....	5.40
midt mai.....	24.20	april.....	9.10	1885 beg.....	5.00
slut mai.....	12.10	mai.....	8.20	slut.....	4.50
1874 febr.....	14.80	juli.....	7.80	1886.....	4.50
mai.....	18.80	sept.....	6.70	1887.....	3.80
juni.....	14.80	1878 jan.....	7.20	sept.....	4.30

Den tyske regering betalte 1874—76 ved det store nikkel-indkjøb — 380 tons — til udmyntning af skillemynt en gennemsnitspris 20—21 kr. pr *kg* metallisk nikkel.

I de allersidste år opføres metallisk nikkel (å 98—99 % Ni) i Europa oftest til en-gros-pris omkring kr. 4 pr *kg*; eksempelvis kan anføres, at det ny-caledonske firma »Le nickel» i sin udstillingsbrochure 1889 angiver pris frcs 5.50 pr *kg* (= kr. 3.90); og forfatteren af en artikel om nikkelstål i »Stahl und Eisen», 1889, II, går ud fra pris Mark 5 (= kr. 4.50). — Hösten 1891 og vinteren 1891—92 lyder de amerikanske noteringer<sup>1</sup> på omkring 70 cents pr  $\text{fr}$  (= kr. 5.70 pr *kg*), mod i de senere år oftest 60—65 c. (= kr. 4.90—5.30). — D. LEVAT (Annales des mines, 1892, s. 143) opfører, at prisen for tiden veksler mellem frcs 5 og 6 (= kr. 3.50—4.30).

I den vedföiede pristabel betegner I — efter »Mineral resources of the United States» og »Eng. and min. Journ.», 1892, I, s. 40 — den gennemsnitlige årlige amerikanske nikkelnotering, omregnet efter: 1 pound = 0.4536 *kg*, og 1 dollar = 3.69 kr.

<sup>1</sup> På grund af høi beskyttelsestøed, nemlig ikke mindre end 25 % af værdien af nikkel i metal, legering eller hytteprodukt (sten), er nikkel i de Foreuede Stater altid bleven betalt adskillig høiere end i Europa.

Pris i krone pr kg nikkelmetal (å 98—99 % Ni) og pr kg nikkelindhold i terningsnikkel, garsten og malm fra norske og svenske nikkelværk. (Tabel 3.)

	1867.	1868.	1869.	1870.	1871.	1872.	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.	
Kg metallisk nikkel	I														
		(New York börsnoter. Österrige.)													
Pr kg nikkelindhold i terningsnikkel (å 65—70 % Ni; rest Cu).....	III a			11.00	12.20	18.30	26.50	22.80	24.40	21.20	13.00	8.95	9.10	8.95	
	III b			7.80	8.10	10.30	ca 15	18.00	21.40	15.00	8.40	6.60	5.40	7.20	
Pr kg nikkelindhold i garsten (med 50 % Ni), fra 5 forskellige norske og svenske nikkelværk.	IV a, b			6.00	7.30	8.70	14.50	17.30	p	11.50	8.00	5.50	5.00	5.60	
	IV c			—	—	—	—	—	16.20—17.00	9.00	9.00	6.30	4.50	5.60	
	IV d, e	ca. 4.00			—	—	—	—	—	—	—	5.40	3.50	3.00	4.05
		—			2.20 <sup>1</sup>	2.40 <sup>1</sup>	2.70 <sup>1</sup>	4.50	7.00	6.50	—	—	—	3.50	—
Pr kg nikkelindhold i malmen <sup>3</sup> med 3.5—4.0 % Ni.....	V			4.00	—	13.10—13.20	—	—	—	—	—	—	—	2.25	

<sup>1</sup> Gjælder muligens for ræsten.

<sup>2</sup> I sten å 8—14 % Ni.

<sup>3</sup> Malmen benyttet som kistilsats ved garnieritsmeltning i Tyskland; extra godt befuld.



Pris i krone pr kg nikkelmetal (å 98—99 % Ni) og pr kg nikkelindhold i terningsnikkel, garsten og malm, fra norske og svenske nikkelverk. (Tabel 3.)

	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.
Kg metallisk nikkel	I	8.95	7.30	6.10	4.90	4.00	5.15	4.90	5.05	5.30	4.90
	II	6.70	7.10	5.40	5.40	4.75	4.00	(3.90—4.50)			
Pr kg nikkelindhold i terningsnikkel (å 65 å 70 % Ni; rest Cu)	III a	5.50	5.30	5.20	5.00	5.00	4.50	3.85	3.90	4.00	—
	III b	5.40	—	—	4.40	4.00					
Pr kg nikkelindhold i garsten (med 50 % Ni), fra 5 forskellige norske og svenske nikkelverk	IV a, b	4.25	3.35	3.30	—	—	—	(3.60) <sup>2</sup>	2.20	2.70	2.60
	IV c	—	—	—	—	2.85	2.00	—	—	—	—
	IV d, e	3.50	3.30	3.15	3.00	2.50	2.50	2.30	2.35	—	—
Pr kg nikkelindhold i malmen <sup>1</sup> med 3.5—4.0 % Ni	V	3.00	2.60	2.40	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1</sup> Malmen benyttet som kistilsats ved garnierit-smeltning i Tyskland; extra godt betalt.

<sup>2</sup> Denne høje pris, under de exceptionelt høje kobber-konjunkturer, skyldtes hovedsagelig garstenens kobbergehalt.

II er i sammendrag den ovenfor omtalte østerrigske prisliste, — og III, a og b, gjengiver den pris, som et par skandinaviske nikkelverk faktisk har erholdt for *kg* nikkelindhold indgående i terningnikkel bestående af 65—70 % nikkel, 30—35 % kobber og maximum 0.6—1 % Fe, 0.05—0.10 % S; uden spor af As, Sb. (Kobberet ikke betalt særskilt).

I korthed: i 1860-årene og op til 1870 eller 1871 holdt prisen sig nogenlunde fast, ved omkring kr. 7.50—10 pr *kg*; — steg derpå i begyndelsen og midten af 1870-årene til en voldsom höide, endog op til kr. 20—25 pr *kg*; — men faldt så 1876—78 meget stærkt, til omkring kr. 6—7, hvilken betaling vedvarende, om end med stadig synkende tendens, til 1882—83; — ved hvilken tid prisen påny faldt, til kr. 4—5 pr *kg*.

Årsagen til disse fluktuationer er selvfølgelig først og fremst forholdet mellem tilbud og efterspørgsel: i begyndelsen af 1870-årene (ca. 1872) besluttede den tyske stat sig til at indføre nikkel-skillemünt, hvortil i-alt udkrævedes omkring 400 tons nikkel, altså henimod et års produktion i tiden omkring 1870; dels på grund af dette store extra-forbrug og dels på grund af de i sin helhed florisante konjunkturer under den bekjendte »Gründer»-periode efter den fransk-tyske krig steg først nikkelprisen, — senere også nikkelproduktionen meget stærkt; i 1876 var vistnok markedet overfyldt.

Samtidig arriverede til Europa de første skibsladninger af den ny-caledonske garnierit, hvorhos der også blev udspreddt overdrevne beretninger om garnierit-felternes gehalt og udstrækning; prisen sank stærkt, men kunde dog endnu holde sig ved middels höide, idet den nye konkurrent, på grund af vanskelighederne ved den metallurgiske behandling af silikatertsen, endnu ikke bragte færdig nikkel i nævneværdig kvantitet på markedet. — Først i 1880 eller 1881 begyndte for alvor produktion af ny-caledonsk nikkel, og da så denne strax steg til en hidtil uanet höide (nemlig omkring 800 tons om året), var man påny ude for en betydelig overproduktion, med deraf følgende fornyet prisfald.

De canadiske forekomster, som blev opdagede i midten af 1880-årene, og som allerede i 1889 og 1890 begyndte at producere meget store mængder af nikkel eller i alle fald af nikkelsten, har derimod ikke — eller i alle fald endnu ikke — fremkaldt nogen synkning af prisen; årsagen hertil må vistnok udelukkende søges i, at man venter sig adskillig extra consum ved det samtidig også opdukkende nikkelstål.

Forbruget af nikkel voxede meget stærkt i 1860- og 70-årene, men synes, endskjønt den synkende pris, kun at have udviklet sig forholdsvis langsomt i 1880-årene; særlig synes consumptionen i denne periode — i alle fald indtil 1889, før nikkelstål fik nævneværdig anvendelse — ikke at have holdt skridt med den stadig stående produktion; man har bestandig havt at kjæmpe med overproduktion.

For de Forenede Staters vedkommende har man statistik, — baseret på opgave over produktion inden landets grænser plus import minus export — over den årlige consum af nikkel for årene 1880—88 (se Eng. and Min. Journ., 1891, I, s. 13); vi skal her gjengive samme, idet vi slår tre og tre år sammen.

Consum af nikkel i de Forenede Stater, gennemsnitlig årlig:

1880—82.	1883—85.	1886—88.
164	118	203 tons,

altså kun en temmelig langsom stigning, endskjønt prisfald fra 1.10 dollars pr pound i 1880—82 til 0.60—0.65 dollars i 1886—88. — I 1890 og 91 skal derimod have været et mere forøget forbrug ikke alene til nikkelstål, men også til nysölv, nikkelplader osv.

Til sammenligning skal vi hidsætte en tabel over produktion og pris af en del andre metaller, guld, sölv, kviksölv, tin, kobber, zink, bly og jern.

Som det fremgår af denne oversigt, har nikkelindustrien i de senere decennier i det hele og store udviklet sig nogenlunde i proportion med en flerhed af de övrige vigtigste metaller, sölv, kobber,



(Tabel 4).

	Verdens årsproduktion <sup>1</sup> (i tons = 1,000 kg).						Pris pr kg metal, i krone.						
	1850.	1860.	1870.	1875.	1880.	1885.	1889.	1860.	1870.	1875.	1880.	1885.	1890.
Guld.....	180	200	180	170	160	145	175 <sup>2</sup>	160	8	20	140	128	115
Sølv.....	800	1,000	1,600	2,200	2,400	2,900	3,800	150	7	7	7	5	4
Nikkel...	150-300	500	700	700	700	1,100	1,500 <sup>3</sup>	9	6	10	1.55	1.45	—
Kviksølv.	—	2,463 <sup>4</sup>	—	—	—	4,148 <sup>4</sup>	—	1.65 <sup>5</sup>	2.25	1.50	1.55	1.45	—
Tin.....	—	—	—	—	36,000	40,000	56,000	1.80	1.35	1.60	1.10	0.80	0.90
Kobber...	—	85,000	112,000	120,000	157,000	226,000	262,000	1.80	—	0.42	0.33	0.25	0.30
Zink.....	—	98,000	135,000	159,000	227,000	292,000	330,000	—	—	0.45	0.50	0.20	0.25
Bly.....	—	—	—	320,000	400,000	450,000	500,000	—	—	—	—	—	—
Rujern..	4.75 mill.	—	12 3 mill.	—	18.4 mill.	—	24.9 mill.	I de senere år { Rujern 0.04—0.06					
													0.12—0.30

<sup>1</sup> Denne oversigt er udarbejdet hovedsagelig på grundlag af de statistiske tabeller i »Mineral Resources of the United States», »Engineering and Mining Journals» og »Berg- und hüttenm. Zeitung»; se også en liden afhandling af mig »Verdens guld-, sølv- og kobberproduktion» i Letterstedtske Tidsskrift, 1888; SORTBEER'S statistik for guld og sølv; WEDDING'S for jern.

<sup>2</sup> For år 1890.

<sup>3</sup> Senere (1890 og 1891) stæget.

<sup>4</sup> For årene 1862 og 1882.

<sup>5</sup> For år 1865.

zink, bly, jern osv.,<sup>1</sup> men den totale produktion er ganske påfaldende lav, kun  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  af sølv,  $\frac{1}{150}$ — $\frac{1}{250}$  af kobber og  $\frac{1}{20000}$  af jern. Årsagen hertil må først og fremst søges deri, at prisen på nikkel er så høi, at det tidligere udelukkende eller næsten udelukkende har været anvendt som »luxusmetal», til alskens mindre forbrugsgjenstande. Det er metallets *sølvliqneude farve og glans* — dels i rent metal og dels i legering — som er den i økonomisk henseende vigtigste faktor; dertil kommer i fremtiden muligens også de *fasthedsegenskaber*, som nikkel meddeler jern eller stål i nikkelstål.

Af disse grunde behöver man i fremtiden neppe at frygte nogen væsentlig konkurrence med aluminium — som nu koster 5—7 kr. pr *kg*, men som vistnok om en del år vil blive betydelig billigere — idet dette metals og dets legeringers anvendelse vistnok for den væsentligste del vil dikteres ikke af hensyn til farve og glans, men af hensyn til lav specifik vægt og stor hårdhed og styrke.

Om nogen fremtidig blivende förögelse af pris på nikkel kan der neppe være tale, — tvertom vil man, ved konkurrencen mellem de mangle forskjellige producenter (Ny-Caledonien, Canada, Norge osv.), ved fremtidige forbedringer i den metallurgiske udvinding og på grund af bestræbelse hos enkelte storproducenter på at sænke prisen for at öge forbruget, snarere måtte være forberedt på noget prisfald.

**Produktionspris.** — DU PELOUX beregner i sin tidligere omtalte afhandling (se referat i Min. Res. of U. S., 1885), at samtlige udgifter (ved grube, transport, hytte og administration) ved den *ny-caledonske* malm i begyndelsen eller midten af 1880-årene belöb sig til henimod frcs 6—7 (= kr. 4.25—5) pr *kg* færdig nikkel; samtidig gör han det overslag, at man ved at indføre visse forbedringer, særlig med hensyn til transport, skulde kunne få reduceret produktionsprisen så lavt, at man med fordel skulde kunne sælge til frcs 4—5 (= kr. 2.90—3.60) pr *kg*. —

<sup>1</sup> Guldproduktionen steg som bekjendt voldsomt omkring 1850, men har siden 1860 næsten altid været synkende.

Efter indhentede oplysninger fra diverse hold og efter hvad også den canadiske nikkel-bergmand PETERS (Transact. of Americ. inst. of min. eng., 1890, s. 289) fremholder, skal det finansielle resultat af det ny-caledonske firma »Le Nickel» (aktiekapital fres 12,720,000) ikke have været meget tilfredsstillende, — beroende på forekomsternes lunefuldhed, mange mislykkede anlæg, komplicerede transporter, vanskelige arbejderforholde og kostbar metallurgisk udvinding. Med andre ord, salgsprisen har hidtil ikke ligget stort høiere end produktionsprisen, hvoraf igjen følger, at de ny-caledonske forekomster neppe kan drives i stor stil ved pris på færdig nikkel betydelig lavere end den nuværende. — Det kan også betones, at »Le Nickel» ikke i de senere år har forsøgt at sænke salgsprisen på nikkel med det mål for øie at ødelægge eller hemme den opvoksende canadiske produktion.

Ved de med hensyn til malmprocent (o: erholdt malm af alt det udskudte) og malmens gennemsnitlige nikkelgehalt *bedst* situerede *norske* gruber<sup>1</sup> (som f. ex. Flåd grube under Evje nikkelverk; Erteli grube no. 1 og 2 under Ringerikes nikkelverk; Nonås i Hosanger) har de samlede grubeudgifter (inklusive skeidning, reparationer af anlægget, stigerens løn, men ikke andel i generaludgifter som skat, fattigvæsen osv.) ved malm med 1.4—2.3 % gennemsnitlig nikkelgehalt (netto, o: fraregnet senere smeltetab) reduceret til 1 *kg* netto nikkelindhold<sup>2</sup> efter middel af et eller flere års drift i de senere tider beløbet sig til fra kr. 0.45—0.50 op til kr. 0.60—0.70.<sup>3</sup> — Under de gode konjunkturer i begyndelsen af 1870-årene, då man jævnlig arbeidede på malm med ikke engang 1 % midlere nikkelgehalt, steg vistnok grubeudgifterne mængstedes

<sup>1</sup> Her og i det følgende tager vi ikke hensyn til den nys opdagede, i foregående afh. beskrevne forekomst af jerannikkelkis i Beiern, idet malmfeltets udstrækning der endnu ikke er tilstrækkelig kjendt.

<sup>2</sup> Malmens gennemsnitlige netto nikkelindhold beregnet efter udbragt nikkel i garsten med given gehalt (50 %).

<sup>3</sup> Exempelvis kan således nævnes, at grubeudgifterne ved forskellige norske og en svensk grube i år efter 1882 pr *kg* nikkelindhold (netto) har andraget til kr. 0.40, 0.45, 0.47, 0.50, 0.55, 0.56, 0.67, 0.75 og 0.80; ved en grube har 1 *kg* nikkel, uden fradrag af smeltetab, i malm kun beløbet sig til kr. 0.35. — 1 ton skeidemalm, leveret ved grubebakken, koster oftest fra kr. 6 til kr. 12.



til et par eller flere kroner pr *kg* nikkel; under de nuværende arbejds- og material-forholde har man dog kunnet reducerede udgifterne så stærkt som oven angivet. Vil man også medregne transporten af malm fra grube til hytte, kan 1 *kg* nikkel i malm à 1.4—2.3 % nikkel (netto) opføres til værdi ved de bedste verk kr. 0.50—0.55, op til kr. 0.65—0.75.

Den ved de fleste norske verk fulgte metallurgiske behandling<sup>1</sup> har bestået<sup>2</sup> i: 1) malmröstning; 2) malm-(eller skjærsten-) smeltning; 3) to eller flere vanderöstninger; 4) koncentrations-smeltning og 5) garing, — ved enkelte nu indstillede verk med efterfølgende fremstilling af nikkeloxyd og terningsnikkel.

Skjærstenen holdt man i 1870-årene oftest i gehalt kun 3.5—5 % nikkel; ved de få verk, som har været i gang i de senere år, har man dog altid arbejdet med rigere malm end tidligere, tilmed har man også i regelen drevet mere intensiv malmröstning, hvorfor skjærstenens gehalt i de senere tider kan sættes til fra 5—6 op til 9—10 % nikkel; ved et verk har man endog stadig fået skjærstenens gehalt op i 8.5—10 %, undtagelsesvis 12—14 %. Til sammenligning kan indskydes, at den canadiske skjærsten gennemsnitlig holder 14—15 %, op til 20—24 nikkel.

På grund af skjærstenens lave gehalt i tidligere dage fik man for koncentrationssten med kun 12—15 % nikkel, medens gehalten i de senere år er øget til 20—30 %; samtidig er også garstenens gehalt øget fra i middel omkring 45 % i tidligere dage til 50—52 % i de senere år.<sup>3</sup>

Forhyningsudgifterne af 100 tons malm kan med runde tal sættes til:

Malmröstningen kr. 50—80.

<sup>1</sup> Ved et enkelt anlæg (Hommelvikken ved Trondhjem) har man i de senere år også behandlet nikkelmalm på våd vei.

<sup>2</sup> Se herom særlig en fortrinlig fremstilling af P. G. SCHWEDER i Berg- und hüttem. Zeit. 1878; også en liden afh. af L. MEINICH »Lidt om nikkelproduktion«, Polytekn. tidsskr., 1873; vedrørende skjærstenssmeltning en liden opsats af mig i »Jernkontorets Annaler«, 1887, s. 378 og følg.

<sup>3</sup> Garsten fra de norske verk består oftest af: 50—52 % nikkel (inklusive 1—3 % kobolt), 16—30 % kobber, 6—10 % jern og 18—22 % svovl.

Skjærstenssmeltningen (100 tons malm + 20 à 30 tons slag-ger fra efterfølgende processer, kræver 12—17 tons kokes, à kr. 25—35; giver alt efter konjunkturer, lokale forhold, ovnskonstruktion osv. til brændmaterial en udgift fra kr. 300—400 op til kr. 600; hertil aflønning osv., kr. 80—120), — kr. 400—750,

altså samtlige udgifter ved malmröstning og skjærstenssmeltning fra kr. 450 op til omkring kr. 800. — Alt eftersom der af malmen udbringes 1.5 eller 2 %, blir malmröstningen og skjærstenssmeltningen tilsammen at belaste med resp. kr. 0.30—0.53 og 0.23—0.40 pr *kg* nikkelindhold.

Under særlig gunstige betingelser — billig malm; rig malm (selve skeidemalmen med i middel 2.25—3 % Ni netto); beliggenhed både af grube og hytte lige ved havn; lave kulpriser — vil ved norske forekomster 1 *kg* nikkel i skjærsten ikke koste over kr. 0.75—0.80, ved extra rig malm ikke engang så meget; da man dog ikke kan forudsætte, at de bedste gruber netop skal være beliggende under de enkleste transportbetingelser, vil 1 *kg* nikkel i skjærsten vanskelig kunne leveres under kr. 0.95—1.00. — Denne minimumsgrænse er i virkeligheden bleven nået ved enkelte verk; det kan således anføres, at ved forskellige verk har årsopgjør for et af de senere år vist, at 1 *kg* nikkel i skjærsten (inklusive grubeudgifter, malntransport, malmröstning og skjærstenssmeltning, men ikke generaludgifter) kostet kr. 0.96—1.00 på det ene sted og kr. 1.05 på det andet; selve skjærstenen har holdt fra 5.5 eller 6 op til 10 % nikkel, men vil vistnok, dersom man benytter sig af den moderne amerikanske fremgangsmåde<sup>1</sup> ved malmröstning og skjærstenssmeltning, kunne bringes op i noget højere gehalt. — Ved mere ugunstigt situerede verk vil derimod udgiften pr *kg* nikkel i skjærsten selvfølgelig stige til højere beløb, kr. 1.25—1.50 eller derover.

<sup>1</sup> Se herom E. D. PETERS »Modern american methods of copper smelting» (1ste udgave, 1887, og 2den udg., 1891) og de metallurgiske bemærkninger i afhandlingen »Sudbury ore-deposits» i »Transact. of americ. inst. of min. eng.» (1890).



Omkostningerne ved venderöstningerne, koncentrationssmeltingen og garingen (til 50 % nikkel) kan ved skjærsten å 8—10 % Ni anslåes til omkring kr. 0.35—0.40 pr *kg* nikkelindhold, — et beløb, der selvfølgelig stiger, jo fattigere skjærstenen blir.

1 *kg* nikkel i 50 %'s garsten koster på denne måde ved vore bedste verk, når generaludgifter ikke medregnes, omkring 1.35—1.70, eller, når også sidste post tages med i betragtning, mellem halvanden og to kroner eller omkring to kroner. — Der er dog vistnok i vort land meget få forekomster, som ved de nu brugelige hytteprocesser kan levere så billig produkt; ved de fleste nu nedlagte nikkelverk vilde udgifterne utvivlsomt blive adskillig højere.

For at kunne give oplysning om den betaling, som de skandinaviske nikkelverk har erholdt for sin produkter af de udenlandske nikkelraffinerier, har jeg i sin tid ved henvendelse til en række forskellige norske og svenske nikkelverk fået alle de fornødne opgaver (med ret til at publicere samme).<sup>1</sup> Opgaverne — se tabel 3, III a-b, fra to forskellige verk, for terningnikkel, og IV a-e, fra fem forskellige verk, for garsten — gjælder den faktisk stedfundne betaling for *kg* nikkelindhold, produktet forudsat frit leveret i havn ved Nordsøen (dels Norge-Sverige, dels Tyskland-England); den lille koboltgehalt medregnes i nikkel; videre har det i sin almindelighed været betinget, at den medfølgende kobbergehalt skulde leveres uden særskilt betaling.

Som det fremgår af tabellen, har man tidligere i årenes løb for *kg* nikkelindhold i terningnikkel fået henimod samme pris som for rent nikkelmetal<sup>2</sup> (å 98—99 % Ni); derimod er garstenen gennemgående bleven betalt påfaldende lavt, nemlig med kun 55—60 % af metallens virkelige værdi. Det må vistnok indrømmes, at det temmelig omfattende arbejde med raffineringen af garsten

<sup>1</sup> Kun blev sat det forbehold, at verkets navn ikke skulde blive nævnt. — Jeg benytter herved anledningen til at sende de anonyme hjælpere min forbindtligste tak.

<sup>2</sup> I fremtiden vil heri, på grund af forbrug af metallisk nikkel dels for sig alene og dels som tilsats til nikkelstål, antagelig indtræde nogen forandring.



— oftest röstning, opløsning i syre, fældning og endelig reduktion; ved fremstilling af terningnikkel (Ni + Cu) jævnlig udelukkende behandling på tør vei — selvfølgelig koster adskillig; dog kan man være sikker på, at de udenlandske raffinierier herfor har beregnet sig god betaling og avance. Prisen er her ikke bleven dikteret af de mange leverandører, men af et yderst lidet fåtal tyske, østerrigske(?) og engelske raffinierier.

Ved de nuværende mange efter hinanden følgende forhytningsprocesser og ved det dårlig betalte salg af mellemprodukt til udlandet kan kun en liden brøkdel af de norske forekomster drives på balance eller med nogen fordel, — endskjønt ved de bedre gruber 1 kg nikkel i malm kan leveres til kr. 0.50 og i skjærsten til kr. 1.00, medens prisen på færdig vare kan sættes til kr. 3.50—4.00. — Grubeudgifterne sluger således med rundt tal kun *en syvendepart af metallets virkelige salgspis*; de samlede hytteudgifter de resterende sex syvendeparter.

Det må være fremtidens problem at få reduceret den sidstnævnte post, enten ved de at bessemere nikkelskjærsten og senere raffinere, sandsynligvis elektrolytisk, det erholdte produkt (med antagelig 95—98 % Ni + Cu) eller ved at indføre vådvejs proces, — opgaver, som dog ved denne anledning ikke skal underkastes nærmere drøftelse.

Som i næst foregående afhandling udredet, arbejder de *canadiske* forekomster på samme slags malm som de norske; kun er der den forskjel, at de canadiske felter er større, og at man der også har at gjøre med noget rigere malm. Ved de bedre norske forekomster — fremdeles uden hensyn til Beiern — erholder man skeidemalm med i middel 1.4—2.3 % nikkel (netto); ved de canadiske derimod opgives malmen til gennemsnitsgehalt med rundt til 3 eller 3.1, undertiden op til 3.5 % nikkel; videre er også kobbergehalten højere. Disse utvivlsomme fordele vil dog efter al sandsynlighed tildels opveies derved, at alle arbejds- og material-priser gennemgående er højere i Amerika end i Norge, — og det er vel meget tvivlsomt, om 1 kg nikkel i malm eller i skjærsten overhovedet kan leveres til lavere pris ved de cana-

diske end ved de bedste norske forekomster. Fremskridt i den metallurgiske behandling vil komme de norske forekomster ligeså fuldt tilgode som de canadiske.

I resumé: efter de hidtil opdagede forekomster står konkurrencen inden nikkelproduktionen mellem Canada, Ny-Caledonien og Norge, af hvilke tre lande Canada sandsynligvis er det vigtigste. Ny-Caledonien kan — under forudsætning af de nuværende arbejds- og materialpriser — neppe levere nogen særdeles væsentlig produktion ved lavere pris end kr. 3—3.50 pr *kg* ren nikkel. De canadiske forekomster er de norske overlegne med hensyn til størrelse,  $\sigma$ : produktionsevne, og malmens gennemsnitlige nikkelgehalt, hvilket sidste dog sandsynligvis tildels opveies ved højere arbejdsløn og materialpriser. — Ved de bedste norske forekomster beløber grubeudgifterne pr *kg* nikkel sig til kun omkring en syvendepart af metallets salgspris i de senere år; dette giver håb om, at den norske nikkelindustri kan blive bestående, ved fremtidige metallurgiske forbedringer.

Til nysølv, myntmetal, fornikling, nikkelplader og deslige — nikkelstål *ikke* medregnet — consumeres nu med rundt tal omkring 1,000 eller 1,000—1,500 tons nikkel årlig; nogen væsentlig forøgelse af nikkel-consumptionen kan kun finde sted, hvis nikkelstål får nogen betydelig udbredelse, eller hvis prisen på metallisk nikkel sænkes i nævneværdig grad.

For ikke at befordre overproduktion bør de norske verk i den nærmeste fremtid neppe i sum levere over 200—250 tons nikkel årlig.

## Tillæg.

**Ny-Caledonien.** Efter den af D. LEVAT (tidligere direktør for selskabet »Le Nickel») nys publicerede afhandling vedrørende nikkell (l. c., Annales des mines, 1892, s. 141—226) skal såvel garnierit- (eller Ni, Mg-) som asbolit- (eller Co, Mn, Fe-)forekomsterne i de ny-caledonske serpentinfelter skyldes afsætning af *thermalvand*, der har virket dekomponerende på sidestenen. De to slags forekomstgrupper optræder i så intim forbindelse med hinanden, at de må antages at bero på udfældninger af samme oprindelige opløsning; først synes asboliten at være afsat, oppe i dagen, og senere garnieriten, på spalter i undergrunden. — Dette fenomen kan efter min opfatning, idet det erindres, at asbolit hovedsagelig består af Mn og Co i høit opoxyderet tilstand ( $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ ;  $Co_2O_3$  eller  $CoO_2$ ), forklares derved, at den oprindelige, fælles opløsning er bleven udsat for indvirkning af surstof, formentlig luftens surstof, hvorved de elementer, som let opoxyderes i omtrent neutral opløsning, vil skille sig ud; på denne vis får vi strax afsat den hele Mn-mængde, den allervæsentligste del af Co, noget Fe, men kun ganske lidet Ni; restopløsningen, som holder Ni, Fe, Mg, lidet eller intet Co og Mn, afgiver senere material til garnierit-dannelsen.

**Produktion.** LEVAT'S opgaver over verdens nikkellproduktion er i sin helhed temmelig misvisende. — For 1870-årene, indtil 1878, opføres produktionen til kun 400 tons, hvad med sikkerhed er for lidet; på grund af driften i Ny-Caledonien skulde verdens produktion så senere være steget til 1,200 tons i 1880 og 2,000 i 1884, og for 1887 opføres den totale consumption til 3,000 tons; samtidig skulde også udbyttet på Ny-Caledonien være hævet til 2,600 tons nikkell årlig. Alle de sidstnævnte siffre må dog, i henhold til vore tidligere specificerede opgaver over den ny-caledonske produktion, være adskillig for høie. — Videre tales



om, at den canadiske produktion nu når op — eller kan nå op — til 4,500—5,000 tons årlig (medens nikkelinholdet i den producerede sten i 1890 faktisk kun beløb sig til 607 tons, hvilket tal for 1891 neppe er hævet til mere end det dobbelte eller tredobbelte); også i Ny-Caledonien skal man forberede sig på lignende en-gros-drift, så at verdens totale nikkelproduktion de nærmest følgende år skulde kunne sættes til 9—10,000 tons.

Jeg tror dog, støttet på den tidligere leverede detaljerede statistik, at de sidste tal indebærer en stor overdrivelse; i hvert fald har verden ikke behov for så kolossale nikkelmængder. Det normale forbrug, til de fra gammelt af kjendte artikler, beløber sig for tiden til neppe over 1,500 tons nikkel årlig, og nikkeltål har i sin store almindelighed endnu ikke vundet nogen hævdede plads, om det end tildels har fået anvendelse til en enkelt en-gros-artikel (pantserplader).

**Produktionspris.** LEVAT antager, at Canada og Ny-Caledonien kan levere metallisk nikkel til samme produktionsomkostninger, medens Canada utvivlsomt kan levere nikkel i nikkel-kobberlegering billigere end Ny-Caledonien. — Middels rige sulfidertser, i lighed med de canadiske og de bedste norske, er altså i økonomisk henseende mindst ligeså vel situerede som de med hensyn til gehalt adskillig rigere ny-caledonske silikatertser.

**Canadiske nikkelproduktion.** — Efter en af den canadiske geologiske undersøgelse udgiven foreløbig mineralstatistik (refereret i EMJ. 1892, I, s. 518) beløb nikkelproduktionen — hvilket sandsynligvis vil sige indhold nikkel i produceret malm og hytteprodukt — sig i Canada for år 1891 til 209 tons, til værdi 2,775,976 dollars; mod 607 tons, til værdi 1,002,470 dollars for år 1890. — Efter dette skulde verdens totale nikkelproduktion for 1891 kunne anslaaes til 3500—4000 tons.

**Den østerrigsk-ungarske udmyntning** (cfr. s. 51). — Ifølge en fremsstilling af Oberbergrath Ernst i O. Z. f. BHW, 21de mai 1892, blev våren for de østerrigsk-ungarske parlamenter fremsat regjeringsforslag om udmyntning af skillemynt (20- og 10-Heller) af *metallisk* nikkel (ikke nikkel-kobber-legering); den østerrigske udmyntning, til nominel værdi 42 millioner Gilden, vilde kræve 1050 og den ungarske udmyntning 450 tons metallisk nikkel, sum 1500 tons.

Sept. 1892.

# Resumé.

## I.

### Die canadischen Vorkommnisse von nickelhaltigem Magnetkies

in dem Sudbury-Distrikt

sind mineralogisch wie auch geologisch beinahe völlig identisch mit den schon längst bekannten, an Gabbro (vorzugsweise Norit und Uralitnorit) geknüpften Vorkommnissen von nickelhaltigem Magnetkies in Norwegen (z. B. Erteli auf Ringerike, Romsås in Smålenene, Meinkjär in Bamle, usw.), in Schweden (z. B. Klefva in Småland), in Piemont (Varallo) usw.

Die — in der Mitte der 1880er Jahre entdeckten — canadischen Lagerstätten führen:

*Magnetkies*, mit etwa 3–5.5% Ni (+ Co).

*Schwefelkies* und *Kupferkies*; untergeordnet

*Polydymit* (Analyse S.3) und *Millerit*; Titaneisen (oder Titanomagnetit); als Seltenheit

*Sperryolith* (Pt As<sub>2</sub>; Analyse S.4)

Die Erze sind an ein basisches massiges Gabbrogestein (nicht Norit, wahrscheinlich einen echten Gabbro) gebunden und sind vorzugsweise — wie es auch am öftesten bei den entsprechenden norwegischen Lagerstätten der Fall ist (cfr. diese Arbeit, Fig. 1, S. 17; auch Geol. Fören. Förh. B. 6, Tafel 30) — an die Contacte concentrirt; sie sind kurz als *Grenzfaciesbildung* des Eruptivgesteins aufzufassen.



Bei den canadischen — wie auch bei den entsprechenden norwegischen, schwedischen und piemontesischen Vorkommnissen — begegnen wir immer neben dem Nickel auch einem kleinen Kobaltgehalt, am öftesten 1 Co zu etwa 5—10 Ni. Ebenfalls immer eine Beimischung von Kupferkies, in Canada mehr reichlich als bei den entsprechenden europäischen Lagerstätten; in Norwegen und Schweden am öftesten 1 Ni : 0.3—0.7 Cu, in Canada 1 Ni : 1.8—2 Cu.

Pb-, Zn-, As-, Sb- oder Bi-führende Erze fehlen absolut oder sind nur spurenweise, als höchste Seltenheit, nachgewiesen.

In Bezug auf den durchschnittlichen Ni-Gehalt des Erzes wie auch — und in noch höherem Grade — auf ihre Ausdehnung sind die canadischen Lagerstätten den entsprechenden skandinavischen etwas überlegen.

---

Wie schon früher von mir hervorgehoben (siehe „Dan-nelse at jernmalforekomster,“ Norges geologiske undersøgelse, S. 142—144 und Geol. Fören. Forh. B. 14, S. 239—241), sind die hier vorliegenden Nickel-Magnetkies-Vorkommnisse als magmatische Aussonderungen („sulphidische Aussonderungen“) der betreffenden basischen Eruptivgesteine aufzufassen, und zwar geht dies aus den folgenden Betrachtungen hervor (siehe meine ältere, schon citirte Erörterung):

1. Die vorliegenden Lagerstätten treten überall — an hundert von verschiedenen Lokalitäten in Norwegen, Schweden, Piemont, Canada, Pennsylvania usw. — in Verbindung mit *basischen Eruptivgesteinen* (vorzugsweise *Norit* mit Uralit-norit, untergeordnet Hypersthen-führendem Labradorfels, Gabbro, gelegentlich auch Diabas oder Olivindiabas) auf, und zwar sind die Kiese hauptsächlich mit den normalen Bestandtheilen des betreffenden Eruptivgesteins gemengt.

2. Die verschiedenen, beinahe über die ganze Welt zerstreuten Lagerstätten stehen einander mineralogisch wie



auch chemisch (in Bezug auf das *Verhältniss Fe : Ni : Co : Cu*) so äusserst nahe, dass sie nur durch einen generellen und gesetzmässigen chemischen Process erklärt werden können.

3. Die basischen Eruptivgesteine werden, neben dem Eisengehalte, im allgemeinen durch kleine Gehalte von mehreren der schweren Metalle (Cr, Mn, Ni, Co, Cu usw.) gekennzeichnet; speciell führen sie durchgängig oder beinahe durchgängig einen kleinen Ni- und Co-Gehalt. Dies ergibt sich aus vielen verschiedenen Gründen:

a. Einige Hundert- oder Zehntheile Procent Ni sind sehr oft in dem Mineral *Olivin* wie auch in dem durch Umbildung von basischen Eruptivgesteinen entstandenen *Serpentin* nachgewiesen worden. — Bekanntlich hat *Fr. Sandberger*\*) kleine Spuren von Ni, Co, Cu, oft auch von Sn, Pb, Sb, As usw. in einer Reihe Eisenmagnesiumsilikate — aus verschiedenen basischen Eruptivgesteinen isolirt — wie auch in den letzteren selber constatirt.

b. Die in Neu-Caledonien, Oregon, Nord-Carolina, Texas, Schlesien, Ural usw. auftretenden, durch Secundärprocesse („Lateralsecretion“) gebildeten Gänge von *Garnierit* (mit Nickelgymnit usw.) kommen in serpentinierten basischen Eruptivgesteinen vor und bezeichnen somit einen Nickelgehalt in dem Muttergestein.

c. Auch mag erwähnt werden, dass die bisher bekannten *metallischen* (terrestrischen) Ausscheidungen der Eruptivgesteine, — nämlich die *Nickelisenlegierung Awaruit* (68% Ni, 0.7% Co, 31% Fe) auf Neu-Zeeland, in einem basischen, mässig eisenarmen Peridotit, und das bekannte *grönländische*, in Basalt eingeschlossene *Eisen* (100 Fe zu etwa 0.5—3 Ni, und 100 Ni zu etwa 30—50 Co und 10—100 Cu), — durch Ni (+ Co)-Gehalte gekennzeichnet werden.

\*) „Untersuchungen über Erzgänge“ (1882 und 1885) nebst anderen Arbeiten.

4. Der Verwandtschaft mit Schwefel wegen (cfr. Fournet's Reihe) werden die Cu-, Ni- und Co-Gehalte — *nicht* aber die wahrscheinlich ebenfalls in minimaler Menge vorhandenen Pb-, Zn-, As-, Sb-, Bi-Gehalte — des Magmas in das ursprünglich in magmatischer Lösung sich befindende Sulphid concentrirt und zwar in höherem Grade als Fe. Cu ist No. I in der Fournet'schen Reihe, wird somit am stärksten concentrirt und mag deswegen an den Lagerstätten eine hervorragende Rolle spielen, selbst wenn es in dem ursprünglichen Silikatmagma nur in minimaler Menge vorhanden war. Ni scheint (cfr. III a, III b und III c) durchgängig in dem ursprünglichen Magma reichlicher als Co zu sein, und weil es der chemischen Verwandtschaften wegen auch relativ stärker als Co in Sulphid concentrirt wird, resultiren die Lagerstätten mit bedeutend höherem Ni- als Co-Gehalte. — Ueber die weitere Concentration von Co in Schwefelkies ( $RS_2$ ) und von Ni in Eisennickelkies (RS) siehe den folgenden Abschnitt.

5. Die Nickel-Magnetkies- — oder die sulphidischen — Ausscheidungen sind mit den Titan-Eisenerz- — oder den oxydischen — Ausscheidungen dadurch verknüpft, dass die ersteren sehr oft etwas Titaneisenerz oder Titanomagnetit enthalten; auch *örtlich* sind die zwei Typen der magmatischen Ausscheidungsproducte gelegentlich vergesellschaftet.

6. Die sehr oft wahrzunehmende Concentration der ursprünglich in magmatischer Lösung sich befindenden Sulphide an die Contactflächen (Abkühlungsflächen) wird durch „Soret's principle“ zu erklären sein (siehe meine frühere Erörterung).

7. Das Ergebniss, dass die bauwürdigen Nickel-Magnetkies-Aussonderungen ausschlieslich in den *basischen* — und nie in den sauren — Eruptivgesteinen heimisch sind, mag dadurch erklärt werden, dass die basischen Eruptivgesteine durchgängig reicher an Oxyden der schweren Metalle und somit auch des Nickels, Kobalts und Kupfers



sind; zweitens ist auch die Schwefel- oder die Kies-Menge grösser in den basischen als in den sauren Eruptivgesteinen. — A priori ist zu vermuthen, dass auch der Schwefel- und Magnetkies der sauren Eruptivgesteine durch kleine Ni + Co-Gehalte gekennzeichnet werden.

## II.

### Eisennickelkies

(von *Beiern* im norw. Nordland, 67<sup>o</sup> n. Br.).

Eisennickelkies, — der bisher auf der ganzen Welt nur an der ersten Fundstelle, Espedal in Gausdal, mit Sicherheit constatirt worden war, — wurde in einigen Stufen von nickelhaltigem Magnetkies aus *Beiern* nachgewiesen.

Das Mineral krystallisiert (cfr. *Scheerer's* Untersuchung, 1845) regulär, mit octaëdrischer Spaltbarkeit; sp. Gew. = 4.6; Härte = 4; ist *nicht* magnetisch; chemische Zusammensetzung = RS, wo R = Fe, Ni (+ Co) in beliebigen, mittleren Gemengverhältnissen. Das Mineral von Espedal ist annähernd = 2FeS.NiS (*Scheerer's* Analyse; S 13); dasjenige von *Beiern* dagegen annähernd = FeS.NiS (meine Analyse; S. 12). Farbe licht tobackbraun, bei höheren Nickelgehalten mit gelblicher Nüance.

Die sämmtlichen regulär krystallisierenden Monosulphide, die wegen des Zusammenkrystallisierens bei schneller Abkühlung aus künstlichen Sulphidschmelzmassen (Rohstein, Kupferstein, Bleistein usw.) eine gemeinschaftliche Hauptgruppe zu bilden scheinen, zerfallen in mehrere Untergruppen (cfr. Tabelle S. 14; auch *Groth* „Tabellarische Uebersicht der Mineralien“).



NiS ist dimorph, krystallisiert hexagonal (rhomboëdrisch) als Millerit, regulär (mit FeS) als Eisennickelkies. Zu bemerken ist, dass die hexagonalen NiS- und NiQ-Mineralien (Millerit, Nickelin, Antimonnickel, Antimonarsennickel) — wie auch Greenockit, CdS, und Wurtzit, ZnS — immer nur unbedeutende Mengen von FeS enthalten; es folgt wahrscheinlich daraus, dass FeS rein für sich nicht hexagonal krystallisieren kann, und dass die mittleren Gemische von FeS und NiS, der morphotropen Einwirkung von FeS zufolge, ebenfalls nur regulär krystallisieren.

Das Eisennickelkies- und Magnetkies-Vorkommnis zu Beiern ist als Contactbildung (Grenzfaciesbildung) an Gabbro (Uralitnorit) gebunden (siehe Fig. 1, S. 17) und gehört der im vorigen Abschnitte besprochenen Weltgruppe Typus Erteli, Klefva, Varallo, Sudbury.

In diesen Lagerstätten sind bisher mehrere nickelreiche Sulphide, als primäre, idiomorphe Ausscheidungen in der Magnetkies-Masse, nachgewiesen worden, nämlich:

Eisennickelkies; Espedal, Beiern;

„Gunnarit“; Ruda in Schweden;

Polydymit; mehrere Stellen in Canada;

Millerit; ebenfalls mehrorts in Canada, weiter in Gap mine, Pennsylvania (und Dillenburg, Nassau).

Weil der Nickelgehalt in den sich ausscheidenden Nickelsulphid-Mineralien sich stark concentrirt, wird der umgebende Magnetkies (die „Mutterlauge“) ziemlich arm an Nickel. Zu Beiern, Espedal und Ruda enthält so (siehe Tabelle S. 19) der Magnetkies nur 1.8—2 bis zu 3% Ni, das Gemisch von Eisennickelkies, nebst „Gunnarit“, und Magnetkies dagegen etwa 4.5—5 bis zu 7% Ni.

Der Magnetkies der hier besprochenen Lagerstätten kann bis zu 8—11% Ni (+ Co) chemisch aufnehmen; die Ursache der Individualisation der besonderen nickelreichen Sulphidmineralien (RS, R<sub>4</sub>S<sub>5</sub>) kann somit nicht aus-

schliesslich auf dem absoluten Ni-Gehalt der Mischung beruhen, sondern mag auch von verschiedenen physikalischen Factoren (Abkühlungszeit usw.) abhängig sein.

In den in dem Magnetkies mit idiomorpher Contur liegenden — und somit zuerst gebildeten — *Schwefelkies*-krystallen ( $RS_2$ ) ist der Kobaltgehalt der ganzen Masse oft sehr stark concentrirt worden; umgekehrt wird *Nickel* relativ am stärksten in dem ebenfalls früher als der Magnetkies ausgeschiedenen Eisennickelkies ( $RS$ ) angereichert. Im grossen Ganzen sind von Kobalt die  $RS_2$ - und  $RQ_2$ -Mineralien, von Nickel dagegen die  $RS$ - und  $RQ$ -Mineralien am meisten verbreitet; Kobalt bildet auch höhere Oxydationsstufen leichter als Nickel. — Die relativ starke Concentration des Kobalts in dem Schwefelkies und die zwei letzt-erwähnten Ergebnisse beruhen wahrscheinlich auf denselben chemischen Affinitätseigenschaften der Elemente.

---

### III.

#### Ueber die Nickelproduction der Erde und über die Concurrentz Bedingungen zwischen den norwegischen und den auswärtigen Nickelvorkommnissen.

Die Nickelerze sind dreierlei:

a) *Arsenerze*, die hauptsächlich auf Erzgängen heimisch sind, und die im Anfange und in der Mitte des Jahrhunderts, namentlich in Deutschland und Oesterreich-Ungarn, eine hervorragende Rolle in der Nickelindustrie spielten.

b) *Sulphiderze* (siehe die zwei vorhergehenden Abschnitte), namentlich in Canada, Norwegen, Schweden und Piemont.

c) *Silikaterze*, sehr verbreitet in Neu-Caledonien (Garnierit), auch in Oregon, Texas, Nord-Carolina, Ural, Schlesien usw. nachgewiesen; durch Secundärprocesse — „Lateralsecretion“



aus Serpentin mit einem niedrigen Nickelgehalt — gebildet. Auf Neu-Caledonien sind die Garnierit-Gänge (Ni, Mg) mit Absetzungen von Asbolit (Co, Mn, Fe) intim vergesellschaftet, und zwar scheinen beiderlei Vorkommnisse aus denselben (Thermalwassern-) Lösungen abgesetzt gewesen zu sein, — zuerst Asbolit, zum Schluss Garnierit. Die Erklärung ist vielleicht darin zu suchen, dass die am leichtesten zu oxydierenden Elemente — Mn, Co, Fe — durch Einwirkung von oxydierenden Agentien (Sauerstoff der Luft) zuerst ausgefällt worden sind.

**Historik.** Das Element Nickel wurde 1751 von *Cronstedt* entdeckt und 1776 in chinesischem Packfong nachgewiesen. Die erste Neusilberfabrik wurde am Anfange des Jahrhunderts, in Schneeberg (Sachsen) angelegt, und bis über die Mitte des Jahrhunderts hatte die Nickelindustrie ihren Hauptsitz in Deutschland und Oesterreich-Ungarn, welche Länder zu der Zeit auch den grössten Theil der Nickelerze (vorwiegend Arsenerze) lieferten. — Grubenbetrieb auf Nickel (nickelhaltigen Magnetkies) wurde in Schweden 1838—40 (zu Klefva) und in Norwegen 1847—50 (Espedal und Ringerike) angefangen. Im Anfange und in der Mitte der 1870er Jahre erhob sich die norwegische Nickelindustrie zu einer ziemlich bedeutenden Höhe, ist aber späterhin, unter den niedrigen Conjunctionen, stark zurückgegangen. Der neu-caledonische — schon 1865 oder 1867 entdeckte — Garnierit ist seit 1875 ausgebeutet worden, mit Grossbetrieb seit 1880—82; und endlich fing die schon jetzt sehr bedeutende Nickelindustrie in Canada 1885—87 an.

**Die Production der Nickelerze und des Nickels** wird durch die statistischen Daten S. 30—49 und namentlich durch die Tabelle S. 48 beleuchtet.

*Deutschland* („Tyskland“) und *Oesterreich-Ungarn* („Østerrike-Ungarn,“) S. 30—33; Nickelinhalt in den inländischen Gruben 1840—60 etwa 50—150 Tons (à 1000 kg) jährlich; 1869—76 bis zu höchstens 250 Tons; später höchstens 50—100 Tons.



Das *norwegische* Nickelerz ist nickelhaltiger Magnetkies, im allgemeinen in reiner Stufe mit 3.0—4.5% Ni (+ Co) und in dem mit der Hand geschiedenen Schmelzerz früher (1865—80) mit durchschnittlich nur 1% Ni Netto, in den späteren Jahren dagegen mit 1.4—2.3% Ni Netto (etwa 10% Schmelzverlust abgerechnet, also in Wirklichkeit mit 1.5—2.5% Ni; siehe Note 1, S. 35.)

Tabelle 1, S. 36—37.

Antal	{ hytter i drift gruber i drift	Anzahl	{ Hütten im Betrieb Gruben im Betrieb
Antal arbejdere	{ ved grube ved hytte i sum	Anzahl Arbeiter	{ in den Gruben in den Hütten in Summe.
Tons malm	{ produceret udskibet forsmeltet	Tons Erz	{ producirt exportirt verschmolzen
Hytteprodukternes værdi; mill. kr.		Werth der Hüttenproducte in Mill. Kr.	
Tons nikkelinhold	{ i hytteprodukt; i hytteprodukt + udskibet malm	Tons Nickelinhalt	{ in den Hüttenproducten in den Hüttenproducten + dem exportirten Erz.

Der Nickelinhalt in dem in Norwegen gebrochenen Erz stieg 1875—76 zu 300—360 Tons (Werth 2.5—3 Mill. Kr.), ist aber später mit runder Zahl auf nur 100 Tons jährlich gesunken.

Tons Nickelinhalt in der *schwedischen* Production siehe S. 38 und in der *piemontesischen* (1870—76 Maximum 50—60 Tons) siehe S. 38—39.

*Neu-Caledonien.* Die Tabelle S. 45 giebt eine Uebersicht der producirtten Garnierit-Menge („udbrudt garnierit“, — mit durchschnittlich in den späteren Jahren etwa 7—8 oder 6—8% Ni); Tons Nickelinhalt im Erz („à nikkelinhold“);

und der auf Neu-Caledonien verschmolzenen Garnierit-Menge („smeltet garnierit“).

*Vereinigete Staaten* („Forenode Stater“). Nickelinhalt („Tons nikkell“) der in den inländischen Gruben (namentlich Gap mine, Pennsylvanien; untergeordnet auch in einigen kleinen Garnierit-Gruben in Douglas County, Oregon) gebrochenen Erze siehe S. 45.

*Canada*. Nickelinhalt der Production von 1890 betrug 607 Tons und ist später noch höher (in 1891 zu etwas über dem dreifachen) gestiegen.

**Uebersicht über die Nickelproduction der Erde** wird durch die Tabelle 2, S. 48, illustriert. Die gesammte Production ist von etwa 100—250 Tons jährlich in 1840—60 und etwa 600—700 in der Mitte der 1870er Jahre zu etwa 1250—1500 oder 1500 Tons in 1888—89 und wahrscheinlich ungefähr 2000 Tons in 1890 gestiegen; die Production in 1891 und 1892 ist noch etwas höher, — jedoch sind die sehr hohen Angaben von *D. Levat* (siehe „Tillæg“, S. 66—67) in „Annales des mines“, 1892, H.2 wahrscheinlich übertrieben.

**Anwendung.** Nickel wird zu Neusilber (Argentan), Nickel-Kupfer-Legierung (darunter Münzmetal), Vernickelung und zu verschiedenen Gegenständen aus reinem Nickel verwendet; weiter in den letzteren Jahren auch als Zusatz zu Nickelstahl (mit im allgemeinen 4—5% Nickel; unter anderem jetzt zu Panzerplatten in den Vereinigten Staaten im Gebrauch) — Die Nickelausmünzung Deutschlands in 1874—76 consumirte 380 Tons metallisches Nickel; und eine vorge-schlagene Ausmünzung in Frankreich, von 80 Mill. Fres Scheidemünze (nomineller Werth) würde 600 Tons beanspruchen.

**Preis und Consumption.** Tabelle 3, S. 54—55.

Preis in *Krone* pr. Kg. Nickelmetall (à 98—99% Ni) und pr. Kg. Nickelinhalt in Würfelnickel, „Garstein“ und Erz von verschiedenen norwegischen und schwedischen Nickelwerken.

I II	Kg. metallisk nikkel	$\left\{ \begin{array}{l} \text{New-York} \\ \text{børsnotering} \\ \text{Østerrige.} \end{array} \right.$	Kg. metallisches Nickel.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{New-York} \\ \text{Børsnoti-} \\ \text{rung.} \\ \text{Oesterreich} \end{array} \right.$
III a III b	Pr. kg. nikkelinhold i ter- ningnikkel (à 65—70% Ni; rest Cu)		Pr. Kg. Nickelinhalt in Wür- felnickel (à 65—70% Ni; Rest Cu)	
IV a, b, IV c IV d, e	Pr. kg. nikkelinhold i gar- sten (med 50% Ni), fra 5 forskjellige norske og sven- ske nikkerverk.		Pr. Kg. Nickelinhalt in „Gar- stein“ (mit 50% Ni, 16—30% Cu, 6—10% Fe, 18—22% S), von 5 ver- schiedenen norw. und schwed. Nickelwerken.	

NB. Co mit Ni zusammengerechnet; Cu nicht separat bezahlt. 1 Krone = 1.12 Mark = 1.41 Fres.

Die Fluctuationen im Preise des metallischen Nickels — Kr. 7.50—8 zu Ende der 1860er Jahre, Maximum Kr. 20—24 in 1873—75 und jetzt Kr. 3.50—4.00, für das Kilo — wird durch die Angaben S. 53 (nach „Oesterr. Zeits. für Berg- und Hüttenw.“, 1887, s. 487) und durch I und II (die letzteren Angaben) der Tabelle 3, S. 54—55 beleuchtet. — (Wegen des Zolles, 25% des Werthes betragend, ist der Preis in den Vereinigten Staaten immer höher als in Europa).

Die Fluctuationen sind durch das Verhältniss zwischen Angebot und Nachfrage dictirt; der hohe Preis im Anfange der 1870er Jahre wurde durch die deutsche Nickelausmünzung und der Preisfall in 1877—78 durch die neu-caledonische Production hervorgerufen. Der Einfluss der canadischen Production ist bis jetzt durch den Extraconsum zu Nickelstahl aufgewogen worden.

Die Tabelle 4, S. 58, giebt eine Uebersicht über die jährliche Weltproduction („verdens årsproduktion“) und die Preise pr. Kg. Metall, in Kronen („Pris pr. kg. metal, i krone“)



der Metalle Gold, Silber, Nickel, Quecksilber, Zinn, Kupfer, Zink, Blei und Roheisen. Es ergibt sich, dass die gesammte Production — und somit auch die Consumption — von Nickel bisher verhältnissmässig sehr klein gewesen ist, nämlich nur etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  von Silber und  $\frac{1}{150}$ — $\frac{1}{250}$  von Kupfer. Die Ursache hiervon ist hauptsächlich in dem hohen Preise des Nickels — etwa das 3-fache von Zinn, das 5-fache von Kupfer, das 12—20-fache von Zink und Blei — zu suchen; unser Metall ist bisher vorzugsweise ein Luxusmetall gewesen. Eine bedeutende zukünftige Zunahme der Consumption kann nur entweder durch eine Erniedrigung des Preises oder durch einen stark wachsenden Verbrauch von Nickelstahl — oder ähnlichen neuen Legierungen — erzielt werden.

**Produktionspreis.** Die gesammten Produktionskosten der *neu-caledonischen* Nickelindustrie betragen (einer Angabe von *du Peloux* zufolge) im Anfange oder Mitte der 1880er Jahre pr. Kg. metallisches Nickel etwa 6—7 Frcs., — eine Summe, die durch verschiedene vorgeschlagene Verbesserungen vielleicht zu 4—5 Frcs. reducirt werden könnte. — Bisher ist die *neu-caledonische* Nickelindustrie — verschiedenen von einander unabhängigen Quellen zufolge — in ökonomischer Beziehung nicht sehr ergiebig gewesen; die Produktionskosten sind somit nicht viel niedriger als der Verkaufspreis (in den letzten Jahren 5—6 Frcs. pr. Kg. metallisches Nickel) gewesen.

An den in Bezug auf Nickelgehalt, Erzmengung und lokale Bedingungen am besten situirten *norwegischen* Gruben kostet 1 Kg. Nickel (Netto, Schmelzverlust abgerechnet) im Erz mit 1.4—2.3% Nickel, wenn die sämmtlichen eigentlichen Grubenkosten mitgerechnet sind, 0.45—0.50 bis zu 0.60—0.70 Kr., an einzelnen Stellen nur 0.40 Kr., vielleicht sogar nur 0.35 Kr. (der begleitende Kupfergehalt kostenfrei geliefert). 1 Kg. Nickel in Rohstein, à 5—10% Nickel (das ziemlich leicht zu 8—15% gehoben werden kann) kostet — einschliesslich der Grubenkosten — an den besten Werken in

runder Zahl 1 Kr. und 1 Kg. Nickel in Garstein (à 50% Nickel) etwa 1.50—2.00 Kr.

Die Grubenkosten betragen somit an unseren besten Gruben nur etwa ein *Siebentheil des Verkaufspreises der fertigen Waare*, — ein Ergebniss, das sehr stark zur Anlage eines modernen metallurgischen Etablissements auffordert.

Die canadischen Nickelvorkommnisse sind in Ausdehnung grösser als die norwegischen; daneben ist auch der durchschnittliche Nickelgehalt des Schmelzerzes höher, nämlich in Canada im grossen Ganzen etwa 3.1—3.5% gegen 1.4—2.3% Nickel (Netto) in Norwegen. Diese unzweifelhaften Vortheile werden jedoch, mindestens grossentheils, dadurch aufgehoben, dass die Materialpreise und Arbeiterlöhne in Canada bedeutend höher als in Norwegen sind. — In der That würde in Canada, *D. Levat's* Berechnung zufolge, in Rohstein mit 20% Ni und etwas weniger Cu 1 Kg. Nickel 1.50 Frcs (= 1.05 Kr.) und 1 Kg. Kupfer 0.50 Frcs (= 0.35 Kr.) kosten, — oder, wenn die sämtlichen Ausgaben auf Nickel belastet werden, 1 Kg. Nickel 1.35—1.40 Kr., also ziemlich genau dieselbe Zahl wie an den besten norwegischen Werken, in Zwischenproduct mit entsprechenden Gehalten.

Nach *Levat* können Canada und Neu-Caledonien 1 Kg. metallisches Nickel (ohne Kupfer) zu ungefähr denselben Selbstkosten liefern, während dagegen Canada — und, nach meiner Auffassung, der obigen Entwicklung zufolge auch Norwegen — 1 Kg. Nickel in Nickel-Kupfer-Legierung eingehend, billiger als Neu-Caledonien produciren können.