

## N O T A T

Oslo, 20.01.1987

Økonomiske vurderinger i forbindelse med niobforekomsten ved Sæteråsen i Vestfold.

Niob står som nr. 41 i periodesystem med atomvekt 92,91.

I Niobpentoxid  $Nb_2O_5$  utgjør surstoff dermed 43%. 0,25% (konsentrasjon i Sæteråsen) tilsvarer 0,35%  $Nb_2O_5$ .

Niob forekommer i columbit og pyroklor. Pyroklor er hovedmineralet i Sæteråsen forekomsten.

Niobmineralene ble utvunnet av alkalibergartskomplekser og karbonatitter. Produksjonen av Niob i verden øket fra 8.512 t i 1970 til 15.393 i 1980 d.v.s. med en gjennomsnittlig årlig økning av 6,1%. (bilag 1+2)

Brasilia produserte 32%. Canada 10%, USSR 4,6% og Nigeria 1,6% av verdensforbruket. Reservene betraktes som tilstrekkelige i de nærmeste 70-100 år.

Mens produksjonen av Nb-malmen er billig og produksjonskapasiteten kan økes uten vanskeligheter er oppredningen problematisk. Utvinning fra pyroklormalm ligger bare mellom 45 og 75%! (bilag 3)

Prisutviklingen er preget av det oligopolistiske tilbud av de tre produsenter som kontrollerer den vestlige verden. Bare den ene av de tre har en produksjonsandel av 60-70%. Den har samtidig de største reservene med de høyeste Nb-gehaltene og de laveste produksjonsomkostningene (Araxa).

De reale prisene har i de siste årene ikke fraviket en middelvei av 5-6 US \$ pr. kg Nb i  $FeNb$ . (4+5+6+)

Mere enn 95% av Nb-råstoffene brukes til fremstilling av ferroniob. Resten forarbeides til Niboxid. Produksjon av Ferroniob steg fra 1970 til 1980 fra 8.566 t til 23.119 t.

Av produksjonskapasiteten (38.000 t p.a.) av den vestlige verden innehar Brasil 25.000 t p.a.

94% av alt Nb-forbruk faller på den vestlige verden. De viktigste konsumlandene er USA med 28%, Japan, V. Tyskland og Italia med 10-15% hver.

85-90% av alt Nb brukes i stålindustrien i form av ferroniob. Det fremstilles bygningsstål, rust-, syre- og varmebestandige ståltyper, verktøystål og tilsetningsstoffer til sveiseprosesser. Spesielle nioblegerte ståltyper brukes til pipelinerør. Ellers produseres

det superlegeringer, hardmetaller, supraledningsstoffer og niobmetall. Nioboxid benyttes til fremstilling av optiske spesialglass og keramikkondensatorer.

Niob handles som ferroniob og konsentrater. Handel med nioboxid tiltar i betydning. Forbruket av niob følger utviklingen i stålindustrien. Man regnet i 1981 med en årlig vekst av bare 3,2% i fremtiden på grunn av vedvarende svake stålkonjunkturer. I 1986 anslått man vekstraten til 1990 men årlig 5%. Medgang i bruken for stålindustrien ble kompensert gjennom stor etterspørsel for superlegeringer og andre høyteknologiske anvendelser.

Nb-reservene er tilstrekkelige for de neste to generasjoner. På grunn av den sterke konsentrasjonen på produsentsiden må man kalkulere med midlertidige forsyningsproblemer. (bilag 9)

Det finnes ingen substituter som kan bli brukt isteden av niob uten en reduksjon av styrke og omkostningskravene. For enkelte bruksområder kan det benyttes vanadium, molybden, tantal, titan og wolfram.

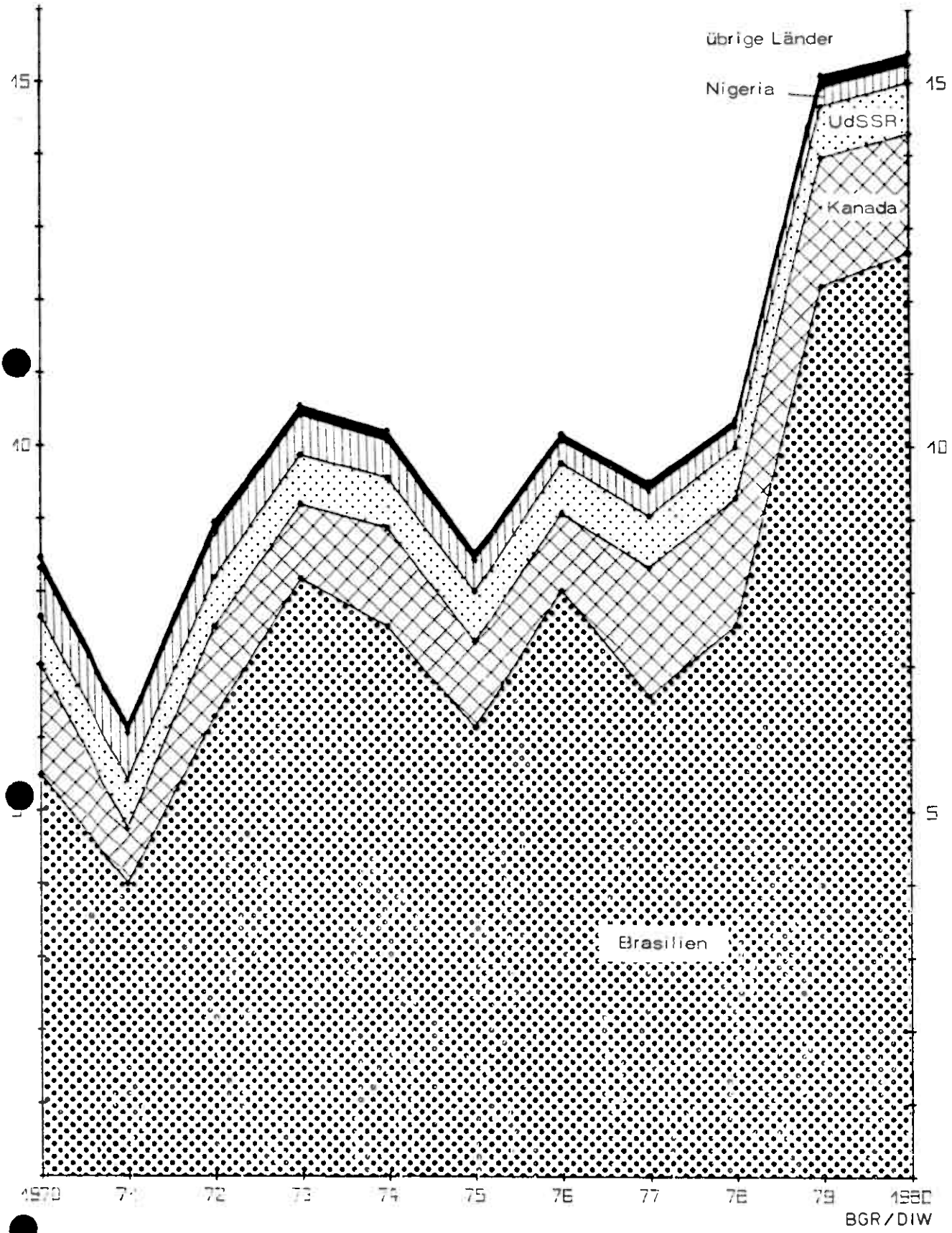
Sæteråsen inneholder 10 mill. tonn rhyolitt med en gehalt av 3,5%  $Nb_2O_5$ . Med en pris 3,25\$ per lb niob i pyroklorkonsentratet er råmalmprisen for Sæteråsenoyolitten  $3,5 \times 6,50 \times 7,5 = 170$  NOK.

*for pyroklorkonsentratet*

Johan G. Heim

Bergwerksförderung von Niob nach Ländern  
in 1.000 t (Nb-Inhalt)

in 1.000 t



Bergwerksförderung von Niob nach Ländergruppen  
in 1.000 t (Nb-Inhalt)

in 1.000 t



Die Betriebskosten der Raffination werden nicht auf die Erzaufgabe, sondern auf den Nioboxid-Inhalt der verarbeiteten Konzentrate bezogen und mit weniger als 1 US \$/kg Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> angenommen.

Bei der Aufbereitung von Columbiterzen werden in der Regel auf gravimetrischem Wege zunächst Vorkonzentrate hergestellt. Dabei können im einfachsten Fall Waschrinnen verwendet werden. Üblicherweise werden jedoch Herde, teilweise zusätzlich auch Setzmaschinen eingesetzt. Die Sortierung der in den Vorkonzentraten enthaltenen Schwermineralien, zu denen neben dem Columbit u.a. Zinnstein, Magnetit, Ilmenit, Granat und Mikrolith gehören können, findet vor allem mit Magnet- und Elektrostatikscheidern statt. Hiermit werden auch die oft nur in Spuren vorhandenen Columbite aus Zinnsteinkonzentraten abgetrennt.

Als Betriebskosten der Aufbereitung von columbithaltigen Erzen kann man je nach Beschaffenheit der Erze, insbesondere Feinkörnigkeit und Festigkeit, mit etwa 1 bis 10 US \$/t rechnen.

#### Ferronioberzeugung

Die gewonnenen Erzkonzentrate sind verkäuflich, bedürfen aber vor ihrem industriellen Einsatz noch der Weiterverarbeitung. Aus den Pyrochlorkonzentraten wird überwiegend Ferroniob (Standardqualität) hergestellt. Seit Anfang 1980 werden geringe Mengen auch zu Nioboxid verarbeitet.

Die Ferronioberzeugung erfolgt heutzutage wohl ausschließlich aluminothermisch. Die dabei verwendeten Abbrandgefäße haben ein Fassungsvermögen bis zu fast 30 t und erlauben Produktionsmengen bis zu rund 11,5 t FeNb pro Charge. Sie dürften die größten sein, die bei metallothermischer Produktion überhaupt eingesetzt werden.

Das Ausbringen liegt zwischen 95 und 97 vH.

Von den Verarbeitungskosten stellen die Kosten der Verbrauchsstoffe die weitaus größte Kostenposition dar. Dabei überwiegen die Kosten des Aluminiums, für das man - unabhängig vor allem von der Spezifikation des Ferroniobs - einen spezifischen Verbrauch von insgesamt etwa 0,7 bis 0,8 kg/kg Nb annehmen kann.

Je nach Aluminiumpreis und Spezifikation des Ferroniobs dürften die Verarbeitungsbetriebskosten (ohne die Kosten des Erzkonzentrats) im günstigsten Falle heute bei 1 US \$/kg Nb liegen.

Columbitkonzentrate waren vor einigen Jahrzehnten noch die ausschließliche Basis für die Herstellung von Ferroniob. Es wird vermutet, daß der größte Teil der Columbite heutzutage jedoch hydrometallurgisch bei der Tantal-Niob-Trennung weiterverarbeitet wird, wobei Tantal- und Nioboxid als Produkte anfallen.

Nioboxid wird außer aus Pyrochlor- und Columbitkonzentraten z.Zt. auch noch aus Ferroniob (Standardqualität) hergestellt.

#### Erzgehalte

Die z.Zt. abgebauten Pyrochlorerze haben Durchschnittsgehalte zwischen 0,67 und 3 vH Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Entscheidender als die Gehalte der Aufgabe sind jedoch die daraus gewonnenen Metallmengen, die (im wesentlichen) vom Ausbringen der Aufbereitung abhängen. Wenn man dieses berücksichtigt, ergeben sich ausgebrachte Gehalte zwischen rund 0,45 und 1,95 vH Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Diese wären einer Erzwertberechnung zugrunde zu legen.

In Columbiterzen spielen die Niobgehalte bei der Bewertung der Erze gegenüber den Tantalgehalten in der Regel z.Zt. nur eine untergeordnete Rolle. Gehalte von etwa 50 g Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /t und etwas weniger Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> können in Ausnahmefällen unter günstigen Bedingungen (Seifenlagerstätten, zersetzte Pegmatite) heute (Ende 1981) bereits als bauwürdig betrachtet werden. Üblicherweise dürften die bauwürdigen Mindestgehalte an Ta-Nb-Oxid in Festgesteinslagerstätten nicht unwesentlich darüber liegen.

#### Kostenzusammenstellung

Anhand der oben genannten Angaben über die Betriebskosten bei der Ferronioberzeugung aus Pyrochlor sowie einer Schätzung der erforderlichen Investitionen und einer Royalty sind in der folgenden Tabelle die Gesamtkosten einer hypothetischen Anlage zur Erzeugung von Ferroniob zusammengestellt, wobei als Basis eine Förderung von 1000 tato Residualerz (Weicherz) mit 1,5 vH Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> angenommen wurde (Standort Südamerika).

Tabelle 27

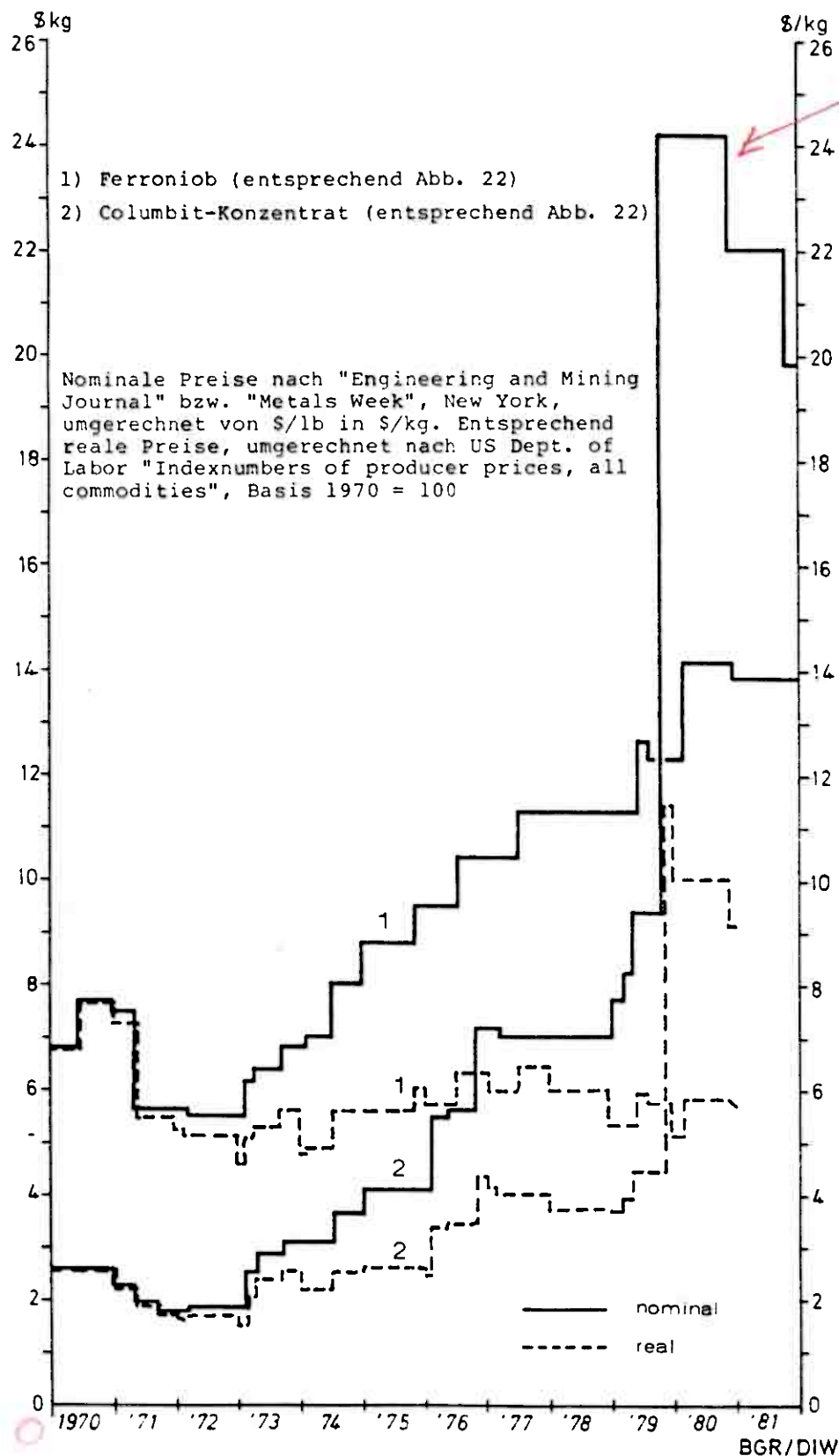
Kostenzusammenstellung

Eingabedaten

Erzfördermenge	1000 tato	
Gehalte	1,5 vH Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Gesamtausbringen	60 vH entsprechend 9 kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t Erz	
Abbaubetriebskosten		2,0 US \$/t Erz
Aufbereitungsbetriebskosten ohne Raffination		7,0 US \$/t Erz
Raffinationsbetriebskosten		1,0 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Betriebskosten der Ferronioberzeugung		1,3 US \$/kg Nb
Verwaltungskosten		4,0 US \$/t Erz
Spez. Investition		110 US \$/jato Erz
Abschreibung		10 vH der Invest. = 11 US \$/t Erz
mittlere Verzinsung		10 vH der halben Invest
Royalty 5 vH des fob - Preises, ca.		0,60 US \$/kg Nb
Transport Produktionsstätte - Europa		0,75 US \$/kg Nb
Zoll der EG: 7 vH des Einfuhrwertes		0,85 US \$/kg Nb

		vH gerundet
Abbaubetriebskosten	0,22 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2
Aufbereitungsbetriebskosten	0,78 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8
Raffinationsbetriebskosten	1,00 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11
	2,00 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21
=	2,86 US \$/kg Nb	21
Betriebskosten der Ferronioberzeugung	1,30 US \$/kg Nb	10
Gesamtbetriebskosten	4,16 US \$/kg Nb	31
Verwaltungskosten	0,44 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5
Kapitalkosten	1,83 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19
	2,27 US \$/kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24
=	3,24 US \$/kg Nb	24
Royalty	0,60 US \$/kg Nb	4
Gesamtkosten der Produktion	8,00 US \$/kg Nb	59
Transport nach Europa	0,75 US \$/kg Nb	5
Zoll	0,85 US \$/kg Nb	6
Verkaufskosten )		
Bruttogewinn )	4,10 US \$/kg Nb	30
Preis in Europa	13,70 US \$/kg Nb	100

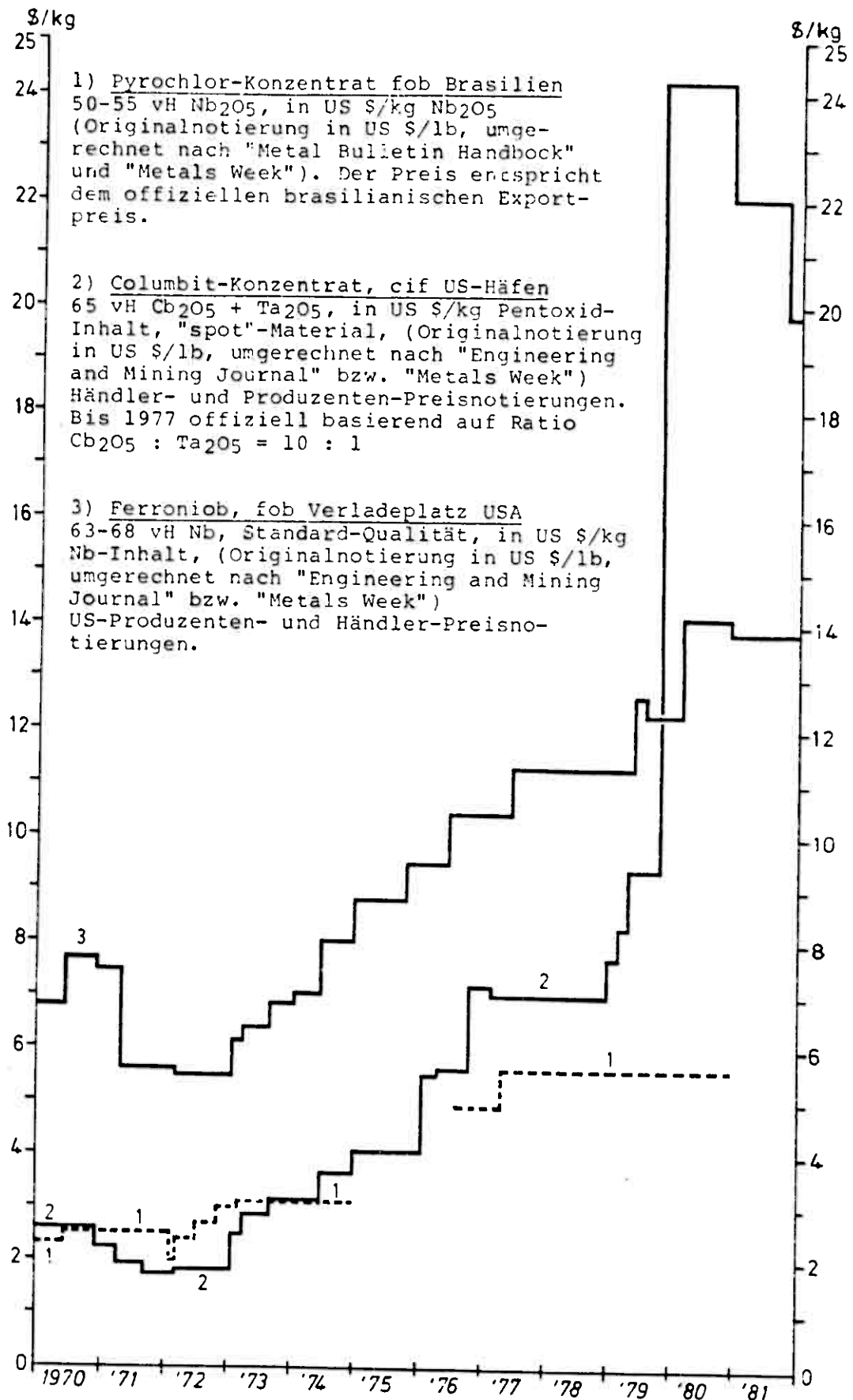
Entwicklung der nominalen und realen Durchschnittspreise von Ferroniob und Columbit-Konzentraten auf dem amerik. Markt, 1970 - 1981



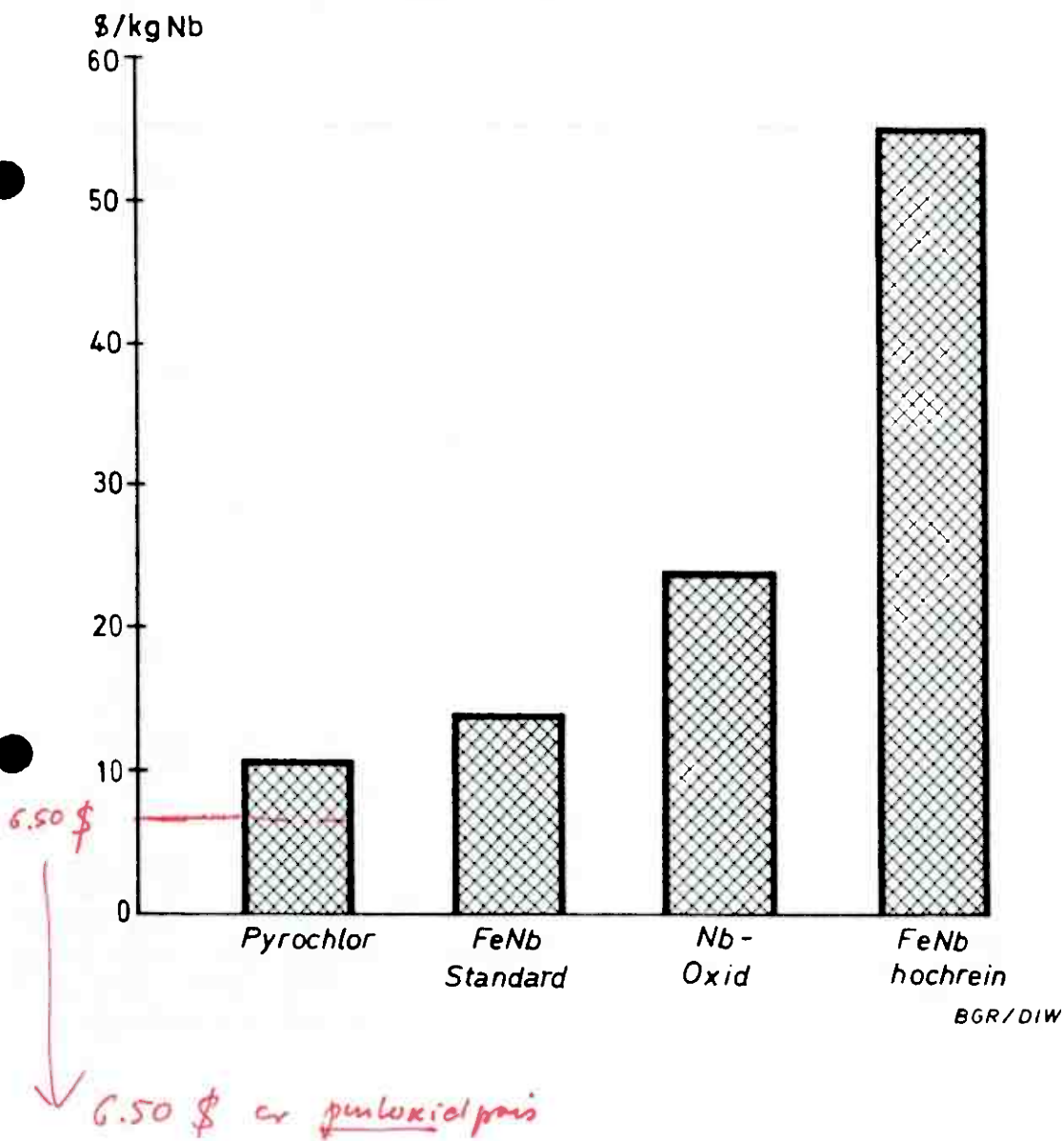
sligning  
grunnen  
etterpörsel  
eller Tantal



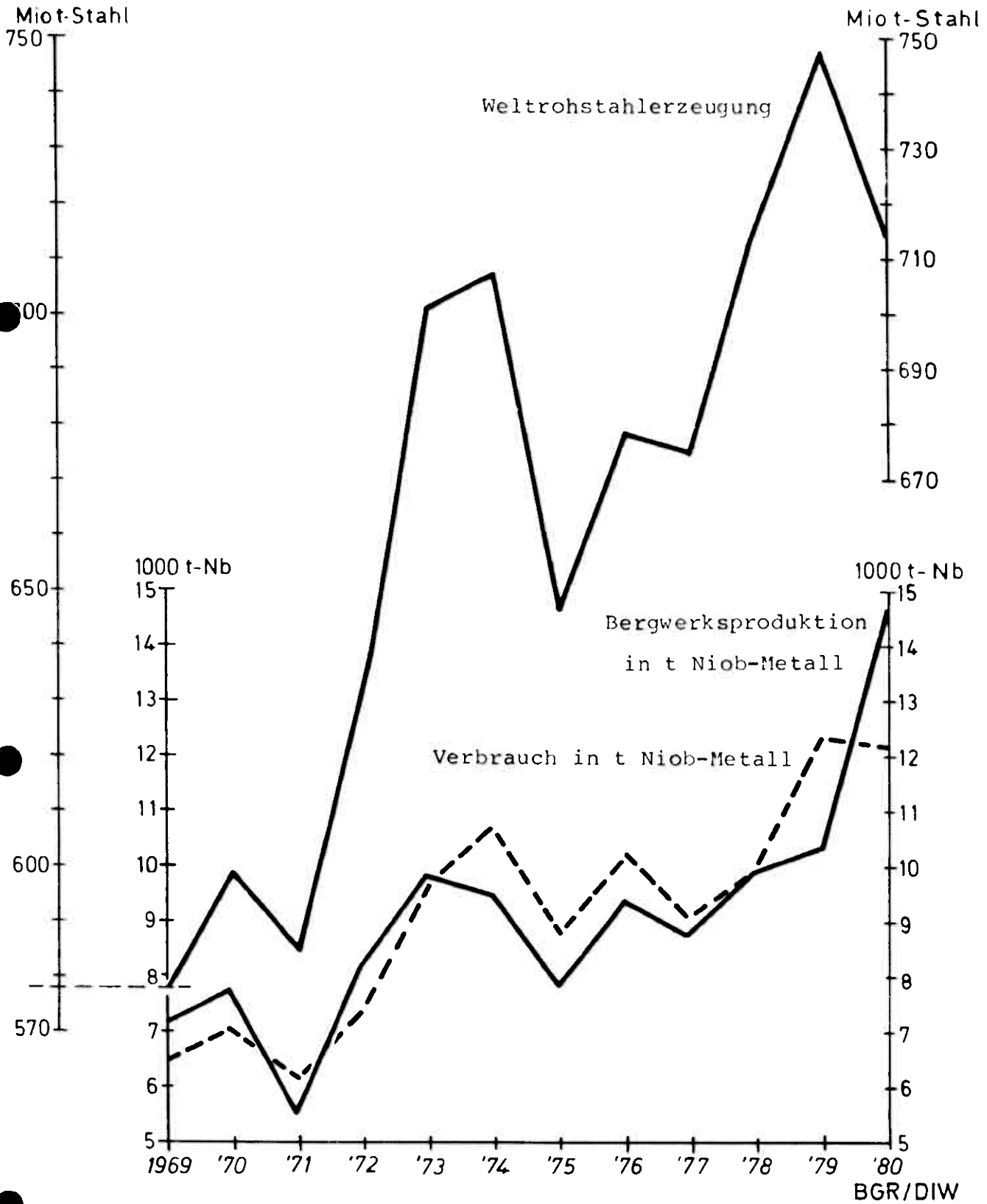
Entwicklung der Durchschnittspreise von Pyrochlor- und Columbit-Konzentraten sowie Ferroniob, 1970 - 1981



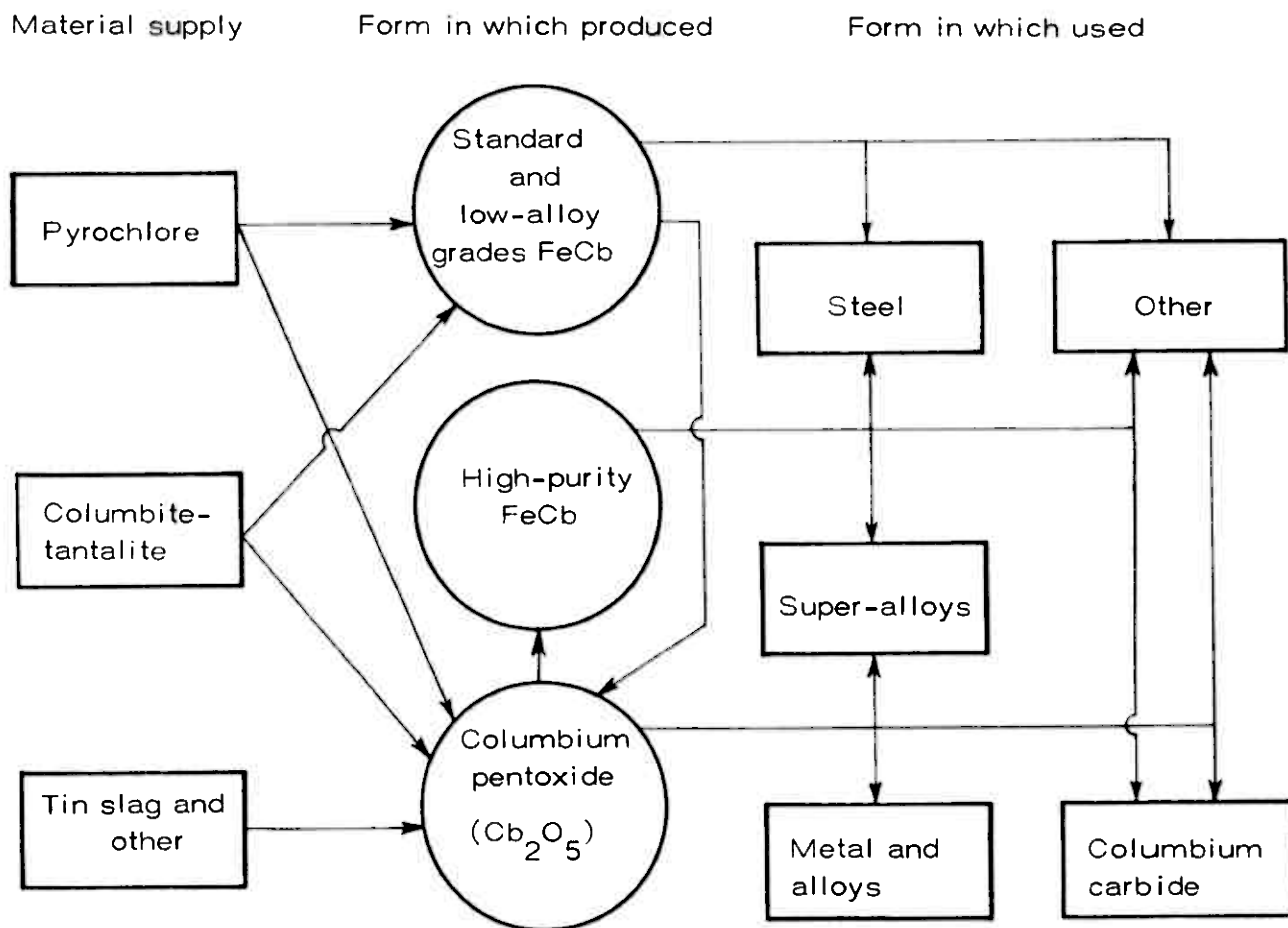
Durchschnittspreise für 1 kg Niobmetall in Pyrochlorkonzentrat,  
FeNb Standard, Nioboxid und hochreinem FeNb in den USA  
Stand Ende 81



Bergwerksproduktion und Verbrauch von Niob und Weltrohstahlerzeugung,  
1970 bis 1980



# Nb-haltige Vorstoffe, Zwischenproduktformen und deren Einsatzgebiete



Ressourcen an Nioberzen in der Welt  
in t Nb-Metall

RESERVEN		potentielle	weitere Ressourcen
sichere und wahrscheinliche			
in fördernden Gruben	gut erkundet		
$\sim 1\% \text{Nb}_2\text{O}_5$	<div>6,725 Mio t</div> <div> <div>5,5 Mio t</div> <div>2,44 Miot</div> </div> <div>1,215 Mio t</div>	<div>3,94 Miot</div> <div>1,72 Miot</div>	<div>( 3,8 Mio t )</div> <div>( 2,2 Mio t )</div>
	<div>&gt; 5 Mio t</div>		<div>( 1,04 Miot )</div>
$\sim 0,3\% \text{Nb}_2\text{O}_5$			