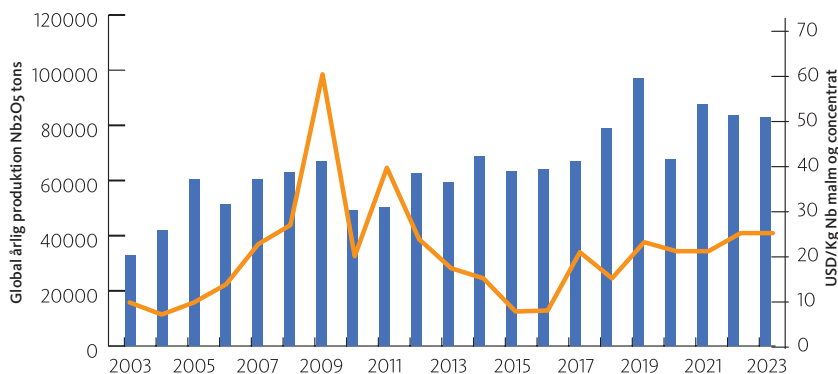
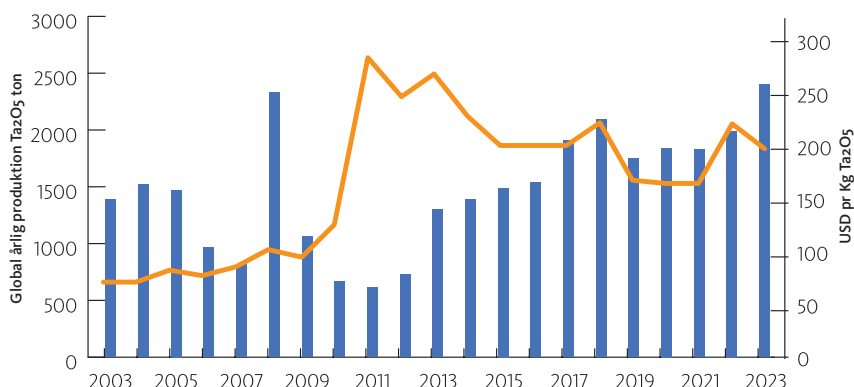


Anvendelsesområder for tental.



Årlig produktion af Nb₂O₅ i ton for årene 2003 til 2023: USGS (2024).



Årlig produktion af Ta₂O₅ i ton for årene 2003 til 2023, Kilde USGS (2024).

man følger malmåren ind i fjeldet. I begge tilfælde ender malmen på et knuseanlæg.

Malmen knuses og mineralerne sorteres og adskilles i hhv. en tyngde- og magnetisk separator, som adskiller lette, tunge og magnetiske mineraler fra hinanden. For tantal er malmen herved typisk opkoncentreret til 30% Ta₂O₅ og vil derefter blive yderligere behandlet til fremstilling af metaller. For niobium må malmen opkoncentreres til ca. 50-60% Nb₂O₅ gennem elektrostatisk separering og skumflotation, hvor hydrofile og hydrofobe materialer adskilles. Til slut udvaskes gerne med syre. Ofte opvarmes koncentratet herefter for ved hjælp af en ristningsproces at fjerne eventuelle sulfider, der kan forekomme i malmen. Tantal- og niobiumkoncentraterne behandles da kemisk, hvor de først opløses med forskellige syrer, hvorefter man separerer de ønskede metaller ved hjælp af væske-væske separationsmetoder. Dernæst tilsættes organiske opløsninger og ammoniak, hvorved niobium og tantal udfældes som hydroxider. Disse hydroxider opvarmes til meget høje temperaturer og gennemgår forskellige andre processer, hvorved man får dannet Nb₂O₅ og Ta₂O₅.

malmmineraler for niobium og tantal er pyrochlor (Na,Ca)₂Nb₂O₆(OH,F) og columbit (Fe,Mn)(Ta,Nb)₂O₆, men i Afrika finder man mange sekundære niobium- og tantalforekomster, hvor Nb-Ta-holdige bjergarter gennem tid er blevet intenst forvitret således, at niobium og tantal blevet opkoncentret i sedimenter ved jordens overflade. Lødligheden er her typisk 10-20 gange højere end for de primære forekomster. Selvom koncentrationerne i skorpen generelt er lave, findes der flere primære og sekundære forekomster rundt omkring i verden, særligt i Kina for tantal og Brasilien for niobium.

I Grønland findes flere lovende Nb-Ta mineraliseringer, som kan vise sig interessante for minedrift. Motzfeldt Sø intrusionen og Ilimaussaq intrusionen, begge i Sydgrønland, indeholder potentielt

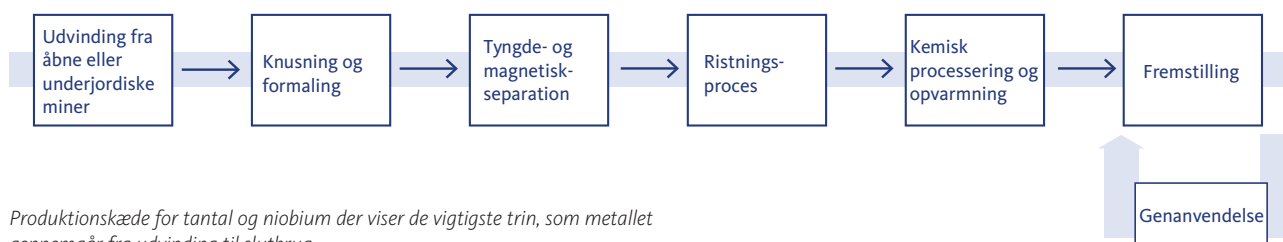
forekomster på flere millioner tons malm med 0,2-1,0% Nb₂O₅ og 0,01-0,02 % Ta₂O₅. Sarfartoq intrusionen ved Kangerlussuaq har en påvist indikeret ressource på 0,19 millioner tons malm med en Nb₂O₅-lødlighed på 4,6%. Ny efterforskning i området påviste en 30 meter zone med et gennemsnitligt indhold på mere end 32% Nb₂O₅, hvilket åbner muligheden for en øget ressource. Der kunne dermed blive tale om en niobium-forekomst med den højeste lødlighed i verden.

Produktion

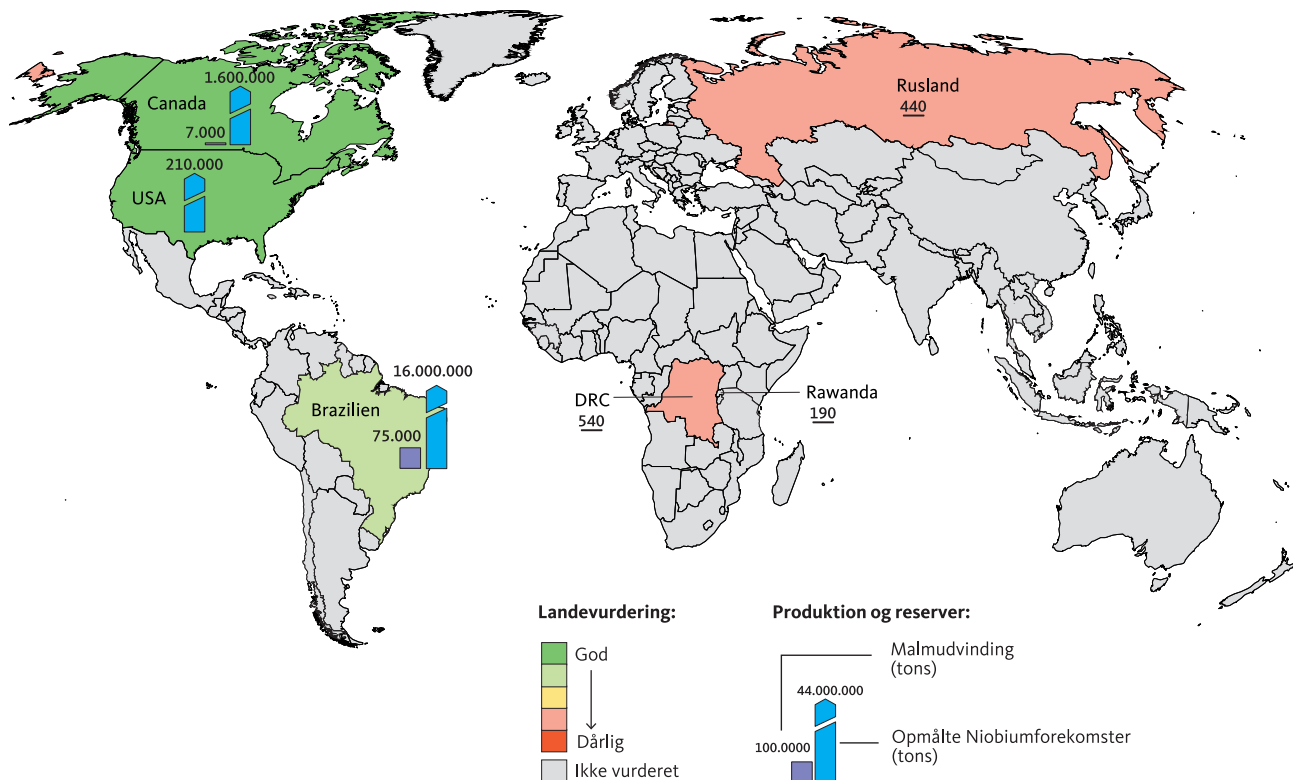
Niobium og tantal produceres både fra åbne brud (dagbrud), undergrundsminer eller en kombination af disse. Ved åbne miner brydes malmen fra overfladen, medens en undergrundsmine graves, sprænges og bores ind i fjeldet og der skabes ofte lange og store skakter, hvor

I Afrika finder en stor del af tantalproduktionen sted ved smådriftsminer (på engelsk omtalt som 'artisanal' eller 'small-scale mining'). Dette er en lavteknologisk minedrift som udføres af enkelte personer, familier eller mindre grupper udenom etablerede mineselskaber. Ulovlig tantalproduktion er udbredt i Afrika og det anslås, at der produceres 2-3 gange så meget tantal primært fra ulovlige smådriftsminer, som der rapporteres i de officielle optegnelser. Det betyder at den reelle årlige produktion af tantal sandsynligvis er over 3.500 tons og dermed næsten dobbelt så høj som den officielt producerede mængde.

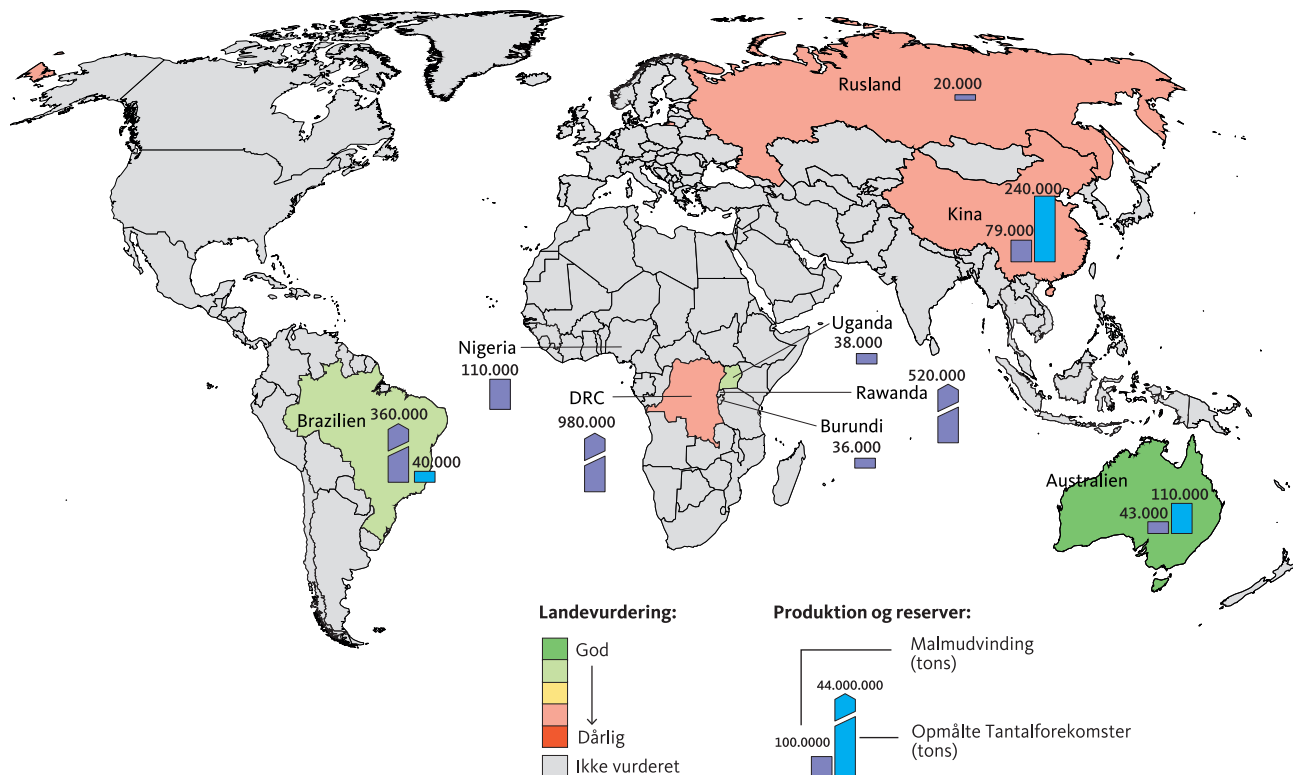
Niobium og tantal udvindes også fra smelteslagge i forbindelse med tinproduktion. For tantal kan denne andel udgøre over 10% af den årlige produktion (ikke medregnet produktionen fra de mange små uofficielle brud).



Produktionskæde for tantal og niobium der viser de vigtigste trin, som metallet gennemgår fra udvinding til slutbrug.



Lande med de største reserver og produktion af niobium i 2023 (USGS 2024). Landevurderingen inddeler landene efter om efterforsknings- og mineselskaber vurderer dem som gode henholdsvis dårlige for minedrift; vurderingen er baseret på udvalgte faktorer (retssystemet, handelsbarrierer og politisk stabilitet) fra Fraser Institute (2024).



Lande med de største reserver og produktion af tantal i 2023 (USGS 2024). Landevurderingen viser de lande som efterforsknings- og mineselskaber vurderer som gode henholdsvis dårlige for minedrift; vurderingen er baseret på udvalgte faktorer (retssystemet, handelsbarrierer og politisk stabilitet) fra Fraser Institute (2024).



Borekampagne på Sarfartoq niobiumforekomsten i Vestgrønland. (foto: Jakob Kløve Keiding)

Niobium bliver udvundet helt dominerende i Brasilien (90% af den globale produktion) samt Canada (9%). Tantal udvindes i tolv, primært afrikanske, lande, der tilsammen tegner sig for ca. 80% af den globale produktion, og heraf D.R. Congo alene for 36%.

Genanvendelse og substitution

Det anslås, at mere end 30% af verdens forbrug af tantal stammer fra genanvendelse, mens genanvendelsesraten for niobium er ca. 60%. Den højere grad af genanvendelse for niobium afspejler, at metallet primært anvendes til stålproduktionen, hvor Nb kan genvindes fra stål i skrotmetal. Tantal genanvendes i vid udstrækning fra superlegeringer, og i mindre grad fra elektronik, hvor teknologien endnu ikke er fuldt optimeret til genanvendelse af tantal fra elektriske kondensatorer. Der er muligheder for at substituere både niobium og tantal. Niobium kan erstattes af molybdæn, vanadium, tantal og titanium i stålproduktionen. Tantal kan

erstattes af aluminium og keramik i elektriske kondensatorer, og af niobium, iridium, hafnium, molybdæn og wolfram i højtemperatursapplikationer. Fælles for begge metaller er dog, at de har meget specifikke og ofte unikke egenskaber, der typisk medfører, at substitution resulterer i ringere produkt egenskaber og/eller højere pris.

Marked og priser

Både niobium og tantal sælges i flere former; fra rent metal (99,9%), til blandingsprodukter og diverse legeringer som ferro-niobium legering med 60-70% Nb og 30-40% jern. Modsat mange andre metaller forhandles hverken tantal eller niobium på råstofbørserne, priserne fastsættes i stedet for ved kontrakter mellem sælger

og køber. Priserne for hhv. niobium og tantal er faldet med 14% og 32% siden 2012, mens produktionen i samme periode er steget med hhv. 5% og 50%. Niobiums store anvendelse indenfor fremstilling af særligt stål gør, at markedet for niobium er ca. 50 gange større end det for tantal. Den årlige stigning i forbrug af hhv. niobium og tantal, set over en ti-årig periode, er over dobbelt så høj for niobium sammenlignet med tantal, stærkt drevet af øget forbrug af stål i infrastruktur i Asien og stigende brug af niobium i stålproduktion til bilindustrien, der sigter mod lettere og mere brændstoføkonomiske biler.

Forsyningsikkerhed

De geologiske reserver af både niobium og tantal er betydelige og store nok til at forsyne verdensmarkedet i en overskuelig fremtid, og der er endnu ikke oplevet forsyningsvanskeligheder. Til trods for dette, er der bekymringer for forsyningsikkerheden for begge metaller. Udfordringen består i monopollignende tilstande for niobium, hvor Brasilien står for mere end 90% af niobiumproduktionen og Afrika

står for mere end 80% af produktionen af tantal, ofte i konfliktområder med illegal minedrift til følge. Samtidig har begge metaller stor betydning for en række industrier i Europa, og både niobium og tantal forekommer på EU's liste over kritiske mineralske råstoffer.

Kilder og videre læsning:

Gómes, M., Li, J. and Zeng, X: Niobium: The unseen element – A comprehensive examination of its evolution, global dynamics and outlook. In Resources, Conservation and Recycling 209 (2024).

Fraser Institute: Annual Survey of Mining Companies 2023:

<https://www.fraserinstitute.org/studies/annual-survey-of-mining-companies-2023>

Gray, O. 2024: Niobium: A metal of the future:

<https://mining.com.au/niobium-a-metal-of-the-future/>

Rosa, D., Kalvig, P. Stendal, H. & Keiding, J.K. 2023: Review of the critical raw material resource potential in Greenland. MiMa rapport 2023/1, 121pp.

Rosa, D., Kalvig, P. Stendal, H. & Keiding, J.K. 2023: Critical raw material resources in Greenland, *Geology and Ore* 34

Royal Society of Chemistry, podcast: <https://www.rsc.org/periodic-table/podcast/73/Tantalum>

Screen factsheet Niobium 2024: https://screen.eu/wp-content/uploads/2024/01/SCREEN2_factsheets_NIOBIUM-update2.pdf

Screen factsheet Tantalum 2024: https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/12/SCREEN2_factsheets_TANTALUM-update.pdf

USGS (2024): Niobium and Tantalum Statistics and Information: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/niobium-and-tantalum-statistics-and-information>