Mobiel bellen, wereldwijd bereik

De mondiale gevolgen van een mobiele telefoon

Abstract

Door technologische ontwikkelingen, zoals de mobiele telefoon zijn zeldzame mineralen nodig. Deze ontwikkelingen hebben door mondialiseringprocessen invloed op de wereld, dat zich gedraagt als een systeem. Het mineraal Coltan wordt gebruikt in een condensator, een elektronisch component. In Democratische Republiek Congo wordt Coltan gewonnen in het Oosten, dat sinds jaren geteisterd wordt door conflicten. Hoe deze conflicten in verband staan met het mondialiseringproces leidt tot de volgende vraag:

Wat is de invloed van een alternatief voor een "coltan-condensator", op het technologische mondialiseringproces betrekkende Democratische Republiek Congo?

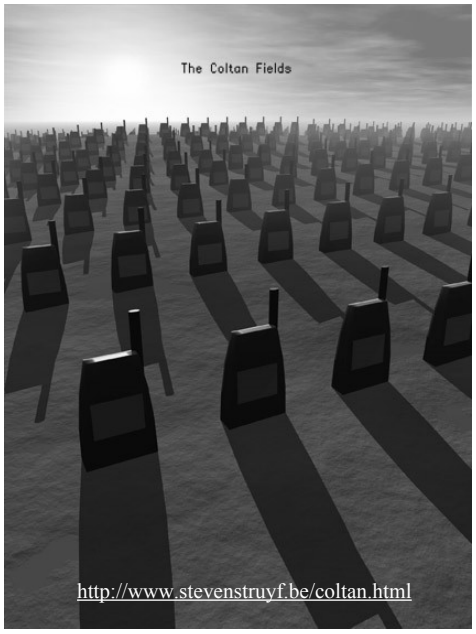
Een alternatief voor de Coltan-condensator is de condensator bestaande uit Niobium, afkomstig uit Pyrochlore. Dit zou de afzetmarkt weg kunnen nemen. De invloed op het technologische mondialiseringproces is echter klein doordat andere factoren ook een rol spelen in de conflicten in Democratische Republiek Congo. Een fair trade merk op andere condensatoren dan de Coltan-condensator, zou bewustwording bij consumenten creëren, waardoor de Coltan-afzetmarkt kan verdwijnen.

Vak:	Thema 3 2009-2010	
Auteurs:	Jannie Vos:	Scheikunde, 5730171
	Doreth van Manen:	Sociale Geografie, 5717612
Docenten:	Jan Pieter van de Schaar	
	Bernard Kruithof	
	Matthijs Versteegh	
Datum:	22 januari 2010	
Aantal woorden:	5991	

Mobiel bellen, wereldwijd bereik

De mondiale gevolgen van een mobiele telefoon

Jannie Vos & Doreth van Manen



Inhoudsopgave

Lijst van afkortingen		p. 4
Inleiding		p. 5-7
Hoofdstuk 1	Mondialisering en Coltan nader uitgelegd	p. 8-11
Hoofdstuk 2	Politieke geschiedenis van Democratische Republiek Congo	p.12-16
Hoofdstuk 3	Coltan Condensator	p. 17-22
Hoofdstuk 4	Mogelijke alternatieven voor de Coltan-condensator	p.23-24
Hoofdstuk 5	Hypothetisch model: Democratische Republiek Congo zonder Coltan-afzetmarkt door komst alternatief	p.25-26
Conclusie		p.27-28
Literatuurlijst		p.29-30

Lijst met Afkortingen

AFDL	Alliance des Forces Democratiques pour la Liberation du Congo-Zaire
DRC	Democratische Republiek Congo
VN	Verenigde Naties
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
TIC	Tantalum-niobium International study Centre
Ta	Tantalum
Nb	Niobium

Inleiding

Op 16 januari opent de economiebijlage van de NRC handelsblad met de kop: "Chinezen beheersen de zeldzame aardmetalen", waarin wordt uitgelegd dat de zeldzame metalen in de wereld in Chinese handen dreigen te vallen. Er zijn de afgelopen jaren veel innovaties gedaan op het gebied van technologie. Waar een mobiele telefoon eerst nog gezien werd als een luxegoed, is het nu niet meer dan normaal. De technologie die komt kijken bij de mobiele telefoon wordt steeds complexer, hiervoor zijn zeldzame metalen nodig. In Europa worden deze grondstoffen niet of nauwelijks gewonnen, dit wordt vooral gedaan in andere delen van de wereld, zoals Afrika en Australië. Waarna China zorgt voor de verwerking van deze grondstoffen. Een tekort aan deze grondstoffen kan op den duur leiden tot instabiele geopolitieke verhoudingen (NRC, 16 jan 2010).

In dit artikel zal het bovenstaande voorbeeld uitgewerkt worden aan de hand van het mineraal Coltan dat het zeldzame aardmetaal Tantalum bevat. Dit wordt vooral gewonnen in Australië, Canada en de Democratische Republiek Congo. De invloed van Coltan op DRC zal uitgelicht worden. De oorlog in Democratische Republiek Congo krijgt in de media vrijwel geen belangstelling, terwijl de gevolgen van deze oorlog enorm zijn. Ruim 4 miljoen mensen zijn tijdens deze oorlog vermoord, daarnaast zijn er ook heel veel mensen op de vlucht geslagen. Bleekemolen (2009) spreekt van een ernstige situatie die deze oorlog veroorzaakt heeft. Zo zijn cholera epidemieën, kindsoldaten, seksuele misdrijven en brute moorden aan de orde van de dag. In de Oost regio zijn de meeste ziekenhuizen door de oorlogen verwoest, dat betekent dat ruim 18,5 miljoen mensen geen toegang hebben tot medische zorg (Montaque, 2002). De Verenigde Naties ziet de oorlog in DRC als "very serious" (VN pers conferentie, 13 February 2009). Verschillende hulporganisaties noemen het conflict een van de gewelddadigste oorlogen na de Tweede Wereld Oorlog (Stelpstra, 2009).

Meerdere factoren spelen een rol bij de oorlog in DRC. Dit artikel zal zich richten op de factoren die tevens te maken hebben met de grondstoffen. De etnische conflicten zullen buiten beschouwing gelaten worden. Verschillende academici leggen de link tussen waardevolle grondstoffen en conflicten in de wereld. De onderzoeker Billon (2001) heeft hier een theorie over geschreven, deze zal in dit artikel aan bod komen.

Door technologische ontwikkelingen is de vraag naar Coltan de laatste jaren erg toegenomen. De grootste leveranciers van dit mineraal zijn Australië en Canada, zij kunnen de hoge vraag echter niet aan waardoor er wordt uitgeweken naar DRC. Om zo aan de vraag te kunnen voldoen. De vraag naar Coltan is groot omdat dit mineraal kan worden gebruikt in de moderne technologie, zoals de mobiele telefoon. Deze ontwikkelingen laten zien dat er sprake is van mondialisering. De vraag in het Westen stijgt, daardoor zal er gezocht moeten worden naar aanbod van het mineraal Coltan. Er is sprake van relatie tussen verschillende landen om te voorzien in de consumenten behoeften. Dit verband zal worden onderzocht door middel van de volgende vraag: "**Wat is de invloed van een alternatief voor een "coltan-condensator", op het technologische mondialiseringproces betrekkende Democratische Republiek Congo?"**

Om een antwoord te kunnen geven op deze vraag zijn de disciplines sociale geografie en scheikunde noodzakelijk. Het is van groot belang om mondialisering en de relatie tussen grondstoffen en conflicten uit te leggen, om zo een mogelijk antwoord op de vraag te kunnen geven. De discipline sociale geografie zal voor dit deel belangrijk zijn. Daarnaast zal de discipline scheikunde een rol spelen bij de beantwoording van de onderzoeksvraag. Er moet een begrip gecreëerd worden van de waarde van het mineraal Coltan. Hiervoor is een beschrijving van de condensator nodig en de toepassing van Coltan hierin. Beide disciplines kunnen niet los van elkaar antwoordt geven op de vraag, vandaar dat dit artikel een interdisciplinaire aanpak vereist.

In het eerste hoofdstuk zullen de belangrijkste begrippen aanbod komen, het gaat hier om het begrip mondialisering en Coltan. In hoofdstuk 2 zal de politieke geschiedenis van Democratische Republiek Congo behandeld worden. Waarbij gelet wordt op de plaats van DRC in het wereldsysteem van Wallerstein. De werking van een condensator zal uitgelegd worden in hoofdstuk 3. Dit zal toegespitst worden op de Coltan-condensator. Dit wordt gevolgd door een hoofdstuk waarin een mogelijk alternatief voor een Coltan-condensator besproken wordt. In het laatste hoofdstuk zal gekeken worden naar de gevolgen voor DRC wanneer er een alternatief gevonden wordt. Het artikel zal eindigen met een conclusie.

Mondialisering, een proces met een enorme uitwerking

Box 1: Mondialisering

g is van "globalisation". In het Nederlands wordt niet gesproken over het globale, om aan te geven dat het wereldwijd is. Er wordt gesproken over mondiaal wanneer het de gehele aardbol omvat. (College Mammadouh

In de inleiding wordt een concreet voorbeeld gegeven van mondialisering (zie Box 1: Mondialisering). China zorgt voor de verwerking van schaarse grondstoffen die gewonnen worden in bijvoorbeeld DRC waarna deze vervolgens geconsumeerd worden in Europese landen (NRC, 16 jan 2010). Murray beschrijft het op de volgende manier: "We live, if the hyperbol is to be believed, in a ' global village' and the term that is most commonly used to refer to this apparent schrinking is 'globalization' (Murray, 2006, p3). De wereld is door zowel politieke als economische processen met elkaar verbonden. De geografie beschrijft deze processen. Er bestaan verschillende definities van mondialisering. In het boek van Murray wordt een beeld van mondialisering geschetst, namelijk: "A common image of globalization is one of a process that unfolds like a blanket across the globe, homogenizing the world's economies, societies and cultures as it falls" (Murray, 2006, p. 3). Hij vervolgt in zijn boek dat het verklaren van het mondialiseringproces lastig en divers is, verschillende factoren spelen een rol. Hij legt uit: "Globalisation processes are facilitated by technological change but are driven by much more fundamental forces" (Murray, 2006, p. 8). Met deze fundamentele krachten worden processen uit zowel de economie als de politiek bedoeld. Deze processen vinden plaats op verschillende schaalniveaus. De geografie zorgt voor een theoretische basis van het concept mondialisering. Zo houdt de discipline zich bezig met de interactie tussen verschillende processen in een bepaalde ruimtelijke context. Deze interactie kan bijvoorbeeld worden bestudeerd op lokaal of mondiaal niveau. Er wordt daarbij ook gelet op de invloed van het lokale op het mondiale. Daarnaast is mondialisering geen concept dat van boven wordt opgelegd, ook komt het niet vanuit onderen, er is een samenwerking tussen de 'hoge' instanties en de

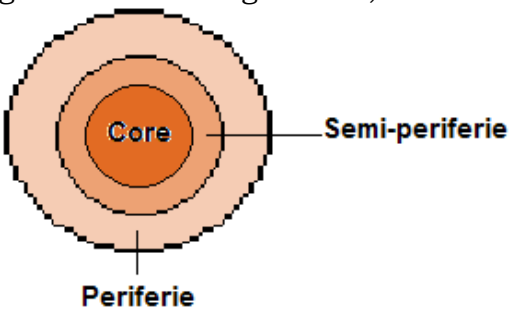
‘gewone’ mens. Het concept mondialisering bevat verschillende processen; zoals economie en politiek, maar ook culturele, milieu en technologische aspecten spelen een rol. Deze processen en aspecten worden in een ruimtelijk context bestudeerd waarbij de acties van mensen centraal staan (Murray, 2006, p. 19-20). Murray legt de nadruk vooral op de processen en de ruimtelijke uitwerking daarvan, terwijl Flint en Taylor (2007) ook de rol van de staat meenemen. Zij geven aan dat de staat door mondialisering wordt uitgedaagd op politieke, economisch en sociale vlakken (Flint & Taylor, 2007).

Wereldsysteem analyse

Het boek van Flint en Taylor bouwt voort op de theorie van Wallerstein, waarin ook duidelijke het concept mondialisering naar voren komt. Wallerstein benadert de wereld als één systeem, waarbij lokale productie wordt beïnvloed door het mondiale systeem. Andere theorieën gaan uit van de wereld als een mozaïek (Murray, 2006), ofwel de wereld bestaat uit 192 verschillende samenlevingen. Wallerstein gaat ervan uit dat samenlevingen handelen volgens een bepaald systeem. De verschillende samenlevingen van landen gaan op in één groot systeem, ook wel het kapitalistische wereld systeem genoemd. Dit is een systeem dat uitgaat van overschot, door meer te produceren dan nodig is er ruimte over om te handelen. De waarde van producten wordt bepaald door efficiëntie. (Flint & Taylor, 2007)

De wereld weergegeven in 3 gebieden

Verder deelt Wallerstein de wereld op in verschillende geografische benamingen, namelijk: Core, semi-periferie en periferie. Daarbij geldt dat de kerngebieden, zoals de VS en Europa gezien worden als uitbuiters. Terwijl de periferie, zoals DRC en Nigiria, juist uitgebuit worden. Onder de semi-periferie vallen landen als China en India die zowel uitgebuit worden en zelf uitbuiten. Daarnaast wordt er ook onderscheid gemaakt tussen verschillende schaalniveaus als lokaal, nationaal en wereldeconomie. Op lokaal niveau ervaren de mensen de wereldeconomie, bijvoorbeeld wanneer door schaarste van een goed het product duurder wordt. Op nationaal niveau wordt er gesproken over een ideologie, de overheid kan bijvoorbeeld door middel van subsidies de realiteit minder hard maken. Op wereld niveau werkt dit niet meer, er is sprake van harde realiteit (Flint & Taylor, 2007).



Mondialisering, 1 definitie

Uit bovenstaande blijkt dat er verschillende manieren zijn om te kijken naar het mondialiseringproces. Murray (2006) legt de basis voor het concept, terwijl Flint en Taylor (2007) zorgen voor meer uitgebreide analyse. Hierbij wordt ook gelet op de rol van de staat. Daarbij laten Flint en Taylor (2007) in hun boek ook zien dat Wallerstein de wereld ziet als één systeem, dat gebruik maakt van verschillende geografische benamingen. In de volgende alinea zal uitgelegd wat het mineraal Coltan is en wat het waardevol maakt. Ook dit mineraal heeft met mondialisering te maken. Technologische ontwikkelingen beïnvloeden ook het mondialiseringproces.

Coltan, een waardevol mineraal

Door recente ontwikkelingen op technologisch gebied is het steeds belangrijker geworden dat condensatoren, een elektronisch component dat wordt toegepast in vrijwel elk elektrisch circuit, klein zijn en een zeer hoge prestatie kunnen leveren (Jewett & Serway, 2008). Bij recente ontwikkelingen moet men denken aan bijvoorbeeld mobiele telefoons vaak met touchescreen. Deze condensatoren kunnen klein zijn en tegelijkertijd een hoge prestatie leveren door de toepassing van Coltan in deze elektronisch componenten. Coltan is omdat het wordt toegepast in condensatoren een waardevol mineraal.

Het bestanddeel dat Coltan als mineraal zo waardevol maakt is Tantalum. Echter bestaat Coltan niet volledig uit het element Tantalum, het komt in veel verschillende samenstellingen voor. Er zijn maar liefst meer dan 70 verschillende samenstellingen bekend, die samen worden gevat onder de gemeenschappelijke naam Coltan (TIC, 2009). Deze naam is een samenvoeging van de naam Tantalum en van de naam Columbite. Columbite, tegenwoordig bekend onder de IUPAC naam Niobium (Cunningham, 2001) is vergelijkbaar met het element Ta. De twee elementen waaruit Coltan bestaat vertonen grote overeenkomst in chemische en fysische eigenschappen doordat ze in dezelfde groep van het periodiek systeem staan (Yoon, Cho & Kim, 2009).

Ondanks de verschillende elementen die Coltan kan bevatten wordt de waarde van Coltan bepaald door de concentratie Ta die het bevat. De drie samenstellingen met de hoogste concentratie Ta zijn Tantalite, Microlite en Wodginite (zie Box 2) (TIC, 2009).

Box 2: Waardevolle samenstellingen van Coltan

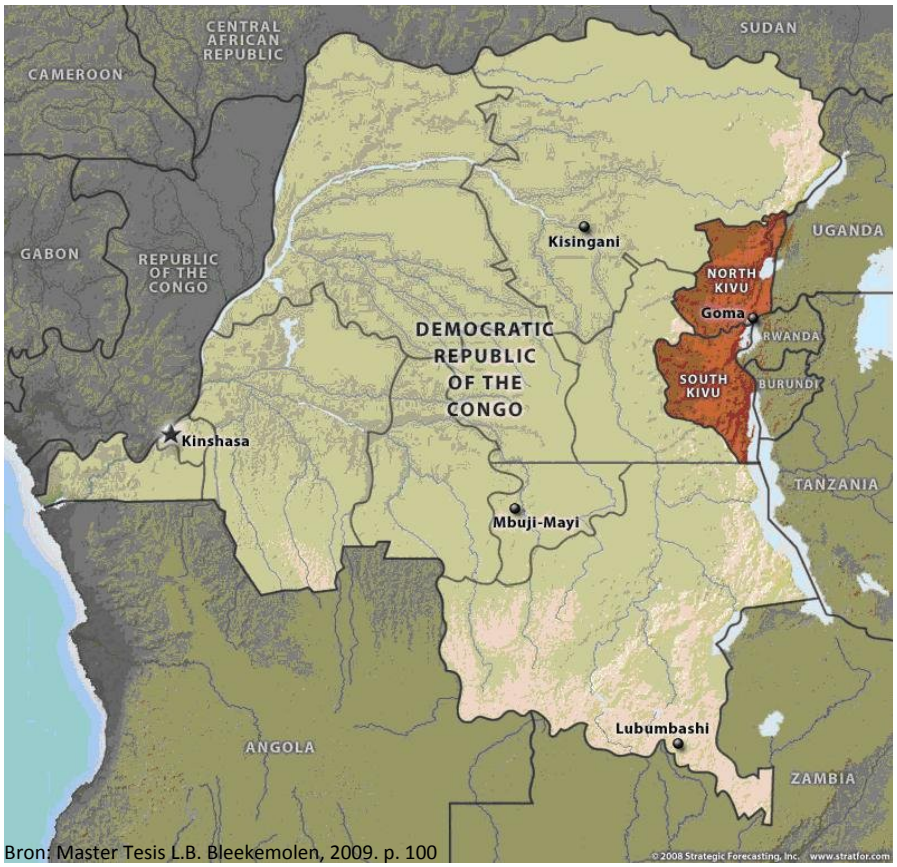
Tantalite	Microlite	Wodginite
$(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$	$(Ca,Na)_2Ta_2O_6(O,OH,F)$	$Mn(Sn,Ta)Ta_2O_8$

Zoals eerder genoemd wordt de waarde van de gevonden samenstelling bepaald door de concentratie Ta, dit komt doordat het mineraal voornamelijk gewonnen wordt vanwege de toepassing die Ta kent in condensatoren (Yoon & Kim, 2007).

Hoofdstuk 2, Politieke geschiedenis van Democratische Republiek Congo

In het vorige hoofdstuk zijn de kernbegrippen van dit artikel uitgelegd. Zowel mondialisering als Coltan hebben een grote invloed op DRC. Om deze invloed goed te kunnen beschrijven is het noodzakelijk om naar DRC te kijken door de jaren heen. Wat zijn de invloeden waaraan DRC zijn blootgesteld? En wat heeft Coltan daarmee te maken? De nadruk ligt vooral op de politieke ontwikkeling van DRC, maar ook de economische aspecten zullen aanbod komen.

Kaart 1, Democratische Republiek Congo, met de Oost regio uitgelicht



Bron: Master Tesis L.B. Bleekemolen, 2009. p. 100

Geschiedenis Democratische Republiek Congo

Tot 1960 behoorde Democratische Republiek Congo onder Belgisch regime, onder het koninkrijk van Leopold II. In 1960 wordt DRC onafhankelijk, Patrice Lumumba wordt premier en Joseph Kasavubu wordt president van het 'nieuwe' land (BBC, Tijdlijn Democratische Republiek Congo). In 1963 valt het parlement, het land werd een broedplaats voor rebellengroepen. Dit veranderde in 1965, door de komst van Joseph Desire Mobutu. Hij komt aan de macht en er breekt een stabiele periode aan in DRC. Deze stabiele periode duurde tot 1997, toen werd de president omver geworpen door de AFDL. De leider van deze groep, Laurent-Desire Kabila werd de nieuwe president. De naam van het land werd nu definitief Democratische Rebubliek Congo, onder het regime van Mobutu was de naam veranderd in Zaïre. Onder de bevolking heerste een negatief gevoel tegenover president Kabila. De mensen waren ontevreden en er kwamen meer conflicten tegen de overheid. Op 16 januari 2001 werd Kabila vermoord, zijn zoon greep de macht. Dit betekende niet het einde van de conflicten, het geweld bleef aan, vooral in het oosten van het land. Zoals op de kaart is aangegeven (Stelpstra, 2009, p. 8-9).

Subsidiëren van de oorlogen

Zoals uit bovenstaande blijkt zijn er veel conflicten geweest in de loop van de jaren. Deze conflicten zijn op verschillende manieren gesubsidieerd. Toen het land onafhankelijk werd, ten tijde van de Koude Oorlog, oefende zowel de Sovjet Unie als de Verenigde Staten invloed uit op verschillende staten in Afrika, zo ook op de DRC. Lumumba neigde naar het communisme, dit ten afschuw van de VS, daarom heeft de VS in rebellengroepen geïnvesteerd die later zorgde voor de val van Lumumba (Woods, 2004). Gibbs (1995) geeft in zijn artikel aan dat Lumumba in de gehele geschiedenis de enige democratisch gekozen leider is geweest van de DRC. Lumumba kreeg echter de kans niet, omdat hij militaire steun toeliet van de Sovjet Unie, de VS en andere westerse landen keerde hem de rug toe. Dit kwam niet alleen door de Koude Oorlog politiek, maar ook door de commerciële waarde van de afvallige provincie in het Oosten van DRC

(Gibbs, 1995). Mobutu wordt door het westen financieel gesteund waardoor hij aan de macht kan komen. Na het einde van de Koude Oorlog distingeerde het westen zich van het regime van Mobutu, Zaïre werd niet langer gezien als een strategische regio. Investeringen werden niet gezien als gewenst onder andere door het mismanagement van de regering (Montague, 2002). In 1996 veroverde AFDL onderleiding van Kabila de macht, deze rebellengroepering werd gesteund door de buurlanden Uganda en Rwanda. Deze nieuwe regering werd in de internationale wereld goed ontvangen. Er werden deals gesloten met de AFDL om aanspraak te kunnen maken op grondstoffen die gewonnen werden in de verschillende mijnen die het land kent. "The close collaboration between corporations and the AFDL meant that the creation of a new government was influenced from the outset by the willingness of the AFDL to secure and sustain beneficial mining agreements" (Montaque, 2002, p. 110-111). Ook hier blijkt dus dat door de invloed van buitenaf druk wordt uitgeoefend op de vorming van de regering. De financiering van derde partijen spelen een rol. In 1998 escaleert de relatie tussen Kabila en de buurlanden. Er ontstaat een oorlog, deze blijkt gefinancierd met de opbrengsten afkomstig van de mijnen in het Oosten van DRC. De buurlanden zetten een rebellengroep op: "These rebel movements were promarily motivated by economic incentives rather than the pursuit of political ideals" (Montague, 2002, p. 112). De strijd om de mijnen gaat door. Zoals Billon verwoordt: "There is growing concern that whereas resources were once a means of funding and waging armed conflict for states to a political end, armed conflict is increasingly becoming the means to individual commercial ends: gaining access to valuable resources" (Billon, 2001, p. 562). De financiering van de conflicten is in de loop van de jaren dus sterk veranderd. Waar eerst de conflicten gefinancierd worden door de kostbare grondstoffen, gaan de conflicten nu om de grondstoffen zelf (Billon, 2001). De rebellen groepen vanuit Uganda en Rwanda hebben zodra zij toegang hebben gewonnen over de mijnen de waardevolle grondstoffen aangeboden op de internationale markt. Internationale partijen zijn op deze manier ook in het conflict betrokken. De handel van waardevolle stoffen gewonnen in de mijnen van Oost Congo is verboden, het is in tegenspraak met de VN resolutie van 1803. In de resolutie staat dat een staat het recht heeft haar eigen grondstoffen te beheren. Echter

doordat het Oosten van DRC moeilijk bereikbaar is over land (Tegera & Johnson, 2007), zullen veel grondstoffen illegaal de markt op komen via de buurlanden. Zoals Dijkink (2009) in zijn boek beschrijft is het voor een land van groot belang dat er een goede infrastructuur is, daardoor zal het land meer een eenheid worden en uitstralen. Deze eenheid ontbreekt in DRC, zoals Montague zegt: "The policial and economic infrastructure of the DRC rests on shaky foundations" (Montague, 2002, p. 108). De rebellen groepen profiteren van deze zwakke overheid en zullen daar gebruik van maken voor eigen gewin. Billon (2001) geeft in zijn artikel een verband tussen grondstoffen en conflicten. Hij vermeldt echter ook dat een conflict niet alleen kan worden verklaard door naar grondstoffen te kijken. Andere factoren, zoals politiek en etniciteit spelen ook een rol. Het is wel zo dat lokale grondstoffen de strategie en agenda van de plaatselijke rebellen groepen bepalen. In zijn artikel wordt door middel van een tabel schematisch weergegeven hoe de relatie bestaat tussen de geografie van een grondstof en het type conflict. Wanneer dit op DRC wordt toegepast blijkt dat het betreffende gebied veraf ligt van het bestuurlijke centrum. Daarnaast is het conflict verspreid over een gehele regio. Dit leidt volgens Billon (2001) tot de volgende typologie, namelijk "Warlordism". Bij deze typologie gaat het niet om de afscheiding in politieke zin, maar meer om gebieden waar de soevereiniteit onderdruk staat. Bijvoorbeeld wanneer waardevolle spullen uit een bepaald gebied gehaald worden voor commerciële verkoop. De leiders van rebellen groepen die handelen in de commerciële grondstoffen verdragen geen hogere macht, zij zullen gebruik maken van de zwakke overheden in een land voor eigen gewin. Deze handel van grondstoffen wordt door de internationale commerciële netwerken mogelijk gemaakt (Billon, 2001).

Wallerstein, de wereld als één systeem

Zoals uit bovenstaande blijkt zijn er bij de conflicten in DRC over de jaren heen veel partijen betrokken geweest, dit zijn niet alleen de nationale partijen ook internationale partijen spelen een rol. Wallerstein deelt de wereld op in verschillende geografische benamingen. DRC gedraagt zich als een periferie, het land wordt uitgebuit door de Core gebieden (Flint & Taylor, 2007). Dit fenomeen

is vooral de laatste jaren goed waarneembaar. Waar eerst de angst bestond voor een communistische staat, is de interesse in de loop van jaren voornamelijk uitgegaan naar de waardevolle grondstoffen. Het mondialiseringproces is hier goed waarneembaar. Er wordt overal handel gedreven, dus ook in DRC, wat ook blijkt uit het onderzoek is dat de economie voorloopt op de politiek. De VN heeft zich meerdere malen uitgesproken over de kwestie: "The language of the Security Council is clear in its intent to condemn the illegal and violent activity of the eastern DRC but does little to address western investment as a motivating factor for the continued violence in the region" (Montague, 2002, p. 113). Er blijkt echter dat er nog steeds handel gedreven wordt met Coltan vanuit DRC. De vraag naar Coltan op de wereldmarkt houdt aan. Verschillende bedrijven handelen in Coltan, Bleekemolen (2009) heeft op basis van verschillende artikelen een tabel op samengesteld. De volgende bedrijven komen naar voren: Compaq, Dell, Ericsson, HP, IBM, Moterola, Siemens en Nokia (Bleekemolen, 2009, p. 61). Deze bedrijven hebben door verschillende verbindingen (zowel economisch als politiek) een wereldwijd bereik.

Hoofdstuk 3, Coltan-condensator (zie Box 3)

Om te begrijpen waarom de conflicten waarmee DRC te kampen heeft mede ontstaan, is een begrip nodig van wat een condensator is en hoe deze werkt nodig. Als er een duidelijk begrip van de condensator is, wordt duidelijk waarom Coltan zo waardevol is en het dus de mede oorzaak is van de vele conflicten die zich in DRC afspelen. In dit hoofdstuk zal worden uitgelegd wat een condensator is en hoe deze werkt.

Een condensator is een elektronisch component dat beschreven kan worden als een soort batterij. Echter verschilt een condensator van een batterij in het opzicht dat het elektrische lading kan opslaan, dit wordt aangeduid met de capaciteit. Tevens kan een condensator in een keer zijn lading "dumpen" (Jewett & Serway, 2008). Een condensator is in staat om zich in een keer van zijn lading te ontdoen en lading gedurende een langere periode op te slaan door de manier waarop het component is opgebouwd. Voor verdere uitleg van een condensator wordt verwezen naar Box 4.

Box 3: Naam Coltan-condensator

Ondanks dat het mineraal Coltan ook het element Niobium (Nb) bevat, is ervoor gekozen om alléén een condensator die Ta bevat een Coltan-condensator te noemen. Deze naam is zo gekozen omdat condensatoren die Nb bevatten, Nb bevatten die voornamelijk afkomstig is uit de winning van Pyrochlore. Nb bevattende condensatoren bestaan dus niet uit Nb afkomstig uit de winning van Coltan.

Coltan kan, zoals een aantal keer vermeld is, worden toegepast in een condensator. Dit is echter niet helemaal juist. Het is niet het mineraal Coltan dat wordt toegepast in een condensator maar het waarde bepalende element Ta.

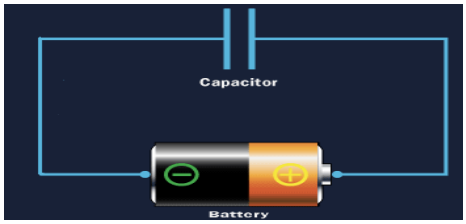
Het element Tantalum kan in verschillende types condensatoren worden toegepast. Het bekendste type condensator dat Tantalum bevat is de elektrolytische condensator (Yoon, et. al., 2007). Sinds het steeds belangrijker worden van de miniaturisering als gevolg van diverse technologische ontwikkelingen moeten ook condensatoren steeds kleiner geproduceerd worden, waarbij de prestatie van de condensator niet afhankelijk mag zijn van de grootte van de condensator. De elektrolytische condensator bestond voorheen

voornamelijk uit aluminium, dit element kon echter niet aan de eisen voldoen die de technologische ontwikkelingen met zich mee brachten (Yoon, et. al., 2007). De Tantalum bevattende elektrolytische condensator, ofwel de Coltan-condensator, bood bij deze uitdaging een oplossing. Dit type condensator kan namelijk heel klein geproduceerd worden waarbij er geen verlies is in prestatie vermogen. Doordat de Coltan-condensator klein geproduceerd kan worden zonder dat het prestatie vermogen hieronder leidt is het een zeer geschikt type condensator voor de toepassing in high-performance elektronica (HCSS, 2010).

Box 4: de werking van een condensator (Jewett & Serway, 2008)

Een condensator bestaat onder andere uit twee geleidende conductoren. Deze conductoren krijgen na aansluiting op een batterij een tegengesteld teken, er ontstaat een potentiaal verschil ΔV . De batterij zorgt ervoor dat de ongeladen condensator na aansluiting op de batterij een elektrisch veld "voelt". Dit elektrisch veld wordt waargenomen door de conductor aangesloten op de negatieve terminal. Door het elektrisch veld $\vec{E}$ wordt een kracht uitgeoefend op de elektronen aanwezig in de batterij. Deze kracht zorgt ervoor dat de elektronen richting de aangesloten conductor worden gestuwd. Dit proces van voortstuwing van elektronen blijft plaatsvinden totdat de conductor dezelfde lading Q draagt als de batterij.

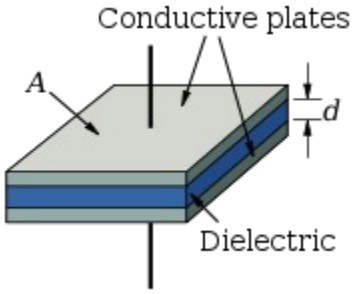
Op de andere conductor vindt een vergelijkbaar proces plaats, als gevolg van het potentiaal verschil dat ontstaat tussen beide conductoren. Hierdoor krijgt deze conductor een positieve lading Q, die gelijk is maar tegengesteld aan de lading van de negatief geladen conductor. De lading die een condensator kan bevatten in de vorm van elektrisch potentiële energie is proportioneel aan het potentiaal verschil tussen de conductoren $Q = C\Delta V$ ofwel $C = \frac{Q}{\Delta V}$.



http://electronics.howstuffworks.com/capacitor1.htm

Hieruit volgt de term C, capaciteit. De capaciteit wordt gedefinieerd als de ratio van de grootte van de lading op een van de conductoren, tot de grootte van het potentiaal verschil tussen beide conductoren.

Vanuit de capaciteit kan de ladingsdichtheid σ op de condensator berekend worden met de volgende formule: $\sigma = \frac{Q}{A}$. Deze formule gecombineerd met een formule waarmee het elektrisch veld tussen de twee conductoren berekend kan worden, $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ en de volgende formule voor het potentiaal verschil ΔV = Ed, leidt tot de volgende reeks: $C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{A\sigma}{\Delta V} = \frac{AE\varepsilon_0}{\Delta V} = \frac{AE\varepsilon_0}{Ed} = \frac{A\varepsilon_0}{d}$ waarbij ε_0 een constante is, de permittivity of free space



De capaciteit is dus:

- Proportioneel aan de grootte (A) van de conductoren
- Inverse proportioneel aan de afstand tussen de conductoren (d).

Het bovenstaande geld voor condensatoren zonder dielektricum, er bevindt zich geen materiaal tussen de conductoren. Als er een niet-geleidend materiaal tussen de conductoren zit wordt dit het dielektricum genoemd. Voor een condensator met een dielektricum geldt het volgende:
Door het aanwezig zijn van een dielektricum veranderd het potentiaal verschil dat heerst tussen beide conductoren op de volgende manier: $\Delta V = \frac{\Delta V_0}{\kappa}$ (hier is ΔV_0 het voltage van de condensator zonder dielektricum).

Doordat een dielektricum aanwezig is veranderd het potentiaal verschil tussen de conductoren met een factor κ , een dimensieloze eenheid die het dielektricum constante wordt genoemd. κ is een materiaal eigenschap.
Niet alleen het potentiaal verschil veranderd door de aanwezigheid van een dielektricum maar ook de capaciteit:

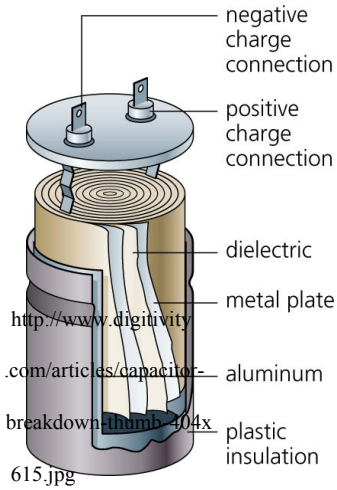
$C = \frac{Q_0}{\Delta V} = \frac{Q_0}{\frac{\Delta V_0}{\kappa}} = \kappa \cdot \frac{Q_0}{\Delta V_0}$ ofwel $C = \kappa C_0$.

Dit betekent dat de capaciteit vermenigvuldigd wordt met een factor κ mits de ruimte tussen de conductoren volledig gevuld is met de dielektricum. Hoe hoger de factor κ is, hoe hoger de capaciteit wordt. De dielektricum heeft een bepaalde sterkte. Als de hoogte van het elektrisch veld, dus het verschil in potentiaal deze sterkte van het dielektricum passeert, gaat de dielektricum geleiden en verliest de condensator zijn werking.

Het voordeel van het hebben van een dielektricum in een condensator is dus;

- Een verhoging van de capaciteit
- Er is een ondersteuning tussen de conductoren, hierdoor is het mogelijk om de afstand tussen de conductoren te verlagen. Zonder deze ondersteuning zouden de conductoren tegen elkaar aan zitten door de aantrekking tussen de tegengestelde ladingen. Het verkleinen van de afstand tussen de conductoren resulteert in het verhogen van de capaciteit.

Elektrolytische condensator



Er bestaan verschillende soorten condensatoren, met elk verschillende voor- en nadelen. Vrijwel alle Tantalum bevattende condensatoren zijn elektrolytische condensatoren. Een elektrolytische condensator is een condensator die bestaat uit tevens twee conductoren. Een conductor wordt gevormd door een metaal, dit is de anode. De andere conductor bestaat uit een vloeibare elektrolyt en een door metaal gevormde kathode. Het elektrolyt is een oplossing bestaande uit ionen, het bestaat uit geladen deeltjes waardoor de elektrolyt geleidend is. De conductoren worden slechts gescheiden van elkaar door een zeer dunne oxidelaag op de anode van de condensator, deze oxidelaag is de dielektricum van dit type condensator. De vorming van de oxidelaag op de anode staat beschreven in Box 5 (Yoon & Kim, 2007).

Het voordeel van de elektrolytische condensator is dat het een zeer hoge capaciteit kan bereiken bij een laag voltage doordat de scheiding tussen de conductoren zeer klein is (zie formule van capaciteit in Box 4).

Een nadeel van de elektrolytische condensatoren is dat het metaaloxide slechts in een richting gevormd kan worden, deze condensatoren bezitten een dipool moment. Dit dipool moment zorgt ervoor dat de condensatoren slechts in een richting gebruikt kunnen worden. Verkeerd om aansluiten van de condensator resulteert in een verlies van de werking van de condensator (Jewett & Serway, 2008). Als een elektrolytische condensator verkeerd om wordt aangesloten op het elektrische circuit dan wordt de oxidelaag, de dielektricum, afgebroken en verliest de condensator zijn vermogen om lading op te slaan (zie Box 5).

Coltan-condensator

De eerste elektrolytische condensatoren die commercieel werden toegepast in elektronica bestonden vooral uit het metaal Aluminium. Echter met de ontwikkeling van de Coltan-condensator werden de prestaties van de condensatoren aanzienlijk verhoogd. In eerste instantie komt dit doordat Tantalum-oxide een hoge dielektricum constante heeft waardoor de capaciteit van de condensator verhoogd wordt (zie formule Box 4). Maar nog veel belangrijker, komt dit doordat het mogelijk is om Tantalum als metaal poeder tot 99,9 % zuiver te verkrijgen is waarbij de deeltjes grootte van het metaal poeder zeer klein is (zie Box 5) (TIC, 2009).

Door de zuiverheid van het Tantalum metaal poeder is de hoeveelheid lading die in een condensator weg kan "lekken" zeer laag, de condensator bezit een lage leakage current. De leakage current van een condensator wordt bepaald door het isolerend vermogen van de dielektricum. Door onzuiverheden in het metaal poeder ontstaan er tevens onzuiverheden in de oxidelaag die de dielektricum vormt (Kötz & Carlen, 2000). Deze werkt daardoor niet meer volledig isolerend, dit resulteert in het weglekken van lading. Door een lage leakage current wordt het prestatie vermogen van de condensator verhoogd. Tevens wordt het prestatie vermogen verhoogd door een groot intern oppervlakte van de conductoren (Kötz & Carlen, 2000). Dit groot intern oppervlakte wordt bereikt door een kleine deeltjes grootte van het metaal poeder.

Doordat het mogelijk was om zuiver Tantalum te verkrijgen met een zeer kleine deeltjes grootte werd de capaciteit van de condensator verhoogd en tevens de leakage current verlaagd. Het prestatie vermogen van de condensator werd verhoogd. Door het hoge prestatie vermogen van de Coltan-condensator is Ta een waardevol element geworden. Het komt door de waarde van Tantalum, en dus Coltan dat veel partijen het mineraal in handen willen krijgen.

Box 5; Vorming van de oxidelaag op de tantalum anode

Voordat het mogelijk is om Tantalum toe te passen in de elektrolytische condensator moet het na winning bewerkt worden. Dit gebeurd meestal vlak bij de mijn waaruit Coltan gewonnen wordt.

Het gewonnen mineraal wordt als eerst geconcentreerd waardoor concentratie Tantalum en Niobium verhoogd wordt. Vervolgens wordt het mineraal behandeld met twee zuren namelijk: waterstoffluoride en zwavelig zuur op een zeer hoge temperatuur. Hierdoor vormt Tantalum, net als Niobium, een Fluoride complex waardoor het makkelijk gescheiden kan worden van onzuiverheden. Het Fluoride complex van Tantalum is oplosbaar waardoor filtratie de vervuilingen af kan scheiden.

$$Ta_2O_5 + 14\ HF \rightarrow 2\ H_2[TaF_7] + 5\ H_2O$$

Vervolgens vindt er extractie plaats. Hierbij worden twee oplossing gebruikt die door verschil in dichtheid een twee lagen systeem kan vormen. Tantalum lost op in de water laag,, vervuilingen lossen op de tweede laag.

Hierna is een redelijk zuivere vorm van Tantalum verkregen. Deze vorm kan worden omgezet in twee verschillende Tantalum bevattende stoffen:

Kaliumtantalumfluoride	Tantalumoxide
K_2TaF_7	Ta_2O_5

Hierna kan door middel van een reductie reactie zuiver Tantalum verkregen worden, de zuiverheid kan oplopen tot 99,9%. Tijdens de reductie reactie wordt de oxidatie toestand van Tantalum verlaagd waardoor het als los element voor kan komen (TIC, 2010).

De oxide laag op de Tantalum anode wordt vervolgens gevormd door het toepassen van een voltage op de conductor terwijl het in een zure oplossing gedoopt is. Door het toegepaste voltage verliest het metaal elektronen ($Ta \rightarrow Ta^{5+} + 5e^-$), waarna de volgende reactie plaats vind:

$$2\ Ta^{5+} + 10\ OH^- \rightarrow Ta_2O_5 + 5\ H_2O$$

Als de condensator echter met de kathode op de negatieve terminal van de batterij wordt aangesloten, is de condensator verkeerd om aangesloten. Verkeerd om aansluiten van de battrij resulteerd in een afbraak van de gevormde oxide laag. Het geladen tantalum deeltje kan elektronen opnemen waardoor het een neutraal deeltje kan vormen dat stabiel is.

Volgens onze theorie zou een condensator die geen Tantalum bevat een mooi alternatief zijn voor de Coltan-condensator. Als Tantalum niet meer verwerkt wordt in condensatoren dan zouden mogelijk de conflicten in Democratische Republiek Congo opgelost kunnen worden. Om een mogelijk alternatief te vinden moet dus gezocht worden naar een stof die Tantalum zou kunnen vervangen in de elektrolytische condensator. Het type condensator hoeft niet verandert te worden aangezien het type condensator zorgt voor goede prestaties.

Een vervanger van tantalum moet echter aan een aantal eisen voldoen. Het moet een metaal zijn dat een oxide kan vormen, zodat de anode met dielektricum gevormd kan worden. Tevens moet het oxide een dielektricum constante bezitten die in de orde van grootte is al de dielektricum van Tantalum oxide. Als de dielektricum in de zelfde orde van grootte is dan is het mogelijk om dezelfde capaciteit te bereiken, mits de stof ook zuiver verkregen kan worden en een kleine deeltjes grootte heeft. De kleine deeltjes grootte en de hoge zuiverheid zorgen namelijk voor een hoge capaciteit en een lage leakage current, beide zijn belangrijk voor de prestatie van de condensator.

Een mogelijk alternatief van Tantalum is het vergelijkbare element Niobium (Tither, 2001). Dit element lijkt chemisch en fysisch gezien veel op het element Tantalum omdat het in dezelfde groep van het periodiek systeem staat. Het zou dus een mooi alternatief kunnen zijn voor de toepassing van Tantalum in een condensator, mits het aan de boven genoemde eigenschappen kan voldoen. Niobium kan ook in hoge zuiverheid verkregen worden, deze zuiverheid kan de grens van 99,99% zuiver overschrijden (TIC, 2010). Het is dus mogelijk om Niobium in een hogere zuiverheid te verkrijgen dan Tantalum. Door de hoge zuiverheid kan de leakage current vrijwel tot nul gereduceerd worden. De deeltjes grootte moet ook klein zijn zodat het interne oppervlakte van de conductor hoog is. Het voordeel dat de toepassing van Niobium in de condensator kent, is dat de deeltjes grootte van Niobium kleiner is dan de deeltjes grootte van Tantalum. Niobium deeltjes zijn kleiner dan Tantalum

deeltjes doordat Niobium een periode hoger staat in het periodiek systeem. Een ander bijkomstig voordeel van Niobium is dat het doordat het een periode hoger staat dan het element Tantalum ook een lager atomisch gewicht heeft (Tither, 2001). Maar het grootste voordeel van het toepassen van Niobium oxide in de elektrolytische condensator is dat de dielektrische constante van Niobium oxide vele malen hoger is dan die van Tantalum oxide. De dielektrische constante van Niobium oxide is maar liefst 41, terwijl de dielektrische constante van Tantalum oxide slechts 27 is (Zednicak, T., Zednicak, S & Sita, Z.). De capaciteit van de condensator kan aanzienlijk verhoogd worden door de toepassing van Niobium. Niobium kan een goede vervanger zijn voor Tantalum in de toepassing van een condensator.

Ondanks dat Niobium als element ook voor komt in Coltan wordt vrijwel geen Niobium uit Coltan winning toegepast in condensatoren. Niobium komt slechts in lage concentraties voor in het mineraal Coltan, waarbij ook nog een deel verloren gaat tijdens het bewerkingsproces van het mineraal. Ongeveer 95% van het gewonnen Niobium is afkomstig uit het mineraal Pyrochlore (TIC, 2009). De winning van Pyrochlore, waaruit Niobium verkregen wordt, staat helemaal los van de winning van Coltan.

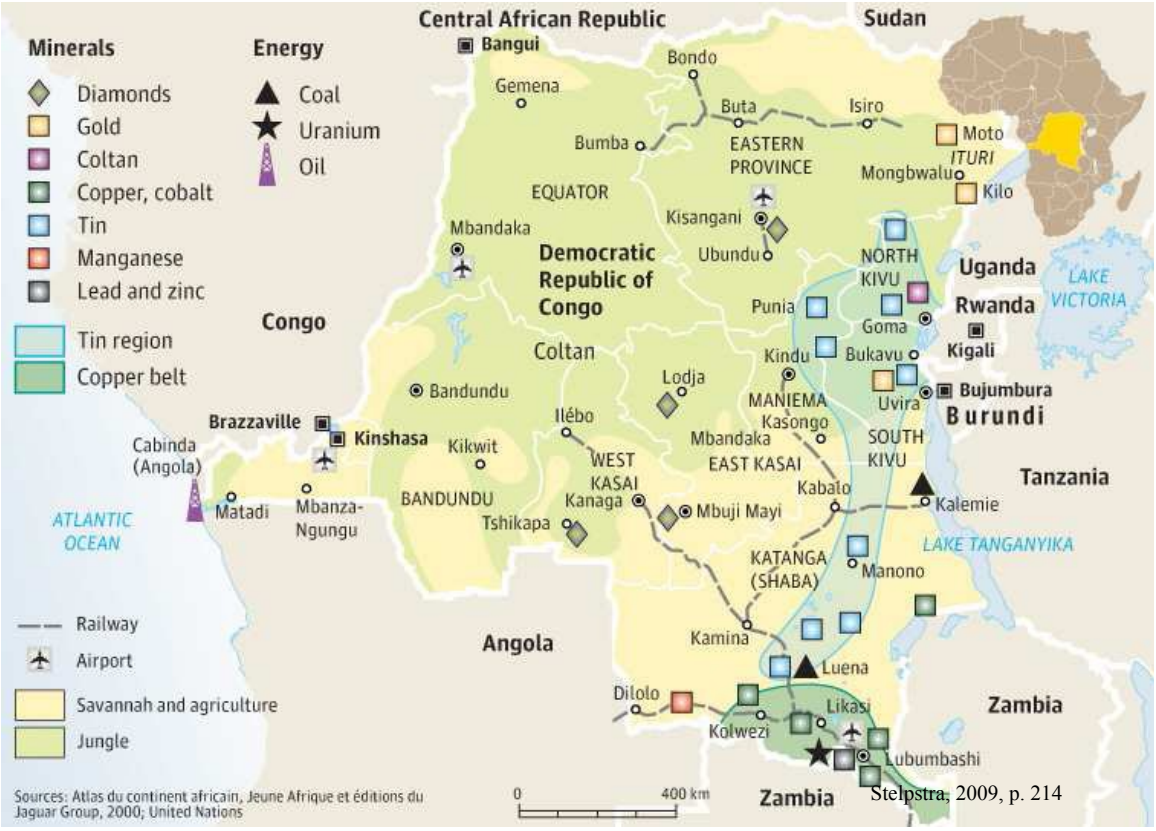
Niobium blijkt zeker een geschikt alternatief voor Tantalum in de toepassing van elektrolytische condensatoren. Niobium beschikt als element en als oxide over de juiste eigenschappen die ervoor zorgen dat een hoge capaciteit en een lage leakage current bereikt kan worden. Niobium beschikt als element en als oxide dus over de juiste eigenschappen die de prestatie van een elektrolytische condensator verhogen.

In het hoofdstuk twee wordt uitgelegd waardoor de conflicten die zich in DRC afspelen ontstaan. Er zijn in de loop van jaren verschillende conflicten geweest, vooral in de Oostelijke regio's. Billon (2001) legt het verband met de grondstoffen. Naast dit verband wordt er in het hoofdstuk ook uitgelegd dat er sprake is van een mondialiseringproces. De vraag op de wereldmarkt naar Coltan zorgt er voor dat de rebellen groepen een afzetmarkt hebben voor Coltan uit DRC. In dit hoofdstuk wordt er gekeken wat er met DRC, met name in de Oost regio, gebeurt wanneer de Coltan-condensator vervangen wordt door een Niobium-Condensator.

Verandering in DRC door komst Niobium op de afzetmarkt voor Condensatoren

Het artikel van Woods (2004) laat zien dat er bij het handelen in Coltan handelsstromen over de hele wereld betrokken zijn. Hij benadrukt dat het van belang is om de Coltan casus internationaal te onderzoeken (Woods, 2004). Zoals uit hoofdstuk 1 blijkt zijn gebieden op de wereld via verschillende stromingen met elkaar verbonden, een van deze stromingen is de handel in Coltan. Een mondiale aanpak zal de enige manier zijn om effectief de situatie in DRC te kunnen verbeteren. Wanneer bedrijven zullen gaan werken met het alternatief Niobium-condensator afkomstig uit Pyrochlore, zal de afzetmarkt van Coltan wegvallen. DRC bezit alleen Niobium dat voorkomt in het mineraal Coltan. Coltan bevat echter een lage concentratie Niobium, waarvan een deel verloren gaat tijdens het bewerkingsproces van Coltan. Hierdoor is slechts een klein deel, van de 5% Niobium afkomstig uit Coltan, daadwerkelijk afkomstig uit DRC. De Niobium-condensator is een goed alternatief voor de Coltan-condensator, de afzetmarkt van Coltan uit DRC verdwijnt. Zoals onderstaande kaart laat zien worden er in DRC nog meer waardevolle mineralen gewonnen. Vooral de Oost regio bevat veel mineralen, zoals tin en koper (Stelpstra, 2009, p. 124).

Kaart 2 Mineralen gevonden in DRC



Stelpstra, 2009, p. 214

Zoals Billon (2001) duidelijk maakt in zijn artikel is er wel een link met grondstoffen en conflicten. Dit zou betekenen dat wanneer grondstoffen niet meer waardevol geëxporteerd kunnen worden, de conflicten minder zouden worden. Dit blijkt niet het geval, ook nog andere factoren spelen een rol in het verklaren van de conflicten in oost DRC. Dus er geldt zelfs wanneer de afzetmarkt voor Coltan verdwijnt, zou dit niet direct leiden tot een betere situatie in Oost Congo. Waarschijnlijk zullen de rebellenleiders kiezen voor een andere grondstof die ook gemakkelijk te winnen is, bijvoorbeeld Tin of Koper. Daarnaast zijn het niet alleen de grondstoffen die een rol spelen in het conflict, ook de politiek speelt een rol (Stelpstra, 2009).

Conclusie

Wat is de invloed van een alternatief voor een “coltan-condensator”, op het technologische mondialiseringproces betrekkende DR Congo? Zo luidde de onderzoeksvraag waarmee dit artikel gestart werd. Door de hoofdstukken heen is vanuit de disciplines sociale geografie en scheikunde getracht een antwoord te geven op deze vraag. Het blijkt dat er een goed alternatief bestaat voor de Coltan-condensator. Tantalum kan namelijk vervangen worden door het element Niobium, hierdoor wordt het prestatie vermogen van de elektrolytische condensator verhoogd. Niobium kan de capaciteit van de elektrolytische condensator verhogen door de hoge dielektrische constante die het oxide heeft. Daarnaast wordt de capaciteit verhoogd door de zuiverheid van Niobium metaal poeder en de deeltjes grootte. Echter zal de Niobium-condensator geen invloed hebben op het technologische mondialiseringproces. DRC is mede door dit technologische mondialiseringproces in hevige conflicten verwikkeld geraakt. Deze technologische mondialisering werd mede mogelijk gemaakt doordat DRC het waardevolle mineraal Coltan bezit. Echter is het bezit van Coltan niet als enige oorzaak van conflicten aan te wijzen. DRC bezit namelijk meerdere waardevolle grondstoffen. Conflicten zullen door het wegvallen van de Coltan-afzetmarkt door de komst van een alternatief niet verdwijnen, ze zullen zich verplaatsen.

Mede door het uitblijven van media aandacht over de conflicten in DRC ontbreekt er bij veel mensen kennis van dit grote probleem. Bedrijven kunnen ongestoord Coltan-condensatoren blijven gebruiken, als consumenten niet in opstand komen. Dit veroorzaakt een kettingreactie. Door het uitblijven van het bewust zijn bij de consumenten kunnen bedrijven blijven handelen in Coltan-condensator, hierdoor zal handel in Coltan lucratief zijn en zullen de conflicten in DRC blijven bestaan. Deze reactie kan gestopt worden bij de consumenten. Er zal bewustwording gecreëerd moeten worden.

Dit artikel sluit daarom met de suggestie om een faire trade label in te stellen voor producten die geen Coltan-condensator bevatten. Er wordt niet beweerd dat het conflict in DRC opgelost kan worden, maar het is wel een stap in de

goede richting. Consumenten worden op deze manier bekend met de plichten die een mondiaal systeem met zich meebrengt. Naast de gemakken, zoals mobiel bellen, is het belangrijk om consumenten te wijzen op de gevolgen voor de perifere delen van de wereld. Consumenten moeten zich bewust worden van de harde realiteit die heerst op wereldniveau.

Literatuurlijst

- Bleekemolen, L.B. (2009) What on Earth, the contribution of coltan companies in Eastern D. R. Congo's conflict, Master Thesis

- Depuydt, P. (2010) Chinezen beheersen de zeldzame aardmetalen, NRC Handelsblad, p. 13 Retrieved from: http://www.nrc.nl/nieuwsthema/oostcongo/article2053150.ece/Coltan_en_kobalt_voeden_geweld_in_Oost-Congo

- Dijkink, G.J. (2009) Territorial Schock: closure, control and identity in world affairs.
- Flint, C. & Taylor, P.J. (2007) Political Geography, World-economy, nation-state and locality. Harlow: Prentice Hall (Pearon)

- Gibbs, D.N. (1995) Sercrecy and International Relations. *Journal of Peace Research, 32 (2),* 213-228
- Jewett, J. W. & Serway, R. A. Physics for scientist and engineers. Thomson brooks/cole, 2008.

- Kötz, R. & Carlen, M. (2000). Principles and applications of electrochemical capacitors. Electrochimica, 45, 2483-2498.

- Le Billon, P. (2001) The policital ecology of war: natural resources and armed conflicts. *Political Geography (20),* 561-584.

- Montague, D. (2002) Stolen Goods: Coltan and Conflict in the Democratic Republic of Congo. *SAIA review,* XXII no 1, p. 103-118)

- Murray, W.E. (2006). Geographies of Globalisation. Routlegde, Oxon.
- Stelpstra, T. (2009) Natural Resource Characteristics and The Modes, Duration and Intensity of Violent Colfict in The Democratic Republik of Congo, Master Thesis

- Tantalum- Raw materials and processing, Coltan, Niobium- Raw materials and processing: http://tanb.org/

- Yoon, j. S., Cho, S. W. & Kim Y. S. (2009). The production of niobium powder and electric properties of niobium capacitors. Metals and materials international, 15(3), *405-408*

- Yoon, J. S. & Kim, B. I. (2007) Characteristics and production of tantalum powders for solid-electrolyte capacitors. Journal of power sources, 164, *959-963*

- Tegera, A. & Johnson, D. (2007) Rules for sale: Formal and informal cross-border trade in Eastern DRC, Pole Institute (http://www.pole-institute.org/documents/regard19_anglais.pdf)

- Tither, G. (2001). Progress in niobium markets and technology 1981-2001

- Yoon, J. S. & Kim, B. I. (2007). Characteristics and production of tantalum powders for solid-electrolyte capacitors. Journal of power sources, 164, 959-963.

- Woods, K. (2004) Congo Coltan: Cellular Communication Connection to Conflict. *Work & Culture (4),* 1-26 (Http://www.yale.edu/laborculture/work_culture.html)

- Zednicek, T., Zednicek, S. & Sita, Z. Niobium oxide technology roadmap. Technical information.

Internet bronnen:

- BBC, T imeline Democratic Republic Congo, Geraadpleegd op 22 jan 2010 http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/country_profiles/1072684.stm

- The Haque Centre Stategic Studies (2010) Scarcity of Minerals, A strategic security issue! Geraadpleegd op 17 januari 2010 http://www.georisq.nl/HCSS_Scarcity%20of%20Minerals.pdf

- UN press conference 13 February 2009, Geraadpleegd op 22 janurari 2010 http://www.un.org/News/briefings/docs/2009/090213_DRC.doc.htm