



Universiteit
Leiden
The Netherlands

When materials become critical : lessons from the 2010 rare earth crisis
Sprecher, B.

Citation

Sprecher, B. (2016, June 28). *When materials become critical : lessons from the 2010 rare earth crisis*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/41312>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/41312>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/41312> holds various files of this Leiden University dissertation

Author: Sprecher, Benjamin

Title: When materials become critical : lessons from the 2010 rare earth crisis

Issue Date: 2016-06-28

Summary

This dissertation is the culmination of over four years research on the rare earth element neodymium in the context of the 2010 REE crisis. Neodymium is a generally recognized ‘critical’ material with a relevant application in the form of NdFeB magnets, both for sustainable energy technologies as well as the wider economy. The NdFeB supply chain makes for an interesting industrial ecology case study for two reasons. Firstly, there is more than enough REE bearing ore available across the globe. This implies that any supply constraints emerge as a consequence of dysfunctional supply chain; not because of the element’s resource scarcity. Secondly, the neodymium supply system is relatively small, both in number of actors involved and time between the disruption and stabilization of the system.

This dissertation answers four main research questions:

1. What are the material flows of neodymium for NdFeB magnets, and how much can be made available for recycling?
2. What are the environmental burdens of NdFeB production, and how does recycling alleviate this burden?
3. What type of mechanisms along the NdFeB supply chain provide resilience in response to supply constraints and disruptions?
4. Of all the possible resilience mechanisms, which played the largest role in the aftermath of the 2010 REE crisis?

In essence, this research project found that not much NdFeB is available for recycling because the vast majority ends up in small and difficult to locate applications. Provided you manage to find a significant quantity of NdFeB, the environmental impact of recycling can be an order of magnitude lower than primary production. Primary production of REEs can have an environmental impact in the same order of magnitude as primary production of aluminum, but only if modern production techniques are used. Although there are a number of resilience mechanisms, overall we find that substitution (in its various forms) was the most relevant one.

Besides directly answering the research question, this dissertation also reflects on the broader question of how actors in the NdFeB supply chain can change their behavior to limit their exposure to an unforeseen yet inevitable future crisis.

Samenvatting

Deze dissertatie is de uitkomst van meer dan vier jaar onderzoek naar het zeldzame aardenelement (REE) neodymium, in de context van de 2010 REE crisis. Neodymium wordt in het algemeen gezien als een van de ‘kritieke’ materialen, vooral vanwege het gebruik van dit metaal in permanente NdFeB magneten. Deze magneten worden onder meer gebruikt in duurzame energie technologieën. De NdFeB bevoorradingsketen is om twee redenen interessant als casus voor een industriële ecologie dissertatie. Ten eerste zijn er wereldwijd meer dan genoeg REE ertsen. Dit impliceert dat eventuele problemen met de toevoer niet het gevolg zijn van inherente schaarste, maar van een dysfunctionele bevoorradingsketen. Ten tweede is het systeem rond NdFeB magneten relatief klein, zowel in termen van aantal actoren en de tijdsperiode tussen de verstoring die ten grondslag lag aan de crisis in 2010, en de daaropvolgende stabilisatie van het systeem.

Deze dissertatie poogt een viertal onderzoeksvragen te beantwoorden:

1. Wat zijn de materiaalstromen van het neodymium in NdFeB magneten, en welke fractie daarvan is eventueel beschikbaar voor recycling?
2. Wat is de milieubelasting ten gevolge van NdFeB productie, en in hoeverre kan recycling deze milieubelasting verlagen?
3. Welke mechanismen in de NdFeB bevoorradingsketen zijn verantwoordelijk voor de weerbaarheid (*resilience*) die het neodymiumsysteem vertoonde in reactie op verstoringen en toevoersproblemen rond 2010?
4. Welke van de mogelijke weerbaarheidsmechanismen speelde de grootste rol in de nasleep van de 2010 crisis?

Het meest saillante resultaat van dit onderzoek is dat er nauwelijks NdFeB beschikbaar is voor recycling. De overgrote meerderheid wordt gebruikt in kleine hoeveelheden, hetgeen verzameling – of überhaupt traceren – van neodymium een economisch bijna ondoenbare taak maakt. Als je desalniettemin aan recycling begint dan kan de milieubelasting een ordegrrootte lager zijn dan de milieubelasting die bij primaire productie optreedt.

De primaire productie van zeldzame aardmetalen heeft een milieubelasting van dezelfde ordegrrootte als die van aluminium – maar alleen als moderne productiemethoden worden gebruikt. Hoewel er meerde weerbaarheidsmechanismen zijn geobserveerd, geeft ons onderzoek aan dat substitutie het meest relevante mechanisme was.

Behalve het direct beantwoorden van de onderzoeksvragen reflecteert deze dissertatie ook op de bredere vraag van hoe actoren in de NdFeB bevoorradingsketen hun gedrag kunnen veranderen om hun blootstelling aan een onvoorziene doch niet te voorkomen toekomstige crisis te verminderen.