

De afhankelijkheid van grote zoogdieren van water en watermanagement in sub-Sahara Afrika

Een literatuurstudie en modelstudie

- Nederlandse samenvatting -

**Iacopo Sinibaldi MSc¹, Dr. Karin Schmidt¹, Paul Scholte MSc^{2,3}, Dr. Iris van Duren¹,
Fabio Corsi MSc¹, Dr. Joost Brouwer² en Prof. Dr. Herbert Prins²**

¹ITC - International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, POB 6, 7500AA Enschede, Nederland, coördinerend auteur: Joost Brouwer, joost.brouwer@wur.nl

²Resource Ecology Group, Wageningen University and Research Centre, Bornsesteeg 69, 6708 PD Wageningen, Nederland

³Centre of Environmental Science, p.a. Nieuwe Teertuinen 12c, 1013LV Amsterdam, Nederland

**Geëvalueerd door
Prof. Dr. Harry Chabwela⁴, Paul Mafabi MSc⁵, Dr. Rowan Martin⁶ en Dr. H.
Masundire⁷**

⁴Department of Biological Sciences, The University of Zambia, Lusaka, Zambia

⁵Assistant Commissioner for Wetlands, Dept of Water Resources, Kampala, Oeganda

⁶consultant, Harare, Zimbabwe

⁷Department of Biological Sciences, University of Botswana, Gaborone, Botswana

April 2004

Wetenschappelijk rapport in opdracht van het Wereld Natuur Fonds

SAMENVATTING

Water is essentieel voor het leven op aarde: voor planten, dieren en mensen. Helaas is er een tekort aan water van goede kwaliteit, met name door de toename van het aantal menselijke activiteiten. De vraag naar water zal de komende decennia blijven toenemen in grote delen van de wereld aangezien de menselijke bevolking en het aantal nieuwe ontwikkelingen blijven groeien. Tegelijkertijd zal naar verwachting de beschikbaarheid van water in grote delen van de wereld afnemen door klimatologische veranderingen.

Het Wereld Natuur Fonds maakt zich bezorgd dat zonder goed geïntegreerd en duurzaam watermanagement ook de Afrikaanse zoogdieren de dupe worden van deze ontwikkelingen. Het Wereld Natuur Fonds heeft daarom opdracht gegeven voor een studie naar wetenschappelijke literatuur over de afhankelijkheid van Afrikaanse zoogdieren van water en watermanagement, waarin met name aandacht wordt geschonken aan zeven soorten: de olifant (*Loxodonta africana*), het nijlpaard (*Hippopotamus amphibius*), de buffel (*Syncerus caffer*), de zwarte neushoorn (*Diceros bicornis*), de witte neushoorn (*Ceratotherium simum*), de leeuw (*Panthera leo*) en de luipaard (*Panthera pardus*). Er is gekozen voor deze soorten omdat ze aan een of meerdere van de volgende criteria voldoen:

- ze zijn van cruciaal belang voor de ecosystemen waarin ze voorkomen;
- ze lopen gevaar om uit te sterven;
- ze zijn van grote economische waarde voor de toeristenindustrie;
- ze zijn landdieren waarvoor de negatieve effecten van een inadequaat watermanagement wellicht minder duidelijk is.

Zowel de beschikbaarheid van water als het watermanagement in Afrika ten zuiden van de Sahara zullen naar alle waarschijnlijkheid de komende vijftig jaar veranderen door klimaatverandering. Om ook die effecten in kaart te brengen gaf het Wereld Natuur Fonds aanvullend opdracht om een modelonderzoek uit te voeren naar de mogelijke effecten van klimaatverandering op de verspreiding van de genoemde soorten, en op de verspreiding van vier antilopensoorten die voorkomen in waterrijke natuurgebieden: de sitatunga (*Tragelaphus spekii*), de lechwe (*Kobus leche*), de Nijl lechwe (*Kobus megaceros*) en de puku (*Kobus vardonii*).

De resultaten van zowel de literatuurstudie als het modelonderzoek zijn opgenomen in deze samenvatting.

Methode van onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd door de Resource Ecology Group van de Universiteit van Wageningen en ITC – the International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation in Enschede. Zij werden ondersteund door twee externe consultants. Een vrijwel finale versie van het rapport is ter evaluatie voorgelegd aan drie externe deskundigen, allen experts op het gebied van grote Afrikaanse zoogdieren en

watermanagement. Het onderzoek werd uitgebreid met een bestudering van computermodellen van de waarschijnlijke effecten van klimatologische veranderingen op de verspreiding van een aantal grote zoogdieren.

Literatuurstudie

Voor de literatuurstudie is met behulp van een aantal relevante steekwoorden gezocht in verschillende databases van artikelen die zijn verschenen in wetenschappelijke tijdschriften. De hieruit resulterende selectie van 3101 artikelen is nader bestudeerd. Ook zijn belangrijke handboeken doorgenomen.

Uiteindelijk zijn 155 verwijzingen opgenomen in het onderzoek, waaruit geconcludeerd kan worden dat er niet veel kwantitatieve en door anderen geëvalueerde wetenschappelijke informatie beschikbaar is over de waterafhankelijkheid van grote Afrikaanse zoogdieren. Nog minder informatie is beschikbaar over de effecten van watermanagement op Afrikaanse zoogdieren.

In dit onderzoek wordt watermanagement gezien als de geplande en bijkomstige effecten van menselijke activiteiten op de hoeveelheid water en de kwaliteit daarvan. Ook de invloed van de mens op de seizoensgebonden beschikbaarheid van water komt aan bod.

In aanvulling op de literatuurstudie zijn ook enkele specifieke case-studies opgenomen naar de effecten van watermanagement op grote zoogdieren: in het Waza-Logonegebied in het noordelijke deel van Kameroen, in het stroomgebied van de rivier de Zambezi in Zuidelijke Afrika - rondom de Kariba-Dam en in de Kafue Flats - en in de Serengeti-vlakten in Tanzania.

Tot slot is een lijst opgenomen van 103 grotere zoogdiersoorten die in meer of mindere mate afhankelijk zijn van oppervlaktewater.

Modelonderzoek

In het modelonderzoek werden twee soorten gegevens gecombineerd. Ten eerste gegevens over de verspreiding van Afrikaanse zoogdieren uit Afrikaanse databases met zoogdiergegevens. Ten tweede gegevens op het gebied van klimaat en landgebruik c.q. vegetatie. Door beide soorten gegevens te vergelijken met behulp van een statistische regressie-analyse kon worden afgeleid hoe de aanwezigheid van elke soort samenhangt met klimatologische en landgebruik omstandigheden.

Deze regressiegegevens zijn vervolgens gebruikt om het huidige verspreidingsgebied van de verschillende soorten in kaart te brengen, ofwel: de gebieden waar de huidige omstandigheden geschikt zijn voor de betreffende soort. Hiertoe werd sub-Sahara Afrika verdeeld in ongeveer 30 miljoen rastercellen van elk 1 vierkante kilometer. De regressievergelijkingen werden ook gebruikt om te berekenen hoe de waarschijnlijkheid van de aanwezigheid van elke soort samenhangt met het wateroverschot (de jaarlijkse regenval minus de verdamping) en de duur van het droge seizoen.

Het CPI (Common POLES-IMAGE)-basislijns scenario voor klimatologische veranderingen is gebruikt als inschatting van hoe het klimaat in het jaar 2050 zou kunnen zijn in de verschillende delen van sub-sahara Afrika. De waarden voor de verschillende klimaatvariabelen (jaarlijkse regenval, duur van het droge seizoen etc.) zijn gebruikt in de

regressievergelijkingen om in te schatten waar in Afrika iedere soort in 2050 de meest geschikte leefomgeving zal vinden en waar niet. Deze geschatte verspreidingskaarten voor 2050 zijn vervolgens vergeleken met de huidige verspreidingskaarten, waardoor de verschillen tussen beide verspreidingskaarten zichtbaar worden met de voorspelde vermindering en uitbreiding van leefgebieden.

Verschillen in waterafhankelijkheid tussen soorten

Op basis van de literatuurstudie kan onder de grotere Afrikaanse zoogdieren onderscheid worden gemaakt tussen zes categorieën waterafhankelijkheid:

1. **In en bij het water levende soorten die volledig afhankelijk zijn van de aanwezigheid van water.** Voor deze soorten is de juiste hoeveelheid water van de juiste kwaliteit op het juiste moment van levensbelang. Hiertoe behoren onder andere het **gewone nijlpaard** en het **dwergnijlpaard** (een soort die in het bos voorkomt), en bijvoorbeeld otters. Nijlpaarden hebben overdag water of modder nodig om hun huid nat te houden, maar ze kunnen 's nachts verschillende kilometers buiten het water afleggen om te grazen.
2. Een beperkt aantal **grazende soorten is volledig afhankelijk van waterrijke natuur en overstromingsvlaktes langs rivieren.** Hiertoe behoren onder andere antilopensoorten als **de sitatunga, de lechwe, de puku, de rietbok en de waterbok.**
3. Dan is er een kleine groep **soorten die volledig afhankelijk is van rivierbossen langs het water.** Hier gaat het bijvoorbeeld om apenrassen als de **Tana River of gekuifde mangabey** en de **Tana River rode colobus**, en het **rivierkonijn.**
4. Veel andere **soorten zijn afhankelijk van de aanwezigheid van oppervlaktewater van goede kwaliteit om te kunnen drinken** en (modder)baden, vaak **het hele jaar door.** Sommige van deze soorten gebruiken ook waterrijke natuur om zich te voeden. Hieronder vallen onder andere de **olifant** (vaak niet verder verwijderd van water dan een paar kilometer (de moeders en hun jongen) tot verschillende tientallen kilometers (de mannetjes); de **buffel** (volgens een onderzoek niet verder dan 8,7 km van water), **de zwarte neushoorn** (waarschijnlijk niet verder dan 25 km van water), **de witte neushoorn** (die altijd om de paar dagen bij water moet kunnen komen) en een aantal **grote grazers** die afhankelijk zijn van oppervlaktewater (volgens een onderzoek in Kenia meestal niet verder dan 15 km van water). Soorten die zich voeden met struiken en bomen en die de sappige delen van planten kunnen uitzoeken, zijn minder afhankelijk van oppervlaktewater.
5. **Een aantal roofdieren zoals de leeuw is indirect afhankelijk van de aanwezigheid van oppervlaktewater,** omdat zij jagen op de grazende soorten die direct afhankelijk zijn van oppervlaktewater.
6. **Sommige soorten hebben zich fysiologisch aangepast aan het gebrek aan drinkwater** en zijn niet echt afhankelijk van de beschikbaarheid van oppervlaktewater. Zij halen het vocht dat ze nodig hebben uit hun voedsel. Hieronder vallen onder andere de **luipaard** en **bepaalde rassen woestijnantilopen.**

Effecten van watermanagement, landgebruik en klimaatverandering

De effecten van watermanagement, landgebruik en klimatologische veranderingen op de beschikbaarheid van water voor elk van deze groepen soorten, kan als volgt worden samengevat op basis van de literatuurstudie:

1. In en bij het water levende soorten zullen **in grote mate worden beïnvloed door veranderingen in het waterregime**, bijvoorbeeld door de bouw en het beheer van grote dammen, of door klimatologische veranderingen. Ook grootschalige veranderingen in landgebruik in het hele stroomgebied, bijvoorbeeld door ontbossing voor landbouw en verontreiniging van water, kunnen grote gevolgen hebben.
2. Antilopensoorten in waterrijke natuurgebieden en overstromingsvlaktes van rivieren zullen, alhoewel zij ook voor hun drinkwater afhankelijk zijn van oppervlaktewater van goede kwaliteit, **vooral de gevolgen ondervinden van de achteruitgang van hun habitat**. Deze achteruitgang heeft **direct te maken met de veranderingen in het niveau en de timing van de overstromingen van de rivieren waarlangs ze leven**, veroorzaakt door dammen, klimaatverandering en verandering in landgebruik in het stroomgebied van de rivier. Daarnaast kan de concurrentie met vee dat in dezelfde gebieden graast een probleem vormen.
3. Soorten die uitsluitend afhankelijk zijn van bosgebieden langs de oevers van rivieren worden **bedreigd door de vernietiging van hun habitat door boskap en/of door veranderingen in de rivierhydrologie** als gevolg van dammen, klimaatverandering en verandering in landgebruik in stroomgebieden van rivieren.
4. Voor soorten die voor drinken en baden afhankelijk zijn van de aanwezigheid van oppervlaktewater van goede kwaliteit is **toegang tot oppervlaktewater van goede kwaliteit** even belangrijk als de **hoeveelheid van dat oppervlaktewater**. Wijzigingen in de hoeveelheid oppervlaktewater worden veroorzaakt door **veranderingen in de overstromingsregimes van rivieren en door veranderingen in de regenvalpatronen** – die het gevolg kunnen zijn van wereldwijde klimaatverandering. **De toegang tot water kan negatief worden beïnvloed door buitensluiting** als gevolg van het plaatsen van omheiningen, **door de concurrentie met vee, door oprukkende plantensoorten, en door de toenemende aanwezigheid van de mens**.
5. **De roofdieren die indirect afhankelijk zijn van de aanwezigheid van oppervlaktewater** zullen indirect en met een bepaalde vertraging dezelfde gevolgen ondervinden van veranderingen in de beschikbaarheid van water als hun prooi.
6. Soorten die zich fysiologisch hebben aangepast aan het gebrek aan drinkwater zullen niet of minder te kampen hebben met problemen als gevolg van de veranderingen in de beschikbaarheid van oppervlaktewater.

Naast de uiteenlopende afhankelijkheid van de aanwezigheid van oppervlaktewater zijn alle grote zoogdierensoorten voor de instandhouding van hun habitat of die van hun prooi afhankelijk van de huidige **regenvalpatronen**. Belangrijke veranderingen in de regenval en in temperatuur, **als gevolg van de wereldwijde klimaatveranderingen, kunnen ook van invloed zijn op hun habitat en hierdoor op hun aantallen en hun verspreiding**.

Voor een aantal soorten, waaronder de tsessebe, de roan antilope, de sabelantilope, de rietbok, de waterbok, de lechwe en de puku, blijken de overlevingskansen **nauw te correleren met de cumulatieve afwijkingen van de gemiddelde jaarlijkse regenval**. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de klimatologische veranderingen op de lange termijn van invloed zijn op deze soorten.

Enkele soorten zullen **voordeel hebben bij de bouw van nieuwe dammen** of het opdrogen van overstromingsvlaktes als gevolg van dammen of klimaatverandering. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de groei van het aantal krokodillen als gevolg van de aanleg van het Kariba-meer in de Zambezi of de toename van het aantal rode gazellen in Waza-Logone na de bouw van de Maga Dam en de bedijking van het betreffende gebied.

Samenvattend wordt echter verwacht dat veel grote zoogdiersoorten in sub-Sahara Afrika negatieve invloeden zullen ondervinden van de toekomstige veranderingen in de beschikbaarheid en kwaliteit van oppervlaktewater. Dergelijke veranderingen kunnen worden veroorzaakt door veranderingen in het riviermanagement, door veranderingen in landgebruik (waaronder mogelijke bronnen van verontreiniging) en door regionale klimaatverandering als gevolg van de wereldwijde klimaatverandering. Dit laatste werd nader onderzocht in het modelonderzoek.

In het verleden werd het zorgen voor kunstmatige watertoevoer en waterpunten gezien als een oplossing voor de gevolgen van de verminderde beschikbaarheid van oppervlaktewater. Echter, **het creëren van kunstmatige waterpunten heeft ook zijn keerzijde**. Kunstmatige waterpunten kunnen leiden tot extra begrazing van gebieden die voorheen slechts licht begraasd werden, hetgeen vaak ten koste gaat van de oorspronkelijke zoogdiersoorten. De toenemende begrazing kan zelfs leiden tot een ernstige achteruitgang van de vegetatie rond de kunstmatige waterpunten door bijvoorbeeld olifanten en andere soorten. En het kan ook leiden tot een toename van het aantal roofdieren, zoals leeuwen en gevlekte hyena's, die hierdoor andere roofdieren, zoals wilde hond en cheetah, verdrijven.

Conclusies uit het modelonderzoek

De toegepaste regressie-analyse heeft zijn beperkingen, met name met betrekking tot de omgevingsvariabelen die worden gebruikt om een inschatting te maken van de huidige en toekomstige verspreiding van de bestudeerde soorten. **Toch lijken de belangrijkste resultaten van de analyse in overeenstemming te zijn met wat bekend is** over de waterafhankelijkheid en de habitatvoorkeuren van de bestudeerde soorten (zie ook de rapportage naar aanleiding van de literatuurstudie):

- **De twee grote carnivoren, de leeuw en met name de luipaard, blijken nogal tolerant te zijn met betrekking tot het wateroverschot en de duur van het droge seizoen.**
- **Alle grote herbivoren** waarvoor een correlatie kon worden vastgesteld, worden duidelijk beïnvloed door wateroverschotten en de duur van het droge seizoen. Van deze groep is de **olifant** het meest tolerant. Het **nijlpaard** is wat gevoeliger voor

lange droge periodes. De **buffel** komt het meest voor waar de duur van het droge seizoen minder is dan vijf of zes maanden. De **sitatunga** is sterk afhankelijk van een overvloedig wateroverschot en intolerant voor lange droge periodes. De **puku** komt het meest voor in gebieden met een wateroverschot van zo'n 500 mm per jaar en een droog seizoen van ongeveer vijf maanden.

- Voor de **lechwe** en de **Nijl lechwe** is geen correlatie gevonden met het wateroverschot en de duur van het droge seizoen. Deze twee soorten zijn **hoogstwaarschijnlijk minder afhankelijk** van het lokale klimaat dan van **regenval (en watermanagement) hogerop in de stroomgebieden** van de rivieren waarlangs deze dieren leven en waarvan ze afhankelijk zijn.

In de regressie-analyse is slechts rekening gehouden met een beperkt aantal variabelen op het gebied van klimaat en landgebruik. Van de variabelen die worden gebruikt, is de grootheid bos een belangrijke variabele voor acht van de negen bestudeerde soorten; de grootheden natuurlijk gebied en de hoogte en duur van het droge seizoen zijn belangrijk voor zeven van de negen soorten, en de grootheid grasland en afstand tot een rivier zijn belangrijk voor zes soorten. **Dit onderstreept het belang van het oorspronkelijke vegetatiedek en van hydrologische factoren voor de bestudeerde soorten.**

Met betrekking tot klimatologische veranderingen geeft de regressie-analyse aan dat deze van invloed kunnen zijn op de verspreiding van een aantal van de bestudeerde soorten door bijvoorbeeld verandering van de duur van het droge seizoen. Voorts dat de combinatie van watermanagement en klimatologische veranderingen kan leiden tot veranderingen in de stroming van rivieren, wat voor zes van de negen soorten van belang is.

Voor individuele soorten:

- De **sitatunga** zal weinig hinder ondervinden van de voorspelde klimaatveranderingen in sub-Sahara Afrika, behalve in Zambia en Oost-Angola. Voor de luipaard kan de geschikte habitat zelfs groter worden.
- Veel van de onderzoeken die tot nu toe zijn gedaan naar klimaatverandering zijn vooral gericht op de gevaren voor bedreigde en kwetsbare soorten. De resultaten nu lijken erop te wijzen dat **klimaatverandering ook een negatief effect kan hebben op wijd verspreide zoogdieren**, bijvoorbeeld in delen van hun habitat waar hun verspreiding gefragmenteerd is. Dit geldt voor de **leeuw** en de **puku**, en in mindere mate voor de **buffel**.
- Door een gebrek aan correlatie tussen hun huidige spreiding en klimaatvariabelen **konden er geen directe effecten van klimaatveranderingen worden aangetoond voor de olifant, het nijlpaard, de lechwe en de Nile lechwe**. Dit neemt evenwel niet de mogelijkheid weg dat de **verspreiding** van de laatste vier soorten en die van andere soorten, **toch indirect beïnvloed kan worden door klimaatverandering, bijvoorbeeld door verandering van de vegetatie, verandering in de prooisorten of gedwongen of vrijwillige verandering in watermanagement**.

Aanbevelingen

Op basis van het bovenstaande doen wij de volgende aanbevelingen aan:

Overheden:

- De bescherming van grote zoogdieren dient gebaseerd te worden op een coherent beleid ten aanzien van watermanagement en landgebruik, waarin rekening gehouden wordt met de belangen van deze dieren en de mens. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de huidige aanwezigheid van en de mogelijke veranderingen in de beschikbaarheid van (drink)water, de kwaliteit van het (drink)water en de habitats die afhankelijk zijn van dat water.
- Dit meer coherente beleid ten aanzien van watermanagement en landgebruik, dat voor zoveel gebruiksdoeleinden van belang is, dient gericht te zijn op de bescherming en een verstandig gebruik van deze watervoorraden en indien noodzakelijk en mogelijk ook op het herstel hiervan. Een integraal waterbeheer in stroomgebieden, waarbij rekening wordt gehouden met stroomafwaartse en stroomopwaartse interacties, dient hiervan deel uit te maken.
- Bij de evaluatie van de effecten van bestaande of geplande ontwikkelingen dient maximale aandacht te worden geschonken aan de mogelijke effecten op de beschikbaarheid van water voor grote zoogdieren en aan de mogelijke gevolgen voor de voedselvoorziening voor deze dieren, zowel dicht bij de ingreep als verderop. Ook dient rekening gehouden te worden met de consequenties voor de voortplantingscycli. Ontwikkelingen die geëvalueerd dienen te worden zijn onder andere grote dammen, maar ook kleine dammen en andere infrastructurele ingrepen en veranderingen in het landgebruik die van invloed kunnen zijn op de hoeveelheid water en de kwaliteit daarvan. Onder dit laatste punt valt ook de bouw van kunstmatige (drink)watervoorzieningen, hetzij voor de mens of vee, hetzij voor wilde dieren. Bij de evaluatie van de effecten dient ook rekening gehouden te worden met de verwachte veranderingen in bijvoorbeeld het klimaat, de populatie en socio-economische factoren. In al deze evaluaties dienen alle belanghebbenden te worden betrokken, met inbegrip van aangrenzende landen, voorzover dit relevant is.

Beheerders van beschermde gebieden en wild:

- In beschermde gebieden dient het belang erkend te worden van onderzoek naar toegankelijkheid en toevoer van water voor in het wild levende soorten.
- Op basis hiervan dient bij de planning van beschermde gebieden en met name bij het ontwerp en de classificering van beschermde gebieden, maximale aandacht te worden geschonken aan zonering en de aanleg van doorgangen voor de toevoer van water aan in het wild levende soorten.
- Er dienen langjarige milieugerelateerde gegevens verzameld te worden die van belang zijn voor in het wild levende dieren in het Afrika ten zuiden van de Sahara.

Dit is van belang om een goede basis te creëren voor toekomstige vergelijkingen en om de vertraagde effecten van ontwikkelingen te kunnen beoordelen.

- Er dient meer onderzoek te worden gedaan naar het belang van water als een factor die van belang is voor wildpopulaties. Het is duidelijk dat dit belang niet altijd even goed wordt ingeschat. Aspecten waar rekening mee gehouden dient te worden, zijn de behoeften van de dieren met betrekking tot de hoeveelheid, kwaliteit en timing van de waterbeschikbaarheid en de effecten van water op de voedings-, rust- en voortplantingsgebieden.
- Er dienen via modelontwikkeling op nog grotere schaal inschattingen plaats te vinden van de mogelijke effecten van klimaatveranderingen op de spreiding van grote zoogdieren in sub-Sahara Afrika, inclusief de soorten die momenteel nog breed verspreid zijn. In de ideale situatie zouden deze modelonderzoeken worden gecombineerd met (de bevindingen van) locatiespecifieke onderzoeken. Op deze wijze kan een betere inschatting worden gemaakt van de toekomst van de betreffende soorten onder veranderende klimaatomstandigheden.

Uit dit alles zal duidelijk zijn dat wij sterk van mening zijn dat nationale overheden en nationale en internationale organisaties voor natuurbehoud, dienen aan te dringen op verder onderzoek naar de waterafhankelijkheid van grote zoogdieren in Afrika en naar de effecten van watermanagement op deze soorten, nu en in de toekomst. In het wild levende dieren maken deel uit van het natuurlijke erfgoed van de volkeren in Afrika, van de huidige zowel als de toekomstige generaties. Daarnaast vormt het wild een zeer aanzienlijke bron van inkomsten. Goed veldonderzoek is van essentieel belang voor goede informatie en het nemen van de juiste beslissingen met betrekking tot het beheer van deze bron. Veranderingen die worden gebaseerd op onvoldoende informatie zijn vaak moeilijk of onmogelijk terug te draaien wanneer ze eenmaal zijn geïmplementeerd.