

# Oorzaken en Gevolgen van Voedsel-Prijsstijgingen in Niet-Westerse Landen

Jardenna, Janne, Jonne, Julius

June 2018

## Inleiding

De groei van de internationale handel heeft er voor gezorgd dat meer landen toegang hebben tot meer buitenlandse producten. Maar het zorgde ook voor meer afhankelijkheid tussen landen, zoals duidelijk werd tijdens de wereldwijde voedselcrisis van 2007. Van veel breed-geconsumeerde producten stegen de prijzen in korte tijd onvoorspelbaar hoog. Zo steeg de wereldwijde prijs van rijst binnen twee jaar met 217% en de prijs van graan met 136% [5]. Hoewel dit ook in ontwikkelde landen voor veel economische en sociale onrust zorgde, bleken hierdoor vooral de ontwikkelingslanden nog armer te worden [2].

Er is veel onderzoek gedaan naar mogelijke oorzaken van prijsstijgingen, met als doel een herhaling van de voedselcrisis te voorkomen. Zo blijkt het toenemende gebruik van biobrandstoffen de voedselprijzen te verhogen. Immers kunnen gewassen die gebruikt worden voor de productie van brandstof niet meer worden gebruikt voor de productie van voedsel [3]. Ook blijkt dat de olieprijs positief gecorreleerd is aan voedselprijzen, omdat het zowel de energiebron is voor mechanische voedselproductie als voor het transporteren ervan [9]. Bovendien vergroot een stijging van de olieprijs weer de vraag naar biobrandstoffen.

Naast brandstofgebruik en olieprijsen kunnen echter nog meer factoren in verband staan met fluctuaties van voedselprijzen, zoals geografische factoren. Daaruit volgt de volgende deelvraag:

- Vertonen landen in dezelfde regio's vergelijkbare prijsverschillen?

Er wordt verondersteld dat landen in dezelfde sub-regio 's soortgelijke fluctuaties in voedselprijzen over dezelfde gewassen laten zien. Dit is aannemelijk omdat landen in dezelfde regio's een gelijksoortig klimaat kennen. Dit wordt onderzocht door met K-means landen te classificeren. Verwacht wordt dat het clusteren van landen binnen één regio geen vaste cluster-groepen oplevert.

Daarnaast zijn voedselproducten te categoriseren, en bestaan voedselproducten vaak uit andere voedselproducten. Daarom wordt ook geprobeerd de volgende deelvragen te beantwoorden:

- Zijn er voedselprijzen die positief of negatief aan elkaar gecorreleerd zijn?

- Als voedselprijzen aan elkaar gecorreleerd zijn, is dit dan altijd het geval of alleen tijdens bepaalde periodes?

Er wordt verondersteld dat producten uit dezelfde categorieën soortgelijke prijsfluctuaties laten zien, en dat de prijsfluctuatie van een voedselproduct dat uit meerdere ingrediënten bestaat overeenkomt met de prijsfluctuaties van de individuele ingrediënten waaruit dat product bestaat. Dit wordt onderzocht door verschillende producten te classificeren met K-means. Daarna worden de correlaties tussen producten binnen een cluster met elkaar vergeleken. Verwacht wordt dat producten uit dezelfde categorie samen geclusterd worden, en dat correlatie tussen producten binnen deze clusters sterk is.

Ook worden voedselprijzen in verschillende valuta gegeven, maar deze va-

luta zijn niet allemaal even stabiel of gelijk in waarde. Dit leidt tot de volgende deelvraag:

- Zijn de wisselkoersen gecorreleerd aan de productprijzen in een land? Er wordt verondersteld dat er een negatieve lineaire relatie is tussen de wisselkoers (USD per valuta) van een valuta en de prijs van producten. Dit is aannemelijk omdat als de valuta meer waard wordt het goedkoper voor bedrijven is om producten te importeren waardoor de prijzen kunnen dalen. Hier wordt dat onderzocht door de gemiddelde correlatie tussen alle productprijzen en wisselkoersen te bepalen. Er wordt verwacht als de wisselkoers hoger wordt dat de prijs van dat product zal dalen.

Bovendien bestaan er vaak ook grote verschillen in welvaart tussen landen. Dat leidt tot de volgende deelvraag:

- Kunnen op US-Dollar genormaliseerde prijzen worden gebruikt om de betaalbaarheid van producten te bepalen, of moet er ook gecorrigeerd worden op het Gross Domestic Product (GDP) van een land?
- Is er een correlatie tussen GDP en (bepaalde) productprijzen?

Er wordt vanuit gegaan dat corrigeren GDP een betrouwbaarder beeld geeft. Immers kan de GDP tussen landen dermate verschillen dat landen die qua prijs in US-dollars gelijk zijn, na correctie op GDP geheel andere beeld laten zien. Hier wordt dat onderzocht door van verschillende landen de voedselprijzen in US-Dollar te bepalen, en deze landen met K-means te laten clusteren tot groepen die vergelijkbare prijzen hebben. Vervolgens is dit voor alle landen herhaald, maar dan met prijzen gecorrigeerd op GDP. Verwacht wordt dat landen met de GDP correctie anders geclusterd worden.

Tot slot wordt de beschikbaarheid van voedsel vaak in verband gebracht met gezondheid, daarom worden ook geprobeerd de volgende deelvragen te beantwoorden:

- bestaat er een verband tussen de voedselprijzen en het sterftcijfer in een land?
- bestaat er een verband tussen vluchtelingen-stromingen en voedselprijzen?

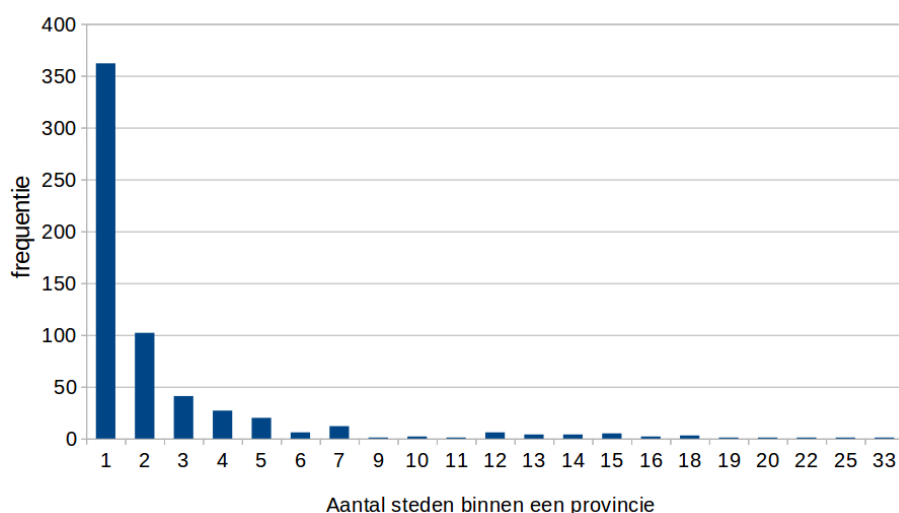
Er wordt vanuit gegaan dat hoge voedselprijzen een negatieve invloed hebben op de gezondheid, en dat hoge voedselprijzen het aantrekkelijker maakt voor mensen om naar een ander land te vluchten. Hier wordt dat onderzocht door voedselprijzen met sterftcijfers en vluchtelingen-cijfers te vergelijken. Verwacht wordt dat er een positief verband bestaat tussen de vluchtelingenstromen, sterftcijfers en voedselprijzen.

Om deze deelvragen te kunnen beantwoorden is gebruikt gemaakt van de Global Food Prices (GFP) Database van het World Food Programma [7]. In de database zijn voor 76 verschillende landen de maandelijkse voedselprijzen gegeven voor veel geconsumeerde voedsel waren zoals bonen, rijst en olie. Deze database wordt uitgebreid genormaliseerd zodat zowel de voedselprijzen van verschillende producten met elkaar vergeleken kunnen worden als de prijsveranderingen tussen landen en gebieden.

## Methode

### Pre-processing

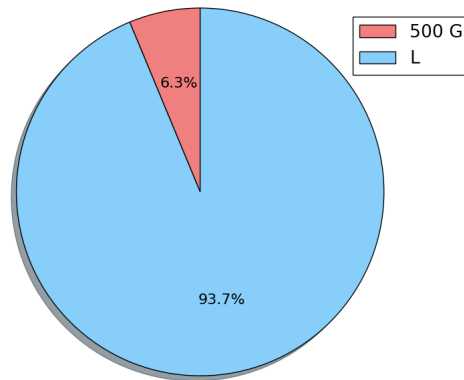
Ten eerste zijn het is het aantal kolommen van de dataset verminderd. De kolom met de provincies is verwijderd omdat bij het merendeel van de provincies enkel data was verzameld van één stad, waardoor deze kolom geen extra informatie bevatte dan de kolom met steden zelf (zie figuur 1). Ook waren in de oorspronkelijke dataset de jaren en de maanden gegeven in aparte kolommen. Deze zijn samengevoegd tot één kolom.



Figuur 1: Het aantal provincies met hetzelfde aantal gedocumenteerde steden. In de GFP Database was bij veel provincies maar data van één stad gedocumenteerd.

In de database waren ook veel producten in verschillende eenheden gedocumenteerd. Zo was bijvoorbeeld de melkprijs zowel per 500 gram als per liter gegeven (zie figuur 2). Daarom zijn alle eenheden in de dataset genormaliseerd om het vergelijken van prijzen te vergemakkelijken. Daarvoor is handmatig een *dictionary* aangemaakt met als *keys* alle te converteren eenheden en met als *values* de desbetreffende *conversion rates*. Zo zijn de melkprijzen in liters gedeeld door de *value* van liter in de *dictionary*, waardoor alle melkprijzen nu in KG zijn gegeven. Op deze manier is ervoor gezorgd dat alle producten in een unieke eenheid vermeld staan. Eenheden waarvoor geen *conversion-rate* gevonden kon worden zijn de betreffende rijen verwijderd, zoals bij bijvoorbeeld de eenheden *quartillas* en *goat heads*.

Bovendien was voor elk land in de database de voedselprijs in verschillende wisselkoersen gedocumenteerd. Om prijzen tussen landen te vergelijken was het



Figuur 2: De verdeling van melk eenheden voor normalisatie

Om voedselprijzen met elkaar te kunnen vergelijken, was het noodzakelijk alle voedselprijzen te normaliseren naar een unieke eenheid.

daarom noodzakelijk alle prijzen te normaliseren naar één wisselkoers. Hier is ervoor gekozen alle prijzen naar US-Dollar (USD) te normaliseren, omdat de USD één van de meest stabiele wisselkoersen is. Hiervoor is gebruik gemaakt van een historische database van de wisselkoersen [4]. Rijen met valuta 's waarvoor geen officiële wisselkoers kon worden gevonden zijn verwijderd. Zo bleek de bijvoorbeeld *Somaliland Shilling* (SOS) geen officieel erkende munteenheid te zijn en was er voor de *Armenian Dram* (AMD) pas wisselkoers-informatie beschikbaar vanaf februari 2003. Zo zijn alle rijen waar de prijs in SOS was gegeven verwijderd, en alle rijen vóór februari 2003 waar de prijs in AMD gegeven was ook.

Om een beter beeld van de betaalbaarheid van producten binnen een land te krijgen, is er een nieuwe maatstaf berekend die rekening houdt met de koopkracht van een land. Hiervoor is gebruik gemaakt van een historische database met GDP's *per capita* [1]. Door telkens de GDP van een land te delen door de prijs van een product in dat land, ontstaat een getal dat aangeeft hoeveel er van dat product in het betreffende land gekocht kan worden. Dat getal wordt de 'betaalbaarheid-index' genoemd. Hoe hoger de betaalbaarheid-index van een product in een land, hoe betaalbaarder dat product is voor de inwoners van dat land.

Om voedselprijzen over de tijd met elkaar te vergelijken, was het bovendien noodzakelijk om voor elk product over lange periodes aan onafgebroken voedselprijzen te beschikken. In de dataset zaten echter veel tijds-kloven in de documentatie van voedselprijzen. Kloven van één of twee maanden zijn daarom ingevuld met lineaire regressie. Als er na de toepassing van deze lineaire regressie nog steeds data-reeksen waren van minder dan zes maanden zijn deze reeksen verwijderd. Tenslotte zijn alle producten verwijderd waarvan minder

dan één jaar aan data gedocumenteerd was.

Nu alle voedselprijzen over langere periode's met elkaar vergeleken konden worden, is voor elke productprijs nog de afgeleide bepaald zodat de daadwerkelijke veranderingen in voedselprijzen vergeleken konden worden. En is elk land ingedeeld in sub-regio's zodat ook de voedselprijzen tussen gebieden vergeleken kunnen worden. Hiervoor is gebruik gemaakt van een samengestelde database met alle landen en sub-regio's [6, 8].

## Algoritmes

### K-Means Algoritme

Omdat er verschillende product-prijzen over de tijd met elkaar vergeleken moesten worden, maar niet elk product over dezelfde tijdspan was gedocumenteerd, was het standaard K-means algoritme van *scikit-learn* onbruikbaar. Er ontstaan dan immers *NaN-values* op de tijdstippen waar het ene product wel is gedocumenteerd maar het andere product niet (zie figuur 3). Daarom is er een aangepaste versie van het K-Means algoritme geïmplementeerd die deze *NaN-Values* niet meeneemt in de berekeningen. Verder werkt het algoritme op de standaard manier. Dat wil zeggen dat er op willekeurige plekken een door de gebruiker aantal clusters-centra worden geïnitieerd. Vervolgens wordt van elk data-punt de euclidische afstand tot de verschillende centra berekend, en worden alle data-punten tot het dichtstbijzijnde cluster-centrum geclassificeerd. Dan wordt het gemiddelde van elk cluster berekend en worden de cluster-centra opnieuw geïnitieerd op dat gemiddelde. Tot slot worden alle data-punten opnieuw tot het dichtstbijzijnde cluster-centrum geclassificeerd. Dit proces wordt iteratief herhaald tot de totale afstand tussen alle data-punten en hun cluster-centra niet of nauwelijks meer afneemt, met een maximum van 100 iteraties.

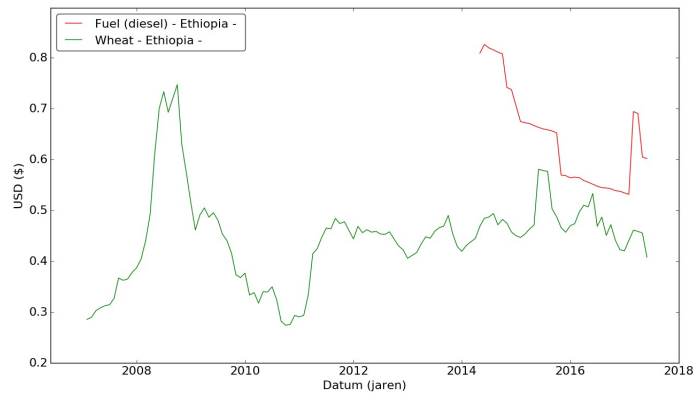
Omdat k-means tot lokale-minima kan leiden, wordt in dit onderzoek k-means telkens met dezelfde parameters tien keer herhaald. Verder omdat k-means een *unsupervised learning* algoritme is wordt het hele proces herhaald met verschillend aantal groepen. Hierna worden producten die in elke uitkomst van het k-means algoritme hetzelfde worden geclassificeerd als cluster beschouwd.

### Correlatie algoritme

Voor het visualiseren van de clusters is gebruik gemaakt van t-SNE. T-SNE is een techniek waarmee *high-dimensional vectors* in een lijst van *high-dimensional vectors* getransformeerd kan worden maar wel zodat de relatieve gelijkheid even groot blijft. Dit is dus een goede manier om *high-dimensional data* te visualiseren en een goed overzicht te krijgen van de data.

### Correlatie algoritme

Om de correlatie tussen verschillende voedselprijzen te bepalen is tenslotte gebruik gemaakt van de Karl-Pearson correlatie coëfficiënt. Dit algoritme geeft



Figuur 3: Het ontstaan van *NaN-values* bij het vergelijken van prijzen

Wanneer voedselprijzen over verschillende tijdspanne zijn gedocumenteerd, wordt het K-means algoritme van *scikit-learn* onbruikbaar.

een getal terug die de sterkte van de lineaire samenhang tussen twee prijzen aangeeft. Daarbij houdt 1 een perfect lineair verband in en -1 een perfect negatief lineair verband in. Hiermee kan vervolgens worden afgeleid of twee producten afhankelijk zijn van de zelfde factoren of van elkaar.

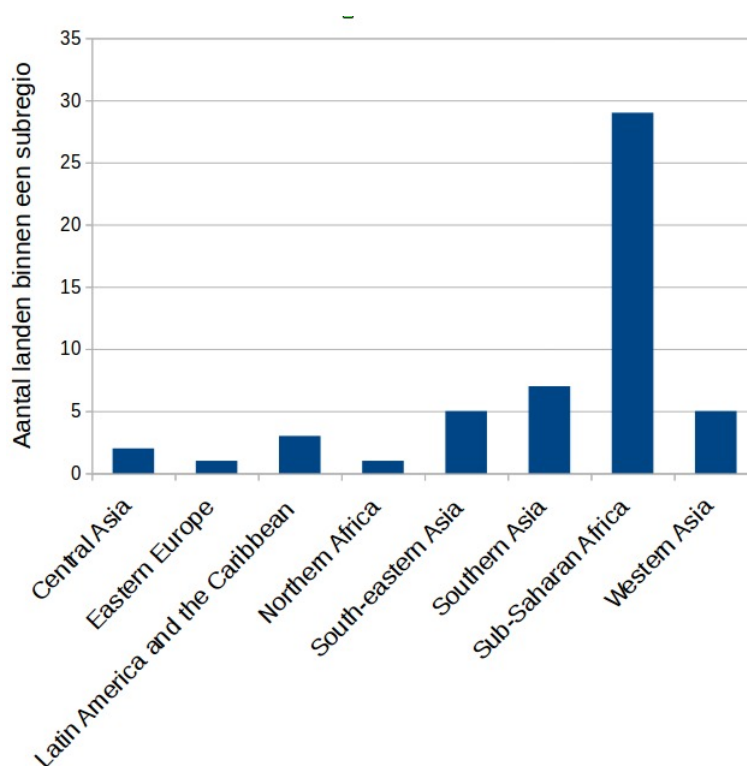
## Procedure

### Vertonen landen in dezelfde regio's vergelijkbare prijsverschillen?

Om landen binnen een regio goed met elkaar te kunnen vergelijken, moeten er zoveel mogelijk prijsvergelijkingen tussen die landen gemaakt worden. Daarom is gekeken naar de *Sub-Saharan African*, omdat dit de regio was met het grootste aantal gedocumenteerde landen (zie figuur 4). Tussen deze landen zijn vervolgens de kafferkoor (een alternatief voor mais) en de rijst prijzen vergeleken, omdat dit twee van de meest gedocumenteerde producten waren (zie figuur 5). Vervolgens is geprobeerd de landen te classificeren met k-means, waarna binnen de clusters de correlatiecoëfficiënt tussen de landen is berekend.

### Zijn er voedselprijzen die positief of negatief aan elkaar gecorreleerd zijn? Als voedselprijzen aan elkaar gecorreleerd zijn, is dit dan altijd het geval of alleen tijdens bepaalde periodes?

Om correlaties tussen voedselprijzen te bepalen, zijn er lange onafgebroken periodes aan voedselprijzen nodig. Daarom is er naar de voedselprijzen in Oekraïne gekeken, omdat daar een groot aantal voedselproducten over dezelfde periode (2014-2018) waren gedocumenteerd. Vervolgens zijn met k-means alle producten geclassificeerd, waarna binnen elk cluster de correlatiecoëfficiënt tussen de producten is berekend. Tot slot is gekeken of de classificaties en correlaties



Figuur 4: Het aantal landen per sub-regio

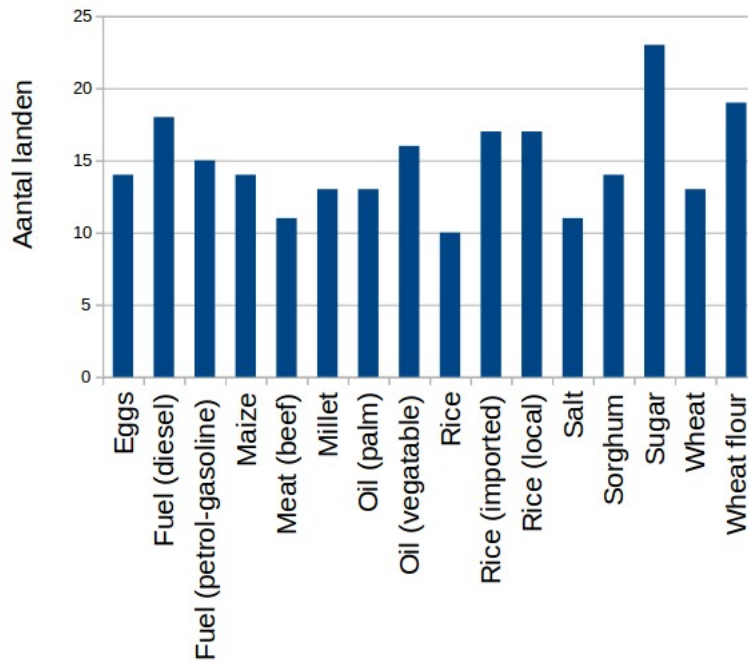
De Sub-Sahara blijkt het meeste landen over te hebben na pre-processing.

veranderen als er naar kortere tijd-spannen binnen de periode 2014-2018 wordt gekeken.

**Kunnen op US-Dollar genormaliseerde prijzen worden gebruikt om de betaalbaarheid van producten te bepalen, of moet er ook gecorrigeerd worden op het Gross Domestic Product (GDP) van een land?**

Hiervoor zijn naar de graanprijzen gekeken, omdat graan één van de meest-gedocumenteerde producten in de dataset was (zie figuur 5), waardoor er zoveel mogelijk landen met elkaar vergeleken konden worden. Eerst zijn de genormaliseerde graanprijzen van alle landen in de dataset opgehaald, en zijn de landen op basis daarvan geclassificeerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van het K-means algoritme. Vervolgens is de betaalbaarheid-index van graan voor elk land opgehaald, en zijn op basis van deze index opnieuw alle landen in twee groepen ingedeeld. Vervolgens is gekeken of prijs in US-dollars en de betaalbaarheid index tot verschillende classificaties leiden.





Figuur 5: Het aantal landen per product

### **Bestaat er een verband tussen de voedselprijzen en het sterftecijfer in een land?**

In deze analyse zijn de landen Afghanistan, Congo, Niger en Sudan gebruikt om het verband tussen voedselprijzen en het sterftecijfer te toetsen. Deze landen zijn gekozen om hun gelijkmatige trend in het sterftecijfer over de jaren heen. Bovendien staan deze landen bekend om hun armoedige leefomstandigheden. Om deze reden kan het interessant zijn om te toetsen of voedselprijzen van invloed zijn op deze hoge sterftecijfers. De sterftecijfers van de landen zijn geplott in een lijn-grafiek en daarnaast zijn de voedselprijzen per land geplott.

### **Bestaat er een verband tussen vluchtelingen-stromingen en voedselprijzen?**

Er is gekeken naar de landen Afghanistan en Georgië omdat hier redelijk grote vluchtelingenstromen te vinden zijn. Verder is met behulp van de algoritmes de bokeh plots gemaakt van de vluchtelingenstromen van beide landen en van de voedselprijzen.

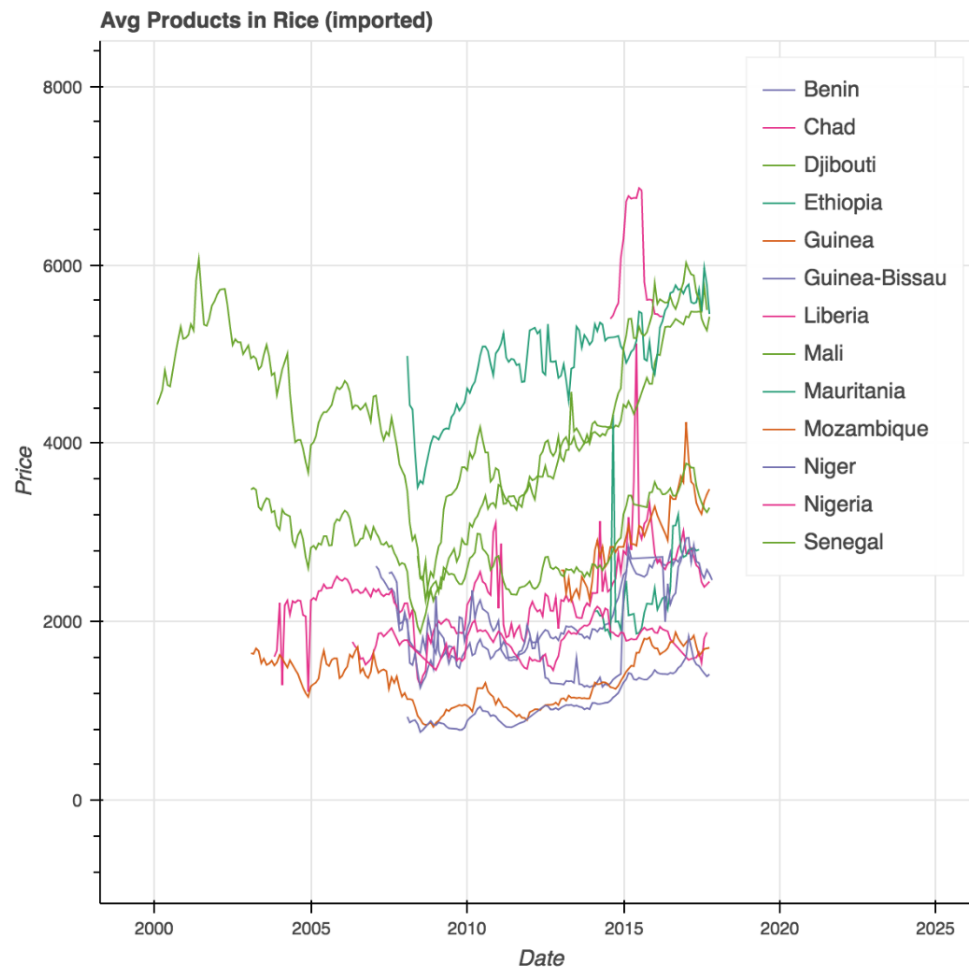
**zijn de wisselkoersen gecorreleerd aan de productprijzen in een land?**

Hiervoor is voor elk land de correlatie bepaald tussen de productprijzen en de wisselkoers van dat land. Vervolgens is het gemiddelde van deze correlatie coëfficiënten berekend, waarvan ook de standaard afwijking is berekend.

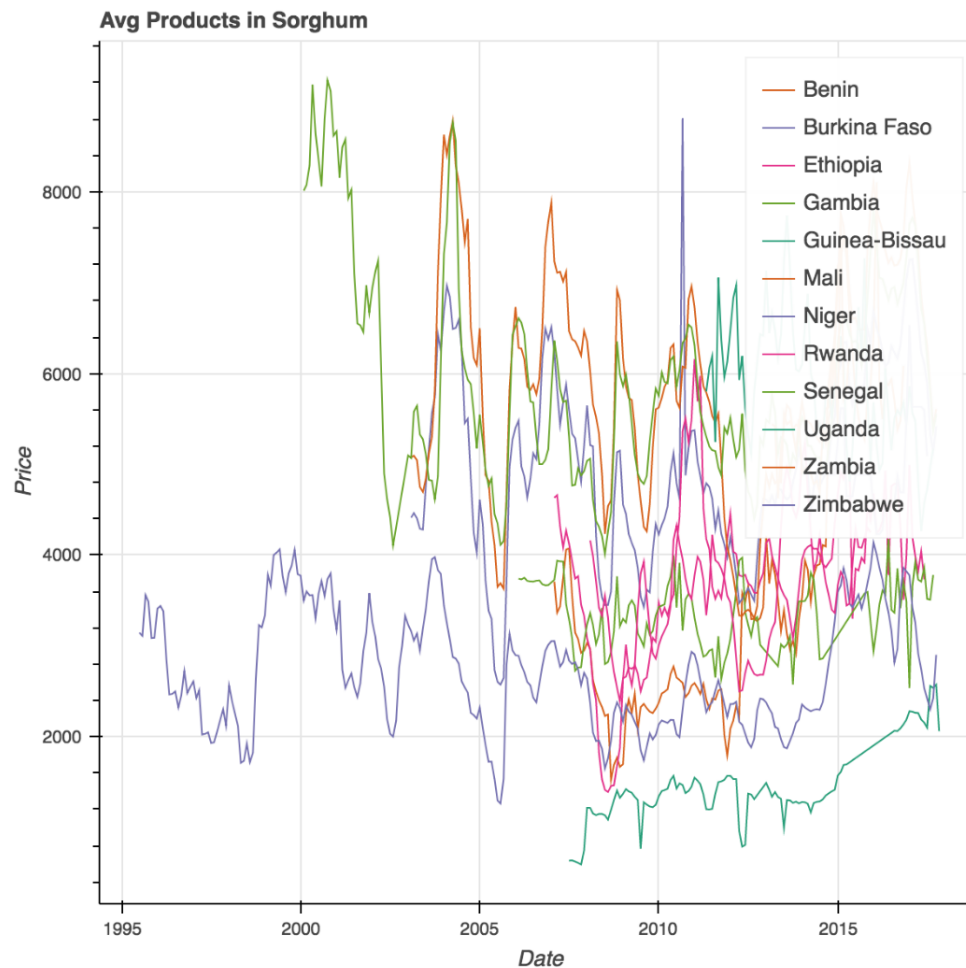
**Is er een correlatie tussen GDP en (bepaalde) productprijzen?**

## Resultaten

Vertonen landen in dezelfde regio's vergelijkbare prijsverschillen?



Figuur 6: De afnames en toenames in de prijs van rijst van de landen die behoren tot Sub-Saharan Africa.



Figuur 7: De afnames en toenames in de prijs van sorghum van de landen die behoren tot Sub-Saharan Africa.

Tabel 1: Correlaties tussen zuivel producten in Oekraïne tussen 2014 en 2018

	Butter	Milk	Sour cream
Milk	0.975480		
Sour cream	0.977874	0.996946	
Curd	0.864318	0.930772	0.931195

**Zijn er voedselprijzen die positief of negatief aan elkaar gecorreleerd zijn? Als voedselprijzen aan elkaar gecorreleerd zijn, is dit dan altijd het geval of alleen tijdens bepaalde periodes?**

**Zijn de wisselkoersen gecorreleerd aan de productprijzen in een land?**

**Is er een correlatie tussen GDP en (bepaalde) productprijzen?**

**Kunnen op US-Dollar genormaliseerde prijzen worden gebruikt om de betaalbaarheid van producten te bepalen, of moet er ook gecorrigeerd worden op het Gross Domestic Product (GDP) van een land?**

Er wordt gekeken naar de verschillende classificaties van Afghanistan, India, Pakistan en Nepal gekeken, omdat de verschillende classificaties van deze lan-

Tabel 2: Correlaties tussen zuivel producten in Oekraïne tussen 2014 en 2016

	Butter	Milk	Sour cream
Milk	0.989415		
Sour cream	0.994624	0.997019	
Curd	0.985668	0.990619	0.994061

Tabel 3: Correlaties tussen de prijs van vlees producten in Oekraïne tussen 2014 en 2018

	Meat (chicken, whole)	Meat (mixed, sausage)	Meat (pork)
Meat (mixed, sausage)	0.968654		
Meat (pork)	0.943341	0.957977	
Meat (beef)	0.946048	0.962734	0.981646

Tabel 4: Correlaties tussen de prijs van vlees producten in Oekraïne tussen 2014 en 2016

	Meat (chicken, whole)	Meat (mixed, sausage)	Meat (pork)
Meat (mixed, sausage)	0.956601		
Meat (pork)	0.935190	0.957254	
Meat (beef)	0.955861	0.953394	0.969657

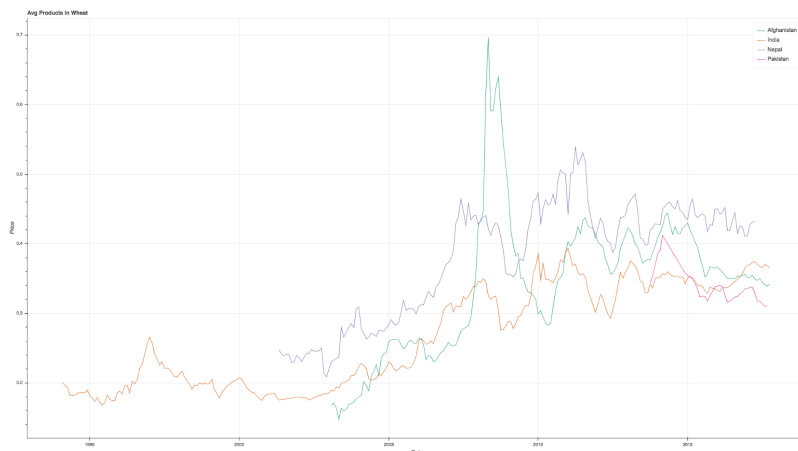
Tabel 5: Clusters voor de producten van Oekraïne tussen 2013 en 2018

cluster 1	Butter	Curd	Milk	Sour	
cluster 2	Meat (beef)	Meat (chicken, whole)	Meat (mixed, sausage)	Meat (pork)	
cluster 3	Fuel (diesel)	Fuel (petrol-gasoline)			
cluster 4	Cabbage	Carrots	Onions	Potatoes	
cluster 5	Eggs	Pasta	Rice	Sugar	Wheat flour (first)
cluster 6	Bread (rye)	Bread (wheat)	Oil (sunflower)		
overige	Beetroots	Fat (salo)	Buckwheat grits		

den representatief waren voor de verschillende classificaties van alle landen. Met de graanprijs genormaliseerd op US-Dollars, vertonen India, Pakistan en Nepal gelijksoortige graanprijzen. Deze drie landen worden door K-means dan ook samen geclassificeerd tot het cluster met relatief goedkope graanprijzen, terwijl Afghanistan wordt geclassificeerd tot het cluster waar de prijzen hoger liggen. Echter, wanneer er wordt gekeken naar de betaalbaarheid-index, verandert vooral de graanprijs van Nepal aanzienlijk. Zo wordt Afghanistan nu samen met Nepal tot het cluster met relatief dure graanprijzen geclassificeerd.

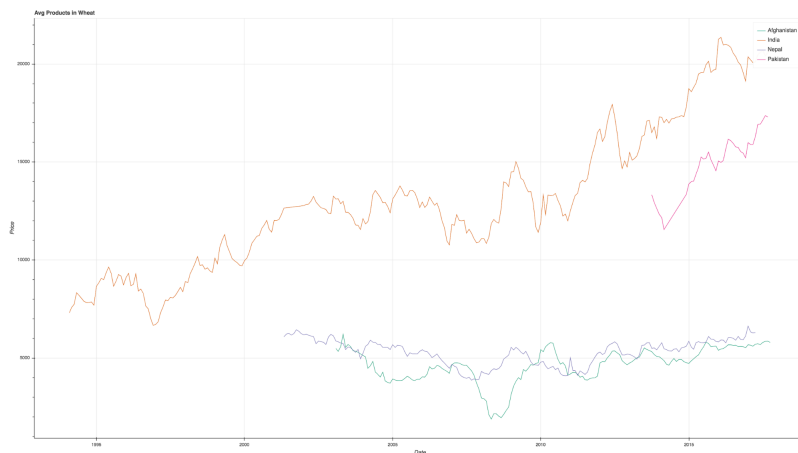
### Bestaat er een verband tussen de voedselprijzen en het sterftcijfer in een land?

In de volgende figuur is te zien hoe de sterftcijfers in de geanalyseerde landen zich ontwikkelen. Hierbij is een neergaande trend te bemerken bij alle landen.



Figuur 8: De betaalbaarheid van graan in US-Dollars

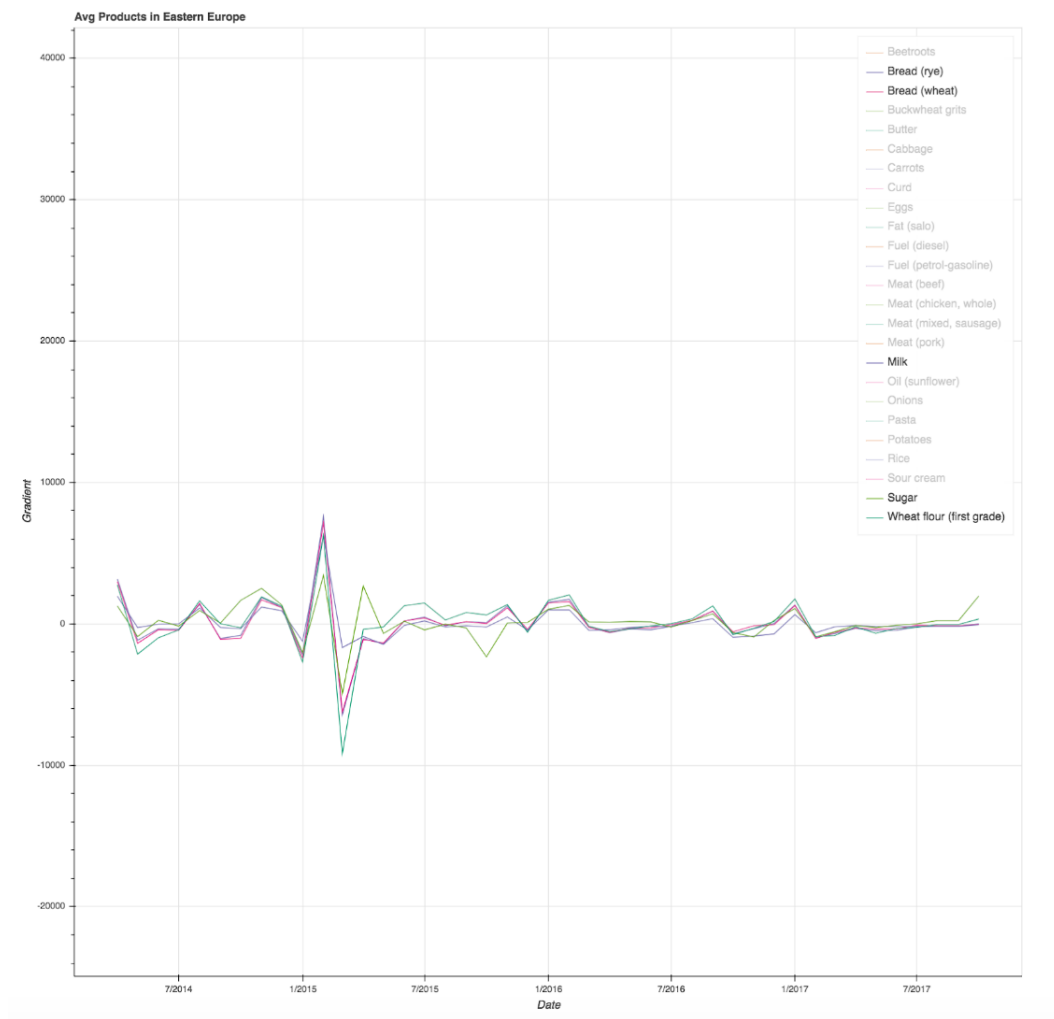
India, Pakistan en Nepal worden door K-means geclassificeerd tot het cluster met relatief goedkope graanprijzen, terwijl Afghanistan wordt geclassificeerd tot het cluster met relatief dure graanprijzen.



Figuur 9: De betaalbaarheid van graan zoals gegeven door de betaalbaarheid-index

Als er wordt gekeken naar de betaalbaarheid-index, wordt Nepal nu samen met Afghanistan geclassificeerd tot het cluster met relatief dure graanprijzen.

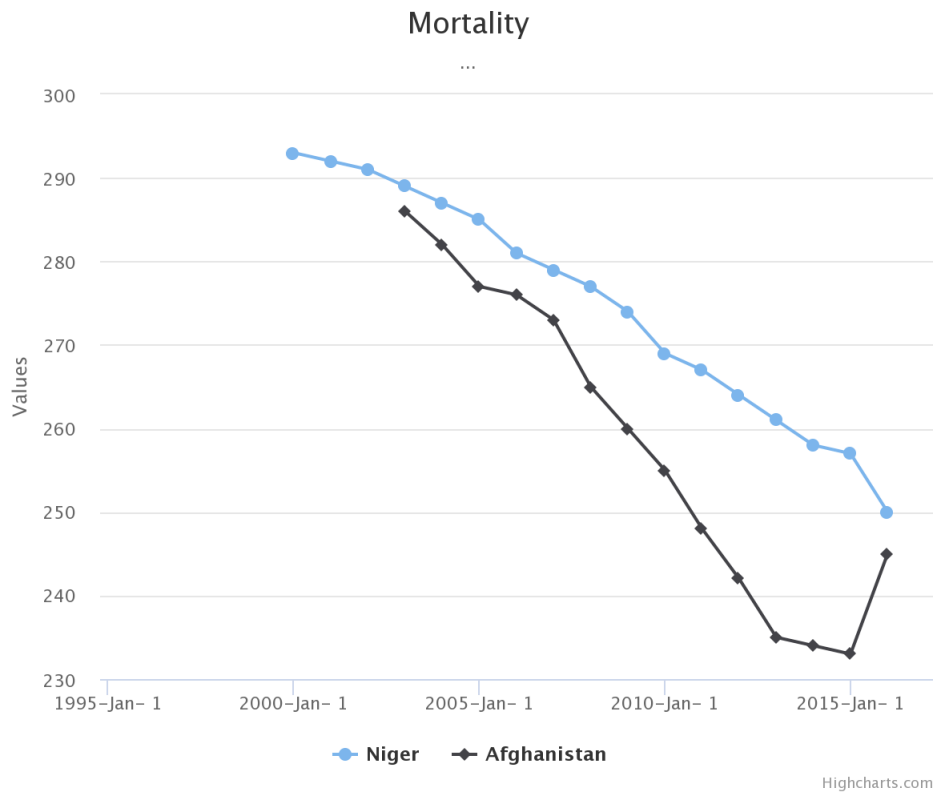
Er is een afwijking in Afghanistan in het jaar 2016. Deze afwijking is naast de prijsontwikkelingen gelegd van het voedsel in dezelfde periode in figuur 12. In deze periode is er een stijgende prijsontwikkeling van alle producten in Afghanistan. Deze omvatten diesel, tarwe, rijst en brood. Dit aantal producten is



Figuur 10: De afnames en toenames in de prijs van de ingrediënten van brood in Oekraïne geplot over een periode van ongeveer 2013 tot 2018.

echter te weinig om een eenduidige conclusie te kunnen trekken of de stijgende sterftcijfers een gevolg zijn van deze stijgende productprijzen.

In Niger is te zien



Figuur 11: De sterftecijfers in Afghanistan en Niger in de periode van 2000 tot 2016.

### Bestaat er een verband tussen vluchtelingen-stromingen en voedsel-prijzen?

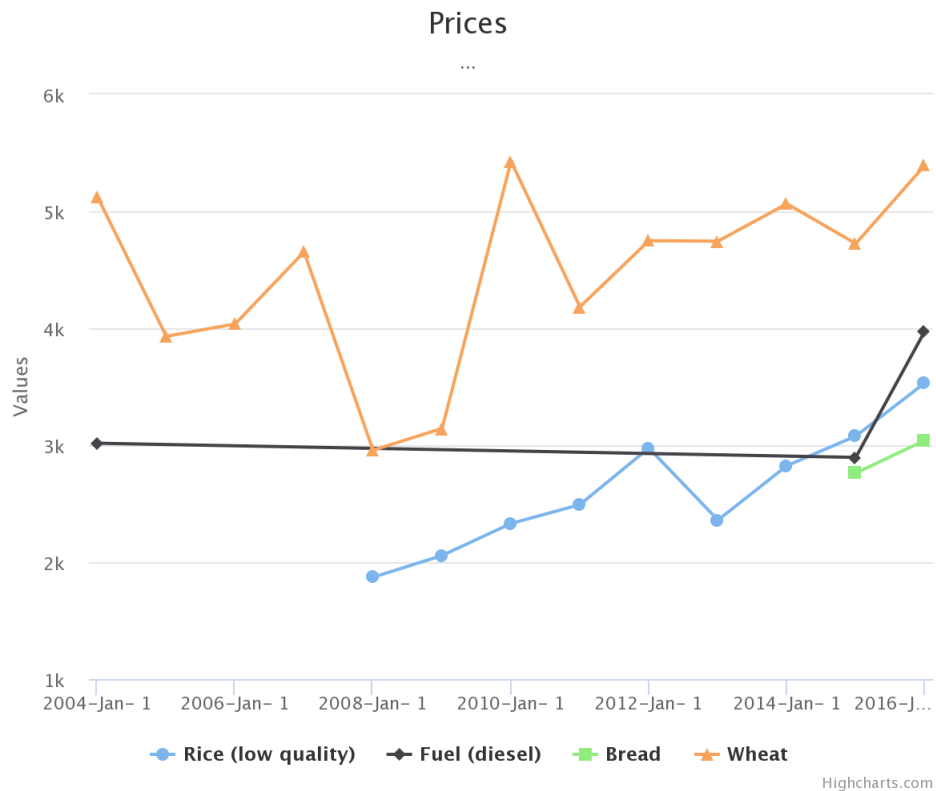
In figuur 14 is te zien dat er rond 2016 een sterke toename is in het aantal vluchtelingen.

Figuur 12 hoort ook bij de resultaten van deze deelvraag. In figuur 12 is te zien dat rond 2016 een abrupte stijging is in alle voedselprijzen tegelijk.

In figuur 15 is te zien dat rond 2010 een sterke toename van vluchtelingen is.

In figuur ?? is te zien dat rond 2010 ook de prijs van het voedsel toeneemt.



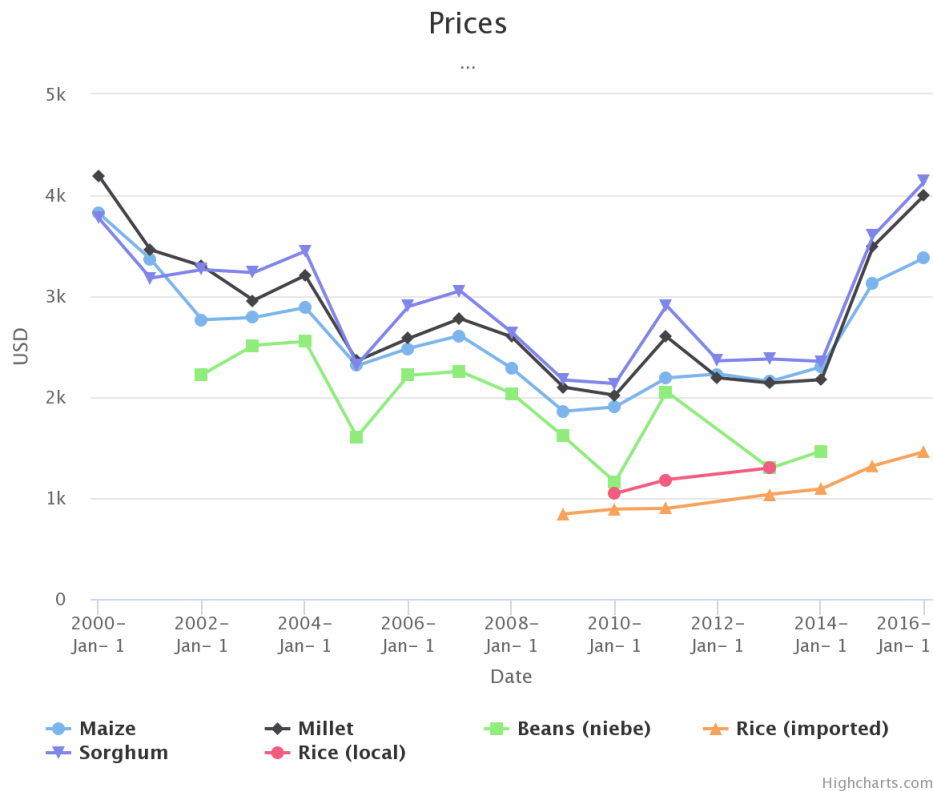


Figuur 12: De voedselprijzen in Afghanistan in de periode van 2004 tot 2016.

## Discussie

**Kunnen op US-Dollar genormaliseerde prijzen worden gebruikt om de betaalbaarheid van producten te bepalen, of moet er ook gecorrigeerd worden op het Gross Domestic Product (GDP) van een land?**

Het gebruik van US-Dollar prijzen en de betaalbaarheid-index leiden duidelijk tot andere classificaties. Dat Nepal eerst tot het goedkopere graanprijs-cluster wordt gerekend gerekend maar aan de hand van de betaalbaarheid-index tot het duurdere cluster, laat zien dat het gebruik van de betaalbaarheid-index een maatstaf is om in overweging te nemen. Waarschijnlijk geeft het vooral bij armere landen een betrouwbaarder beeld van de daadwerkelijke betaalbaarheid van producten.



Figuur 13: De voedselprijzen in Niger in de periode van 2000 tot 2016.

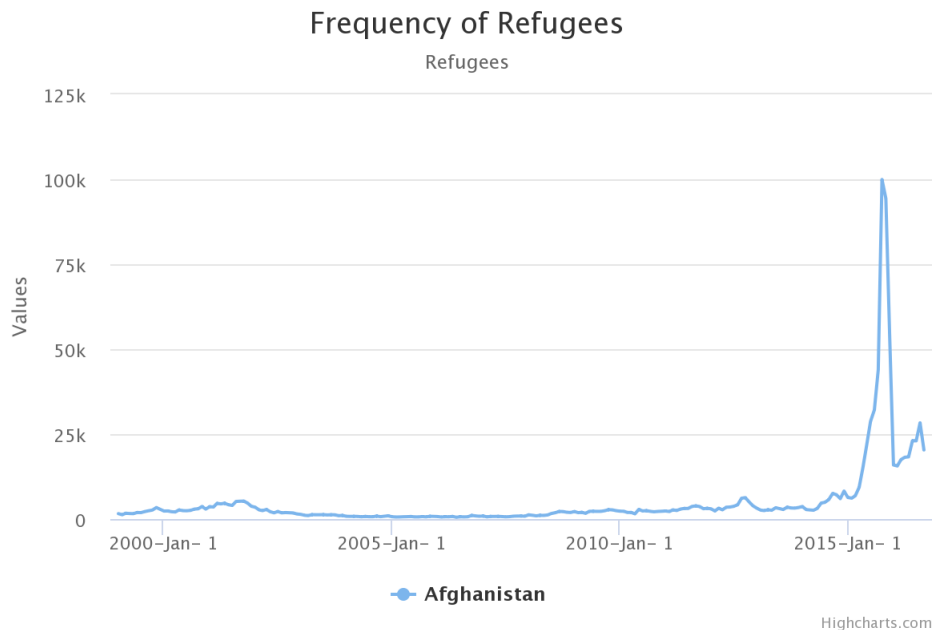
**Zijn er voedselprijzen die positief of negatief aan elkaar gecorreleerd zijn? Als voedselprijzen aan elkaar gecorreleerd zijn, is dit dan altijd het geval of alleen tijdens bepaalde periodes?**

Tabel 2 geeft de hoge correlaties weer tussen de verschillende vleessoorten in Oekraïne.

Zoals te zien is in Tabel 1 is de correlatie tussen de zuivel producten in Oekraïne tussen 2013 en 2018 zeer hoog. Bovendien worden deze producten bij elkaar geclusterd door K-means (zie tabel 3). Dit duidt dus op een positieve correlatie tussen de voedselprijzen van zuivelproducten (in Oekraïne). Deze correlatie was vooral te vinden in de periode tussen 2013 en 2018.

**Vertonen landen in dezelfde regio's vergelijkbare prijsverschillen?**

K-means geeft als resultaat dat er een verband is tussen vrijwel alle prijzen van rijst van de landen in Sub-Saharan Africa omdat er niet sprake is van consistente clustering. Dat wil zeggen dat het niet mogelijk is om meerdere



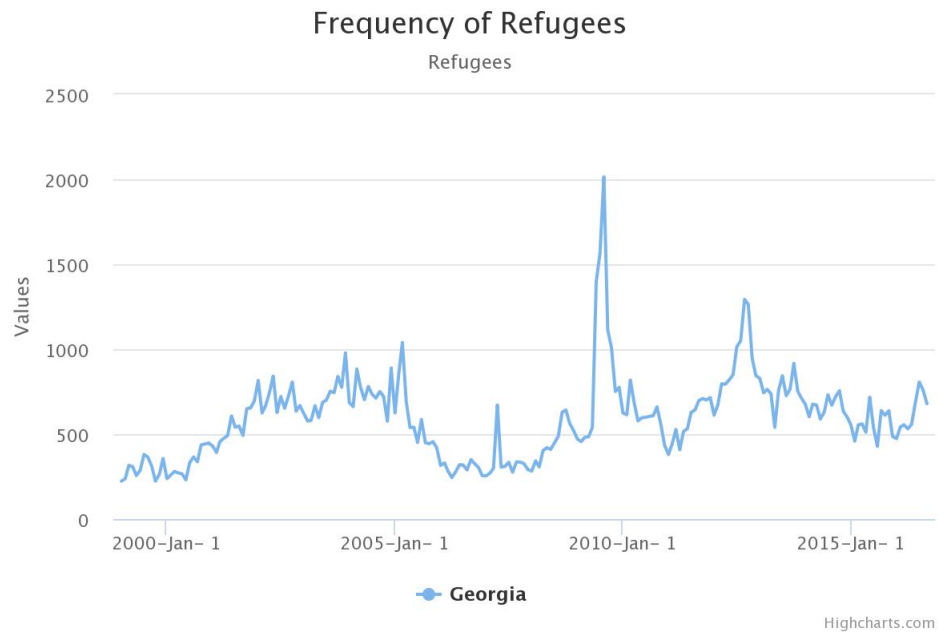
Figuur 14: Het aantal vluchtelingen van Afghanistan in de periode tussen 2000 en 2016

groepen te vormen omdat de landen als het ware één grote groep vormen. De lineaire correlatie tussen Ethiopia en Nigeria met de andere landen is aanzienlijk laag. Dit is niet gevonden met K-means omdat dit algoritme geen *outliers* kan detecteren of het kan zijn dat de relatie is niet lineair is. De rijst prijzen van andere landen in Sub-Saharan Africa correleren wel sterk.

Bij het bekijken van de prijzen van kafferkoor valt op dat er een subgroep ontstaat van Burkino-Faso, Mali en Niger tegenover de rest van de landen in *Sub-Saharan Africa*. Met behulp van de correlatie coëfficiënten valt op dat er een hoge correlatie is tussen de prijzen van kafferkoor in landen Mali en Niger, Mali en Burkina Faso, en Niger en Burkina Faso. Dit laat zien dat landen in dezelfde regio's vergelijkbare prijsverschillen vertonen.

#### **Bestaat er een verband tussen de voedselprijzen en het sterftcijfer in een land?**

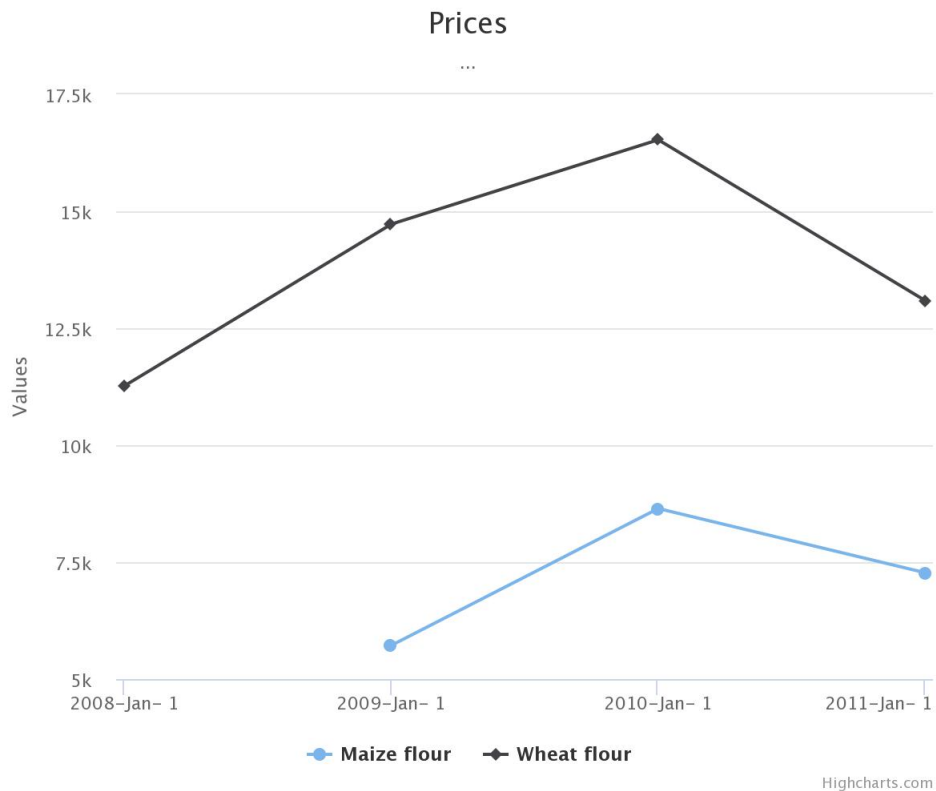
Er is geen duidelijk verband te vinden tussen de voedselprijzen en het sterftcijfer in de landen Niger, Afghanistan. Een reden hiervoor kan zijn dat andere factoren het sterftcijfer dusdanig beïnvloeden dat de invloed van de voedselprijzen op het sterftcijfer verwaarloosbaar is. Er is dus uit de resultaten geen verband af te leiden tussen de voedselprijzen en het sterftcijfer.



Figuur 15: Het aantal vluchtelingen van Georgië in de periode tussen 2000 en 2016

### **Bestaat er een verband tussen vluchtelingen-stromingen en voedselprijzen?**

Uit de resultaten blijkt dat wanneer er een toename is in de voedselprijs er ook een toename is in het aantal vluchtelingen. Dit hoeft niet meteen te betekenen dat er een direct verband is tussen de twee fenomenen. Het kan ook zijn dat ze door een overeenkomstige factor worden beïnvloed.



Figuur 16: De voedselprijzen in Georgië in de periode tussen 2008 en 2011

## Referenties

- [1] IMF, *International Monetary Fund*. <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD>. Accessed: 2018-06-15.
- [2] Maros Ivanic en Will Martin. “Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries”. In: *Agricultural economics* 39.s1 (2008), p. 405–416.
- [3] Donald Mitchell. “A note on rising food prices”. In: (2008).
- [4] OANDA, *Historical Exchange Rates*. <https://www.oanda.com/fx-for-business/historical-rates>. Accessed: 2018-06-12.
- [5] Stefan Steinberg. “Financial speculators reap profits from global hunger”. In: *Centre for Research on Globalization*. [www.globalresearch.ca/printarticle.php](http://www.globalresearch.ca/printarticle.php) (2008).
- [6] United Nations, *UNSD - Methodology*. <https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49>. Accessed: 2018-06-08.

- [7] *WFP, Global Products*. [http://vam.wfp.org/sites/data/WFPVAM\\_FoodPrices\\_05-12-2017.csv](http://vam.wfp.org/sites/data/WFPVAM_FoodPrices_05-12-2017.csv). Accessed: 2018-06-04.
- [8] *Wikipedia, ISO 3166-1*. [https://en.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166-1](https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1). Accessed: 2018-06-08, Date Published: 2018-06-11.
- [9] Robert Zubrin en Gal Luft. “Food vs. fuel a global myth”. In: *The Chicago Tribune* 6 (2008).