



Pan uit Senegal,
Gezond of niet gezond...

Door:

- **Anthony Talen** (N&G)
- **Brett Rijnders** (N&T)
- **Christian Helder** (N&T)

Betrokken vakken:

- *Scheikunde*
- *Natuurkunde*
- *Biologie*

School:

Comenius Achter de Hoven te Leeuwarden

Klas:

V6B

Begeleider:

P. Soeteman

Inleverdatum:

23-03-07

Voorwoord

Vorig jaar in februari waren we bezig met onze praktische opdracht van scheikunde over optische activiteit van stoffen. We werden benaderd door F. Sibers, docent biologie. Hij had een pan uit Senegal in zijn kabinet liggen en hij zocht mensen die de pan wilden onderzoeken. Helaas waren wij al bezig met de opdracht van scheikunde. Dus besloten we de pan te gaan onderzoeken in de 6^e klas als pws (profielwerkstuk).

Ons leek dit een interessant onderzoek. Het daagde ons uit om kennis te gebruiken die niet in schoolboeken staat. Het leek ons een onmogelijke opgave. Volgens ons moet een 'echt' onderzoek zo zijn. Met dit onderzoek zijn wij de eerste geweest die zo'n pan hebben onderzocht, we begaven ons op een nieuw terrein.

Tijdens ons onderzoek kwamen we allerlei problemen tegen. Dankzij de volgende mensen konden we dit onderzoek tot een goed einde brengen. Met dank aan volgende personen:

- H. van der Velde (onderzoeker aan RuG, heeft ons geholpen met de AAS)
- R. ten Broeke (student RuG, assistent van H. van der Velde)
- F. Sibers (docent Bi)
- M. Edelenbosch (TOA-Bi)
- J. Zwanenburg (begeleider Scheikunde, TOA-Sk)
- L. Feitsma (Magnetisme, TOA-Na)
- Karin Ree (Heeft ons doorverwezen naar de AAS)

Ook bedanken wij het ziekenhuis UMCG te Groningen voor de ICP-meting van onze monsters.

De samenwerking ging goed. Tussen ons was er weinig tot geen miscommunicatie. We hebben veel plezier gehad aan dit onderzoek. We spraken samen af wat we deden en wanneer we wat deden.



Inhoudsopgave

Inhoud	pagina
Voorwoord	1
Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
Theoretische verantwoording	4
Opzet van het onderzoek	5 - 6
De resultaten van het onderzoek	7 - 18
Samenvatting en conclusies	19
Discussie	20-21
Eventuele aanbevelingen	22
Eindnoten	23
Begrippenlijst	24 - 25
Bronnenlijst	26 - 27
Bijlagen	28 - 33

Inleiding

We hebben onderzoek gedaan naar een pan uit Senegal. We moesten onderzoeken of deze pan wel zo gezond is. Deze pan wordt gemaakt door een gieterij in Senegal uit hergebruikte metalen. De vraag die ons werd gesteld was: "Is het gezond om met deze pannen en bestekken te eten?".

Zoals in het voorwoord staat werden we al in de 5^e klas gevraagd om de pan te onderzoeken. Toen hadden we helaas geen tijd en de opdracht kon niet gerekend worden tot werkstuk. Dit vonden we toen heel jammer, we wilden het graag onderzoeken. We hadden geen idee waar we moesten beginnen. Ook wisten we niet welke methodes we moesten gebruiken om de pan te onderzoeken. Daarom juist wilden we dit onderzoek ook doen. We willen iets leren en onderzoeken wat nog onbekend is voor ons. Dat maakt een onderzoek een "echt" onderzoek.

We hebben voor dit onderzoek de volgende hoofdvraag gesteld:

- "Is het gevaarlijk om uit deze pan te eten?"

De deelvragen die we daarbij hebben gesteld zijn:

- Welke methodes worden gebruikt om te onderzoeken welke stoffen er aanwezig zijn (o.a. zware metalen). Hoe werkt het apparaat dat hiervoor gebruikt wordt?
- Welke stoffen zitten er in zo 'n pan en in welke hoeveelheden komen ze voor bij onze monsters?
- Zitten er giftige stoffen in waarvan de *ADI* waarde wordt overschreden en wat zijn de gevolgen als een mens deze stoffen binnenkrijgt?
- Kunnen deze giftige stoffen verwijderd worden?
- Zou men kunnen voorkomen dat deze giftige stoffen in de pan komen bij het productieproces.
- Kan de pan ook beschermd worden met een beschermende laag zodat er geen giftige stoffen vrij kunnen komen als de pan verwarmd wordt

In het verslag kijken we eerst welke methodes gebruikt kunnen worden om te onderzoeken welke stoffen er in de pan zitten en welke stoffen vrij komen bij het eten. Daarna kijken we of de hoeveelheden die vrijkomen gevaarlijk, dus giftig zijn. Vervolgens kijken of we hier een oplossing of aanbeveling voor hebben. Tenslotte beantwoorden we de hoofdvraag.

We hebben ook een hypothese bedacht, deze is hieronder te lezen.

Onze hypothese is:

Omdat de pan o.a. gemaakt is van gerecyclede aluminium pannen en motorblokken, verwachten we in ieder geval aluminium aan te treffen. Daarnaast verwachten we enkele zware metalen aan te treffen zoals: lood, cadmium, en barium, omdat deze zware metalen worden toegepast in auto onderdelen die men in de gieterijen in Senegal gebruikt om pannen van te maken.

Van alle genoemde metalen verwachten we dat aluminium in de hoogste concentratie in de pan voor zal komen, omdat veel auto-onderdelen en (oude)pannen die men gebruikt om nieuwe lepels en pannen van te maken veel aluminium bevatten.

De woorden die cursief gedrukt zijn staan in de begrippenlijst. In de begrippenlijst staat meer uitleg over het woord in.

Theoretische verantwoording

Van onze contactpersonen in Groningen kregen we te horen dat onze monsters op de aanwezigheid van metalen onderzocht konden worden door middel van *AAS* en *ICP*. Omdat deze onderzoeksmethoden nieuw voor ons waren hebben we op het internet eerst gezocht naar artikelen over *AAS* en *ICP*, zodat we konden begrijpen op welke manier onze monsters onderzocht konden worden en hoe de metalen uiteindelijk geconstateerd konden als onze monsters onderzocht zouden worden. Als belangrijkste bron hebben we [wikipedia](#) gebruikt om informatie over *AAS* en *ICP* te vinden (voor de exacte links van wikipedia en de andere sites die we hebben gebruikt om informatie te vinden met betrekking tot *AAS* en *ICP* zie bronnenlijst). Omdat we wilden weten of de metalen in schadelijke hoeveelheden aanwezig waren in onze monsters, omdat dit ons zou kunnen vertellen of er metalen in schadelijke hoeveelheden vrij zouden komen bij het koken in de pan, hebben we op het internet gezocht naar *ADI*-waarden van metalen in drinkwater. Door de hoeveelheden van de metalen die de onderzoeken in Groningen ons hadden geleverd te vergelijken met de *ADI*-waarden van metalen in drinkwater konden we vaststellen welke metalen in dusdanige hoeveelheden vrijkwamen bij het koken en daarbij schadelijk voor de gezondheid konden zijn. Deze *ADI*-waarden van zware metalen in drinkwater hebben we via www.lenntech.com verkregen (voor de exacte links van www.lenntech.com zie bronnenlijst). Voor zover de verantwoording van de theorie die we via internet hebben verkregen.

Opzet van het onderzoek

Wij moesten dus onderzoeken of gevaarlijk het is om uit de pan te eten. We hebben dus onderzocht welke stoffen er vrijkomen bij het koken in de pan.

In het kort: We hebben een stukje van de pan gekookt in verschillende vloeistoffen waarvan de *pH* varieerde. Deze stoffen hebben we geanalyseerd. Voor het krijgen van de te onderzoeken stoffen hebben we een aantal experimenten uitgevoerd. Voor de analyse hebben we de *AAS* en *ICP* gebruikt

Hoe we aan het antwoord op de deelvragen zijn gekomen:

- Welke methodes worden gebruikt om te onderzoeken welke stoffen er aanwezig zijn (o.a. zware metalen). Hoe werkt het apparaat dat hiervoor gebruikt wordt?

Wij zijn achter het antwoord gekomen van deze vraag via F. Sibers. Hij heeft ons doorverwezen naar Karin Ree en deze vrouw heeft ons iets verteld over de *AAS* en *ICP*. Via haar zijn we in aanraking gekomen met Robert Floor en Hans van der Velde. Nu wisten we wat meer en konden we ons storten op de literatuur (internet).

- Welke stoffen zitten er in zo 'n pan en in welke hoeveelheden komen ze voor bij onze monsters?

Dit konden we met de *AAS* meten. Aangezien we maar 3 verschillende lampen hadden, konden we maar 3 verschillende metalen onderzoeken met de *AAS* (Cadmium, Aluminium en Lood). Voor een compleet overzicht van de aanwezige stoffen hebben we 2 monsters opgestuurd naar het UMCG. Daar konden ze een *ICP* meting verrichten. Bij het eerste monster hadden we een stukje pan volledig opgelost. Hieruit konden we dus bepalen welke stoffen er in zo een pan zitten. Bij het tweede monster hebben we gemaakt onder normale omstandigheden (die je bij normaal koken doet → scheutje azijnzuur, paar minuten koken)

- Zitten er giftige stoffen in waarvan de *ADI* waarde wordt overschreden en wat zijn de gevolgen als een mens deze stoffen binnenkrijgt?

Uit de resultaten van de *AAS* en *ICP* metingen kun je zien in welke hoeveelheden bepaalde stoffen aanwezig zijn. Deze kun je vergelijken met de *ADI* waarde die horen bij de stoffen. Deze *ADI* waardes hebben we gevonden op <http://www.lenntech.com>.

- Kunnen deze giftige stoffen verwijderd worden?

Deze vraag konden we beantwoorden met:

Algemene kennis → Kennis die we gekregen hebben van de scheikundelessen.

Research → Kosten van scheidingsmethodes, Binas - smeltpunten.

Een experimentje → Bekrassen van een fietsstuur.

En de resultaten uit de *ICP* metingen

- Zou men kunnen voorkomen dat deze giftige stoffen in de pan komen bij het productieproces.

Deze vraag kon beantwoordt worden met behulp van de resultaten van de *ICP* metingen. Door onze kennis van de chemie konden we dit redeneren.



- Kan de pan ook beschermd worden met een beschermende laag zodat er geen giftige stoffen vrij kunnen komen als de pan verwarmd wordt.

Met onze kennis over onedele metalen en over redoxreacties konden we deze vraag ook beantwoorden.

Alles verliep vrij soepel, we kregen maar 1 probleempje en daardoor zagen we het even niet meer zitten: Toen we net van de AAS te horen kregen dachten we dat we bijna alle metalen konden bepalen. Later kregen we een mailtje dat alleen lood bepaald kon worden. We stonden op het punt om af te haken. We kwamen M. Edelenbosch tegen en hadden een gesprekje met hem erover. Hij haalde ons over om toch te gaan. Een paar dagen later kregen we te horen dat cadmium en aluminium ook bepaald konden worden.

We hebben niet zoveel veranderd nadat we alles gepland hadden. Het enige wat we niet volgens schema gedaan hebben is het maken van de monsters. We zouden eerst 14 monsters maken met een pH van 1,2,3,4,5....14. Op de dag van het maken van de monsters hebben we dit wat aangepast. Het was allemaal vrij veel werk om ze echt allemaal te doen. Daarom hebben we waardes genomen die wat belangrijker waren om te weten te komen.

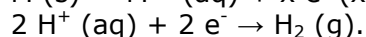
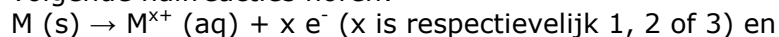
We zouden ook duo metingen doen. 2 Metingen tegelijk. Maar we kregen de digitale pH en temperatuur meters niet aan het werk. Eén van de computers gaf een storing aan. Daarom hebben we handmatig de pH en temperatuur gemeten.

De resultaten van het onderzoek

Welke methodes worden gebruikt om te onderzoeken welke stoffen er aanwezig zijn (o.a. zware metalen). Hoe werkt het apparaat dat hiervoor gebruikt wordt?

Om te onderzoeken welke stoffen er aanwezig zijn in de pan is het eerst nodig om een aantal monsters te maken waarin de metaalionen van de metalen waaruit de pan bestaat voorkomen.

De monsters zijn te maken door de pan in contact te brengen met een zuuroplossing. Het zuur zal met de metalen in de pan reageren, volgens een *redoxreactie* waarbij de volgende halfreacties horen:



Door middel van de *analyse techniek AAS* is te bepalen welke metalen zich in de pan bevinden. Dit geschiedt door het monster in een AAS te onderzoeken.

Er wordt dan een kleine hoeveelheid van het monster in de AAS gezogen en vervolgens verneveld en *geatomiseerd* in een vlam. In de vlam zullen dan alleen metaalatomen overblijven omdat het oplosmiddel volledig wordt verdampt in de vlam en zo uit de vlam zal verdwijnen. Met een lamp speciaal geschikt voor het aantonen van één specifiek element wordt dan licht door de vlam gestraald.

Omdat het licht uit een lamp komt met een negatieve pool die uit het te onderzoeken metaal bestaat, zal het licht uit de lamp uit *fotonen* bestaan met een golflengte die alleen door de atomen van het te onderzoeken metaal geabsorbeerd kunnen worden.

Als de metaalatomen in de vlam overeen komen met de te onderzoeken metaalatomen, dan zullen de metaalatomen in de vlam het licht dat door de lamp in de vlam gestraald wordt absorberen. Er zal dan ook een hoeveelheid van het licht dat in de vlam gestraald wordt niet geabsorbeerd worden. Door de *intensiteit* van het licht te meten voordat het door de vlam gestraald wordt en nadat het door de vlam gestraald is, is vast te stellen of het te onderzoeken metaal wel of niet in de vlam en dus in het monster aanwezig is. Zo kan dan vastgesteld worden of het te onderzoeken metaal wel of niet aanwezig is in de pan.

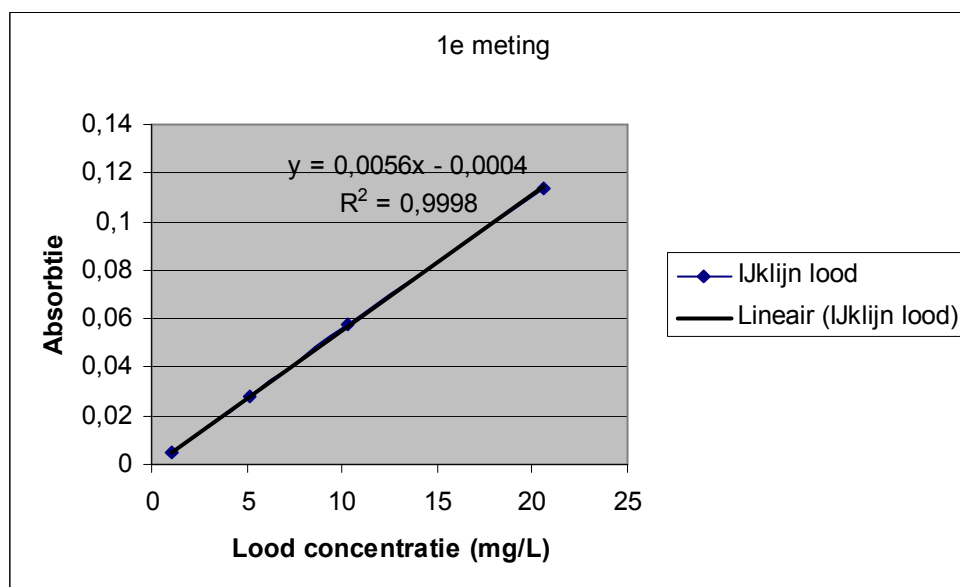
Daarnaast is het ook mogelijk om een monster op bepaalde metalen te onderzoeken door middel van *ICP*. Hierbij wordt ook weer een hoeveelheid monster opgezogen in het apparaat voor *ICP*-meting. Vervolgens wordt de hoeveelheid opgezogen monster, net als bij de AAS, verneveld en verwarmd zodat het oplosmiddel verdampt en ontwijkt en alleen de metaalionen overblijven. De metaalionen worden dan in argon, dat hier de functie van *draaggas* vervult, naar het plasma vervoerd.

In het plasma worden de metaalionen *geatomiseerd*. Vervolgens komen de in het plasma ontstane metaalatomen in een aangeslagen toestand terecht waarbij de elektronen van deze atomen in een hoger energieniveau komen.

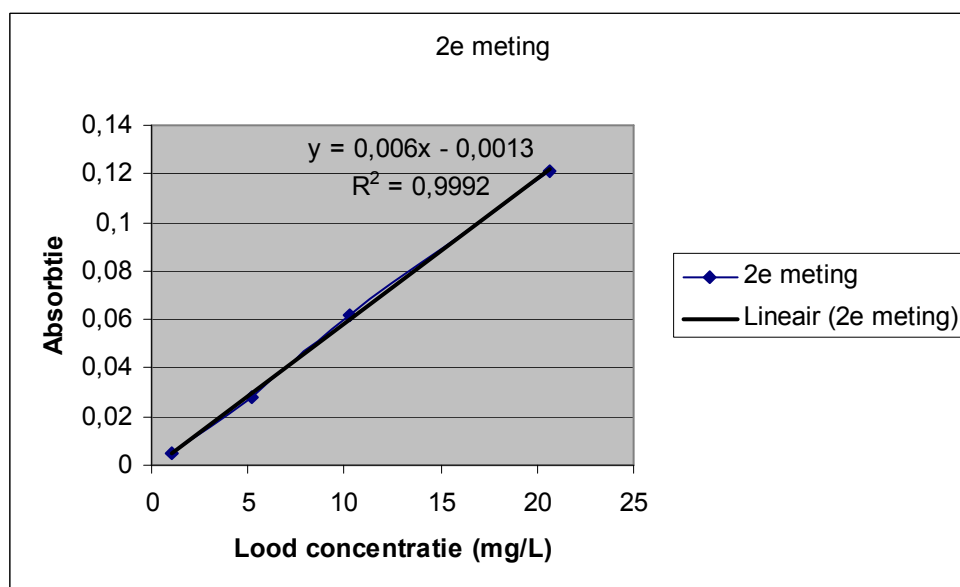
Uiteindelijk zullen de elektronen van de aangeslagen metaalatomen ook weer terug vallen naar hun oorspronkelijke energieniveau, dit gaat gepaard met het uitzenden van fotonen. De golflengte van deze *fotonen* is karakteristiek voor de verschillende aanwezige metaalatomen. Door de golflengtes van deze verschillende fotonen te meten kan er vastgesteld worden welke metaalatomen er in het plasma aanwezig waren en daarmee ook aanwezig waren in het monster en dus in de pan.

Welke stoffen zitten er in zo 'n pan en in welke hoeveelheden komen ze voor bij onze monsters?

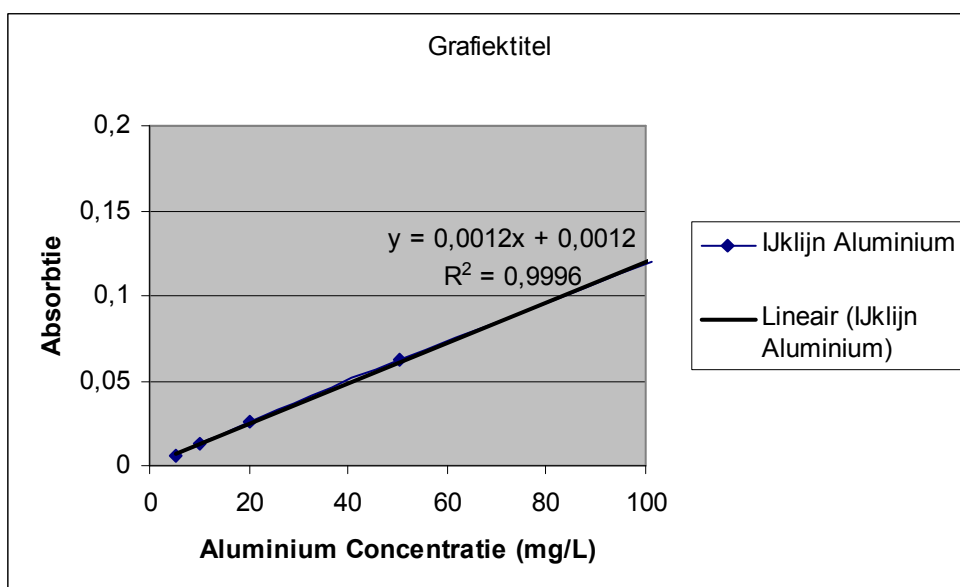
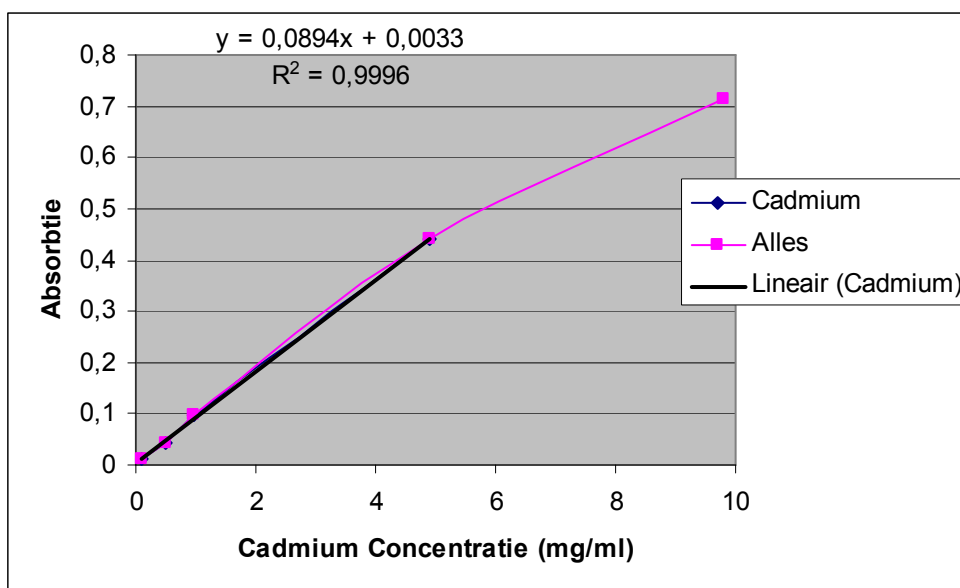
De hoeveelheden hebben we kunnen bepalen door gebruik te maken van de AAS. We hebben hiermee de hoeveelheden Lood, Cadmium en Aluminium kunnen bepalen. Eerst hebben we een *ijklijn* gemaakt door verschillende *concentraties* van een oplossing te gebruiken. De ijklijnen zijn hieronder weergegeven, in deze grafieken is concentratie uitgezet tegen de absorptie waarde die de AAS geeft.



Deze 1^e meting hebben we gebruikt voor onze monsters¹⁾.



Deze 2^e meting hebben we gebruikt voor een monster dat we daar in Groningen hebben gemaakt. Dit monster bevatte 1,018 g pan en 16 ml *koningswater*. Deze hebben we verwarmd in een magnetron bij 115 graden gedurende een uur (270 W). Het *filtraat* hebben we gebruikt aangevuld tot 100 ml. Het *filtraat* was dus het monster voor deze meting. Het *residu* hebben we gebruikt voor verder onderzoek²⁾



De grafieken zijn deels *lineair*. Op een gegeven moment buigt de lijn af. Alleen de rechte lijnstukken kunnen gebruikt worden als ijkljn. De R^2 - waarde zegt iets over de afwijking van de metingen van een rechte lijn. Hoe dichter de R^2 - waarde bij de 1,0 is des te nauwkeuriger zijn de meetwaardes.

De monsters die belangrijk zijn, dat zijn de monsters 2, 6, 7 en 9.

fles	Hoeveelheid stof	pH-begin	pH-eind
1	50 mL; zoutzuur met 1,28 gram pan.	1,8	1,8
2	50 mL; <i>demi-water</i> met 1,26 gram pan.	6,8	9,0
3	50 mL; zoutzuur / <i>demi water</i> met 1,12 gram pan.	6,1	8,4
4	50 mL; natronloog / <i>demi</i> met 1,34 gram pan.	8,0	9,8
5	50 mL; natronloog met 1,06 gram pan.	12,4	11,9
6	50 mL; zoutzuur / <i>demi</i> met 1,16 gram pan.	5,0	7,2
7	50 mL <i>azijn</i> met 1,28 gram pan	3,6	3,6
8	10 mL speeksel + 40 mL <i>demi-water</i> met 1,20 gram pan.	7,4	6,6
9	750 mL <i>demi-water</i> ; 20 mL <i>azijn</i> met 785,5 gram pan.	-	3,6
x	8 mL <i>koningswater</i> ; 2 mL HF met 0,201 gram pan.	-	-

De belangrijke monsters 2, 6, 7 en 9 komen waarschijnlijk ook voor in het dagelijkse leven. Denk bijvoorbeeld aan het afwassen en het eten. Voor eten gebruiken ze waarschijnlijk gewoon water (zie monster 2). Het eten kan zuur zijn, aangezien ze veel vis eten (zie monsters 6, 7 en 9).

Hieronder is een tabel met gegevens over de *absorptiewaardes* bij elke monster en elk gemeten stof. De *absorptiewaardes* hebben we gevonden door middel van de AAS

monster	Absorptiewaarde Pb	Absorptiewaarde Cd	Absorptiewaarde Al
1	0,011	0,007	1,250 ³⁾
2	0,001	0,000	0,006
3	0,000	0,000	0,010
4	0,000	0,000	0,032
5	0,002	0,000	0,012 ⁴⁾
6	0,000	0,000	0,000
7	0,009	0,002	0,031
8	0,001	0,000	0,000
9	0,003	0,000	0,000
x	0,030	0,016	0,080 ⁵⁾

Met behulp van onze ijklijnen en absorptiewaardes kunnen we de concentraties bepalen.

We beschikken over de volgende formules:

Voor Al » y = 0,0012x + 0,0012

Voor Cd » y = 0,0894x + 0,0033

Voor Pb » y = 0,0056x - 0,0004

Voor Pb 2^e meting » y = 0,006x - 0,0013

Hierbij is y de *absorptiewaarde* en is x de *concentratie* in mg/L. We moeten x weten de formules worden dan:

Voor Al » x = y/0,0012 - 0,0012

Voor Cd » x = y/0,0894 - 0,0033

Voor Pb » x = y/0,0056 + 0,0004

Voor Pb 2^e meting » x = y/0,006 + 0,0013

Hieronder staan de berekende concentraties van de monsters

monster	Concentratie Pb (mg/L)	Concentratie Cd (mg/L)	Concentraties Al (mg/L)
1	2,0	0,075	1041,6 ³⁾
2	0,18	-	5,0
3	-	-	8,3
4	-	-	2,6 x 10
5	0,36	-	1,0 x 10 ⁴⁾
6	-	-	-
7	1,6	0,019	2,6 x 10
8	0,18	-	-
9	0,54	-	-
x	5,0	0,18	6,7 x 10 ⁵⁾

In de bovenstaande tabel kan je dus zien in welke hoeveelheden de stoffen lood, Cadmium en Aluminium voorkomen in de monsters. Zoals we al eerder aangaven vonden wij monsters 2, 6, 7 en 9 belangrijk.

In de bijlage staan metingen die met de *ICP* gedaan zijn. Ook staan hier de metingen in van lood, cadmium en aluminium. De meetwaarden bij Pb, Cd en Al verschillen een beetje vergeleken met de *AAS*. Dit kan komen doordat er een andere golflengte is gebruikt dan bij de *AAS*. De analysemethode is ook anders, dus daardoor kan je ook verschillende meetwaarden krijgen.

De stoffen die men heeft proberen te meten zijn:

Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Rl, Zn, Zr en Ti.

Hierbij zijn 2 monsters onderzocht, namelijk monster 9 en monster "PAN".

Monster "PAN" bestaat uit 8 mL *koningswater*; 2 mL HF met 0,201 gram pan. In de bijlage staan de hoeveelheden aangegeven in mg/L. Negatieve waardes betekent dat het niet aantoonbaar was. Als er "Uncal" staat dan was het wel aantoonbaar, maar de hoeveelheid kon niet bepaald worden. De waardes "x" en "o" staan voor te hoge waardes, "x" betekent boven het meetbereik van de ijklijn en "o" betekent dat het een te grote waarde is geweest om het te kunnen meten.

De hoeveelheden die gemeten zijn bij monster "Pan" zijn minder belangrijk, omdat het monster verkregen is onder zeer extreme omstandigheden. Op de volgende pagina volgt een tabel van monster 9, waarvan de hoeveelheden bekend zijn. De hoeveelheden worden gegeven in mg/L. Dit zijn dus de hoeveelheden die vrijkomen bij het koken van azijn en water in een pan.



Element - golflengte	Monster 9	Monster 9 10 x verdund	Monster 9 100 x verdund
Al – 396,152	0,6	1,2	4,9
Ba – 455,403	0,11	0,11	0,03
Ba – 493,408	0,1	0,03	-
Bi – 222,821	-	-	0,84
Bi – 223,061	0,01	0,02	0,62
Ca – 393,366	-	34,81	36,23
Ca – 396,847	32,78	35,10	54,21
Ce – 418,659	0,02	0,63	7,85
Co – 230,786	0	0	0,01
Cu – 324,754	0,05	-	-
Cu – 327,395	0,06	0,04	-
Fe – 238,204	0,10	0,11	0,19
Fe – 259,940	0,10	0,10	0,01
K – 766,491	3,16	2,86	2,88
K – 769,897	3,26	2,61	1,30
Li – 610,365	0,02	0,18	1,79
Li – 670,783	0,01	0,03	0,27
Mg – 279,553	2,50	2,65	2,85
Mg – 280,270	2,63	2,73	2,62
Mn – 257,610	0,04	0,01	-
Mn – 259,372	0,04	0,01	-
Na – 588,995	3,93	4,18	5,61
Na – 589,592	4,48	4,11	5,99
Ni – 216,555	0,01	-	-
Ni – 231,604	0,01	-	-
Pb – 182,143	0,22	0,22	-
Pb – 220,353	0,22	0,18	-
Si – 251,611	2,19	2,13	1,12
Si – 288,158	2,23	1,94	-
Tl- 190,794	0	0,04	-
Tl – 276,789	-	0,20	2,29
Zn – 202,548	0,41	0,38	0,13
Zn – 213,857	0,40	0,36	-

Zitten er giftige stoffen in waarvan de ADI waarde wordt overschreden en wat zijn de gevolgen als een mens deze stoffen binnenkrijgt?

Elke stof kan giftig zijn, het gaat om de hoeveelheden die je binnenkrijgt in een bepaalde tijd. Dit wordt aangegeven met de ADI waarde, deze staat voor Aanvaardbare Dagelijkse Inname in mg per kg lichaamsgewicht. Zou deze waarde overschreden worden dan heeft het geen directe gevolg. In BINAS T95B staan gegevens in over de stoffen. Helaas staan hier niet alle stoffen in en is het niet gedetailleerd genoeg. Daarom gebruiken we de gegevens van <http://www.lenntech.com>.

Bij het kijken of een stof giftig is nemen we aan dat een volwassen persoon 1 x per dag gebruik maakt van de pan. Bij het eten krijgt de persoon 250 mL water binnen. Daarnaast kijken we niet naar verdunningen, want dit gebeurt hoogstwaarschijnlijk ook niet bij het eten. We kijken eerst naar de ICP meting van monster 9.

Element - golflengte	Monster 9 mg/L	(Drinkwater)normen van EU
Al – 396,152	0,6	0,2 mg/L
Ba – 455,403	0,11	0,3 mg/L
Ba – 493,408	0,1	0,3 mg/L
Bi – 222,821	-	Geen richtlijn aangegeven
Bi – 223,061	0,01	Geen richtlijn aangegeven
Ca – 393,366	-	-
Ca – 396,847	32,78	2,5 gram/dag; persoon krijgt 32,78/4 = 8,195 mg
Ce – 418,659	0,02	-
Co – 230,786	0	Geen richtlijn voor mensen.
Cu – 324,754	0,05	2 mg/L
Cu – 327,395	0,06	2 mg/L
Fe – 238,204	0,10	0,2 mg/L
Fe – 259,940	0,10	0,2 mg/L
K – 766,491	3,16	Er zijn hiervoor meerdere waardes ⁷⁾
K – 769,897	3,26	Er zijn hiervoor meerdere waardes ⁷⁾
Li – 610,365	0,02	10 mg/L
Li – 670,783	0,01	10 mg/L
Mg – 279,553	2,50	- ⁸⁾
Mg – 280,270	2,63	- ⁸⁾
Mn – 257,610	0,04	0,05 mg/l ; Dagelijkse inname is 5 mg
Mn – 259,372	0,04	0,05 mg/l ; Dagelijkse inname is 5 mg
Na – 588,995	3,93	200 mg/L ; Dagelijkse inname is 4000 mg
Na – 589,592	4,48	200 mg/L ; Dagelijkse inname is 4000 mg
Ni – 216,555	0,01	0,02 mg/L
Ni – 231,604	0,01	0,02 mg/L
Pb – 182,143	0,22	0,025 mg/L
Pb – 220,353	0,22	0,025 mg/L
Si – 251,611	2,19	Dagelijkse inname tussen de 20 en 1200 mg
Si – 288,158	2,23	Dagelijkse inname tussen de 20 en 1200 mg
Tl- 190,794	0	-
Tl – 276,789	-	-
Zn – 202,548	0,41	4 tot 8 gram
Zn – 213,857	0,40	4 tot 8 gram

De velden die rood gemarkeerd zijn kunnen giftig zijn, deze vormen een risico voor de gezondheid. De waarden gaan over de vastgestelde grenswaarde die de EU heeft ingesteld of de waarden bevinden zich in de buurt van de vastgestelde grenswaarden. Later zal uitgelegd worden wat de gevolgen zullen zijn na inname van deze stoffen.

We gaan eerst kijken naar de AAS meting. Het gaat ons vooral om de monsters 2, 6, 7 en 9. De volgende tabellen geven de hoeveelheden Pb, Al en Cd weer. De velden die rood zijn gemarkeerd gaan over de grenswaarde. De velden die donkerrood zijn gemarkeerd zijn de monsters 2, 6, 7 en 9 die over de grenswaarde gaan.

monster	Concentratie Pb (mg/L)	Drinkwaternorm van EU mg/L
1	2,0	0,025
2	0,18	0,025
3	-	0,025
4	-	0,025
5	0,36	0,025
6	-	0,025
7	1,6	0,025
8	0,18	0,025
9	0,54	0,025
x	5,0	0,025

monster	Concentratie Cd (mg/L)	Drinkwaternorm van EU mg/L
1	0,075	0,005
2	-	0,005
3	-	0,005
4	-	0,005
5	-	0,005
6	-	0,005
7	0,019	0,005
8	-	0,005
9	-	0,005
x	0,18	0,005

monster	Concentraties Al (mg/L)	Drinkwaternorm van EU mg/L
1	1041,6 ³⁾	0,2
2	5,0	0,2
3	8,3	0,2
4	2,6 x 10	0,2
5	1,0 x 10 ⁴⁾	0,2
6	-	0,2
7	2,6 x 10	0,2
8	-	0,2
9	-	0,2
x	6,7 x 10 ⁵⁾	0,2

De schadelijke stoffen die men dus in overmaat binnenkrijgt bij het eten zijn: Al, Ba, Ca, Fe, Mn, Ni, Pb en Cd. Door deze overmaat kunnen de stoffen schadelijk zijn voor de gezondheid. Op de volgende pagina is een tabel gemaakt waarin bij elke stof de gezondheidseffecten te zien zijn. We laten alleen de stoffen zien die boven of rond de vastgestelde normen van de EU komen.

stof	gezondheidseffecten
Al	<ul style="list-style-type: none"> » schade aan het <i>centrale zenuwstelsel (CZS)</i> » Dementie » Geheugenverlies » Lusteloosheid » Ernstig trillen
Ba	<ul style="list-style-type: none"> » verlamming » kan dood tot gevolgen hebben bij te grote hoeveelheden » ademhalingsproblemen » verhoogd bloeddruk » hartritmestoornissen » buikirritatie » verslapping van spieren » verandering in de zenuwreflexen » opzwellen van hersenen en lever » schade aan de nieren en het hart
Ca	<ul style="list-style-type: none"> » ontwikkeling van nierstenen » ontwikkeling van proppen in de nieren en bloedvaten
Cd	<ul style="list-style-type: none"> » Diarree, buikpijn en ernstig overgeven » Botbreuk(en) » kan onvruchtbaarheid veroorzaken » Schade aan het centrale zenuwstelsel » Schade aan het immuunsysteem » veroorzaakt Psychologische stoornissen » zorgt voor DNA-schade. » zorgt voor de ontwikkeling van kanker
Fe	<ul style="list-style-type: none"> » oorzaak van verschillende ziektes » inademing vergroot kans op longontsteking en/of longkanker
Mn	<ul style="list-style-type: none"> » hallucinaties » vergeetachtigheid » zenuwschade » Veroorzaakt Parkinson » Bij inademing veroorzaakt het <i>longembolie</i> en <i>bronchitis</i> » veroorzaakt mogelijk impotentie
Ni	<ul style="list-style-type: none"> » Een verhoogde kans op de ontwikkeling van longkanker, neuskanker, strottenhoofd kanker en prostaatkanker. » Bij inademing van nikkelgas krijgt men te maken met misselijkheid en duizeligheid. » Longembolie » Uitvallen van de ademhaling » Geboortefwijkingen » Astma en chronische <i>bronchitis</i> » Allergische reacties zoals huiduitslag, vooral van juwelen » Hartstoornissen

stof	gezondheidseffecten
Pb	<ul style="list-style-type: none"> » De verstoring van de <i>biosynthese</i> van <i>hemoglobine</i> en bloedarmoede » verhoging van de bloeddruk » veroorzaakt Nierbeschadiging » Miskramen » Verstoring van de zenuwstelsels » Hersenbeschadiging » Afname van vruchtbaarheid bij mannen door beschadiging van het sperma » Verkleint leermogelijkheden bij kinderen » Gedragsstoornissen bij kinderen, zoals agressie, impulsief gedrag en hyperactiviteit » veroorzaakt schade aan het zenuwstelsel en hersenen bij een foetus

Kunnen deze giftige stoffen verwijderd worden?

Men neme een motorblok, een stuur van een fiets, een paar bonenblikken en een heet vuur. Men verhit dit tot er een hete vloeistof ontstaat.

Dit zouden een paar dingen kunnen zijn die de mensen hebben omgesmolten tot een pan. In de pan kunnen al ijzer, aluminium, tin, nikkel en andere stoffen zitten.

Dit nikkel kan komen van de fietsstuur. Dit is heel moeilijk te scheiden van het ijzer/aluminium dat onder het nikkel zit. Je hebt vast wel eens je fiets op zijn kop gezet om je band te plakken. Als je maar genoeg rond schuift komen er krassen in het nikkel. Het is er nog lang niet af. Zelfs als je er met een mes over gaat en flink schraapt gaat het er nog niet af.

Als het fietsstuur gemaakt is van ijzer en nikkel kun je de stoffen niet scheiden. Het smeltpunt van ijzer ligt op 1811 *Kelvin* en die van nikkel op 1728 Kelvin. Deze smeltpunten liggen te dicht bij elkaar. Aluminium en nikkel zou wel kunnen, het smeltpunt van aluminium ligt namelijk op 933 K, hier is het verschil wel groot genoeg om te kunnen scheiden door middel van verschil in smeltpunt. Dus theoretisch is het mogelijk. Maar werkt het ook in de praktijk?

Je moet precies weten uit welke stoffen iets bestaat, dan zou je misschien kunnen scheiden door middel van een verschil in smeltpunt (afhankelijk van de aanwezige stoffen). Als het voorwerp uit meerdere stoffen bestaat wordt het al heel moeilijk om zo te scheiden. En je krijgt ook te maken met legeringen, dat wil zeggen dat sommige metalen samengevoegd zijn voor het bereiken van een bepaalde eigenschap. Er zijn veel verschillende soorten metalen en je kunt deze niet allemaal van elkaar scheiden.

Je kunt deze stoffen wel op andere manieren scheiden, maar deze technieken zijn niet geschikt voor Senegal. Het is namelijk erg prijzig en te ingewikkeld.

In deze pan komen heel veel verschillende metalen voor. Dit maakt niet zoveel uit. Het probleem is, is dat de stoffen vrij komen in het eten. Deze stoffen vormen het gevaar. De stoffen die in een te grote hoeveelheden voorkomen zijn: Al, Ba, Ca, Fe, Mn, Ni, Pb en Cd. Deze stoffen zullen dus allemaal uit de pan gehaald moeten worden. Of je moet een laagje aanbrengen dat zorgt dat het kooksel niet in aanraking komt met de pan zelf.

Zou men kunnen voorkomen dat deze giftige stoffen in de pan komen bij het productieproces.

Je neemt bijvoorbeeld een frisdrankblikje. Dit blikje bestaat uit aluminium. Aan de binnenkant zit een heel dun laagje tin. Ook zit in dit blikje een hele kleine hoeveelheid cadmium. Uit onze resultaten is gebleken dat de tin in de pan niet vrijkomt in het kooksel. Maar aluminium en cadmium komen wel in een te grote hoeveelheid voor. Je kunt nu proberen om minder of geen aluminium meer te gebruiken, maar dan ben je een van je grondstoffen voor de pan kwijt. Dat komt er op neer dat je minder pannen kunt maken.

Je hebt ook cadmium. Deze stof komt onder andere voor in blikjes en motorblokken. Maar het kan ook nog voorkomen in andere voorwerpen. We weten niet precies van wat voor voorwerpen ze komen. Zo heb je dus ook barium en mangaan, je kunt niet precies nagaan in welke voorwerpen ze voorkomen en in welke hoeveelheden. Je kunt dus niet zeggen van: Dan gebruik ik maar geen motorblokken meer, geen aluminium blikjes, geen verchroomde onderdelen etc.. Je houdt zo niks meer over om te gebruiken als grondstof. Als je voorwerpen gebruikt die je langs de weg vindt, dan komen er zeker giftige stoffen in vrij. (Je kunt ook niet scheiden, zie vorige deelvraag: Kunnen deze giftige stoffen verwijderd worden?)

Kan de pan ook beschermd worden met een beschermende laag zodat er geen giftige stoffen vrij kunnen komen als de pan verwarmd wordt.

Eerst moeten we weten waarom deze stoffen vrijkomen in de pan:

Een aantal van de metalen die vrijkomen zijn onedele metalen, dit zijn metalen die aangetast worden door zuren, water en/of zuurstof uit de lucht: natrium, calcium, aluminium, ijzer, zink, lood, magnesium en chroom. Een aantal van deze stoffen komen ook vrij bij het koken van iets zuurs.

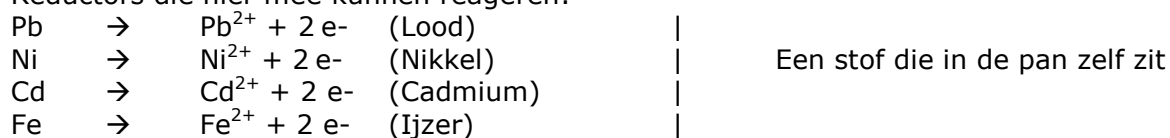
Een andere manier hoe andere stoffen vrij kunnen komen is een *redoxreactie*. Een vaste stof kan hierdoor omgezet worden tot ionen. Deze ionen komen vrij in het water. Met bepaalde stoffen kan dit gebeuren.

Het water kan zuur zijn. Als dit water zuur is dan kan het reageren met alle reductors. Als het water een pH van rond de 7 heeft, dan kan het reageren met Ca en Ba.

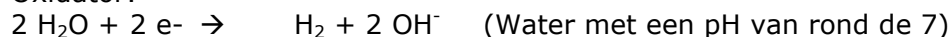
Oxidator:



Reductors die hier mee kunnen reageren:



Oxidator:



Reductors:



Het verwarmen zorgt alleen maar voor een versnelling van de reactie.

Deze reacties kunnen alleen plaats vinden als er een direct contact is tussen de pan en het water. Als je hier dus een laag tussenbrengt die niet zal reageren kan dit dus verholpen worden. Maar dan moet je wel een stof vinden die niet zal reageren met beide stoffen. Het moet eenvoudig aan te brengen zijn en het mag niet te veel tijd en geld kosten.

Samenvatting en conclusies

Bij ons onderzoek ging het om het onderzoeken of het wel of niet gezond was om uit de pan en met het bestek (gemaakt in een Senegalese gieterij) te eten. Dit in verband met zware metalen die vrij zouden kunnen komen uit de pan als er met zure oplossingen in gekookt wordt. We zijn aan dit onderzoek begonnen omdat het ons een uitdaging leek om op een creatieve manier te onderzoeken voor de Stichting Kleinschalige Ontwikkeling Projecten of het veilig was om uit de pannen en met het bestek te eten.

Ons onderzoek is begonnen met het maken van monsters met metaalionen van de metaalatomen in de pan. Bij de RUG konden we toen terecht om deze monsters te onderzoeken. Zo hebben we op de tweede onderzoeksdag een aantal monsters in Groningen onderzocht op de aanwezigheid van lood, cadmium en aluminium. We konden de monsters op de aanwezigheid van de genoemde metalen onderzoeken met behulp van de AAS, een apparaat dat de aanwezigheid van metalen kan constateren met behulp van de golflengtes die de metalen kunnen absorberen (zie desbetreffende hoofdstuk over de werking van de AAS).

Daarnaast konden we ook monsters laten onderzoeken op de aanwezigheid van andere metalen dan lood, cadmium en aluminium. Dit laatste onderzoek gebeurde door middel van ICP. Bij deze methode konden metalen aangetoond worden aan de hand van de golflengtes van de fotonen die door deze metalen in aangeslagen toestand werden uitgezonden. Door middel van AAS en ICP kon dus aangetoond worden welke metalen er in onze pan zaten, waarbij deze methoden dus met de absorptie- of emissiespectra die bij de aanwezige metaaldeeltjes horen werkten en zo de aanwezige metalen konden constateren.

Uiteindelijk bleek uit ons onderzoek dat de elementen aluminium, barium, calcium, ijzer, mangaan, nikkel en lood in hoeveelheden vrij kwamen bij het koken in de pan die schadelijk voor de gezondheid zouden kunnen zijn. Daarnaast hebben we bij de elementen die in hoeveelheden vrij kwamen die schadelijk voor de gezondheid zouden kunnen zijn weergegeven wat de mogelijke gezondheidseffecten zijn bij het binnenkrijgen van deze elementen.

(zie ook de desbetreffende deelvraag over giftige stoffen die de ADI-waarde overschrijden met de gezondheidseffecten voor een mens bij het binnenkrijgen van deze giftige stoffen).

Omdat de pan dus uit zware metalen bleek te bestaan die bij het koken vrij zouden kunnen komen in hoeveelheden die schadelijk voor de gezondheid van mensen zouden kunnen zijn kwamen we op het idee om de pan te bedekken met een beschermlaag die moet voorkomen dat er zware metalen vrijkomen bij het koken. Wij zaten te denken aan beschermlagen van tin of emaille om de pan mee te beschermen. Dus beschermlagen van tin of emaille zouden misschien kunnen voorkomen dat er zware metalen vrijkomen bij het koken in de pan.

Toen we aan het onderzoek begonnen vermoeden we al dat de pan aluminium, barium, cadmium en lood zou bevatten en dat aluminium van deze metalen in de hoogste concentratie zou voorkomen. Ons vermoeden bleek dus te kloppen omdat de pan inderdaad aluminium, barium, cadmium en lood bleek te bevatten, waarbij aluminium inderdaad in de hoogste concentratie bleek voor te komen.

En bij onze hoofdvraag: 'Is het gezond om uit de Senegalese pan te eten?' kan dan ook de volgende conclusie getrokken worden:

Het is dus niet gezond om uit de Senegalese pan te eten omdat er bij het koken in die pan zware metalen vrij komen die schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn.

Discussie

Bij ons onderzoek kwam de hypothese heel goed overeen met de conclusie. In onze hypothese kwam naar voren dat we verwachtten (zware) metalen zoals aluminium, barium, cadmium en lood aan te treffen en dat het ons daarom niet gezond leek om uit de Senegalese pan te eten. We waren tot de conclusie gekomen dat de pan inderdaad aluminium, barium, cadmium en lood bevatte en zelfs nog meer metalen zoals onder andere mangaan, nikkel en zink en dat het dus inderdaad niet gezond was om uit de Senegalese pan te eten. De hypothese klopte dus helemaal met onze conclusie en er was dan ook geen enkel punt in onze hypothese die niet met de conclusie overeen kwam.

Er is verder niets echt fout gegaan bij ons onderzoek, omdat de monsters goed waren onderzocht in Groningen en we goede conclusies uit de resultaten van ons onderzoek konden trekken. Wel hadden we van bepaalde monsters voor het AAS-onderzoek grotere hoeveelheden kunnen maken omdat er na een aantal onderzoeken met de AAS van sommige monsters bijna niet meer genoeg over was om nog verder te onderzoeken met de AAS.

Gelukkig hadden we uiteindelijk net voldoende hoeveelheden van de monsters (ook van de monsters die bijna op waren) voor alle metingen die we met de AAS wilden uitvoeren.

De eerste metingen met de AAS van lood waren niet echt nauwkeurig, daarom hadden we nog een tweede meting met de AAS van lood uitgevoerd.

Dus de tweede meting was de nauwkeurigere meting en die hadden we daarom gebruikt voor onze conclusies. De andere AAS metingen waren met de juiste instellingen van de AAS uitgevoerd en waren daarom gewoon nauwkeurig te noemen, dat wil zeggen met meetonzekerheden die niet significant zijn.

Dus bij onze AAS metingen waren er geen resultaten die niet klopten.

Bij ICP metingen waren er wel resultaten die niet klopten.

Maar omdat de ICP metingen bij de verschillende elementen twee keer waren uitgevoerd waren de onjuiste resultaten op te sporen en konden we de juiste resultaten vast stellen en verwerken in onze conclusies.

Dus bij de ICP metingen waren wel resultaten die niet klopten, maar omdat we die onjuiste resultaten gewoon konden laten liggen omdat we via de onjuiste resultaten konden vaststellen wat de juiste resultaten waren die we wel konden gebruiken voor onze conclusies, hoefde er verder niets gedaan te worden aan de onjuiste resultaten.

De onderzoeksmethoden werkten goed omdat we de metalen die we in onze monsters verwachtten aan te treffen (zie hypothese) met de gebruikte onderzoeksmethoden konden aan tonen. Daarnaast konden onze monsters met de gebruikte onderzoeksmethoden zelfs op nog meer metalen onderzocht worden dan alleen op de metalen die we in de monsters verwachtten aan te treffen.

Op één puntje waren de gebruikte onderzoeksmethoden iets minder goed verlopen. Bij bepaalde monsters waren de concentraties van de te onderzoeken metalen te hoog om de aanwezigheid van deze metalen goed met de gebruikte onderzoeksmethodes te kunnen onderzoeken. Door deze te hoge concentraties van de te onderzoeken metalen kregen we onjuiste resultaten met betrekking tot de exacte hoeveelheden waarin de te onderzoeken metalen in de monsters aanwezig waren. Door de monsters een aantal keer te verdunnen konden we het probleem dat we onjuiste resultaten kregen met betrekking tot de hoeveelheden van de te onderzoeken metalen in onze monsters oplossen.

Door het toepassen van deze verdunningen kregen we wel de juiste resultaten met betrekking tot hoeveelheden van de te onderzoeken metalen in onze monsters. Dus uiteindelijk hebben we onze monsters met de gebruikte onderzoeksmethoden goed kunnen onderzoeken op de te onderzoeken metalen en kregen we ook juiste resultaten met betrekking tot de hoeveelheden van de te onderzoeken metalen. Kortom de onderzoeksmethoden zijn uiteindelijk goed verlopen.

Ons onderzoek hebben we dus tot een goed einde kunnen brengen.

Omdat we vast hebben gesteld dat er bij het koken in de pan zware metalen vrijkomen die schadelijk voor de gezondheid zouden kunnen zijn, zou de pan op een bepaalde manier behandeld moeten worden zodat er bij het koken in de Senegalese pan geen (zware) metalen meer vrijkomen.

Wij zaten te denken aan het aanbrengen van een beschermlaagje aan de binnenkant van de pan die moet voorkomen dat er bij het koken in de pan zware metalen uit de pan vrijkomen. Maar misschien is het vrijkomen van zware metalen uit de pan bij het koken ook wel op een andere manier te voorkomen.

Er zou dus nog verder onderzocht moeten worden of er met behulp van een beschermlaagje, of op een andere manier, voorkomen kan worden dat er bij het koken in een Senegalese pan zware metalen vrijkomen.

Als er dan door middel van onderzoek vastgesteld is hoe men de pan zo kan behandelen dat er bij het koken geen zware metalen meer uit de pan zullen vrijkomen, dan zullen er in ieder geval geen mensen meer ziek worden en vroegtijdig overlijden door het eten uit een Senegalese pan.

Daarnaast kan men dan hopelijk gewoon doorgaan met een voor de bevolking rendabel (in ieder geval goedkoop en goed uitvoerbaar) productieproces voor de productie van de pannen. Dus nu wij vastgesteld hebben dat het niet gezond is in de Senegalese pannen te koken en er uit te eten moet er nog een onderzoek komen om een methode te ontwikkelen zodat er bij het koken geen zware metalen meer vrij komen uit de pan zodat de Senegalese bevolking zonder gezondheidsrisico's in hun pannen kan koken en eruit kan eten.

Immers een gezonde maaltijd moet toch voor ieder volk op aarde weggelegd zijn?

Eventuele aanbevelingen

Anthony: Ik wil niet aanbevelen om deze pannen gewoon te blijven gebruiken, maar in Senegal hebben ze meer problemen dan alleen deze pannen. De bevolking heeft ook last van onder andere: langdurige droogtes, aids, HIV, malaria en infecties. Ik denk niet dat de pannen de enige oorzaak van de lage levensverwachting zijn. Maar het draagt in ieder geval een beetje bij aan het sterfgeval.

Er moet een simpele en goedkope oplossing komen. Het probleem is dat de oplossingen die we kunnen bedenken niet goedkoop zijn en zeker niet simpel, maar als je dit wilt verhelpen moet er een laagje komen tussen het eten en de pan. Een mogelijkheid zou zijn een laagje tin net zoals ze bij blikjes gebruiken, maar daar komen ook weer problemen bij kijken. Hoe krijg je bijvoorbeeld het tin van een blik af? Hoe wil je dit laagje aanbrengen op een pan? Hoe blijft het erop zitten?

Brett: Ik beveel aan gebruik te maken van een beschermingslaag, zodat de giftige stoffen niet in het eten kunnen komen. De pannen kunnen gewoon gemaakt worden zonder enige aanpassing. Men hoeft alleen een beschermingslaag te gebruiken. Ik zat te denken aan een beschermingslaag zoals Tin en/of Aluminiumlegering. Deze metalen zijn te vinden in blik of verpakkingsmateriaal. Men zou bij het maken van de pannen, de metalen moeten sorteren. Al het verpakkingsmateriaal zou men moeten verzamelen en scheiden van al de andere metalen. Als de pan gemaakt is, dan kan men op de pan een beschermingslaag aanbrengen. Deze beschermingslaag bestaat uit de gesmolten metalen die in het verpakkingsmateriaal zaten. Het aanbrengen van deze beschermingslaag kan gedaan worden door middel van onderdompeling.

Of dit echt werkt durf ik niet te zeggen, theoretisch kan dit allemaal wel kloppen, maar ik weet bijvoorbeeld niet of de beschermingslaag op de pan blijft zitten. Ook weet ik niet of de beschermingslaag wel zo veilig is. Vragen die ik hierover kan stellen zijn: hoe lang blijft de beschermingslaag erop zitten? Is de beschermingslaag zelf niet giftig? Dit moet dus dan allemaal nog onderzocht worden.

Christian: Als beschermingslaag zat ik te denken aan een laagje glas, emaille, om de pan mee te bedekken om zo te voorkomen dat er zware metalen vrijkomen bij het koken in de pan. Ik kwam op het idee om de pan van binnen te emailleren omdat emaille een laagje glas betreft en glas zou zelfs in Senegal wel redelijk gemakkelijk gemaakt kunnen worden. Glas bestaat namelijk uit natriumsilicaat, wat zand is en wat in overvloed aanwezig is in Senegal en uit natriumcarbonaat (soda) wat goedkoop is zodat men ook in Senegal hier makkelijk aan kan komen.

Daarnaast zullen er in Senegal ook ongetwijfeld mensen bestaan die in staat zijn om glas te maken. Kortom ik ben in de veronderstelling dat een laagje emaille als beschermingslaag in de pan een goede optie is om te voorkomen dat er bij het koken zware metalen vrijkomen uit de pan. Dit omdat de methode om een laagje emaille in de pannen aan te brengen waarschijnlijk al aanwezig is en omdat de grondstoffen voor emaille, voor zover nog niet aanwezig in Senegal, goedkoop zijn. Een laagje emaille aanbrengen in de pan zou dus een oplossing kunnen zijn om te voorkomen dat er zware metalen vrijkomen uit de pan bij het koken, maar het zou eerst nog grondig onderzocht moeten worden of emaille daadwerkelijk geschikt is als beschermingslaag in de pan.

Eindnoten

¹⁾ Dit zijn de monsters die we op school hebben gemaakt, meer informatie is te zien bij hoofdstuk “Opzet van onderzoek”. NB: monsters met natronloog konden slecht onderzocht worden, omdat de Na^+ -ionen de meting in de AAS verstoren.

²⁾ Dit was een klein onderzoek, we hadden 1,477 micro gram *residu* in de oven gedaan. Met een apparaat hebben we proberen te bepalen wat er eventueel in zou kunnen zitten. We dachten eerst dat het koolstof was, echter gaf het apparaat aan dat er maar 0,2 % koolstof in zat (zie grafiek in bijlage) Dus er zat iets anders in. We vermoeden dat dit zand was geweest. Daarnaast kunnen we dit niet een echt onderzoek noemen, omdat in de oven het residu uit elkaar gespat is. Dus de meting is niet nauwkeurig genoeg.

³⁾ De waarde is veel te groot, boven het meetbereik, kan ook niet afgelezen worden op de ijklijn. Dus deze waarde klopt niet!

⁴⁾ Eerst kregen we zonder verdunnen de waarde 0,64. Dit is veel te hoog en ligt ook niet meer op de ijklijn. We hebben het dus 100x verdund om 0,012 te krijgen.

⁵⁾ Deze waarde hebben we verkregen door middel van verdunning. We hebben de oplossing 200x verdund.

⁶⁾ richtlijn van WHO, World Health Organisation.

⁷⁾ Volgens deze site: <http://www.lenntech.com/elementen-en-water/kalium-en-water.htm> zorgt huidcontact met Kalium voor het invreten in je huid. Het is gevaarlijker dan een zuur, omdat het niet stopt. Daarnaast zijn er verschillende Kaliumverbindingen die gevaarlijk kunnen zijn. Dit staat op de site: “Bij een hoge dosis kaliumchloride werkt de overdracht van zenuwimpulsen niet meer, wat alle lichaamsfuncties verstoort en vooral gevaarlijk voor het functioneren van het hart is. 2 g Kaliumaluin veroorzaken maagklachten en misselijkheid, grotere hoeveelheden kunnen zich invreten en dodelijk zijn. Kaliumcarbonaat is vanaf een dosis van circa 15 g voor een volwassene mens dodelijk. Bij kaliumantimonyltartraat geldt dit vanaf 1 g en de dodelijke dosis kaliumcyanide ligt zelfs bij maar 50 mg. Kaliumdichromaat is vanaf ongeveer 6-8 g dodelijk en 30 g kaliumnitraat leiden tot sterke vergiftigingen die ook dodelijk kunnen zijn. Wegens zijn sterk invretende werking kan ook kaliumhydroxide bijvoorbeeld in vorm van 10-12 ml van een loog met 15% dodelijk zijn. Bij kaliumpermanganaat dat voor het bleken en desinfecteren wordt gebruikt, ligt de dodelijke dosis bij 5-8 g” De mens heeft een dagelijkse behoefte van 1-6 g. Dus wanneer men meer dan 6 gram aan kalium neemt dan kan het gevaarlijk zijn.

⁸⁾ Er bestaan geen wetenschappelijke onderzoeken die het gevaar van Mg in drinkwater aantonen, volgens deze site: <http://www.lenntech.com/elementen-en-water/magnesium-en-water.htm>. Daarom zijn er ook geen grenswaardes vastgesteld.

Begrippenlijst

woord	toelichting
AAS	De analyse techniek Atomaire-AbsorptieSpectrometrie is een techniek die berust op de absorptie van elektromagnetische straling, licht in dit geval. Een monster wordt eerst <i>geatomiseerd</i> in een vlam. Vervolgens wordt er met een lamp licht in de vlam gestraald. Vanwege de golflengte van het door de lamp uitgestraalde licht, kan het licht dat in de vlam wordt gestraald alleen geabsorbeerd worden door de metaal-atomen in de vlam. Het optreden van wel of geen absorptie van het door de vlam getraalde licht geeft aan of de te onderzoeken metaalsoort wel of niet aanwezig is.
Absorptiewaarde	waarde die gegeven wordt door AAS, na absorbtie van een oplossing. Absorbtiewaarde is afhankelijk van gebruikte lamp en oplossing.
ADI	Aanvaardbare Dagelijkse Inname in mg per kg lichaamsgewicht. Zie BINAS T 95B
Atomiseren	Het omzetten van (metaal)ionen of (metaal)moleculen in atomen.
BINAS	Naslagwerk voor natuurwetenschappelijke vakken.
Biosynthese	Het maken van eiwitten zoals bijvoorbeeld <i>hemoglobine</i>
Bronchitis	Ontsteking in de luchtpijp en longblaasjes. De symptomen zijn: kortademigheid, hoesten overmatige productie van slijm
Centrale zenuwstelsel	vormt een deel van het gehele zenuwstelsel. Het bestaat uit hersenen en het ruggenmerg.
Concentratie	Sterkte van een oplossing, de hoeveelheid stof dat opgelost is per hoeveelheid oplossing.
Demi-water	Gedestilleerd water, zuiver water.
Draaggas	Een gas dat een bepaald element kan opnemen (kan dragen) en zo kan vervoeren. Hier geldt argon als draaggas en vervoert de te onderzoeken metaaldeeltjes naar het plasma.
Filtraat	Oplossing dat door een filter gaat.
Fotonen	Elk foton(deeltje) heeft een bepaalde energie deze wordt omgezet straling, uiteindelijk wordt er licht uitgezonden. Kort gezegd: licht bestaat uit fotonen.
Hemoglobine	Een eiwit in het bloed van de mens. Het zorgt voor transport van zuurstof en koolstofdioxide.
ICP	Inductively coupled plasma, hiermee kan men de element samenstelling vaststellen van een monster.
IJKlijn/Calibratielijn	Reeks metingen van een standaardoplossing met een bekende concentratie van een bepaalde stof. Met deze metingen kan men de concentratie in een monster bepalen.
Intensiteit van licht.	De intensiteit van licht is de sterkte van het opvallende licht of het licht dat door een bepaalde lamp wordt uitgezonden.
Kelvin	Eenheid van temperatuur. 0 Kelvin staat gelijk aan 273
Koningswater	Benaming voor een mengsel bestaande uit geconcentreerd zoutzuur en geconcentreerd salpeterzuur. De verhouding zoutzuur en salpeterzuur is respectievelijk 3:1. Deze oplossing is erg reactief! Het kan zelfs met platina reageren.
Lineair	Een rechte lijn.

pH	De pH van een stof is de zuurgraad ervan. Een stof met een pH van 7 noem je neutraal, een stof met een pH lager dan 7 noem je zuur en een stof met een pH hoger dan 7 noem je basisch.
Redoxreactie	Bij een redoxreactie worden er elektronen uitgewisseld. Op deze manier kan een vaste stof omgezet worden in ionen (opgelost in water)

Bronnenlijst

[http://nl.wikipedia.org/wiki/Aanvaardbare_Dagelijkse_Inname_\(ADI_waardes\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Aanvaardbare_Dagelijkse_Inname_(ADI_waardes))
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Aluminium>
[http://nl.wikipedia.org/wiki/Atomaireabsorptiespectrometrie_\(werking_AAS\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Atomaireabsorptiespectrometrie_(werking_AAS))
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Barium>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Bronchitis>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Cadmium>
http://nl.wikipedia.org/wiki/Centraal_zenuwstelsel
http://nl.wikipedia.org/wiki/Inductief_gekoppeld_plasma
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Longembolie>
[http://nl.wikipedia.org/wiki/Lood_\(element\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Lood_(element))
http://nl.wikipedia.org/wiki/Prote%C3%AFne_biosynthese
http://nl.wikipedia.org/wiki/Zwaar_metaal
<http://students.chem.tue.nl/6n2203/zware%20metalen/bepaling%20gehalte%20zware%20metalen.htm>
<http://students.chem.tue.nl/6n220-3/zware%20metalen/bepaling%20gehalte%20zware%20metalen.htm>
[http://www.chem.kuleuven.ac.be/research/vinckier/pdf/ICP_MS.pdf_\(werking_ICP\)](http://www.chem.kuleuven.ac.be/research/vinckier/pdf/ICP_MS.pdf_(werking_ICP))
<http://www.ee.surrey.ac.uk/Workshop/advice/coils/mu/#ferro>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/aluminium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/cadmium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/calcium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/ijzer-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/kalium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/kobalt-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/koper-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/lithium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/lood-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/magnesium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/mangaan-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/natrium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/nikkel-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/silicium-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/vergelijking-drinkwaternormen.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-en-water/zink-en-water.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Al.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Ba.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Bi.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Ca.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Cd.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Ce.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Co.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Cu.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Fe.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/K.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/li.htm>



<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Mg.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Mn.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/na.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Ni.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Pb.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Si.htm>
<http://www.lenntech.com/elementen-periodiek-systeem/Zn.htm>
<http://www.lenntech.com/filtratie/drinkwaterrichtlijn-WHO.htm>
<http://www.lenntech.nl> (goede site met betrouwbare info over elementen in water)
<http://www.nabuur.com>
<http://www.sgs.com>
http://www.vito.be/milieu/pdf/cma/2_I_B1.PDF

BINAS:
ADI-waardes T 95B

Bijlagen

Report File



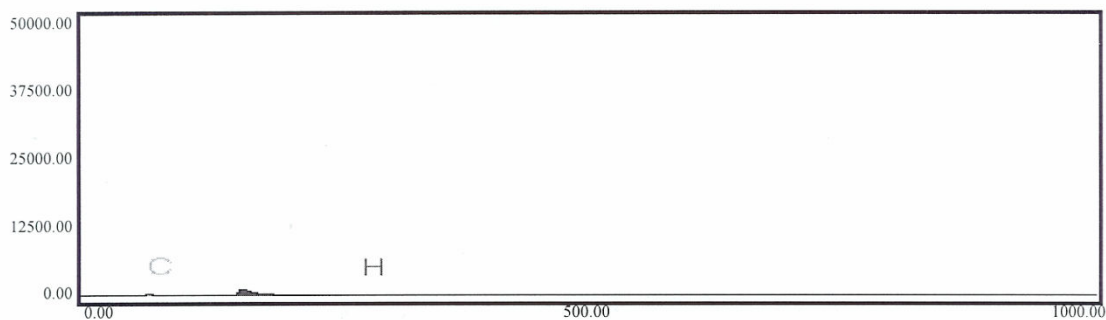
Company Name: ..

Operator ID: ..

Filename : C:\Program Files\Callidus 2E3\Data\hv2006-12-01 9.src

Filesize : 18600 bytes

Analysed : 12/15/2006 1:34:13 PM



<u>Name</u>	<u>Rt</u>	<u>Area/1000</u>	<u>Area%</u>	<u>Height/1000</u>	<u>Start</u>	<u>End</u>	<u>Percentage</u>
Carbon	70	1.660	7.000	1.289	64	95	0.211
Hydrogen	280	22.041	93.000	1.002	151	283	0.786

Printed : 15 12 2006

EUROVECTOR
INSTRUMENTS & SOFTWARE

Report Page : 1* Peaks : 2

1,477 micro gram residu