

Tentamen ta3290 - Uitwerking
22 januari 2010
9-12 uur

Aanwijzingen:

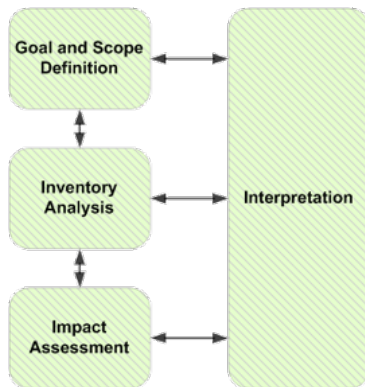
- U mag gebruik maken van:
 - schrijfmateriaal
 - rekenmachine
 - periodiek systeem (afgedrukt achteraan dit tentamen).
- Het tentamen heeft betrekking op het systeem aluminium.
- Op de laatste pagina vindt u een korte systeembeschrijving.
- Lees de vragen vooraf door en deel de beschikbare tijd in voor beantwoording van de vragen.
- Gebruik de informatie uit de systeembeschrijving!

Dit tentamen bevat 6 vragen, op 6 pagina's.

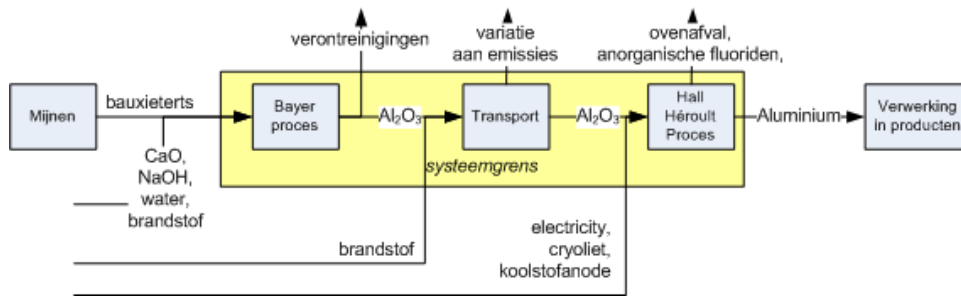
DEEL I - LEVENSCYCLUSANALYSE

1. (15 points) LCA achtergrond en milieubeleid

- (a) Levenscyclusanalyse
- (b) Doelbepaling en reikwijdte-definitie, inventarisatie, effectbeoordeling en interpretatie. De samenhang kan worden samengevat in:



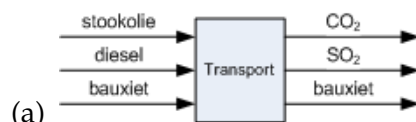
- (c) De overheid en een aluminiumproducent. Drie aspecten waarop mogelijk verschillen optreden zijn de scope van de lca. De aluminiumproducent zal zich meer focussen op zijn eigen processen, terwijl de overheid meer focust op de volledige keten, inclusief eindgebruik. Een ander verschil kan zijn in de te beschouwen milieuthema's. Een derde verschil treedt op in de interpretatie en aanbevelingen, waarbij de LCA voor aluminiumproductie zich misschien focust sterker dan de overheid op een marginale analyse, waaruit blijkt hoe de procesvoering vanuit milieuoogpunt kan worden verbeterd.
 - (d) Standaarden voor maximale emissies bij aluminiumproductie, convenant energiebesparing, directe emissies opnemen in een emissiehandelstelsel.
 - (e) LCA kan de noodzaak van elk van deze maatregelen aangeven. Als bekend is hoe de effecten de economische en milieustromen beïnvloeden, kan een LCA ook inzicht geven in de mogelijk verbetering die de maatregel biedt op diverse milieuthema's.
 - (f) I staat voor impact, de totale milieu-impact van menselijke activiteit, P voor de omvang van de populatie, A voor affluence, omvang van de welvaart, ofwel activiteit per capita en T voor de technologische karakteristieken die de menselijke activiteit mogelijk maken maar daarbij emissies en onttrekkingen in het milieu veroorzaken.
 - (g) IPAT geeft de belangrijkste componenten van de milieu-impact van menselijke activiteit aan (namelijk P , A en T). De methode voor LCA analyseert en beoordeelt de milieu-impact van bepaalde producten. Daarmee is de LCA een operationalisering en specificering van IPAT, het berekent in specifieke gevallen voor deelsystemen de impact. Population en affluence worden vertaald naar een functionele eenheid. Technologie wordt vertaald, naar emissies en onttrekkingen in het milieu. De milieu-impact I is bij LCA daarmee de impact van een bepaald product en niet de totale impact, maar als gebruik wordt gemaakt van normalisering, wordt bij LCA op het niveau van milieu-thema's de milieu-impact van een bepaald systeem gerelateerd aan de totale milieu-impact.
- ## 2. (12 points) LCA ontwerp
- (a) De belangrijkste keuzes: systeemgrens: bauxiet het systeem in, aluminium het systeem uit. De belangrijkste energie en massastromen zijn opgenomen, soms in groepen waar geen detailinformatie is aangeleverd.



Teken op basis van de gegevens een systeemdiagram van het de volledige aluminium-keten waarin de functie van het systeem en de systeemaafbakening duidelijk zichtbaar zijn. 1) Inventariseer alle stromen. 2) Beschrijf de belangrijkste keuzes die je daarmee hebt gemaakt.

- (b) De functie van het systeem, op basis waarvan de hele LCA wordt geschaald. Een functionele eenheid bevat een actie of functie, een hoeveelheid en een eenheid. Het klassieke voorbeeld is "de consumptie van" (functie) "1" (hoeveelheid) "kopje koffie" (eenheid).
- (c) De productie van 1 kg aluminium in een plak, volgens industriestandaarden betreffende temperatuur, samenstelling, kwaliteit. Dit is de belangrijkste output in het systeemdiagram..
- (d) Een aantal mogelijke antwoorden zijn: beperk het detailniveau, beperking aan het aantal milieuthema's, beschikbaarheid van bedrijfsgegevens, beperk de systeemgrens waar mogelijk, gebruik maken van bestaande databases.
- (e) Aanbevelingen zijn bijvoorbeeld gerelateerd aan het nut van de selectie van locaties en bijbehorende samenstelling voor grondstoffen zoals bauxiet en de keuze van levering van elektriciteit aan de aluminiumproductie.

3. (18 points) LCA uitvoering



- (a)
- (b) Zie de figuur. Economische stromen hebben economische waarde en hebben daarmee een andere functie in de LCA, deze bepalen bijvoorbeeld de noodzaak voor allocatie en milieustromen niet. Alleen de emissies CO_2 en SO_2 zijn milieustromen, de rest is economisch.
- (c) Allocatie is het toekennen van emissies en onttrekkingen aan verschillende producten van een processtap. Allocatie is nodig voor elke processtap met meer dan één product oftewel meer dan één economische output.
- (d) Alloceren op basis van fysieke eigenschappen (bijvoorbeeld per kg product), of alloceren op basis van economische eigenschappen (bijvoorbeeld per €marktwaarde).
- (e) Nee, want er is maar één product/economische output, namelijk bauxiet.
- (f)
 1. Hoeveelheden emissies, uit procesgegevens en bedrijfsinformatie.
 2. Bron van elektriciteit, uit contracten en jaarverslagen.
 3. Gegevens over kapitaalgoederen, van producenten van apparaten.
- (g) Normilisatie, bijvoorbeeld naar jaarimpact. Dit is nodig omdat ze op verschillende milieuthema's doorwerking hebben, en je daarmee de relatieve impact op een milieuthema vergelijkt.

- (h) Stel 5,65 ton CO_2 en 0,5 ton SO_2 . Gegevens van uitstoot Nederland 250×10^6 ton CO_2 -eq / jaar en 4×10^3 ton SO_2 -eq / jaar (alleen verkeer). $5,65 \text{ ton } CO_2 / 250 \times 10^6 \text{ ton } CO_2 = 2,3 \times 10^{-8}$ $0,5 \text{ ton } SO_2 / 4 \times 10^3 \text{ ton } SO_2 = 1,3 \times 10^{-4}$ Mogelijke conclusie: SO_2 uitstoot is relatief veel groter.
- (i) Een mogelijke aanbeveling is om allocatie toe te passen in de vorm die hierboven is uitgewerkt. Daartoe kan worden aangedragen dat de vergelijking naar relatieve impact op milieuthema, dus met jaarlijkse uitstoot, nuttig is om ook aandacht te geven aan andere milieuthema's dan die momenteel hoog op de politieke agenda staan. Afhankelijk van de uitkomst, kan dat een reden zijn om juist normalisering wel toe te passen.

DEEL II - ECONOMIE

4. (15 points) Investeringsbeslissing

- (a)
1. marktverkenning in functie van strategie van het bedrijf - waarin wanneer investeren
 2. ontwikkeling en evaluatie van de business case - conceptueel ontwerp, investeringschatting
 3. go/no go beslissing
 4. uitwerking investering - detailed ontwerp, offertes aanvragen (procurement enz.)
 - vaak wordt nog een go/no go beslissing ingebouwd, voordat overgegaan wordt tot
 - verwerving grond, machines, bouw fabrieken
 - oplevering en ingebruikname
- (b)
1. kosten voor grondverwerving
 2. kosten van licenties
 3. kosten voor verzekering en aansprakelijkheid
- (c)
1. We nemen aan dat
 - (a) Conform de gegeven informatie dat de technologie gebruikt en het ontwerp van de fabriek in Suriname resp. Brazilië niet wezenlijk zijn veranderd
 - (b) Inflatie, valuta-effecten enz. verwerkt zijn in de SAPCI
 - (c) Het Bayer Process gekarakteriseerd wordt door klassieke 'economy-of-scale'
 2. Dan zal gelden dat
 3. Waarin

I = Investering (USD)

C = Capaciteit fabriek [ton per twee weken]

$SAPCI(x)$ = South American Plant Cost Index in jaar x

$m = 0.6$ (exponent voor klassieke 'economy-of-scale')

4. Een +/- 50% schatting wordt dan:

$$I_{Trombetas} = 200 \text{ (miljoen) [USD]} \cdot \frac{430}{190} \cdot \left(\frac{100.000}{20.000} \right)^{0.6} = 1189 \text{ miljoen [USD]}$$

- (d) Functional Unit Methode (FUM)

- i. De Lang-Factor methode.
- ii. $I = 0.1 \cdot (SAP)CI \cdot \sum_{i=0}^n C_{f,i} \cdot P_i^m$

Waarin

I = Investering (USD)

$C_{f,i}$ = Complexity factor Functional Unit i

P_i = Capaciteit van de Functional Unit i (ton per twee weken)

$(SAP)CI(x)$ = (South American) Plant Cost Index in jaar x

$m = 0.6$ (exponent voor klassieke 'economy-of-scale')

- iii. De gegeven beschrijving van het Bayer proces bevat onvoldoende informatie voor het bepalen van de Complexity Factor! Immers, deze is opgebouwd uit een temperatuur-, druk- en materiaalfactor. De beschrijving bevat noch over de procestemperatuur, druk en noodzakelijke en gebruikte typen materialen informatie.
- iv. De Functional Unit Methode pretendeert zonder exacte kennis van specifiek in een proces gebruikte apparatuur toch een eerste kostenschatting te genereren. Daartoe moet het proces worden opgedeeld in functionele eenheden, die elk hun eigen complexity factor krijgen. Op basis van het gegeven schema is bijvoorbeeld de volgende functionele decompositie denkbaar:
- voorbereiding
 - digestion
 - zandverwijdering
 - verwijdering 'fine residue'
 - neerslaan $Al(OH)_3$
 - zuivering $Al(OH)_3$
 - calcineren tot gereed product Al_2O_3
 - opwerken werkvloeistof
 - verwijderen van verontreinigingen

5. (18 points) Investeren en financieren

- (a) Op de balans van Brazauxite van 2007 staat totaal 5 miljard USD aan activa en passiva. Het eigen vermogen is 2 miljard USD.
- i.
 - vlottende activa: tegoeden op rekening-courant etc; debiteuren
 - vaste activa:
 - materiële activa
 - immateriële activa
 - financiële activa
 - ii. Eigen vermogen is een passivum. Het is te zien als een verplichting aan de eigenaar of aandeelhouders van de onderneming.
 - iii. Ivm de lening van 500 miljoen USD verschijnen op de balans van 2008:
 - activum: 500 miljoen USD tegoed op rekening Brazauxite
 - passivum: 500 miljoen USD verplichting (lang-lopemde lening) aan bank
 - iv. Ivm de lening van 500 miljoen USD
 - *verschijnen* op de balans van 2009:
 - materieel activum (de waarde van de voor de helft afgebouwde fabriek): 250 miljoen USD

- *verdwijnen* op de balans van 2009:
 - Geen! Wel vermindert het tegoed op lopende rekening met 250 miljoen ivm het betalen van rekeningen, en nog eens met 25 miljoen tgv rentebetaling 5% over 500 miljoen. De exacte grootte van het tegoed is natuurlijk afhankelijk van de totale kasstroom van Brazauxite.
- (b) De nieuwe fabriek en de kasstroom van Brazauxite:
- i. Kasstroom is echt geld dat de onderneming instroomt of uitstroomt. Een jaar met positieve kasstroom betekent dat er netto dat jaar geld de onderneming is ingestroomd (als saldo van werkelijk ontvangen bedragen en werkelijk betaalde bedragen)
 - ii. In 2008 hebben de investerings- en financieringsactiviteiten een positief effect van 500 miljoen USD op de kasstroom! Immers, de onderneming is een lening aangegaan, en de bank heeft het geld op 31 december 2008 overgemaakt. Dit is dat jaar de enige post ivm deze activiteiten die in het kasstroomoverzicht verschijnt.
 - iii. In 2009 (en 2010) is er een negatieve kasstroom gerelateerd aan het project van 250 miljoen USD - de rekeningen voor de nieuwe fabriek worden daadwerkelijk betaald! Daarnaast is er een negatieve kasstroompost van 25 miljoen USD in elk van deze twee jaren: dat is de rente die de-facto aan de bank wordt overgemaakt.

6. (12 points) **Rendement investeringen -**

- (a) Stel dat de rentevoet te verwaarlozen is en Brazauxite haar fabrieken in 20 jaar afschrijft.
- i.
 - De afschrijving is $500/20 = 25$ miljoen [USD/jaar]
 - De operationele kosten zijn volgens de systeembeschrijving 10 miljoen [USD/jaar]
 - We nemen aan dat de fabriek twee weken per jaar stil ligt voor onderhoud, en voor in de overige 50 weken op volle capaciteit produceert.
 - De productie is 100.000 ton per twee weken, dus $25 * 100.000 = 2.5$ miljoen [ton/jaar]
 - Dat betekent bij een verwaarloosbare rentevoet dat Brazauxite quitte speelt als de prijs van bauxiet gelijk is aan:

$$\frac{25 + 10 \text{ miljoen [USD/jaar]}}{2.5 \text{ miljoen [ton/jaar]}} = 14 \text{ [USD/ton]}$$
 - ii. De Return On Investment ROI is in dit geval gelijk aan 0.
 - iii.
 - Kasstroom = Winst + Afschrijving = $0 + 25$ miljoen [USD/jaar]
 - Alternatieve berekening: Kasstroom = Opbrengst - Operationele Kosten
 - Kasstroom = $2.5 \text{ miljoen [ton/jaar]} * 14 \text{ [USD/ton]} - 10 \text{ miljoen [USD/jaar]}$
 - Kasstroom = $25 \text{ miljoen [USD/jaar]}$
 - iv. Brazauxite produceert in Suriname éénvijfde van de hoeveelheid in Brazilié, dat is 0.5 miljoen [ton/jaar]. Bij een prijs van 14 [USD/ton] zijn de opbrengsten in Suriname dus 7 miljoen [USD/jaar], terwijl de operationele kosten 10 miljoen [USD/jaar] bedragen. In 2011 lijdt Brazauxite dus een verlies van 3 miljoen [USD]
 - v. Bij deze en elke andere prijs is de kasstroom van de oude fabriek in 2011 in Suriname gelijk aan de winst resp. het verlies; immers, de fabriek in Suriname is al geheel afgeschreven; de jaarlijkste afschrijving is daarmee gelijk aan 0.
 - vi. Als de kasstroom van de nieuwe fabriek in 2011 en daarna 50 miljoen USD positief is, dan is de terugverdientijd:

$$\frac{500 \text{ miljoen (investering [USD])}}{50 \text{ miljoen (kasstroom [USD/jaar])}} = 10 \text{ [jaar]}$$

(U hoeft hier niets te doen met rente, die zit in de kasstroom verwerkt!).