



ELEPEE30

ER3A, ER3B

Systems Engineering (1)

- Hoe ontwerp / bouw / test je een complex systeem?
 - Binnen de tijd / budget
 - Met meerdere ontwerpers
 - Volgens de eisen

Systems Engineering (2)

- Systems Engineering in dit project:
 - Ontwerpen van *technische, geautomatiseerde en multidisciplinaire* systemen
- In de jaren '60 van de vorige eeuw in opkomst gekomen.
- Breed begrip, enkele termen die je tegenkomt:

Functional Analysis

Implementation

System Life-Cycle

Maintainability

Planning

Extensions

Disposability

Integration

Configuration Management

Testability

Evaluation

Risk Management

Prototyping

Modeling

Architecture

Requirements

Synthesis

Human Factors

Producibility

Decision Making

Optimization

Quality

Reliability

Feasibility

Cost

Sustainability

- “Systems Engineering is what systems engineers do.”

(Hendrick W. Bode)

- “An interdisciplinary approach and means to enable the realization of succesful systems.”

(International Council on Systems Engineering (INCOSE))

Agenda

- Systemen
- Modellen
- Systemeisen
- Data Context Diagram
- DFD

SYSTEMEN

Wat is een systeem?

- 2 soorten systemen
 - Natuurlijke systemen
 - Fysieke systemen (rivier, planeet, ster, molecuul)
 - Levende systemen (mens, hond, boom)
 - Kunstmatige systemen (door mensen gemaakt)
 - Sociale systemen (bijvoorbeeld het rechtssysteem)
 - Georganiseerde verzameling van ideeën (decimale systeem om te tellen)
 - Transportsystemen (trein, wegen)
 - Communicatiesystemen (telefoonnetwerk)
 - Productiesystemen (fabriek)
 - Financiële systemen (beurs, bank)
 - **Geautomatiseerde systemen**
 - etc...

Indeling geautomatiseerde systemen

- Yourdon maakt de volgende indeling:
 - On-line systems
 - **Real-time systems** (belangrijk voor ELE)
 - Decision-support systems
 - Knowledge-based systems



- Definitie Real-time systeem:
 - Systeem waarbij de output niet alleen correct moet zijn maar ook **op het juiste moment**.

Opdracht

Bedenk drie eigenschappen die *alle* systemen hebben.

Een systeem heeft: ... Voorbeelden van systemen:



Boom



Auto



Koffiekopje



Elektromotor

Eigenschappen van een systeem

- Functie : **Wat** moet het systeem doen?
- Interface : **Waarmee** moet het systeem (input/output) dat doen? Energie, materie, informatie.
- Implementatie : **Hoe** zit het systeem in elkaar?

Eigenschap	Boom	Auto	Koffiekopje	Elektromotor
Input	CO ₂ , H ₂ O, licht			Elektrische energie
Output	O ²			Mechanische energie
Functie	Zuurstof maken			Energie omzetten
Implementatie	Bladeren, wortels			Permanent magneten, koperdraad

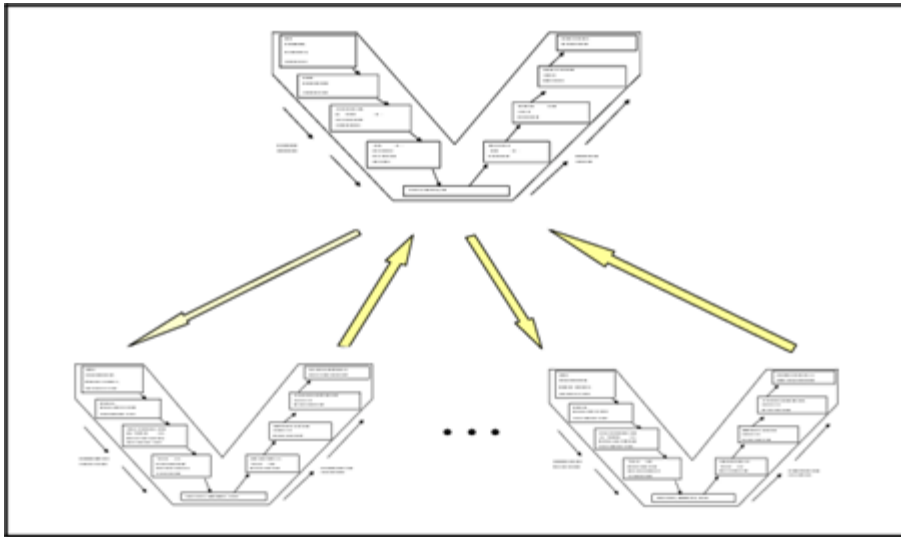
Subsystemen

- Alle systemen hebben een subsysteem
- Alle systemen bevinden zich in een groter systeem (supersysteem)

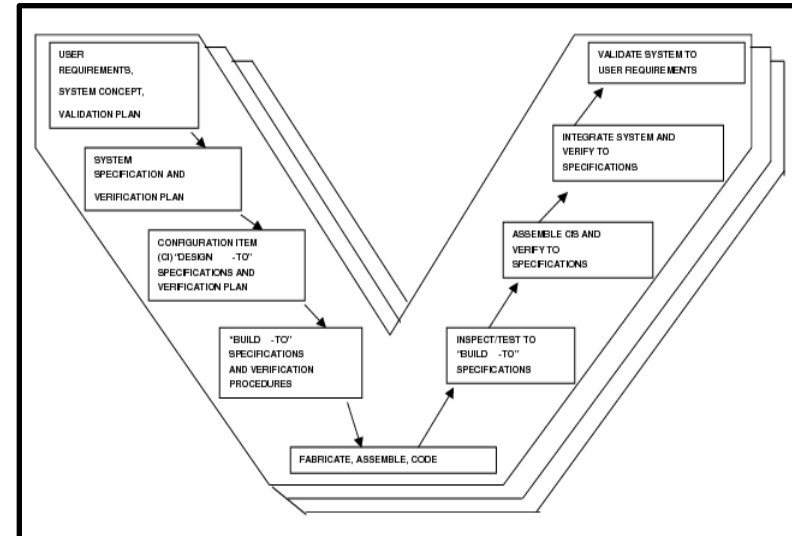
Eigenschap	Boom	Auto	Koffiekopje	Elektromotor
Supersysteem	Boomgaard			Auto
Subsysteem	Wortels			Lager

Systems of Systems versus Family of Systems

SoS V-models



FoS V-models



J. O. Clark, *System of Systems Engineering and Family of Systems Engineering from a standards, V-Model, and Dual-V Model perspective*, 2009 3rd Annual IEEE Systems Conference, Vancouver, BC, 2009, pp. 381-387.

Basisprincipes van systeemtheorie

- Vrij vertaald vanuit Yourdon:
 1. Hoe specifiek het systeem, hoe slechter het aan te passen is aan andere omstandigheden.
 2. Hoe groter het systeem, hoe meer bronnen van het systeem ingezet moeten worden voor het onderhouden van het systeem.
 1. Systemen zijn altijd een onderdeel van een groter systeem, en bestaan altijd uit kleinere systemen.
 1. Systemen veranderen van omvang in de tijd.
 1. De interactie tussen verschillende onderdelen van een systeem is vaak complex en subtiel. (Denk aan regeltechniek)

MODELLEN

Wat is een model?

- Een model is een versimpelde abstracte weergave van iets.
- Doel van een abstractie:
 - Weglaten details.
 - Verduidelijken belangrijke zaken.



Piet Mondriaan, *Grijze boom*

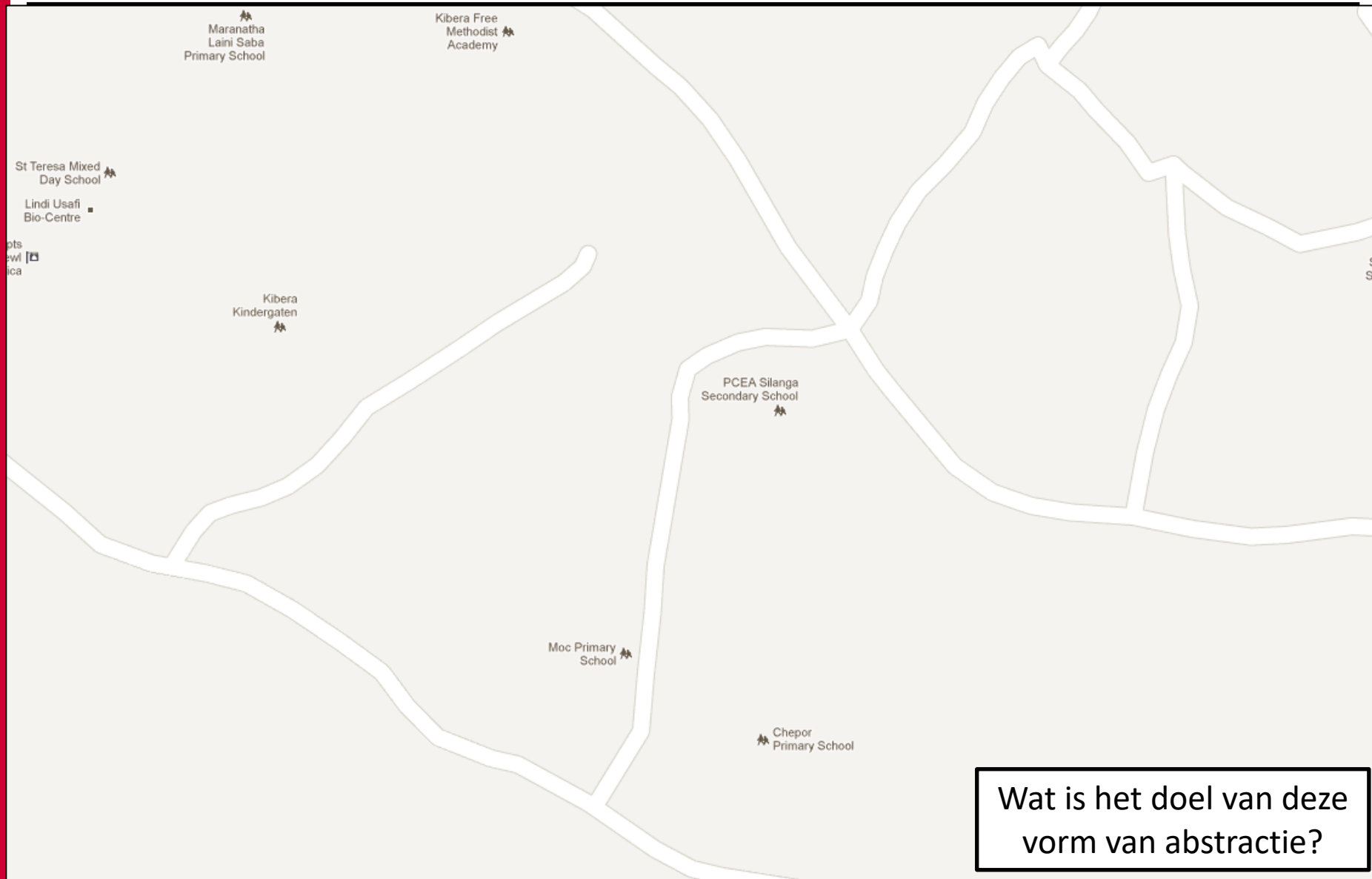
Bekende modellen

- Kennen jullie modellen die in de Elektrotechniek gebruikt worden?
 - Simulink model
 - Schema (b.v. digitale techniek, analoge techniek)
 - Flowdiagram
- Kennen jullie systeemmodellen die in de Elektrotechniek gebruikt worden?
 - Yourdon (Hatley–Pirbhai, Ward–Mellor)
 - UML (veel gebruikt voor software)
 - SysML
 - SystemC

Kibera, Nairobi, Kenya



Kibera, Nairobi, Kenia, Abstract.



Modelleren systemen

- Als we een systeem modelleren (abstract weergeven) wat willen we weten?
 - Functie
 - Interface
 - Implementatie (?)
- Wat willen we verbergen?

– Draadjes	Boutjes	
Instructies		
– Transistors	Schroefjes	Bits
– Condensatortjes	Moertjes	Silicium
– Diodes	Stangetjes	Tin
– Anti-soldeermasker	Schaniertjes	Sensortjes

functionaliteit



Functionaliteit



Implementatie scheiden van functionaliteit

- Waarom?
 - Er zijn meerdere implementaties mogelijk
 - Eén implementatie hoeft niet de snelste te zijn
 - Eén implementatie hoeft niet de goedkoopste te zijn
 - Eén implementatie hoeft niet de veiligste te zijn
 - Eén implementatie hoeft niet de duurzaamste te zijn
 - Technologie verandert heel snel (beter, goedkoper, sneller)
 - Morgen is er misschien al weer een betere implementatie
 - Functionaliteit verandert niet zo snel
 - Modelleer alsof je perfecte technologie hebt!

Stappenplan modelleren systeem

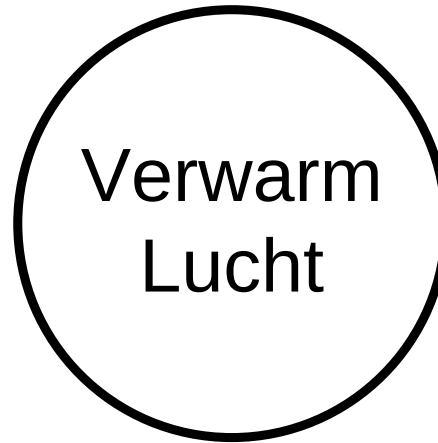
- We modelleren dus eerst de *functie*
 - **Wat** doet het systeem?
- Daarvoor hebben we nodig de *invoer* en de *uitvoer*
 - **Waarmee** doet het systeem dat?
- Daarna modelleren we de *implementatie*
 - **Hoe** zit het systeem in elkaar?

Het modelleren

- We modelleren de functie en implementatie van het systeem apart.
- Met vier elementen kunnen we het functionele model bouwen.
 - Proces
 - Data Flow
 - Data Store
 - Terminator
- In het data context diagram modelleren we de interface en de belangrijkste functie van een systeem.

DE ELEMENTEN VAN DATA FLOW DIAGRAMMEN (DFD)

Het Proces



- Proces, bol, bubble, functie, transformatie.
- **Transformeert** energie, materie of informatie.
- Naam: beschrijft kort **wat** het proces doet.
Gebruik een “Verb-object phrase” (gezegde-lijdend voorwerp, wie/wat is het onderwerp?).

De Data Flow



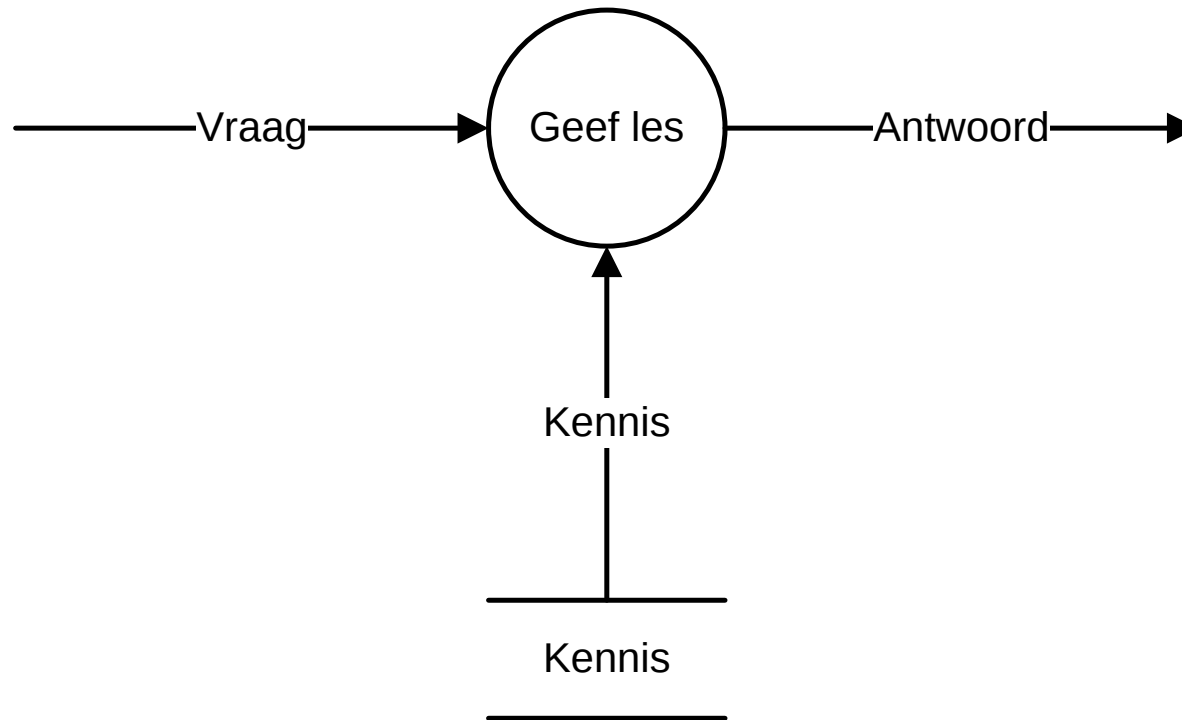
- Flow, data flow, stroom (niet elektrisch), datastroom.
- **Verplaatst** energie, materie of informatie.
- Naam: beschrijft kort **welke** energie, materie of informatie verplaatst wordt (zelfstandig naamwoord, enkelvoud).

De Data Store

Munten

- Datastore, store.
- **Slaat** energie, materie of informatie (tijdelijk) **op**.
- Naam: beschrijf kort **welke** energie, materie of informatie opgeslagen wordt (zelfstandig naamwoord, meervoud).
 - Meestal dezelfde naam als flows die naar binnen en buiten gaan.

Voorbeeld



Een data flow diagram van een simpele vraaggestuurde docent.

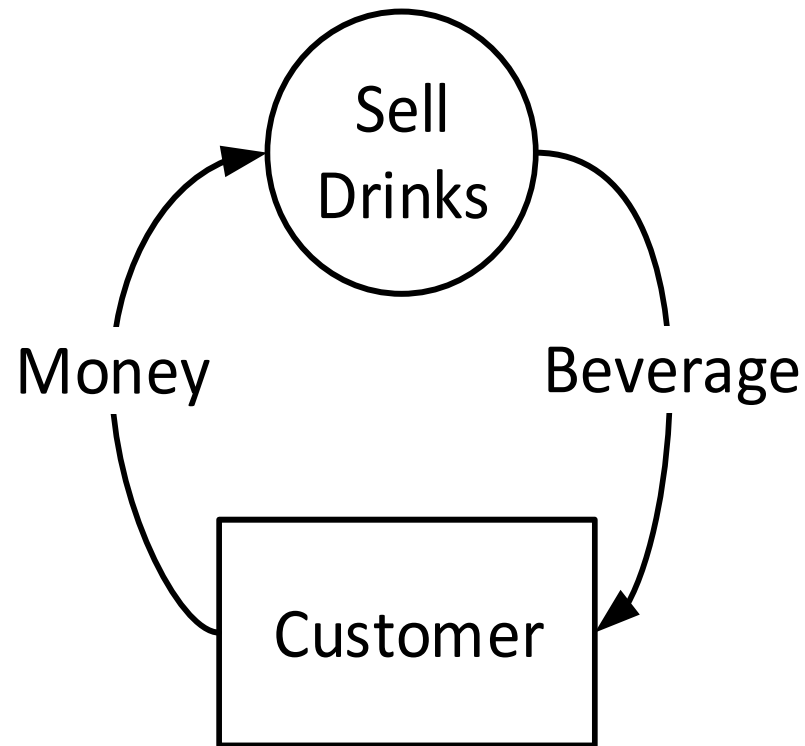
- Wat missen we hier nog?

De Terminator



- Terminator
 - **Bron** en/of **afnemer** van flows.
 - **Extern** systeem, hoort niet bij het systeem dat je modelleert!
- Naam: naam van het externe systeem (zelfstandig naamwoord, enkelvoud).

Voorbeeld drankautomaat

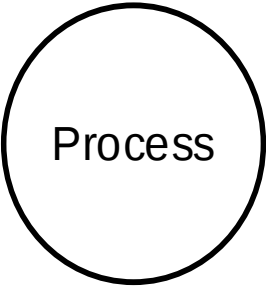


Vier elementen van DFD's



Terminator

Bron / afnemer van flows ***buiten*** het systeem.



Process

Transformeert energie/info/materie



Data store

Slaat energie/info/materie op.



Data Flow

Stroom van energie/info/materie.

Data Context Diagram

- Model van de **omgeving** van het te ontwerpen systeem.
- Is een bijzonder DFD:
 - Bevat slechts **1** proces
 - De overkoepelende functie van het systeem
 - Bevat alle **terminators** van het te ontwerpen systeem
 - De omgeving van het systeem
 - Bevat alleen **flows** van terminator naar proces
 - Dus **geen** flows tussen terminators
 - Bevat **geen** stores.

Flessenverwerker

De flessenverwerker moet een systeem worden waarbij klanten flessen met statiegeld in kunnen voeren en daarvoor een tegoed aan geld terug krijgen.

In feite kunnen klanten allerlei objecten invoeren. Alleen als het object een fles van waarde is, wordt het object verplaatst naar de andere kant van de verwerker (mag niet door de klant te bereiken zijn) waar een medewerker de fles uit het systeem kan halen.

Indien het object een fles van waarde is wordt ook een tegoed (afhankelijk van de prijs van de fles) geaccumuleerd voor de klant. Indien het object geen fles van waarde is wordt het object teruggegeven aan de klant. Uiteindelijk kan de klant aangeven dat hij/zij klaar is met het invoeren van objecten, om zo het tegoed uitgekeerd te krijgen in geld (munten).

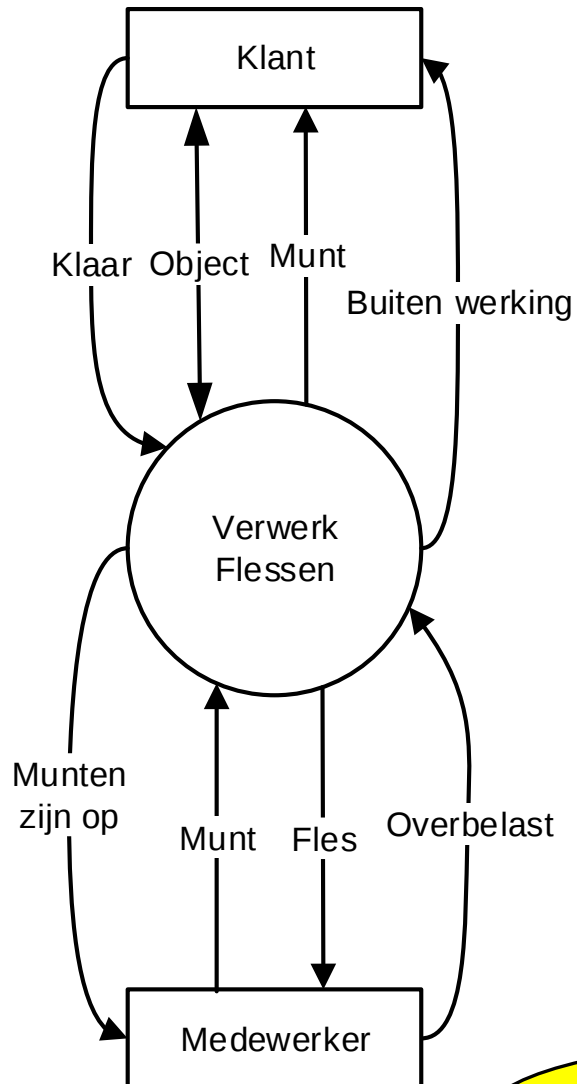
Als de medewerkers overbelast zijn moeten ze dit aan kunnen geven, op dit moment kunnen er geen nieuwe objecten worden ingevoerd. Ook indien er geen geld meer in het systeem zit, moet dit eerst worden aangevuld alvorens het systeem nieuwe objecten accepteert.

Wat zijn de I/O's van de flessenverwerker?

- Belangrijkste functie:
 - Flessen innemen en
tegoed teruggeven
- Omgeving:
 - Klant
 - Medewerker
- Inputs:
 - Object
 - Klaar met invoer
 - Munten
 - Overbelast
- Outputs:
 - Object
 - Fles
 - Munten retour
 - Buiten werking

Context diagram flessenverwerker

Context diagram flessenverwerker



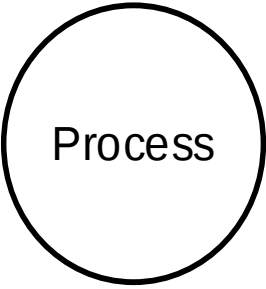
Wordt in week 4
nog verbeterd!

Samenvatting



Terminator

Bron / afnemer van flows ***buiten*** het systeem.



Process

Transformeert energie/info/materie



Data store

Slaat energie/info/materie op.



Data Flow

Stroom van energie/info/materie.

Todo:

- Slides les 1 doornemen
- Bestuderen:
 - Cursushandleiding
 - Yourdon: H2
 - Burge: Context Diagram