

Analyse van bedrijfsprocessen



Noordhoff

Jan in 't Veld,
Marylse in 't Veld, Bé Slatius

13^e druk

Analyse van bedrijfsprocessen

Een toepassing van denken in systemen

Bewerkt door:

Mr. Marylse in 't Veld

Bé Slatius

Oorspronkelijke uitgave:

Prof. ir. Jan in 't Veld

Dertiende druk

Noordhoff Groningen

Ontwerp omslag: Shootmedia Groningen

Omslagillustratie: Vithun Khamsong - Moment, Getty Images, Amsterdam

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB
Groningen of via het contactformulier op www.mijnnoordhoff.nl.

De informatie in deze uitgave is uitsluitend bedoeld als algemene informatie. Aan deze informatie kunt u geen rechten of aansprakelijkheid van de auteur(s), redactie of uitgever ontleen.



0 / 23

© 2023 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Utrecht, The Netherlands.

Deze uitgave is beschermd op grond van het auteursrecht. Wanneer u (her)gebruik wilt maken van de informatie in deze uitgave, dient u vooraf schriftelijke toestemming te verkrijgen van Noordhoff Uitgevers bv.

This publication is protected by copyright. Prior written permission of Noordhoff Uitgevers bv is required to (re)use the information in this publication.

ISBN(ebook) 978-90-01-07814-0

ISBN 978-90-01-07813-3

NUR 800

Woord vooraf bij de dertiende druk

Hoe kun je als manager je bedrijfsprocessen analyseren en, als zich problemen voordoen, die vervolgens oplossen? Hoe kun je ervoor zorgen dat je organisatie gezond is en blijft? De theorie (systeemkunde) die in dit boek besproken wordt, is als methode te gebruiken voor het beschrijven en analyseren van bedrijfsprocessen.

Het model waar we uiteindelijk in hoofdstuk 6 naar toe werken, is het steady-statemodel. In dit model kunnen we de onderscheiden functies in een bedrijfsproces tekenen en daarmee duidelijk krijgen of, en zo ja, waar eventuele noodzakelijke functies ontbreken. Dit model is op vrijwel alle processen toe te passen en heeft in de praktijk zijn nut bewezen. Het richt zich namelijk eerst op het geheel en daarna pas op de delen van de organisatie, het denkt in processen en functies en geeft daarmee de stromen door de organisatie weer in plaats van te focussen op organisatorische eenheden. Het biedt een systematische wijze van denken over problemen binnen een organisatie en geeft een beter inzicht in concrete situaties.

Niet alleen hbo'ers, maar ook universitair opgeleide studenten blijken de theorie met succes direct te kunnen toepassen in hun praktijkstages en bij (afstudeer)opdrachten. Het boek is ook geschikt voor zelfstudie.

Dit boek is een vierde herziene versie van het boek *Analyse van organisatieproblemen* van Jan in 't Veld.

Deel 1 van het boek bevat de theorie en een tool, de interviewmethode, om mee aan de slag te kunnen gaan in de praktijk. Deel 2 bevat aan de systeemkunde gerelateerde onderwerpen en deel 3 van het boek bevat een aantal hoofdstukoverstijgende casussen, gebaseerd op gevallen uit de praktijk, waarvan de uitwerkingen (evenals die van de oefenvragen en casussen achter de hoofdstukken) op de website staan. Ook is op de website extra oefenmateriaal voor studenten te vinden, zoals oefentoetsen met feedback en studieadvies.

Elk hoofdstuk bevat ook praktijkvoorbeelden, die een link met de theorie hebben en de functie hebben die link te bediscussiëren. Voor docenten misschien een aanleiding om dieper op de stof in te gaan. Aan het einde van hoofdstuk 6 staan casussen die een duidelijke indicatie geven of de student de hele theorie begrepen heeft.

Daarnaast bevat de website een docentendeel met handleiding, tentamenbank en extra informatie: www.analyse-bedrijfsprocessen.noordhoff.nl

De praktijkervaring met deze theorie in het hbo en in het universitaire onderwijs laat zien dat veel oefening met de theorie van dit boek noodzakelijk is. Ons advies aan de studenten is dan ook om de casussen in dit boek en de aanvullende casussen op de website zelf en eventueel met twee of drie studenten te maken. Oefening baart kunst!

En, zoals al eerder gezegd: wij raden docenten aan deze theorie te laten toepassen in de praktijkstage, omdat onze ervaring heeft aangetoond dat de theorie dan goed tot leven komt, dat studenten snel een goed overzicht van de organisatie krijgen en merken dat de theorie minder abstract is dan ze dachten.

Bij het schrijven van deze druk hebben de volgende personen kritisch meegelezen, dan wel fotomateriaal ter beschikking gesteld, dan wel toestemming verleend om reclamemateriaal te gebruiken: ir. Hessel M. Visser, zelfstandig consultant en auteur van het boek *Werken met Logistiek* en Maartje van Esch, docent bij Fontys Hogescholen. Wij danken hen hiervoor. Wij zijn ons ervan bewust dat ook deze nieuwe druk nog verder kan worden verbeterd. Daarom houden wij ons aanbevolen voor gemotiveerde kritische op- en aanmerkingen c.q. aanvullingen via de uitgever. Ook doen we een beroep op praktijkmensen om kennis en praktijkervaringen in te brengen.

Almere, najaar 2022
Marylse in 't Veld
Bé Slatius

Inhoud

DEEL 1

De systeemkundetheorie en een interviewmethode 9

- 1 Systeemkunde en systeembegrippen 11**
 - 1.1 Systeemkunde 12
 - 1.2 Systeem 15
 - 1.3 Subsystemen en aspectsystemen 17
 - 1.4 Toestand, proces en gedrag 19
 - 1.5 Doel, functie en taak 22
 - 1.6 Systeem en omgeving 24
 - Samenvatting 25
 - Kernbegrippen 26
 - Vragen en opdrachten 28

- 2 Systeembenadering 33**
 - 2.1 Twee methoden voor benadering van een systeem 34
 - 2.2 De maanreisbenadering 40
 - 2.3 De systeembenadering toegepast 48
 - 2.4 Toepassing systeembenadering bij onderzoeksopzet en -uitvoering 50
 - Samenvatting 51
 - Kernbegrippen 52
 - Vragen en opdrachten 53

- 3 Procesbeheersing 61**
 - 3.1 Inrichten en sturen 62
 - 3.2 Voorwaartskoppeling 65
 - 3.3 Terugkoppeling 68
 - 3.4 Toevoegen van het ontbrekende 69
 - 3.5 Stabiliteit 72
 - 3.6 Procesregeling in organisaties 75
 - Samenvatting 78
 - Kernbegrippen 79
 - Vragen en opdrachten 80

- 4 Het vliegensvlugge vliegbedrijf (casus) 89**
 - 4.1 Voorgeschiedenis 90
 - 4.2 Probleemanalyse 91
 - 4.3 Vragen en uitwerkingen 94
 - 4.4 Complicatie door slecht weer 100
 - 4.5 Radarcomplicaties 107
 - 4.6 Spreading in de variabelen en het aantal benodigde radartestwagens 112
 - Samenvatting 120
 - Kernbegrippen 121

5 Hoofdstromen en processen 123

- 5.1 Denken in processen 124
- 5.2 Hoofdstromen 127
- 5.3 Soorten processen 129
- 5.4 Bepalen van de subsystemen 131
 - [Samenvatting 134](#)
 - [Kernbegrippen 135](#)
 - [Vragen en opdrachten 137](#)

6 Het steady-statemodel voor de uitvoering van processen 143

- 6.1 Sturen, voorwaarts- en terugkoppelen en toevoegen van het ontbrekende in een organisatie 144
- 6.2 Grenszone aan de invoerzijde 147
- 6.3 Interne regelprocessen 151
- 6.4 Grenszone aan de uitvoerzijde 154
- 6.5 Ondersteunende processen 154
- 6.6 Regelkring voor de normstelling 155
- 6.7 Het steady-statemodel: samenvoeging van modellen in één model 158
- 6.8 Droste-effect 163
- 6.9 Overzicht van functies in het steady-statemodel 166
- 6.10 PROPER model 168
 - [Samenvatting 169](#)
 - [Kernbegrippen 170](#)
 - [Vragen en opdrachten 172](#)

7 De moderne motorenfabriek (casus) 181

- 7.1 Het model als hulpmiddel voor een diagnose 182
- 7.2 Beschrijving van de bestaande situatie 183
- 7.3 Oplossing: analyse op basis van het steady-statemodel 187
 - [Samenvatting 195](#)
 - [Kernbegrippen 196](#)

8 Een interviewmethode in de praktijk 199

- 8.1 Voorbereiding op het interview 200
- 8.2 Introductie van het interview: tips en opmerkingen 201
- 8.3 Vragen stellen (algemeen) 202
- 8.4 Sturen in gesprekken 203
- 8.5 Structuur van het interview: systematische stappen 206
 - [Samenvatting 213](#)
 - [Kernbegrippen 214](#)
 - [Vragen en opdrachten 215](#)

DEEL 2

Effectiviteit, efficiëntie en innovatie 219

9 Effectiviteit en efficiëntie 221

- 9.1 De begrippen effectiviteit, efficiëntie, productiviteit en prestatie 222
- 9.2 Toepassing van de begrippen 228
 - [Samenvatting 232](#)
 - [Kernbegrippen 233](#)
 - [Vragen en opdrachten 234](#)

- 10 Model voor het innovatieproces 239**
- 10.1 Opzet van het model voor het innovatieproces 240
- 10.2 Integratie van de modellen 247
- 10.3 Toepassing van de modellen 249
 - Samenvatting 251
 - Kernbegrippen 252
 - Vragen en opdrachten 253

DEEL 3

Casussen 259

- CASUS 1 Klachtenbehandeling 262
- CASUS 2 Verpakkingsproces 263
- CASUS 3 Uitgeverij Aardeman 264
- CASUS 4 Diepvriesdiervoeding 265
- CASUS 5 Spitse spoorwegen 266
- CASUS 6 Pertimex wasserij 268
- CASUS 7 Innovatie 270

Bijlage: Boulding 272

Antwoorden op de meerkeuzevragen 275

Literatuur 276

Register 277

Over de auteurs 279

Illustratieverantwoording 280

DEEL 1

De systeemkunde- theorie en een interviewmethode

- 1 **Systeemkunde en systeembegrippen** 11
- 2 **Systeembenadering** 33
- 3 **Procesbeheersing** 61
- 4 **Het vliegensvlugge vliegbedrijf (casus)** 89
- 5 **Hoofdstromen en processen** 123
- 6 **Het steady-state model voor de uitvoering van processen** 143
- 7 **De moderne motorenfabriek (casus)** 181
- 8 **Een interviewmethode in de praktijk** 199



1

Systemkunde en systeembegrippen

In dit hoofdstuk wordt verteld wat de systemkunde inhoudt, voor wie de systemkunde nuttig is en wat je ermee kunt doen.

Vervolgens worden de begrippen uitgelegd die gebruikt worden in de systemkunde.

De systemkunde is een methode om processen te beschrijven en vervolgens te analyseren en te structureren, waardoor eventuele knelpunten en problemen opgelost kunnen worden met behulp van een model dat bekend staat onder de naam steady-statemodel.

De systeembenadering gaat uit van:

- het denken vanuit het geheel en
- daarna pas vanuit de delen, en
- het denken in bedrijfsprocessen en de daarbij behorende functies.

1.1 Systeemkunde

Systeemkunde

De systeemkunde, begonnen in de jaren veertig van de vorige eeuw, is vooral na 1960 in hoog tempo ontwikkeld. Er kwam een algemene systeemtheorie naar voren (General Systems Theory, GST), waarbij men systemen als één geheel probeert te omschrijven. De centrale thema's van de systeemkunde zijn abstractie en generalisatie. Dat betekent dat we eerst een systeem definiëren, voordat we naar de verschillende onderdelen van dat systeem gaan kijken. Het is een methode om problemen in (bedrijfs)processen op te lossen, waarbij we de aandacht primair richten op processen waarin handelingen plaatsvinden en niet zozeer op het eindresultaat van dat proces. Systeemkunde is vooral een manier van denken, een manier van kijken naar de dingen. Systeemkunde op zichzelf lost geen enkel probleem op. Het is een hulpmiddel voor analyse van (bedrijfs)processen en vervolgens voor het oplossen van knelpunten.

Systeemkunde probeert hulp te bieden bij interdisciplinair werken, waarbij er tijdens het onderzoek een voortdurende wisselwerking is tussen de verschillende disciplines. Die hulp bestaat uit het bieden van een meer algemene taal, met scherp gedefinieerde begrippen, en een universeel model. Men moet leren om zijn eigen vakjargon om te zetten in die meer algemene taal. Systeemkunde is nuttig voor managers en bestuurders van organisaties, in het bedrijfsleven, de gezondheidszorg, de overheid, politieke partijen, verenigingen, banken, enzovoort. En natuurlijk ook voor de stafleden, die hen terzijde staan.

Wat kunnen we met de systeemkunde?

Het denken in productstromen en processen vermindert bijvoorbeeld de doorlooptijden en vergroot de flexibiliteit. Dat is wat een manager wil. Bovendien wil hij, als er zich problemen voordoen in de (bedrijfs)processen, snel een simpele oplossing hebben, die weinig risico's met zich meebrengt. Meestal beslist hij dan op basis van zijn ervaring. Dat gaat heel redelijk zolang de omstandigheden betrekkelijk stabiel zijn, maar tegenwoordig veranderen de maatschappij en de technieken steeds sneller en wordt dat moeilijker. Ook zijn problemen vaak een gevolg van de toenemende complexiteit van de samenleving, de samenhangen tussen allerlei zaken en verschijnselen, van organisatiestructuren die nodig zijn om de complexiteit het hoofd te bieden. Hoe analyseren we dan zulke complexe problemen? Hoe handhaven of verbeteren we de effectiviteit en flexibiliteit van de organisatie?

Er zijn steeds meer methoden in de bedrijfskunde, die verkocht worden als de oplossing voor alle problemen. Denk aan Total Quality Management (TQM), Logistiek, Business Process Redesign (BPR), Workflow Management.

TQM

TQM richt zich met name op de kwaliteit, waarbij het productieproces wordt gezien als één geïntegreerd systeem, waarbij iedere volgende afdeling de 'klant' is van de voorgaande. TQM vraagt om een organisatieverandering en grotere delegatie van bevoegdheden. Het ziet de organisatie als een keten van onderling afhankelijke processen met als uiteindelijk doel: het tevredenstellen van de klant. Door de kwaliteitsverbetering zullen de kosten dalen. Toch mislukt TQM vaak, omdat het zich op één aspect richt, namelijk de kwaliteit, en ervan uitgaat dat, als deze verbetert, ook de andere aspecten zullen verbeteren. Dat is een onjuiste gedachte.



Het proces van containervervoer per schip

Logistiek en dan met name Supply Chain Management (SCM) richt zich op de productstroom of op de orderstroom door het bedrijf. SCM heeft als doel:

- doorlooptijd verkorten;
- voorraad verlagen;
- stroom vereenvoudigen door het aantal overgangen tussen afdelingen te verminderen;
- leveringsbetrouwbaarheid vergroten;
- kosten verlagen.

Supply Chain Management

Maar SCM laat vaak onderdelen in de keten buiten beschouwing, zoals het traject van idee tot productontwerp en het in productie nemen.

Business Process Redesign (BPR) is een methode om met behulp van informatiesystemen processen te analyseren en te vereenvoudigen om zo te komen tot een kortere doorlooptijd, een betere beheersing en lagere kosten. Maar deze methode heeft niet of nauwelijks aandacht voor de noodzakelijke regelkringen ter beheersing van de processen.

Business Process Redesign

Workflow Management is een hulpmiddel om de uitvoerende processen in een model weer te geven en te analyseren. Ook hier ontbreken de noodzakelijke regelkringen ter beheersing van de kwaliteit en de kwantiteit.

Workflow Management

Het Supply Chain Operations Model (SCOM) is een geüniformeerd model voor een procesbeschrijving. Vijf processen staan centraal: inkoop, productie, distributie, planning en retouren. Het model wordt gebruikt voor het opzetten, beheersen en verbeteren van logistieke en supply-chainprocessen en bevat drie niveaus van procesdetailing.

Supply Chain Operations Model

Op het eerste niveau (het proces), het strategisch niveau, worden vijf hoofdprocessen onderscheiden: plan, source, make, deliver en return. Tevens stellen gebruikers van het model de key performance indicatoren (KPI's) vast. Vervolgens wordt er ingezoomd.

Op niveau twee (procescategorie), het tactisch niveau, vindt een verdieping plaats van de processen op niveau één. Die worden onderverdeeld in planings-, uitvoerende en ondersteunende processen.

Niveau drie (proceselement), het operationele niveau, is een gedetailleerde vorm van niveau twee.

Het model is vooral bedoeld om de logistieke prestaties van ondernemingen in de supply chain onderling te vergelijken en te verbeteren (Visser & Van Goor, 2015).

Procesdenken

Al deze technieken gaan uit van het procesdenken en hebben daarmee een doorbraak in het denken in (bedrijfs)processen veroorzaakt. Maar zij ontberen een onderliggende theorie. Met de theorie uit dit boek kunnen we de tekortkomingen van deze technieken onderkennen en aanvullen (In 't Veld, 1960).

Het doel van dit boek is:

- Kennis en begrip overdragen van dat deel van de systeemkunde dat managers en bestuurders kan helpen hun functie in de organisatie nog beter te vervullen en/of hun taak te verlichten.
- De kennis leren toepassen op problemen waarmee we in organisaties geconfronteerd worden.
- Met deze kennis en dit inzicht modellen voor organisatiestructurering ontwikkelen en hun toepassingsmogelijkheden duidelijk maken.

De systeemkunde is echter geen middel voor alle kwalen. Het biedt een bepaalde systematische wijze van denken over problemen, geeft een beter inzicht en doorzicht en is een hulpmiddel om concrete situaties op een hoger abstractieniveau te bekijken.

Je moet het zien als een denkkader voor eigen gebruik. Willen we onze bevindingen en ervaringen overdragen aan anderen, dan kan dat zonder gebruik te maken van het systeemjargon. Het is en blijft een hulpmiddel voor het eigen denken.

Studenten zeggen vaak: 'U denkt toch niet dat ik elke dag bij een probleem een model ga zitten tekenen?' Dat is ook niet de bedoeling. Alleen bij complexe processen zou het nuttig kunnen zijn. Het gaat er vooral om dat je op een bepaalde manier naar processen leert kijken en dat je die manier al snel (on)bewust toepast als je naar een proces kijkt.

Zo zou je de systeemkunde kunnen toepassen op de processen bij Ford om het probleem, genoemd in het volgende artikel, te analyseren en op te lossen. Alleen een terugroepactie lost het probleem niet op. In het productieproces dienen de storingen, die het gebrek aan koeling hebben veroorzaakt, opgespoord en opgelost te worden.

www.nieuwsblad.be

Terugroepactie Ford

Ford roept in Europa en Noord-Amerika samen zo'n 360.000 wagens terug nadat enkele exemplaren zomaar in brand zijn gevlagen. Volgens de autobouwer vielen daarbij gelukkig geen gewonden.

Voor Europa gaat het om de modellen Ford C-max hybride en Focus die gebouwd zijn tussen 2010 en 2015 en de Transit Connect, gebouwd tussen 2013 en 2015. Elk voertuig heeft een 1,6 liter viercilinder turbomotor. Het eerste incident deed zich al voor in december 2015, toch heeft Ford tot nu gewacht om de terugroepactie op te starten. 'We nemen de veiligheid van onze klanten heel serieus. We nemen pas beslissingen zodra er genoeg informatie beschikbaar is. En wanneer uit die informatie blijkt dat er een terugroepactie nodig is, dan proberen we snel te handelen', laat Ford weten in een persmededeling.

'Onze klanten kunnen gerust blijven rijden met hun wagen, maar moeten wel onmiddellijk naar hun garage gaan zodra hun voertuig een lek in de koeling vertoont', klinkt het nog. 'Dat kan oververhitting veroorzaken en een barst in de cilinder. Als dat gebeurt, kan er mogelijk olie lekken. En als dat een heet oppervlakte raakt, kan er mogelijk brand ontstaan.' Ford-eigenaars die met een mogelijk getroffen wagen rijden, krijgen een mail van Ford met instructies hoe ze hun koelvloeistofpeil kunnen controleren en eventueel bijvullen.

Volgens Ford zou de terugroepactie het bedrijf zo'n 275 miljoen euro kosten.



1.2 System

Er zijn vele definities van het begrip systeem, maar wij beperken ons hier tot het begrip dat wij in dit boek hanteren.

Een systeem heeft een paar essentiële kenmerken, namelijk:

- Het wil een doel bereiken.
- Het bevat een verzameling elementen.
- Er bestaat een samenhang tussen die elementen.

Systeem

Bekijken we bijvoorbeeld een schoolgebouw als een systeem, dan zijn er binnen dat gebouw vele elementen, zoals studenten, tafels, stoelen. Maar buiten dat systeem, in de buitenwereld of omgeving, zijn er natuurlijk ook nog vele elementen, en die kunnen invloed hebben op wat zich binnen ons sys-

teem afspeelt. Denk aan een docent die 's ochtends met een slecht humeur binnenkomt: dat heeft invloed op de andere elementen in ons gebouw.

Die groep samenhangende elementen is dus weer deel van een groter geheel. Ook dat grotere geheel bevat elementen, maar die laten we buiten beschouwing. Wij kijken alleen naar de elementen binnen ons systeem schoolgebouw.

Welke elementen we als onderdeel van ons systeem beschouwen, hangt af van het doel van ons onderzoek. Stel dat binnen het systeem schoolgebouw de cijferverwerking niet goed loopt. Docenten moeten na het corrigeren van een tentamen de cijfers invoeren op het intranet. Studenten kunnen dan zelf hun totale cijferlijst bekijken en printen. Maar cijfers die wel zijn ingevoerd door docenten blijken niet te verschijnen op de total-grade-list van studenten. Doel van ons onderzoek is uit te vinden waar het fout gaat. Dat betekent dat we niet alle elementen binnen het systeem schoolgebouw in ons onderzoek hoeven te betrekken, maar alleen het cijferverwerkingsysteem. Een systeem bestaat dus uit een verzameling mensen en middelen die samenwerken om het systeemdoel te bereiken.

Dit leidt tot de volgende definitie:

Een systeem is een, afhankelijk van het door de onderzoeker gestelde doel, binnen de totale werkelijkheid te onderscheiden verzameling elementen. Deze elementen hebben onderlinge relaties en (eventueel) relaties met andere elementen uit de buitenwereld.

We bespreken nu een aantal begrippen uit deze definitie. Uit deze begrippen op zich kunnen we weer andere begrippen afleiden, die niet direct deel uitmaken van de definitie.

Elementen

Volgens de definitie bevat een systeem elementen.

Elementen zijn de kleinste delen die de onderzoeker wil bekijken, gezien zijn doel. Een docent is alleen geïnteresseerd in de studenten, de schoonmaker in de tafels en stoelen en een beveiligingsbeambte in het hang- en sluitwerk, als zijnde de elementen.

Elementen kunnen zowel materieel (stoelen, mensen) als niet-materieel (dienst, informatie) zijn.

Inhoud

De opsomming van alle verschillende elementen in het systeem noemen we de inhoud, zoals stoelen, tafels en mensen.

Eigenschappen

Nu kunnen die elementen ook nog eigenschappen hebben. Dit kan van alles zijn, fysieke, sociale of esthetische eigenschappen. Een mens heeft bijvoorbeeld als eigenschappen een bepaalde lengte, een bepaald karakter. Zo'n eigenschap kent verschillende facetten: een ruw aanvoelend gezicht, een vriendelijk kijkend gezicht. De grootheid is ook een van die facetten en die heeft een bepaalde waarde: je bent 1,90 m lang, je weegt 70 kg.

Relaties

Nu is in de definitie van een systeem gesteld dat de elementen relaties hebben. Dat betekent dat er een bepaalde samenhang tussen hen is. Die elementen beïnvloeden elkaar, dus een eigenschap van een element kan een verandering tot stand brengen in de waarde van een eigenschap van een ander element. De docent die met dat slechte humeur binnenkomt, heeft invloed op de studenten en hun humeur.

De opsomming van alle relaties in een systeem noemen we de structuur. Als we de relaties binnen het systeem bekijken, spreken we van de interne structuur. Als we de relaties met de buitenwereld erbij betrekken, betreft het de externe structuur.

Structuur

Spreekt men van de buitenwereld ofwel van de totale werkelijkheid, dan noemen we dat het universum.

Universum

Een door ons afgeperkt systeem, zoals het schoolgebouw met zijn elementen, zal nooit relaties hebben met het hele universum, maar wel met zijn omgeving. Dan kun je niet alleen denken aan de studenten en docenten die dagelijks binnenkomen, maar ook aan de contacten met internationale partnerscholen, het bedrijfsleven, de onderhoudsdiensten en dergelijke. Voor wie verder geïnteresseerd is in de indeling van systemen in soorten, verwijzen wij naar de systeemhiërarchie van Boulding in de bijlage achter in dit boek.



Studentenwoningen: systeem en subsystemen

1.3 Subsystemen en aspectsystemen

Een systeem bestaat uit elementen en relaties. Soms is het systeem te groot om in zijn geheel te bestuderen en splitsen we het op in subsystemen (De Leeuw, 2000). Denk bijvoorbeeld aan een multinational die binnen de productieafdeling van een van zijn dochterbedrijven problemen heeft. Het heeft geen zin om het hele systeem 'multinational' te bekijken, en ook niet het subsysteem 'dochterbedrijf'; we bekijken in dit geval alleen de afdeling van het dochterbedrijf.

Subsysteem

Een subsysteem is een deelverzameling van de elementen van het systeem, waarbij alle oorspronkelijke relaties tussen de elementen onveranderd behouden blijven.

Stel: het schoolgebouw is ons systeem, maar wij willen een klaslokaal bestuderen. Dan is dat klaslokaal het subsysteem van de school met daarin de elementen studenten, docent, tafels, stoelen, enzovoort en de relaties daartussen.

Een subsysteem is weer te beschouwen als een systeem en voldoet daarmee ook aan de definitie van een systeem. Voorbeelden zijn een startmotor van de motor in een auto, een kamer in een huis, de cijferadministratie binnen de totale administratie van een hogeschool.

Het is het beste om in een organisatie, afhankelijk van het probleem, die subsystemen te kiezen die een min of meer zelfstandig deel vormen of die een bepaald proces in zich hebben, bijvoorbeeld een afdeling financiële zaken of een infostroom door het hele bedrijf. Dit is belangrijk om duidelijk de grenzen te kunnen stellen.

Aspectsysteem

In paragraaf 1.2 hebben we gesproken over de elementen van een (sub)systeem en de relaties daartussen. Als we van die verschillende relaties een deel afsplitsen, spreken we van een aspectsysteem. Bijvoorbeeld het klaslokaal met zijn elementen. Nu focussen we op het sociale aspect binnen de klas. Het is ons doel om onderzoek te doen naar de verhoudingen tussen de studenten. We hanteren dus een andere invalshoek.

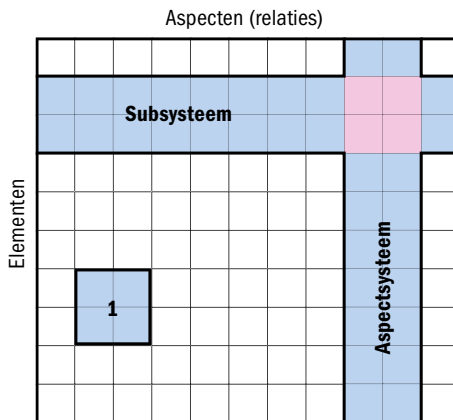
Ander voorbeeld: we bekijken weer de afdeling administratie, maar zijn gefocust op de loop van de informatie en niet op de informatie zelf.

Een aspectsysteem is een deelverzameling van de relaties in het (sub)systeem, waarbij alle elementen onveranderd blijven.

Sub-aspectsysteem

Aspect- en subsysteem kunnen samenvallen, zoals afgebeeld in figuur 1.1. Dat houdt in dat we van een bepaald subsysteem, de klas, een bepaald aspect bestuderen. Bijvoorbeeld het bekijken van de studenten die lid zijn van de studentenvereniging. Dan hebben we een sub-aspectsysteem.

FIGUUR 1.1 Sub- en aspectsystemen



1.4 Toestand, proces en gedrag

Een systeem bevindt zich op een bepaald moment in een bepaalde toestand. Over een zekere tijdsspanne spelen zich in dat systeem processen af. Wij zijn met name geïnteresseerd in processen met een volledig bepaald gedrag dat zich in de tijd herhaalt.

1.4.1 Toestand

De toestand van een systeem op een bepaald moment heeft de waarden van de eigenschappen op dat tijdstip in het systeem.

Toestand

Een toestand is dus een momentopname. Maar in een systeem zoals wij dat voor ogen hebben, spelen zich processen af. Als de waarde van een eigenschap van een element verandert, en dus de toestand van het systeem wijzigt, dan vindt er een gebeurtenis plaats. Denk aan het humeur van een docent. Dat wordt slechter naarmate de studenten drukker worden. Gevolg: hij schiet uit zijn slof.

Heeft de ene gebeurtenis een andere gebeurtenis tot gevolg, dan is dat een activiteit, en activiteiten kosten tijd. De docent schiet uit zijn slof, en een student reageert daar weer op en gaat een discussie aan met de docent. Dat kost allemaal tijd.

Activiteit

Niet alleen de waarden van de eigenschappen kunnen veranderen, maar ook de relaties tussen de elementen: er is dan sprake van een veranderende structuur.

Een manager heeft vooral te maken met systemen die een functie vervullen in de omgeving door een bijdrage te leveren aan die omgeving. Voor het vervullen van die functie moeten zich binnen het systeem gebeurtenissen en activiteiten afspelen. Dit gebeurt vooral in systemen waarin zich processen afspelen. Dat noemen we dynamische systemen. Die processen hebben voor het vervullen van hun functie vaak verschillende soorten toevoer uit de omgeving nodig, zoals energie, materiaal, mensen, ideeën. Dat betekent dat we bij dergelijke systemen de volgende aspecten kunnen onderscheiden (zie ook voorbeeld 1.1):

Dynamische systemen

- een invoer;
- een doorvoer;
- een uitvoer.

Binnen statische systemen daarentegen treden geen gebeurtenissen op (denk aan een hangbrug).

VOORBEELD 1.1

Ons schoolgebouw heeft als invoer: studenten met weinig kennis op het gebied van de opleiding die ze volgen, docenten met zeer veel ervaring en kennis op dat gebied, lesmateriaal over die kennisgebieden, goederen die nodig zijn voor de kantine en dergelijke. Doel van het systeem is onder andere kennis aan te brengen bij de studenten: dat gebeurt in de doorvoer. Uiteindelijk verlaten zij aan het eind van de dag met die toegevoegde kennis als uitvoer het gebouw.

Materiestroom

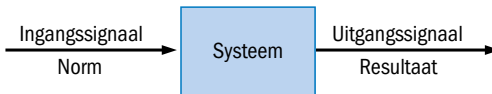
In-, door- en uitvoer worden op een bepaalde wijze aangegeven. Omdat we uiteindelijk naar een steady-state model toewerken, maken we nu tekenafspraken. De eenvoudigste voorstelling van zo'n systeem staat in figuur 1.2. De open dubbele pijl geeft aan dat we met een materiestroom te maken hebben, bijvoorbeeld mensen en middelen. Belangrijk is om goed vast te stellen wat er nu precies door het proces stroomt.

FIGUUR 1.2 Eenvoudigste voorstelling van een systeem (gebaseerd op de materiestroom)



Ook kunnen we informatiestromen weergeven en dat doen we door een enkele pijl te tekenen. Zie figuur 1.3.

FIGUUR 1.3 Eenvoudigste voorstelling van een systeem (gebaseerd op de informatiestroom)



Een systeem waarin zich een proces afspeelt, heeft blijvende en tijdelijke elementen. De blijvende elementen zijn bijvoorbeeld de computers op de administratie en de practicumlokalen van de school. Deze vervullen functies in het proces. Maar de tijdelijke elementen, zoals de studenten, worden steeds opnieuw in het systeem ingevoerd, waarna ze door allerlei activiteiten tijdens de doorvoer worden omgezet, getransformeerd, in de gewenste uitvoer.

1.4.2 Proces

Proces

Een proces is een serie transformaties tijdens de doorvoer, waardoor het ingevoerde element verandert in plaats, stand, vorm, afmeting, functie, eigenschap of ander kenmerk.

Zo'n transformatie kan een heel kleine handeling zijn, zoals een handtekening zetten op een hbo-diploma.

Wij hebben het met name over organisatiesystemen, systemen met processen, die naar inhoud, structuur en proces bestudeerd moeten worden. De activiteiten in die processen worden onderling gekoppeld door informatiestromen. Die zorgen ervoor dat op het juiste tijdstip, op de juiste plaats, op de juiste manier de juiste activiteit wordt uitgevoerd. En vaak kun je zo'n proces weer onderverdelen in subsystemen, die elk hun eigen functie in dat hoofdproces vervullen. Uiteindelijk vervult het systeem door middel van het proces zijn functie in de omgeving. En daarmee streeft het zijn doel na.

Als we hierna van een proces spreken, bedoelen we een proces dat zich afspeelt binnen een (sub)systeem.

VOORBEELD 1.2

Een brouwerij heeft als doel de omgeving van bier te voorzien. Daarvoor worden allerlei processen uitgevoerd binnen het bedrijf. Die processen worden onderling op elkaar afgestemd door informatie. Wanneer moet er hoeveel geproduceerd worden? Hoeveel flesjes en kratten moeten er besteld worden, hoeveel mensen moeten ingeroosterd worden? Dit zijn functies die door verschillende afdelingen (subsystemen) vervuld worden en uiteindelijk leiden tot het bereiken van het doel van de brouwerij.

DE VOLKSKRANT, GOVERT SCHILLING, 13 JULI 2022 (BEWERKT)

Ruimtetelescoop Webb biedt unieke blik op kraamkamer van heelal

Ruimtetelescoop Webb is de opvolger van de Hubble Space Telescope en gaat de komende 15 tot 20 jaar nieuw licht werpen op de allereerste sterrenstelsels in het heelal, de geboorte en dood van sterren en planeten en het bestaan van buitenaards leven.

De 'zuidelijke Ringnevel' is een langzaam uitdijende schil van sterren gas op een afstand van ongeveer 2000 lichtjaar. De ne-

vel is duizenden jaren geleden uitgestoten door de stervende ster in het centrum. In zo'n afkoelende nevel ontstaan minuscule stofdeeltjes en verschillende moleculen waaronder koolwaterstofverbindingen die aan de basis liggen van het leven. Over een kleine vijf miljard jaar zal ook onze eigen zon opzwellen tot een rode reuzenster en net zo'n uitdijende nevel in het heelal blazen.



De 'zuidelijke Ringnevel'

1.4.3 Gedrag

Een dynamisch systeem, dus een systeem waarin zich processen afspe-
len, zal in de periode waarbinnen we het systeem bestuderen, een bepaald
gedrag vertonen. Het gedrag van het systeem is de wijze waarop het sys-
teem reageert op:

- bepaalde in- en uitwendige omstandigheden;
- bepaalde invoeren;
- veranderingen.

Gedrag

Steady state

Voor ons zijn alleen die systemen van belang die in een steady state zijn.

Het systeem is in een steady state als het een volledig bepaald ge-
drag heeft dat repeteerbaar is in de tijd en waarbij bovendien dat
gedrag in de ene tijdsperiode gelijksoortig is aan het gedrag in een
andere tijdsperiode.

Nemen we als voorbeeld een automotor. Dat is een systeem met een pro-
ces dat zich steeds herhaalt bij het elke keer starten van de motor, en dat
de ene dag of het ene moment precies of bijna gelijk is aan de andere dag
of het andere moment.

Zo kun je ook denken aan een lopende band waarop auto's worden geas-
sembleerd of een orderverwerkingsproces. Ook in die systemen herhaalt
het proces (bij elke te produceren auto, bij elke te verwerken order) zich
steeds.

1.5 Doel, functie en taak

In het voorgaande zijn de begrippen doel, functie en taak al terloops ter sprake
gekomen. Hier zullen we deze begrippen nader toelichten, omdat zij van
wezenlijk belang zijn voor het kunnen denken in processen en systemen. In
de praktijk blijken deze begrippen vaak door elkaar gebruikt te worden. Dat is
vreemd: er bestaan niet voor niets functiebeschrijvingen waaruit zou moeten
blijken waarom iets moet worden gedaan, naast taakomschrijvingen waaruit
zou moeten blijken wat er moet worden gedaan.

Doel

Het doel van een systeem is het vervullen van bepaalde functies in de om-
geving van het systeem. Elk element en elk subsysteem binnen het sys-
teem levert zijn eigen bijdrage in het proces ter verwezenlijking van dat
doel. Een bierbrouwerij heeft als doel het produceren en leveren van bier
aan supermarkten en cafés. Een ziekenhuis heeft als doel het behandelen
en genezen van patiënten uit de omgeving.

Om dat doel te kunnen bereiken moeten er ook in het systeem functies
vervuld worden en taken verricht worden.

Malotaux (1997) definieert de begrippen als volgt:

Functie

De functie van een element is datgene wat door het element te-
weeg wordt gebracht en waaraan het grotere geheel behoefte
heeft.

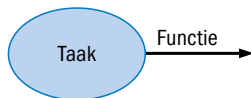
Taak

De taak van een element houdt datgene in wat gedaan moet wor-
den, opdat die bijdrage tot stand komt, zodat de functie wordt ver-
vuld.

TABEL 1.1 Enkele verschillen tussen taak en functie

Taak	Functie
<ul style="list-style-type: none"> • Wat het element doet • Het werk zelf • Bepaalde activiteiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Waarvoor dat gebeurt • De werking in het grotere geheel • De functie van die activiteiten

Bij taak gaat het om het werk zelf en bij functie om de werking daarvan. In wezen liggen ze in elkaars verlengde als doorvoer en uitvoer (zie figuur 1.4). Iets is een functie als men dezelfde bijdrage kan leveren met verschillende middelen. Het leveren van stroom kan via een batterij, maar ook met een aggregaat.

FIGUUR 1.4 Functie en taak**VOORBEELD 1.3**

Het doel van het systeem 'hogeschool' is studenten kennis bijbrengen. De elementen 'docenten' spelen daar een rol bij. De functie van een docent is kennis overdragen. Hoe doet hij dat? Bijvoorbeeld door klassikaal les te geven of door projecten te begeleiden. Dat zijn de taken die hij verricht.

VOORBEELD 1.4

Het doel van een ziekenhuis is het genezen van patiënten en/of het verlichten van hun lijden. Daartoe worden binnen het ziekenhuis functies als onderzoeken, behandelen, verplegen vervuld. Welke taken moeten daarvoor verricht worden? Röntgenfoto's maken, bloed afnemen, medicijnen geven, wassen, enzovoort.

We zullen een systeem dan ook vaak ontwerpen door eerst de functies te bepalen die vervuld moeten worden in dat systeem om het doel te kunnen verwezenlijken. Meerdere functies kunnen best door één orgaan (persoon) vervuld worden. Een functie is minder tijdgebonden dan een taak. Een functie van een afdeling administratie is nog steeds het bijhouden van de boekhouding, maar nu gebeurt dat via de computer en niet meer handgeschreven of op een typemachine.

1.6 Systeem en omgeving

Omgeving

We onderscheiden het systeem en zijn omgeving. Het systeem wil een doel in die omgeving bereiken en vervult daarvoor verschillende functies.

Systeemgrens

Om het onderscheid tussen het systeem en zijn omgeving heel duidelijk te maken, moeten we ergens een systeemgrens trekken. In- en uitvoeren stromen dus door deze grens heen. In de praktijk is het best lastig die grens te bepalen. Als we het systeem te ruim nemen, is er kans dat het proces steeds onoverzichtelijker wordt. Nemen we het systeem te nauw, dan kunnen we misschien de oorzaak van het te onderzoeken probleem niet vinden. De systeemgrens wordt vooral bepaald door het doel van het onderzoek.

Meestal blijkt pas uit het vergelijken van de gevonden resultaten met de werkelijkheid of de grens juist is bepaald.

VOORBEELD 1.5

Als we een gezin willen bestuderen om na te gaan waarom het zich asociaal gedraagt, kunnen we de grens leggen rond de elementen, de gezinsleden. Maar misschien moeten we er, gezien het probleem, ook de huishoudelijke hulp, het huis of zelfs de buurt bij betrekken.

VOORBEELD 1.6

Als we een onderzoek willen doen op een röntgenafdeling naar het zoeken van röntgenfoto's, kunnen we de grens leggen bij de muren van de afdeling, maar eventueel ook andere afdelingen in het systeem opnemen. Het kan zijn dat de foto's buiten de röntgenafdeling zoekraken.

Samenvatting

-
- ▶ De systeemkunde is een methode om processen te beschrijven en vervolgens te analyseren en te structureren, waardoor eventuele knelpunten en problemen opgelost kunnen worden.
 - ▶ Het doel is om bedrijfsprocessen in kaart te brengen met behulp van het steady-statemodel.
 - ▶ Een systeem is een, afhankelijk van het door de onderzoeker gestelde doel, verzameling elementen die onderling relaties hebben.
 - ▶ Binnen zo'n systeem is er weer een onderscheid te maken in sub- en aspectsystemen en speelt zich een proces af. Voor dat proces worden taken verricht en functies vervuld. In de systeemkunde worden de functies als de samenstellende elementen in het systeem gezien.
-

Kernbegrippen

1

Aspectsysteem	Een deelverzameling van de relaties in het systeem, waarbij alle elementen onveranderd behouden blijven.
Doel	Het resultaat dat het systeem wil bereiken.
Elementen	De kleinste delen die de onderzoeker, gezien zijn doel, wil bekijken.
Functie	Datgene wat door het element teweeg wordt gebracht en waaraan het grotere geheel behoefte heeft.
Inhoud	De opsomming van alle verschillende elementen in het systeem.
Omgeving	Directe buitenwereld van het systeem, waarin het een doel vervult.
Proces	Een serie transformaties tijdens de doorvoer, waardoor het ingevoerde element verandert in plaats, stand, vorm, afmeting, functie, eigenschap of ander kenmerk.
Relatie	Een bepaalde samenhang tussen de elementen.
Steady state	Een systeemtoestand, die is ontstaan wanneer het gedrag van het systeem repeteerbaar is in de tijd en wanneer dat gedrag in de ene tijdsperiode gelijksoortig is aan dat in de andere tijdsperiode.
Structuur	Opsomming van de verzameling relaties in een systeem.
Subsysteem	Een deelverzameling van de elementen van het systeem, waarbij alle oorspronkelijke relaties tussen de elementen onveranderd behouden blijven.
Systeem	Een, afhankelijk van het door de onderzoeker gestelde doel, binnen de totale werkelijkheid te onderscheiden verzameling elementen. Deze elementen hebben onderlinge relaties en (eventueel) relaties met andere elementen uit de buitenwereld.
Systeemgrens	Onderscheid tussen het systeem en zijn omgeving.

Systemkunde	Een methode van denken in systemen en processen.
Taak	Houdt datgene in wat gedaan moet worden, opdat die bijdrage tot stand komt, zodat de functie wordt vervuld.
Toestand	Het systeem heeft bepaalde waarden van de eigenschappen op dat tijdstip in het systeem.
Universum	De buitenwereld ofwel de totale werkelijkheid.

Vragen en opdrachten

1

Meerkeuzevragen

- 1.1** Het gedeelte van Noord-Holland boven het Noordzeekanaal kunnen we beschouwen als een zelfstandig systeem. Welke van de volgende beweringen is juist?
- a** De waterhuishouding van dit gebied is een aspectsysteem van een subsysteem.
 - b** De in dit gebied gelegen gemeente Heiloo is een systeem.
 - c** De kustlijn is een systeemgrens.
 - d** Het duingebied is een systeem.
- 1.2** Welke van de volgende beweringen is juist?
- a** De primaire functie van een boswachter is de zorg voor het behoud van het bos en van de andere begroeiing in een bepaald gebied.
 - b** Tot de functie van boswachter wordt ook gerekend het kappen en weg laten slepen van bomen, als delen van het bos door gebrek aan licht dreigen af te sterven.
 - c** De laatste decennia behoort ook tot de functie van boswachter het geven van voorlichting aan bezoekers over de plaatselijke flora en fauna.
 - d** De controle op het met vergunning betreden van het bos en het naleven van de bezoekersvoorschriften vraagt als onderdeel van de functie van boswachter voortdurend aandacht.
- 1.3** In het hele proces van koffiebonen tot gemalen, verpakte koffie wordt een aantal functies vervuld. Welke van de volgende mogelijkheden is geen functie?
- a** De keurmeester.
 - b** Opslaan van de koffiebonen in het magazijn.
 - c** Het koffie branden.
 - d** Het verpakken.
- 1.4** In het hele proces van suikerbieten tot suiker wordt een aantal functies vervuld. Welke van de volgende mogelijkheden is geen functie?
- a** Rooien.
 - b** Kristalliseren.
 - c** Pulp.
 - d** Raffineren.
- 1.5** Een Nederlands transportbedrijf vervoert goederen over middellange afstand: tussen 1.000 en 3.000 km. Het beschikt daartoe over acht vrachtwagencombinaties. Als probleem wordt aan de chauffeurs voorgelegd om gedurende een aantal maanden te onderzoeken of, en zo ja, hoe de rijtijd op de heenreis vanuit Nederland verder kan worden bekort. Er wordt uitgegaan van ritten zonder mankementen. Het transport over de weg wordt

hierbij beschouwd als een systeem met als invoer 'te transporteren en geladen goederen' en als uitvoer 'getransporteerde goederen'. Welke van de volgende 'elementen' moeten bij de meest eenvoudige voorstelling voor het onderzoeken van het probleem niet als onderdeel van het systeem worden beschouwd?

- a Autoradio's voor het opvangen van verkeersinformatie.
- b Papieren betreffende de lading en de verschillende bestemmingen ervan.
- c Garages onderweg voor service en hulpverlening.
- d De chauffeurs die elkaar tijdens de rit kunnen afwisselen.

1.6 We beschouwen een tennispark. Welke van de volgende beweringen is juist?

- a De aanwezige sproei-installatie heeft als taak het op de juiste vochtigheidsgraad brengen en houden van de gravel top laag.
- b De lichtinstallatie op baan 1 – de hoofd baan – heeft als functie het spelen 's avonds mogelijk te maken.
- c Het voortdurend noteren van de stand in een tenniswedstrijd is onderdeel van de functie van de scheidsrechter.
- d Tot een van de functies van de tennistrainer behoort het uitleggen van de spelregels.

1.7 Zijn de volgende beweringen juist of onjuist?

- I De systeemkunde is een hulpmiddel bij het analyseren van processen.
 - II De structuur van een systeem is de verzameling elementen.
- a I en II zijn juist.
 - b I is juist en II is onjuist.
 - c I en II zijn onjuist.
 - d I is onjuist en II is juist.

1.8 Zijn de volgende beweringen juist of onjuist?

- I Als we de driemansvoorhoede, als onderdeel van een voetbalelftal, gaan onderzoeken op tweebezigheid spreken we van een sub-aspectssysteem.
 - II De toestand van een subsysteem heeft de waarden van de eigenschappen van het systeem.
- a I en II zijn juist.
 - b I is juist en II is onjuist.
 - c I en II zijn onjuist.
 - d I is onjuist en II is juist.

1.9 Welke van de volgende beweringen is juist?

- a Een systeem met een steady state heeft als enig kenmerk: een repeteerbaar gedrag.
- b Een functie is het werk dat gedaan moet worden.
- c Relaties binnen een systeem kunnen eigenschappen hebben.
- d Een systeemgrens geeft het onderscheid tussen systeem en omgeving.

Oefenvragen

- 1.1**
- a Noem een drietal systemen uit je eigen omgeving. Bijvoorbeeld uit je woon-situatie en/of het bedrijf waarvoor je werkt en/of de school waar je studeert.
 - b Noem per systeem de – voor jou van belang zijnde – elementen die onderdeel zijn van dat systeem.
 - c Noem per systeem een subsysteem.

- d** Noem per systeem een aspectsysteem.
- e** Geef per systeem aan wat het hogere systeem is.
- f** Geef aan wat de functie is die elk systeem vervult.
- g** Noem een paar taken die elk systeem in verband daarmee verricht.

1.2 Kun je een functie noemen waarvoor geen taken verricht worden? En kun je een voorbeeld geven van mensen die wel taken verrichten, maar waarvan het functionele nut niet aantoonbaar is?

1.3 De Europese Unie (EU) kunnen we beschouwen als een zelfstandig systeem. Hierna volgt een aantal omschrijvingen die betrekking hebben op dit deel van de wereld. Geef van elke omschrijving aan welk van de systeembegrippen van toepassing is.

- a** De Benelux-landen.
- b** Een deel van de kustlijn rond de Middellandse Zee.
- c** Het wegennet voor reizen in Frankrijk.

1.4 De Randstad kunnen we beschouwen als een zelfstandig systeem. Hierna volgt een aantal omschrijvingen die verband houden met dit deel van Nederland. Geef aan welk van de systeembegrippen van toepassing is.

- a** Het centrum van de stad Den Haag.
- b** De waterhuishouding van Delft.
- c** De Noordzee.

1.5 De ANWB speelt een belangrijke rol in het leven van de automobilist; zij vervult diverse functies en taken waarvan er in de volgende tekst een aantal is genoemd. Ook zijn er diverse hulpmiddelen om het verkeer te regelen. Geef aan wanneer er sprake is van een taak en wanneer van een functie en motiveer het antwoord.

De ANWB verzorgt een behouden thuiskomst van in het buitenland gestrande reizigers. In eigen land zorgt zij ervoor dat de technische kennis van de wegenwachters op peil blijft. Daarnaast verzamelt zij gegevens met betrekking tot nieuw aan te leggen of in gebruik genomen wegen. Verkeerslichten regelen het verkeer op een kruispunt. Een tijdelijke bewegwijzering geeft aan welke omleidingsroute moet worden gevolgd door de verkeersdeelnemers.

CASUS 1.1

Lees het volgende artikel over een autonoom rijdende elektrische auto.

www.audi.nl

Audi AI:ME – een autonoom rijdende stadsauto

Het studiemodel is compact, heeft een ruim en futuristisch interieur en kan autonoom rijden (level 4). Zo kunnen inzittenden reistijd naar eigen inzicht benutten. Daarvoor zijn vele geavanceerde communicatie-, entertainment- en relax-functies aan boord.

De AI:ME is geschikt voor het op één na hoogste niveau van autonoom rijden: level 4. Dat betekent dat de auto volledig zelfstandig door specifieke gebieden kan rijden. Dit kunnen snelwegen zijn of stadsgedeeltes met de geschikte infrastructuur. De bestuurder kan tijdens de rit werken of relaxen. Als de auto het specifieke gebied verlaat, dient de rijder de besturing over te nemen. Daarom is de AI:ME voorzien van een stuur en pedalen.

**Vraag bij casus 1.1**

Wat ziet Audi als functie van de Audi AI:ME?