

Stelsel(patho)fysiologie; het werk van Bert Verveen

Interview met Bert Verveen

Studie van de systeemregulatie van ons lichaam helpt zien hoe pathologie kan ontstaan.

Inleiding

Bert Verveen werkte van 1967 tot 1991 aan de Rijksuniversiteit Leiden, als hoogleraar in de fysiologie. In zijn werk heeft hij een fundamenteel inzicht geboden in de samenhang tussen de fysiologische processen. Hij vroeg studenten om de beschrijvingen in de fysiologiehandboeken te interpreteren in termen van de systeemtheorie. Daardoor ontdekten zij dat, bijvoorbeeld, het aantal endocriene ziekten halveerde. In plaats van de Ziekte van Addison en de Ziekte van Cushing, zagen ze dat er sprake was van een hypo- of hyper-adrenalinie. Daardoor kwam de aandacht te liggen op de stuurfunctie en bijstuurfunctie van de klieren op het lichaam.

Dit artikel vat dat werk samen, en helpt zien dat de anatomie van ons lichaam wordt opgebouwd door de fysiologische processen (via de bijbehorende organen), en dat er een apart systeem is van ‘organen voor de organen’, het endocriensysteem, waardoor de samenhang van de fysiologie gereguleerd wordt. Het college van Bert Verveen had de titel ‘Systeem Patho Fysiologie’. Door de regulatie, dus de samenhang, van de fysiologische processen te begrijpen, is ook te zien waardoor de regulatie kan worden verstoord. Van fysiologie naar pathologie is slechts een kleine stap: het resultaat van het verstoren van de samenhang van de fysiologische processen. In dit artikel wordt de lijn doorgetrokken naar psychologische processen: de endocrien-regulatie is verweven met de manier waarop we ons voelen (Selye, dit jaarboek). De systeempathofysiologie, zoals die

door Bert Verveen voor de samenhang van de klieren en organen is beschreven, is ook te zien in de (verstoringen van) het regelproces dat zich afspeelt via de neuronen (Smith, dit jaarboek). Hormonen en neuronen samen reguleren het samenspel tussen en van de organen, waardoor onze beleving van de omgeving wordt weergegeven in onze lichaamsfuncties. De gesteldheid van ons lichaam heeft daarmee een direct verband met de manier waarop we voelen en denken. Om die reden had aan dit artikel ook de titel ‘Systeem-patho-psycho-fysiologie’ gegeven kunnen worden, waarmee een nog uitgebreider beeld van de betekenis van het werk van Bert Verveen in beeld komt.

Het regulatiesysteem

Voor het begrijpen van ons lichaam hebben we een integrale visie nodig van ons lichaam als systeem. Ons lichaam wordt gevormd door het samenspel van levende cellen (Van der Wal, dit jaarboek). Elke cel is daarin autonoom – heeft een eigen leven – maar zonder de omgeving van de andere cellen kunnen ze niet overleven. De samenhang tussen de cellen is door hun oorsprong bepaald: ze zijn ontstaan uit de differentiatie van de eerste cel, de zygote. De vele delingen hebben er – over miljarden jaren – toe geleid dat de cellen zich hebben georganiseerd in groepen en lagen. Het resultaat is een organisch systeem, waarin bijvoorbeeld onze vele organen nog steeds – net als de zygote – als één geheel functioneren. In het vermenigvuldigen, door delen, van de cellen is de samenhang vanuit de

eerste cel dus behouden. In de doorbouw van ons lichaam is die samenhang ook expliciet te zien als een apart systeem in ons lichaam dat de samenhangen verzorgt. Structureel zien we het bindweefsel (Van Wijk, *Jaarboek 2005-2006*); een doorbouw van hetzelfde principe als we kennen als de celmembranen. We zien het daar ook in de fascia van de spieren, die doorlopen in de pezen van de spieren, de banden om de gewrichten, en het periost om de botten (Van der Wal, 1988). Op een andere manier komt hetzelfde in beeld in de samenhang van neuronen en hormonen (zie Smith, dit jaarboek). Via de neuronen zijn cellen gericht met elkaar verbonden, waardoor specifieke lokale informatie kan worden doorgegeven. In de hormonen wordt de informatie algemeen en diffuus, meestal via het bloed doorgegeven naar het hele lichaam (zie Selye, dit jaarboek). Het gaat in deze niet om de verschillen tussen de neuronen en hormonen, maar hun overeenkomst: ze vormen deel van een verbindingssysteem waardoor twee cellen, op afstand, nog steeds met elkaar zijn verbonden. In het uitgroeien van ons lichaam in verschillende organen, functioneren ze allemaal nog steeds samen, als één integraal geheel.

Systeemtheorie

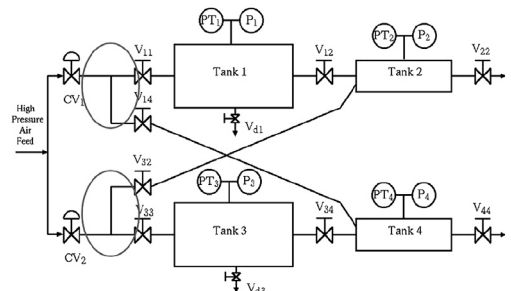
De systeemtheorie (Von Bertalanffy, 1968) heeft hier een begripmodel voor ontwikkeld. Ontstaan vanuit de matrixalgebra, met systemen van vergelijkingen, werd deze aanpak gebruikt om de interacties en integrale samenhang in biologische systemen beter te kunnen beschrijven. De systeemtheorie werd zo succesvol dat ze is opgenomen in de meeste wetenschapsdisciplines. Kenmerkend voor de systeemtheorie is dat ze kijkt naar de samenhang van een deel in een geheel. Het woord 'systeem' beschrijft daardoor tegelijkertijd de verzameling van onderscheidbare elementen (onderdelen), hun onderlinge samenhang, hun uitwisseling met elkaar en hun omgeving, en daardoor ook de samenhang in, en met, de omgeving. Deze aanpak leent zich uitstekend voor het beschrijven, dus begrijpen, van complexe biologische systemen. Het werk van Bert Verveen past deze visie toe op de samenhang tussen de organen in ons lichaam, en de manier waarop die samenhang door het neurocrien systeem verzorgd wordt. Zijn werk met de studenten ging vooral in op de samenhang tussen de klieren, omdat daar de basale processen – van systeemregulatie – eenvoudiger zijn te herkennen.

Figuur 1

Een (willekeurig) systeem van vergelijkingen; en (rechts) een model-regelschema van een systeem van vergelijkingen.

$$\frac{dx_1}{dt} = .5 - \frac{x_1}{10}$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{x_1}{12} - \frac{2 \cdot x_2}{12}$$



Wat hij aanbod is echter in bredere zin te begrijpen. Het principe is een leerinstrument om de complexiteit van het lichaam vanuit eenvoud te begrijpen: als systeem. (Voor een voorbeeld van systeemdenken: zie Figuur 1.)

Systeemfysiologie

In de 'systeemplattegrond' is te zien dat het gaat over kringstromen. In dit geval van moleculen. In een simpeler geval, bijvoorbeeld, betreft het alleen de hormonen. De complexiteit van de systeembeschrijving is te reduceren door te begrijpen dat de hormonen, net als de neuronen, in principe vier signalen doorgeven als boodschap: 1: geen, 2: activatie, 3: continuatie, 4: inhibitie. (Zie Figuur 2.)

- 1 Als er geen circuit is, is er ook geen signaal: de cellen (systemen) zijn ontkoppeld.
- 2 Zodra een circuit gevormd wordt komt er een prikkel van de ene cel waar de andere cel wel/niet op kan reageren. De cel kan daar positief op reageren (meer doen van wat het al doet) of negatief op reageren (minder doen van wat het al doet). Dit heet een positieve, respectievelijk negatieve, koppeling tussen de cellen.
- 3 Zodra het circuit is ingesteld, ontstaat er een evenwichtssituatie: de andere cel functioneert nu op een nieuwe manier die heeft te maken met de aanwezigheid, de prikkel, van de ene cel. Hier wordt ook wel gesproken over een onderhoudsprikkel omdat de tweede cel in haar gedrag zich heeft ingesteld op de aanwezigheid en informatie die van de eerste cel komt.
- 4 Indien de eerste cel wegvalt dan valt ook het sig-

naal, de prikkel, naar de tweede cel weg, waardoor die weer terug gaat naar de Ausgangssituatie van de afwezigheid van de eerste cel.

De cellen reageren op elkaar. Wanneer de ene cel een nieuwe stof uitscheidt, zullen andere cellen erop reageren. (Selye, reactontheorie, dit jaarboek.) Ook als de cel ophoudt om die stof uit te scheiden, zullen de cellen erop reageren. Alle cellen nemen aldoor stoffen op, en scheiden aldoor stoffen af: er is dus een continue stroom van stoffen tussen de cellen, waar ze allemaal op reageren. De fysiologische circulatie is daardoor ook een regelsysteem waarmee cellen op elkaar reageren. Dus het functioneren van de cellen wordt, in een complex netwerk van omwisselingen, mede door de andere cellen bepaald. (Dit is tevens de basis van een democratisch sociaal systeem; Aakster, dit jaarboek)

Systeempathologie

In een systeem waar alle cellen op elkaar reageren door uitwisseling van informatie en stoffen, is het goed mogelijk dat de balans verlegd wordt. Het systeemevenwicht is verstoord en de balans wordt opnieuw gesteld. Het is daardoor simpel te begrijpen dat hetzelfde principe dat de fysiologie bepaalt, ook de pathologie bepaalt. *Pathologie* is de term die hier gebruikt wordt wanneer de fysiologie verstoord is. Dat wil zeggen: de kringstromen zijn anders (sterker of zwakker) waardoor groepen van cellen ineens anders moeten omgaan met stoffen waar ze van leven.

Soms is de kringloop van stoffen zo bepalend, dat

Figuur 2

Basale relaties tussen elementen



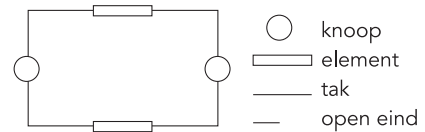
groepen van cellen zonder die stoffen niet meer kunnen overleven: ze sterven. Daardoor valt dan ook wat zij uitscheiden weg in het web van kringstromen in het systeem van ons lichaam. Afsterven van cellen kan daarmee in verband worden gezien met het veranderen of wegvallen van de kringlopen in het (regel)systeem van ons lichaam.

De *systeempathofysiologie* maakt dat expliciet: door de kringlopen van processen te kennen, is bekend hoe de cellen elkaar voeden (reguleren) en is ook te begrijpen hoe bij wegvallen van die voeding (regulatie) het samenspel tussen de cellen verstoord wordt, en cellen mogelijk sterven. *Systeempathofysiologie* laat zien dat ziekte een verstoring van de normale fysiologie is. Gezondheid en ziekte zijn daarmee in dezelfde termen te beschrijven. Met andere woorden: ziekte is een normaal aspect van gezondheid. Onze systeemregulatie is van moment tot moment anders. Door dat te begrijpen is ook te zien hoe de balans zich van nature herstelt. Het is de basis van zelfgenezing, maar ook de basis om ziekte te kunnen genezen.

Onderwijsaanbod in de systeempathofysiologie

Het opmerkelijke aan de systeemtheorie is dat het is gebaseerd op een simpel principe: het expliciet maken van de relaties *tussen* objecten. In de systeembenadering kan daardoor hetzelfde systeem als object, als proces, als transformatie of in integratie worden beschouwd. Dit is goed te onderwijzen – want de basale begrippen van de systeemtheorie zijn simpel. Bert Verveen heeft daar meerdere onderwijsmethoden voor ontwikkeld. In het kader hiernaast staat een samenvatting van Verveens aanbod in de systeempathofysiologie, zoals dat in 1985 werd gepubliceerd in de Open Universiteit-syllabus 'Systemen en hun besturing' (deel: 'Case studies van complexe systemen'). Dit materiaal werd op vergelijkbare manier aangeboden aan de Universiteit van Leiden. Omdat het regelschema geen onderscheid maakt in de soort van de relatie is het toe te passen op alle

Het uitgangspunt is het standaard regelschema:



Figuur 3
Een basaal regelschema

Hierin is een 'knoop' een knooppunt-systeemelement, zeg een cel.

Een tak in het systeem is bijvoorbeeld een uitwisseling van moleculen tussen cellen.

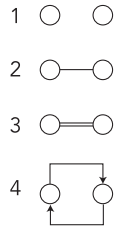
In een transformatie-element kan door andere factoren iets in de uitwisseling veranderd worden.

Een open tak in het systeem is een open verbinding naar de omgeving.

Figuur 4

Een geschematiseerde uitwisseling tussen twee cellen: de interactie tussen twee cellen als systeemrelatie:

- 1) geen expliciete relatie,
- 2) impliciete relatie,
- 3) expliciete relatie,
- 4) feed forward en feedback koppeling.



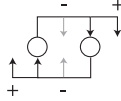
Een basaal regelsysteem is dan de uitwisseling tussen twee cellen.

In schema ziet dit eruit als twee knooppunten met twee takken.

Het (in Figuur 4) getoonde systeem heeft geen omgeving (er zijn geen takken met open einden naar elders). Het getoonde systeem bevat geen interne elementen.

Figuur 5

Minimaal terugkoppelingsschema van de interactie tussen twee cellen. De feed forward en feedback kunnen te zwak zijn voor een koppeling (de te korte pijl), in balans zijn voor de uitwisseling, of te sterk zijn voor balans (de te lange pijl).



In het regelschema zijn verschillende uitwisselingen mogelijk; die zijn hieronder getoond:

- 1 er is geen uitwisseling tussen de elementen
- 2 er is een eenzijdige input van element '1' naar element '2' maar het schiet tekort bij wat element '2' nodig heeft voor goed functioneren
- 3 er is eenzijdige input van element '1' naar element '2' en dit is in balans met wat element '2' nodig heeft voor goed functioneren
- 4 er is een eenzijdige input van element '1' naar element '2' maar het overtreft wat element '2' nodig heeft voor goed functioneren

Hiermee hebben we direct een basis voor het begrijpen van gezondheid en ziekte:

- 1 is een 'dode' situatie: er is geen uitwisseling gaande
- 2 is een 'tekort-ziekte'
- 3 is een gezonde situatie
- 4 is een 'teveel-ziekte'

In de systeemtheorie maakt het voor het rekenschema (in deze bespreking laten we de wiskundige vergelijkingen achterwege) niet uit waarvan een tekort of teveel is: warmte? zout? water? lucht? aldosteron?

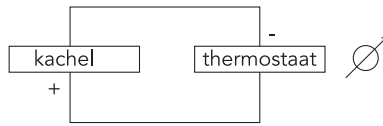
Het rekenschema wordt een regelschema wanneer het tekort of teveel door een ander element bijgesteld wordt. Bijvoorbeeld: Het ene element zorgt

Figuur 6

De balans tussen twee elementen van een regelsysteem.



voor verwarming; het gerelateerde element zorgt voor afkoeling. Dan ontstaat een systeem waarbinnen de temperatuur kan worden geregeld. De grenzen van het regelvermogen wordt door de eigenschappen van elk der betrokken elementen bepaald.

**Figuur 7**

Verschuiving van de balans tussen de elementen van Figuur 6; deze balansverschuivingen kunnen ook voorkomen als oscillaties.

Ook voor een regelschema kan er een 'tekort' of 'teveel' zijn ten opzichte van een gezonde ('balans') situatie. Afhankelijk van de doorwerking van omgevings-elementen kan een regelsysteem daardoor worden 'opgeblazen' (het gaat kapot doordat de kringloop te sterk wordt, meer dan de elementen ('cellen') kunnen verwerken. Of het 'implodeert' en 'sterft uit' doordat de kringloop tekortschiet bij wat de elementen nodig hebben om te kunnen functioneren.

lamp ⊗ ← ⊙ lichtdimmer

Figuur 8

Verstoring van de balans voorbij het adaptatievermogen van het schema.

Aan de hand van het regelsysteem is zo de gezonde toestand van de zieke toestand te onderscheiden.

uitwisselingen tussen de cellen.

Verveen vroeg de medisch studenten om in het standaard medische handboek voor fysiologie naar zulke kringlopen te zoeken. Met als gevolg dat de studenten allerlei ziekten eenvoudig konden begrijpen. In plaats van de medische namen – vaak ver-norming van dokters – kwamen ze uit op betekenisvolle begrippen zoals ‘hyper-corticosteroid’ en ‘hypo-corticosteroid’. Hierin is om het even elk ander steroid, of ander hormoon te substitueren. In plaats van het onthouden van namen van dokters, ontstaat er zo een zinvolle beschrijving van de verstoring, wat een directe hulp biedt om het regulatie-systeem beter te begrijpen. Op deze manier kan er een kringloop worden opgezet voor bijvoorbeeld de circulatie van TSH, T₃ hormoon, T₄-hormoon, en hun metabolieten.

Het bovengenoemde cursushandboek systeem-pathofysiologie geeft een helder begrip van de principes van ziekten; beter dan in de meeste medische boeken omdat niet de symptomen maar de principes worden benoemd. Het is daardoor mogelijk om de oorzaken direct te kennen, te benoemen, en te begrijpen. Naast de direct inzichtelijke hyper-, hypo- en uitwisselingscollaps-ziekten zijn er ook (over/onder-)belastingsziekten en voorraad(uitputtings)ziekten, om enkele voorbeelden te noemen. De regelschema’s zijn ook te gebruiken om het systeem als geheel te begrijpen in samenhang met de context. *Evolutie* kan worden begrepen als een systeemaanpassing om de systeemregulatie beter te stabiliseren. *Lichaamsgroei* is analoog te begrijpen. Het *effect van medicatie* is in systeemtermen te begrijpen; veel medische studenten leren impliciet dat als je de dosis verhoogt dat dan het effect ook toeneemt. Vanuit de systeemregulatie is te zien dat dit gewoonlijk niet het geval is; in plaats van lineaire toename kan er sprake zijn van exponentiële of explosieve curven. Ook bij verlaging van de dosis kan het zijn dat de serumwaarde nait, of dat er instabiele oscillaties ontstaan, door de aard van de kringlopen in het regelsysteem. Fouten in dosering in de medicatie kan men niet goed her-

stellen als de aard van het betreffende regelcircuit niet wordt begrepen.

Een korte uitbreiding op de systeempathofysiologie kan leiden tot nieuwe interessante gezichtspunten. Dat wat voor de organen, en de kringlopen van hormonen is te beschrijven, is ook te doen voor onze beleving. Er is een uitgebreide aanpak vanuit de systeemtheorie ontwikkeld voor de psychologie en sociologie. Dezelfde regelschema’s worden daarin gebruikt. Op basis van het werk van Verveen is dit eenvoudig te combineren, dus te integreren.

Van systeem(patho)fysiologie naar systeempsycho(patho)logie

Alle processen die we kennen van de fysiologie zijn dan ook in termen van de psychologie te begrijpen. Het model van systeemregulatie wordt in de psychologie met goed succes al heel lang gebruikt. In de context van de cellen van ons lichaam zien we hoe de twee met elkaar zijn verbonden: hier is materie = voeding = informatie = verbondenheid. De fysiologie, de pathofysiologie, de psychologie, en de psychopathologie zijn daardoor direct met elkaar verbonden.

Hierbij speelt een rol dat ons lichaam niet los van de omgeving bestaat. Het is deel van de omgeving. In het openen of sluiten van de filterfunctie van een *orgaan* wordt de uitwisseling met onze omgeving veranderd: *fysiologisch* en dus ook *psychologisch*. De systeemregulatie helpt daardoor begrijpen hoe de psychologie met de fysiologie geïntegreerd is. Van de systeempsychologie naar de systeempsychopathologie is dezelfde stap als die van de systeemfysiologie naar de systeempathofysiologie. Van alle fysiologische kringlopen hebben we een psychologische beleving. Van sommige hormonen (‘boodschappermoleculen’) is beter bekend welk ‘bericht’ ze ons geven; we ervaren dat als gevoel of emotie. Er is een directe relatie tussen onze subjectieve beleving van ons lichaam en de objectieve beschrijving van de uitwisselingen tussen de cellen. Ook al is het ‘vertaalboek’ tussen de betekenis van, zeg, een hormoon als molecuul of als functie nog

erg incompleet, vanuit een basaal begrip van ons lichaam weten we dat ze beide functies dienen (zie Smith, en Selye, dit jaarboek). In de systeemtheorie zijn ze in dezelfde termen te beschrijven. Op basis van wat hierboven is beschreven kunnen we dan ook stellen dat de systeempathofysiologie en de systeempychopathologie onder dezelfde noemer zijn te brengen: de ‘systeempathopsychofysiologie’. De beschikbare inzichten uit het werk van Verveen zijn niet alleen in een geneeskundestudie en psychologie te gebruiken, maar gelden ook voor de sociologische component (Aakster, dit jaarboek). Sociopsychopathologie, en andere complexe verstoringen van de samenleving en relaties, is op dezelfde manier te beschrijven. Het is onduidelijk waarom dit, gezien de kracht die deze aanpak bezit, in de opleiding zo weinig is geïntegreerd.

Conclusies

Systeem(patho)fysiologie is een fascinerend gegeven. Uitgaande van de functie van de cellen zijn hun relaties expliciet te beschrijven. De interactie tussen cel en omgeving geeft in principe al aan wat de essentie is van leven: *samenhang* in de *relaties* tussen de cellen. Vanuit de systeembenadering is expliciet te beschrijven hoe groepen van cellen in hun metabole kringlopen zijn verbonden. Ook kettingreacties, zelfs vertakte kettingreacties zijn op deze manier te begrijpen. In de hier gegeven beschrijving is niet expliciet ingegaan op het feit dat het regelschema ook een rekenschema is: elke tak, elk knooppunt, elke transformatie, is met een wiskundige vergelijking te beschrijven. Hier zijn computerprogramma's voor ontwikkeld (Van der Greef, dit jaarboek). De kwalitatieve beschouwingen zijn daardoor ook kwantitatief te gebruiken. Ons lichaam vormt de basis voor de systeemsamenhang. De schema's of modellen helpen dan om relaties tussen cellen te begrijpen. Ze helpen ook om lacunes in onze visie op te sporen; bijvoorbeeld wanneer volgens het schema de hormoonniveau's in de tijd anders verlopen dan in de praktijk wordt gemeten. Dat geeft dan aan dat er factoren meespelen

die nog niet in de beschouwing werden betrokken. Op basis van de wetenschap dat de uitgewisselde moleculen niet alleen bouwstenen zijn voor ons lichaam, maar ook dragers van informatie, is te begrijpen dat dezelfde modellen ook de psychologie in beeld kunnen brengen. De systeemfysiologie is daardoor direct met een systeempychologie te integreren. Het onderscheid tussen geest en lichaam valt dan in principe weg: beide worden in dezelfde stroomdiagrammen en regelschema's beschreven. Doordat de modellering van elk knooppunt en elke tak vorm krijgt in een wiskundige formule, wordt de vitale grens van een cel of interactie beperkt. Er zijn beperkingen aan productie, opslag, omvorming en doorstroming. Dit betekent direct dat er begrenzingen zijn aan alle uitwisselingen en toestanden in het systeem. Niet alleen wordt daarmee de relatie tussen structuur (toestand, anatomie) en dynamiek (uitwisseling, fysiologie) expliciet – en in relatie tot elkaar – begrepen. Ook is het daardoor mogelijk om de verstoringen in het samenspel expliciet te beschrijven en te begrijpen. Diverse voorbeelden van ‘systeemziekten’ zijn in de tekst al genoemd. Vanzelfsprekend is het regelsysteem van het hele lichaam veel complexer. Te complex om al te beschrijven. Het is echter als groot project op te pakken – vergelijkbaar met het genomproject. Al in de simpelste versie is het voor medische studenten als het ware een ‘must’ om in deze termen te leren denken. Niet alleen helpt het om de relatie tussen lichaam en geest, persoonlijke relaties en sociale interacties in dezelfde termen te begrijpen. Het geeft ook een beter inzicht in de levensbepalende dynamiek – de uitwisseling tussen de cellen – en de manier waarop die in hun dynamiek variëren. Het geeft beter begrip bij het gebruik van medicatie omdat het voor het lichaam er niet om gaat of een bepaald niveau bereikt wordt, maar of een kringloop hersteld wordt. Tenslotte biedt de systeemtheorie de mogelijkheid om regelsystemen te beschrijven, die het opereren van oosterse en andere geneeswijzen kunnen tonen omdat deze werken vanuit het inzicht dat het regelsysteem het samenspel

tussen het lichaam en de omgeving in stand houdt. Ayurveda kijkt daarbij meer naar de uitwisseling tussen het lichaam en de omgeving; acupunctuur gaat meer in op de interne systeemregulatie (via de regulatiecontactpunten met de omgeving). De systeemtheorie biedt mogelijk een weg om de visies van alle geneeswijzen te integreren.

Literatuur

- Bertalanffy, L von (1968) *General Systems Theory: Foundations, Development, Application*, George Braziller, NY
- Margulis, L (1998) *Symbiotic Planet: A New Look at Evolution*, Basic Books
- Verveen, AA (1982) Steady state pathology of simple regulating systems, *Progress in Cybernetics and Systems Research*, 9, 259-261
- Verveen, AA (1983) Theory of Diseases of Steady-State Proportional Control Systems, *Biol Cybern*, 47, 25-31
- Verveen, AA (1985) Fysiologische Systemen 1 & 2, in: *Systemen en hun Besturing; Case Studies van complexe systemen*, Open Universiteit
- www.verveen.eu
- expasy.org/cgi-bin/show_thumbnails.pl?2
- expasy.org/cgi-bin/show_thumbnails.pl

> **Samenvatting**Systeem(patho)fysiologie

Bert Verveen ontwikkelde een onderwijsinstrument voor medische studenten gebaseerd op de systeemtheorie. Deze tekst vat dit werk samen.

Systeemtheorie biedt een eenvoudig model waardoor studenten geneeskunde de interactie tussen levende cellen kunnen begrijpen. Het is tegelijker-

tijd een methode waardoor de complexe samenhang van het levende lichaam expliciet is te modeleren. Het is daarmee mogelijk om ziekte te begrijpen in termen van verstoorde gezondheid; en om de functie en dosis van medicatie daarin te begrijpen.

> **Summary**System (patho)physiology

Bert Verveen presented a teaching tool for medical students based on the application of systems theory to the body. This text summarises the need to regard the living body as an integral system, and to model all the cell interactions on which the dynamics of life is based. Systems theory offers a simple yet adequate tool by which students can learn to

understand the relationships between living cells, yet it is also an instrument by which the vital complex dynamics of the living body can be modeled. This helps understand the nature of disease as disturbance of health, and helps understand the specific role and dosage of medication for the correction of health.

Key words

system theory ■ physiology ■ pathology
■ psychology ■ education

Auteur

Bert Verveen is emeritus hoogleraar fysiologie van de medische faculteit van de Universiteit van Leiden. Hij ontwikkelde een curriculum systeem-pathofysiologie voor medisch studenten.

Interviewer

Eindredacteur Otto van Nieuwenhuijze is ir en arts, met interesse voor de verbondenheid van informatie en materie in ons levende lichaam. Na het leren kennen van Bert Verveen en zijn werk heeft hij deze leermethode als basis genomen voor het ontwerpen van leer materiaal, en het bieden van inzicht in de samenhang in de dynamiek van ons lichaam.