

Systeemdenken

AUTEUR René Röell

Biooloog, wetenschapshistoricus, coördinator van Permacultuur Centrum Nederland (www.permacultuur.org)

Permaculturisten beschouwen systeemtheorie als een van de grondslagen van hun denken. In de meeste permacultuuropleidingen wordt daarom aandacht aan systeemtheorie gegeven. Toch is de relatie altijd wat vaag en onuitgesproken.

Een expliciet gebruik van systeemtheorie kom je weinig tegen in permacultuurontwerpen. En dat is eigenlijk best jammer. Want het ontwerpen van systemen die veerkrachtig zijn en productief is niet anders dan het toepassen van systeemtheorie. In dit artikel wil ik daarom laten zien wat systeemtheorie inhoudt en waarom het belangrijk is voor de permacultuurmanier van denken.

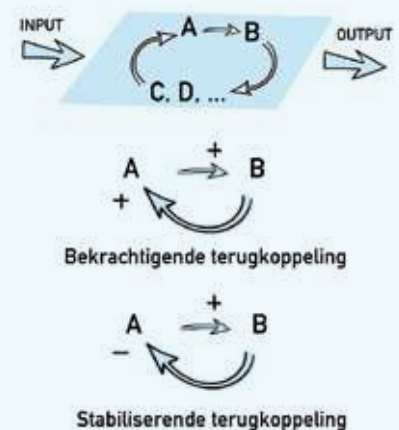
Historisch gezien loopt de link met systeemtheorie via de grondleggers van de permacultuur, Bill Mollison en David Holmgren. Toen zij het idee van permacultuur in de jaren zeventig van de vorige eeuw formuleerden, haalden zij vooral inspiratie uit het werk van Howard Odum. Deze Amerikaanse systeemtheoreticus en pionier van de ecologie paste concepten en ideeën uit de cybernetica toe op ecologische systemen.

Deze invloed van Odums ecosysteemtheorie op de ontwikkeling van permacultuur is goed zichtbaar in Holmgrens *Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability*. In dit invloedrijke boek uit 2002, dat ook is opgedragen aan Odum, definieert Holmgren (de) twaalf ontwerpprincipes van permacultuur. Deze ontwerpprincipes en de varianten daarop die later door anderen zijn ontwikkeld, vormen het hart van permacultuur. Ontwerpen doe je als permaculturist met deze ontwerpprincipes in je gedachten. Ze vormen de reden om permacultuur vooral een ontwerpmethodologie te noemen.

Kijken naar het geheel

Systeemdenkers zien de werkelijkheid in essentie als opgebouwd uit systemen. In tegenstelling tot de gangbare, reductionistische benadering, die opsplijt en delen afzonderlijk onderzoekt, laten systeemdenkers hun onderzoeksobject 'heel'. Zij zien systemen als een *black-box*, waarvan je alleen de input en de output hoeft te meten. Op die manier kun je algemene waarheden over het gedrag van systemen vaststellen. En deze zogenaamde gedragspatronen vertellen je meer over de structuur van het systeem.

Met het begrip structuur bedoelen systeemdenkers niet de structuur in de zin van bouwstenen. De structuur van een systeem is het geheel van dynamische interacties tussen de elementen van het systeem, ofwel de terugkoppelingsrelaties. Een klassiek horloge kun je bijvoorbeeld begrijpen uit samenspel van veren, palletjes, raderen en andere onderdelen. Er zijn geen terugkoppelingsrelaties in het spel en de causaliteit is lineair en onmiddellijk. In levende systemen zijn wel terugkoppelingsrelaties. Niet alleen is A de oorzaak van B maar B veroorzaakt ook A, eventueel via een aantal tussenstappen (C, D et cetera). Dit kan een bekrachtigende terugkoppeling zijn, waarbij A dus door B wordt versterkt. Of het kan een stabiliserende terugkoppeling zijn waarbij A juist door B wordt afgeremd. Bovendien zitten er vertragingen in deze terugkoppelingsrelaties. De effecten van A op B en van B op A laten enige tijd op zich wachten. Dit is te vergelijken met een douche die te warm of te koud is. Draaien aan de knoppen heeft pas na enige tijd effect.



Informatie over de structuur van een systeem biedt aanknopingspunten voor manieren om het systeem te beïnvloeden. Nu laat het gedrag van systemen zich niet eenvoudig herleiden tot een aantal terugkoppelingsreacties en vertragingen. Systemen gedragen zich vaak onvoorspelbaar, grillig en contra-intuïtief. In *The Fifth Discipline*, een op systeemtheorie gebaseerd boek over organisatiekunde, laat de auteur, Peter Senge, zien dat een niet al te ingewikkeld systeem al een hopeloos complexe werkelijkheid oplevert, die maar door weinigen wordt overzien. In het door hem ontwikkelde bierspel, een eenvoudige simulatie van een aanvoer- en productieketen van een biermerk met (slechts) drie spelers, lukt het maar tien procent van de deelnemers beter te scoren dan de standaard strategie. De overgrote meerderheid van de deelnemers aan het spel neemt beslissingen die uiteindelijk slechter voor hen uitpakken. De meest voorkomende 'fout' is dat zij te sterk reageren op marktveranderingen. Zij houden geen rekening met vertragingen in het systeem. Dit principe wordt in de systeemtheorie *overshoot* genoemd. Oorzaak is, volgens Senge, het onvermogen om het systeem als geheel te overzien.

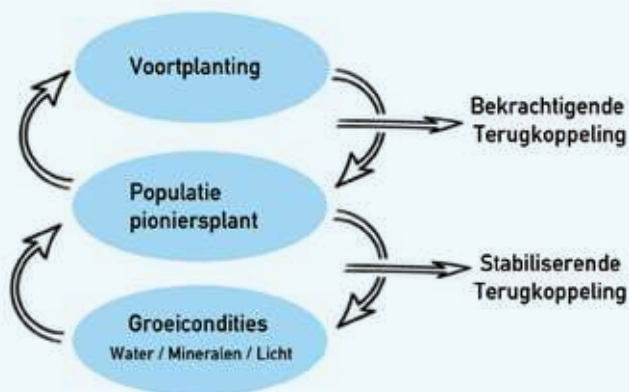
Patronen

Systemen gedragen zich dan wel niet één op één voorspelbaar maar ze laten wel terugkerende patronen in hun gedrag zien. Deze patronen zijn als archetypen van systeemgedrag beschreven, onder andere door Donella Meadows in haar prachtige boek *Thinking in Systems*. Eén zo'n archetype is het welbekende *Limits to growth*: een bekrachtigende, zichzelf versterkende terugkoppelingsrelatie tussen de elementen van het systeem. Zo'n systeem is inherent niet duurzaam en wordt vroeg of laat door limiterende factoren gestabiliseerd. (Figuur 1) Een voorbeeld is de snelle ontwikkeling van een pioniersvegetatie op een braakliggend stuk grond. De voortplanting van de pioniersplant werkt nog meer voortplanting in de hand (bekrachtigende terugkoppeling) en er ontstaat exponentiële groei. Deze populatiegroei kan niet eeuwig doorgaan want op een gegeven moment treedt bijvoorbeeld mineralengebrek op in de bodem, wat de groei afremt. Dit is stabiliserende terugkoppeling. Een ander, overbekend voorbeeld is de groei van de mondiale economie. De vraag is niet of die groei ingedamd gaat worden door limiterende factoren maar wanneer en hoe.

Een ander, veel voorkomend archetype is *Shifting the burden*. Het is wat je in gewone taal symptoombestrijding noemt, die tot verzwakking en afhankelijkheid (van externe input) van het systeem leidt. (Figuur 2) Je ziet het bij verslavingen die het systeem in een neerwaartse spiraal helpen. Alcohol verlicht de symptomen van bijvoorbeeld eenzaamheid en depressie maar verzwakt het lichaam en verergert daarmee de problematiek. Een voorbeeld uit de landbouw is overenthousiast gebruik van bestrijdingsmiddelen, dat niet alleen de plaagdieren uitroeit, maar tegelijk de natuurlijke bestrijders van de plaag hun voedselbron ontnemt. Het gevolg is dat de populatie natuurlijke vijanden te klein wordt en bij een volgende ronde nog minder in staat is om de populatie plaagdieren in te tomen. De noodzaak van bestrijdingsmiddelen wordt nog groter. De cyclus herhaalt zich, totdat, op een gegeven moment, de natuurlijke bestrijders niet meer bestaan of uit het systeem verdreven zijn. Het systeem is geheel afhankelijk geworden van externe input.

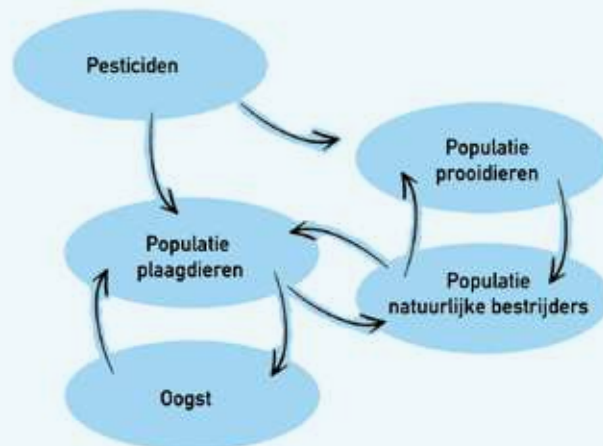
Mogelijkheden voor interventie

Het zien en begrijpen van patronen in systeemgedrag maakt de weg vrij voor mogelijke interventies: manieren om het gedrag van het systeem om te buigen in



Figuur 1. Limits to growth

Een bekrachtigende terugkoppeling wordt vroeg of laat geremd door een limiterende, stabiliserende terugkoppeling



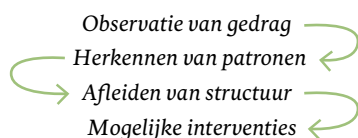
Figuur 2. Shifting the burden

Externe input van pesticiden verzwakt de populatie natuurlijke bestrijders. De oogst wordt meer afhankelijk van pesticiden.

de gewenste richting. Daarbij hebben archetypes elk hun eigen interventies. In het voorbeeld van *Shifting the burden* is het zaak om het systeem minder afhankelijk te maken van externe input. Dat kan door het systeem zelf te versterken. Dat kost misschien tijd en moeite maar het levert op de lange termijn een veerkrachtig en productief systeem op. Misschien is het dus verstandig om niets te doen aan een plaag; het kan zijn dat er in het volgende seizoen een begin van een natuurlijk evenwicht ontstaat tussen plaagdieren en bestrijders. De essentie is dat het streven naar evenwicht en de zelfredzaamheid van het systeem hier belangrijker zijn dan het snelle resultaat van symptoombestrijding.

In het voorbeeld van *Limits to growth* is de beste handelwijze om te anticiperen op een afvlakking van de groei en om op tijd te investeren in alternatieven. Meer windmolens bijvoorbeeld, en minder kolencentrales.

Doorgaans is het vinden van de juiste interventie natuurlijk de grote uitdaging van de systeemdenker. De moeilijkheid daarbij is dat de zichtbare elementen van het systeem vaak de meeste aandacht trekken. De onzichtbare structuurkenmerken van het systeem (het geheel van functionele relaties, vertragingen en buffers) worden over het hoofd gezien. Terwijl, volgens Meadows, interventies op dit niveau vaak vele malen effectiever zijn. Voor het zien van de verborgen structuur is vooral geduldige observatie nodig. De opdracht aan de systeemdenkers is dan ook om door de waan van de dag heen te zien en hierin een strikte denkdiscipline aan te houden:



Systeemdenken en mechanistische wetenschap

Denken in systemen en de mogelijkheden die dit biedt voor interventies, wijkt behoorlijk af van wat gangbaar is in onze cultuur. Ons wereldbeeld wordt grotendeels bepaald door de zeventiende-

eeuwse gedachte dat het universum het beste is op te vatten als een ingewikkeld mechaniek dat luistert naar de wetten van de mechanica en dat met wiskunde te beschrijven is. Deze benadering, die ook wel de mechanistische of reductionistische wetenschapsopvatting wordt genoemd, heeft enorm veel succes gehad in het begrijpen van de kosmos en in technologieontwikkeling. Het heeft onze cultuur onbewust een gevoel van maakbaarheid meegegeven, het gevoel dat de natuur aan wetten gehoorzaamt.

Op veel fronten loopt die wetenschapsbenadering tegen grenzen aan. Meer en meer wordt duidelijk dat voor het begrijpen van levende systemen en andere zaken die ertoe doen, een systeembenadering nodig is. Daarvoor zijn twee redenen aan te voeren. De eerste reden is dat de werkelijkheid – vooral de werkelijkheid van levende systemen – te complex is om via de weg van deelonderzoeken te begrijpen en te kunnen hanteren. Dat zie je bijvoorbeeld in het onderzoek naar gezonde voeding, waar zeer veel stromingen en tegengestelde meningen zijn. De wetenschappelijke standaardprocedure, gebaseerd op een reductionistische wetenschapsopvatting, vereist dat effecten van een voedingsmiddel één voor één worden onderzocht via de zogenaamde dubbelblind gerandomiseerde onderzoeksmethode. In de praktijk blijkt dit nauwelijks te werken en zijn onderzoeksuitkomsten van zeer beperkte waarde. Redenen? Er zijn teveel factoren die de uitkomst beïnvloeden (geslacht, etniciteit, leeftijd, levenswijze, duur van het experiment). Er zijn te veel voedingsmiddelen om op die manier te onderzoeken. En er zijn te veel mogelijke effecten op gezondheid – het begrip gezondheid is eigenlijk niet te definiëren.

De tweede reden die voor een systeembenadering pleit, is wat emergentie wordt genoemd. Door de interactie van elementen in een systeem kunnen geheel nieuwe gedragingen van het systeem ontstaan. Het klassieke voorbeeld van emergentie is dat je uit de eigenschappen van waterstof (H₂) en zuurstof (O₂) onmogelijk de eigenschappen van water kunt voorspellen (H₂O). Om bij het voedingsonderzoek te blijven: voedingsmiddelen kunnen (net als

medicijnen) elkaar beïnvloeden en door deze interactie nieuwe, onvoorspelbare effecten hebben op gezondheid. Dat zou betekenen dat je ook alle combinaties van voedingsmiddelen moet onderzoeken. Onbegonnen werk natuurlijk. De conclusie is: gehelen gedragen zich echt anders dan onderdelen.

Gevolgen voor ons denken

De systeembenadering valt dus op volstrekt rationele gronden te verdedigen. Er is niets zweverigs of onwetenschappelijks aan. Systeemdenken wordt dan ook gehanteerd in talloze wetenschapsgebieden, waaronder de klimaatwetenschap, en wordt daar gezien als een aanvullende, modelmatige methode. Toch heeft de systeembenadering ook een aantal eigen en bijzondere kenmerken die veel meer filosofische en maatschappelijke betekenissen hebben dan professionele modellenmakers willen toegeven. Met name de kwalitatieve toepassing in praktische situaties, zoals permacultuur, verschaft een toegankelijk en vernieuwend denkkader. Een aantal bijzondere eigenschappen van dit denkkader wil ik hieronder noemen.

Onzekerheid

Onzekerheid lijkt dan een van de belangrijkste lessen van systeemtheorie. We kunnen de werkelijkheid om ons heen niet exact voorspellen. Met de stand van de planeten gaat dat misschien vrij redelijk maar met de economie lukt dat al niet. Voor levende systemen en hun extensies, zal het dominante *evidence-based* credo van de reguliere wetenschap plaats moeten maken voor een meer realistische, pragmatische kijk op wat bruikbare kennis is.

Dat is geen fijne les. Onzekerheid doet het niet goed in onze cultuur. Twijfel en een beschouwende houding worden snel gezien als teken van zwakte. Maar de realiteit dwingt ons ertoe om bescheiden te zijn, vragen te stellen en te leren werken met onzekerheid. Het betekent kleine stappen nemen en voortdurend observeren en afstemmen op hoe het systeem reageert. Dat is eerder een benadering van *trial and error* dan van *control and command*.

Het gaat om systemen, niet om mensen

Een andere belangrijke les van systeemtheorie is dat we de aandacht minder op de mensen in het systeem richten en meer op het systeem zelf. Mensen blijken vrijwel zonder uitzondering de rol aan te nemen die past bij hun positie in het systeem. De beroemde experimenten in de Stanfordgevangenis (uit 1971) tonen aan dat mensen daarbij ook vrij gemakkelijk over ethische grenzen gaan. Vanuit het systeemdenken heeft het dus weinig zin om mensen (bankiers, politici, Monsanto) te verketteren. Ook het morele appél van het klassieke duurzaamheidsdenken aan individuen om minder te vliegen, minder vlees te eten et cetera, leidt om die reden niet tot echte verandering. De vraag moet zijn hoe we systemen kunnen ontwerpen die het goede gedrag in mensen aanwakkeren en die de door ons gewenste uitkomsten leveren. Onderzoek dus de systemen die aan de problemen ten grondslag liggen.

Integraal denken

Systeemdenken leert ons ook om een meer integrale benadering te kiezen. Niet alleen in de wetenschap is reductionisme het leidende idee, onze gehele cultuur is ervan doortrokken. We houden van opdelen, classificeren, ordenen en specialiseren. Dat geldt voor alle geledingen van de maatschappij: gezondheidszorg, onderwijs, overheidsbestuur, ruimtelijke ordening, organisaties. We denken dat opsplitsen handig is; dat veel weten (over weinig) de enige weg is. En we hebben op de achtergrond steeds het idee dat de optelsom van al die onderdelen tot een prachtig geheel zal leiden. En dat ergens iemand die optelsom zal maken. Maar dat gebeurt niet. Bestaande instituties laten het ook (nog) niet toe, verhinderen een systeembenadering. En toch valt daar de winst te behalen. Door een meer integrale benadering toe te laten in het denken en herontwerpen van onze systemen kunnen we efficiënter worden in termen van milieu, energie, materialen en menselijke motivatie. Permacultuur laat bijvoorbeeld zien dat landbouw en natuur elkaar niet uitsluiten maar kunnen ondersteunen. Dat is in termen van ruimtelijke ordening dus ruimtewinst.

Zelforganisatie

Wat natuurlijke systemen onderscheidt van niet-natuurlijke systemen is het vermogen te evolueren, zich aan te passen en te leren. Dat geldt voor de biologische evolutie van soorten, het geldt voor ecosystemen en voor de Aarde als geheel. Het geldt ook voor menselijke organisaties en culturen. Alles ontwikkelt zich en past zich aan nieuwe omstandigheden aan. Deze zelforganisatie, die je het onderscheidende kenmerk van levende systemen kunt noemen, verloopt niet volgens een plan en is ook niet doelgericht. Het verloopt. We hebben misschien wel geleerd dat de geschiedenis wordt bepaald door invloedrijke heersers, grote filosofen en knappe uitvinders. Maar dit is mythevorming op basis van de gedachte dat de wereld 'gemaakt' wordt, dat de mens zijn eigen schepper is. Het is dezelfde maakbaarheidsgedachte die idealisten parten speelt in het gevoel het klimaat te moeten redden of de wereld te moeten voeden. In haar boek *Ver van huis* noemt Margaret Wheatley dit een gevaarlijke ambitie, die getuigt van absurde heldhaftigheid. Volgens haar is er niets mis met een gevoel van urgentie en het nemen van intelligente actie. Maar het onderliggende gevoel van maakbaarheid is niet realistisch en leidt tot frustratie. Systemen volgen hun eigen koers. We leven in een wereld van zelforganisatie en emergente processen. Alleen door de dingen te zien zoals ze zijn kunnen we de helderheid ontwikkelen om daar met vastberadenheid en volharding tegenover te gaan staan, aldus Wheatley.

Permacultuur en systeemdenken

In bovenstaande heb ik laten zien dat systeemtheorie van begin af aan één van de pijlers is geweest van permacultuur. Systeemdenken richt zich op het onderzoeken van de functionele relaties in de wereld. Het heeft belangrijke consequenties voor het denkkader waarbinnen we werken. We doen er goed aan ons hiervan bewust te zijn en de consequenties ervan te blijven onderzoeken. Als systeemtheorie ons één ding leert, dan is het namelijk dat de gangbare technocratische benadering niet onze problemen oplost. De wereld – het systeem waarin we leven – heeft andere oplossingen nodig vanuit een andere manier van denken. Permacultuur heeft met zijn grondslag in de systeemtheorie en met een sterk ethisch kader het potentieel om naast praktische oplossingen ook een beter filosofisch kader te bieden aan het transitie- en duurzaamheidsdenken.

Literatuur:

- D. H. Meadows, *Thinking in Systems. A Primer* (2008)
L.B. Sweeney en D.H. Meadows, *The Systems Thinking Playbook* (2010)
P.M. Senge, *The Fifth Discipline. The Art and Practice of the Learning Organisation* (2006)
M.J. Wheatley, *Ver van huis. Nieuwe moed in deze dwaze wereld* (2013)

Meer informatie over het bierspel is te vinden op: https://en.wikipedia.org/wiki/Beer_distribution_game

