

# RUIMTE ALS SYSTEEM >

---

*Discussiepaper voor  
Vlaamse Milieumaatschappij,  
afdeling Milieurapportage  
(MIRA)*

**PHILIPPE  
VANDENBROECK**

---

**29 DECEMBER  
2016**

# CONTENTS

---

- 1 – **INLEIDING 3**
  
  - 2 – **RUIMTELIJKE SYSTEMEN 4**
  
  - 3 – **SYSTEMISCH MODELLEREN  
VAN PROCESSEN IN DE RUIMTE 5**
    - 3.1 Spatial System Dynamics
    - 3.2 Cellular Automata
    - 3.3 Metabolische aanpakken
  
  - 4 – **SYSTEMISCH DENKEN  
OVER RUIMTE 10**
    - 4.1 Euclidische ruimte
    - 4.2 Gere-territorialiseerde ruimte
    - 4.3 Netwerkruimte
    - 4.4 Mediumruimte
    - 4.5 Tot besluit
  
  - 5 – **RUIMTE EN  
MILIEURAPPORTERING 18**
  
  - REFERENTIES 20**
-

# 1 INLEIDING

Deze nota bespreekt het systemisch karakter van ruimte. We structureren de bespreking in drie delen. Eerst wordt kort aangestipt dat we al lang gewoon zijn om te denken in termen van ruimtelijke systemen op basis van gedeelde sets van eigenschappen (bijvoorbeeld, een stroomgebied is het gebied dat zijn water via een bepaalde rivier afvoert). In een tweede, meer uitgewerkte sectie, gaan we in op van de systeemwetenschap afgeleide technieken om processen te modelleren die zich manifesteren in de ruimte. Hier komen achtereenvolgens aan bod: de ruimtelijke declinatie van systeemdynamische modellen ('spatial system dynamics'), het gebruik van 'cellular automata' en 'agent-based models' om ruimtelijke ontwikkelingspatronen te simuleren, en aanpakken die gestoeld zijn op een metabolische analyse van stof-en energiewisselingspatronen. In deze systemische benaderingen wordt het concept ruimte zelf niet in vraag gesteld. In alle gevallen gaat het om een uitgebreidheid in twee dimensies, een oppervlak als drager van een lange lijst van mogelijke attributen (bv. 'Type ruimtegebruik') en onderlegger voor allerlei dynamische processen (beweging, transfert van massa en energie). Een systemische benadering kan er echter ook in bestaan dat onze opvatting van ruimte zelf herdacht wordt. We schetsen de contouren aan de hand van een typologie van vier 'geografieën'. Het systemisch karakter daarvan is gelegen in de wijze waarop delen en gehelen worden geconceptualiseerd (in termen van nabijheid of connectiviteit) en waarop we ons als mens tot de ruimte verhouden (ruimte als onderlegger vs ruimte als potentialiteit, dus objectivistisch vs constructivistisch). Tot slot bespreken we kort de relevantie van deze systemische perspectieven voor milieurapportage.

## 2 RUIMTELIJKE SYSTEMEN

De noties 'ruimte' en 'systeem' hebben al lang een vertrouwelijke relatie. Al van oudsher structureren wetenschappers van diverse pluimage hun kennis aan de hand van ruimtelijke systemen die afgebakend worden op basis van een gedeelde set van eigenschappen (van, onder andere, geologische, pedologische, vegetatieve, hydrologische, economische, infrastructurele, culturele, linguïstische aard). Het ruimtelijk systeem valt dus samen met een regio, een ruimtelijk aaneengesloten uitgebreidheid, die in lijn met gekozen attributen of criteria een zekere homogeniteit vertoont en zich op die basis onderscheidt van andere regio's. Alnaargelang het disciplinaire perspectief van waaruit deze ruimtelijke systemen worden gedefinieerd, kan de zuiver ruimtelijke afbakening ook aangevuld worden met een functionele of causale verklaring waarom de grenzen tussen regio's zus of zo lopen. Zo krijgen regio's een 'systemisch' karakter. Ze kunnen beschouwd worden als 'systeem', namelijk als geïntegreerde gehelen waarvan de essentiële relaties ontstaan uit de relaties tussen de samenstellende delen. Geografische informatiesystemen (GIS) worden gebruikt om informatie over die ruimtelijke systemen te beheren, te analyseren en te visualiseren. Gezien het vertrouwd en ook heel gevarieerd karakter van deze wijze om naar ruimte als systeem te kijken, wordt ze hier niet verder besproken.

# 3 SYSTEMISCH MODELLEREN VAN PROCESSEN IN DE RUIMTE

## 3.1 'SPATIAL SYSTEM DYNAMICS'

De systeemdynamica ('system dynamics') is wellicht het meest in het oog lopende toepassingsdomein van systeemdenken. Sinds het begin van de jaren 1990 heeft onder meer Peter Senge, directeur van het Center for Organisational Learning aan het Massachusetts Institute of Technology (MIT), sterk tot de popularisering van systeemdynamica bijgedragen door ze toe te passen op knelpunten in organisaties, management, onderwijs en andere maatschappelijke domeinen.

Systeemdynamica is ontstaan als een wiskundige gereedschapskist om de dynamiek van complexe systemen te modelleren. Een pionier op dit domein was (de zeer recent ontslapen) Jay Forrester, eveneens als onderzoeker werkzaam aan het MIT. Hij begon al in de jaren 1950 met het modelleren van industriële processen en kort daarna met processen van stedelijke groei.

Systeemdynamica begrijpt het gedrag van een systeem als het resultaat van oorzaak-en-gevolgrelaties tussen elementen ervan. Elementen zijn dingen – voorraden ('stocks') of variabelen – waarvan het niveau kan stijgen of dalen. Bijzonder voor de systeemdynamica is het redeneren in termen van terugkoppelingen of 'feedback'. Dat zijn circulaire causale ketens die erg bepalend kunnen zijn voor het gedrag van een systeem. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen dempende of negatieve feedback die variabelen weer naar een evenwichtstoestand brengen, en versterkende of positieve feedback die het systeem verder uit evenwicht duwen. Door het integreren van terugkoppelingen en vertragingseffecten kunnen complexe, niet-lineaire dynamieken gesimuleerd worden. Uiteindelijk komt systeemdynamica neer op formaliseren van een set van differentiaalvergelijkingen in een 'visual modeling language'.

Ondanks de vroege toepassing op het vlak van stedelijke dynamiek is systeemdynamica in feite niet-ruimtelijk van karakter. De modelvariabelen zijn geaggregeerde grootheden die niet aan een specifieke locatie gebonden zijn. Het integreren van een ruimtelijke component in systeemdynamische modellen heeft geleid

tot het ontstaan van de niche 'spatial system dynamics' (SSD). In een SSD model worden stocks en flows wel gekoppeld aan geografische locaties. In 2004 was het aantal publicaties in dit domein nog zeer beperkt. Een literatuuronderzoek heeft aangetoond dat het merendeel van SSD modellen gebruikt worden voor het modelleren van lokale processen (vb. groei van een boom in een bos), van diffusieprocessen (vb. migratie), en van processen die de onderliggende ruimtelijke structuur dynamisch beïnvloeden (vb. 'land use land cover' veranderingen als gevolg van exogene factoren) (Neuwirth, Hofer & Peck, 2015). Een veel gebruikte techniek in het modelleren van lokale processen komt neer op het koppelen van systeemdynamische modellen met Geographic Information Systems (GIS). De output van locatiegekoppelde simulaties worden dan gevisualiseerd in de GIS software. SSD modellen van diffusieprocessen zijn gecompliceerder omdat ook het gedrag van stromen tussen locaties moet geïntegreerd worden. De derde categorie van modellen is de meest complexe omdat tijdruimtelijke processen hier ruimtelijke structuren beïnvloeden, die op hun beurt dan weer die processen veranderen (die co-evolutie is een vorm van meta-feedback). GIS wordt dan gebruikt omwille van de functionaliteit op het vlak van ruimtelijke analyse en visualisatie (Neuwirth, Hofer & Peck, 2015).

### **3.2 'CELLULAR AUTOMATA'**

De studie van 'Complex Adaptive Systems' (CAS) maakt deel uit van de complexiteitswetenschap (complexity science) die een distinctieve loot is aan de boom van de systeemwetenschap. Ze beschouwt het gedrag van systemen als het resultaat van de interacties binnen een dynamisch netwerk van lokaal interagerende entiteiten. De orde in het netwerk wordt niet centraal gecoördineerd, maar is het resultaat van talrijke micro-beslissingen die op elk moment door de elkaar beïnvloedende agentia kunnen genomen worden. Het ontstaan van orde op macroniveau door het gedrag van actoren/agentia op microniveau wordt 'emergentie' (emergence) genoemd.

Om deze processen te bestuderen, worden specifieke modelleringstechnieken ontwikkeld. 'Cellular Automata' (CA) zijn (statische) objecten ('cells'), berekenbaar in tijd en ruimte, waarvan de karakteristieken ('states') discreet en uniform variëren als functie van de karakteristieken van aangrenzende objecten. Door lokale en decentrale regels telkens opnieuw toe te passen op een array van cellen kan een ontwikkelingsproces doorheen de tijd gesimuleerd worden. De CA-techniek maakt dus inzichtelijk hoe complexe structuren kunnen ontstaan uit heel eenvoudige, lokaal toegepaste regels. Een meer ingewikkelde versie ervan zijn 'agent-based models' waar de 'agents' niet statisch zijn (zoals cellen) maar kunnen bewegen.

De CA techniek wordt sinds een aantal decennia ook toegepast op ruimtelijke processen, meer bepaald om dynamieken van verstedelijking beter te begrijpen. Bij het gebruik van CA ligt een verbinding met ruimtelijke processen voor de hand gezien de cellenstructuur waarop de methodiek gebaseerd is. CA kunnen in een willekeurige dimensionaliteit berekend worden, maar de 2-D array van cellen is om voor de hand liggende redenen de meest gebruikte. De associatie met de Euclidische ruimte is dan heel natuurlijk. Een halve eeuw geleden bestonden er eigenlijk geen theoriën over waarom steden ruimtelijk op een bepaalde manier gestructureerd waren. Bestaande modellen waren beschrijvend en gingen terug op fysische of micro-economische constructen (zoals diffusie en schaaffecten). Steden werden gezien als statische entiteiten in evenwicht. Met CA-modellen wordt het echter mogelijk om de dynamiek van een complex, ver-van-evenwicht systeem 'bottom-up' te reconstrueren.

Hoe realistisch is de aanname dat ruimtelijke ontwikkelingspatronen ontstaan uit bottom-up processen? Batty stelt: 'Steden groeien voornamelijk uit acties die gebaseerd zijn op individuele, lokaal gemaakte beslissingen over ontwikkeling. Zelfs stadsbrede besluitvorming in de naam van planning worden lokaal geïmplementeerd en aangepast aan individuele omstandigheden. In het algemeen ontwikkelen steden zich niet conform één of ander masterplan. Ze zijn te complex en divers om zo gecontroleerd te kunnen worden, te heterogeen en responsief op hun omgeving om in hun geheel beregeld te kunnen worden.' Portugal vergelijkt de wijze waarop steden zich ontwikkelen met de manier waarop talen ontstaan. Ook een taal is een open systeem dat een zekere mate van orde vertoont maar dat onder geen centrale controle staat en in zijn dynamiek door een groot aantal actoren wordt bepaald.

De doelstelling van CA-gedreven modellen is, aldus Batty, niet om een nauwkeurige beschrijving te kunnen geven van stedelijke groei, of om predictieve modellen te ontwikkelen voor stadsplanning. Het gaat erom de basismechanismen die aan de grondslag liggen van de groei van complexe systemen tot hun essentie terug te brengen. Zo kan er oordeelkundiger ingegrepen worden in hun ontwikkeling. Maar net zoals bij andere modelleringsstrategieën staat of valt het succes ervan met de kwaliteit van de dialoog tussen modelbouwer en beslisningnemer. Dat is nog crucialer in het geval van CA omdat ze processen suggereren die vaak niet kunnen getest worden. In zo'n context worden modellen ingezet om te 'informer' eerder dan te 'voorspellen'. De CA-modelleringsaanpak stelt ook nog een aantal andere uitdagingen:

- Schaal: de ruimtelijke en temporele systeemafbakening in CA modellen is altijd een uitdaging. Veranderingsprocessen schalen doorheen tijd en ruimte maar er bestaat geen absoluut criterium om een systeem van zijn omgeving te onderscheiden.

- Celcorrelatie: steden bestaan uit fysieke structuren en mensen. Maar het is niet altijd evenvoudig om cellen te correleren met bestaande entiteiten (gebouwen, wijken). In agent-based modellen worden de agents meestal geassocieerd met individuen.
- Equifinality: in sommige gevallen ontstaan gelijkaardige ruimtelijke patronen uit zeer verschillende processen. Het is niet altijd mogelijk om de vinger te krijgen achter de precieze mechanismen achter dit soort van convergentie.

Voor Batty is er ook een politieke dimensie verbonden aan dit analytisch perspectief op de stad. De sterke disaggregatie van de modellen (tot op het niveau van een individu) reflecteert een basisassumptie dat het vormgeven van de stad een zaak van alle actoren is, niet alleen van technneuten, bestuurders en politici. In die zin ligt er een nadrukkelijk emancipatorisch perspectief besloten in deze benadering.

Qua dynamiek kunnen CA in vier groepen onderverdeeld worden:

- CA die convergeren naar homogene, onveranderlijke configuraties (limietpunten).
- CA die convergeren naar eenvoudige attractoren die periodiek terugkeren in limietcycli.
- CA die aperiodische patronen (en dus chaotisch gedrag) vertonen ('strange attractors').
- CA die convergeren naar sterk gelocaliseerde patronen die heel geleidelijke overgangstrajecten vertonen naar een vast limietpunt of een attractor. Dit dynamisch patroon wordt geassocieerd met het gedrag van levende systemen.

### **3.3 METABOLISCHE AANPAKKEN**

Het onderzoek naar samenlevingen als biofysische systemen begon al tijdens de eerste industriële revolutie in het zog van de ontwikkeling van de klassieke thermodynamica met bijdragen van geïsoleerde, economische denkers zoals Karl Marx en William Stanley Jevons ('The Coal Question', 1865). Enkele decennia later begonnen ook ecologen en aardwetenschappers (Lotka, Vernadsky) tot dit studiedomein bij te dragen. In de tweede helft van de 20ste eeuw onderstreepten de olieschokken de fragiliteit van de mondiale transitie van een agrarische samenleving naar een industrieel, door fossiele brandstoffen aangedreven model. Dit was een aansporing om het maatschappelijk metabolisme



van materialen en energie diepgaander te onderzoeken. Naar analogie met een natuurlijk organisme werden samenlevingen gezien als een levensvorm met een stofwisseling die inputstromen van materialen en energie omzet in allerlei outputs. Maar al gauw leidde de hernieuwde beschikbaarheid van goedkope olie tot een luwte in de beschikbare financiering voor metabolisch onderzoek. Pas sinds het begin van het nieuwe millennium is er weer sprake van een heropleving van dit onderzoeksdomein.

De vraag die ons hier bezig houdt is in welke mate dit domein een systemisch venster opent op ruimte. Die vraag is niet eenvoudig te beantwoorden. Biofysische studies werken met geaggregeerde grootheden die gekoppeld zijn met een territorium van een bepaalde schaal. In de notie van 'stedelijk metabolisme' is die schaal min of meer omljnd. Maar in de meer generieke studies die focussen op een 'maatschappelijk metabolisme' ('societal/social metabolism') is het niet bij voorbaat duidelijk welke ruimtelijke schaal beschouwd wordt.

De vraag naar het systemische karakter van een metabolisch perspectief kan verschillend beantwoord worden naargelang het discipline invalshoek. Het ingenieurstechnisch-bestuurlijke perspectief heeft zich geconsolideerd in de discipline van de *'industriële ecologie'*. Zoals de term aangeeft wordt het metabolisch functioneren van ecosystemen hier als een leidraad gebruikt voor het ontwerp van industriële systemen. De bedoeling ervan is om energie- en materiaalefficiëntere systemen te ontwikkelen door het ontwerpen van kringlopen. Hierbij worden afvalstromen van één site gebruikt als inputs voor een andere. Het systemisch karakter is dan gelegen in het herconceptualiseren van het concept 'afval', het denken in termen van gesloten kringlopen en de ambitie om systeembreed te optimaliseren.

De *systeemecologie* ziet de studie van metabolische processen als deel van een meer fundamenteel programma dat wil begrijpen hoe complexe levende systemen hun integriteit behouden in interactie met een dynamische omgeving. Centraal staat hier het begrip autopoïese. Systemisch ligt hier de focus op dynamische feedbackstructuren, op emergentie, en op de recursieve structuur van complexe systemen.

Een derde niveau situeert zich op het begrijpen hoe wij als mensen bewust ingrijpen in die complexe systemen. Systemisch ligt hier de focus op de dynamische koppeling van processen van betekeniscreatie en sociale normering met complexe systemen als leerproces. Hier komt ook de kritische, politieke dimensie op de voorgrond. Die gaat over de wijze waarop dat leerproces wordt gestructueerd (governance), de funderende waarden die aan de grondslag van die governance liggen, en de bijna onvermijdelijk sociaal-ecologische onevenwichten en verdelingsconflicten die met het functioneren van een bepaald metabolisme samenhangen.

# 4 SYSTEMISCH DENKEN OVER RUIMTE

In de vorige sectie van deze nota hebben we een aantal systemische benaderingen en modelleringstechnieken gekoppeld aan een ruimtelijke context. Het onderliggende concept van ruimte werd daarbij niet ter discussie gesteld. In alle gevallen gaat het om een uitgebreidheid in twee dimensies, een oppervlak als drager van een lange lijst van mogelijke attributen (bv. ‘Type ruimtegebruik’) en onderlegger voor allerlei dynamische processen (beweging, transfert van massa en energie). De ruimte zelf is geobjectiveerd, inert, en transparant. Het concept ruimte werd in de loop van de 20ste eeuw echter diepgaand herdacht. Conceptueel werd hierbij een dubbele beweging gemaakt: van een extern perspectief naar een intern perspectief, en van een geografie van fysieke nabijheid naar een geografie van connectiviteit\*. Die twee bewegingen kunnen orthogonaal op elkaar geplaatst worden waardoor een typologie van vier ‘geografieën’ verschijnt.

\* Deze typologie werd ontleend aan P. Healey (2007:222). De labels die als titels fungeren van sectie 3.1 tot 3.4 werden niet zo door Healey benoemd.

---

	Geografie van fysieke nabijheid	Geografie van connectiviteit
Externe observator	.....	.....
Interne actor	.....	.....

---

## 4.1 EUCLIDISCHE GEOGRAFIE

De meest vertrouwde geografie verschijnt op het snijpunt van een ‘extern’, objectiverend perspectief en een structurering in termen van fysieke nabijheid. Dat is de geografie van patronen en isoleerbare fysieke artefacten (inclusief steden) die in de ruimte kunnen gedetecteerd en gesimuleerd worden. De ruimtelijke systemen en patronen waarvan eerder sprake (sectie 1) behoren hiertoe. Ook de eerder beschreven systemische modeleringstechnieken (sectie 2) situeren zich binnen dit paradigma.

## 4.2 GERE-TERRITORIALISEERDE GEOGRAFIE

Maken we de beweging naar een 'intern' perspectief, dan wordt de ontologische scheiding tussen observator en ruimtelijke processen en patronen opgeheven. De observator wordt participant, of actor in een situatie. Ruimte wordt dan een theater waarin handelingsvermogen in regie wordt gezet. Een geografie die zich situeert op het snijpunt van het interne perspectief en een structurering in termen van nabijheid staat dan in het teken van lokale culturen die bepaald worden door een fysieke morfologie. Een voorbeeld van een dergelijke opvatting van ruimte is het zogenaamde '*territorialisme*' verdedigd door Alberto Magnaghi.

Magnaghi verzet zich tegen de conflatie van een 'klassieke', Euclidische geografie en een neo-liberale economische visie.

Het resultaat is volgens hem een proces van de-territorialisatie gekenmerkt door een snelle homogenisering van territoria, culturen en consumptiemodellen. Achter dit proces, waarin ruimte simpelweg dienst doet als generieke drager voor metabolische stromen, zit geen echte visie. Het wordt gedreven door sectoriële belangen en mondt uit in een chaotische opeenstapeling van infrastructurele ingrepen en stadsvernieuwingsprojecten. Magnaghi wijst een Euclidisch concept dus af omdat het vrij baan geeft aan een puur instrumentele benadering tot ruimtelijke ontwikkeling. Die ontkoppelt burgers van hun context en tast hun handelingsvermogen aan.

De Territorialistische School zet hier een waardecreatiemodel tegenover dat rust op synergetische verbindingen tussen vier duurzaamheidsstrategieën: 1) de valorisatie van plaats specifieke eigenschappen (identiteit, lokale kennis, natuurlijk en cultureel erfgoed), 2) de versterking van lokaal bestuur, met name door een hogere graad van participatie van burgers in besluitvormingsprocessen, 3) de lokale verankering van werkgelegenheid en productieve capaciteit, en, 4) het bewaren van contextspecifieke evenwichten tussen mens en milieu. Het ontwikkelen van een relatie tussen mens en ruimte krijgt het karakter van een emancipatorisch project. Het ontwikkelen van een territorium wordt een project waarin een nieuwe basisdemocratie van kleine gemeenschappen zich nestelt en opnieuw de verantwoordelijkheid voor de streek die ze bewoont opneemt.

Met deze visie hangt ook een duidelijk gearticuleerd ruimtelijk ontwikkelingsmodel samen. Nadrukkelijk wijst ze het hiërarchisch centrum-periferie model af. Metropolen mogen niet gezien worden als metabolische zwarte gaten ingebed in een functioneel ondergeschikt territorium. In de plaats daarvan wordt de visie van een stedelijke bioregio als netwerk naar voren geschoven. Magnaghi evoceert hier

het beeld van een horizontale metropool als fractale structuur van kleine steden, dorpen en wijken die elk over hun eigen centrum, publieke ruimte, identiteit, productieve capaciteit en ecologische kwaliteit beschikken. De grenzen tussen de constitutieve eenheden worden bepaald door een complex amalgaam van factoren. Er zijn vanzelfsprekend ruimtelijke elementen zoals landschappelijke kenmerken en ecologische uitwisselingsprocessen. Maar ook de tijdsdimensie is van groot belang: geschiedenis en de tijd die een wandelaar erover doet om zich doorheen het territorium te begeven kunnen evengoed ingeroepen worden om de constellatie van knooppunten te articuleren. Het territorium is een reservoir aan mogelijkheden die in meer of mindere mate door de historische bewoning van vorige generaties zijn vrijgemaakt en door elke generatie opnieuw kunnen worden her-toegeëigend en ingebed in een nieuw project.

### **4.3 NETWERK GEOGRAFIE**

De verschuiving van een structurering in termen van fysieke nabijheid naar geografie van connectiviteit brengt het relationeel karakter van de ruimte in reliëf. Houden we ons aan een extern perspectief dan verschijnt op het snijpunt een geografie van overlappende, socio-ruimtelijke geometrieën. Het 'netwerk' is de metafoor die deze geografie verankert. Een netwerk is een reeks elementen verbonden door welbepaalde relaties. In een netwerkruimte is nabijheid niet 'metrisch'. Nabijheid heeft te maken met de identiteit van het patroon. Het is een kwestie van de netwerkelementen en de manier waarop ze samenhangen. Plaatsen met een vergelijkbare set elementen en vergelijkbare relaties zijn elkaar nabij, en die met andere elementen of relaties zijn ver weg. Anders gezegd, de afstand tussen twee punten kan variëren tussen nul (voor knooppunten die tot hetzelfde netwerk behoren) en oneindig (voor punten die tot verschillende netwerken behoren).

In de twintigste eeuw heeft 'network science' een hoge vlucht genomen. Het is een interdisciplinair veld dat de structuur en het gedrag van netwerken bestudeert en probeert te voorspellen. De basis van deze wetenschap ligt in de wiskunde, met de ontwikkeling van de grafentheorie (al in de 18e eeuw, door Euler). Vandaag worden die technieken breed toegepast in sociale, biologische en technologische netwerken.

Sociologisch werd de 'netwerkmaatschappij' omvattend getheoretiseerd door *Manuel Castells*. Door de opkomst van informatietechnologie zijn sociale structuren zich gaandeweg meer gaan configureren rond deze nieuwe netwerkinfrastructuren. Dit heeft verregaande gevolgen voor de wijze waarop politieke en eco-

nomische macht wordt verworven (die macht zit in de controle over de 'hubs' in het netwerk, de protocols die de uitwisseling van informatie bepalen en de inhoud van de beelden die gemeenschappen als normatief aanvaarden en hun gedrag sturen) en waarop identiteiten worden opgebouwd (de netwerkmaatschappij lost oude structuren van de civiele maatschappij op ten voordele van meer vluchtige en amorfe issue-gerelateerde netwerken). Het ruimteconcept dat hier volgens Castells bijhoort is de 'space of flows': 'The material arrangements that allow for simultaneity of social practices without territorial contiguity.' In de 'ruimte van stromen' worden ver van elkaar verwijderde locaties verbonden rond gedeelde functies en codes op basis van elektronische circuits en snelle transportcorridors. De ervaringsgebonden ruimte van bewoonde plaatsen ('space of places') wordt doordoor geïsoleerd en naar het tweede plan geschoven.

*Maarten Hajer* heeft de aandacht gevestigd op de invloed van een netwerkbenadering op de logica van ruimtelijke planning. 'Network governance' doorbreekt het statisch-hiërarchische karakter van beleidsvorming. De horizontale netwerken bestaan uit operationeel autonome actoren die zich in wisselende configuraties engageren in probleemoplossende processen. Dat gaat gepaard met institutionele ambiguïteit. Daarmee wordt verwezen naar het ontbreken van duidelijke normen en protocols voor besluitvorming. Daarnaast is er ook multi-significatie: de onvermijdelijke confrontatie tussen verschillende wereldbeelden van de deelnemende actoren. Hajer heeft deze kenmerken aangegrepen voor een 'dramaturgische' lezing van 'problem solving'-processen binnen netwerken: politiek is dan een opeenvolging van conflictuele en verzoenende episodes in welbepaalde settings en gedreven door inspirerende visies en 'sterke verhalen'.

#### **4.4 MEDIUMGEOGRAFIE**

Tot slot is er een geografie op de intersectie van immanentie en van connectiviteit als structurerend principe. Dat is een geografie van complexe overlappende verbindingen met emergente eigenschappen. De Britse geografe *Doreen Massey* (+ 2016) was een invloedrijke verdedigster deze opvatting.

Volgens haar is ruimte in onze intellectuele geschiedenis altijd 'getemd' geweest, ten voordele van tijd. Tijd is de dimensie van dynamiek en verandering en ruimte, als een gefixeerde snede doorheen de stromende tijd, is dat precies niet. Het ruimtebegrip uit het eerste kwadrant karakteriseert Massey als statisch en representatief. Het is vlak, inert, tijd- en dynamiekloos. Het concept van ruimte dat Massey daarentegen wil belichten heeft de volgende eigenschappen:

- Ruimte als dimensie van gelijktijdigheid: in de ruimte voltrekken zich op elk moment myriaden van processen. Terwijl ik dit hier tijdens de invallende schemering schrijf, ontwakten mensen een halve aardomtrek verwijderd. In de ruimte doet zich noodgedwongen een veelheid van trajecten voor.
- Ruimte als dimensie van heterogeniteit: positie, locatie is de minimum differentiatie van elementen die zich gelijktijdig in de ruimte bevinden. Bovenop deze Euclidische differentiatie komen nog talloze andere dimensies van ‘anders zijn’. Ruimte confronteert ons noodgedwongen met ‘het andere’.
- Ruimte als de dimensie van relationaliteit: in de ruimte worden verbindingen tot stand gebracht, wordt onderhandeld en ontplooit zich macht. In die zin stelt ruimte de vraag naar het sociale en naar het politieke. Ruimte is de mogelijksvoorwaarde van het politieke.

Ruimte zo geconcipieerd is open, meervoudig, relationeel en steeds in wording. Massey: *‘Als we ruimte ernstig zouden nemen als een dimensie die we creëren doorheen onze relaties die verweven zijn met macht en als een dimensie die ons confronteert met de veelduidigheid van de wereld en als we dan weigeren om al die fenomenen te reduceren tot één ontwikkelingsnarratief, dan kunnen we de wereld echt verbeelden op een andere manier. Dan ontstaan andere politieke vraagstukken.’*

Ruimte zo gezien is een ‘medium’. Media worden doorgaans beschouwd als passieve dragers (‘signalen’) van informatie, boodschappen, symbolen. Maar een meer oorspronkelijke en fundamentele rol is als ‘container of possibility’, als ‘infrastructures of being’. Het concept van de ‘commons’ – begrepen als de culturele en natuurlijke hulpbronnen die toegankelijk zijn voor alle leden van een maatschappij – resoneert hier sterk mee. Maar we moeten oppassen met dit concept van ruimte te sterk te reïficeren. Deze ruimte is geen ‘ding’ maar een ‘vloeistof’. *Annemarie Mol en John Law* duiden het karakter van dit ruimtebegrip aan de hand van een empirische gevalstudie rond het opsporen van bloedarmoede bij patiënten. Ze contrasteren daarbij wat er gebeurt in Nederland en in Afrika. Eén aanpak om die ‘bloedarmoederuimte’ te structureren bestaat erin bloedarmoedewaarden te meten en op basis van gemiddelden tot de vaststelling te komen dat er plaatsen zijn waar die metingen relatief hoog zijn en plaatsen waar de waarden relatief laag zijn. Die plaatsen kunnen gegroepeerd worden in stabiele regio’s, van elkaar gemarkeerd door heldere cut-off points. Dit is een verbijzondering van wat we hier een Euclidische ruimte genoemd hebben. Een tweede aanpak is de constructie van een netwerk van bloedarmoede-laboratoria die verbonden zijn met elkaar door het hanteren van een protocol en een technische infrastructuur. Ver van elkaar verwijderde plaatsen kunnen zo

topologisch gezien toch 'dicht' bij elkaar zijn omdat de protocols en infrastructuur erg vergelijkbaar zijn. Dat is een voorbeeld van een netwerkgeografie. Een derde 'bloedarmoederuimte' wordt geconstitueerd door de klinische blik die niet vertrouwt op meetwaarden maar op allerlei tekenen en symptomen (bleekheid van oogleden, nagels, huid, voedingspatroon, en meer). Dit is een 'vloeibare' ruimte waarin geen heldere grenzen te trekken zijn tussen 'plaatsen'. Een medische professional die van Nederland naar Afrika reist zal daar met een andere praktijk vertrouwd moeten geraken, andere infrastructuur (of misschien vergelijkbare infrastructuur die echter zal blijken niet zo precies te werken als in het thuisland), andere noden. Die aanpassing zal doorheen de tijd tot een hybride evolueren, waarin visceuze elementen van praktijken gemengd worden tot iets dat zeer specifiek door die professional werd toegeëigend.

Zo komt ook de systemisch dimensie van dit ruimteconcept in beeld. Media structureren een interactie tussen mens en omgeving, hetzij via fysieke nabijheid, hetzij via connecties op afstand. Door de grammatica van onze media, waaronder ruimte, bewust te herconceptualiseren reveleren we verschillende modi van 'samen zijn', van mensen met mensen, maar ook van mensen met niet-menselijke natuur. En dit leidt inderdaad tot nieuwe 'samenlevings'vraagstukken. In feite zijn we dan bezig met existentiële en epistemologische experimenten die ons moeten toelaten om ons op een intelligente manier aan te passen aan een dynamische omgeving. Door ons begrip van ruimte in te schuiven in een bredere 'media'filosofie constitueren we een symmetrische, wederzijds afhankelijke relatie tussen sociale constructie van ruimtelijkheid en de ruimtelijke constructie van socialiteit. Durham Peters stelt het zo: *'But the human condition is recursive; it is a conditional condition: our actions change the condition they act in, especially since they change us (...) We are conditioned by conditions we condition. We, the created creators, shape tools that shape us.'*

Een rijker begrip van media geeft ons de kans om sneller te leren van die experimenten. Dit is het vraagstuk van aanpassingsvermogen en veerkracht dat in het hart van het moderne systeendenken zit. Het proces van invariante transformatie dat volgens Mol en Law karakteristiek is voor dit ruimtebegrip, geeft het een zekere robuustheid. Dokters in de tropen blijven werken, of ze nu een laboratorium ter beschikking hebben of niet.

Dit non-modernistisch concept van ruimte heeft een lang ontwikkelingspad gekend in de architectuur en stedenbouw. Denkers en ontwerpers zoals Walter Benjamin, Kevin Lynch, Jane Jacobs en Christopher Alexander hebben het op onderscheiden manieren gethematiseerd. Als illustratie van de wijze waarop zo'n concept van ruimte een drager kan zijn van een territoriaal ontwikkelingsproces bespreken we kort het voorstel van *Studio '10* (Paola Vigano' & Bernardo

Secchi) voor Le Grand Paris. In 2008 werden tien ontwerpteams uitgenodigd door President Nicolas Sarkozy om een nieuw stedenbouwkundig concept voor de hoofdstedelijke regio te ontwerpen. Studio '10 verankerde haar voorstel in een notie van 'de isotrope stad' die in het verlengde ligt van een dynamisch, mogelijkheidscreërend ruimteconcept zoals hier besproken.

De twee sleuteluitdagingen waar het territoriaal ontwikkelingsproces op aangrijpt zijn klimaatverandering en groeiende sociale ongelijkheid. Het ontwerp vertrekt van een vloeibaar concept van levenskwaliteit en verbeeldt het potentieel van ruimtelijke strategieën door de visualisering van vier scenario's (met als focus respectievelijk energie, water, residuele ruimte en mobiliteit). Isotropie is het concept dat de hele ontwerpactiviteit schraagt en richting geeft. Een isotrope stad is een stad die levenskwaliteit biedt door haar fundamenteel open, niet-hiërarchisch en dynamisch karakter. Ze biedt mogelijkheden aan haar burgers om hun ecologisch burgerschap gestalte te geven. Ze wil daarmee een tegenwicht vormen voor de piramidale en concentrische urbs die mensen opsluit in socio-economische strata en ruimtelijke compartimenten. Isotropie wordt door het team van Studio '10 geoperationaliseerd als een gelaagd concept.

- Isotropie als een ruimtelijke concept: als een alternatief, anti-hiërarchisch concept van orde, een fractale eigenschap die alle schalen doorkruist.
- Isotropie als een materiële eigenschap die steunt op kwaliteiten zoals porositeit en doorlaadbaarheid en zich manifesteert als een fijn stedelijk weefsel dat de beweging van biogenetische stromen faciliteert.
- Isotropie als normatief concept: een lange-termijnvisie, een limiet, een democratisch ideaal dat nooit kan bereikt worden.
- Isotropie als een infrastructureel concept: een homogeen verspreid, omnidirectioneel netwerk van infrastructuurverbindingen in contrast met de concentrische layout die het centrum selectief verbindt met de periferie.
- Isotropie als een tijdsgebonden concept: als een instigator van de 'longue durée' bij het zich bewegen als zachte weggebruiker door het stedelijk weefsel.
- Isotropie als een interventiestrategie: geen 'groot stedelijk project' maar een reeks van interventies en regels die op verschillende manieren werken in de verschillende 'sponzen' of netwerken van stromen.

*Patsy Healey* is de meest vooraanstaande onderzoekster die de implicaties van dit ruimtebegrip voor ruimtelijke planning heeft gearticuleerd. Zij ziet ruimtelijke



ordering als een governance-georiënteerde discipline die moet omgaan met de dilemma's van samenleven in een gedeelde ruimte. Ze benadrukt de contingentie, interafhankelijkheid en gelaagdheid van de planningcontext en de daaraan gekoppelde nood aan fluiditeit, opportunisme en experimenteeruimte en ook het aanvaarden van de voorlopigheid van planningsuitkomsten.

## 4.5 TOT BESLUIT: SYSTEMISCH DENKEN OVER RUIMTE

In het voorgaande hebben we drie 'geografieën', drie visies op ruimte geëxploreerd die afwijken van het Euclidische concept. We kunnen de tabel nu als volgt vervolledigen:

	Geografie van fysieke nabijheid	Geografie van connectiviteit
Externe observator	Euclidische geografie	Netwerkgeografie
Interne actor	Gere-territorialiseerde geografie	Mediumgeografie

De vier geografieën zijn distinctief maar niet rigiede van elkaar gescheiden. Een metabolisch perspectief hoeft niet beperkt te blijven tot een geobjectiveerde Euclidische ruimte, maar overlapt conceptueel met de drie andere geografieën. Hajer en Healey kunnen mekaar zeker een heel eind tegemoet komen in hun opvatting van ruimtelijke planning. Niettemin is er met name in de verticale dimensie van de typologie – in de overgang van een extern, beschrijvend standpunt naar een immanente, handelende positie – sprake van een epistemologische en morele discontinuïteit. Er komt een ethische, politieke dimensie bovenop. Hajer bestudeert netwerk-governance maar laat een moreel oordeel daarover achterwege. Dat moet de empirie maar uitwijzen. Magnaghi, Healey en Massey kiezen uit een activistische impuls voor hun ruimteconcept omdat het hun democratische maatschappijvisie versterkt. Het systemische karakter van de verschillende geografieën vertoont een analoge breuklijn tussen een 'hard', objectiverend en een 'zacht', constructivistisch perspectief. Het eerste leidt tot een systemische beschrijving van complexe fenomenen in de ruimte. Het tweede structureert het omgaan met complexiteit als een collaboratief leerproces. In de ruimteconcepten waarin actoren deelnemers zijn, verschuift de aandacht van analytische beschrijving en voorspelling naar het ontginnen van potentialiteit en het creëren van mogelijkheden voor leerprocessen en emergentie. Ze zijn uit de aard van de zaak altijd normatief begrond. Ruimte is daar een hefboom in het realiseren van een politiek project.

## 5 RUIMTE EN MILIEURAPPORTERING

Pieter Leroy refereerde in zijn inleidende toespraak op de VMM Megatrends-conferentie naar een typologie van tijdsbegrippen ontwikkeld door de Franse historicus *Fernand Braudel*: van de volatiele ‘temps événementiel’ naar de traag evoluerende ‘temps structurel’ met de ‘temps conjoncturel’ daar tussenin. Elke ‘tijd’ wordt gestuurd door verschillende actoren en factoren. VMM MIRA heeft in de loop van de laatste jaren haar focus naar diepere tijdslagen uitgebreid via foresight en systeemanalytische studies.

In deze discussiepaper wordt het werkdomein van MIRA — namelijk het begrijpen en documenteren van de relatie tussen mens en milieu — opgerekt in de ruimte-dimensie. We zijn begonnen met een redenering vanuit een conventioneel ruimtebegrip waarop we systemische kaders hebben toegepast om te begrijpen wat er in die ruimte gebeurt. Dat geeft methodologische handvaten — geïnformeerd door subdisciplines zoals de systeemdyndica, de complexiteitswetenschap, de industriële ecologie, systeemecologie, en network science — om de werkzaamheden van MIRA een nadrukkelijker systemisch profiel te geven. In een tweede beweging hebben we de notie ruimte zelf in vraag gesteld. Dat resulteerde in een typologie van vier ruimtebegrippen, waarvan de klassieke Euclidische ruimte er één van was. De drie andere opvattingen worden geassocieerd met uiteenlopende ruimte-ontwikkelings- en interventiemodellen.

Een systemische lens moet mogelijkheden bieden om MIRA’s aanpak te verdiepen. Met name de metabolische aanpak dient zich aan als een springplank tot een systemische benadering van milieुरapportage. In haar ‘industriële ecologische’ incarnatie sluit ze sowieso nauw aan bij de logica belichaamd door ‘environmental assessment’ vandaag. Zo ontwikkelen Paul Ferrão en John Fernandez in hun boek ‘Sustainable Urban Metabolism’ een aanpak die erop gericht is om reeks van indicatoren te ontwikkelen op het snijpunt van twee conceptuele kaders. Enerzijds is dat het gekende DPSIR model dat drijvende krachten, impacten en responsen oorzakelijk met elkaar verbindt. Een tweede invalshoek wordt geboden door een gelaagde kaart van een stedelijk (of regionaal) metabolisme die energie- en materiaalstromen correleert met de menselijke activiteiten die er aan de basis van liggen. Het model bestaat uit zeven analytische lagen, waaronder het in kaart brengen van de bulk massabalans, van stoffstromen, productdynamieken, transportdynamiek, ruimtelijke verdeling van productie en consumptie,

materiaalintensiteit van diverse economische sectoren en van de milieudruk gerelateerd aan materiaalverbruik. Het resulterende corpus van indicatoren moet toelaten om een 'urban resource efficiency dashboard' te construeren zodat beleidsmakers en burgers beter de milieu-impact kunnen voorzien van strategieën voor stedelijke of regionale ontwikkeling. Het spreekt vanzelf dat deze aanpak heel data-intensief is.

Zoals besproken beperkt de metabolische lens zich niet tot een industrieel-ecologisch perspectief. Het metabolische kan ook geïntegreerd worden in een territorialistische en 'mediale' manier om ruimte te beheren. *Janis Birkeland*, een Amerikaans planoloog en juridische professional, heeft een SmartMode methodiek ontwikkeld die sterk in deze richting gaat. Birkeland vertrekt van een radicale kritiek op de 'environmental management' templates die in de gebouwde omgeving worden gehanteerd. SmartMode integreert drie elementen in een aanpak die tot duurzaamheidsdoorbraken moeten leiden: een metabolisch georiënteerd analytisch kader, de fundamenteel prospectieve en status quo doorbrekende rol van de ontwerpactiviteit, en een 'eco-governance' benadering die de morele keuzen rond stof-en energiestromen verheldert en bespreekbaar maakt. Zo ontstaat een actiegerichte en opportuniteitsgedreven dynamiek rond bioregionale planning die gedragen wordt door de gemeenschap die ze bewoont. Milieurapportering kan in deze context een analytische rol opnemen door het uitvoeren van wat Birkeland aanduidt als 'forensic audits'\* (Birkeland onderscheidt vier types van 'forensic audit': 'ecological transformation analysis' [focus op fouten in fysiek ontwerp], 'cost of inaction analysis' [focus op beheersfouten], 'resource transfer analysis' [focus op marktfouten] en 'institutional design analysis' [focus op bestuurlijke lacunes]). Maar die zijn vanzelfsprekend altijd al normatief geladen. Healey wijst vanuit een 'mediaal' ruimtebegrip op de noodzaak om zich aandienende potenties in een territorium te 'lezen', niet alleen vanuit een geprivilegieerd macro-standpunt maar ook vanuit een 'worm's eye' perspectief, ingebed in de uiteenlopende manieren waarop het dagelijks leven in het territorium wordt beleefd. Dit suggereert een heel ander methodologisch palet dan gewoonlijk wordt gehanteerd in milieurapportage.



# REFERENTIES

## SPATIAL SYSTEM DYNAMICS

J.W. Forrester (1969) *Urban Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.

C. Neuwirth, A. Peck & S.P. Simonovich (2015) 'Modeling structural change in spatial system dynamics: A Daisyworld example'. *Environ Model Softw.* Mar 65: 30-40.

C. Neuwirth, B. Hofer & A. Peck (2015) 'Spatiotemporal processes and their implementation in Spatial System Dynamics models'. *Journal of Spatial Science*, 60:2, 277-288.

## CELLULAR AUTOMATA

J. Portugali, Ed. (2000) *Self Organization and the City*, Springer Verlag. Berlin.

M. Batty (2005) *Cities and Complexity. Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-based Models, and Fractals*, MIT Press, Cambridge, MA.

## METABOLISCHE MODELLEN

N. Heynen, M. Kaika & E. Swyngedouw (2006) *In the nature of cities. Urban political ecology and the politics of urban metabolism*. Routledge. Abingdon, UK.

M. Fischer-Kowalski & H. Haberl (Eds.) (2007) *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.

H.T. Odum (2007) *Environment, Power and Society for the Twenty-First Century. The Hierarchy of Energy*. Columbia University Press. New York.

J. Birkeland (2008) *Positive Development. From Vicious Circles to Virtuous Cycles through Built-Environment Design*. Earthscan. London.

M. Giampietro, K. Mayumi & A.H. Sorman (2012) *The Metabolic Patterns of Societies*. Routledge. Abingdon, UK.

**P. Bacini & P.H. Brunner** (2012) *Metabolism of the Anthroposphere. Analysis, Evaluation, Design, 2nd Ed.* MIT Press. Cambridge, MA.

**P. Ferrao & J.E. Fernandez** (2013) *Sustainable Urban Metabolism.* MIT Press. Cambridge, MA.

## GERE-TERRITORIALISEERDE GEOGRAFIE

**A. Magnaghi** (2000) *Le Projet Local.* Mardaga. Sprimont.

**A. Magnaghi** (2000) *The Urban Village. A Charter for Democracy and Local Self-Sustainable Development.* Zed Books. London.

**P. Vandenbroeck & M. Dehaene** (2013) 'Stadsbeelden voor het post-carbon tijdperk. De kleine stad als gelokaliseerde utopie', in: *OASE*:89, 80-93.

## NETWERKGEOGRAFIE

**A. Mol & J. Law** (1994) Regions, Networks and Fluids: Anaemia and Social Topology, in: *Social Studies of Science*, Vol. 24:4, 641-671.

**M. Castells** (1996) *The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society and Culture*, Vol. 1. Blackwell Publishers. Oxford, UK.

**M. Hajer & W. Versteeg** (2005) 'Performing governance through networks', in: *European Political Science*: 4, 340-347

**A. Laszlo-Barabasi** (2016) *Network Science.* Cambridge University Press. Cambridge.

## MEDIUMGEOGRAFIE

**D. Massey** (2005) *For Space.* SAGE Publications. London.

**P. Healey** (2007) *Urban Complexity and Spatial Strategies. Towards a relational planning for our times.* Routledge. Abingdon, UK.

**B. Secchi & P. Vigano** (2011) *La ville poreuse. Un projet pour le Grand Paris et la métropole de l'après-Kyoto.* Métispresse. Genève.

**J.D. Peters** (2015) *The Marvelous Clouds. Toward a Philosophy of Elemental Media.* The University of Chicago Press. Chicago.