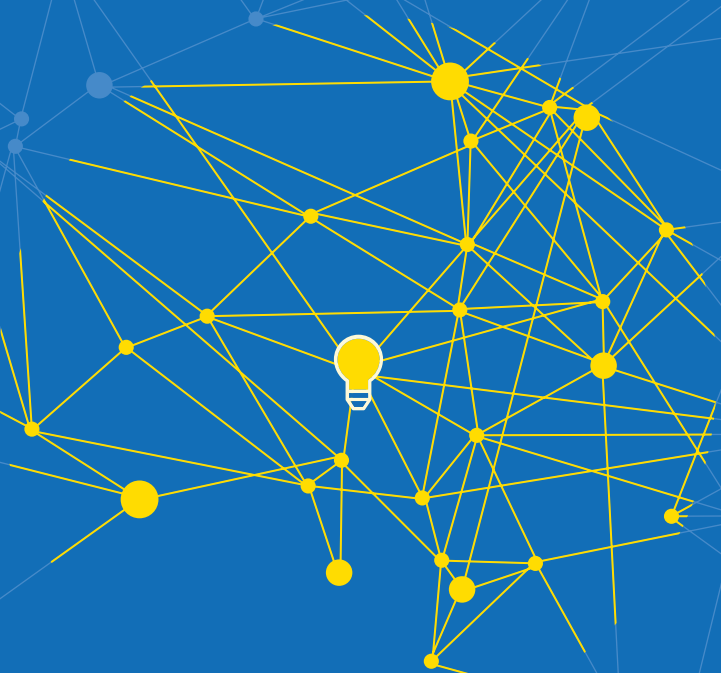


A SYSTEMS DESIGN APPROACH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Embracing the complexity of energy
challenges in low-income markets





Samenvatting

Er is steeds meer oog voor de groeiende complexiteit van maatschappelijke en technische problemen waarmee markten met lage inkomens worden geconfronteerd, die het gevolg is van milieutechnische, maatschappelijke en economische factoren. De enorme negatieve impact van complexe maatschappelijke problemen en het onvermogen van ontwerpers om met complexiteit om te gaan kunnen niet worden overwonnen zonder een paradigmaverschuiving met betrekking tot de manier waarop we over dergelijke problemen nadenken, hiermee omgaan en hierover onderwijzen. In het licht van die uitdaging kan de vraag worden gesteld wat de beste benadering is voor de omgang met een complex maatschappelijk probleem. Een traditionele manier om een complex probleem te benaderen is om dit te vereenvoudigen. Maar onderzoek kan er ook op gericht zijn, zoals hier, om een nieuwe benadering te bieden voor de omgang met complexe maatschappelijke problemen, waarbij de complexiteit juist wordt omarmd. Daarom wordt in dit onderzoek betoogd dat het omarmen van complexiteit een significante verschuiving met zich meebrengt, van een traditionele ontwerpbenadering naar een systeemontwerpbenadering van duurzame ontwikkeling.

In dit proefschrift ligt de nadruk op theorieën en praktische handelwijzen die centraal en relevant zijn met betrekking tot de discussie over duurzaamheid en systeembdenken bij ontwerpen. Het streven is om het inzicht van ontwerpers in duurzaamheidsaspecten – zoals uitdagingen met betrekking tot energie in markten met lage inkomens – te vergroten, zodat zij door middel van hun ontwerp een bijdrage kunnen leveren aan de oplossing van complexe maatschappelijke problemen. Daarom ligt de focus van het onderzoek op energiemarkten met lage inkomens, die met name prominent zijn in opkomende economieën in Latijns-Amerika en Afrika. Algemeen gesteld ontbreekt het in energiemarkten met lage inkomens aan toegang tot betaalbare, betrouwbare, schone en moderne energiebronnen, wat leidt tot onder andere vervuiling, gezondheidsproblemen en hoge elektriciteitskosten.

Energiemarkten met lage inkomens vormen een uitgelezen kans om in een vraag te voorzien in overeenstemming met duurzame ontwikkelingsdoelstellingen. Toch hebben ontwerpers moeite gehad om gemeenschappen met lage inkomens met behulp van duurzame energieoplossingen te steunen bij het verbeteren van hun levensstandaarden. Algemeen wordt erkend dat zonder toegang tot duurzame energieproducten en bijbehorende dienstverlening geen duurzame systemen kunnen worden opgezet en duurzame ontwikkeling onmogelijk is. Maar de maatschappelijke problemen in energiemarkten met lage inkomens zijn niet duidelijk en de oplossing voor deze problemen zijn verre van optimaal. Dergelijke problemen zijn vaak erg moeilijk te definiëren als gevolg van de beperkte

beschikbaarheid van informatie over de probleemsituatie en gebrek aan contextspecifieke kennis. Desalniettemin zijn dit problemen die gevolgen hebben op het dagelijks leven in omgevingen die worden gekenmerkt door lage inkomens.

Hoewel bij complexe problemen sprake kan zijn van een hoge mate van technische complexiteit, verwijst de term '*complexe maatschappelijke problemen*' in dit proefschrift naar complexe problemen waarbij technische complexiteit is verweven met maatschappelijke complexiteit en waar relaties tussen mensen en instellingen van centraal belang zijn voor de oplossing. Daarnaast verwijst het hier gehanteerde concept van complexiteit naar een gebrek aan kennis over de kenmerken van het bestaande systeem, gebrek aan inzicht in de onderhavige probleemsituatie en een gebrek aan, of onzekerheid van, de expertise die nodig is om het probleem aan te pakken. Dit onderzoek wijst erop dat de integratie van systeemdenken en ontwerpen een veelbelovende benadering is voor het aanpakken van de toenemende complexiteit van maatschappelijke problemen. De centrale onderzoeksvraag is erop gericht om inzicht te verkrijgen in een systeemgeoriënteerde benadering van ontwerpen (hier ook wel de 'systeemontwerpbenadering' genoemd). Ik focus me met name op systeembenaderingen en -methodologie voor de ontwikkeling van product-servicesystemen voor complexe maatschappelijke problemen zoals we die tegenkomen in energiemarkten met lage inkomens.

Een product-servicesysteem (PSS) bestaat uit een systeem van of producten, services, ondersteunende netwerken en infrastructures waarbij meerdere stakeholders die functionaliteit, nut en tevredenheid bieden, nauw betrokken zijn (Mont, 2002a). Voor veel auteurs is het toepassen van systeemdenken op PSS'en van fundamenteel belang voor een correcte conceptualisering en diepgaand inzicht in bestaande systemen (Afshar & Wang, 2010; Cavalieri & Pezzotta, 2012). Daarom levert dit proefschrift een bijdrage aan het onderzoek naar PSS'en en systeemontwerp door invulling te geven aan de behoefte aan uitbreiding van de scope van PSS'en, van een focus op afzonderlijk te beschouwen systemen van product-servicecombinaties naar een integraal PSS dat geschikt is voor complexe maatschappelijke problemen.

Daarom is onderzoek gedaan naar de theorie en praktijk van systemen om inzicht te krijgen in de implicaties van systeemdenken voor ontwerp, en worden er aanbevelingen gedaan voor de toepassing hiervan in ontwerpbenaderingen, waaronder PSS-ontwerp. Bij het onderzoek is uitgegaan van de hypothese dat het verschil tussen traditionele ontwerpbenaderingen en benaderingen op basis van systeemontwerp is geworteld in de onderliggende aannames met betrekking tot de grenzen en scope van ontwerp. Met andere woorden: bij de laatstgenoemde benadering wordt gestreefd naar een holistisch, meerlagig, pluralistisch perspectief, waarbij de complexiteit van het onderhavige systeem wordt omarmd. Op basis van de probleemdefinitie zijn de volgende centrale onderzoeksvraag en subvragen geformuleerd:

HOOFDONDERZOEKSVRAAG:

HOV. *Op welke manier kan systeemdenken een bijdrage leveren aan de omgang met de complexiteit van duurzame product-servicesysteemontwerpen voor energiemarkten met lage inkomens?*

ONDERZOEKSSTRATEGIE	SUBONDERZOEKSVRAGEN
THEORETISCHE FASE (Hoofdstuk 2)	OV1. Wat zijn de kenmerken van complexe maatschappelijke problemen in energiemarkten met lage inkomens? OV2. Hoe heeft het systeemdenken zich ontwikkeld als benadering van complexe maatschappelijke problemen? OV3. In welke mate sluit systeemdenken aan op het ontwerpen van oplossingen voor complexe maatschappelijke problemen?
EMPIRISCHE FASE	OV4. Wat vertelt de toepassing van systeemdenken als meerlagig perspectief ons over het verbeteren van energieoplossingen voor energiezuinigheidsprogramma's gericht op lage inkomens?
Observaties van de ontwerppraktijk (Hoofdstuk 3)	OV5. Op welke manier kan systeemdenken designstudenten steunen bij de ontwikkeling van concepten voor meer duurzame product-servicesystemen (PSS'en) voor markten met lage inkomens? OV6. Hoe kan het vermogen van designstudenten om in te spelen op de complexiteit van maatschappelijke problemen, zoals die in veel markten met lage inkomens worden aangetroffen, worden vergroot?
Interventies in het ontwerponderwijs (Hoofdstukken 4-5)	

Binnen de hierboven beschreven onderzoeksopzet bestaat het proefschrift uit vier primaire onderzoeken (Hoofdstukken 2-5), die als peerreviewed tijdschriftartikelen zijn gepubliceerd of ingediend. In elke publicatie komen een of meer subvragen aan de orde die het antwoord op de hoofdonderzoeksvraag ondersteunen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de volgorde van de hoofdstukken niet de chronologische publicatievolgorde van de artikelen volgt. Daardoor is de kenniscreatie niet lineair verlopen (zodat een hoofdstuk bijvoorbeeld niet helemaal voortbouwt op de kennis afkomstig uit het voorgaande onderzoek). Toch leveren de bevindingen uit elk onderzoek gezamenlijk een bijdrage aan de drie belangrijkste ontwerpaspecten: theorie (Hoofdstuk 2), praktijk (Hoofdstuk 3) en onderwijs (Hoofdstukken 4-5).

Theoretische fase

Vooronderzoek

Van het vooronderzoek voor dit onderzoek wordt verslag gedaan in Hoofdstuk 1. In het eerste hoofdstuk wordt de grondgedachte achter het onderzoek geïntroduceerd. Er wordt een aantal beperkingen benoemd van het gebruik van traditionele ontwerpbenaderingen voor het verkrijgen van inzicht in complexe maatschappelijke problemen in energiemarkten met lage inkomens. Bovendien wordt er betoogd dat er een meer holistische benadering kan worden gevolgd, ter compensatie van de reductionistische aard van traditionele wetenschappelijke methodes die voor ontwerp worden gehanteerd. Daarnaast wordt opgemerkt dat ontwerpbenaderingen die rekening houden met het vermogen van ontwerp om plaats te bieden aan complexiteit, radicale technologische en sociaal-culturele veranderingen kunnen opstarten. Verder ligt de nadruk op energieoplossingen waarbij producten, services en infrastructuur worden geïntegreerd om tevredenheid te realiseren door middel van betere systeemfunctionaliteit en nut.

Ook wordt in Hoofdstuk 1 aangegeven dat duurzame product-servicesystemen gelegenheid bieden om in de vraag naar energie in markten met lage inkomens te voorzien door middel van oplossingen die verenigbaar zijn met duurzame ontwikkeling. Er wordt aangetoond waarom de ontwikkeling van duurzame product-servicesystemen voor energiemarkten met lage inkomens essentieel zijn voor opkomende en in ontwikkeling zijnde economieën waarin wordt gestreefd naar de vereniging van sociaal-economische ontwikkeling en milieubescherming. Het voorbereidende literatuuronderzoek levert bewijs dat een product-servicesysteem (PSS) een veelbelovend concept is voor het stimuleren van duurzame opwekking, distributie en consumptie van energie.

De bevindingen in Hoofdstuk 1 impliceren dat een PSS weliswaar veelbelovend is, maar vaak zal falen in markten met lage inkomens, als gevolg van de specifieke maatschappelijke complexiteit die bestaat in contexten met lage inkomens. Met betrekking daartoe laat het hoofdstuk zien hoe systeemdenken een bijdrage kan leveren aan product-servicesystemen voor energiemarkten met lage inkomens. In het hoofdstuk wordt geconcludeerd dat voor de ontwikkeling van meer duurzame energieoplossingen in markten met lage inkomens probleemoplossers meer vermogen voor de omgang met complexiteit moeten ontwikkelen op basis van vier belangrijke principes uit het systeemdenken: een holistisch perspectief, een meerlagig perspectief, een pluralistisch perspectief (diversiteit aan visies) en het vermogen om met complexiteit om te gaan.

Theoretisch onderzoek

Het voorbereidende onderzoek in Hoofdstuk 1 wijst erop dat systeemdenken een bijdrage kan leveren aan energieoplossingen voor markten met lage inkomens. In Hoofdstuk 2 wordt verder ingegaan op de toepassing van systeemdenken bij ontwerpen, om de aandacht te vestigen op een aantal implicaties van het gebruik van een benadering op basis van systeemdenken voor het oplossen van complexe maatschappelijke problemen. In Hoofdstuk 2 wordt op basis van systeemdenken het fundament gelegd voor het onderzoek; dit is ontwikkeld met gebruikmaking van kennis uit alle hoofdstukken. Het voornaamste doel van dit hoofdstuk is om het inzicht te vergroten in de implicaties van systeembenaderingen en -methodologieën en de toepassing van de principes van systeemdenken bij ontwerpen te verkennen.

In dit hoofdstuk wordt aangetoond dat de onderliggende aannames en principes van systeemdenken een waardevolle correctie vormen voor het reductionisme waarmee de toepassing van een traditionele wetenschappelijke methode voor het oplossen van complexe maatschappelijke problemen gepaard gaat. In een uitgebreid literatuuroverzicht worden de contouren geschetst van significante aspecten van de grondslag van het systeemdenken, er worden passende systeembenaderingen en -methodologieën geïdentificeerd, en de bijdrage die deze kunnen leveren aan de oplossing van complexe maatschappelijke problemen op het gebied van ontwerp, wordt verhelderd. In eerder onderzoek zijn pogingen tot verkenning van het systeemdenken gedaan om tot aanbevelingen te komen met betrekking tot de toepassing van systeemmethodologieën en tools bij ontwerpen. Er is echter maar weinig aandacht besteed aan de manier waarop ontwerpers systeemmethodologieën en tool hebben geïnterpreteerd en toegepast bij het oplossen van complexe maatschappelijke problemen.

In Hoofdstuk 2 wordt het proces onderzocht waarmee systeemdenken in ontwerpen wordt geïntegreerd en wordt een overzicht gegeven van het opkomende vakgebied van systeemontwerpbenaderingen van complexe maatschappelijke problemen. Er wordt een overzicht gegeven van de stand der techniek aan de hand van een beschrijving van de manieren waarop een selectie van bestaande systeemontwerpbenaderingen significante bijdragen hebben geleverd aan de transitie van traditionele ontwerpbenadering naar een systeemgeoriënteerd perspectief op ontwerpen. Op basis van deze theoretische inzichten worden in het hoofdstuk gelegenheden benadrukt om de systeemontwerpbenadering verder te ontwikkelen op basis van een systematische en onderbouwde verkenning van het systeemdenken. Dit onderzoek levert een conceptueel kader op, inclusief criteria voor de integratie van systeemdenken in ontwerpen. De voornaamste bijdrage die dit onderzoek levert is dan ook een kader dat de ontwikkeling van nieuwe systeemontwerpbenaderingen mogelijk maakt en bestaande systeemontwerpbenaderingen versterkt, door ontwerpers te steunen bij het optimaal realiseren van de voor hen relevante middelen die systeemdenken biedt.

Empirische fase

Observaties van de ontwerppraktijk

In Hoofdstuk 3 wordt onderzoek gedaan naar de toepassing van systeemdenken als meerlagig perspectief voor het verkrijgen van meer inzicht in de beperkingen die worden opgelegd door de complexiteit van energie-uitdagingen in energiezuinigheidsprogramma's voor lage inkomens in Brazilië. Voor dit empirische onderzoek is gekozen voor Brazilië omdat dit land veel relevante energie-uitdagingen kent die urgent om aandacht vragen. Doorbouwend op een ontwerptheorie op basis van systeemdenken worden drie aggregatieniveaus van de Braziliaanse energiemarkt met lage inkomens geanalyseerd om inzichten te verkrijgen die waardevol zijn voor het ontwerp van duurzame energieoplossingen. In dit hoofdstuk worden bevindingen uit de literatuur, beschrijvende casussen en interviews met praktijkmensen en experts onderzocht.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat verbeteringen op technologisch niveau weliswaar van fundamenteel belang zijn, maar slechts een beperkte rol spelen bij het creëren van duurzame energietransities. Daarom is het voor de oplossing van energie-uitdagingen in markten met lage inkomens noodzakelijk om verder te kijken dan alleen technologische verbeteringen en een breder maatschappelijk perspectief te kiezen waarbij rekening wordt gehouden met organisatorische en maatschappelijke transformaties, die een hoge mate van maatschappelijke complexiteit impliceren. In dit onderzoek wordt een bijdrage geleverd aan kennisvergarig met betrekking tot de complexiteit van energiemarkten met lage inkomens en bewustwording rondom de implicaties van een meerlagige analyse voor energieoplossingen. Daarnaast wordt aangetoond dat dergelijke kennis van waarde is voor het herontwerpen van energieprogramma's voor lage inkomens.

Uit de bevindingen blijkt dat het hanteren van een meerlagig perspectief binnen energiezuinigheidsprogramma's voor lage inkomens beleidsmakers en probleemoplossers in staat stelt om relevante beperkingen en kansen op verschillende systeemniveaus te identificeren. Meer specifiek maakt een meerlagige analyse essentiële aspecten zichtbaar die de realisatie van hogere duurzaamheidsniveaus door middel van energieoplossingen binnen energieprogramma's voor lage inkomens belemmeren. Daarnaast worden er inzichten gepresenteerd die kunnen worden gebruikt in aanbevelingen om de huidige situatie te verbeteren. Inzicht in, en het overwinnen van, maatschappelijke en technische uitdagingen die energieoplossingen in de weg staan is van cruciaal belang voor het vergroten van het vermogen van energieprogramma's om grotere sociaal-economische en milieutechnische voordelen te realiseren in gemeenschappen met lage inkomens.

De bevindingen wijzen erop dat ontwerpers met substantieel meer complexiteit moeten omgaan voor een systeemontwerpbenadering dan bij andere, traditionele benaderingen. Daarom moeten zij worden voorzien van een nieuwe set systeemgeoriënteerde kennis, vaardigheden en tools die geschikt zijn om deze nieuwe realiteit het hoofd te

bieden. Als bijdrage aan deze significante uitdaging voor het ontwerponderwijs wordt in de laatste twee hoofdstukken van dit proefschrift ingegaan op, en een bijdrage geleverd aan, de ondersteuning van de ontwikkeling van vermogen met betrekking tot systeemontwerpbenaderingen.

Interventies in het ontwerponderwijs

Aangezien ontwerpers meestal wordt geleerd om traditionele ontwerpbenaderingen te hanteren, spelen instellingen voor hoger onderwijs een essentiële rol bij verandering. Daarom wordt bij de in Hoofdstuk 4 en 5 beschreven interventies de toepassing onderzocht van een systeemontwerpbenadering bij het ontwerpen van concepten voor product-servicesystemen door studenten. Dankzij die interventies konden de onderzoekshypothese en het theoretische model uit Hoofdstuk 3 worden getoetst. Daarnaast boden zij een eerste verkenning van het conceptuele kader beschreven in Hoofdstuk 2.

De interventie uit Hoofdstuk 4 maakte de verkenning mogelijk van de toepassing van een systeemontwerpbenadering bij het creëren van concepten voor product-servicesystemen, waarbij de voor- en nadelen van dit proces werden geïdentificeerd. In Hoofdstuk 5 testten studenten ontwerpen die bekend waren met energiemarkten met lage inkomens, een benadering op basis van systeemontwerp bij het oplossen van energie-uitdagingen waarmee gemeenschappen met lage inkomens in Oeganda worden geconfronteerd. Deze afsluitende interventie bouwde voort op het voorgaande hoofdstuk en was bedoeld om meer inzicht te krijgen in het proces van het leren van een systeemontwerpbenadering en middelen om dat leren tijdens het ontwerpen te ondersteunen.

In Hoofdstuk 4 wordt verslag gedaan van een masteropleiding 'Product-servicesysteem', waarbij systeemdenken wordt toegepast bij de ontwikkeling van concepten voor duurzame product-servicesystemen voor complexe maatschappelijke problemen. In dit hoofdstuk worden instellingen voor hoger onderwijs beschouwd als bases voor kennisoverdracht tussen meerdere stakeholders bij het voorzien in de behoefte aan betaalbare energie van huishoudens met lage inkomens en het verlenen van humanitaire hulp. In dit onderzoek maakten multidisciplinaire studententeams van de Technische Universiteit Delft (Nederland) gebruik van kennis en vaardigheden gebaseerd op systeemgeoriënteerd ontwerpen en PSS voor de ontwikkeling van twaalf PSS-concepten. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met de Federale Universiteit van Paraná (en partners) in Brazilië en de innovatie-unit van Artsen zonder Grenzen in Zweden. Daarom is de scope van het onderzoek uitgebreid met de context van humanitaire hulpverlening.

De in dit hoofdstuk gebruikte empirische gegevens zijn afkomstig van een set PSS-concepten gericht op contexten gekenmerkt door lage inkomens, die door studententeams binnen een multidisciplinaire opleiding zijn gerealiseerd. Op basis van de door de studenten uitgevoerde ontwerpactiviteiten en de resultaten van de projecten worden de voordelen en context- en

procesgerelateerde uitdagingen van de toepassing van systeemdenken gepresenteerd en besproken. Uit de bevindingen blijkt dat een benadering op basis van systeemdenken studenten voorziet van de kennis en vaardigheden die zij nodig hebben om complexe maatschappelijke problemen het hoofd te bieden. Het blijft echter noodzakelijk om de juiste systeemhulpbronnen (bijv. systeemmethodologieën, tools en vaardigheden) op te nemen in het huidige curriculum voor ontwerpen, waardoor de transitie weg van een traditionele ontwerpbenadering lastig blijft. De bevindingen wijzen erop dat systeemgeoriënteerde competenties in studenten ontwerpen verder moeten worden ontwikkeld.

Hoofdstuk 5 bevat een beschrijving van een masteropleiding genaamd 'Systeemontwerp voor duurzame energie voor iedereen'. De bedoeling van deze opleiding is om onderwijsmiddelen op basis van systeemdenken te ontwikkelen en te testen en de ontwikkeling te bevorderen van het vermogen om een systeemontwerpbenadering toe te passen. Oegandese designstudenten van het College of Engineering Design Art and Technology van de Makerere University, die bekend zijn met de lokale context, hanteerden een systeemontwerpbenadering om oplossingen te vinden voor de energie-uitdagingen waarmee gemeenschappen met lage inkomens in Oeganda worden geconfronteerd. In dit hoofdstuk worden kerncompetenties gesuggereerd voor het vaardig ontwerpen van concepten voor product-servicesystemen die zijn gericht op energiemarkten met lage inkomens en wordt het proces van de toepassing van dergelijke competenties gedemonstreerd. Het voorgaande hoofdstuk leverde achtergrondinformatie op die bruikbaar is voor de ontwikkeling van de bouwstenen van een nieuwe set kennis, vaardigheden en tools voor het aanpakken van complexe maatschappelijke problemen. In hoofdstuk 5 wordt de scope van het onderzoek vernauwd, zodat de focus komt te liggen op het ontwikkelen van het vermogen om systeemdenken toe te passen bij de ontwikkeling van PSS'en voor duurzame energie.

Daarnaast worden voor opleiders belangrijke cognitieve aspecten gepresenteerd van het ontwikkelen van het vermogen om een systeemontwerpbenadering toe te passen. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk het proces gedemonstreerd waarmee systeemdenken wordt ingebed in het opleidingsprogramma, om studenten te steunen bij de ontwikkeling van duurzame oplossingen voor energiemarkten met lage inkomens in Oeganda. De bevindingen ondersteunen de conclusie dat ontwerpbenaderingen op basis van systeemdenken een bijdrage kunnen leveren aan de omgang met de groeiende complexiteit van de maatschappelijke problemen waarvoor de ontwerpprofessionals van de toekomst geacht zullen worden een oplossing te kunnen bieden. Daarom bestaat een belangrijke bijdrage van dit onderzoek aan het ontwerponderwijs uit een aantal suggesties voor kerncompetenties waarmee het vermogen wordt ontwikkeld om bij ontwerpen om te kunnen gaan met complexiteit.

Reflectiefase

Voornaamste bevindingen, bijdragen en aanbevelingen

In Hoofdstuk 6 wordt een algemeen overzicht gegeven van de voornaamste bevindingen uit dit proefschrift. Er worden bijdragen aan ontwerptheorie, -onderwijs en -praktijk gepresenteerd. De vier voornaamste bijdragen van dit onderzoek zijn:

- Een verkenning van de integratie van systeemdenken in ontwerpen, met name door het hanteren van een systeemontwerpbenedering voor duurzame energieoplossingen voor markten met lage inkomens.
- Een uitbreiding van de scope van het ontwerp van product-servicesystemen door de introductie van vier belangrijke principes van het systeemdenken: een holistisch perspectief, een meerlagig perspectief, een pluralistisch perspectief en het vermogen om met complexiteit om te gaan.
- Suggesties voor heuristische tools voor de integratie van systeemdenken in ontwerpen, waarmee het mogelijk wordt om nieuwe systeemontwerpbenederingen te ontwikkelen en bestaande te versterken.
- Het door middel van ontwerp- en onderwijs ontwikkelen van meer vermogen om een systeemontwerpbenedering toe te passen bij het oplossen van complexe maatschappelijke problemen.

In dit hoofdstuk wordt betoogd dat voor het ontwerpen van duurzame energieoplossingen voor markten met lage inkomens effectieve interventies nodig zijn die aansluiten op een hoge mate van maatschappelijke complexiteit. Daarvoor is het noodzakelijk om naast de traditionele reductionistische benadering ook gebruik te maken van een benadering op basis van systeemontwerp. Dat vraagt om het omarmen van de complexiteit binnen maatschappelijke problemen, systemen of contexten naast nieuwe denkwijzen en vaardigheden voor de omgang met die complexiteit.

Trefwoorden: Ontwerpen voor duurzaamheid, complex maatschappelijk probleem, systeemdenken, systeemontwerpbenedering, systeemgeoriënteerd ontwerpen, product-servicesysteem, markt met lage inkomens, energieoplossing.

ISBN 978-94-6384-102-3



9 789463 841023

The societal and technical problems faced by low-income markets are increasingly seen as more complex due to environmental, social, and economic concerns. The enormous negative impacts of complex societal problems and the inability of designers to deal with complexity cannot be overcome without a paradigm shift in how we understand, engage with, and teach about such issues. In light of this challenge, one can pose the question, “What is the best approach to deal with a complex societal problem?”.

A traditional approach to deal with a complex problem is to simplify it. Alternatively, as here, research may aim to provide a novel approach to handle complex societal problems, thereby embracing complexity. Thus, this book contends that embracing complexity represents a significant shift from the traditional design approach to a systems design approach for sustainable development. To help designers to bring about such a transition, the four main contributions provided in this doctoral research are:

- Exploring the integration of systems thinking into design, particularly by adopting a systems design approach to sustainable energy solutions for low-income markets.
- Extending the scope of product-service system design through the introduction of four major systems thinking tenets: a holistic perspective; a multilevel perspective; a pluralistic perspective; and complexity-handling capacity.
- Proposing heuristic tools for the integration of systems thinking into design, which allows for developing new and strengthening existing systems design approaches.
- Increasing capacity building for a systems design approach to address complex societal problems through design education.