

Auteur Wim Zeiler – TU Eindhoven, Eindhoven

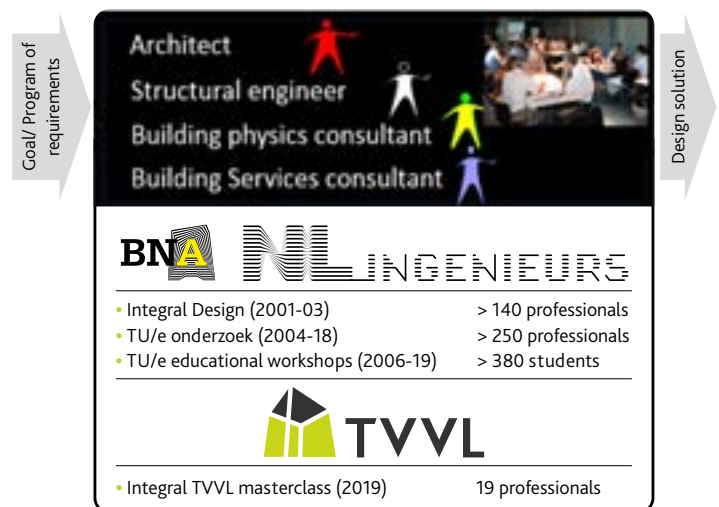
De invloed van de morfologische aanpak op de oplossingsruimte

Er worden steeds strengere duurzaamheidseisen gesteld aan de gebouwde omgeving. De toenemende complexiteit van het ontwerpen duurzame gebouwen maakt het noodzakelijk om de verschillende ontwerpdisciplines te integreren en een integrale ontwerp aanpak te ontwikkelen. Daarom is TVVL samen met de TU Delft en Nederlandse beroepsorganisaties van architecten en adviseurs al vroeg gestart met het project Integraal Ontwerpen. Dit leidde tot een onderzoek met workshops om een Integrale ontwerpmethodete testen. Hierbij werd uitgebreid gebruik gemaakt van morfologische kaarten en een morfologisch overzicht. Het concept van de integrale ontwerpworkshop voor professionals werd daarna geïmplementeerd in de studentenworkshop van het multidisciplinaire masterproject van de Faculteit Bouwomgeving van de TU Eindhoven. De workshops van de studenten werden weer gebruikt om specifieke interventies binnen het ontwerpproces te onderzoeken, zoals de deelname van een ervaren professional aan de studentenworkshop. Dit concept is onlangs opnieuw getest in de beroepspraktijk in een TVVL masterclass. De resultaten van de masterclass, met als deelnemers een willekeurige dwarsdoorsnede uit de dagelijkse beroepspraktijk, worden gepresenteerd met de focus op de toegevoegde waarde van de Integrale ontwerpbenadering.

In de huidige maatschappelijke verschuiving naar informatie zijn technologie en ideeën de belangrijkste bronnen van economisch succes. Dit vereist ontwerpers met nieuwe en verschillende vaardigheden. Informatie is meer dan gewoon de kennis die in de hoofden van deskundigen zit en ingedeeld kan worden in verschillende disciplines. Informatie wordt gedefinieerd en gewaardeerd, niet alleen door wat het is, maar ook door het potentieel ervan als middel voor innovatie binnen projecten. Deze innovatie is nodig om de milieubelasting, veroorzaakt door gebouwen, te

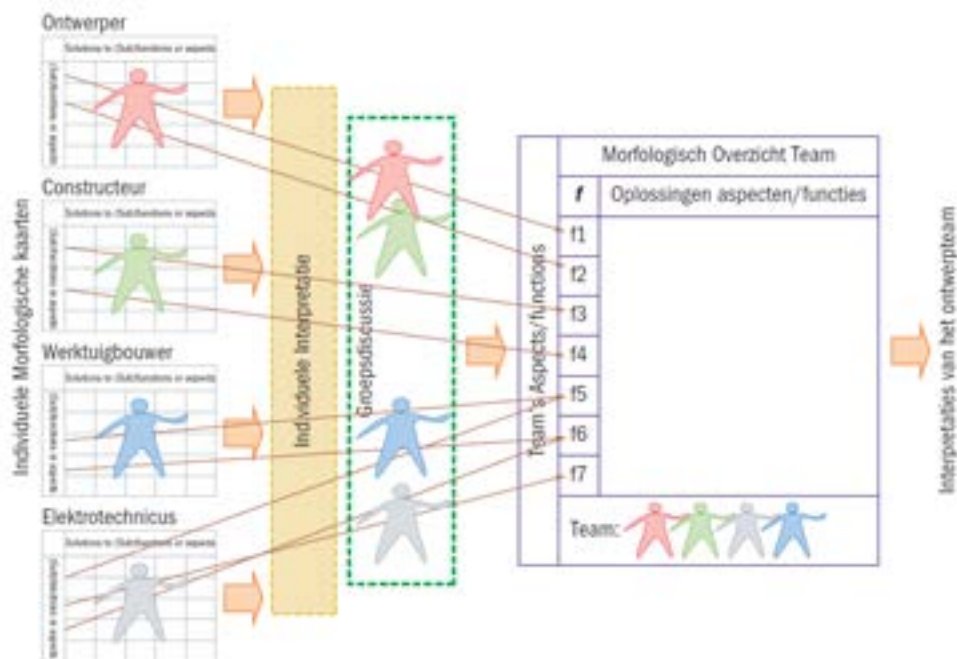
verminderen. Er is een nieuw ontwerpproces nodig om met de hoge complexiteit beter om te gaan en doelgericht geïntegreerde en efficiëntere oplossingen te realiseren [Honold et al. 2019]. Dit vereist een interdisciplinair ontwerpteam, ook al in de conceptuele fase van het ontwerpproces [Honold et al. 2017]. Zoals blijkt uit Honold et al. [2016] moet onderzoek worden uitgevoerd naar een specifiek innovatief ontwerpproces.

Norman Foster en de design board van Foster + Partners, een van de grootste toonaangevende wereldwijde architecten, zijn een sterke voorstander van duurzaam design en integreren engineering-principes binnen hun ontwerpconcepten [Smith 2019]. Hun filosofie is dat de beste projecten voortkomen uit een volledig geïntegreerde benadering van het ontwerpproces, waarbij de kerndisciplines samenwerken om een project vanaf de vroegste oprichting [Jackson en Heywood 2019] te bedenken en te ontwerpen. Voor hen is het duidelijk dat het ontwerpen van gebouwen een teamprestatie is, teamwerk is daarom essentieel om een plek te creëren voor de noodzakelijke innovatieve geïntegreerde ontwerpen. De voordelen van een geïntegreerd ontwerp zijn: nieuwe duurzamere oplossingen, betere beslissingen, hogere responsnelheid, beter vermogen



Figuur 1: Black-box benadering van gebouwontwerp met alle betrokken professionele organisaties
Experiment: workshops integral design

Figuur 2: De opbouw van het morfologische overzicht uit de verschillende individuele morfologische kaarten in twee separate stappen: stap 1- Overnemen belangrijkste functies uit de individuele morfologische kaarten [Zeiler 2014]



om te herhalen en zo de complexiteit te verminderen. Vroege betrokkenheid van alle disciplines is essentieel binnen het proces van ontwerpteams. In lijn met deze ontwikkelingen is het ontwerp in de praktijk verschoven naar een integrale samenwerking waarin ontwerpers vanaf het begin in multi-disciplinaire teams werken [Kiernan et al. 2017]. Met verschillende disciplines worden samen de ongestructureerde ontwerpproblemen opgelost [Kiernan et al 2019]. Echter, alleen alle disciplines bij elkaar brengen is niet genoeg; er is een noodzaak voor ontwerpondersteuning om de samenwerking tussen de verschillende design-teamleden uit verschillende disciplines te versterken.

TVVL heeft in de afgelopen jaren een belangrijke initiërende rol gespeeld bij het onderzoek en de ontwikkeling van de integrale ontwerp benadering. Vanuit de afdeling Klimaat-techniek werden in 1998 de eerste stappen ondernomen om een onderzoek op dit gebied te starten. Dus al lang voordat het een commercieel 'buzz' woord werd. Dit leidde tot onderzoek met workshops georganiseerd met de professionele organisaties BNA en NL Ingenieurs om een specifieke ontwerp methode te testen, Integraal Ontwerpen [Zeiler 2014]. Hierbij wordt op basis van methodisch ontwerpen met morfologische kaarten en morfologische overzichten gewerkt [Savanovic 2009, Quanjel 2013, Zeiler 2019].

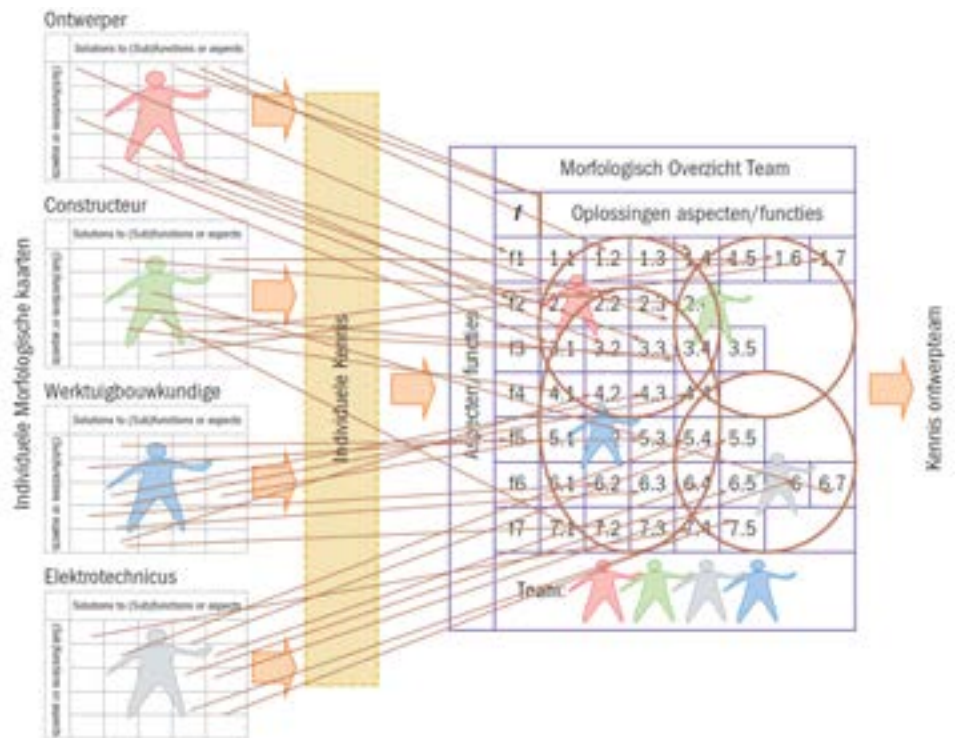
In het kader van het Integraal Ontwerpen onderzoeksproject voor professionals in de Nederlandse bouwsector is er een onderwijs conceptontwikkeld, het masterproject Integral

Design [Savanovic 2009]. Het concept van de integrale ontwerpworkshop voor professionals werd daarna geïmplementeerd in het multidisciplinair project voor studenten aan de TU Eindhoven. Masterstudenten van de faculteit van de gebouwde omgeving, studenten architectuur, bouwfysica, bouwdiensten, bouwtechniek en bouwkunde namen deel aan deze projecten. De verschillende ontwerp opdrachten waren allemaal gerelateerd aan het ontwerp van energieneutrale gebouwen. Deze complexe taken vereisen een vroege samenwerking van alle ontwerpdisciplines die betrokken zijn bij het conceptuele gebouwoontwerp en laten de studenten als zodanig de toegevoegde waarde van de ontwerp methode ervaren. Naast voor de masterstudenten werden ook workshops georganiseerd in een cursus voor bachelorstudenten van de faculteit Bouwkunde en de faculteit Bedrijfskunde.

Een belangrijk element bij het Integraal Ontwerpen is het gebruik van morfologische kaarten van het methodisch ontwerpen als ontwerp tool. Door gebruik te maken van morfologische kaarten kan per individuele discipline interpretatie van de ontwerp opgave en bijbehorende deeloplossingen verduidelijkt worden, zie figuur 2.

Deze morfologische kaarten kunnen vervolgens, in een teamproces, bijgevoegd worden tot een totaal morfologisch overzicht van mogelijke deeloplossingen. Essentieel hierbij is dat deze discipline gebonden deeloplossingen gestructureerd zijn op basis van gezamenlijke interpretatie van de opgave. Dit betekent dat het team het eens moet zijn over welke functies en aspecten uit individuele morfologische kaarten belangrijk genoeg zijn om in het morfologisch overzicht opgenomen te worden. Vanzelfsprekend wordt dit iteratief gaandeweg in het proces aangepast, echter voor de vorming van gedeeld begrip is deze eerste stap cruciaal. In de tweede stap kunnen vervolgens de bijbehorende deeloplossingen worden geselecteerd, zie figuur 3.

Figuur 3: De opbouw van het morfologische overzicht uit de verschillende individuele morfologische kaarten in twee separate stappen: stap 2 [Zeiler 2014]



Het morfologisch overzicht is de manier om de interpretatie van de ontwerpogave te visualiseren en de aanwezige domeinkennis in beeld te brengen; de feitelijke co-evolutie van het probleem (benodigde functies en de te vervullen aspecten) en oplossingsruimte (de deeloplossingen die aangedragen worden door de verschillende disciplines). Door de continue interactie tussen de probleemruimte en de oplossingsruimte ontstaat binnen ontwerpteam een reflectieve conversatie tussen de ontwerpers over het ontwerp, waarbij constant gewisseld wordt tussen de beschrijvende en observerende rol van de ontwerper. De door ons voorgestelde methode combineert dus elementen van een voorschrijvende ontwerpmethodologie met die van een beschrijvende ontwerpmethodologie.

Figuur 4: Programma van de workshop.

Programma vrijdag 28 juni 2019	
9.00	Introduction & Information about the assignment - Wim Zeiler
9.30	BLOK 1 - Overzicht ontwerpmethoden en theorie
10.45	Koffie pauze
11.00	BLOK 2 - Het genereren van oplossingen: Methodisch Ontwerpen
11.40	Oefening deel individueel - Morfologische Kaart
12.00	Oefening deel als groep - Morfologisch Overzicht
12.45	Lunch
13.30	BLOK 3 - Het kiezen van oplossingen
14.20	Oefening Kesselring methode - S-diagram individueel
14.40	Oefening Kesselring diagram - S-diagram groep
15.00	Thee pauze
15.15	BLOK 4 - Analyse ontwerp proces: C-K theorie
15.40	Oefening C-K theorie groep
16.10	Korte reflectie
16.30	Einde

TVVL organiseerde in juni vorig jaar een masterclass Integraal Ontwerpen voor haar leden. De opzet hiervan is weergegeven in figuur 4. Centraal hierbij is dat dezelfde opdracht werd gebruikt tijdens alle workshops en die ontwikkeld was het kader van het onderzoek van Savanovic [2009]. Dat maakt het mogelijk om de resultaten van de verschillende workshops en masterclass met elkaar te vergelijken.

Specifiek ging het hierbij om het effect van de morfologische tools van de Integrale ontwerpbenadering te onderzoeken voor verschillende soorten studenten, professionals en beoefenaars;

Bachelor students

De studenten van de cursus waarin de workshop werd gehouden waren 2e en 3e jaars bachelorstudenten, leeftijd rond 20-22, alle Nederlanders. De studenten waren van de Faculteit Bouwomgeving en van de Faculteit Bedrijfskunde.

Master students

Dit waren 4e jaarstudenten (architectuur, bouwkunde en bouwdiensten) allen van de Faculteit van de Gebouwde Omgeving, leeftijd rond 22-24.

Architectural Master students

Een workshop voor studenten van de architectuur die allemaal werkzaam zijn in een Master thesis project design atelier als onderdeel van hun MSc afstudeerproject. Het waren 5e jaar studenten die bijna klaar waren met hun studie, leeftijd rond 23-25. Dit was de enige mono discipline groep in de vergelijking.

PDEng students

De studenten van het Post Doctoral Engineering (PDEng) programma Smart Energy Buildings and Cities (SEB&C) waren van alle verschillende Internationale MSc discipline achtergronden, leeftijd 24-26.

Professionals 2009

In het onderzoek van Savanovic [2009] werd het concept van het werken met morfologische overzichten getest in verschillende reeksen workshops voor professionals, met minstens 12 jaar ervaring.

Professionals 2015

In 2015 namen de onderzoekers deel aan de start van een echt professioneel project voor het ontwerp van een bijna Zero Energy Building. De professionals hadden ongeveer 20 jaar ervaring.

TVVL Masterclass Practitioners 2019

TVVL organiseerde samen met de TU Eindhoven een masterclass. Er moesten beperkingen worden opgelegd aan de deelnemers, in tegenstelling tot de workshops voor professionals in het onderzoek van Savanovic [2009] waar de deelnemers minimaal 12 jaar ervaring zouden moeten hebben.

Aangezien de TVVL masterclass voor professionals in de praktijk was, wordt grote waarde gehecht aan hun reacties. Alle deelnemers aan de masterclass werden daarom gevraagd diverse vragenlijsten in te vullen: één direct na een workshop, en een week nadat de masterclass had plaatsgevonden.

Vragenlijst direct na sessies van de masterclass

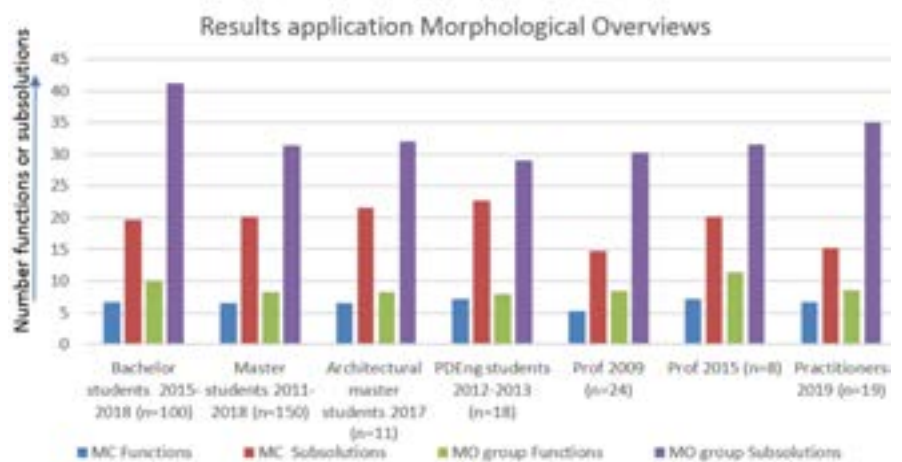
De meeste vragen konden worden beantwoord door het geven van beoordelingen op de schaal 1-5, daarnaast waren evenals enkele open vragen. De vragenlijst werd direct na iedere sessie van de masterclass uitgedeeld. In alle sessies werden de volgende vragen gesteld.

1. Hoe belangrijk is de voorgestelde aanpak voor uw dagelijkse praktijk?
2. In hoeverre heeft de geïntroduceerde informatie toe te voegen aan uw (professionele) kennis?
3. In hoeverre was de gebruikte instelling geschikt voor het behandelde thema?
4. Wat vindt u van de hoeveelheid informatie die wordt gepresenteerd in relatie tot de beschikbare tijd?
5. Hoe zou u de workshop beoordelen?
6. Hoe zou u de spreker(s) beoordelen?

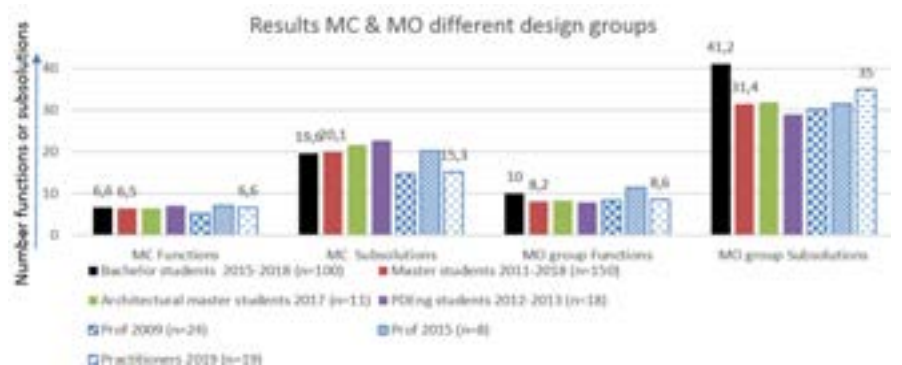
Naast deze algemene vragen waren er specifieke vragen met betrekking tot de onderwerpen van een sessie. De resultaten van sessie 2 over het gebruik morfologische kaart en het morfologische overzicht zijn vergeleken met de uitkomst van het onderzoek van Savanovic (2009) met ervaren ontwerpprofessionals met minstens 12 jaar ervaring: architecten van BNA en adviseurs van NL Ingenieurs

Vragenlijst een week na de masterclass

Deze vragenlijst werd gehouden door TVVL, en bestond uit 9 vragen met betrekking tot de structuur, inhoud en organisatie van de masterclass. Dit maakte het mogelijk



Figuur 5: De gemiddelde scores in morfologische kaarten & morfologische overzicht door individuele studenten en professionals van de verschillende groepen.



Figuur 6: Vergelijking van de gemiddelde scores in morfologisch kaarten & morfologisch overzicht door individuele studenten en professionals.

	Session 1 - Ontwerp methodologie	Session 2 - Morfologische aanpak	Session 3 - Kesselring selectie methode	Session 4 - C-K theorie, toepassing van C-constructs	Na een week resultaten TVVL enquête
Belang voor de praktijk	3.5	4.1	3.3	2.6	3.3
Uitbreiding eigen (discipline) kennis	2.7	3.3	2.8	2.5	
Structuur passend bij het thema	3.2	3.4	3.4	2.8	3,6
Hoeveelheid informatieve in de tijd	2.9	3.1	3.1	2.8	3.4
Beoordeling sessie	3.4	3.7	3.1	2.9	3.2
Beoordeling docent	3.8	3.6	3.3	3.3	3.5

Tabel 1: Resultaat vragenlijsten direct na ieder sessie en een week na de master class.

om de uitkomst van de resultaten direct na de sessies te valideren met die van de vragenlijsten een week na de masterclass.

Resultaten

Centraal element van het Integraal Ontwerpproces is het gebruik van morfologische kaarten door individuele ontwerpers die worden gecombineerd tot één morfologische overzicht door het ontwerpteam. Het gemiddelde aantal functies en oplossingen zoals vermeld door de ontwerpteam in hun morfologische kaarten en morfologische overzicht zijn weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6.

Het gemiddelde resultaat van de vragenlijsten direct na de verschillende masterclass sessies en een week later zijn weergegeven in tabel 1 (schaal 1-5, n=19).

Meest kritische opmerkingen die zijn gemaakt:

- Niet overtuigd van de toegevoegde waarde
- Interessant voor het ontwerpen van nieuwe dingen, echter, minder voor de traditionele ontwerpen
- Veel, gewoon te veel informatie

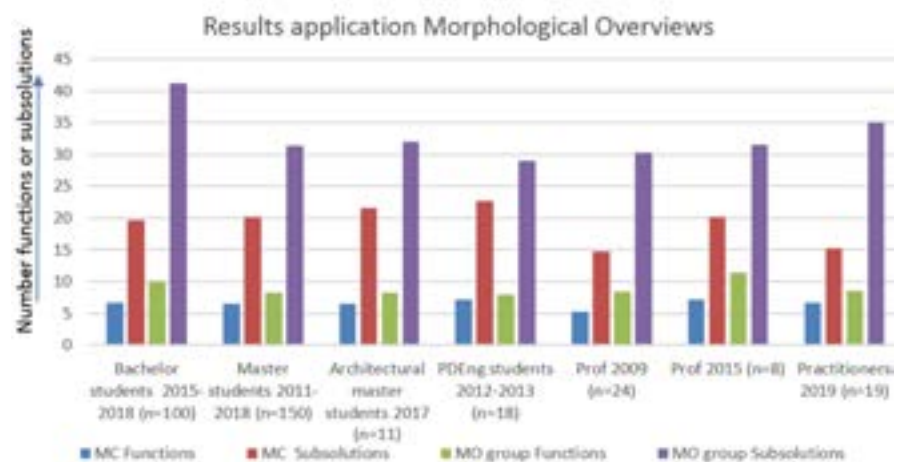
Vergelijk resultaten

Door de morfologische kaarten en het morfologische overzicht toe te passen kan de conceptuele ontwerpfase worden geanalyseerd en gebruikt om de effecten op

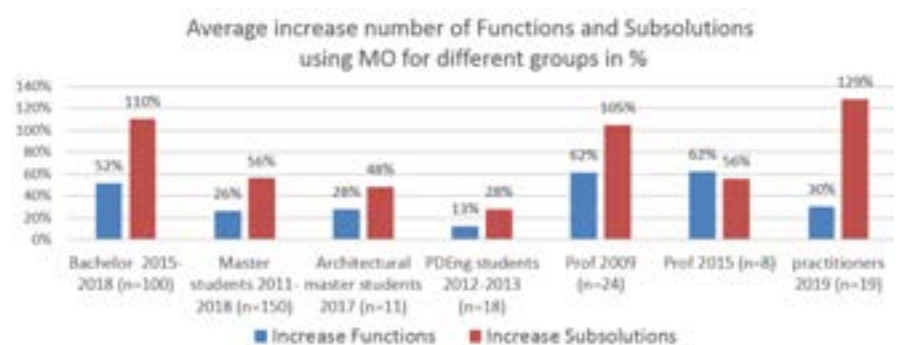
het proces van het ontwerpteam te onderzoeken. Het maakt het mogelijk om na te denken over hun samenwerkingsproces. Het helpt hen met hun communicatie en samenwerking. De resultaten werden ook vergeleken met resultaten van professionals die deelnamen aan studentenworkshops en het verdere onderzoek.

Quantitatieve evaluatie

Het gebruik van morfologische grafieken en morfologische overzicht maakte het mogelijk om het resultaat van verschillende studentengroepen kwantitatief te analyseren met die van de beoefenaars, zie figuur 7.



Figuur 7: Overzichtsrelaties tussen aantal functies en aantal suboplossingen in morfologische grafieken en morfologische overzichten voor bachelor (n=100) en masterstudenten (n=150) en beoefenaars (n=19).



Figuur 8: Vergelijking van de gemiddelde relatieve toename van het aantal functies en sub-oplossingen in hun morfologische overzichten in vergelijking met de gemiddelde resultaten van de afzonderlijke morfologische kaarten.

Evaluations directly after the workshop Rating on a scale (1-10)	Professionals Savanovic (2009)	Practitioners 2019
1. Workshop beoordeling	7.7	7.4
2. Belang van de benadering voor de praktijk	7.5	8.2
3. Relevantie gebruik morfologische kaart	8.0	7.2
4. Noodzaak om gebruik morfologische kaart te stimuleren	8.2	7.6
5. Verwacht morfologische kaart zelf te gebruiken	7.2	7.4
6. Workshop als middel voor professional education	8.9	7.8
Aantal reacties van de deelnemers	15 (94%)	100%

Vragenlijsten

In sessie 2 van de TVVL masterclass werden dezelfde vragen gesteld als in de workshops voor beroepen in het onderzoek van Savanovic (2009). Dit maakte het mogelijk om de resultaten betreffende het gebruik van de morfologische kaarten en het morfologisch overzicht te vergelijken, zie tabel 2.

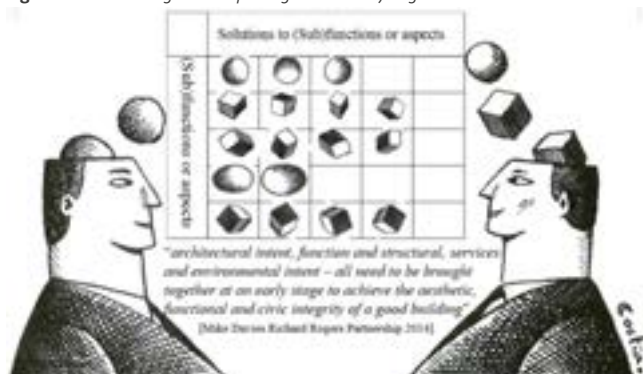
Discussie

Meer in het algemeen gaven 15 van de 19 deelnemers aan dat ze geen probleem hadden met het niveau van de masterclass. Uit de verschillende evaluaties van de resultaten volgde dat ongeveer 5 van de 19 deelnemers bijna op alle aspecten uiterst negatief waren. Dat kan een aanwijzing zijn dat zij niet het niveau van abstract denken gewend zijn wat in de masterclass werd verondersteld of wellicht volledig andere verwachtingen van de workshop hadden.

Conclusies

Integraal Ontwerpen, een algemene ontwerpbenadering, is speciaal ontwikkeld voor het ontwerpen van gebouwen om alle ontwerpdisciplines te ondersteunen die betrokken zijn bij de conceptuele fase. Het helpt bij het structureren van het ontwerpproces van gebouwen door het in stappen te

Figuur 9: Kennisdeling door toepassing van het morfologische overzicht.



Tabel 2: Vergelijking antwoorden op vragen uit de workshop voor professionals (Savanovic 2009) en de masterclass voor beoefenaars.

splitsen en een morfologische benadering toe te passen. Het had een duidelijk positief effect op het aantal voorgestelde sub-oplossingen. Maar ook op de hoeveelheid functies en aspecten die in deze vroege maar cruciale fase van het ontwerpproces worden beschouwd. Dit geeft aan dat het

resultaat van de conceptuele ontwerpfase kan verbeteren door de toegevoegde structuur aan het proces. Het helpt bij de kennisdeling binnen het ontwerpsteam en vormt als zodanig een basis om alles wat nodig is in een vroeg stadium [Davies 2014] te delen met elkaar, zie Figuur 9. Duidelijk is dat Integraal Ontwerpen de uitwisseling van ideeën en perspectieven tussen ontwerpers stimuleert in de conceptuele fase van het ontwerpproces.

Dit onderzoek toont het positieve effect aan van de Integrale Ontwerpmethode op het aantal gegenereerde sub-oplossingen. Het toonde echter ook aan dat niet alle deelnemers hetzelfde positieve effect hebben ervaren. Sommige zijn vrij negatief in hun persoonlijke evaluatie. Maar als gevolg van de toevoeging van de ontwerptools binnen het groepsproces is er altijd een positief effect op de productie van sub-oplossingen door de groepen. Er ontstaat een vergrote oplossingsruimte die de kans op betere ontwerpen laat toenemen.

Dit onderzoek is gedaan in samenwerking met TVVL. Het eerdere onderzoek dat de basis vormde, werd ondersteund door TVVL, de Nederlandse Vereniging van Architecten BNA, de Nederlandse Vereniging voor Raadgevende Ingenieurs NL Ingenieurs, de beroepsorganisatie Techniek NL en onderwijsorganisatie OTIB (nu Wij Techniek geheten), de stichtingen WOI en PIT.

Referenties

- Honold C., Binz H., Roth D., 2016, Planning and developing Adaptive Buildings require methodical support, NordDesign 2016 Conference, Trondheim, Norway, 10.-12. August
- Honold C., Binz H., Roth D., 2017, Technical planning tasks and participants involved in planning Adaptive Buildings, Proceedings ICED 2017, Vancouver, Canada, 21.-25. August.
- Honold C., Leistner S., Roth D., Binz H., Sobek W., 2019, Method Toolbox for the Multidisciplinary Planning and Development of Adaptive Buildings, Proceedings ICED19, Delft, The Netherlands, 5-8 August.
- Jackon A., Heywood M., 2019, Development of Integrated Design, CIBSE-ASHRAE Group seminar and webinar, Foster+Partners, London, 18 September 2019
- Kierman L., Ledwith A., Lynch R., 2019, Comparing the dialogue of experts and novices in interdisciplinary teams to inform design education, international Journal of Technology and Design Education, published online January 23th 2019, <https://doi.org/10.1007/s10798-019-089495-8>
- Kierman L., Ledwith A., Lynch R., 2017, How design education can support collaboration in teams, Proceedings E&PDE, Oslo, Norway.
- Quanjel E.M.C.J., 2013, Collaborative Design support, PhD thesis, Technische Universiteit Eindhoven, Netherlands.
- Savanović P., 2009, Integral design method in the context of sustainable building design, PhD thesis, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Netherlands
- Zeiler W., 2014, Basisboek Ontwerpen, Noordhoff Uitgevers, Groningen, Netherlands
- Zeiler W., 2019, Methodological Design: effects of a Morphological approach for different students and professionals, Proceedings ICED, 5-8 August, Delft, The Netherlands