4TU.Federatie

Jaarverslag 2021

april 2022

TU Delft Delft University of Technology | TU/e Eindhoven University of Technology | University of Twente. | Wageningen University & Research

4TU.

Inhoudsopgave

Activiteitenverslagen

Woord vooraf 3

Bestuur

1 Algemeen & Dagelijks Bestuur 4
2 Bestuurscommissie Onderzoek 6
3 Bestuurscommissie Onderwijs 9

Centres

4 IMPACT 13
5 Applied Mathematics Institute 15
6 Built Environment 16
7 Design United 17
8 Energy 18
9 Ethics and Technology 19
10 High-Tech Materials 20
11 Humans & Technology 21
12 NIRICT 22
13 4TU.ResearchData 23
14 Centre for Engineering Education 24
15 Centre for Resilience Engineering 25
16 Stan Ackermans Institute 26

High Tech for a Sustainable Future

17 High Tech for a sustainable Future 28
17.1 DeSIRE 28
17.2 Plantenna 30
17.3 Precision Medicine 31
17.4 Pride and Prejudice 32
17.5 Soft Robotics 33

Externe relaties

18 Externe relaties 34
19 Zichtbaarheid 35

Woord vooraf

De 4TU.Federatie, het samenwerkingsverband van de vier Technische Universiteiten van Nederland, zet zich in voor versterking en bundeling van technologische kennis. De TU's willen zorgen voor voldoende en goed opgeleide ingenieurs en technologisch ontwerpers, internationaal toonaangevend en maatschappelijk relevant onderzoek en bevordering van samenwerking tussen onderzoeksinstellingen, bedrijven en publieke organisaties.

2021 was voor mij het laatste volledige jaar als voorzitter van 4TU, wat altijd leidt tot enigszins verder terugkijken. Het lijkt nog maar zo kort geleden dat Wageningen University & Research in 2016 toetrad tot de Federatie van technische universiteiten en 4TU ontstond. In 2019 heb ik Victor van der Chijs opgevolgd als voorzitter van 4TU. Een dynamische periode waarin ontzettend veel is gebeurd, nieuwe centra zoals het 4TU Centre for Resilience Engineering zijn opgetuigd, samenwerkingen zijn ontstaan, ideeën gedeeld. Het aantal studenten is in die jaren met ruim 20% gestegen (van 53.062 in 2016 naar 65.131 in 2021) als ook het personeel (van 14.358 in 2016 naar 17.230 in 2021), zij het minder hard. Met het sectorplan onderwijs bètatechniek trekt 4TU een zevental projecten om technische opleidingen aantrekkelijker te maken, en de opleidingscapaciteit verder te vergroten. Want aan goede ingenieurs is nog steeds veel behoefte. Ook het onderzoek is gegroeid. Het 4TU onderzoek is geconcentreerd in de centres waar er nu 10 van zijn en dan nog 5 thematische programma's in 'High Tech for a Sustainable Future'. Tot slot hebben we met de Techrede ook 4TU politiek op de kaart gezet.

Al die goede energie en mooie activiteiten zijn de producten van samenwerking, in de hele organisatie van 4TU. Daarvoor wil ik eenieder hartelijk danken, en in het bijzonder de collega's van het 4TU bestuur en de vorige en huidige secretaris IJsbrand Haagsma en Marjolein Dohmen-Janssen.
Vol vertrouwen geef ik het voorzitterschap op mijn beurt weer door aan Vinod Subramaniam. Ik heb altijd veel inspiratie ontleend uit de samenwerking die 4TU genereert en dat wens ik u ook toe bij het lezen van dit jaarverslag en bij de verdere toekomst.

Louise O. Fresco
Voorzitter 4TU.Federatie (tot maart 2022)
Voorzitter raad van bestuur Wageningen University & Research

1 Algemeen & Dagelijks Bestuur

Algemeen bestuur	Tim van der Hagen, Rob Mudde, Marien van der Meer (TU Delft) Robert-Jan Smits, Frank Baaijens, Nicole Ummelen (TU/e) Victor van der Chijs/Vinod Subramaniam, Tom Veldkamp, Mirjam Bult/Machteld Roos (UT) Louise Fresco (voorzitter), Arthur Mol, Rens Buchwaldt (WUR)
Dagelijks bestuur	Louise Fresco (voorzitter), Tim van der Hagen, Robert-Jan Smits, Victor van der Chijs/Vinod Subramaniam
Ondersteuning	Pieter Munster en Eva Verschoor (WUR) Lotte Melenhorst (TU Delft), Renee Westenbrink (TU/e) Jasper van Alten en Lisette Woud (UT)
4TU	Marjolein Dohmen-Janssen, Linda Baljeu

Het Algemeen Bestuur (AB) kwam twee maal bijeen (online) en het Dagelijks Bestuur (DB) viermaal, waarvan eenmaal fysiek. Ook had het DB een online bijeenkomst met een afvaardiging van de medezeggenschap.

Personele wisselingen

In 2021 waren er verschillende personele wisselingen binnen het DB en AB van 4TU. Victor van der Chijs en Mirjam Bult namen in april en augustus afscheid van de UT en werden in september opgevolgd door respectievelijk Vinod Subramaniam en Machteld Roos. De positie van VPO in het CvB van de TU Delft wordt sinds 1 augustus vervuld door Marien van der Meer. Na vertrek van secretaris IJsbrand Haagsma (november 2020) startte op 1 maart 2021 de nieuwe secretaris van 4TU, Marjolein Dohmen-Janssen.

Politieke ontwikkelingen

Op 17 maart 2021 vonden de verkiezingen plaats, wat uiteindelijk half december leidde tot een coalitieakkoord en een nieuw kabinet begin 2022. Hoewel er daarom in 2021 weinig politieke besluiten werden genomen, bespraken het DB en AB regelmatig de politieke situatie en hoe voor te bereiden op nieuw beleid. Vaak werd daarbij nauw aangesloten bij de Kenniscoalitie en/of UNL.

Activiteitenplannen 2022-2025

2021 was het laatste jaar van de lopende planperiode van 4TU. Als voorbereiding op de nieuwe periode was eind 2020 een korte zelfevaluatie uitgezet onder de 4TU.Centres en werden de zij begin 2021 gevraagd hun plannen voor 2022-2025 uit te werken. Na advies van de bestuurscommissies onderzoek, onderwijs en valorisatie, heeft het AB de plannen van de meeste centres in juni gehonoreerd. Het centre Humans & Technology wordt na 2021 niet gecontinueerd. Goedkeuring werd gegeven aan de start van het nieuwe centre 4TU.Health per januari 2022. Ook werd het voorstel van 4TU.Onderzoek overgenomen om een call uit te zetten voor een tweede ronde van het 4TU *capacity building programme* High Tech for a Sutainable Future.

Communicatiestrategie

Sinds begin 2020 heeft 4TU extra aandacht besteed aan het verbeteren van haar interne en externe zichtbaarheid. De ingehuurde communicatieadviseur heeft een aantal belangrijke communicatiemiddelen opgezet, waaronder een nieuwsbrief en social media. In 2021 heeft het DB besloten de 4TU-website verder te moderniseren en dit was eind 2021 zo goed als afgerond. Bovendien is een nieuwe communicatiestrategie opgesteld, waarbij het DB ervoor koos in de externe communicatie de focus te leggen op de zichtbaarheid van de successen van de vier TU's (individueel en gezamenlijk) en over de 4TU-samenwerkingen vooral in de interne communicatie kanalen te communiceren.

Aanjagers van Technologie en Techrede

De 'Aanjagers van Technologie', studenten die zich inzetten voor het versnellen van transities, gingen in 2021 aan de slag om antwoorden te vinden op vragen uit de eerste Techrede in 2020. Dit deden ze in een Transitietour waarin ze heisessies en hackatons organiseerden met stakeholders uit het bedrijfsleven, de overheid en politiek. Antwoorden en nieuwe vragen die dat opleverde, werden gepresenteerd tijdens de tweede Techrede op 16 september, de donderdag voorafgaand aan

Prinsjesdag. Regelmatig gaven de Aanjagers een update aan het DB die hun daarbij van waardevolle adviezen voorzag.

Kengetallen

In de tabellen hieronder wordt het aantal fte hoogleraren en universitair (hoofd)docenten weergegeven in de periode 2010-2020. Duidelijk zichtbaar is het resultaat van de structurele aandacht voor het werven van vrouwelijk wetenschappelijk personeel.

Aantal fte wetenschappelijke staf (HL, UHD, UD) in m/v, 2010-2020

MAN	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19	20/10
TUD	751	754	734	726	731	735	744	757	775	787	832	+6%	+11%
TUE	462	453	447	438	435	432	454	444	440	451	452	0%	-2%
UT	486	467	452	434	421	417	418	423	435	460	498	+8%	+2%
WU	398	397	408	408	405	405	390	391	385	387	408	+5%	+3%
VROUW	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19	20/10
TUD	128	139	146	161	167	178	185	196	215	233	286	+23%	+123%
TUE	62	65	58	73	81	98	108	114	120	132	165	+25%	+166%
UT	117	121	118	117	114	115	119	127	145	151	175	+16%	+50%
WU	106	115	121	123	132	144	152	162	170	189	211	+12%	+99%
4TU % vrouw	16%	18%	18%	19%	20%	21%	22%	23%	24%	25%	28%	+12%	+75%

Bron: WOPI, peildatum 31 december

2 Bestuurscommissie Onderzoek

Bestuur	Arthur Mol (WU, voorzitter) Tim van der Hagen (TU Delft), Frank Baaijens (TU/e), Tom Veldkamp (UT)
Ondersteuning	Pieter Munster (WU, secretaris), Birgit van Driel (TU Delft), Rianne Pas (TU/e), Jasper van Alten (UT)
4TU	Marjolein Dohmen-Janssen, Linda Baljeu

De bestuurscommissie Onderzoek bestond in 2021 uit de portefeuillehouders onderzoek van de Colleges van Bestuur van de vier technische universiteiten. 4TU.Onderzoek is verantwoordelijk voor het gestalte geven aan en toezicht houden op de samenwerking en planvorming van de universiteiten op onderzoeksgebied.

Activiteitenplan 2022-2025

De commissie heeft zich in het verslagjaar gebogen over het onderzoeksdeel van het activiteitenplan van de 4TU.Federatie. De focus is gelegd op samenwerken op maatschappelijk relevante gebieden en het leveren van een bijdrage aan de zichtbaarheid en impact van technologie. Na een evaluatie van de 4TU.Centres door het bestuur, is besloten tot het financieren van negen centres: de voortzetting van acht bestaande centres, de beëindiging van 4TU.Humans & Technology en het omzetten van de activiteiten van de regiegroep *Health@4TU* naar de vorm van een centre, genaamd *4TU.Health*.

De activiteiten en de resultaten van het programma *High Tech for a Sustainable Future* (HTSF) dragen bij aan de externe profilering van de vier TU's en zorgen voor een intensieve interdisciplinaire samenwerking, met name door het aanstellen van *tenure trackers*[1]. De bestuurscommissie Onderzoek heeft in 2021 besloten ook een tweede ronde van dit succesvolle programma op te nemen in het activiteitenplan.

HTSF Call 2021

Na een eerste verzoek aan consortia van de vier TU's om een *Expression of Interest* in te dienen voor een nieuwe HTSF-call 2021, zijn op basis van deze input door de decanen (of equivalent bij WUR) drie thema's vastgesteld. Dit resulteerde in de definitieve oproep om programmavoorstellen in te dienen op het gebied van: 'Materials and high-tech sensing technologies for the ageing built environment' (1), 'Low-cost sensing technologies for health' (2) en 'Sociotechnical approaches towards data-driven sustainable food systems' (3). In december organiseerde 4TU een drukbezocht online matchmaking event om zoveel mogelijk wetenschappers te kunnen samenbrengen en zodoende de slagingskans per voorstel te vergroten. In maart 2022 sluit de call en naar verwachting zal in mei bekend worden gemaakt welke voorstellen worden gehonoreerd.

HTSF Call 2017

In 2018 is in totaal 22 miljoen euro vanuit de eigen middelen vrijgemaakt voor vijf thematische programma's binnen de eerste call van HTSF: *DeSIRE, Plantenna, Precision Medicine, Pride & Prejudice* en *Soft Robotics*. Een update per programma wordt gegeven in hoofdstuk 17.

Health@4TU

Sinds een aantal jaren wordt binnen 4TU samengewerkt op het gebied van zorg en gezondheid onder de vlag van Health@4TU. Hierdoor is er een centraal aanspreekpunt binnen de technische universiteiten op gebied van technologie ten behoeve van gezondheid en zorg. Het belang van technologie voor betaalbare en bemensbare zorg wordt door deze regiegroep onder de aandacht gebracht bij overheden en organisaties als NWO, ZonMW of gezondheidsfondsen. Op basis van plannen en resultaten tot dusver heeft het bestuur besloten dat de regiegroep per 2022 een centre wordt en de activiteiten verder uitgevoerd zullen worden onder de naam 4TU.Health.

[1] *Jong wetenschappelijk talent met uitzicht op een vaste aanstelling*

Aantal promoties 4TU, 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
4TU	917	973	1.064	1.145	1.130	1.182	1.063	1.161	1.230	1.083	1.200	+11%	+31%
TUD	319	303	353	371	357	395	359	368	400	374	432	+16%	+35%
TUE	199	245	218	243	234	224	212	264	290	244	268	+10%	+35%
UT	203	196	220	244	234	267	197	243	247	184	206	+12%	+1%
WU	196	229	273	287	305	296	295	286	293	281	294	+5%	+50%

Aantal aanwezige promovendi 4TU, 2011-2021

M	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
TUD	1835	1854	1871	1881	1913	1959	1995	2021	1983	2038	2067	+4%	+21%
TUE	893	851	886	925	969	1028	1072	1070	1063	1105	1130	+6%	+33%
UT	839	831	784	784	783	756	751	699	648	798	843	+30%	-1%
WU	929	994	963	962	953	938	933	912	922	1026	1073	+16%	+18%
V													
TUD	681	713	730	744	739	751	771	795	828	890	936	+13%	+53%
TUE	312	308	324	355	398	415	462	494	509	541	557	+9%	+81%
UT	445	421	409	420	452	436	442	429	383	456	499	+30%	+21%
WU	872	965	992	941	943	929	938	955	1014	1170	1224	+21%	+56%
4TU	6.806	6.937	6.959	7.012	7.150	7.212	7.364	7.375	7.350	8.018	8.329	+13%	+30%

Bron: WOPI (Peildatum 31 dec)

Prijzen

De hierna genoemde prijzen zijn toegekend in het verslagjaar 2021. De namen van de grants zijn hierbij niet leidend. Zo is de Vici 2020 toegekend in april 2021 en daarom opgenomen in dit jaarverslag.

Vernieuwingsimpuls	ERC
Veni 2021: toegekend in 12/2021	Starting: *geen toekenning 2021 (01/2022)*
Vidi 2020: toegekend in 07/2021	Advanced 2020: toegekend in 04/2021
Vici 2020: toegekend in 04/2021	Consolidator: *geen toekenning in 2021 (05/2022)*

TUD	**Veni 2021** K. Bastiaans E. Greplova K. Kirchner K. Lahabi M. Russ C. Urzua Torres Y. Wang **Vidi 2020** G. Giardina L. Marchal-Crespo **Vici 2020** C. Joo	**Starting 2021** *Toekenning in 2022* **Advanced 2020** B. de Schutter P. van Mieghem **Consolidator** *Toekenning in 2022*	WU	**Veni 2021** M. Diender J. van Hooff R. Huisman A. Kuhn B. van der Meer M. Zwetsloot **Vidi 2020** I. Boas R. Staals N. Sutton **Vici 2020** E. Frankema	**Starting 2021** *Toekenning in 2022* **Advanced 2020** - **Consolidator 2020** *Toekenning in 2022*
TU/e	**Veni 2021** P. Cosar **Vidi 2020** A. Ravagnani **Vici 2020** R. Duits J. van Leeuwaarden	**Starting 2021** *Toekenning in 2022* **Advanced 2020** K. Ito W. Mulder **Consolidator 2020** *Toekenning in 2022*	UT	**Veni 2021** A. Betken H. Ruiz Euler **Vidi 2020** B. Borsje N. Bosschaart C. Li **Vici 2020** -	**Starting 2021** *Toekenning in 2022* **Advanced 2020** - **Consolidator 2020** *Toekenning in 2022*

Spinoza

Professor Lieven Vandersypen (TU Delft/QuTech) ontving in 2021 de Spinozapremie, de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. Deze prijs onderstreept de uitzonderlijke kwaliteit van Vandersypen's quantumonderzoek.

3 Bestuurscommissie Onderwijs

Bestuur	Rob Mudde (TU Delft, voorzitter), Frank Baaijens (TU/e), Tom Veldkamp (UT), Arthur Mol (WU)
Ondersteuning	Hélène Bartelds (TU Delft, secretaris), Lilian Halsema (TU/e), Lisette Woud (UT), Eva Verschoor (WU)
4TU	Marjolein Dohmen-Janssen, Linda Baljeu

In 2021 bestond de bestuurscommissie Onderwijs uit de onderwijsportefeuillehouders van de Colleges van Bestuur van de technische universiteiten. Deze commissie is verantwoordelijk voor de invulling van en het toezicht op de planning en samenwerking tussen de universiteiten op het gebied van onderwijs. Dit jaar zijn kleine en grote dossiers de revue gepasseerd. Terugkerend onderwerp van uitwisseling was bijvoorbeeld de worsteling van de TU's met de hoge internationale instroom en beperkte mogelijkheden deze te reguleren. Vanuit het Stan Ackermans Institute volgden updates over de PDEng en het uiteindelijk geaccordeerde voorstel voor naamsverandering naar Engineering Doctorate (EngD). Het 4TU.Centre for Engineering Education (CEE) was regelmatig aanwezig om de bestuurders bij te praten over actuele onderwijsontwikkelingen.

Activiteitenplan Onderwijs 2022-2025

Het bestuur heeft in 2021 advies uitgebracht aan het 4TU.Algemeen Bestuur over de inhoud van het activiteitenplan 2022-2025 op het gebied van onderwijs. Daartoe hebben de verschillende gremia hun meerjarenplannen en begrotingen gedeeld en deze zijn besproken door de bestuurscommissie. Financiële bijdragen zijn opnieuw toegekend aan het CEE, Stan Ackermans Institute, NEMO Kennislink en een nieuw 4TU platform voor middelbare scholieren.

Onderwijsplatform voortgezet onderwijs

Vanuit de collega's die zich bezighouden met de aansluiting van het voortgezet onderwijs op het hoger onderwijs (VO-HO) kwam het voorstel voor een online 4TU-onderwijsplatform voor het VO, met als doel middelbare scholieren beter voor te bereiden op de overstap naar de universiteit. Op dit moment opereren de aansluitingsprogramma's vooral regionaal in scholennetwerken en nationaal via de VO-HO netwerken. Het 4TU-plaform is de bundeling van jarenlange kennis en ervaring op het gebied van samenwerking in en met het VO tot één krachtig signaal naar alle docenten en leerlingen in Nederland. Het bestuur heeft dit initiatief opstartfinanciering toegekend, met een mogelijkheid tot verlenging.

Centre for Engineering Education

De vier technische universiteiten werken samen aan het verbeteren van het ingenieursonderwijs via het CEE. Het centre verzamelt en ontwikkelt *evidence based* kennis en informeert en adviseert het bestuur van 4TU.Onderwijs regelmatig over onderwijstrends en -innovaties. De effectiviteit van de innovaties binnen de vier instellingen wordt door CEE doorlopend gemonitord en geanalyseerd. De vier TU's wisselen expertise en ervaringen uit, bijvoorbeeld middels de *CEE Innovation map.* In deze open database is eind 2021 informatie te vinden over 274 innovatieprojecten. De gevolgen van de pandemie op het onderwijs worden gemonitord door verschillende projecten binnen het CEE en dat levert waardevolle inzichten op. Zie ook hoofdstuk 14 4TU.CEE, voor meer informatie over dit centre.

Sectorplan Onderwijs Bètatechniek

Op advies van de commissie Van Rijn heeft het ministerie van OCW aan 4TU gevraagd om, samen met de bètafaculteiten van de algemene universiteiten, het HBO, studentenorganisaties en het bedrijfsleven, een *Sectorplan Onderwijs Bètatechniek* op te stellen. In dit plan is ingezet op zeven gezamenlijke projecten, die na de zomer 2020 van start gegaan zijn met hun concrete planvorming. Hierna volgt per project een samenvatting van de voortgang. De actuele voortgang wordt bijgehouden op de 4TU-website.

Sectorplanproject 1b – Awareness

Dit project heeft tot doel de onderwijscapaciteit van bèta-techniekvakken (elektrotechniek, werktuigbouwkunde en informatica) te vergroten middels het aantrekken van (inter)nationaal wetenschappelijk talent via een *awareness* campagne. Er wordt gestart met een haalbaarheidsonderzoek, als eerste fase. Op basis van de arbeidsmarktgegevens en kritische

succesfactoren wordt zodoende een inschatting gemaakt of en hoe met een awareness campagnes voldoende resultaat kan worden gesorteerd.

Sectorplanproject 2b - Onderwijsloopbanen en –kwaliteit
In dit project wordt ingezet op het verhogen van kansen op een onderwijscarrière in de context van universitair ingenieurs-/bèta-onderwijs. De focus is hernieuwd, waarna er vijf concrete werkpakketten zijn vastgesteld: in kaart brengen van typen docenten (1) en professionaliseringsaanbod (2), beeldvorming van kwaliteitsindicatoren en –criteria (3), opzetten en analyseren van *Teacher Cultures Survey* bij vijf collega-universiteiten/bètafaculteiten in 2022 en 2024/2025 (4) en als laatst het definiëren van eindproducten van het project en communicatie daarvan (5).

Sectorplanproject 6a - Landelijke spreiding onderwijscapaciteit
Doel is het gezamenlijk zorgen voor goede spreiding van de nationale onderwijscapaciteit en het maken van afspraken over toekomstige capaciteit en doelmatige inzet van bekostiging. Activiteiten in 2021 waren gericht op het in kaart brengen van de studentenstromen binnen de disciplines en het verkrijgen van inzicht in de ontwikkeling van de arbeidsmarktbehoefte. Op verzoek is bureau NIDAP gestart met een kwantitatief arbeidsmarktonderzoek en heeft daarvan een tussenrapportage opgeleverd. Het kwalitatieve onderzoek volgt in 2022. Ook heeft de projectgroep een groslijst opgesteld met handelingsperspectief voor regulering en aanpassing van onderwijscapaciteit en heeft daarop input opgehaald bij alle betrokken stakeholders.

Sectorplanproject 7b - Studiekeuzecheck
In dit project wordt gezamenlijk instrumentarium ontwikkeld voor de studiekeuzecheck (SKC); (in eerste instantie) voor elektrotechniek, werktuigbouwkunde en informatica die ook ingezet kan worden bij andere opleidingen. De SKC dient de studiekeuze te herbevestigen óf, bij een verkeerde keuze, de student te helpen een meer geschikte studie te vinden. In 2021 werd de mogelijkheid verkend van een grote online tool die breed inzetbaar was. Het bijbehorende budget bleek niet realiseerbaar en uiteindelijk is besloten een om de opdracht aan te scherpen.

Sectorplanproject 11 – Gezamenlijk lesmateriaal
Dit onderdeel behelst het stimuleren en initiëren van het gezamenlijk ontwikkelen van lesmateriaal door vakdocenten bètatechniek. Na een eerste verkenning en het maken van een projectplan is besloten een kwalitatief onderzoek onder onderwijs- en opleidingsdirecties op te zetten. De interviews geven een beeld van lopende initiatieven, latente behoeftes, de belemmeringen en ondersteuningswensen.

Sectorplanproject 13 - LLO programma's ontwikkelen
Hier wil men komen tot gezamenlijke afstemming van vraag en aanbod van *Leven Lang Ontwikkelen* (LLO) en organiseren van een (regionale) aanpak van LLO. Het team heeft aansluiting gezocht met landelijke initiatieven en verkennende gesprekken gevoerd binnen de universitaire wereld, het HBO, en het bedrijfsleven om op voort te kunnen bouwen in 2022.

Sectorplanproject 14 - Promotie elektrotechniek
In de hele keten van PO, VO tot MBO, HBO en WO is zal aandacht voor elektrotechniek en de mogelijkheden die deze brede studie biedt worden gegeneerd. Er wordt gericht op nieuwe doelgroepen, namelijk de personen voor wie elektro geen vanzelfsprekende keuze is (meisjes, leerlingen met een migratieachtergrond) en personen die niet primair interesse hebben in de elektrotechniek, maar wel in de maatschappelijke toepassingsgebieden.
Het project is gestart met een genderscan van de WO-opleidingen elektrotechniek om mogelijk verbeterpunten te verkennen. Dit leverde interessante resultaten op, waarna gestart is met een aangepast genderscan voor het HBO. Met partner *Brainport* wordt een pilot ontwikkeld, gericht op het aannamebeleid en behoud van vrouwen en *internationals* in bedrijven.

Kengetallen

De significante toename van het aantal studenten tijdens de periode 2011-2021 is in onderstaande figuren zichtbaar gemaakt.

Aantal ingeschreven m/v, NL/internationaal

Populatie van 4TU, 2010-2020, alle studenten (hoofdinschrijving per 1 oktober)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
TUD	17.721	17.874	19.148	20.034	21.469	22.199	23.325	24.507	24.961	26.028	26.670	+2%	+50%
TUE	7.519	7.762	8.377	9.209	10.116	10.764	11.372	11.969	12.237	12.873	12.796	-1%	+70%
UT	9.398	9.314	9.315	9.263	9.082	9.396	9.921	10.665	11.404	12.219	12.609	+3%	+34%
WU	7.071	7.491	8.302	9.032	9.720	10.697	11.446	11.946	12.280	12.896	13.056	+1%	+85%
4TU	41.709	42.441	45.142	47.538	50.387	53.056	56.064	59.087	60.882	64.016	65.131	+2%	+56%
M	29.022	29.280	30.967	32.363	34.025	35.290	36.983	38.681	39.529	41.243	41.739	+1%	+44%
V	12.687	13.161	14.175	15.175	16.362	17.766	19.081	20.406	21.353	22.773	23.392	+3%	+84%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
INT	6.461	6.839	7.246	7.688	8.726	9.895	10.905	12.209	13.154	14.191	15.742	+11%	+144%
NL	35.248	35.602	37.896	39.850	41.661	43.161	45.159	46.878	47.728	49.825	49.389	-1%	+40%

Instroom BSc m/v, NL/internationaal

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
TUD	2.790	2.756	3.057	3.125	3.274	3.353	3.641	4.094	3.783	3.943	3.859	-2%	+38%
TUE	1.591	1.729	1.967	2.144	2.276	2.396	2.616	2.338	2.296	2.535	2.258	-11%	+42%
UT	2.000	1.780	1.792	1.814	1.691	2.060	2.113	2.335	2.631	2.755	2.840	+3%	+42%
WU	1.102	1.181	1.457	1.484	1.521	1.655	1.713	1.711	1.620	1.734	1.544	-11%	+40%
4TU	7.483	7.446	8.273	8.567	8.762	9.459	10.083	10.478	10.330	10.967	10.501	-4%	+40%
M	5.116	5.092	5.657	5.793	5.956	6.149	6.725	6.869	6.664	7.056	6.884	-2%	+35%
V	2.367	2.354	2.616	2.774	2.806	3.310	3.358	3.609	3.666	3.911	3.617	-8%	+53%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
INT	844	725	741	768	805	1.158	1.307	1.875	2.070	2.269	2.843	+25%	+237%
NL	6.639	6.721	7.532	7.799	7.957	8.301	8.776	8.603	8.260	8.698	7.658	-12%	+15%

Bron: 1CHO

Kengetallen

In de tabellen hierna is te zien dat het aantal masterstudenten bij de vier TU's in de afgelopen tien jaar meer verdubbeld is. Het aantal bachelordiploma's van internationale studenten steeg weer in 2021, waar dat van de Nederlandse studenten dipt.

Instroom + doorstroom MSc m/v, NL/internationaal

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
TUD	1.240	2.089	2.327	2.519	2.207	2.882	3.393	3.500	3.459	4.107	4.162	+1%	+236%
TUE	621	717	887	976	655	1.117	1.180	1.264	1.373	1.633	1.599	-2%	+157%
UT	567	847	688	667	471	1.072	1.122	1.117	1.195	1.284	1.308	+2%	+131%
WU	992	1.325	1.310	1.300	1.228	1.676	1.750	1.765	2.035	2.053	2.128	+4%	+115%
4TU	3.420	4.978	5.212	5.462	4.561	6.747	7.445	7.622	8.062	9.077	9.197	+1%	+169%
M	2.098	3.170	3.243	3.516	2.893	4.131	4.577	4.666	4.858	5.558	5.591	+1%	+166%
V	1.322	1.808	1.969	1.946	1.668	2.616	2.868	2.956	3.204	3.519	3.606	+2%	+173%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/20	21/11
INT	1.711	1.858	1.867	2.219	2.773	2.889	3.117	3.114	3.098	2.918	3.554	+22%	+108%
NL	1.709	3.120	3.345	3.243	1.788	3.858	4.328	4.532	4.964	6.159	5.643	-8%	+230%

Aantal BSc en MSc diploma's m/v, NL/internationaal

BSc Diploma's van 4TU, 2010-2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19	20/10
4TU	4.338	5.542	4.875	4.955	5.565	5.175	5.617	5.962	6.440	6.685	7.288	+9%	+68%
M	2.996	3.863	3.166	3.205	3.651	3.284	3.608	3.854	4.011	4.244	4.562	+7%	+52%
V	1.342	1.679	1.709	1.750	1.914	1.891	2.009	2.108	2.429	2.441	2.726	+12%	+103%
INT	312	335	399	480	483	541	470	450	649	723	956	+32%	+206%
NL	4.026	5.207	4.476	4.475	5.082	4.634	5.147	5.512	5.791	5.962	6.332	+6%	+57%

MSc Diploma's van 4TU, 2010-2020 (*incl. doctoraal)*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/19	20/10
4TU	5.054	5.892	5.556	5.987	6.416	6.960	7.540	8.045	8.448	8.434	9.733	+15%	+93%
M	3.373	3.805	3.643	3.845	4.080	4.366	4.701	4.846	5.195	5.156	5.913	+15%	+75%
V	1.681	2.087	1.913	2.142	2.336	2.594	2.839	3.199	3.253	3.278	3.820	+17%	+127%
INT	1.398	1.649	1.674	1.845	1.967	2.164	2.643	2.926	3.058	2.986	3.180	+6%	+127%
NL	3.656	4.243	3.882	4.142	4.449	4.796	4.897	5.119	5.390	5.448	6.553	+20%	+79%

Bron: 1CHO

4 IMPACT

Director	Paul Althuis (TUD)
Programme manager	Roelyn van der Hoek (UT)
Management team	Paul Althuis (TUD), Jeroen van Woerden (TU/e) Jaap Beernink (UT), Sebastiaan Berendse (WU)

De gezamenlijke valorisatie-inspanningen van 4TU zijn ondergebracht bij het centrum 4TU.IMPACT. Verantwoording wordt afgelegd aan de bestuurscommissie Valorisatie, bestaande uit de portefeuillehouders valorisatie van de vier TU's. In 2021 waren dit Robert-Jan Smits (TU/e, voorzitter), Tim van der Hagen (TU Delft), Victor van der Chijs (UT) en Rens Buchwaldt (WU).
In 2021 was het laatste jaar van het 4TU.IMPACT-plan 2018-2021. Een nieuw activiteitenplan voor 2022-2025 werd goedgekeurd. Enkele hoogtepunten van 2021 worden hieronder beschreven.

Techrede

4TU.Impact heeft de zes Aanjagers van Technologie begeleid bij hun activiteiten voor een follow-up van de Techrede. Het resultaat hiervan was te zien op de Innovatie Expo op 8 april 2021. Tijdens de Transitietour hebben de studenten gesprekken gevoerd met diverse stakeholders. Tijdens de editie van de Techrede in 2021 werden meerdere initiatieven gepresenteerd waarbij de studenten in samenspraak met politiek en industrie de maatschappelijke transities willen versnellen. Van het 'Preven-tientje' en de 'Melktap', tot het Waterstofschap.

Thematische Technology Transfer programma's

In samenwerking met 4TU.Energy en het twee Thematische Technology Transfer programma (TTT) Circulaire Technologie heeft Impact de *XPrize Carbon Removal Student Team* competitie gepromoot, waarvoor drie 4TU-teams gevormd zijn. De inbreng was van dusdanige kwaliteit dat er ook een eigen 4TU-wedstrijd is opgezet. De drie teams zullen hun concepten verder gaan ontwikkelen en verkennen of een aanvraag voor een TTT-voucher binnen de mogelijkheden ligt.

Naast de twee TTT-programma's op het gebied van *Smart Systems* en circulaire technologie die goed lopen en waar meerdere spin-offs een voucher hebben ontvangen, is ook een aanvraag voor een derde programma op het gebied van medische technologie gehonoreerd.

Impact Challenge

In 2021 vond alweer de derde editie van de 4TU Impact Challenge laats. De finale was in Helsinki met daarna deelname aan *Slush 2021 – The World's Leading Startup Event*. Samen met enkele bestaande startups van de vier TU's en van RVO is er eerst een bootcamp georganiseerd. Daar werden alle deelnemers voorbereid en getraind op het genereren van de meeste impact uit hun deelname aan Slush. De samenwerking met zowel RVO als de Nederlandse ambassade was een succes en zal volgend jaar herhaald worden.

In de serie Spin-off van de Spin-off serie en een serie podcasts - een samenwerking tussen 4TU en *Innovation Origins* – zijn de verhalen te lezen en te horen achter de spin-offs van de vier TU's en TNO. Deze bewijzen dat een spin off een grote meerwaarde kan leveren voor wetenschappers, juist op het gebied van die wetenschap.

Techbuddy's

In maart is gestart met een nieuw initiatief: Techbuddy's. Een aantal teammanagers van studententeams van de vier TU's zijn gekoppeld aan Tweede Kamerleden om hen laagdrempelig op de hoogte te houden van de ontwikkelingen in de techniek.

KTO

4TU.Impact heeft zich ingezet voor structurele overheidsfinanciering van valorisatie in de vorm van de basisinfrastructuur van de Knowledge Transfer Offices (KTO's) en vroegefasefinanciering. Zo is Berendse trekker van de UNL-werkgroep over vroegefasefinanciering en heeft Van der Hoek zitting in de werkgroep voor het plan 'KTO-Nederland'. De laatste is voorafgaand aan de EZK-begrotingsbehandeling in de Tweede Kamer gelanceerd. Tijdens het debat hebben de Tweede Kamerleden Pim van Strien (VVD), Gijs van Dijk (PvdA), Tom van der Lee (GL) en Chris Stoffer (CU) een motie ingediend waarin de regering wordt opgeroepen om op korte termijn te komen tot een verkenning van de inzet die nodig is om de ambities van KTO-Nederland te verwezenlijken, waarbij ook

gekeken moet worden naar de bredere aspecten van valorisatie zoals fieldlabs en mkb-samenwerkingsvouchers.

Bedrijvigheid

In dit jaarverslag wordt gerapporteerd over de bedrijvigheid, een valorisatie-indicator. De bedrijvigheid wordt gemeten in het aantal spin-offs en startups. Als definitie van deze termen is gekozen voor de internationale variant, die tevens door UNL gebruikt wordt.

	Spin-offs	Startups
TUD	3	0
TU/e	6	15
UT	5	29
WU	1	0

5 Applied Mathematics Institute

Scientific director	Johann Hurink (UT)
Coordinator	Laurie Baggen (TU/e)
Management team	Kees Vuik (TUD), Luc Florack (TU/e) Richard Boucherie (UT), Peter van Heijster (WUR)
Board	Joost Kok (decaan UT), Johan Lukkien (decaan TU/e) Lucas van Vliet (decaan TUD), Peter van Heijster (WUR)

Het overkoepelende doel van het 4TU Applied Mathematics Centre (4TU.AMI) is het stimuleren van samenwerking tussen wiskundegroepen/-onderzoekers van de vier TU's om zo gezamenlijk de participatie van wiskunde in toepassingsvelden te vergroten.
Coördinator Laurie Baggen heeft een nieuwe taak binnen de TU/e geaccepteerd en zal worden opgevolgd.

Strategic Research Initiatives

Om hier effectiever en doelgerichter op te kunnen treden, zal 4TU.AMI in de toekomst een deel van haar middelen inzetten voor Strategic Research Initiatives (SRI's) welke door leden van de vier wiskundige afdelingen opgestart kunnen worden. Deze SRI's hebben een concrete doelstelling (bijvoorbeeld gezamenlijk een groter onderzoeksvoorstel schrijven of het opstarten van een nieuwe onderzoeksrichting) en een beperkte duur (2-3 jaar) en worden door onderzoekers van ten minste twee van de TU's gedragen. Een eerste SRI over dynamische ecologische systemen zal begin 2022 starten.

Math4NL

Naast de samenwerking binnen de vier TU's heeft AMI samen met het Platform Wiskundig Nederland (PWN) een initiatief gestart om de duurzame samenwerking tussen wiskundige onderzoekers en de maatschappij in Nederland te versterken. Hiervoor zal een centrum, Math4NL, opgericht worden dat als doel heeft de samenwerking tussen wiskundig Nederland en het bedrijfsleven te vergemakkelijken. Het streven van Math4NL is om in 2022 de eerste projecten en samenwerkingsverbanden met industriële of maatschappelijke organisaties op te zetten.

Nieuwe staf

In 2021 heeft het directe contact tussen de wiskundige afdelingen op de vier TU's geleden onder de aanhoudende pandemie. De werkdruk voor de primaire taken was groot en daardoor was er weinig energie voor bredere samenwerkingsverbanden. Dit betekent vooral voor de vele nieuwe jonge stafleden (laatste 2 jaar in dienst) een grote uitdaging. AMI zal daarom veel tijd besteden aan het versterken van de contacten binnen en tussen de TU's. In de zomer van 2022 wordt een event georganiseerd waar de wiskundige gemeenschap binnen de vier TU´s weer fysiek bij elkaar komt en waar de nieuwe medewerkers een platform krijgen om zich te presenteren en nieuwe contacten op te doen.

Om de netwerkfunctie van 4TU.AMI verder uit te bouwen en te versterken is er in 2021 een communicatiemedewerker gestart. Naast het stimuleren van interne interactie tussen de vier TU's zal ook aandacht besteed worden aan de verdere uitbouw van de contacten met Duitsland in het kader van Europese samenwerking. Specifieke aandacht heeft hierbij de samenwerking rond de 'Mathekalender´, een Duits initiatief dat zicht richt op VWO-leerlingen.

6 Built Environment

Scientific director	Maarten Hornikx (TU/e)
Coordinator	Maaike Riemersma (TU/e)
Management team	Frank van der Hoeven (TUD), Erik Schlangen (TUD) André Dorée (UT), Sanda Lenzholzer (WUR)

De activiteiten van 4TU.Built Environment (4TU.BE) richtten zich in 2021 op het Bouw en Techniek Innovatie Centrum (BTIC), de vertegenwoordiging in de Sociaal Economische Raad (SER), het opzetten van themateams en bredere samenwerkingsactiviteiten.

BTIC

4TU.BE is actief in het BTIC, waarin tevens Hogescholen en TNO, industrie/OTB sector en ministeries vertegenwoordigd zijn. In 2021 is een voorstel bij het Nationaal Groeifonds ingediend: 'Toekomstbestendige Leefomgeving: Transitie naar Emissievrije, Circulaire en Klimaatbestendige Gebouwen en Infrastructuur' wat in februari 2022 de toegangspoort is gepasseerd. Het BTIC beoogt in 2022 een TKI binnen de Topsector Energie te worden.
Het kloppend hart van het BTIC is het managementteam met vanuit TNO, de bouwkoepels en 4TU.BE. Henk Visscher (TUD) heeft 4TU.BE in 2021 vertegenwoordigd in het BTIC. Vanaf 2022 zullen Maaike Riemersma en Anita Baas hem opvolgen met meer capaciteit en ondersteund door de decanen van de vier TU's. 4TU.BE is ook vertegenwoordigd in de BTIC-werkgroep (Max Hendriks) en de BTIC Raad (Theo Salet) en coördineert de afvaardiging van haar faculteiten in de BTIC Kennis- en Innovatieprogramma's. Samenwerking met hogescholen vindt plaats in het *Lectorenoverleg Gebouwde Omgeving* en BTIC.

SER-kernteam Arbeidsmarkt en Scholing

André Doree (UT) vertegenwoordigt 4TU.BE in het SER-kernteam Arbeidsmarkt en Scholing. Ketenaansluiting op innovatiethema's in de gebouwde omgeving is onverminderd belangrijk. De nagestreefde koppeling van opleiding, praktijk en onderzoek heeft gevolg gekregen in het Groeifondsvoorstel met de vormgeving van het *quadruple helix ecosysteem*: innovatie, onderzoek, onderwijs en praktijk in verschillende regionale verbanden leiden tot innovaties in de sector om maatschappelijke uitdagingen te adresseren en het verdienvermogen te vergroten.

Themateams

Het meerjarenplan 2022-2025 van het centre is in 2021 goedgekeurd waarmee zowel de transitie naar netwerkorganisatie, als de aanpak om te komen tot een langjarige visie op maatschappelijk thema's door 4TU-teams vorm gaat krijgen. Er is gestart met een communicatieplan, de website en het eerste themateam, Digitalisering. Teams op de thema's Circulariteit & Duurzaamheid, Energietransitie, Infrastructuur & Mobiliteit en Gebiedsontwikkeling & Klimaatadaptatie zullen volgen.

In 2021 is hard gewerkt aan een 4TU.BE communicatieplan en het vernieuwen van de website. Dit wordt gecontinueerd in 2022 en daarmee zal de netwerkfunctie, de themateams en de samenwerking in BTIC worden ondersteund. Onderzoek en onderwijs zal zichtbaarder gemaakt worden voor de stakeholders en samenwerking zal gezocht worden met relevante 4TU-Centers.
Het centre zet in op versterken van de samenwerking met publieke en private organisaties in de OTB sector en andere stakeholders, bijvoorbeeld door PDEng-posities, samenwerking in *Living Labs* en innovatie-ecosystemen.

Sectorplan

In het Sectorplan Civiele Techniek heeft 4TU.BE 30 tenure track posities. Inzet is op verbinden van de onderzoekers waarmee de innovatiekracht versterkt wordt. Er is meegewerkt in het Sectorbeeld Ontwerpende Ingenieurswetenschappen dat in juni 2021 aan het Ministerie van OC&W is aangeboden.

7 Design United

Scientific director	Berry Eggen (TU/e)
Scientific co-directors	Daan van Eijk (TUD), Mascha van der Voort/Daniël Saakes (UT), Dieuwertje de Wagenaar (WUR)
Management team	Ena Voûte (TUD), Lin-Lin Chen (TU/e), Mascha van der Voort (UT), Karin Schroen (WUR)

4TU.Design United (4TU.DU) draagt bij aan het vakgebied van designprofessionals door de ontwikkeling van nieuwe kennis en de ontsluiting van bestaande kennis. Daarmee verbetert de innovatiekracht van de industrie, wordt economische groei gerealiseerd en wordt een bijdrage geleverd aan het oplossen van maatschappelijke problemen. 4TU.DU vormt een community voor Nederlands onderzoek in design en richt zich zowel op ontwerpers en onderzoekers, als op de toepassende organisaties.

De activiteiten van het onderzoekscentrum hebben als doel: 'to connect, to communicate, to coordinate and to create'. 4TU.DU vergroot slagkracht door in nationale discussies een rol te spelen als platform/voordeur voor design research, om design als vakgebied op de kaart zetten, en in de *Topsector Creatieve Industrie* mede de agenda te bepalen.

Strategische bijdragen

4TU.DU-onderzoekers hebben in 2021 actief bijgedragen aan visie- en strategieontwikkeling van de creatieve sector in Nederland. Via CLICKNL (TKI van de topsector Creatieve Industrie), maar ook door met decanen een start te maken met het opstellen van een sectorbeeld van de Ontwerpende Ingenieurswetenschappen. Het sectorbeeld heeft als basis gediend voor het sectorplan wat in 2021 opgesteld is en in 2022 wordt gepresenteerd.

DRIVE in hybride vorm

Samen met CLICKNL organiseerde 4TU.DU het jaarlijkse *Design Research & Innovation Festival* (DRIVE) tijdens de Dutch Design Week (DDW) in Eindhoven, ditmaal wederom in hybride vorm. Live en online kwamen publiek en sprekers samen in inspirerende sessies en workshops binnen vijf maatschappelijke thema's: Mobility, Circulair & Biobased Building, Health, Safety en Food & Water.

Up Close & Personal, online talkshow en fysieke tentoonstelling STRP-S

De jaarlijkse 4TU.DU-tentoonstelling tijdens de *Dutch Design Week* (DDW) bestond in 2021 uit een nieuwe online editie van 'Up Close & Personal', maar dit keer vergezeld door een fysieke tentoonstelling in het Klokgebouw op Strijp-S. Dagelijks was er een livestream talkshow met een wisselend actueel design research thema. De talkshows waren via sociale media en de website van 4TU.DU te zien, ondersteund door een e-Magazine. De vijf thema's, *Entangled Ecologies, Connected Interactions, Changing Things, Embedded Designers* en *Evolving Methodologies* brachten 36 van de meest provocerende en toch toegankelijke onderzoeksprojecten van de vier TU's voor het voetlicht. Ook de columns van 4TU-deskundigen en de kritische blik van externe gasten zorgden voor reflectie en verdieping. Dit event bereikte het brede design publiek, maar heeft wederom aangetoond dat de bijdragen van 4TU-designonderzoekers de grenzen van de faculteiten overschrijden en dat het juist de gezamenlijkheid en de complementariteit zijn die de unieke impact van de ontwerpende wetenschappen op de maatschappelijke uitdagingen laten zien.

Design perspectives

Door COVID-19 restricties moest het nieuwe in 2021 geplande event 'Design Perspectives' uitgesteld worden tot 2022. Inmiddels zijn de data voor de eerste twee events bepaald in april en juni 2022. Daar zullen verschillende disciplines, onderzoekers, studenten en professionals bij elkaar worden gebracht in thematische bijeenkomsten over hoe impact te genereren met het 4TU-onderzoek naar oplossingen voor complexe maatschappelijke uitdagingen. De bijeenkomsten zullen de 4TU.Design United-activiteiten in de *Dutch Design Week* (DDW) gaan voeden. 4TU.DU wil daarmee bijdragen aan een toekomstgericht sectorbeeld voor de ontwerpende ingenieurswetenschappen en zich richten op het versterken van de discipline, binnen 4TU en binnen Nederland. Een sterke discipline is nodig om de link met de andere 4TU-disciplines te kunnen maken en te laten zien wat de integrerende rol van de ontwerpende ingenieursdiscipline voor 4TU kan betekenen en hoe die te verwezenlijken is in concrete gezamenlijke onderzoeksprojecten.

8 Energy

Scientific director	David Smeulders (TU/e)
Management team	Gerrit Brem (UT), Harry Bitter (WU), Kornelis Blok (TUD)

Het belang, de onderscheidende en de toegevoegde waarde van 4TU.Energy is de versterking van de interne coherentie tussen de vier technische universiteiten. Het centre wil jonge wetenschappers van de vier TU's aan elkaar koppelen en studenten en promovendi interesseren voor energie-gerelateerde vraagstukken en specifiek onderzoek. Zo kunnen er relaties ontstaan die anders niet of moeizamer tot stand zouden komen, bijvoorbeeld in de vorm van stafuitwisseling, specifieke workshops en cursussen. Dit is essentieel voor het opleiden van de benodigde mensen voor de energietransitie en voor de ontwikkeling van noodzakelijke wetenschappelijke kennis en nieuwe technologieën om in de komende decennia de benodigde stappen te maken naar een duurzaam energiesysteem.

Responsible Sustainability Challenge

Momenteel wordt de 4TU.Responsible Sustainability Challenge ontwikkeld. Deze challenge is een initiatief van centres 4TU.High-Tech Materials, 4TU.Energy en 4TU.Ethics & Technology en wordt ontwikkeld door tenure trackers. De cursus start in september 2022. Het betreft een 15 ECTS multidisciplinair project voor 4TU Honours studenten (of studenten met een soortgelijke track). Studenten werken in groepjes van 5 tot 8 studenten aan een onderwerp gerelateerd aan technologische ontwikkelingen voor maatschappelijke duurzaamheidsvraagstukken. Het project heeft tot doel duurzame technologieën met een multidisciplinaire groep te ontwikkelen, waarbij de technische oplossingen moeten passen binnen een circulaire economie (bijv door schaarste aan materialen), en getoetst worden aan een ethisch kader (bijv. een rechtvaardige energietransitie). De onderwerpen zijn gerelateerd aan het EU-pakket 'Fit for 55'.

Carbon Removal Challenge

Samen met 4TU.Impact schreef 4TU.Energy in 2021 een prijsvraag uit in het kader van de X-prize GigaTon Scale Carbon Removal, opgezet door Elon Musk. Deze 4TU Student Challenge begon in mei 2021 met een oproep aan studenten om met ideeën te komen om CO2 te verwijderen uit de atmosfeer en de oceanen en vervolgens langdurig op te slaan. Enthousiaste studententeams van de vier universiteiten presenteerden hun oplossingen in oktober 2021. De prijs werd gewonnen door Team CryoCOP met deelnemende studenten van alle vier de technische universiteiten. Alle inzendingen dingen ook mee naar de grote prijs van Elon Musk.

Video's

4TU.Energy levert ook een bijdrage leveren aan de zichtbaarheid van wetenschappelijk werk op het gebied van de energietransitie in de maatschappij. Daarom maakt het centre korte toegankelijke video's, die op een duidelijke en leerzame manier de gezamenlijke bijdrage laten zien van de TU's aan de energietransitie. Daarnaast kan het gebruikt worden om bijzondere studies en infrastructuur voor het voetlicht te brengen. 'Towards a digital twin of our powergrid' en 'Wind energy challenges' staan nu online, 'Biomass' is afgerond en 'Heat' is in voorbereiding.

Samenwerking 4TU.Centres

4TU.Energy zal in de komende periode de samenwerking met andere centres verder uitbouwen. Met 4TU.AMI, in het Strategic Research Initiative Energy, worden de koppen bij elkaar gestoken en er wordt een 'Joint Workshop' opgezet met 4TU.Ethics & Technology en 4TU.High-Tech Materials.

9 Ethics and Technology

Scientific director	Anthonie Meijers (TU/e)
Managing director	Tijn Borghuis (TU/e)
Assistant director	Karen Buchanan (TU/e)
Management Team	Philip Brey (UT), Patrick Smith/Julia Hermann (UT), Vincent Müller (TU/e) Sabine Roeser (TUD), Filippo Santoni de Sio/Udo Pesch (TUD) Marcel Verweij (WUR), Zoë Robaey/Vincent Blok (WUR)

De nationale en internationale innovatie-agenda's geven hoge prioriteit aan de ontwikkeling en toepassing van methodes en strategieën voor ethische en maatschappelijk verantwoorde technische innovaties. Het 4TU.Centre for Ethics and Technology (4TU.Ethics) bestudeert de ethische aspecten van de ontwikkeling en het gebruik en de regulering van technologie. Eind 2021 telde de gemeenschap van 4TU.Ethics in totaal 14 hoogleraren, 29 senior researchers, 20 postdocs en junior researchers en 64 promovendi, alsmede 83 geaffilieerde leden. Het aantal leden is dit jaar met 14 toegenomen.

Promovendi en onderwijs

Het zwaartekrachtprogramma 'Ethics of Socially Disruptive Technologies' (ESDiT) zorgde in 2021 voor een substantiële instroom van nieuwe onderzoekers en promovendi in het 4TU.Ethics Graduate Course programme.

Samen met de promovendiraad van het centre wordt er nader vorm gegeven aan het 'wellbeing programma' voor 4TU.Ethics promovendi. Naast verbindende online activiteiten werden twee nieuwe elementen ontwikkeld die bijdragen aan loopbaanoriëntatie ná de graduate school: de mogelijkheid van een 6-weekse stage en de oprichting van een alumni netwerk.

De Working Group on COVID-19 Crisis (WGCV-19) van 4TU.Ethics en het *Delft Design for Values Institute*, richt zich op de ethische uitdagingen van de pandemie. In 2020 zijn vergaarde inzichten uit dit onderzoek gedeeld met het grote publiek, onder meer in een serie van podcasts, en met de wetenschappelijk wereld in een special issue van het tijdschrift *Ethics and Information Technology*. Meer publicaties en een PhD-cursus zijn in voorbereiding.

In het project 'Ethics Education for Engineers' (2019-2021, projectleider Lavinia Marin, TUD) zijn casusgebaseerde oefeningen voor ethiekonderwijs aan engineering studenten uit de 4TU.Ethics-gemeenschap verzameld, geredigeerd, gebundeld en uitgegeven als open onderwijsmateriaal, middels de eigen Ethicspagina op het edusources platform van SURF. Daarnaast is onderwijsmateriaal voor middelbare scholieren ontwikkeld over filosofie en ethiek van technologie, in de context van het nieuwe element 'digitale geletterdheid' in het curriculum.

Conference on Ethics and Technology

Op 14 en 15 oktober 2021 ontmoetten ruim 100 wetenschappers elkaar tijdens de bi-annual Conference on Ethics and Technology. De conferentie met de titel "It's alive" was gewijd aan ethische vraagstukken over de manier waarop de mensheid levende systemen en de natuur kan manipuleren en hoe technologieën ook mens en natuur veranderen. De conferentie combineerde een fysieke bijeenkomst in Wageningen met online sessies[i]. Keynotespeakers waren Bernice Bovenkerk (WUR), Alberto Giubilini (Oxford) en Nicole Vincent (University of Technology Sidney).

Fondsen

Leden van 4TU.Ethics hebben in 2021 voor 17 nieuwe projecten fondsen geworven, voor in totaal een kleine 2 miljoen euro.

Overdracht naar WUR

Vanaf 2022 zal 4TU.Ethics gecoördineerd worden vanuit de Wageningen: Marcel Verweij (wetenschappelijk directeur), Vincent Blok (directeur graduate programme), Jochem Zwier en Mariska Bosschaert. Zij zullen de focus leggen op het opstellen en implementeren van de strategie voor de periode 2022-2025.

10 High-Tech Materials

Scientific director	Jilt Sietsma
Coordinator	Reina Boerrigter
Management team	Bernard Dam (TUD), Rint Sijbesma, Marc Geers (TU/e) Remko Akkerman, Gertjan Koster (UT), Karin Schroën, Joris Sprakel (WU)

Het centre 4TU.High-Tech Materials (4TU.HTM) heeft als primair doel het vernieuwen en stimuleren van excellent materiaalkundig onderzoek aan de vier TU's door samenwerking en nieuwe initiatieven, zowel in onderzoek als in onderwijs. Betrokken onderzoekers vertegenwoordigen vele aspecten van de materiaalkunde, van fundamenteel tot toegepast, van nanotechnologie tot constructies. Sinds 2015 weet 4TU.HTM op deze manier materiaalkundig onderzoek in Nederland te verbinden. Speerpunten voor de jaren 2019-2021 zijn onderwijs, de materiaalkundige infrastructuur en de relatie met de industrie, o.a. door een strategisch partnerschap met het Materials innovation institute M2i.

Samenwerking onderzoekers

Door de financiering van gezamenlijke materiaalkundige activiteiten stimuleert 4TU.HTM de samenwerking tussen betrokken materiaalkundig onderzoekers. De in 2020 door 4TU.HTM gehonoreerde samenwerkingsprojecten die door coronamaatregelen nog niet volledig uitgevoerd konden worden, kregen in 2021 een vervolg. Dit betroffen, naast de *proof-of-concept* experimenten (Sissi de Beer, NWO/TTW Perspectief Programma), een gezamenlijk onderzoeksvoorstel van TUD en WUR naar slimme materialen en coatings en een onderzoeksproject naar mechanische metamaterialen, een project van TUD en TU/e in samenwerking met een ontwerpstudio. Laatstgenoemde resulteerde in oktober 2021 in de expositie 'Adaptable Auxetics' tijdens de Dutch Design Week in Eindhoven. In dit project werd bekeken hoe het softwaremodel van de TU/e dat complexe digitale 2D-structuren genereert, gebruikt kan worden om nieuwe fysieke 3D-structuren te ontwikkelen.
De door 4TU.HTM georganiseerde serie online workshops *Artificial Intelligence in Materials Science* voor academische en industriële wetenschappers, trok ruim 75 belangstellenden per keer. Een tweede online workshop i.sm. het LDE Centre for Sustainability: *Joint Workshop on Circular & Sustainable Materials in 2050* werd voorbereid voor januari 2022.

Onderwijsactiviteiten

In de komende jaren zal de ontwikkeling van technologie sterk worden beheerst door duurzaamheidscriteria. Dit doet het belang van materialen en materiaalkunde groeien, omdat duurzame productie, gebruik en recycling van materialen centraal staat bij ieder technologisch ontwerp. 4TU.HTM zoekt daarom de samenwerking op met partners die op dit gebied ook bewustzijn willen creëren. Daarom is een onderwijsinitiatief met de 4TU.Centres Ethics & Technology en Energy tot stand gekomen: de 4TU.*Responsible Sustainability Challenge*, een multidisciplinaire cursus voor Master Honours studenten die momenteel door onderwijscoördinatoren ontwikkeld wordt voor het studiejaar 2022-2023.
Andere (mede) door 4TU.HTM georganiseerde onderwijsactiviteiten die in 2021 plaats vonden waren de online Presenting Materials Science Skills Course voor promovendi en de M2i & 4TU.HTM Business Awareness Course voor materiaalkundige promovendi en postdocs, met het oog op toekomstige carrières in industrie of wetenschap.

Accentverschillen

4TU.HTM is de fase 2022-2025 gestart met een nieuwe wetenschappelijk directeur. Arjan Mol heeft na zeven jaar het stokje overgenomen van Jilt Sietsma. Met Mol zullen er naast de oorspronkelijke speerpunten een aantal andere accenten worden gelegd. Zo zal 4TU.HTM zich de komende jaren richten op de junior materiaalkundige gemeenschap, niet alleen voor de uitbreiding van het academische netwerk, maar ook om bruggen te slaan met experts uit de industrie.
Verder zal 4TU.HTM blijven uitreiken naar landelijke materialeninitiatieven. In het kader van de landelijke zichtbaarheid en toegankelijkheid zal 4TU.HTM naar verwachting in 2022 inhoudelijk en organisatorisch bijdragen aan de aangekondigde nationale materialenconferentie.
De online zichtbaarheid van de materiaalkundige activiteiten van 4TU.HTM krijgt volop aandacht. In 2021 is de grens van 500 volgers op Twitter gepasseerd. Dit medium wordt gebruikt naast de vernieuwde website en de LinkedIn-groep van het centre.

11 Humans & Technology

Scientific director	Dirk Heylen (UT)
Management team	Mark Neerincx (TU Delft), Wijnand IJsselsteijn (TU/e)

4TU.Humans & Technology (4TU.H&T) verbindt de sociale en technische wetenschappen rond onderzoek op het gebied van innovatieve vormen van mens-technologie interactie. Het primaire doel van het centre is om met wetenschappers van de vier TU's en externe partners te komen tot *roadmaps* voor onderzoek en gefinancierde programma's. Daarnaast wil het centre zorgen voor een levend eco-systeem van overleg tussen academische partners, het bedrijfsleven en andere organisaties. Vanaf de start heeft het opleiden van jonge onderzoekers in het multidisciplinaire veld bijzondere aandacht gekregen.

Wetenschappelijke events

Minha Lee verdedigde in februari haar thesis met de titel 'Interactional Morality: Technology as Our Moral Mirror'. Het betrof een empirisch onderzoek naar de rol die *social agents*, zoals chatbots en humanoid robots, kunnen spelen in het vormgeven van de mens als morele wezens. Het onderzoek van Lee werd ook opgepikt door de landelijke media. Erik Scherder interviewde de wetenschapper over haar onderzoek omtrent Vincent, een chatbot voor zelf-compassie.
Het HRI-congres vond begin maart plaats. Minha Lee was co-organisator van de workshop: Robo-Identity: Artificial identity and multi-embodiment' . In september organiseerde het centre een online 4TU H&T Lunch talk waar Tony Belpaeme een inspirerende lezing gaf met de titel: 'Towards autonomous social behaviour in robots'. Tijdens ICMI2021 waren Hayley Hung en Catharine Oertel de mede-organisatoren van de workshop 'Insights on Group & Team dynamics'.
In december vond het 4TU H&T Symposium Vulnerability plaats. Het doel van het symposium was om een meetinstrument te ontwikkelen dat kan worden ingezet voor het ontwerp van HCI-technologie voor kwetsbare groepen.

4TU PhD Winterschool

In de eerste week van november vond de 4TU H&T PhD Winterschool plaats in Delft. Na een maandenlange voorbereiding is een geslaagde vijfde editie van deze Winterschool neergezet. Aanwezig was een groep van 45 PhD-studenten, afkomstig van uiteenlopende EU-universiteiten: van Enschede tot Amsterdam en van Stockholm tot Edinburgh. De organisatie was in handen van de nieuwe generatie H&T-onderzoekers die het 4TU-centre in de afgelopen jaren heeft opgeleid. Bernd Dudzik verdedigde ter plekke zijn proefschrift 'Towards artificial empathic memory: accounting for the influence of personal memories in automatic affect prediction'.

Toekomst

Het centre 4TU.Humans & Technology is niet opgenomen in het activiteitenprogramma 2022-2025 van de 4TU.Federatie. Omdat er wel behoefte is aan een netwerk, is het nu aan de jonge onderzoekers die de afgelopen jaren zijn opgeleid en meegegroeid, om daaraan een vervolg te geven.

12 NIRICT

Scientific director	Mark van den Brand (TU/e)
Programme manager	Margje Mommers (TU/e)
Board	Marc Geilen (TU/e), Alan Hanjalic/ Kofi Makinwa/ Justin Dauwels (TUD), Suzan Bayhan/ André Kokkeler (UT), Bedir Tekinerdogan (WUR)

4TU's Netherlands Institute on Research on ICT (4TU.NIRICT) richt zich op het samenbrengen, positioneren en prioriteren van alle aspecten van ICT-onderzoek. ICT is een zeer breed vakgebied waarin 4TU.NIRICT zich focust op het raakvlak tussen elektrotechniek en informatica. Daarom stimuleert en faciliteert het centre de interactie en samenwerking op deze vakgebieden, maar ook met andere disciplines. 4TU.NIRICT streeft ook naar een verenigde ICT-gemeenschap en erkent en waardeert de rol van jonge wetenschappers in de instituten. Dit alles gebeurt door middel van community building activiteiten zoals de jaarlijkse c*ommunity day* en verschillende *calls*.

Community en DEI funding

In 2021 zijn vele ICT-onderzoekers bij elkaar gekomen met als doel de gemeenschap te versterken. Dit heeft 4TU.NIRICT o.a. gerealiseerd met de call voor 'Community funding'. Naast deze call heeft 4TU.NIRICT ook het 'DEI-fonds' (Diversity, Equity and Inclusion) om meer diversiteit, gelijkheid en inclusie binnen de community te creëren. Beide calls betreffen kleinschalige funding van maximaal €k10 per project. In 2021 zijn 10 projecten gefinancierd en hierdoor zijn vele workshops, bijeenkomsten en rondetafelgesprekken mogelijk gemaakt. Ook hebben deze inspanningen geleid tot onder meer master scripties, papers, video's en gezamenlijke voorstellen.

Research Impulse en 4TU.NIRICT call 2021

Door de aanhoudende pandemie zijn veel activiteiten geannuleerd en daarom besloot 4TU.NIRICT halverwege 2021 nog twee calls op te zetten. In de 'Research Impulse call' (€k190) werden twee projecten gehonoreerd, te weten 'FLOW: Measures of breastfeeding and infant sucking behaviour en Robots for pain management in children'. In de 4TU.NIRICT-call 2021 ((€k44) zijn vijf projecten gehonoreerd: *Smart bikes, Human-centered sustainable IoT, Using Food Recommender Systems to Promote Healthy Choices, Dutch Touch en Deep continual learning*.
Beide oproepen hadden als doel om activiteiten te ondersteunen die bijdragen aan het versterken van de 4TU.NIRICT-gemeenschap. Op de website wordt uitgebreid verslag van alle projecten gedaan.

ICT.OPEN en faciliteren Next Generation

Net als voorgaande jaren was 4TU.NIRICT in 2021 weer partner van ICT.OPEN, de grootste bijeenkomst voor de ICT-onderzoekgemeenschap in Nederland die dit jaar online te volgen was. 4TU.NIRICT faciliteert de jonge generatie en daarom heeft ICT Next Generation (ICTng) met financiële steun vanuit 4TU.NIRICT, deelgenomen aan de paneldiscussie als onderdeel van het hoofdprogramma. Gestart werd met een samenvatting van de resultaten van de survey 'Perceptions of Academic Leadership among the Dutch academic ICT-community' die in de zomer van 2020 in samenwerking met ICTng was uitgestuurd. Om de jonge generatie ICT'ers meer te betrekken bij 4TU.NIRICT, is het MT uitgebreid met twee nieuwe leden die de hen vertegenwoordigen: Suzan Bayhan en Justin Dauwels.

Vooruitblik

In 2022 wil 4TU.NIRICT meer focus leggen op het versterken van de verbinding tussen Electrical Engineering en Computer Science en de aangescherpte missie en visie implementeren. De call voor Community en DEI funding wordt aangepast: in plaats van veel kleine projecten, wordt gestreefd naar het funden van een aantal grotere projecten. In 2022 wordt gestart met een nieuw initiatief door ICT-onderzoekers uit te nodigen om tijdens de 4TU.NIRICT-bestuursvergaderingen een pitch te geven over hun onderzoek en zo meer beeld te krijgen van al het onderzoek dat binnen de faculteiten wordt uitgevoerd.

13 4TU.ResearchData

4TU.ResearchData	Marta Teperek (Director) Madeleine de Smaele (Repository Manager), Paula Martinez Lavanchy (Carpentries Member Coordinator), Egbert Gramsbergen (Data Engineer), Ardi Nonhebel (Technical Team Lead), Jan van der Heul (Data Curator), Eric Rumondor (Data Curator), Connie Clare (Community Manager), Eirini Zormpa (Trainer), Deirdre Casella (Communications Advisor), Kees den Heijer (Senior Developer), Roel Janssen (Developer)
TU Delft	Irene Haslinger (Director, TUD Library), Alastair Dunning (Head of Research Services)
TU/e	Iza Witkowska-de Koeijer (Team Lead Research Data Management), Floor Luub (Data Steward)
UT	Marjolein Drent (Director, UT Library), Maarten van Bentum (Data Librarian)
WUR	Hubert Krekels (Director, WUR Library), Hilda van der Pol (Data Librarian)

Beginnend met een datacollectie van hydrologische metingen, is 4TU.ResearchData inmiddels uitgegroeid tot het grootste data-archief van zijn soort in Nederland. 4TU.ResearchData werd in 2010 opgericht als een initiatief van drie technische universiteiten (Delft, Eindhoven en Twente). De missie is om de toegankelijkheid van technisch-wetenschappelijke onderzoeksdata tijdens en na het voltooien van onderzoek te garanderen en zo een kwaliteitsimpuls te geven het onderzoek.

Terugblik

2021 was een jaar van community-building en groei voor 4TU.ResearchData. Onderzoekers en onderzoeksondersteunende professionals werken nu samen aan activiteiten met betrekking tot FAIR-data, waaronder thematische *community calls*, workshops en trainingen en gezamenlijke projectvoorstellen. De Community, gelanceerd in 2020, bestaat inmiddels uit ruim 145 leden.
Het consortium heeft besloten zich met te blijven inzetten voor de bevordering en ondersteuning van FAIR-data praktijken. Deze inzet, in combinatie met een sterke betrokkenheid van de leden bij discipline-specifieke activiteiten, maakt het mogelijk voor 4TU.ResearchData om een leidende rol te spelen bij het bevorderen van nationale en Europese FAIR Data-agenda's.
Verdere uitbreiding van de Community blijft prioriteit, met als doel een beter inzicht te krijgen in de discipline-specifieke behoeften van onderzoekers en op de hoogte te blijven van evoluerende FAIR-datatrends en -praktijken.

Uitbreiding

In 2021 werd overeenstemming bereikt over de toetreding van Wageningen University & Research tot 4TU.ResearchData vanaf januari 2022. Daarmee wordt het centre verrijkt door de disciplinaire expertise van WUR, met name op het gebied van landbouw-, dier- en plantenwetenschappen. Door dit lidmaatschap kunnen de Wageningse wetenschappers nu ook gebruik maken van alle diensten, zoals gratis publicatie van 5GB aan onderzoeksdata, toegang tot community en technische ondersteuning en advies.

Vooruitblik

In 2022 wordt verder gewerkt aan de versterking van de positie binnen het domein van techniek en natuurwetenschap, de samenwerking met Research Data Netherlands (RDNL) en Nationaal Programma Open Science partners en zal een stageprogramma worden opgestart.

14 Centre for Engineering Education

Director	Perry den Brok (WU)
TU Delft	Marcus Specht (leader), Remon Rooij (leader), Renate Klaassen (programme coordinator), Tanja Emonts (communication)
TU/e	Birgit Pepin (leader), Caroline Vonk (programme coordinator)
UT	Cindy Poortman (leader), Chris Rouwenhorst (programme coordinator)
WU	Emiel van Puffelen (leader)
Advisory Board	Kristina Edström (KTH Stockholm, chair), Marc de Vries (TUD), Ines Lopez (TU/e), Nieck Benes (UT), Erik Heijmans (WU), Ellen Siebers (Student UT)

Het 4TU.Centre for Engineering Education (4TU.CEE) stimuleert innovaties en onderzoek in het ingenieursonderwijs. Dit doet zij met onderwijsinnovatie, gekoppeld aan onderzoek, strategieontwikkeling en internationale samenwerking. Het centre zoekt per activiteit docenten en onderzoekers van elke universiteit die participeren. De waaier aan projecten en activiteiten omvat een range van korte innovatieprojecten tot langer durende promotietrajecten. Verbinding met internationale experts en relevante literatuur hoort bij de aanpak van 4TU.CEE.

Strategisch plan

In 2021 stelde 4TU.CEE haar nieuwe strategisch plan vast voor de periode 2022-2025. Centrale thema's gedurende de komende periode zijn: (1) entrepreneurial learning and academic entrepreneurship, (2) educating for responsible engineering or the ethical and responsible engineer, (3) ICT enhanced education and the digital literate engineer, (4) challenge based learning and (5) teaching excellence in engineering education.
Het Progress report 2019-2021 geeft een fraai overzicht van projecten en opbrengsten van de thema's uit de afgelopen strategische periode. Vast onderdeel is 4TU.CEE's overzicht van onderwijsinnovatieprojecten, de 4TU.CEE Innovation map. Die werd in 2021 uitgebreid naar 274 projecten en 397 contactpersonen. De stijgende lijn in de online bezoekersaantallen werd voortgezet.

In 2021 waren bij het 4TU.CEE in totaal 12 PhD's aangesteld, waarvan er twee promoveerden in dat jaar en werkten in totaal 16 postdocs op projecten. 4TU.CEE-onderzoekers publiceerden in 2021 een variëteit aan bijdragen: 5 onderzoeksrapporten, 12 artikelen, 10 congresbijdragen, 2 proefschriften en 2 mediabijdragen. Er werden diverse workshops en webinars gegeven, met een bezoekersaantal variërend tussen 20 en 65. Ook werd een seminarserie opgezet samen met de KU Leuven en University of Western Australia voor engineering education promovendi, 'Practese' genaamd.

Pandemie en onderwijs

Ook publiceerde het 4TU.CEE een Whitepaper waarin onderzoek naar onderwijs bij de vier TU's gedurende de pandemie centraal stond, en organiseerde zij een webinar waarin de bevindingen werden gepresenteerd en bediscussieerd. De resultaten weerspiegelen een emergent thema over het belang van het welzijn van studenten en medewerkers binnen het totale onderwijssysteem.

Challenge Based Learning

Veel belangstelling werd getrokken door de 4TU.CEE webinars over Challenge Based Learning (CBL). In een eerste serie van vier sessies kwamen ervaringen met CBL op elk van de vier universiteiten aan bod, vervolgens vertelde Annette Kolmos van Aalborg University over ervaringen in Denemarken, en vond in een zesde bijeenkomst een aftrap plaats van een nieuwe serie over onderzoek naar CBL, dat in 2022 centraal zal staan.

Voor het topic 'ICT enhanced education' zijn er initiatieven opgestart en doorgetrokken in 2021. In het UNCAGE project (TUD) worden er *conversational agents* ontwikkeld om studenten te ondersteunen bij de ontwikkeling en training van studievaardigheden en voor het monitoren van welzijn. Bij de WUR vindt monitoring van de inzet van nieuwe tools in het onderwijs plaats.

Het onderwerp 'Entrepreneurship in engineering education' is van start gegaan middels een inventarisatie van *good practices*. In de komende strategische periode neemt dit onderwerp een vlucht met de start van een promovendus en postdoc.

15 Centre for Resilience Engineering

Scientific director	Tina Comes (TUD)
Managing director	Stephanie Hessing (UT)
Management team	Bas Jonkman (TUD), Geert Jan van Houtum (TU/e), Joanne Vinke-de Kruijf & Andy Nelson (UT), Miranda Meuwissen (WUR), Tatiana Filatova (DeSIRE/TUD)

Het 4TU Centre for Resilience Engineering (4TU.RE) is een kenniscentrum dat kennis, methoden en technieken ontwikkelt, implementeert en verspreidt om samenlevingen weerbaarder te maken. 4TU.RE richt zich op *engineering solutions* (technische oplossingen en systeemontwerpen) in interactie met sociaal-ecologische systemen. Dit verslag complementeert het jaarverslag van het *HTSF-programma DeSIRE (Designing Systems for Informed Resilience Engineering*).
In 2021 heeft 4TU.RE samen met de sponsorende decanen, de strategische adviesraad en de wetenschappelijke stuurgroep constructieve gesprekken gevoerd over hoe de werkzaamheden en ambities van het centre en het hieraan gelinkte DeSIRE de komende jaren te bestendigen.

Groeiende community

De strategische partners, vertegenwoordigd in de raad maar ook via het netwerk bij de verschillende grote én middelgrote gemeenten, zijn actief betrokken middels vergaderingen en activiteiten. Ook helpen de externe stakeholders (zoals IBM) de jongere tenure trackers via persoonlijke mentorschap en introductie binnen hun netwerk.

Toekenningen

In 2021 werden er door leden van 4TU.RE zowel individueel als in samenwerkingsverband onderzoeksprojecten en subsidies verworven. Een mooi voorbeeld is het project JOIN-RIse over STEM-onderwijs, één van 4TU.RE's speerpunten.

RE Academy

In 2021 is het SURF-project van het Open Onderwijs Platform formeel afgerond, maar er wordt met een actieve delegatie TT's aan verdere disseminatie van de platformmaterialen gewerkt. De missie om onderwijs in resilience engineering te versterken door maatwerk vakken, waarvan de inhoud via dit platform (inter)nationaal gedeeld wordt, wordt gesteund door de gemeenschap.

Netwerk

Niet alleen binnen de eigen gremia, maar ook op breder nationaal niveau wordt samengewerkt met collega's (Zwolle, een samenwerking van Veiligheidsregio's en de VRU in het bijzonder, Limburg, etc) en ook de zusterinstituten met gelijksoortige, doch complementaire doeleinden zoals het *Delft Climate Programme*, *Delta Future Labs*, het *Centre for Disaster Resilience* (UT) en het *Disaster and Pandemic Preparedness Center* (EMC/EUR/TUD). Met het AMS-instituut wordt gewerkt aan een Quick Scan.

Op internationaal niveau wordt samengewerkt om het event FSR-2023 voor te bereiden (Singapore, Stevens US en ETHZ), samengewerkt met Texas A&M over kustresilience en is er regelmatig overleg over samenwerking in onderwijs en zijn er gedeelde platforms met Turku (Finland) en Resilience Academy in Tanzania. In 2021 is 4TU.RE tevens benaderd mee te denken in gremia zoals ACRE, Safety Delta Nederland, CoP klimaat robuuste hoge zandgronden en andere partijen.
Voedsel en Agrarische Resilience is een sterk opkomend thema binnen het center en daarom was er gepaste trots over het feit dat stuurgroeplid Andy Nelson werd uitgenodigd de wetenschappelijke leiding te nemen in het '2021 FAO *State of Food and Agriculture report on food system resilience'*.

Zichtbaarheid

Een groeiende aantal geïnteresseerden (ruim 1.400) leest de vier nieuwsbrieven per jaar en op de social mediakanalen en Linkedin wordt er volop gedeeld met een steeds grotere groep mensen. Tijdens de overstromingen van Limburg bleek de urgentie van resilience engineering te meer en waren veel van de leden te vinden in de media met publieke optredens.

16 Stan Ackermans Institute

Director	Paul Koenraad (TU/e)
Coordinator	Ben Donders (TU/e) (tevens coördinator voor TU/e)
Board	Ariana Need (UT), Andrea Ramirez Ramirez (TU Delft), Wouter Hendriks(WU)
Coordinator Delft	Pieter Swinkels
Coordinator Twente	Hans Voordijk
Coordinator WU	Claudius van de Vijver

Het Stan Ackermans Institute (SAI) is de vlag waaronder de ontwerpersopleidingen van de technische universiteiten in Nederland worden gepresenteerd richting potentiële trainees en bedrijfsleven. Afgestudeerden ontvangen de graad Professional Doctorate in Engineering (PDEng).

Opleidingen

De TU Delft heeft vier actieve programma's, Universiteit Twente vijf en TU Eindhoven negen, waarvan één in 2021 moest stoppen. Er worden plannen gemaakt op dit programma te herstarten. De universiteit van Wageningen heeft aangekondigd in 2022 te ook te starten met een PDEng-opleiding: Designs of AgriFood and Ecological Systems. SAI heeft contact met de Rijksuniversiteit Groningen waar ook plannen zijn om met ontwerpopleidingen te starten.
De totale instroom in de opleidingen is licht gestegen van 162 naar 168, het aantal afgestudeerden is gedaald van 146 naar 135. Overzichten met instroom en uitstroom per opleiding en instelling zijn te vinden in de tabel bij dit hoofdstuk.

SAI heeft fondsen geworven van de Top Sector High Tech Systems and Materials (HTSM) en Chemistry. Bedrijven die betalen voor het technologisch ontwerpproject bieden de trainees tijdens het tweede jaar van hun opleiding een financiële steun van ongeveer k€ 20 per project. Dit om het aantal projecten tijdens de coronaperiode op peil te houden. Vanuit HTSM werden zes projecten ondersteund aan de TU/e en één aan de UT, vanuit Chemistry werd één project ondersteund aan de TU Delft.

Organisatie en PR

Vanaf 1 januari 2021 is de opzet van het bestuur van SAI veranderd; voortaan hebben de decanen van de Graduate Schools van de vier TU's hierin zitting. De decaan van TU/e is voorzitter. Het bestuur beoordeelt de macrodoelmatigheid van nieuwe opleidingen, het CCTO focust op de kwaliteitsborging.

Het SAI presenteert zich met een website, brochures en posts op sociale media. Om potentiële trainees te werven is het SAI aanwezig bij bedrijvendagen bij de vier TU's. Dit jaar is een groep trainees gevorm om te ondersteunen bij PR-activiteiten: de PDEng-ambassadors. In 2021 werd een brochure uitgebracht met een selectie van ontwerpopdrachten die door trainees zijn uitgevoerd voor bedrijven. Het betrof een speciale editie om het 35-jarig bestaan van de technische ontwerpopleidingen en de het 15 –jarig bestaan van SAI te vieren. Helaas moest het symposium voor deze gelegenheid worden uitgesteld door de aanhoudende pandemie.

PDEng wordt EngD

Door de plannen van de Hogescholen voor een derde cyclus met de werktitel 'Professional Doctorates', heeft 4TU besloten om per 1 september 2022 over te stappen van de graad van Professional Doctorate in Engineering (PDEng) naar Engineering Doctorate (EngD) om het academische niveau van de opleidingen te benadrukken en verwarring met de trajecten aan de hogescholen te voorkomen. Het doel is om de graad EngD in een later stadium in de Wet op Hoger Onderwijs te verankeren.

Overzicht instroom en diploma's ontwerpersopleidingen 2016-2021

	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	Diploma	Instroom	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
TU Eindhoven												
Process and Product Design (PPD)	19	28	23	28	30	21	26	22	19	22	20	24
Information and Communication Technology (ICT)[2]	14	10	3	12	10	5	8	5	8	6	3	8
Logistics Management Systems (LMS)[3]	7	10	4	0	8	0	1	0	0	0		
Mathematics for Industry (MI)	14	0	5	0	0	0	0	0	0	0		
Software Technology (ST)	15	20	16	17	20	18	15	19	16	17	18	19
Design and Technology of Instrumentation (DTI)	10	9	6	9	9	0	6	0	1	0		
Architectural Design Management Systems (ADMS)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
User-System Interaction (USI)	14	13	18	0	10	1	2	1	1	1		
Automotive Systems Design (ASD)	11	15	14	14	14	14	13	15	13	16	13	16
Smart Energy Buildings & Cities (SEBC)[4]	8	6	8	13	1	12	15	9	10	23	9	13
Clinical Informatics (CI)	11	13	10	13	12	13	10	14	12	14	10	11
Qualified Medical Engineer	6	7	0	5	6	7	5	4	7	7	4	6
Data Science (DS)		11		20	9	20	16	25	19	12	21	16
Total	130	142	107	131	129	111	117	114	106	118	98	113
TU Delft												
Process and Equipment Design (PED)	9	9	8	13	10	10	12	13	7	9	6	7
Bioprocess Engineering (BPE)	10	8	7	7	8	7	7	7	6	7	7	7
Comprehensive Design in Civil Engineering (CDCE)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Chemical Product Design (CPD)	6	7	7	6	9	8	6	8	6	6	6	5
Civil & Environmental Engineering					0	5	0	6	2	5	4	6
Total	26	24	22	26	27	30	25	34	21	27	23	25
Twente												
Energy and Process Technology (EPT)	3	11	4	6	9	12	6	10	7	5	6	6
Robotics	4	5	2	4	4	3	2	1	4	1	1	7
Civil Engineering (CE)	3	7	4	2	4	7	6	7	5	6	4	6
Healthcare Logistics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Maintenance	0	9	1	4	8	7	2	2	3	4	3	3
Business & IT								0	0	1		8
Total	10	32	11	16	25	29	16	20	19	17	14	30
Total 4TU	**132**	**177**	**129**	**185**	**169**	**154**	**166**	**198**	**140**	**173**	**181**	**170**

[2] *Nieuwe naam: Design of Electrical Engineering Systems*
[3] *Nieuwe naam: Industrial Engineering*
[4] *Nieuwe naam: Smart Buildings & Cities*

17 High Tech for a Sustainable Future

Met de toekenning van in totaal 22 miljoen euro aan vijf onderzoeksprogramma's binnen het thema *High Tech for a Sustainable Future* geeft de 4TU.Federatie een stevige impuls aan onderzoek en onderwijs op gebied van duurzame technologie. Daarmee nemen de vier technische universiteiten het voortouw in het creëren van significante impact op maatschappelijke uitdagingen op de lange termijn. Dit bedrag maken de vier TU's vrij in het kader van het profileringsbudget bedoeld voor onderzoek dat bijdraagt aan de *Nationale Wetenschapsagenda (NWA)*. De onderzoeksvoorstellen sluiten aan bij de focusonderwerpen uit het topsectorenbeleid, de *NWA* en de *Sustainable Development Goals* van de Verenigde Naties.

17.1 DeSIRE

Programmacoördinator: Tatiana Filatova, TU Delft

Het programma *Designing Systems for Informed Resilience Engineering* (DeSIRE) heeft als doel een bloeiende gemeenschap op te bouwen op het gebied van Resilience Engineering. DeSIRE fungeert als de kern van het 4TU.Centre for Resilience Engineering. Voor het ontwerpen van oplossingen binnen complexe sociaal-technische omgevingssystemen moeten verschillende domeinen en disciplines met elkaar verbonden te worden, zowel binnen als buiten de academische wereld. Veel van 4TU.RE's externe stakeholders zijn dan ook nauw betrokken bij de activiteiten van de steeds groter wordende DeSIRE-community. DeSIRE financiert inmiddels 17 tenure trackers (TT's) en 19 postdocs over 14 faculteiten. Met het oog op de multidisciplinaire capaciteit zijn de DeSIRE-wetenschappers zowel in de zogenaamde thematische werkgroepen (steden, water, landbouw, energy, transportnetwerken en besluitvorming onder onzekerheid) actief, als in onderlinge samenhang.

Onderzoek

Een van de onderzoeksgebieden die in 2021 meer momentum gekregen heeft, is de weerbaarheid van voedselsystemen. Binnen meerdere van de aangesloten vakgroepen wordt gewerkt aan de transformatie van de agri- en logistieke-systemen om de bestendigheid en veiligheid van voedsel te borgen. Er zijn in 2021 drie nieuwe collega's op aangesteld en bij de TU/e werken meerdere TT's aan papers en onderzoeksvoorstellen op dit thema.
In totaal zijn in 2021 8 nieuwe PostDocs van start gegaan en begin 2022 zijn de laatste 7 nieuwe DeSIRE PostDocs aangesteld. De DeSIRE-leden zijn ook in 2021 weer erg productief gebleken qua publicaties: er zijn 52 papers uitgebracht, tevens als bijdragen op internationale conferenties. Daarnaast zijn de TT's betrokken bij minstens 23 (nieuwe) PhD-aanstellingen in 2021 en staat de teller op 18 toegekende awards, zowel individueel als binnen een samenwerking.

Onderwijs

De DeSIRE-gemeenschap staat mede aan de basis van het nieuwe 'resilience denken' van de generatie ingenieurs die nu wordt opgeleid. DeSIRE ontwerpt binnen meerdere disciplines nieuwe vakken waarin Resilience als basis ontwerpprincipe wordt verweven. De noodzaak voor veerkrachtige STEM-systemen is actueel en evident en DeSIRE draagt hier haar steentje aan bij.

De community gelooft in het delen van kennis en daarom gaat veel tijd naar het verder uitrollen van het eigen Open Onderwijs Platform, alwaar DeSIRE met 4TU.RE verschillende leermaterialen aanbiedt, op maat maakt en uitlegt voor interne en externe partners die graag de modules willen inpassen in hun onderwijsprogramma's. Ook de publieke instellingen maken met plezier gebruik van deze optie; zo is bijvoorbeeld het spel RElastiCITY erg populair gebleken.

In totaal is de DeSIRE Community betrokken bij meer dan 41 onderwijsactiviteiten (vakken, begeleiden van MSc/BSc-studenten, workshops, etc), buiten de bijdragen aan de SURF-activiteiten op het Open Onderwijs Platform.

Groeiend extern netwerk

In oktober is de DeSIRE-community op twee-daags werkbezoek in Zwolle geweest, alwaar ook andere partners welkom waren om samen met de TT's en PD's aan urgente lokale vraagstukken te werken. Zo waren de Veiligheidsregio Utrecht, WDO Delta, Havengebied Hengelo en de NOVI-regio met gemeente Zwolle aanwezig. Deze bijeenkomst bleek inspirerend te werken voor zowel de wetenschappers als de externe stakeholders en heeft tot meerdere vervolgbijeenkomsten en beginnende projecten geleid.

Samen met jonge KNAW-leden heeft DeSIRE een workshop georganiseerd over het nieuwe Erkennen & Waarderen. Tevens hebben alle TT's input geleverd over dit onderwerp en zal er in het voorjaar 2022 een verslag hierover worden aangeboden aan de bestuurders van 4TU.Federatie.
De leden van de DeSIRE-gemeenschap worden veel gevraagd voor het bijdragen aan events en bijeenkomsten (in 2021 meer dan 89 keer) en werken samen in verschillende gesubsidieerde projecten met externe partners (meer dan 14 projecten).
De communicatie-afdeling is versterkt en erg actief op sociale netwerken om onze brede en geïnteresseerde gemeenschap actief betrokken te houden. Om de drie weken organiseert de communicatie-afdeling i.s.m. de werkgroepen een DeSIRE-seminar die leidt tot veel gewaardeerde interactie en discussie tussen de deelnemers.

Interne samenhang:

De thematische werkgroepen van DeSIRE die de domeinen *Steden, Water, Agri, Energie en Logistiek* bestrijken, worden aangevuld door methodologische en andere transdisciplinaire samenwerkingen, zoals de maandelijks bijeenkomsten van de werkgroepen *Urban*, *Water* en *Decision Making*.
Een delegatie van 8 DeSIRE TT's werkt mee aan het bereik en de invulling van de open Resilience Academy en het platform.

17.2 Plantenna

Programmacoördinator: Peter Steeneken, TU Delft

Het programma Plantenna richt zich op de sterk verweven problematiek van klimaatverandering, luchtvervuiling en voedselschaarste. Problematiek die, gezien de almaar groeiende wereldbevolking en de verdergaande verstedelijking, verder zal toenemen. Centraal in het programma staat de ontwikkeling van sensortechnologie die binnenin planten informatie gaat vergaren over de toestand en productiviteit van het gewas. Door zulke, met sensoren uitgeruste planten te koppelen in netwerken – een 'internet of plants' – kunnen de verzamelde waarnemingen gebruikt worden voor klimaat- en weermonitoring, en voor hogere gewasopbrengsten door efficiëntere bemesting en irrigatie.

Sensortechnologieën

Met de verschillende Plantenna sensortechnologieën zijn in 2021 belangrijke stappen gezet. Zo is er een ultrageluid remote sensor ontwikkeld die het vatenstelsel van de plant niet-destructief kan monitoren. Deze methode is onlangs gevalideerd in kassen op een groot aantal gewassen, en er is een RVO TTT-beurs binnengehaald waarmee een haalbaarheidsstudie naar de commerciële exploitatie van deze techniek is uitgevoerd.

Een nabij infraroodsensor is ontwikkeld om de dehydratie van bladeren te meten. Met een speciale microscopische techniek is het dynamische gedrag van stomata (huidmondjes in bladeren) bestudeerd onder invloed van fluctuerende lichtomstandigheden. Met radiofrequente (RF) signalen zijn tests uitgevoerd om de gezondheid van planten te bepalen aan de hand van de gemeten karakteristieken, zowel door middel van een nieuwe meetmodule voor karakterisatie op korte afstand in het veld, als door middel van radar modules die op drones geplaatst werden. Een highlight was de realisatie van een zogenaamde stralende RF mode in een plant, wat het mogelijk maakt om een plant als antenne te gaan gebruiken. Elektronische chips en modules die sensoren kunnen uitlezen met heel weinig energie zijn ontworpen.

Wortelsysteem

Ook het wortelsysteem van planten is bestudeerd, met een speciale opstelling kon de wortelgroei gemeten worden en is aangetoond dat deze vooral gedreven wordt door de verticale vochtverdeling in de grond. Een artikel over dit onderwerp is ingediend bij het tijdschrift *Hydrology and Earth System Sciences*. Met *magnetic resonance imaging* (MRI) is een studie uitgevoerd om de opname van nanoplastics door planten te bestuderen. Dit kan bijdragen aan een beter begrip van de herkomst van nanoplastics in ons voedsel.
In samenwerking met het *FruitFrost project* zijn metingen van de temperatuurverdeling in boomgaarden uitgevoerd. Verrassend grote temperatuurverschillen dicht bij de grond werden waargenomen die tot betere modellen gaan leiden die nachtvorstschade kunnen voorkomen.

NWO Perspectief

Het NWO Perspectief voorstel 'CropAlert' dat in 2021 is ingediend met een groot aantal van de partners in het Plantenna-project, is geselecteerd voor de tweede ronde. In 2022 zal een volledig voorstel ingediend gaan worden.
Er is ook een voorstel ingediend voor een 5-daagse Lorentz workshop waar Europese experts zullen worden samengebracht om te brainstormen over waarschuwingssystemen die plantziektes vroeg kunnen detecteren.

Er is een plan opgesteld om met een groot aantal van de groepen betrokken bij Plantenna een meetcampagne in een gehuurde kas te gaan uitvoeren in 2022. Hierbij zal een breed scala van nieuwe meettechnieken worden toegepast in een relevante omgeving. Door de combinatie van meetgegevens zal een beter beeld van de plantontwikkeling en invloed van klimaat hierop verkregen worden. Het doel is met deze resultaten en meettechnieken een gezamenlijk artikel te schrijven met het Plantenna consortium.

17.3 Precision Medicine

Programmacoördinator: Michel Versluis, UT

Het 4TU-programma *Precision Medicine* wil met integratie van *deep learning*, een speciale vorm van kunstmatige intelligentie, en medische beeldvormingstechnieken de diagnostiek naar een hoger plan tillen. Op deze manier willen de betrokken onderzoekers meer relevante medische informatie ontsluiten. Zo wordt een verschuiving van een 'one-size-fits-all-benadering' naar een op maat gesneden, gepersonaliseerde aanpak mogelijk gemaakt. Op deze manier kan de zorg op lange termijn toegankelijk en betaalbaar gehouden worden.

Tenure trackers

Binnen dit domeinoverstijgende programma zijn zeven tenure trackers werkzaam; jonge, zeer getalenteerde onderzoekers, samen met twaalf postdocs. Naast een uniek, zelfstandig academisch profiel hebben de tenure trackers directe betrokkenheid bij de verbetering en vernieuwing van het universiteitsbrede onderwijs. Ze leiden de academici van de toekomst op: natuurkundigen en wiskundigen, biomedische ingenieurs en technisch geneeskundigen.

Groei van het netwerk

2021 heeft zich gekenmerkt door verdere groei van het netwerk. Nieuwe promovendi zijn aangesteld op projecten van NWO, incl. de vernieuwingsimpuls en Perspectief programma's, de Nationale Wetenschapsagenda, alsook binnen de vele startup packages die de technische universiteiten aanbieden aan hun tenure trackers. Binnen het Precision Medicine programma wordt doorlopend afgestemd op de belangrijkste onderzoeksthema's in zowel de landelijke calls (topsectoren HTSM en LSH, missiegedreven calls van KIC, de grootschalige wetenschappelijke infrastructuur NWO-RI, Zwaartekracht en Groeifonds) alsook de Europese agenda's. Diverse activiteiten zijn gericht op de regionale *flagship*-programma's van de EU, inclusief de herstelplannen voor de gevolgen van de coronapandemie zoals REACT-EU. Deze activiteiten zijn bovendien sterk verankerd in de universitair medische centra en topklinische ziekenhuizen. Uit deze strategische samenwerkingen volgt ook een natuurlijke betrokkenheid van beleidsmakers, zorgverzekeraars en fabrikanten van medische apparatuur.

Knooppunten

De routes naar een interdisciplinaire samenwerking lopen direct langs de 4TU-knooppunten. Een groot deel van onderzoekers van het 4TU-consortium, waaronder enkele TT's, hebben een deeltijdaanstelling bij een universitair medisch centrum. Omgekeerd hebben clinici binnen het programma een deeltijdaanstelling binnen de vier TU's. De kruisbestuiving tussen verschillende disciplines (in het bijzonder imaging technologie en imaging data) enerzijds en tussen de vier TU's anderzijds gebeurt via de belangrijke lijnen van uitwisseling tussen de promovendi binnen het programma. Zo zijn er samenwerkingen op het vlak van contrast ultrageluid (UT-TUD), CMUT transducer-technologie (TU/e-TUD), multi-parametrische US en MRI (UT-TU/e), en neurale netwerken voor kwantitatieve MRI (WUR-TUD). Tegelijkertijd groeit ook het Europese en internationale netwerk met nieuwe samenwerkingen in Parijs, Sophia Antipolis, Stanford, Case Western en Toronto.

Mijlpalen

In 2021 zijn er mooie stappen gezet binnen de zeven tracks van Precision Medicine. Zo is aangetoond dat de locatie van contrastmicrobelletjes is vast te stellen met een resolutieverbetering tot wel 70 keer ten opzichte van standaard ultrasone beeldvorming.
De collega's van Twente en Delft ontwikkelen een gezamenlijk een simulatieraamwerk voor contrast-versterkte echografie. De simulator houdt rekening met vasculaire geometrie, stromingsdynamica en niet-lineaire microbubbelfysica.
Het MRI-fysicaonderzoek in het Mars Lab is in een stroomversnelling gekomen nu de infrastructurele obstakels in 2021 opgelost zijn. Sindsdien zijn er meerdere veelbelovende projecten gestart. Over het belang van het werk van TT'er Sebastian Weingärtner (TUD) in de ogen van cardioloog (Thomas Treibel van University College London) werd een interessante Techtalk gepubliceerd op de 4TU-website.

17.4 Pride and Prejudice

Programmacoördinator: Aarnout Brombacher, TU/e

Pride and Prejudice (P&P) heeft als doel om nieuwe wetenschappelijke kennis en innovatieve technologie te vergaren waarmee mensen overtuigd kunnen worden om een gezondere levensstijl aan te nemen. In dit HTSF-programma wordt het *real-life* monitoren via sensoren (voedselinname, fysieke activiteit en gezondheidsparameters) gecombineerd met de ontwikkeling van ontwerpinterventies op verschillende niveaus van het systeem (persoon, groep, maatschappij), en met de evaluatie van de effectiviteit van deze gecombineerde interventies.

Vervolgstappen

In het begin van het jaar organiseerde het P&P Tenure Core Team een onderzoeksdag met alle consortiumleden om de onderzoeksthema's en activiteiten binnen het P&P-consortium in kaart te brengen en vervolgstappen te identificeren voor het laatste deel van het programma, evenals daarna. Naar voren kwam dat een breed spectrum van projecten, verdeeld over de dimensies van *sensing*, monitoring en interventie, actief zijn in het voedingsdomein. Ook werden er mogelijkheden gevonden om onderzoeksactiviteiten uit te breiden naar het domein van fysieke activiteit, evenals de combinatie van fysiek en voeding, bijvoorbeeld door leefstijlinterventies. Daaruit ontstonden verschillende kleine en grotere samenwerkingen voor het werven van financiering voor verder onderzoek, zodat kan worden voortgebouwd op de onderzoeksresultaten binnen P&P.

4TU.NIRICT

P&P-wetenschappers hebben gezamenlijk een 4TU-grant vanuit 4TU's centre NIRICT verkregen, te weten *FLOW: Measures of breastfeeding and infant sucking behavior.* Dit project is met succes afgerond in het najaar van 2021 en heeft geleid tot de voorbereiding van een vervolgvoorstel door de betrokken wetenschappers.
Het onderzoeksvoorstel *Promoting physical activity through self-experimentation in cardiac rehabilitation patients* (TUD i.s.m. ErasmusMC en Capri Revalidatie) is toegekend door TU Delft Sports Engineering Institute en TU Delft Health Initiative 2021 in de call 'Technology that makes people move!'.

Onderwijs

Het merendeel van de onderwijsactiviteiten binnen het P&P-programma betreft de supervisie van afstudeerders. In dit type onderwijs wordt een mooie brug geslagen tussen het P&P-onderzoek en de onderwijsactiviteiten. Zo superviseren WUR en UT bijvoorbeeld een masterstudent die strategieën bestudeert die mensen stimuleren gezondere, vegetarische keuzes in restaurants te maken. Een andere masterstudent werd begeleid door de TU/e en WUR om het ecosysteem van de borstvoeding te verkennen binnen het FLOW-project.
Naast begeleiding van studenten wordt een aantal vakken binnen en op het snijvlak van voedings- en beweegdomeinen ontwikkeld. Bijvoorbeeld *Experience, Motivation and Behavior* (Bachelor IO TUD), *Product Use, Understanding and Experience* (Master IO, TUD), and *Design for Behavior Change* (Masters IO, Computer Science, Communication Science). Daarnaast wordt de kennis, ontwikkeld door P&P-onderzoek, geïntegreerd in cursussen die worden aangeboden aan studenten in het ontwerpcurriculum.

Valorisatie

Tijdens de *Dutch Design Week '21* werd een tweedaags evenement georganiseerd. Op de eerste dag werd het onderzoek binnen het consortium gedemonstreerd met de première van de P&P-film, bedoeld om behaalde resultaten te vieren en de betrokken consortiumleden in beeld te brengen. Daarnaast was er een paneldebat met senior onderzoekers van alle vier TU's en MMC Eindhoven over het onderwerp 'Designing out inequality: Pride and prejudice in design of technology for chronic disease prevention'. De tweede dag begon met een *Science Slam*, waar junior P&P-onderzoekers streden om de beste pitch van hun onderzoek.

Publicaties

Er werden diverse artikelen gepubliceerd door de consortiumleden. Mailin Lemke en Roelof de Vries verkregen zelfs de 'Outstanding Article award' van Frontiers (computer science).

17.5 Soft Robotics

Programmacoördinator: Herman van der Kooij, UT/TU Delft

Robots die zich gaan bewegen onder de mensen, moeten een 'soft touch' hebben. De robots in de industriële productie zijn uiterst precies en snel, maar ook rigide. Voor fysiek en veilig contact met mensen of bijvoorbeeld het oppakken van kwetsbare levensmiddelen zijn ze minder geschikt. 4TU's *Soft Robotics* wil zich laten inspireren door de natuur, bijvoorbeeld door de grip van een boomkikker of de flexibele armen van een inktvis. Biologische kennis, nieuwe regeltechniek en innovatief robotontwerp gaan hier hand in hand: de partners van 4TU versterken elkaar, zodat Nederland een koppositie kan innemen in dit jonge vakgebied.

Actief consortium

Binnen het consortium zijn er allerlei initiatieven om van elkaars expertise gebruik te maken en soft robotics in Nederland op de kaart te zetten. Zowel de tenure trackers als de postdocs hebben geregeld online meetings om van elkaar te leren en samenwerkingen te zoeken. Het hele consortium, inclusief partners en geïnteresseerden, kwam in 2021 elke twee maanden samen. De TT'ers en postdocs geven regelmatig gastcolleges in de vakken aan de andere universiteiten, bijvoorbeeld Soft Robotics (WUR) en Haptics (TU/e). Er is een stevige basis gelegd voor een blijvende samenwerking.
In 2021 zijn alle voorbereidingen getroffen voor een winterschool voor circa 30 Europese Phd's en symposium voor een breder publiek op het gebied van soft robotics. Vanwege de aanhoudende coronapandemie is dit evenement verplaatst naar zomer 2022.

Ontwikkeling demonstrator

In de samenwerking zijn diverse modellen, regeltechniek en (bio-inspired) sensoren en ontwerpen samengebracht tot operationele soft robotopstellingen.
In 2021 is een kernteam opgestart voor het ontwikkelen van een gezamenlijke *demonstrator.* Het gaat hierbij om een opstelling waarin de verschillende ontwikkelde technologie en ontwikkelingen van de betrokken TT'ers bij elkaar komen en in verschillende scenario's een goed beeld geven van de meerwaarde en mogelijkheden van soft robots. De verwachting is dat in het najaar 2022 een eerste resultaat te zien is.

Mijlpalen

Het consortium heeft veel media-aandacht gekregen, o.a. in de NRC Podcast (Wat een ingenieur kan leren van een inktvis) en internationaal via *Material distract* (Attached to Mushrooms). Ook zijn er verschillende prijzen gewonnen door onderzoekers binnen het consortium, o.a. de *Dutch Zoology Award* (Julian Langkowski) en *IEEE ToH Best Paper Award* (Irene Kuling), er zijn vele gastlezingen gegeven en er is een conferentie naar Nederland gehaald (*WorldHaptics 2023*, Michaël Wiertlewski). Daarnaast zijn er ook grants binnengehaald, waaronder de Twente Crazy Research Call 2021 (Ali Sadeghi), Bioengineering Institute Grant voor onderzoek naar haaienhuid (Aimée Sakes) voor het verminderen van vloeistofwrijving en een grant voor onderzoek naar *shape-morphing katheter tips* op basis van topologie (Aimée Sakes).

Gepubliceerde artikelen

Er zijn diverse artikelen gepubliceerd door de betrokken TT'ers en andere teamleden, bijvoorbeeld:

- Lussenburg K., Scali M., **Sakes A.,** and **Breedveld P.** (2022) Additive Manufacturing of a Miniature Functional Trocar for Eye Surgery. *Frontiers in Medical Technology.*
- **Amador, G.J.**, van Dijk, D., Kieffer, R., Aubin-Tam, M.E., & Tam, D. (2021) Hydrodynamic shear dissipation and transmission in lipid bilayers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 118, No. 21, e2100156118.
- **Sharma, P.**, Saggiomo, V., Van Der Doef, V., Kamperman, M., & **Dijksman, J.A.** (2021) Hooked on mushrooms: Preparation and mechanics of a bioinspired soft probabilistic fastener. *Biointerphases*, Vol. 16, No. 1, 011002.
- Murali Babu, S. P., Visentin, F., **Sadeghi, A.,** Mondini, A., Meder, F., & Mazzolai, B. (2021). Sensorized Foam Actuator with Intrinsic Proprioception and Tunable Stiffness Behavior for Soft Robots. *Advanced Intelligent Systems*, *3*(6), 2100022.
- Willemet, L., Kanzari, K., Monnoyer, J., Birznieks, I., & **Wiertlewski, M.** (2021). Initial contact shapes the perception of friction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(49).

18 Externe relaties

Naast vele externe relaties, heeft de 4TU.Federatie concrete afspraken met enkele externe partijen. In dit hoofdstuk wordt verslag gedaan van resultaten in 2021.

NEMO Kennislink

NEMO Kennislink maakt al ruim 15 jaar wetenschappelijke informatie toegankelijk voor een breed publiek, en specifiek voor scholieren en docenten in het voortgezet onderwijs. Dit doen ze aan de hand van nieuws, achtergrondartikelen, dossiers en multimedia over de breedte van de wetenschap. De steun van de 4TU.Federatie wordt weerspiegeld in de productiecijfers van Kennislink op het vakgebied Techniek.
In 2021 lanceerde NEMO Kennislink het thema 'Je data en jij', de online-tegenhanger van de tentoonstelling 'Bits of You' in de nieuwe tentoonstellingsruimte De Studio, waar NEMO voor volwassenen de grote transitiethema's dichterbij brengt. De tentoonstelling, het online-thema en het bijbehorende randprogramma maakten inzichtelijk hoe data en algoritmes er voor zorgen dat we allemaal een digitale dubbelganger hebben die ons dagelijks leven op allerlei manieren beïnvloedt. In 2021 werden er totaal 167 artikelen in het vakgebied 'Techniek' gepubliceerd.

Dutch CardioVascular Alliance

Overvallen worden door een hartinfarct of een beroerte behoort over ruim 10 jaar tot het verleden. Die ambitie stelt de *Dutch CardioVascular Alliance* (DCVA) zich, een samenwerkingsverband waarbij de 4TU.Federatie zich in 2018 heeft aangesloten. Twaalf organisaties, wetenschappers en zorgprofessionals op het gebied van hart- en vaatonderzoek bundelen hun krachten op landelijk niveau. Dit moet ertoe leiden dat hart- en vaatziekten eerder worden opgespoord, en oplossingen sneller ontwikkeld en naar de patiënt gebracht worden. Het gezamenlijke doel is om de ziektelast in 2030 met een kwart te verminderen. Om dit doel te bereiken, verwacht de DCVA de komende tien jaar minimaal 1 miljard euro nodig te hebben voor onderzoek, valorisatie en implementatie. De twaalf partners werken samen om deze benodigde menskracht en middelen bij elkaar te brengen.

Registerautoriteit Bètatechniek

De 4TU.Federatie is een van de medeoprichters van de Registerautoriteit Bètatechniek. De registerautoriteit ziet toe op de kwaliteit, transparantie en vergelijkbaarheid van de registers binnen het domein bètatechniek. De 4TU.Federatie draagt financieel bij aan de Stichting die deze werkzaamheden uitvoert.

Stichting Techniek Promotie

Met een financiële bijdrage van de technische universiteiten heeft de Stichting Techniek Promotie (STP) haar programma in het kader van OO Techniek, Eureka Cup, First Lego League Jr en First Lego League uitgevoerd. In 2021 werd de financiering verder afgebouwd en werden verdere stappen gezet voor het onderbrengen van een gedeelte van de activiteiten elders.

Stichting Historie der Techniek

De Stichting Historie der Techniek (SHT) is in 1988 opgericht op initiatief van het Koninklijk Instituut Van Ingenieurs (KIVI) en de technische universiteiten. De SHT verricht baanbrekend werk op het terrein van techniekgeschiedenis. Met financiële steun van de 4TU.Federatie stimuleert SHT techniekgeschiedenis en brengt met historisch onderzoek en publicaties in beeld hoezeer maatschappelijke en technische ontwikkelingsprocessen met elkaar zijn verweven.

19 Zichtbaarheid

In 2021 heeft de 4TU.Federatie haar in- en externe communicatie verder versterkt. De Techrede met de Aanjagers van Technologie en de Dutch 4TU Impact Challenge konden weer rekenen op veel zichtbaarheid. Verder was de nieuwe reeks 4TU.Binnenhofcolleges een geslaagd instrument om Kamerleden bij te praten over een aantal relevante technologische ontwikkelingen.

Interne communicatie

De meeste 4TU-centres en programma's hebben inmiddels een persoon aangesteld die verantwoordelijk is voor de zichtbaarheid en communicatie van desbetreffend centre of programma. Dat zorgt voor een continue stroom aan nieuwsberichten en mooie verhalen over de behaalde 4TU-samenwerkingen. Zo liet het HTSF-programma Plantenna in een blog-serie zien met welke soorten onderzoek het team bezig is, welke technieken erachter schuilen en hoe zij daarmee bijdragen aan oplossingen op agro- en voedselgebied en belichtte 4TU.HTM in de serie Materials Science Stories de veelzijdigheid van het materiaalonderzoek, de bijdragen aan de maatschappelijke uitdagingen en stipte het centre ook overkoepelende thema's aan als samenwerking en diversiteit.

Impressie van 4TU-berichten op sociale media

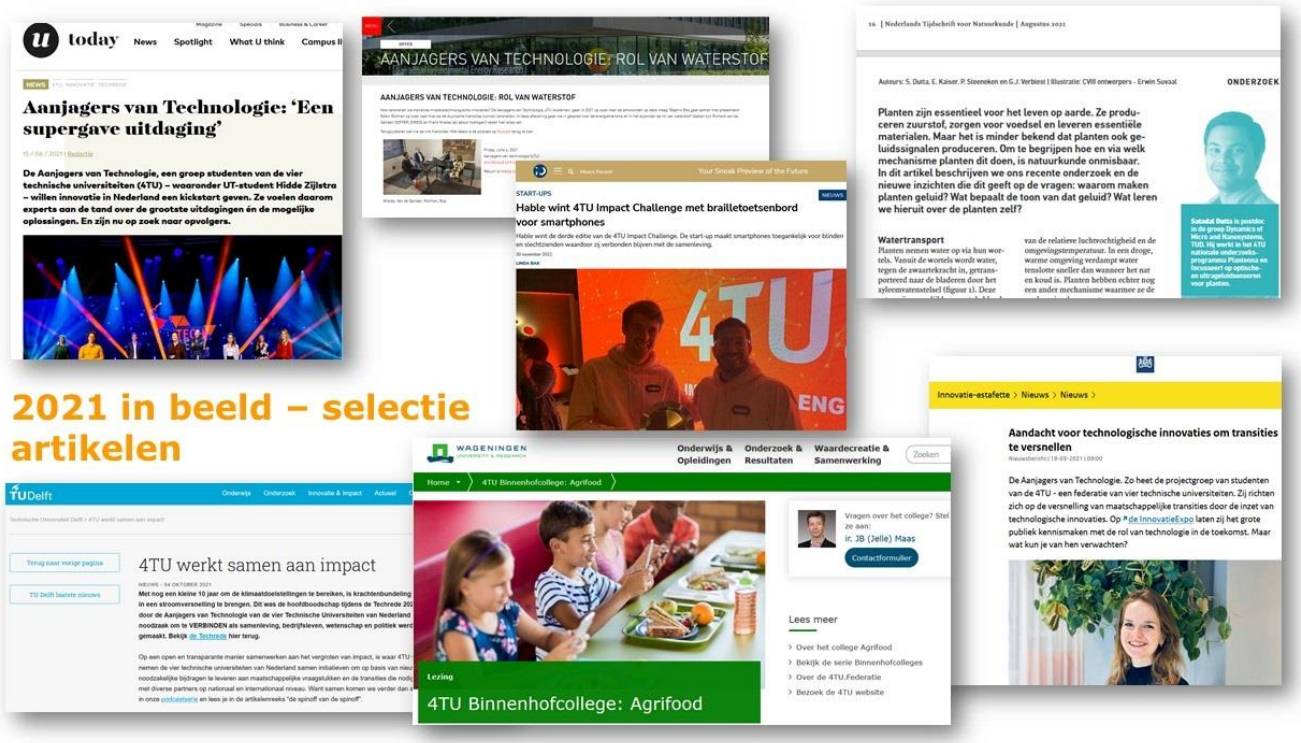
Externe communicatie

In de serie 4TU.techtalks belichtte 4TU een aantal actuele thema's waaraan de vier technische universiteiten samen met het bedrijfsleven, steden en partijen als Achmea werken. Van ethiek in een datagedreven wereld (4TU.Ethics), en het efficiënt maken van de land- en tuinbouw (Plantenna) tot de veerkrachtige stad van de toekomst (4TU.Resilience).

Speciaal voor Kamerleden bundelde 4TU de kennis van de vier technische universiteiten in een reeks van zeven Binnenhofcolleges. Een hoogleraar, een ondernemer en een student praatten hen bij op een onderwerp. Dit liep uiteen van een deepdive in de medtech door biomedisch wetenschapper Monique Tabak, student technische geneeskunde Robin Weijland en Demcon-directeur Michiel Jannink tot de ins en outs van de sleuteltechnologieën door high-tech systems hoogleraar Maarten Steinbuch, Sustainable Energy student Beatrix Bos en Ton Peijnenburg, Adjunct-Algemeen Directeur van VDL-ETG.

De studenten achter de Techrede presenteerden zich in 2021 onder de naam van Aanjagers van Technologie. In samenspraak met de politiek en de industrie gingen zij concreet aan de slag met een aantal initiatieven om maatschappelijke transities te versnellen; van het Preven-tientje in de zorg tot het Waterstofschap om de energietransitie te versnellen. Hun inspanningen waren te volgen via een vlogreeks, events als de InnovatieExpo, heisessies, de media en de Techrede zelf

Ook de winnaars van de Dutch 4TU Impact Challenge mochten weer rekenen op aandacht. Onder meer Innovation Origins en De Ingenieur schreven artikelen over de start-up Hable die won met de ontwikkeling van een brailletoetsenbord voor smartphones.



Impressie van 4TU-berichten op andere media