



The 0-Zone

Duurzame samenwerking tussen technisch onderwijs en regionaal bedrijfsleven

Opmaat naar het Innovatielab



Sustainable
Electrical
Energy
Centre of
Expertise

**Industriepark
Kleefse
Waard**

≡ provincie
Gelderland

Vergroting arbeidscapaciteit in Energie door Campusvorming

een SEECE Initiatief

The O-Zone is een hybride leeromgeving op het Industriepark Kleefse Waard in Arnhem. In deze omgeving werken studenten van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen met bedrijven en lectoraten aan energieprojecten, binnen hun reguliere curriculum. Studenten maken kennis met de nieuwste technologieën en actuele vraagstukken.

In de hybride leeromgeving ontstaan projectruimtes rondom specifieke thema's. Voorbeelden zijn het Mobility Innovation Center, waar schone mobiliteit centraal staat, het Powerlab, waar de focus ligt op energie in de gebouwde omgeving en het waterstoflab. Hier komen studenten van verschillende opleidingen samen; ze werken in multidisciplinair verband aan vraagstukken van bedrijven.

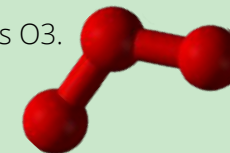
Het project The O-Zone is een antwoord op het tekort aan goed geëquipeerde energieprofessionals. The O-Zone brengt studenten vroeg in hun opleiding in contact met bedrijven en leert ze samenwerken in een projectomgeving. De naam 'O-Zone' verwijst naar 'de drie o's': onderwijs, onderzoek en ondernemen. Het project wordt mede mogelijk gemaakt door de Provincie Gelderland

Inleiding

Een ozonlaag nemen we graag als vanzelfsprekend aan om ons op aarde te beschermen tegen schadelijke straling uit de ruimte. Om onderwijs, onderzoek en ondernemen 'vanzelfsprekend' samen te laten werken, is er een omgeving gecreëerd, die een vergelijkbare bescherming biedt om deze samenwerking te koesteren: The O-Zone. Dat die 'vanzelfsprekende omgeving' er is, vraagt wat inspanning. Dit verslag is een overzicht van die inspanning en de daarmee gepaarde resultaten uit de afgelopen twee jaar.

O3: Onderwijs – Ondernemen – Onderzoek

De chemische notering van 'Ozone' (Engelse schrijfwijze, consistent met SEECE) is O₃. De drie O's representeren de betrokken partijen: onderwijs, ondernemen en overheid. 'Zone' duidt op het campus-concept (en niet op 'slechts' één specifieke locatie daarop). In de schrijfwijze O-Zone, kan de 'O' ook als 'nul' worden gelezen, dat symbool staat voor de start die er op de campus gegeven wordt aan de (nieuwe) generatie van technische arbeidskracht – en daarmee synchroon is met de start die veel nieuwe bedrijven maken op IPKW.



In 2018 en 2019 heeft de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) samen met Industriepark Kleefse Waard (IPKW), gesteund door Provincie Gelderland een drietal locaties op het park ontwikkeld als hybride leer-werk omgevingen. Het Sustainable Electrical Energy Centre of Expertise (SEECE) heeft een cruciale rol gespeeld in het verbinden van de partijen die betrokken zijn bij de projecten die in de O-Zone plaatsvinden sinds die tijd.

In drie locaties, het Mobility Innovation Lab (MIC), het Energy for a Sustainable Built Environment (ESBE) lab en het HAN H2Lab, worden studenten – van de HAN en andere regionale onderwijsinstellingen – vroeg in hun opleiding in contact gebracht met bedrijven en leren ze samenwerken in een projectomgeving.

Het O-Zone project is een aanzet geweest tot antwoord op het tekort aan goed geëquipeerde energieprofessionals. Het is in de loop der tijd óók een opmaat geworden naar het beoogde Innovatielab. Een plek waar ondernemers, onderzoekers, studenten en beleidsmakers zich verenigen om ideeën en innovaties in de duurzame energiesector een forse duw te geven en talenten hun uitdaging en ontplooiing te vinden.

Inhoud

- 4** De nieuwe energie-ingenieur komt uit The O-zone
- 6** Studenten werken aan slimme en toekomst gerichte projecten op IPKW
- 8** HAN-startup wil robot markt veroveren
- 10** Ruim 400 HAN studenten starten het nieuwe studiejaar op IPKW
- 10** Proef elektrische deelfietsen officieel van start
- 12** Opwindende rijbeleving met 100% elektrische motorfiets
- 14** Studenten Techniek presenteren 1ste resultaten HP-Launch
- 16** Engineers oogsten resultaten van een half jaar samenwerken
- 18** Nieuwe groep HAN-studenten van start in Mobility Innovation Center
- 20** Engineering studenten presenteren projectresultaten aan opdrachtgevers
- 22** Succesvolle proef met elektrische deelfietsen in Arnhem
- 24** Succesvolle start Workshop LEGO Mindstorms voor leerlingen havo/vwo
- 26** O-Zone-studenten presenteren tussentijdse resultaten aan opdrachtgevers
- 28** Duurzame oplossingen voor alledaags gebruik door studenten op IPKW
- 30** Airhunters Dock Office geland op steiger IPKW
- 32** ElaadNL zet HAN-studenten in voor onderzoek testlab
- 34** Studenten verbeteren warmtepomp in HP-launch
- 36** Eigen waterstofvoertuig weer een stapje dichterbij
- 38** HAN H2Lab officieel geopend: ruim baan voor waterstofprojecten!
- 40** Ingenieursbureau QING neemt actieve rol in onderzoek en engineeringsonderwijs
- 42** Van hybride leeromgevingen naar een bruisend innovatielab

De nieuwe energie-ingenieur komt uit The O-Zone

Op Industriepark Kleefse Waard (IPKW) werken hbo-studenten met bedrijven aan actuele energievraagstukken. Ze staan aan de basis van een innovatieve, hybride leeromgeving: The O-Zone. In dit dubbelinterview vertellen Kevin Rijke (directeur van IPKW) en Erik Folgering (programmaleider op de HAN) waarom zo'n omgeving onmisbaar is.

Het is september 2017, wanneer 120 tweedejaarsstudenten een leeg gebouw op IPKW betreden. Het zijn de eerste ingenieurs in opleiding die aan de slag gaan in een hybride leeromgeving op het bedrijvenpark. Ze richten werkplekken in en gaan in multidisciplinair verband aan de slag met bedrijfsprojecten. Niet voor een extra opdracht, of iets dergelijks, maar binnen hun reguliere curriculum.

Nu breiden de HAN en IPKW de hybride leeromgeving uit, met steun van de Provincie Gelderland. Hiermee zijn de drie O's (onderwijs, ondernemers en overheid) vertegenwoordigd. (Vandaar de naam O-zone.) Dankzij deze partijen kan nog meer jong talent op het bedrijvenpark aan de slag. Studenten uit alle jaargangen, van allerlei instituten, nemen deel aan het innovatieve onderwijsproject. The O-Zone wordt dé plek in Oost-Nederland waar energie-ingenieurs worden opgeleid.

Wat is het belang van The O-Zone?

KR: "De wereld is in transitie. We hebben klimaatdoelen die we moeten halen. Maatschappelijke vragen kun je beter beantwoorden als afgestudeerden zó geëquipeerd zijn dat ze direct in bedrijven kunnen stromen. Daarom is het belangrijk dat het onderwijs en het bedrijfsleven elkaar direct kunnen vinden. Dan ontstaat er geen mismatch. De vraag is: wat kunnen we samendoen? En hoe leiden we een ingenieur op die weet hoe slimme meters, windmolens en waterstofmotoren werken?"

EF: "Er is een groot tekort aan technisch personeel en dat tekort wordt alleen maar groter. Het is van groot belang dat het personeel wat er is, snel aan de slag kan. Als je het bedrijfsleven kunt voorsorteren gedurende de opleiding, dan scheelt dat in de werving en opleiding van mensen binnen bedrijven."

Hoe ervaren jullie de huidige match tussen afgestudeerden en het bedrijfsleven?

KR: "Bedrijven die voorop willen lopen met innovatie, hebben veel moeite met het vinden van goed personeel. Dat heeft enerzijds te maken met het kleine aanbod van nieuwe mensen.

Anderzijds heeft het te maken met de kennis en vaardigheden van die mensen. Een voorbeeld is een bedrijf dat laadpalen maakt. Laadpalen hebben een technisch component en een ICT-component. Maar als je kijkt naar opleidingen: je doet óf technische opleiding óf een ICT-opleiding. Een combinatie zie je nauwelijks. Daar moeten we met elkaar aan werken. Op een gegeven moment wordt de vraag naar dat type studenten zo groot dat het ook interessant is om er een opleiding voor te beginnen. Of om twee dingen met elkaar te combineren. Daar kom je in de praktijk achter."

Bedrijven werken in The O-Zone samen met jonge studenten. Waarom is het – als bedrijf – goed om zo vroeg bij hun studie betrokken te zijn?

KR: "Als je een afstudeerder binnenhaalt, dan leer je die halverwege het vierde studiejaar kennen. Die geef je een opdracht, of ze komen zelf met een opdracht, en that's it. Je kunt ze ook vanaf het tweede jaar binnen hebben. Dan kun je een simpeler opdracht verzinnen, maar ook een moeilijke opdracht opknippen in vier simpeler opdrachten. Je kunt opdrachten maken die door de hele leercurve van een student heen gaan. Daardoor bouwen bedrijven een band op met een student. Aan de andere kant leren studenten welke technische bedrijven ze interessant vinden."

Wat is het voordeel voor een kennisinstelling dat studenten zo vroeg bij de praktijk betrokken zijn

EF: "Dat zit hem in het mengen, in de meest brede zin. Je kunt werktuigbouwers en ICT'ers combineren voor een laadpalenproject, bijvoorbeeld. Dat zit van oudsher niet in opleidingen. Die zijn monodisciplinair. Maar zo zit de wereld gewoon niet in elkaar. Vermenging zit er ook in dat de klussen waar studenten aan werken niet uit een schoolboekje komen. Dingen die studenten leren, leren ze omdat ze actueel zijn. Dat is aantrekkelijk aan een hybride leeromgeving."

Voor studenten is het ook aantrekkelijk?

EF: "Dat zit hem in het mengen, in de meest brede zin. Je kunt werktuigbouwers en ICT'ers combineren voor een laadpalenproject, bijvoorbeeld. Dat zit van oudsher niet in opleidingen. Die zijn monodisciplinair. Maar zo zit de wereld gewoon niet in elkaar. Vermenging zit er ook in dat de klussen waar studenten aan werken niet uit een schoolboekje komen. Dingen die studenten leren, leren ze omdat ze actueel zijn. Dat is aantrekkelijk aan een hybride leeromgeving."

EF: "Wat ook interessant is voor studenten: op het hbo studeer je af met 60 a 90 mensen, die allemaal, tegelijkertijd hetzelfde papiertje krijgen als jij. Maar wat heb jij nou gedaan waarin je onderscheidend bent ten opzichte van al die collega's?"

KR: "Heb jij meegewerkt aan die toffe waterstofauto en wil je werken bij een hip bedrijf? Dan kom je gemakkelijker binnen. Dan kun je iets fysieks laten zien en zeggen: 'dit heb ik gebouwd'."

Met welke bedrijven kunnen studenten werken in The O-Zone?

KR: "IPKW zie ik als een passerpunt. Daarbuiten, daar is de wereld. Bedrijven die hier zitten, hebben leveranciers en die hebben weer klanten. Die zitten allemaal in een netwerk. En dat netwerk moeten we bedienen. Daar gaan we iets aan toevoegen. Dát is The O-Zone en dat is die nauwe samenwerking."

EF: "Het gaat zeker om bedrijven op dit terrein, maar ook bedrijven uit de omgeving kunnen leuke dingen doen hier. En niet een keer, maar structureel, omdat we een continue stroom van studenten hebben. Uit verschillende leerjaren, met verschillende disciplines."

Wat is de rol van overheden in dit project?

KR: "Het zou mooi zijn als de gemeente nieuwe projecten inbrengt. Binnenstedelijke leveranties van producten, afvalinzameling, schoonmaak van steden. Dat zijn allemaal vraagstukken die belangrijk zijn. Milieuzones, een Pleijroute die dichtslibt. Hoe kunnen we dat oplossen?"

Er zijn nu twee thematische leeromgevingen in The O-Zone. Het Mobility Innovation Center (MIC) en Energy for Sustainable Built Environment (ESBE). Moeten bedrijven en overheden iets met die thema's te maken hebben, als ze met studenten willen samenwerken?

EF: "We richten ons op energiegerelateerde bedrijven en hun vraagstukken. Dat is heel breed. We hebben nu inderdaad twee hubs. Maar dat het er in afzienbare tijd drie of vier worden, voorzie ik wel."

"Studenten zijn extra gemotiveerd om aan vraagstukken uit de praktijk te werken"



Foto: Kevin Rijke (links) en Erik Folgering (rechts)

Studenten werken aan slimme en toekomstgerichte projecten op IPKW

Samenwerken met studenten van andere opleidingen is een rode draad in het curriculum van de engineeringopleidingen van de HAN. Tijdens het 3e en 4e semester -het hele 2e studiejaar, dus- werken studenten 3 dagen in de week op IPKW aan actuele, toekomstgerichte vraagstukken.

Het zijn niet alleen studenten van de opleidingen engineering- en automotive die daarin samen optrekken. Sommige projecten zijn breder, waardoor ook voor informaticastudenten, studenten van Economie, Management en Recht, studenten uit andere studiejaar en van andere hogescholen een belangrijke rol is weggelegd.

In februari startte voor de engineeringstudenten het 4e semester op IPKW. Waarmee gingen zij aan de slag? Aan welke slimme technologieën werken ze? Hoe brengen zij techniek samen naar een volgend level? Halverwege het semester pikken we er een paar projecten uit en zetten ze in de schijnwerpers.

Skid, installatietechniek van morgen

In ESBE werken 3 studenten Werktuigbouwkunde, 2 studenten Elektrotechniek met de specialisatie Industrial and Power Systems (IPS) en 2 Elektrotechniekstudenten met de specialisatie Embedded Systems (ES) in het project Skid samen aan de installatietechniek van de woning van morgen.

Installaties worden steeds ingewikkelder en kostbaarder. Daarom worden de eisen die aan de bouw van de installatie worden gesteld hoger en hoger. Omdat Nederland langzaam afscheid gaat nemen van het aardgas, zullen de installaties in veel woningen flink moeten worden aangepast. Hiervoor wordt steeds vaker voor skidbouw (skid is Engels voor slede of glijplank) gekozen. Dit maakt deze vorm van bouwen tot een zeer actueel onderwerp.

"De inbreng vanuit het bedrijfsleven is essentieel"

Een complexe installatie wordt in een werkplaats compleet samengesteld op een frame of plateau. Denk bijvoorbeeld aan een warmtepompinstallatie, met warmtewisselaar, leidingen, regelsystemen en alles wat daarbij hoort. Omdat alles op een frame wordt gebouwd, kan de hele installatie in 1 geheel in de nieuwbouw- of renovatiewoning worden geplaatst (gesleed). Het aansluiten in de woning zelf wordt hierdoor eenvoudiger en minder foutgevoelig. Hiervoor zijn dan minder speciaal geschoolde monteurs nodig.

Het project wordt uitgevoerd in opdracht van Ordelman & Dijkman Installaties uit Hengelo (Gld) en wordt in volgende semesters door volgende groepen studenten voortgezet. In een volgende fase worden ook studenten van mbo-opleidingen bij het project betrokken.

Smart Grid: slimmer omgaan met het elektriciteitsnet

Eveneens in ESBE werken 3 internationale studenten van de opleiding Electrical and Electronic Engineering (de Engelstalige opleiding Elektrotechniek) én 2 Nederlandse studenten van de opleiding Elektrotechniek aan een nieuwe Smart Grid Table.

De tafel geeft een hoog-, midden- en laagspanningsnet weer en laat bijvoorbeeld zien welke kant de elektriciteit op stroomt. Wordt er te veel elektriciteit geproduceerd en raakt het net overbelast, dan zie je dat onmiddellijk terug op de demonstratietafel. Op de tafel staan verschillende componenten die op hun beurt het elektriciteitsnet beïnvloeden: Denk aan windturbines, huizen met zonnepanelen, energieopslag, enzovoort.

De studenten hebben de opdracht om de aansturing van de tafel aan te passen, zodat deze sneller de handelingen van de gebruiker kan volgen en de interactie fijner wordt. De opdracht komt van dr. ir. Ballard Asare-Bediako van het Lectoraat Meet- en Regeltechniek. Hij doet onderzoek naar het effect van verschillende componenten op het Grid.

De studenten worden begeleid door Trung Nguyen, eveneens onderzoeker in het team van het Lectoraat Meet- en Regeltechniek.

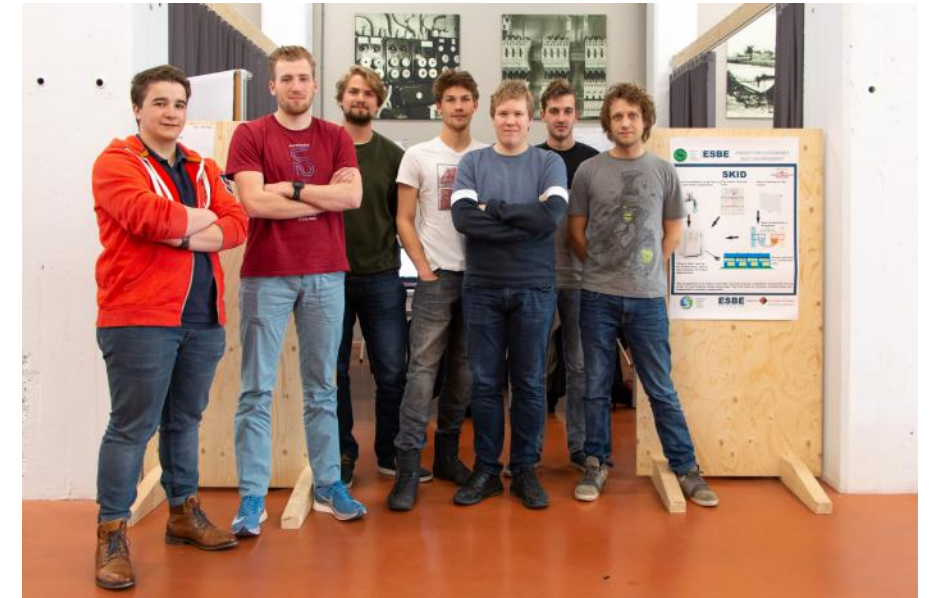


Foto: (v.l.n.r.) Frank, Frank en Casper, Damian, Jari, Arjan en Thieme

Smart Production Cell: massaproductie thermoplastisch composietmateriaal mogelijk maken

In het Mobility Innovation Centre (MIC) op IPKW werken op het Fieldlab Smart Production Centre (SPC) maar liefst 15 studenten uit het 2e, 3e en 4e jaar van de opleidingen Automotive en Engineering, Informatica, Media en Communicatie en Economie, Management en Recht aan de volgende fase van dit 'Industry 4.0'-project, dat eind 2018 startte. Bij de 2e fase van dit project zijn ook internationale studenten en 2 studenten van Fontys Hogeschool betrokken. In volgende fases zullen ook mbo-studenten van het Graafschap College aansluiten.

In september 2018 startte het Lectoraat HAN Automotive Research het project Refurbishment Hydraulic Press, omdat er een sterke behoefte bestaat naar composiet-producten die in massa geproduceerd kunnen worden. Het eerste doel was toen om bij een hydraulische pers uit 1964 het elektrische en hydraulische systeem te vernieuwen en de aansturing te automatiseren. De pers heeft in het 3e semester een ware metamorfose ondergaan en is bijna niet meer herkenbaar.

Het uiteindelijke doel is aan te tonen dat het produceren van grote series Thermo-Plastische Composietmateriaal (TPC) in de Automotivemarkt mogelijk is. Dit kan alleen door gebruik te maken van vergaand geautomatiseerde (Quality-)processen en aan het internet aangesloten (Internet of Things-)processen. De inbreng vanuit het bedrijfsleven is hierbij essentieel. Ook zij dragen op verschillende manieren hun steentje bij aan het project.



Foto: v.l.n.r. Amartya, Laurence, Mustafa, Julien, Niels, Gijs, Dominique, Thijs en Jurre

HAN-startup wil robotmarkt veroveren

Wat bij HAN-student Remco Hoftijzer vorig jaar begon als een idee waar hij in zijn eigen tijd zijn tanden inzette, neemt in hoog tempo serieuze vormen aan. Alles duidt erop dat hij met zijn inmiddels opgerichte bedrijf THOLIN Robots de robotmarkt gaat bestormen

Remco werkt op dit moment met 10 andere studenten van verschillende HAN-opleidingen aan de ontwikkeling van een unieke productierobot. Met hulp van het HAN Centrum voor Valorisation en Ondernemerschap (CWO) ontving hij voor zijn start-up een startersvoucher van € 2.500,-.

Ondertussen is er een samenwerkingsovereenkomst met een ervaren ingenieurbureau getekend en zijn er contacten gelegd met een netwerkorganisatie van de Achterhoekse maakindustrie.

Het verhaal van de jonge student uit Aalten is een sprekend voorbeeld van de manier waarop de HAN (getalenteerde) studenten ruimte geeft, deuren helpt openen om ambitieuze ideeën van de grond te krijgen en ondernemerschap bevordert.

Een robot voor kortcyclische taken

Remco Hoftijzer is een ambitieuze 2e-jaarsstudent Elektrotechniek. Tijdens zijn stages in de mbo-opleiding die hij eerder deed, viel het hem op dat veel taken die hij moest uitvoeren, kortcyclisch waren en best gerobotiseerd zouden kunnen worden, als de insteltijd van de robot flink zou kunnen worden verkort.

In het 1e jaar van zijn hbo-opleiding Elektrotechniek, in 2018, werkte hij in zijn eigen tijd aan het ontwerpen en bouwen van een productierobot, de Asimov Robot Alpha, speciaal voor het uitvoeren van zulke taken.

Om de robot snel te kunnen instellen bedacht Remco een besturingspak. Voor de ontwikkeling hiervan kon hij wel wat hulp gebruiken. Omdat bij de engineeringopleidingen van de HAN het hele 2e studiejaar in het teken staat van samenwerken met studenten van andere engineeringopleidingen, bracht hij zijn idee bij de opleiding in als 2e-jaars schoolproject.

Control Suit

Het 1e doel was om een proof of concept van een besturingspak te ontwikkelen, waarmee de bewegingen die de productierobot moet maken, snel kunnen worden geprogrammeerd.

Deze zogenaamde 'Control Suit' wordt bevestigd aan het bovenlichaam, de armen en handen van een persoon. Het pak, dat is gevuld met sensoren die de bewegingen van de gebruiker opnemen, zendt deze door naar de robot. De robot onthoudt de bewegingen en herhaalt ze.

Van kansrijk idee tot onderneming

Docenten en begeleiders bij de HAN vonden dit idee zó kansrijk dat Remco, samen met 2 andere studenten en met begeleiding van docenten het hele 3e semester van hun opleidingen aan de ontwikkeling van het prototype mocht werken. Hiermee bewezen zij dat het idee echt werkte.

De resultaten waren zó bemoedigend dat Hoftijzer in februari 2019 zijn bedrijf THOLIN Robots inschreef bij de Kamer van Koophandel. In het volgende halfjaar, het 4e semester van zijn opleiding, werkt Remco met een team van liefst 10 studenten aan de robotarm.

Studenten van de opleidingen Industrieel Product Ontwerpen en Elektrotechniek (differentiaties Embedded Systems en Industrial and Power Systems) werken daarbij als een hecht en uiterst gemotiveerd team samen.

De resultaten van dit halfjaar worden op 27 juni a.s. gepresenteerd tijdens de Eventdagen Engineering.

Met HAN CWO door naar het volgende level

Om de Asimov Robot en de Control Suit naar een volgend level te kunnen brengen was kapitaal nodig. Daarvoor klopte Hoftijzer aan bij HAN CWO, het Centrum voor Valorisation en Ondernemerschap van de HAN. HAN CWO is het startpunt voor studenten met ondernemersplannen en draagt op veel manieren bij aan het realiseren van kansrijke, innovatieve initiatieven.

Starterscoach Einte Visser begeleidde Remco bij de aanvraag voor een startersvoucher om het prototype van de productierobot te financieren. Daarnaast bracht Visser hem in contact met CIVON, een netwerk van maakbedrijven in de Achterhoek. Ook kreeg hij training in het pitchen, om de startersvoucher met overtuiging bij de beoordelingscommissie binnen te slepen. En met succes!

Met de voucher van € 2.500,- kan de robotarm worden voorzien van motoren die met variabele snelheden kunnen werken. Dit is een essentiële voorwaarde voor het correct functioneren van de arm. Als het werkende prototype van de robotarm in juni af is, volgen projecten die zich gaan focussen op de hand van de robot, het onderstel en op de afwerking van het besturingspak, de Control Suit.

Samenwerking

Het is nu ook tijd om samenwerking te zoeken. Op het Industriepark Kleefse Waard in Arnhem, waar de HAN-studenten aan hun projecten werken, is ook Ingenieurbureau QING gevestigd. Dit jonge bedrijf levert innovatieve en duurzame oplossingen op het gebied van industriële automatisering, speciaalmachinebouw en energie. Zij zijn sterk in het ontwerpen van mechatronica-oplossingen. THOLIN Robots en QING hebben kort geleden een samenwerkingsovereenkomst gesloten. QING gaat o.a. helpen bij het vinden van productiebedrijven met kortcyclische taken.

Achterhoekse maakindustrie

Inmiddels heeft Remco ook samenwerking gevonden met het Centrum voor Innovatief Vakmanschap Oost-Nederland in Ulft. De samenwerking met dit netwerk van de Achterhoekse maakindustrie moet er binnenkort toe leiden dat een 1e gebruiker de robotarm in de praktijk gaat testen. Zo wordt de kans steeds concreter dat de robot ook daadwerkelijk op de markt gaat komen.

"Er is een samenwerkingsovereenkomst met een ervaren ingenieurbureau getekend."

Control Suit Alpha



Studenten: Remco en Klaas (Elektrotechniek), Niels (Industrieel Product Ontwerpen)
Opdrachtgever: Remco Hoftijzer

Ruim 400 HAN studenten starten het nieuwe studiejaar op IPKW

Vandaag starten ruim 400 Engineering studenten van de Hogeschool Arnhem en Nijmegen (HAN) met hun nieuwe studiejaar op IPKW.

Eerstejaars studenten worden in een grote hal ontvangen door de directie van de HAN. Zij krijgen een praktijkopdracht en gaan aan de slag met het bouwen van een zeepkist waarmee ze eind van de middag gaan racen.

Nieuw semester in Mobility Innovation Center (MIC)

Ook het nieuwe semester voor de tweedejaars studenten gaat vandaag van start in het Mobility Innovation Center (MIC) op IPKW. Het MIC is een samenwerking tussen de HAN en het bedrijfsleven. Zo'n 120 studenten van verschillende technische opleidingen werken hier gedurende drie dagen per week aan 20 innovatieve mobiliteitsvraagstukken. Het MIC is gevestigd in het pand van Clean Mobility Center op IPKW.

The O-Zone

IPKW is meer dan alleen een bedrijventerrein. Wij zien onderwijs en bedrijfsleven als twee werelden die elkaar versterken en die groeien als ze elkaar ontmoeten. Dit uit zich onder andere in onderzoeksprojecten vanuit hogescholen en samenwerkingsprojecten vanuit bedrijven. Hierbij gaat het altijd over het verbinden van kennis en praktijk en het met elkaar innoveren.

IPKW, de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) en het Sustainable Electrical Energy Center of Expertise (SEECE) ontwikkelen een energiecampus in Arnhem: The O-Zone. De campus moet bedrijven en kennisinstellingen blijvend met elkaar verbinden.

De oprichters van The O-Zone creëren een hybride leeromgeving waar ruimte is voor initiatieven van studenten. 'Studenten hebben de vrijheid om zich hier te ontplooien. We doen een beroep op studenten met een ondernemersgeest en daar lopen er veel van rond op het hbo', aldus Erik Folgering, programmaleider bij SEECE. 'Het zit vooral in de cultuur die we neer willen zetten'.

Proef elektrische deelfietsen officieel van start

Woensdag 10 april is de proef Elektrische deelfietsen bij IPKW en de HAN officieel van start gegaan. Tijdens de kick-off maakten Kevin Rijke (IPKW), Erik Folgering (HAN), Bernard de Graaf (VNO-NCW Midden) en wethouder Hans de Vroome (Gemeente Arnhem) als eersten een rit met de edeelfiets over het park.

Onder het motto 'Maak de fietser in je los' worden medewerkers en HANstudenten meestal van de Engineeringopleidingen- gestimuleerd om gebruik te maken van de gratis e-deelfietsen. De fietsen kunnen worden gebruikt voor onder andere ritjes tussen IPKW en de HAN.

Met de app van deelplatform Amber kunnen de in totaal 20 beschikbare fietsen worden gereserveerd. Het in- en uit checken kan bij de fietsenstallingen bij HAN Techniek en IPKW, wat tevens het oplaadstation is voor de fietsen.

De app registreert hoe vaak de fietsen worden gebruikt en het aantal kilometers dat ze afleggen. Na afloop van de proef analyseren studenten van de HAN de gegevens om zodoende inzicht te krijgen in het gebruik van en behoefte aan deze deelfietsen in Arnhem. Degene die de meeste kilometers heeft gefietst wint een elektrische fiets.

Trots

Kevin Rijke, directeur IPKW, vertelt met trots over het project: "Zo wordt de verbinding tussen de HAN en IPKW nog sterker". Op IPKW werken al enige tijd honderden studenten van de HAN in een hybride leeromgeving, genaamd de O-Zone, aan bedrijfsvraagstukken. Uiteraard zijn de fietsen ook bruikbaar voor mensen die werken op IPKW, in totaal hebben zich al meer dan 100 IPKW'ers aangemeld.

Erik Folgering, hoofd bedrijfsvoering Engineering van de HAN, is ook erg blij met de elektrische deelfietsen. Hij hoopt dat de verbinding tussen de docent op school en de student op IPKW vereenvoudigd gaat worden. "Zo kunnen de docenten en studenten de auto laten staan en op de e-deelfiets naar IPKW fietsen."

Samenwerking

Het project wordt mede mogelijk gemaakt door VNO-NCW Midden, in kader van het programma Slim & Schoon Onderweg. Bernard de Graaf, bestuurslid van VNO-NCW Midden, vindt dit project dan ook een mooi voorbeeld van een samenwerking tussen onderwijs, overheid en het bedrijfsleven. Hans de Vroome, wethouder van de gemeente Arnhem, hoopt dat de gemeente qua infrastructuur ook zal inspelen op de ebikes en hoopt op een succesvolle proef.



V.l.n.r wethouder Hans de Vroome, Erik Folgering (hoofd bedrijfsvoering HAN Engineering), Kevin Rijke (directeur IPKW) en Bernard de Graaf (VNO-NCW) rijden hun rondje op de elektrische deelfietsen.

Opwindende rijbeleving met 100% elektrische motorfiets

Een van de onderzoeksprojecten binnen het Mobility Innovation Center op het Industriepark Kleefse Waard (IPKW) in Arnhem richt zich op elektrische motorfietsen (e-bikes). Deze zijn ontworpen voor gemakkelijke dagelijkse oplaadbeurten. De aandrijflijn op deze Zero-motorfietsen is voor 100% elektrisch, zodat de emissie van koolwaterstofgassen en schadelijke stoffen aanzienlijk afneemt en aardoliereserves worden ontzien. Peter Halter en Jeroen van de Kamp, 2e-jaars HAN-studenten Elektrotechniek, ontdekken wat allemaal mogelijk is!

De overstap op elektrisch heeft een aantal in het oog springende pluspunten zoals:

- Nooit meer stoppen bij een benzinstation
- Geen olie en geen uitlaatgas
- Beperkt gewicht van een elektrische motorfiets
- Overbodig onderhoud van de aandrijving, waardoor de machine versneld kan accelereren.

Hierdoor ontstaat een uiterst revolutionair en opwindende rijbeleving voor de motorliefhebber. Maar hoe zorg je voor een goede prijs-prestatie van zo'n e-bike als een verouderd batterijpakket defect is?

Werkend accumanagement

Peter Halter en Jeroen van de Kamp, 2e-jaars HAN-studenten Elektrotechniek, hebben de opdracht gekregen om een Zero-elektrische motorfiets uit 2010 weer werkend te maken, zodat er met accu's (batterijen) langdurig en zuinig mee gereden kan worden. De studenten dienen vooral een goede afweging te maken in enerzijds de kosten en anderzijds de prestaties.

Mitsubishi Outlander hybride

De studenten kregen met een 1e versie van een elektrische motorfiets te maken waarvan de accu's inmiddels waren leeggelopen.

Peter: 'Gelukkig hebben we andere accu's op de kop weten te tikken die afkomstig zijn van een Mitsubishi Outlander hybride uit 2014. Dit zijn lithium-ion accucellen die tegenwoordig in veel vervoermiddelen, maar ook in smartphones worden toegepast. Dankzij state-of-the-art chemie met lithium-ion accucellen en geavanceerde systemen voor accumanagement kan elke motorfiets verder en sneller rijden en gaat hij langer mee. Daarom toetsen we of deze aanname ook geldt voor de betere accu's die wij hebben gekocht.'

Gemotiveerde afweging

Jeroen vult aan dat ze tijdens hun onderzoekswerk een testopstelling hebben bedacht. 'Zo kunnen we beter de capaciteithoeveelheid van de accu's meten zodat we straks een goed gemotiveerde afweging in kosten en prestaties kunnen presenteren aan onze opdrachtgever.'

Zuinige, groene en duurzame e-bike

De studenten willen ook de laadtoestand van de aangeschafte accu's optimaliseren en zo de gezondheid van de accu's op lange termijn verder verbeteren. Door dit project ontdekten ze de zuinige, groene en duurzame mogelijkheden van de e-bike. Vooral Jeroen, zelf motorliefhebber en bezig met zijn rijbewijs, ziet zichzelf in de toekomst wel rijden op een Zero-motorfiets.

'We hebben al een aantal keren gereden op de e-bike uit ons project, maar dit is duidelijk een verouderd model. Geef mij maar een van de nieuwste modellen, die vind ik best wel vet.'

"Dankzij state-of-the-art chemie met lithium-ion accucellen en geavanceerde systemen voor accumanagement kan elke motor iets verder en sneller rijden en gaat hij langer mee".



Foto: Mylene en Anwar



Peter en Jeroen, 2e-jaars HAN-studenten Elektrotechniek

Studenten Techniek presenteren 1ste resultaten HP-Launch

Studenten van verschillende technische bachelor- en masteropleidingen aan de HAN én van een universitaire opleiding hebben de 1ste maanden van dit studiejaar gewerkt aan deeloplossingen voor een bijzonder actueel vraagstuk. Hoe houden we ons huis warm als straks de aardgaskraan wordt dichtgedraaid?

Donderdag 1 november presenteerden studententeams tijdens een lunchbijeenkomst bij HAN Engineering de 1ste resultaten. Dat deden ze met o.a. posters om hun ideeën over HP-Launch, een duurzame warmtepomp, toe te lichten.

15 bedrijven uit de sector waren hierbij aanwezig, om feedback op de presentaties te geven. Aart-Jan de Graaf, lector Meet en Regeltechniek, opende de bijeenkomst met een welkomstwoord.

Een duurzame warmtepomp ontwikkelen en de kennis delen

HP-Launch staat voor High Performance Little Air Unit Natural Charge Heatpump. Alles draait om de ontwikkeling van deze duurzame warmtepomp. Al eerder startten 6 kennisinstituten en marktpartijen het project dat als doel heeft om binnen 2 jaar een prototype van een warmtepomp te ontwikkelen dat efficiënter is dan de huidige systemen, een aantrekkelijke kostprijs heeft en goed in bestaande woningen kan worden ingepast.

De projectresultaten worden daarna beschikbaar gesteld aan de Nederlandse warmtepompindustrie, die met alle opgebouwde kennis het product tot een betaalbaar serieproduct kan doorontwikkelen.

Als opdrachtgever heeft HP-Launch aan diverse studententeams gevraagd om een diversiteit aan deelvragen uit te werken.

Studenten aan het werk

Studenten hebben een sleutelrol in de ontwikkeling van het prototype. Zij zijn afkomstig van hbo-, master- en ook universitaire opleidingen. Zij werken aan het beantwoorden de reeks deelvragen die HP-Launch als opdrachtgever heeft ingebracht

Hbo-studenten Engineering

Begin september is een aantal 2de jaars projectgroepen in het Powerlab op het Industriepark Kleefse Waard (IPKW) gestart met het ontwikkelen van ideeën om de warmtepomp in woningen gemakkelijker inpasbaar te maken. Zij richten zich hierbij bijvoorbeeld op de behuizing van de pomp. Ook zoeken zij oplossingen om het geluid te reduceren. Studenten van de opleidingen Elektrotechniek, Industrieel Product Ontwerpen en Werktuigbouwkunde werken hieraan in gemixte teams samen.

Minorstudenten

Ook 4de-jaarsstudenten van de minor Low Ec High Tec (LEHT) zijn betrokken bij de vraagstukken rondom HP-Launch. Bouwkundedocent Peter Wienberg legde uit hoe zij in pressurecooker-sessies hun project zijn gestart. Daarna werkten de studenten in subgroepen hun oplossingen uit voor onder andere het integreren van de warmtepomp en de schoorsteenunit. De projectgroep van studenten Robin, Roos en Luuk ontving hiervoor de 1ste prijs in de Pressure Cooker Contest. Zij kregen de prijs uit handen van Roy Roessink, specialist bij Enpuls (Enexis Groep).

LEHT is een minor van de opleiding Bouwkunde die -omdat de vakgebieden bouwkunde en installatietechniek elkaar hier raken- ook vaak door studenten Werktuigbouwkunde wordt gevolgd. In LEHT wordt uitgegaan van thema's als circulaire economie, cradle2cradle en biobased materials.

"Een student Industrieel Product Ontwerpen onderzoekt als stage-opdracht hoe je een waterpomp goedkoper kan maken en gemakkelijker kan installeren."

Onderzoek voor het Lectoraat Meet- en Regeltechniek
Het Lectoraat Meet- en Regeltechniek is 1 van initiatiefnemers van het project HP-Launch. Zij bieden studenten van verschillende opleidingen stage- en afstudeeropdrachten. Enkele voorbeelden:

Een hbo-student Industrieel Product Ontwerpen onderzoekt als stage-opdracht de mogelijkheden om de warmtepomp goedkoper te maken en gemakkelijker te installeren.

Een stagiair Werktuigbouwkunde doet metingen aan warmtewisselaars en onderzoekt of de hitte die onder zonnepanelen ontstaat, kan worden toegepast als warmtebron.

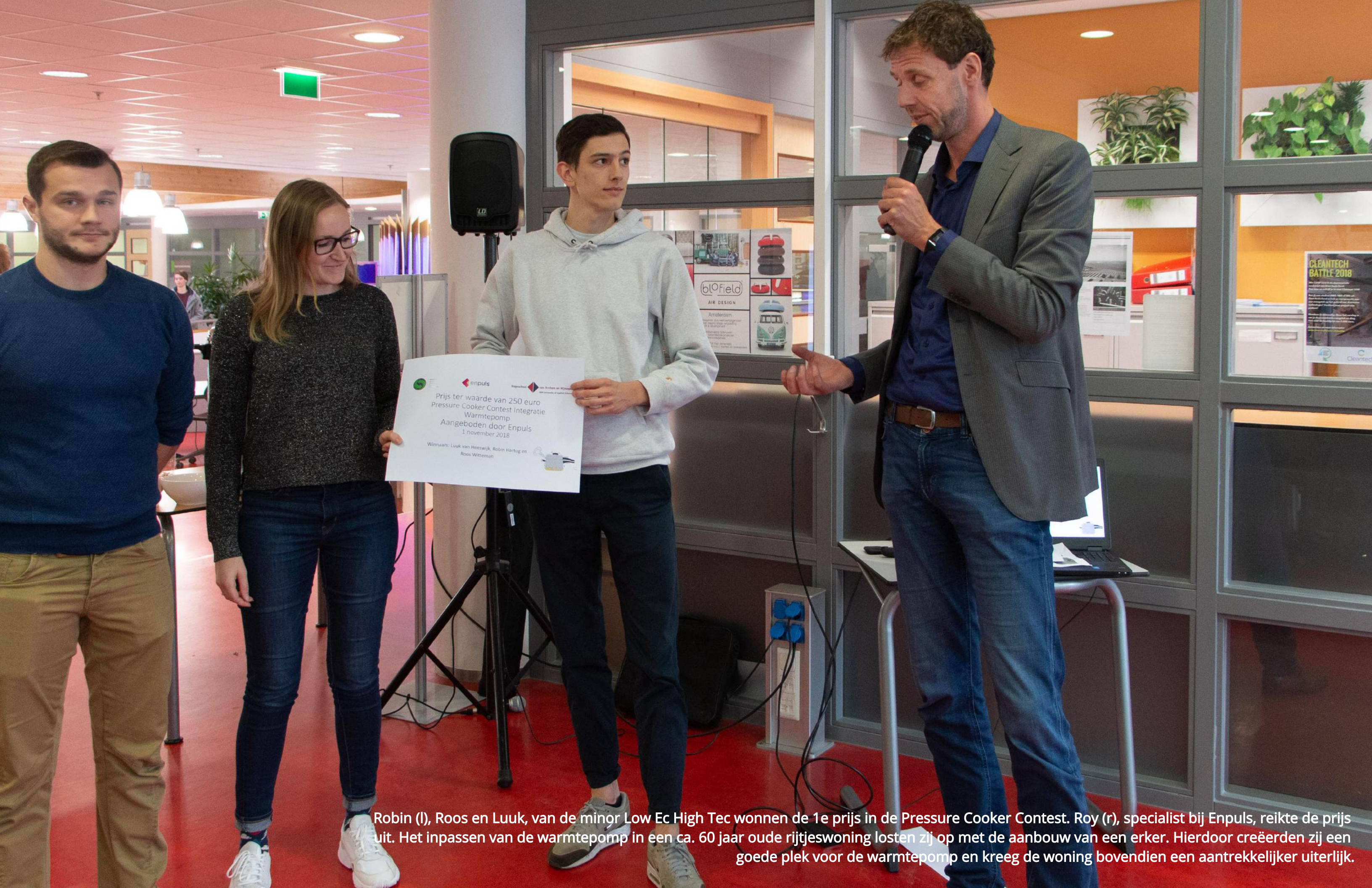
Een student van de Master Engineering Systems / Control Systems, doet bij het Lectoraat Meet- en Regeltechniek onderzoek naar de modellering van de warmtepomp.

Een student van de Universiteit Twente vond bij het lectoraat zijn afstudeeropdracht: een onderzoek naar het ontwerp van de warmtewisselaar en de luchtstroming.

Een aardige bijkomstigheid is dat deze student in het verleden hbo-Werktuigbouwkunde bij de HAN studeerde. Aan het einde van zijn TU-opleiding is hij dus terug, om opnieuw bij de HAN af te studeren, maar nu op wetenschappelijk onderwijsniveau.



Peter Wienberg (l) vertelt over de pressure cooker-methode



Robinson (l), Roos en Luuk, van de minor Low Ec High Tec wonnen de 1e prijs in de Pressure Cooker Contest. Roy (r), specialist bij Enpuls, reikte de prijs uit. Het inpassen van de warmtepomp in een ca. 60 jaar oude rijtjeswoning losten zij op met de aanbouw van een erker. Hierdoor creëerden zij een goede plek voor de warmtepomp en kreeg de woning bovendien een aantrekkelijker uiterlijk.

Engineers oogsten resultaten van een half jaar samenwerken

Ze hebben er een half jaar lang, 3 dagen per week aan gewerkt. Dinsdag 29 januari was het voor de 2e-jaars studenten Engineering tijd om de resultaten van hun intensieve samenwerking te laten zien aan opdrachtgevers en docenten.

Maar liefst 55 -vaak multidisciplinair samengestelde- projectgroepen van 3-6 studenten van de opleidingen Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde, Industrieel Product Ontwerpen en Technische Bedrijfskunde werkten het hele 3e semester aan opdrachten van bedrijven en lectoraten. Studenten konden in deze projecten de basiskennis en -vaardigheden uit het 1e studiejaar toepassen en verder uitbreiden.

Speerpunten Engineering

HAN Engineering richt zich op complexe technische vraagstukken, met daarbij de techniek van morgen en innovatie in het vizier. De speerpunten van Engineering concentreren zich rond de HAN-zwaartepunten:

Sustainable Energy & Environment (transitie naar duurzame energie), Health Technology (vergrijzing van de samenleving) en Smart Industry (Slimmer omgaan met werk dat met minder mensen moet worden gedaan). Veel van de uitgevoerde projecten sluiten aan bij 1 van deze zwaartepunten. Van de 55 projecten lichten we er 2 uit.

Zweefmolen

De opdrachtgever heeft als wens zelf een zweefmolen te bouwen, om hiermee braderieën en kermissen af te gaan. Hiervoor heeft hij een constructierapport nodig. Aan de studenten is gevraagd dit rapport op te stellen. Behalve dat de zweefmolen 24 volwassen personen moet kunnen dragen, moet hij ook op een vrachtwagentrailer passen. De projectgroep is erin geslaagd op basis van de wensen van de opdrachtgever een eindontwerp te maken.

Hiervan is een constructierapport opgesteld, waarin de volgende zaken zijn opgenomen:

- Berekeningen aan doorbuiging, torsie, materiaal, rem
- Relevante normen en wetgeving
- Simulaties met behulp van EEN (Eindige Elementen Methode)
- Selectie van de elektromotor
- Risicoanalyse
- Technische tekeningen

De studenten zijn erin geslaagd een bouwklaar ontwerp voor de zweefmolen op te leveren. Voordat hij in productie mag worden genomen, moet het constructiedossier worden gekeurd door TÜV Nord.

De studenten kijken terug op een project waarin zij alle hoofd- en deelvragen hebben beantwoord, waarin zij onderling en met de opdrachtgever goed hebben samengewerkt en waarin zij op een goede manier van elkaars kwaliteiten gebruik hebben gemaakt.

Control Suit

Remco is de bedenker van de Control Suit. Hij droeg het idee zelf aan als project. Dat is bijzonder, want gewoonlijk komen de opdrachten niet van studenten, maar van bedrijven. Zijn docenten zagen echter de kracht en het potentieel van het idee. De studenten mochten als studieopdracht een werkend prototype bouwen, om te bewijzen dat het werkt.

Een robot kan via de Control Suit razendsnel bewegingen inleren. Het is een installatie die aan het bovenlichaam, de armen en de handen van een persoon wordt bevestigd. De bewegingen die de robot later moet herhalen, worden door die persoon voorgedaan en door de Control Suit geregistreerd en opgeslagen. Zo kan een robot snel worden ingezet voor kortlopende, eenvoudige taken in een productieproces.

De studenten zijn vastbesloten om de Control Suit voort te zetten. Begin februari starten zij hun eigen onderneming.

"We leren veel van dit project, dingen die we nog niet wisten. Ook dingen die we bijvoorbeeld op school nog niet hebben gehad."

Studenten Elektrotechniek



Achtergrond

- The Flying Dutchman
- Kermisexploitant
- Kinderzweefmolen
- Wens
- Zelf bouwen



PROMO
SIGN
PRINT
RECLAME
BELETTERING
WWW.PROMOSIGN.NL

ShirtDrukke
Eerste 1000

Nieuwe groep HAN-studenten van start in Mobility Innovation Center

Ruim tachtig tweedejaars engineeringstudenten van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) starten deze week in het Mobility Innovation Center (MIC). Het MIC is gevestigd in het pand van Clean Mobility Center op IPKW. De studenten werken twee dagen per week aan 19 uitdagende projecten.

Het komende halfjaar storten studenten van de bacheloropleidingen Werktuigbouwkunde, Industrieel Product Ontwerpen en Elektrotechniek zich op opdrachten van HAN-lectoraten en bedrijven. Alle projecten hebben een relatie met mobiliteit en duurzaamheid. De studenten dragen bij aan de ontwikkeling van duurzame voertuigen, maar ook aan de betrouwbaarheid en betaalbaarheid van de elektriciteitsvoorziening.

De studenten schreven zich aan het einde van het vorige studiesemester in op een van de 19 projecten, om daar vervolgens een half studiejaar in projectgroepen aan te werken. Dat doen zij naast hun colleges, zelfstudie en tentamens.

Tijdens de startbijeenkomst, die woensdag 2 februari plaatsvond, maakten de studenten kennis met de contactpersonen van hun opdrachtgevers. Zij voerden een dag lang overleg en wisselden informatie uit, om de opdrachten zo scherp mogelijk op het netvlies te krijgen. Traditioneel werd de dag afgesloten met een borrel om elkaar goed te leren kennen.

“Het multidisciplinair samenwerken in projectgroepen is grappig en een goed concept.”

“Eindelijk werken we aan een ‘echt’ project in plaats van iets fictiefs.”

“Voor ons project krijgen we veel input van het bedrijfsleven.”

Studenten HAN Automotive



Engineering studenten presenteren projectresultaten aan opdrachtgevers

Studenten Engineering van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) sloten donderdag 27 juni hun studiejaar af met een eindpresentatie van hun semesterproject. De studenten hebben een half jaar lang, 2 dagen per week, op Industriepark Kleefse Waard (IPKW) aan hun project gewerkt.

Warmtepomp

Ruim 40 projectgroepen van 3 tot 6 studenten van de opleidingen Elektrotechniek, Industrieel Product Ontwerpen, Technische bedrijfskunde en Werktuigbouwkunde werkten het 4e semester (tweede half jaar van het tweede studiejaar) aan opdrachten van bedrijven en lectoraten.

Studenten Bas, Ricardo en Wout studeren werktuigbouwkunde en werkten afgelopen periode aan een project voor het Lectoraat Meet en Regeltechniek van de HAN. Op IPKW werkten de studenten aan de optimalisatie van luchtdoorstroming van warmtepompen op het dak.

In de toekomst kan aardgas niet meer gebruikt worden om woningen te verwarmen en zullen veel woningen op een andere wijze verwarmd moeten worden. Een warmtepomp op het dak kan, in combinatie met een CV Ketel, daarvoor een oplossing bieden. De studenten kregen de opdracht om het rendement van de warmtepomp te verbeteren door optimalisatie van de ventilator van de warmtepomp. De studenten hebben veel onderzoek gedaan en om de situatie na te bootsen hebben ze gebruik gemaakt van een testopstelling. De studenten hebben hun aanbevelingen gedaan aan het lectoraat. De opdrachtgever keek dan ook met tevredenheid terug op de resultaten van de studenten.

H2arvester

Werktuigbouwkunde studenten Mika en Luuk werkten samen met elektrotechniek student Tim aan de H2ARVESTER. De H2ARVESTER is een matrix van zonnepanelen, die zich autonoom verplaatst op landbouwgronden met als doel om meer groene energie op te wekken voor agrariërs. Echter zonder dat de agrariër landbouwgrond hoeft in te leveren.

Nieuw studiejaar

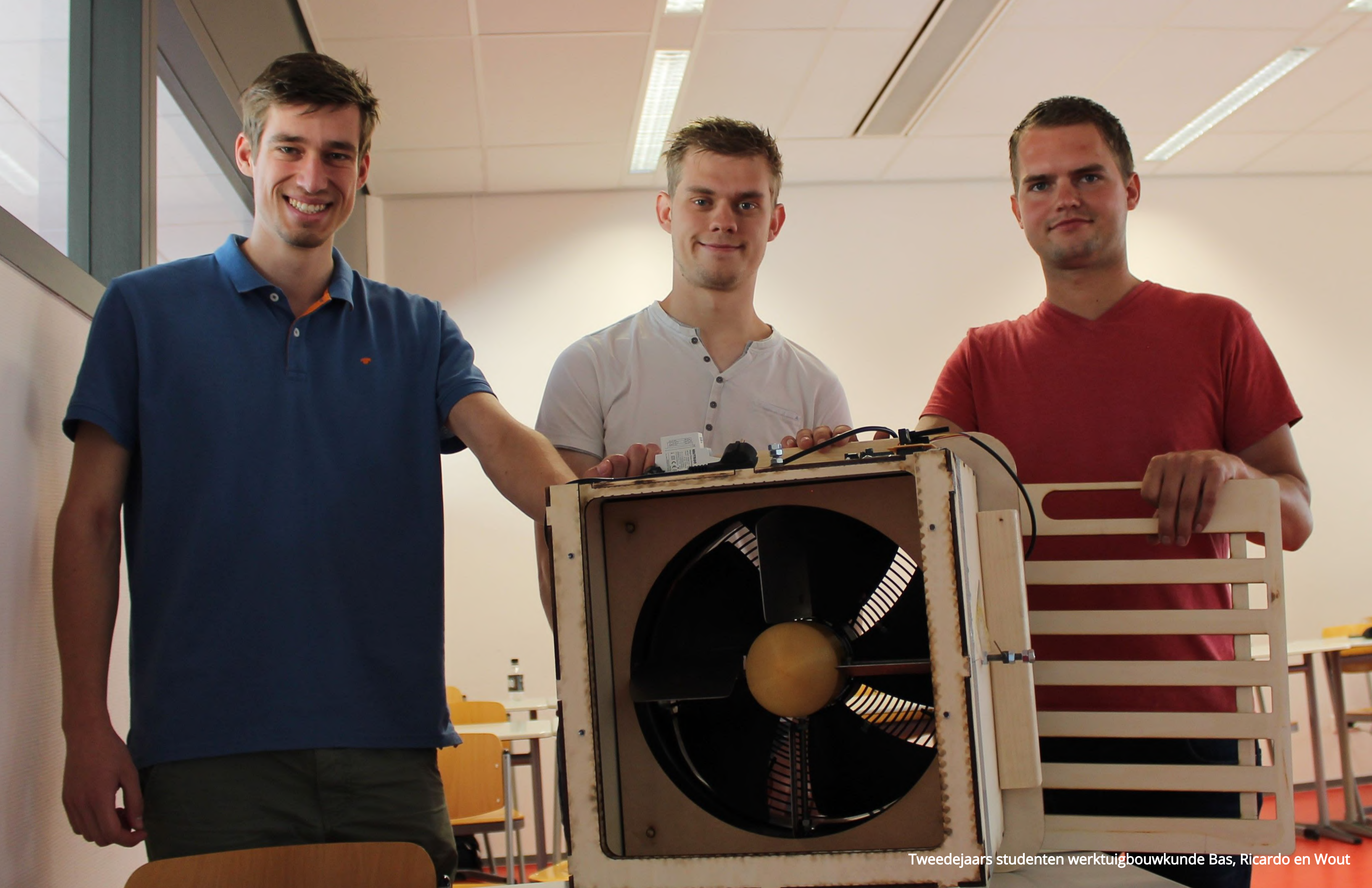
Na onderzoek te hebben welke technieken er al beschikbaar zijn, hebben de studenten diverse concepten bedacht. In overleg met de opdrachtgever is er een concept verder uitgewerkt. Zo hebben de studenten een 3D CAD model gemaakt van een concept H2ARVESTER. Daarnaast hebben de studenten de opdrachtgever aangeraden om een schaalmodel van hun ontwerp te maken, om zo goed te kunnen testen. Zowel de studenten als de opdrachtgever spreken over een leerzame periode en een prettige samenwerking.

Vanaf september zullen er weer studenten uit het tweede studiejaar van engineeringopleidingen werken aan nieuwe projecten op IPKW of bij het bedrijf op locatie. De studenten hebben afgelopen donderdag tijdens de Meet & Greet hun potentiële opdrachtgevers kunnen ontmoeten. Deze week zullen de studenten en opdrachtgevers te horen krijgen hoe de projectgroepen worden vormgegeven.

"Het samenwerken is lastig, maar je leert wel veel van elkaar."

Het is leuk dat we op IPKW mogen werken, alleen zouden we meer interactie willen met de bedrijven op het park.

Studenten Cubesat



Tweedejaars studenten werktuigbouwkunde Bas, Ricardo en Wout

Succesvolle proef met elektrische deelfietsen in Arnhem

De proef met elektrische deelfietsen bij IPKW en De Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) is met ruim 200 gebruikers meer dan geslaagd en wordt daarom verlengd tot maart 2020. De gebruiker die in de proefperiode van drie maanden de meeste kilometers heeft gefietst mocht een elektrische fiets uitzoeken. Dit e-deelfietsproject is een mooi voorbeeld binnen het programma Slim & Schoon Onderweg hoe we in de regio Arnhem Nijmegen forenzen kunnen stimuleren om duurzaam te reizen.

Onder het motto 'Maak de fietser in je los' werden medewerkers en studenten gestimuleerd om gebruik te maken van de gratis e-deelfietsen. De gebruiker die de meeste kilometers had gefietst, won een persoonlijke elektrische fiets. Met een ruime voorsprong mocht Maureen Klaassen van Platowood, gevestigd op IPKW, afgelopen zomer een e-bike uitzoeken bij Zoever in Nijmegen.

Maureen: "Ik heb de elektrische deelfiets veel gebruikt voor woon-werkverkeer. Ik woon in Zevenaar en met de snelfietsroute tussen Arnhem en Zevenaar ben ik tijdens de drukke spits sneller met de fiets in Arnhem dan met de auto. Ook is het heerlijk om na het werk even je hoofd leeg te maken tijdens het fietsen en geen stress te ervaren in het drukke verkeer."

Medewerkers en studenten kunnen gratis e-deelfietsen gebruiken. De 20 beschikbare fietsen worden geregistreerd met de bijbehorende app van deelplatform Amber. Het in- en uit checken kan bij de hubs op de HAN en IPKW, die tevens oplaadstation zijn voor de fietsen. Na de proefperiode van drie maanden hebben studenten van de HAN de gegevens geanalyseerd om inzicht te krijgen in het gebruik van en behoefte aan deze deelfietsen in Arnhem.

Uit cijfers blijkt dat de fietsen veel zijn gebruikt door studenten van de HAN voor korte ritjes tussen de HAN en IPKW, maar ook door medewerkers op IPKW voor zakelijke afspraken in Arnhem en woon-werkverkeer.



"De deelfietsen zijn erg populair en zijn continu in gebruik. Ik ben enorm trots om te zien dat het zo goed aanslaat. We overwegen nu zelfs om meer fietsen in te gaan zetten."

Na een rustige zomerperiode is het aantal gebruikers inmiddels verdubbeld ten opzichte van de proefperiode. Kevin Rijke, directeur IPKW: "De deelfietsen zijn erg populair en zijn continu in gebruik. Ik ben enorm trots om te zien dat het zo goed aanslaat. We overwegen nu zelfs om meer fietsen in te gaan zetten."

Arno van der Steen, projectleider: "Een student van de HAN gaat tot maart 2020 nog meer analyses uitvoeren op het gebruik van de fietsen. Door middel van enquêtes willen we ook de ervaringen van de gebruikers in kaart brengen. Met deze gegevens kunnen we bepalen of we dit succesvolle concept ook op andere plekken kunnen uitrollen".

Om een stap te kunnen zetten naar een schonere en beter bereikbare regio hebben IPKW en de HAN, in samenwerking met e-bike to go en Amber, het e-deelfietsproject opgezet. Het project wordt mogelijk gemaakt door VNO-NCW Midden als onderdeel van het programma Slim & Schoon Onderweg.

Een stagiair Werktuigbouwkunde doet metingen aan warmtewisselaars en onderzoekt of de hitte die onder zonnepanelen ontstaat, kan worden toegepast als warmtebron.

Een student van de Master Engineering Systems / Control Systems, doet bij het Lectoraat Meet- en Regeltechniek onderzoek naar de modellering van de warmtepomp.

Een student van de Universiteit Twente vond bij het lectoraat zijn afstudeeropdracht: een onderzoek naar het ontwerp van de warmtewisselaar en de luchtstroming.

Een aardige bijkomstigheid is dat deze student in het verleden hbo-Werktuigbouwkunde bij de HAN studeerde. Aan het einde van zijn TU-opleiding is hij dus terug, om opnieuw bij de HAN af te studeren, maar nu op wetenschappelijk onderwijsniveau.



LB

CB

othe

AB

BB

LB

Diverse proefritten gemaakt tijdens de onthulling van het e-deelfietsproject

Succesvolle start Workshop LEGO Mindstorms voor leerlingen havo/vwo

Hoe maak je havisten en vwo'ers enthousiast voor een technische studie? Nou, bijvoorbeeld door ze kennis te laten maken met programmeren. Dat gebeurde tijdens de 1e LEGO Mindstorms workshop op Industriepark Kleefse Waard (IPKW) in Arnhem. 30 leerlingen van het Almende college Isala deden mee. En hoe!

De workshops LEGO Mindstorms zijn een initiatief van IPKW, de HAN, IIME en het Sustainable Electrical Energy Center of Expertise (SEECE). Ze zijn bedoeld voor leerlingen met bètavakken uit 3/4 havo en vwo. Workshops duren 3 uur en worden de rest van dit schooljaar enkele malen per week gratis aangeboden op het IPKW-terrein in Arnhem. Scholen kunnen zich hiervoor bij de HAN aanmelden door te mailen naar techniekvoorlichting@han.nl.

Aan het einde van de middag kregen de leerlingen de opdracht om zelf een creatieve missie te bedenken voor de robot. En aan creativiteit geen gebrek: er waren zelfs dansende robots.

Niet alleen de organisatie kijkt terug op een geslaagde 1e workshop, vooral de scholieren reageerden erg enthousiast: "We kunnen zelf lekker programmeren en alles uittesten". Ook de docenten waren verrast: "Leerlingen pakken het snel op. Na de pauze gingen ze gelijk weer aan de slag!"

Hulp door HAN-studenten Leraar Natuurkunde

Niet alleen scholieren werden tijdens de workshop opgeleid. Ook studenten van de HAN-opleiding Leraar Natuurkunde waren er om bij te dragen aan de workshop. Zo komen zij tijdens hun opleiding ook in aanraking met programmeren. Iets dat zij in hun toekomstige baan zeker gaan gebruiken.

Hulp door HAN-studenten Leraar Natuurkunde

De workshops worden gehouden in kader van het samenwerkingsproject The O-Zone opent in een nieuw venster. In dit project werken Industriepark Kleefse Waard (IPKW), de HAN opent in een nieuw venster, IIME opent in een nieuw venster en het Sustainable Electrical Energy Center of Expertise samen aan het creëren van hybride leeromgevingen als fundament voor een duurzame samenwerking tussen bedrijfsleven en onderwijs.

Met deze workshops willen deze partijen ervoor zorgen dat leerlingen enthousiast worden voor een technische studie én dat zij een goed beeld krijgen van wat een technische studie inhoudt.

“Zelf lekker programmeren en uittesten”

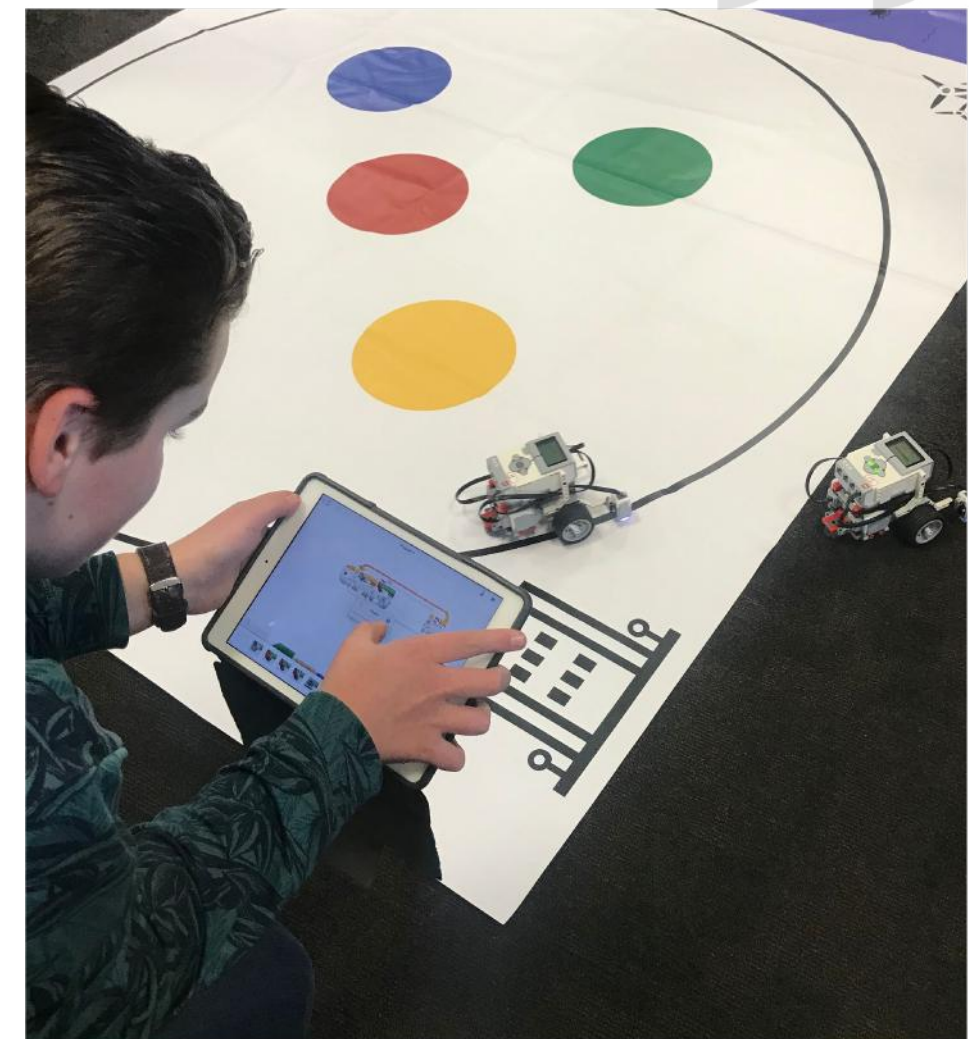




Foto: leerlingen besturen de LEGO Mindstorms robot

O-Zone-studenten presenteren tussentijdse resultaten aan opdrachtgevers

Zestig engineeringstudenten van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) gaven 6 november tussenpresentaties aan hun opdrachtgevers. Ze maken onderdeel uit van het project The O-Zone, waarin zij samen met bedrijven en onderzoekers aan actuele energievraagstukken werken.

De studenten zijn sinds september actief in het Mobility Innovation Center (MIC) en het Powerlab op Industriepark Kleefse waard (IPKW) in Arnhem. Zij werken in multidisciplinaire groepen aan opdrachten van bedrijven en lectoraten van de HAN. Elke projectgroep bestaat uit een mix van de opleidingen Elektrotechniek (Industrial Power Systems en/of Embedded Systems), Industrieel Product Ontwerpen en Werktuigbouwkunde. Projectgroepen werken een half jaar lang, drie dagen per week aan hun opdracht. Ieder aan een gedeelte dat bij zijn of haar opleiding past. Studenten werken samen aan het grote geheel.

Freestafel

Een van de projecten is het ontwerpen en realiseren van een freestafel voor HAN Bouwkunde. Studenten Tim, Sjoerd, Bernard en Romar dienen deze tafel niet alleen te ontwerpen, maar ook te realiseren. "Dat is juist het gave aan dit project", vinden de studenten. De freesmachine dient eind januari werkend te worden opgeleverd, zodat studenten van Bouwkunde in de werkplaats hun producten kunnen frezen. Zoals de studenten zelf zeggen: 'voor en door studenten'.

De studenten zijn aan de slag gegaan met onderzoek. Zo hebben zij andere freesmachines op de hogeschool bekeken en via YouTube veel inspiratie op gedaan. Door middel van morfologisch onderzoek hebben de studenten, samen met de opdrachtgever, hun eerste concept bepaald. Voor de conceptkeuzes van de freesmachine overlegden de studenten met hun opdrachtgever. Tijdens de presentatie geeft de opdrachtgever aan tevreden te zijn met het werk van de studenten. "Ik spreek de studenten wekelijks en ben blij met het proces en voortgang". De studenten bevinden zich op dit moment in de detailleringfase en maken de tekeningen gereed om eind november te starten met de realisatiefase.

O-Zone

The O-Zone is een hybride leeromgeving op het IPKW in Arnhem. In deze omgeving werken studenten van de HAN met bedrijven en lectoraten aan energieprojecten, binnen hun reguliere curriculum. Studenten maken kennis met de nieuwste technologieën en actuele vraagstukken.

"Door te werken met studenten van verschillende studiejaar leer je veel van elkaar"

Studenten HAN Automotive



V.l.n.r: Maen, Dominique, Jonathan, Esmee en Tony



Morfologisch overzicht

Duurzame oplossingen voor alledaags gebruik door studenten op IPKW

Vanaf het 2e studiejaar brengt een aantal studenten van de opleidingen engineering en automotive een groot deel van hun tijd door op IPKW. Daar werken zij in het 3e en in het 4e semester van hun opleiding aan projecten. Het vinden van duurzame oplossingen voor alledaags gebruik en samenwerken met studenten van andere opleidingen staat hierin centraal.

Een projectgroep kan groot zijn en uit 15-20 studenten bestaan, maar er zijn ook opdrachten die met 2 tot 4 man/vrouw kunnen worden uitgevoerd. Soms zijn opdrachten nieuw, maar vaak ook borduurt een projectgroep voort op het werk van een eerdere studentengroep.

De studenten volgen de opleidingen Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde, Industrieel Product Ontwerpen en soms Automotive of Technische bedrijfskunde. Omdat Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde en Automotive bij de HAN ook in het Engels wordt gegeven, zijn er projectgroepen waarin Engels de voertaal is.

Uit de vele projecten die van september 2019 tot en met februari 2020 dit jaar lopen, pikken we er 3 uit, om in de schijnwerpers te zetten.

Project HPV: vervoer zonder brandstof of batterijen

HPV staat voor Human Powered Vehicle: een met menselijke spierkracht aangedreven voertuig. De aandrijving van een HPV kan elektrisch zijn, maar alle energie die daarvoor nodig is, moet door de gebruiker zelf worden opgewekt. Dus geen batterijen, geen brandstof, maar puur natuur.

Het ontwikkelen van een HPV is een behoorlijk omvangrijke klus. Vandaar dat liefst 16 studenten hieraan samenwerken. 4 studenten Industrieel Product hebben het ontwerp van de HPV gemaakt.

6 studenten Werktuigbouwkunde zijn verantwoordelijk voor de constructie: een zelfdragende carrosserie, die is opgebouwd uit 3D-geprinte delen. 6 studenten Elektrotechniek hebben de taken passend bij hun differentiatie verdeeld: het elektrisch systeem en de aandrijving worden ontwikkeld door studenten Industrial and Power Systems en de slimme user interface en het dashboard worden gemaakt door studenten Embedded Systems.

6 studenten Elektrotechniek hebben de taken passend bij hun differentiatie verdeeld: het elektrisch systeem en de aandrijving worden ontwikkeld door studenten Industrial and Power Systems en de slimme user interface en het dashboard worden gemaakt door studenten Embedded Systems.

De opdrachtgever is ontwerper Michiel van der Kley, die bekend is als meubeldesigner en als ontwerper van de grootste 3D-geprinte betonnen fietsbrug ter wereld.

Met net 8 weken achter de rug en nog 16 voor de boeg tonen de studenten de HPV, zoals deze er nu bij staat.

Kéke, Sancho, Jorg, Zoë, Jens, Timo, Nathan en Freek werken aan de meest ideale manier om de warmtepomp in het skid te plaatsen.

Project Skid: voor de toekomst

Nederland gaat van het aardgas af. Daarom moet in de nabije toekomst de verwarmingsinstallatie in veel woningen worden aangepast. Verwarmen met een warmtepomp ligt als alternatief voor de hand. Opdrachtgever Ordelman & Dijkman Installaties wil een unit ontwikkelen die in de werkplaats op maat wordt geassembleerd: met warmtepomp, warmtewisselaar, leidingen, regelsystemen en alles wat erbij hoort. De complete installatie wordt daarna op de bouwplaats in 1 keer onder het dak van de nieuwbouw- of renovatiewoning getild. Zo'n kant-en-klare unit heet een skid. Eenmaal op zijn plek worden de leidingen van de installatie aangesloten op de leidingen in de woning.

Ordelman & Dijkman zet studenten in voor de ontwikkeling van het skid. Op dit moment werken 2 groepen aan de meest ideale manier om de warmtepomp in het skid te plaatsen. Enkele studenten onderzoeken of en hoe de huidige warmtepomp met dezelfde hoofdcomponenten opnieuw kan worden gebouwd, maar dan met een aangepaste vormgeving.

De anderen doen onderzoek naar de communicatie tussen de warmtepomp en de overige installatiecomponenten. Deze studenten bouwen voort op het werk van studenten die vorig schooljaar aan de basis van de ontwikkeling stonden.

De studenten uit beide projectgroepen staan samen op de foto. Zij studeren Werktuigbouwkunde, Industrieel Product Ontwerpen en Elektrotechniek (ES en IPS) en werken in het Powerlab op IPKW aan hun project.

Project Wattsun: de volgende stap

Tijdens zijn opleiding Industrieel Product Ontwerpen ontwikkelde Koen Olieslagers de Wattsun pop-up power en richtte hij zijn bedrijf Wattsun op, gevestigd in het Greenhouse op IPKW. De Wattsun pop-up power is een stapelbaar (modulair) batterijsysteem dat kan worden ingezet om locaties tijdelijk van stroom te voorzien. Denk aan festivalterreinen of bouwlocaties. Geen herrie, stank en CO₂-uitstoot door dieselgeneratoren en geen lange kabels. De voordelen zijn duidelijk.

Dat was in 2015. Koen is nu terug bij de HAN, maar nu als zelfstandig ondernemer met een paar interessante onderzoeksopdrachten. Hij wil zijn batterijsysteem verder ontwikkelen.

Het HAN-Lectoraat Meet- en Regeltechniek heeft de opdracht aangenomen en toevertrouwd aan studenten Ivo Bosman en Noura Alboushi Aldabbagh. Beiden studeren Electrical and Electronic Engineering, de Engelstalige variant van de bacheloropleiding Elektrotechniek en werken in het Powerlab op IPKW aan de volgende taken:

Onderzoek wat het optimale laad- en ontlaadsysteem is voor het bestaande Wattsun batterijsysteem;
Bepaal hoe je meerdere modulaire batterijsystemen op het net kunt aansluiten en hoe deze optimaal kunnen worden geregeld;
Bepaal welk type PV-paneel (=zonnepaneel) en laadsysteem het meest geschikt is voor off-gridtoepassing (dus los van het lichtnet) en het beste past bij het bestaande Wattsun-concept: modulair, draagbaar en plug & play.



Achterste rij, v.l.n.r.: Youp, Wisun, Joost, Jolien, Pete, Naichel, MacRobb en Tom
voorste rij: Joshua, Joris en Thijs.

Airhunters Dock Office geland op steiger IPKW

De duurzame transportoplosser Airhunters heeft een nieuwe mijlpaal bereikt met de plaatsing van misschien wel het meest duurzame kantoor van Nederland, grotendeels gemaakt van afvalplastics. Na maanden van voorbereiding is afgelopen zaterdag in alle vroegte het kantoor van 8 meter breed en bijna 4 meter hoog vanaf zijn tijdelijke bouwlocatie verplaatst naar de oude industriesteiger in de voormalige haven van IPKW.

Afval plastics

Met uitzondering van de stalen constructie is het kantoor grotendeels gemaakt van afvalplastic die anders verbrand zouden worden. In totaal is er circa 10 ton laagwaardig afvalplastic verwerkt. De verwachte levensduur in de huidige vorm is meer dan 100 jaar.

De vloerbedekking van het kantoor is gemaakt van gerecyclede petflessen en de binnenzijde van het dak en de wanden zijn gemaakt van ruim 1 kilometer aan populieren latten, afkomstig van het duurzame initiatief Peppelhout. Naast duurzame isolatie wordt het dak ook nog bekleed met groen sedum.

Inspirerende plek

Op 6 meter boven het water van de zijtak van de Neder-Rijn op een oude industriesteiger op IPKW is Dock Office geplaatst. Een inspirerende plek voor iedereen die geïnteresseerd is in circulaire en innovatieve bouwconcepten met afvalplastics.

Airhunters Dock Office is een onderdeel van de campagne van coöperatie Plastic Fantastic. Hiermee wordt de potentie van bouwen met afvalplastic onder de aandacht gebracht. Naast werken in de Dock Office wordt ook hard gewerkt aan de uitbreiding van het concept Save Homes.

Het Dock Office is een samenwerking tussen de IPKW'ers Plastic Fantastic, initiatiefnemer Airhunters en Collectief Soepel is verantwoordelijk voor het ontwerp en de realisatie.



“We zijn blij dat we dit initiatief zo’n mooi plekje hebben kunnen geven op IPKW. Dit project is een prachtvoorbeeld van circulair ondernemen: het hergebruik van alle reststoffen op het terrein.”

Kevin Rijke, directeur IPKW



Studenten Robert, Samantha en Jeffrey bij Save Plastics aan het werk

ElaadNL zet HAN-studenten in voor onderzoek testlab

Techniekstudenten van de HAN University of Applied Sciences doen sinds september onderzoek naar een toekomstige testfaciliteit voor het laden van elektrische voertuigen. De opdrachtgever, stichting ElaadNL, hecht veel waarde aan zijn band met onderwijsinstellingen. 'We zijn mede gegroeid door studenten.'

De opdracht die de HAN-studenten van ElaadNL kregen, staat aan de basis van een zogenaamd S3-project. In dit soort projecten werken tweedejaars techniekstudenten structureel aan projecten voor bedrijven en onderzoeksgroepen. Zij leren in multidisciplinair verband samenwerken aan opdrachten die bijdragen aan een duurzame wereld.

Een goede ontwikkeling, vindt Rick Roor, relatiemanager & test engineer bij ElaadNL. Hij was drie jaar geleden zelf student op de HAN, waar hij de opleiding Automotive volgde. Hij leerde veel over brandstofmotoren, maar koos uiteindelijk voor een duurzame richting. 'Uiteindelijk zal een auto een grote computer op wielen zijn, die – denk ik – vooral in grote steden rijdt.'

Laadinfrastructuur

Studenten die zich willen onderdompelen in duurzame mobiliteit zijn bij ElaadNL aan het juiste adres. De stichting werd in 2009 opgericht door netbeheerders, waaronder twee key-partners van SEECE: Alliander en TenneT. In deze tijd betraden de eerste stekkerauto's het Nederlandse wegennet. Er waren nauwelijks laadmogelijkheden en wegenwachtsservices waren niet toegerust op elektrische voertuigen met een lege accu.

Het primaire doel van ElaadNL was destijds: laadinfrastructuur aanleggen op strategische punten in heel Nederland. 10.000 stuks, om precies te zijn. In die periode deed de stichting veel kennis op over laadinfrastructuur. ElaadNL-technici werkten bijvoorbeeld aan transactiesystemen voor laadpalen en standaardisatie. Dat was geen overbodige luxe. 'Sommige mensen reden met tien verschillende stekkers in hun achterbak, zodat ze overal konden laden', zegt Roor.

Nadat 3500 laadpunten gerealiseerd waren, stopte ElaadNL met het aansluiten van laadpalen. 'De markt pakte het op. Toen het commerciële plaatje in zicht kwam, heeft ElaadNL gezegd: wij trekken onze handen er vanaf, anders hebben we invloed op de concurrentie. Dat wilden we niet, we zijn tenslotte een stichting.' ElaadNL ging door als een kennis- en innovatiecentrum op het gebied van slimme laadinfrastructuur.

Vraag en aanbod balanceren

Het doel van dit centrum is om de negatieve invloed van laadpunten op het elektriciteitsnet te minimaliseren. Elektrische auto's vragen veel capaciteit van de energie-infrastructuur. 'Een volle batterij van een grote Tesla Model S - goed voor circa 450 tot 500 kilometer rijden - staat gelijk aan de gemiddelde elektriciteitsbehoefte van een gezin, bestaande uit twee ouders en twee kinderen, voor een hele week.'

De uitdaging van ElaadNL wordt met de tijd groter. Omdat de batterijen van auto's steeds meer capaciteit hebben, groeit de vraag naar laadpalen met een groot vermogen. Oftewel: laadpunten die voertuigen sneller van stroom voorzien. Daarbij wordt verwacht dat steeds meer bussen en zelfs vrachtwagens elektrisch gaan rijden. Ook die moeten snel van energie worden voorzien. 'Die krijgen een stroomstoot en gaan door met de distributie van goederen. Als die stilstaan, wordt er niets verdiend.'

De stichting wil een speciaal testlab opzetten voor het onderzoek naar laden met grote vermogens. 'In eerste instantie hadden wij het plan om testen in de publieke ruimte uit te voeren. Bijvoorbeeld op een busstation, waar dergelijke laadpunten aanwezig zijn. Maar het is bij nader inzien gewenst om daar een lab voor op te richten dat is afgesloten van andere elektronische apparatuur.' Het lab moet samen met laadpaalfabrikanten, onderzoekscentra en kennisinstututen tot stand komen.

De rol van studenten

Een van die kennisinstututen is de HAN. De stichting zocht destijds engineeringstudenten om te onderzoeken welke apparatuur, software en constructies nodig zijn voor zo'n lab. Roor kwam via het Sustainable Electrical Energy Centre of Expertise (SEECE) in contact met de HAN en formuleerde een opdracht waar studenten zich voor konden inschrijven. Momenteel werken twee studenten elektrotechniek en drie studenten werktuigbouwkunde aan het project.

De studenten leveren eind januari 2020 een concept aan voor het testlab. 'Dat is een concept met alle spullen die we nodig hebben en hoe we die willen indelen. Bijvoorbeeld wat voor materialen we nodig hebben voor technische constructies. En ze berekenen wat voor gewicht en krachten die kunnen hebben. Dat is geschikt voor de werktuigbouwjongens. De elektrotechniekstudenten zijn meer bezig met de meetapparatuur, de software en de aansluiting.'

De samenwerking met studenten is niet alleen van belang voor het nieuwe testlab van ElaadNL, het is ook een manier om de band tussen de HAN en de stichting te versterken. Een band waar beide partijen baat bij hebben. 'Wij zijn heel erg gericht op vernieuwing en innovatie; de meest recente nieuwtjes willen wij weten. De HAN heeft een groot netwerk aan bedrijven waar wij misschien weer kennis kunnen opdoen. Daarnaast kunnen we de HAN helpen om lesmateriaal te verbeteren.'

Het is niet de eerste keer dat ElaadNL met het onderwijs samenwerkt, laat Roor weten. 'ElaadNL is mede gegroeid door studenten. De stichting is als best een klein clubje begonnen, maar door het grote aantal onderzoeken door de jaren heen, trokken we veel onderzoeksstagairs aan. In eerste instantie deden we dat via universiteiten, maar de laatste tijd zijn we druk bezig met de HAN omdat we ook veel in de uitvoering bezig zijn.'

"Het is een hele uitdaging want er moet veel gebeuren, maar dat maakt het ook wel leuk."

"Het is leuk om een keer ergens anders te werken dan op school."

Studenten Elektrotechniek

↗
Elaad Testplein ↘

Studenten verbeteren warmtepomp in HP-Launch-project

In HP-Launch werken kennisinstituten, bedrijven en studenten samen aan een prototype van een duurzame warmtepomp voor bestaande woningen. Studenten van het instituut Engineering verbeteren het ontwerp in deelprojecten.

Veel Nederlandse woningen gaan van het gas af. Deze ontwikkeling zorgt voor een grotere elektriciteitsvraag voor de verwarming van woningen in de winter. Door als HAN University of Applied Sciences te werken aan projecten op dit gebied, wordt een bijdrage geleverd aan balanceren van het elektriciteitsnet. Vooral een warmtepomp die samenwerkt met een HR-ketel (hybride warmtepomp) en waarbij gestuurd kan worden tussen verwarmen met gas of verwarmen met elektriciteit, kan helpen om te komen tot een gebalanceerd energiesysteem.

In 2018 werd HP-Launch in het leven geroepen, voluit: High Performance Little Air Unit Natural Charge Heatpump. Een betaalbare, duurzame warmtepomp die eenvoudig kan worden ingebouwd in bestaande woningen en die kan samenwerken met een ketel, dat is het doel van HP-Launch. In dit project, een samenwerking van de HAN en verschillende externe organisaties, wordt door studenten op diverse fronten en in verschillende delen bijgedragen aan de warmtepompontwikkeling.

Studententeams

Tweedejaars studenten werktuigbouwkunde Bas, Ricardo en Wout kozen bewust voor een project van HP-Launch. 'Want', aldus het drietal, 'de warmtepomp is 'hot'. Daar gaat iedereen in de toekomst zeker mee te maken krijgen.' De drie kregen als opdracht: 'verbeter het rendement van de ventilator'. Meer eruit halen met minder stroom.

Geen eenvoudige klus, zeker niet voor studenten werktuigbouwkunde die doorgaans gewend zijn te werken met tastbare materialen als staal. Hierbij gaat het om lucht, een compleet onzichtbaar medium. Om dit toch concreet te maken, werd eerst een testopstelling gebouwd. Daaraan werden touwtjes bevestigd en door die te filmen, en vervolgens de film in slow motion af te spelen, kon de hoeveelheid lucht en het effect daarvan gemeten worden. Ricardo: 'Dat was noodzakelijk, want meten is weten.'

Prototype

Vijf maanden lang werkte het drietal aan de opdracht. Ze moesten hun plan van aanpak opstellen, beschrijven wat ze gingen doen om hun doelstelling te halen. 'Halverwege het proces heb ik weleens gedacht: dit komt niet goed', aldus Wout. Uiteindelijk hebben ze toch een prototype ontwikkeld om de werveling die de ventilator produceert aan de blaaszijde eruit te filteren zodat deze minder energie gebruikt om dezelfde hoeveelheid lucht te verplaatsen. Het resultaat: de luchthoeveelheid steeg, bijna tegen de verwachting van de studenten in.

Rob ter Steeg, opdrachtgever en onderzoeker namens HP-Launch is onder de indruk. Bas, Ricardo en Wout scoorden een 8 voor de uitvoering van hun project.

Meerdere disciplines

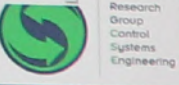
Deze opdracht is slechts een van de vele die op de HAN worden uitgevoerd ten behoeve van HP-Launch. Zo wordt op allerlei verschillende fronten en bij verschillende disciplines gewerkt aan de totstandkoming van een compacte warmtepomp, die straks in productie kan worden genomen en op de markt gebracht. Hiervoor wordt dan ook samengewerkt met partners uit het bedrijfsleven.

Ricardo gaat in zijn derdejaars stage dit project nog verder uitwerken om te komen tot een concreet en bruikbaar product. Daarvoor neemt hij een opdracht over van een masterstudent, die momenteel zijn werkzaamheden afrondt. Bas gaat zich bezighouden met het ontwerp van een warmtewisselaar, Wout richt zich op de fabricage.

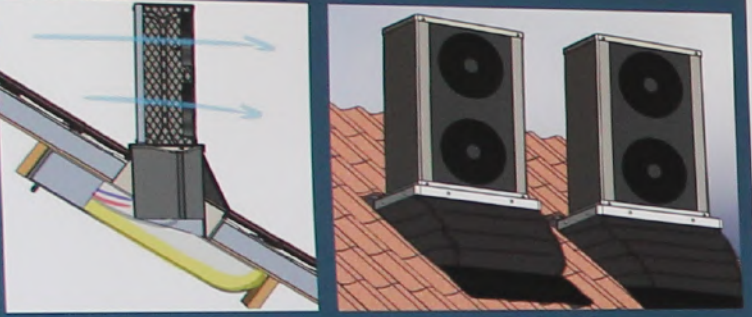
HP-Launch-stage

Alle drie gaan ze dus door met het project in het derde jaar van hun studie. Ze kiezen ervoor hun stage uit te voeren bij HP-Launch. Want, zeggen ze: 'We vinden de warmtepomp een interessant onderwerp en willen hier graag verder mee. Meestal ben je maar een schakeltje in het project en hierbij zijn we waarschijnlijk tot het eind toe betrokken. Dan zie je resultaat, dat is het mooiste.'

De resultaten van HP-Launch worden kosteloos beschikbaar gesteld aan de Nederlandse warmtepompindustrie, die het product verder kan ontwikkelen tot een betaalbaar serieproduct. De projectpartners willen de warmtepompindustrie na HP-Launch ondersteunen om de ontwikkelde kennis naar de markt te brengen. HP-Launch moet ook de concurrentiepositie van de Nederlandse warmtepompfabrikanten versterken. Elementen uit deze ontwikkeling zijn tevens geschikt voor alternatieve systemen, zoals warmtepompen met bodembron- of koelinstallaties.


ESBE ENERGY FOR SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT

Roof heat-pump

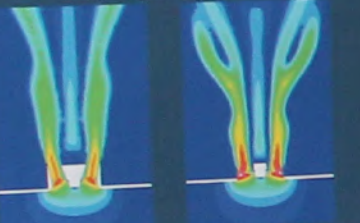


For easy maintenance the heat pump can be lowered through the roof. The airflow behind the fan has an axial speed and a radial speed. The radial speed will obstruct the axial airflow. Therefore we have to remove it.

The project objectives:

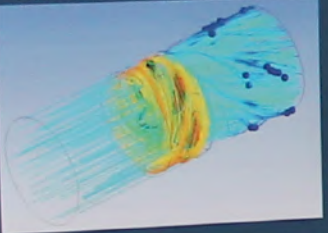
- Redirect the radial speed and remove the swirl
- Reduce the noise level with 2dB
- Improve the efficiency


Air velocity



With diffuser Without diffuser

The swirl within the airflow




ESBE Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
 HAN University of Applied Sciences



Tweedejaars studenten werktuigbouwkunde Bas, Ricardo en Wout

Eigen waterstofvoertuig weer een stapje dichterbij

Binnen het SEE-project Waterstof & Mobiliteit is de uiteindelijke ambitie duidelijk: een eigen voertuig op waterstof ontwikkelen. Met het elektrificeren van een Fiat Doblo en het ontwikkelen van een aan te koppelen 'range extender' op waterstof, komt de HAN weer een stapje dichterbij dat doel.

De e-Doblo en het ontwikkelen van de speciale waterstof-aanhanger (ook wel 'range-extender' genoemd) zijn 2 van 12 deelprojecten binnen het speciale project E-motions: in het leven geroepen om kennis rondom het elektrificeren van voertuigen op waterstof te vergroten. Iwan van Bochove is operational manager van het Mobility Innovation Center (MIC) en opdrachtgever van de 12 studenten die aan het project meewerken.

Rijdende voorbeeldprojecten als doel

Wat is er nu precies aan het gebeuren met die e-Doblo en die raadselachtig genaamde 'range-extender'? "Kort gezegd zijn we bezig om de Doblo elektrisch te maken. Dat is niet per se nieuw, maar de combinatie met waterstof wel. Er komt dus een 'range-extender' achter te hangen: wat eigenlijk een soort karretje is voor een brandstofcelsysteem op waterstof. De bedoeling van dit project is dat we die voertuigen daadwerkelijk rijdend kunnen krijgen, als echte voorbeeldprojecten. Het brandstofcelsysteem komt trouwens op een ludieke manier achter de Doblo te hangen: we hebben een autosloopbedrijf bereid gevonden een 2e Doblo doormidden te zagen, zodat we daar alles in weg kunnen werken."

Uitbreiden van ervaring, kennis en vaardigheden

Er wordt gedurende de projecten veel geleerd. En dat is eveneens precies de bedoeling. "We doen er veel ervaring mee op op het MIC en we breiden er de kennis en vaardigheden binnen de HAN mee uit. Praktisch werken met elektrische voertuigen en batterijen is nog vrij onbekend terrein: het is strikt noodzakelijk dat studenten ook een goede training krijgen als ze bijvoorbeeld met batterijen gaan klussen. Iedere keer als we hier een voertuig- of batterijproject gaan doen, krijgen de studenten zo'n training. En als het waterstoflab op het IPKW opengaat, zullen daar de brandstofsysteem gebouwd en getest worden."

Rijdende voorbeeldprojecten als doel

Toch klinkt het Doblo-project bedrieglijk simpel. Je elektrificeert een bestaande auto, hangt er een aanhanger voor waterstof achter en klaar. Toch? Niets is minder waar. "Je moet rekening houden met heel veel verschillende dingen. Hoe bouw je bijvoorbeeld een softwaresysteem voor een voertuig als dit? Hoe laat je dat aangeven hoeveel waterstof er nog in de tank zit? Hoe sluit je er een motor op aan? En dan heb je het nog niet eens over alle veiligheidsaspecten. Met waterstof moet je goed uitkijken: het mag zich bijvoorbeeld niet ergens ophopen in het voertuig."

Positieve samenwerking tussen verschillende disciplines

Ondanks alle zaken om rekening mee te houden, is Van Bochove positief over het verloop van het project. Over de samenwerking tussen de 12 studenten van verschillende disciplines bijvoorbeeld.

"We hebben studenten Elektrotechniek met de specialisatie Industrial and Power Systems (IPS), voor de batterijen en elektromotoren, studenten Elektrotechniek met de specialisatie Embedded System (ES) voor de software en user-interface en studenten Werktuigbouwkunde. Allemaal zijn ze natuurlijk met hun eigen expertise bezig: maar ze werken wel degelijk samen aan hetzelfde ding. Er is regelmatig overleg, intensief contact met de docenten, en iedereen wil echt een goed resultaat afleveren."

Meewerken aan een betere toekomst

Martin van den Hoek, 2e-jaars student Werktuigbouwkunde is enthousiast over de deelprojecten. "Vooral onderzoeken hoe je een voertuig als de e-Doblo de nodige kracht meegeeft om goed de weg op te kunnen was een uitdaging. Al met al heb ik ontdekt dat een waterstofauto tof is om aan te werken: het zou me dan ook niks verbazen als ik hier na school nog meer doorga. Het is fijn om op zo'n manier mee te werken aan een betere toekomst."

Leerzaam project

Ook Pascal Gierman, eveneens student Werktuigbouwkunde, is blij bij het project betrokken te zijn. "Het is een zeer leerzaam project. Je leert van elkaars disciplines, dus dat is voor ons heel handig. Zelf heb ik altijd al een enorme interesse gehad in auto's en techniek, dus het is mooi dat ik hiermee aan de toekomst van auto's kan meewerken. Daar komt trouwens bij dat ik vóór deze studie ook al chemie heb gestudeerd: ik weet dus wel het een en ander van hoe waterstof werkt."

Steeds een nieuwe springplank

De E-motions-deelprojecten zijn uiteindelijk redelijk beperkt, vult Van Bochove nog aan. "Maar als het goed is, rijdt er rond de zomer een werkende combi rond. Dan kunnen we daar weer allerlei nieuwe testen op doen en proefritten maken. Eigenlijk creëer je zo steeds een nieuwe springplank richting het uiteindelijke doel: namelijk dat we over een paar jaar ons eigen waterstofvoertuig kunnen presenteren!"



Pascal, Martin, Dennis en Bram met op de voorgrond opdrachtgever Iwan van Bochove

HAN H2lab officieel geopend: ruim baan voor waterstofprojecten!

Met de opening van het HAN H2Lab kreeg de HAN er afgelopen woensdag een nieuwe hybride leeromgeving op het IPKW bij. In het waterstoflab kan vanaf nu uitgebreid worden gewerkt aan allerlei vraagstukken rondom waterstof.

Verschillende sprekers lieten die middag hun licht schijnen over het belang van waterstof, en daarmee van een waterstoflab op het IPKW. Gelukwensen en inhoudelijke bijdragen waren er van Jan van der Meer - gedeputeerde van de provincie Gelderland, Han Feenstra - programmaleider waterstof van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en Yvonne de Haan van het College van Bestuur van de HAN.

Mascha Smit, lector Duurzame Energie bij de HAN, liet in haar openingswoord weten 'ontzettend trots' te zijn op de opening van het lab. "Het heeft een paar jaar op de planning gestaan, maar nu kunnen we eindelijk ook echt actief aan onderzoek en ontwikkeling rondom waterstof werken."

Europa als waterstof-wereldleider

Executive director van Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) Bart Biebuyck feliciteerde de HAN met de opening van het waterstoflab. "Het is super dat jullie dit doen," aldus de oud HAN-student. Hij trok het belang van waterstof vervolgens door naar heel Europa, waaruit bleek hoe belangrijk de rol is die waterstof in de toekomst gaat spelen. "We moeten als Europa wereldleider zijn én blijven op dit gebied. We kunnen minder afhankelijk zijn van olie- of gaslanden. Er zijn hele zware targets gezet wat betreft de vermindering van CO2: zonder waterstof gaan we die targets nooit halen."

Hydrogen valleys

Biebuyck trok vervolgens alle registers open en presenteerde het ene na het andere ambitieuze waterstofconcept dat op dit moment aan de gang is. Vooral de zogeheten 'hydrogen valleys' vielen tijdens zijn presentatie op. "We willen echt wereldwijde waterstofvalleien gaan opzetten. Er komen daarnaast heel veel Europese wagens op waterstof aan. Dat zijn er nu nog geen 2.000, maar in in het jaar 2030 moeten dat er 1,2 miljoen zijn. We zijn al bezig de eerste waterstoftankstations te bouwen in Europa, er gaan straks waterstofbussen rijden, en zelf vuilniswagens en trucks op waterstof zijn in de maak. Er is zeker nog voor 100 jaar onderzoek te doen: dat kan onder meer mooi in dit nieuwe waterstoflab van de HAN."

Grootse waterstofprojecten in Schotland

Nigel Holmes, van de Scottish Hydrogen and Fuel Cell Association (SHFCA), liet tijdens zijn presentatie weten hoe ver ze in Schotland al zijn op waterstofgebied. Schotland blijkt zelfs wereldleider op het gebied van renewable energy, waarbij vooral grootse projecten als BIGHIT op de Orkney Islands opvallend zijn. De eilanden worden gezien als een 'living clean energy lab', waardoor maar liefst 120 procent van de energiebehoefte komt uit hernieuwbare energie.

Het belang van communicatie

Op de Orkney Islands varen ferry's op waterstof, er worden mensen getraind hoe je omgaat met een truck die vol waterstof zit, en er wordt uitgebreid getest met de HyFlyer: een zespersoons vliegtuigje dat helemaal op waterstof vliegt. Zelfs de Schotse whiskydestilleerders blijken langzaam maar zeker op waterstof over te stappen. Holmes onderstreepte daarbij het belang van multidisciplinair samenwerken. "Je kunt niet alleen maar technisch bezig zijn. Als je niet communiceert en mensen informeert, krijgen we nooit die transitie waarbij mensen de positieve keus voor waterstof zullen maken."

Enorme kansen en perspectieven

Na het spervuur van internationale ontwikkelingen en initiatieven rondom waterstof sloot Mascha Smit af met waar het die middag toch even écht vooral om ging: het waterstoflab. "We doen vanuit de HAN al langere tijd projecten met waterstof. En die projecten gaan er nog véél meer komen. Een paar jaar geleden begon dit idee met zeventig vierkante meter: nu hebben we er maar liefst vijfhonderd. In die zin biedt het H2Lab enorme kansen en perspectieven, en we zijn al met veel bezig. Van een step die op waterstof rijdt, tot aan het verwarmen van de Eusebiuskerk met waterstof. Daarnaast zijn we ook bezig om een continue 'waterstofleerlijn' te ontwikkelen die door al onze onderwijsprogramma's heen loopt."

Glasheldere toekomstvisie

Er gebeurt dus nogal veel tegelijk op waterstofgebied bij de HAN. Maar Smit had ondanks dat een glasheldere toekomstvisie voor ogen. "Over tien jaar willen we op regionaal én internationaal niveau toonaangevend leider zijn voor toegepast onderzoek en ontwikkeling van waterstofsysteem. Maar dit lab moet ook een ontmoetingscentrum worden voor onderzoek, onderwijs en het bedrijfsleven. Studenten moeten hier praktijkgericht kunnen leren in multidisciplinaire teams. Maar zijn er bijvoorbeeld commerciële of gesubsidieerde projecten, of startende bedrijven die een plek nodig hebben om met waterstof te testen? Alles is hier wat dat betreft mogelijk."



Het officiële moment van de opening van het HAN H2lab

Ingenieursbureau QING neemt actieve rol in onderzoek en engineeringonderwijs

Ingenieursbureau QING werkt nauw samen met de HAN Academie Engineering en Automotive. Businessmanager Bram de Vrugt vertelt over de samenwerking met de hogeschool en het jonge ingenieursbureau. "Prettig dat wens bedrijfsleven wordt gehoord door de HAN."

Wat is de toegevoegde waarde van QING voor de HAN?

QING opent in een nieuw venster is een relatief jong en -naar eigen zeggen- eigenzinnig ingenieursbureau voor innovatieve en duurzame oplossingen op het gebied van industriële automatisering, prototypebouw en digitalisering. Het bedrijf, met de hoofdvestiging op Industriepark Kleefse Waard (IPKW) in Arnhem werkt graag, nauw en veel samen met HAN Academie Engineering en Automotive.

"Studenten zijn vaak heel onbevangen en komen daardoor met goede, originele ideeën. Hier laten we ons graag door inspireren. Daarnaast is het een goede manier om onszelf in de kijker te spelen bij mogelijke toekomstige QINGs", zegt Bram de Vrugt, businessmanager bij QING.

Echte en realistische vraagstukken uit de industrie

Bij de hoofdvestiging van QING zijn momenteel 25 tot 30 mensen actief op diverse projecten. Ze werken onder meer aan vernieuwende prototypes en testen de werking daarvan in het eigen lab. Daarbij zet QING graag kennis en kunde van studenten in of voor een project van 20 weken. Een stage of afstudeeropdracht is ook mogelijk. In principe altijd in samenwerking met een opdrachtgever van QING.

De studenten werken dan aan echte en realistische vraagstukken uit de industrie. "Zo hebben we onlangs een multidisciplinair team van studenten gehad. 2 studenten van Embedded Systems en 2 van Industrieel Product Ontwerpen.

Zij zijn er in 20 weken tijd in geslaagd een werkend prototype te maken van een telefoonhouder die draadloos kan opladen. Een mooi resultaat. 'ParQING', hebben we het apparaat genoemd. Ik sluit niet uit dat dit ook daadwerkelijk in productie wordt genomen", zegt De Vrugt.

Een ander voorbeeld: Anderhalf jaar geleden bedachten 5 studenten Werktuigbouwkunde tijdens hun stage bij QING een concept voor een specifieke vraag van een machinebouwer in de packaging industrie.

De Vrugt: "De klant had zo'n vertrouwen in het prototype dat we hadden gebouwd, dat we de opdracht kregen om de echte machine daadwerkelijk te ontwikkelen en te bouwen. De testopstelling is nu klaar en de eindopstelling komt in zicht. Met name de food packaging- en logistieksector zijn constant in beweging, onderhevig aan innovatie. Daar willen we aan bijdragen door de marktpositie van onze opdrachtgevers te helpen verstevigen."

Ondernemerscultuur met veel ruimte voor studenten

Bij QING heerst volgens De Vrugt bewust een ondernemerscultuur waarin studenten veel ruimte krijgen: "We willen laten zien hoe ze de theorie die ze op school leren, hier in de praktijk kunnen brengen. Als je bij ons komt, ligt je pad niet vast. Je kunt zelf kiezen welke kant je op gaat, word je projectmanager of wil je technisch de diepte in? Zeg het maar."

Bram de Vrugt (36) is daar zelf een voorbeeld van. Na de middelbare school volgde hij eerst een mbo-opleiding Werktuigbouwkunde. Daarna studeerde hij Automotive aan de HAN. Vervolgens ging hij als engineer aan de slag. Sinds 2013 werkt hij bij QING, waar hij als businessmanager ook zijn commerciële skills benut.

Actieve rol bij onderwijs en onderzoek

Het is een flinke uitdaging voor het bedrijfsleven om de snelheid van de technische mogelijkheden bij te houden.

Andersom is het voor een onderwijsinstelling als de HAN soms ook lastig. Daarom zijn medewerkers van QING actief betrokken bij de Academie Engineering en Automotive. Ze geven gastcolleges en informeren docenten tijdens bedrijfsbezoeken. Ook worden ze betrokken bij de uitbouw van het Smart Production Centre.

"We willen een actieve rol spelen bij onderwijs en onderzoek," zegt De Vrugt. "Laten zien hoe wij werken, zodat docenten daar eventueel op kunnen bijsturen in hun lessen. De opleidingen bij de HAN richten zich veel op hard skills kennisopbouw, terwijl kennis steeds meer te maken heeft met soft skills. Dat laten we zien aan de hand van voorbeelden uit het bedrijf. We leggen uit hoe studenten kennis kunnen toepassen in de praktijk."

Flexibeler onderwijs: prettig en stoer

Door de samenwerking met de HAN wil De Vrugt het onderwijs flexibeler maken. "Het leuke van de HAN is dat ze bereid zijn te experimenteren, dat er multidisciplinaire teams van diverse studierichtingen kunnen worden samengesteld. We krijgen ruimte en worden gehoord. Ze voeren uit wat wij voorstellen. Dat vind ik prettig en stoer van de HAN."



rechts: Bram de Vrught (business-manager van Qing), in het midden: Bart van Went (algemeen directeur van Qing) en links: Enrico van de Vliert (mechatronicus van Qing)

Van hybride leeromgevingen naar een bruisend innovatielab

Kunnen onderwijs, onderzoek, overheid en ondernemers hun krachten bundelen om de energietransitie mogelijk te maken? Jazeker! Dat blijkt wel uit de verschillende hybride leeromgevingen die de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) samen met het Industriepark Kleefse Waard (IPKW), provincie Gelderland en de gemeente Arnhem hebben opgezet. Hier komen de kennis en kunde van studenten en bedrijven samen. En met succes! Inmiddels zijn er de plannen voor een professionaliseringslag: het opzetten van een Innovatielab.

“Het dichterbij elkaar brengen van onderwijs, overheid, onderzoek en bedrijfsleven binnen onze hybride leeromgevingen is een uitdagend, maar mooi proces”, vertelt Christien Lokman, programmamanager van het focusgebied Sustainable Energy & Environment (SEE) van de HAN. “Want daarmee doen onze studenten de state-of-the-art kennis op die binnen de energietransitie nodig is. Met deze manier van onderwijs lopen we als HAN voorop. Maar dat betekent niet dat we stil gaan staan; de volgende stap zetten we met het Innovatielab. Hier gaan studenten en bedrijven met onder andere gedeelde faciliteiten grootschaliger samenwerken. Hier gaan we onze kennis op het gebied van SEE verdiepen en verbreden en daarmee een aanzuigende werking hebben op talent en ondernemers uit de regio.”

Hybride leeromgevingen op het IPKW

De hybride leeromgevingen zijn gevestigd op het bruisende IPKW. Ook het toekomstige Innovatielab komt hier te zitten. Kevin Rijke, directeur IPKW: “Ik wil studenten het hoogst haalbare onderwijs geven. Daarvoor moeten onderwijs en het bedrijfsleven geen twee losse werelden zijn. Op het IPKW hebben we daarom samen met de HAN vanuit The O-Zone twee hybride leeromgevingen in het leven geroepen: het Mobility Innovation Center en het Powerlab.”

Van plannen op papier naar concrete plek

Twee draaiende hybride leeromgevingen en genoeg innovatieve plannen voor de toekomst. Wat hebben we tot nu toe geleerd? Kevin Rijke: “Het grootste succes was dat we met alle betrokken partijen de ruimte en de tijd namen om samen te onderzoeken waar we naartoe willen.

Ook als het om praktische kwesties ging, zoals de internetverbinding die veel te langzaam bleek voor alles wat studenten online doen.

Aan dat soort praktische zaken merken we dat we onze verschillende werelden – onderwijs, ondernemers en overheid – nóg dichterbij elkaar kunnen brengen. Daarover zijn we continu in gesprek. Leuk, leerzaam en soms ook lastig. In het Innovatielab brengen we straks alles meteen naar een hoger niveau: we zijn dan de experimentele fase voorbij en gaan het professioneel neerzetten.”

Van plannen op papier naar concrete plek

“Als gemeente begonnen we anderhalf jaar geleden met het project Arnhem Hotspot Energy, waarin we de initiatieven op het gebied van energie bundelen”, vertelt Inez Rensink van de gemeente Arnhem. “De hybride leeromgevingen spelen hierin volgens ons een belangrijke rol. Helemaal als we ze een meer regionale uitstraling geven en er meer partijen bij betrekken. Dat gaat gebeuren in het Innovatielab: dit moet een plek worden waar je de energie voelt bruisen! Zodat je als bedrijf of student wilt vestigen in Arnhem. Vanuit de gemeente probeer ik bestuurders bij de plannen te betrekken omdat in mijn ogen het creëren van een breed draagvlak essentieel is: we moeten het met z’n allen gaan maken. Ik heb er vertrouwen in dat we het Innovatielab in 2020 van de grond gaan krijgen. Hoewel het zeker een uitdaging wordt om het enthousiasme van betrokken bedrijven en partijen concreet te gaan krijgen.”

“Ik wil studenten het hoogst haalbare onderwijs geven. Daarvoor moeten onderwijs en het bedrijfsleven geen twee losse werelden zijn. Op het IPKW hebben we daarom samen met de HAN vanuit The O-Zone twee hybride leeromgevingen in het leven geroepen: het Mobility Innovation Center en het Powerlab.”

INNOVATION LAB

- Innovation LAB
- ↑ 6 Prototyping Meeting space
 - ← 2 Auditorium Lecture room
 - ↓ 4 Workshop

- Innovation LAB
- ↑ 9 Field testing Shared workspace
 - 5 Lab space
 - ↓ 8 Exhibition

made in Arnhem

Clean Mobility Center



Innovation LAB New Energy & Mobility Innovationlab

H² step HAN

Colofon

Dit is een uitgave van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen - SEECE
Deze artikelen zijn eerder verschenen op SEECE.nl.

Samensteller

Leonie Dijkhof (www.iime.nl)

Redactie

Leonie Dijkhof (www.iime.nl)

Sjoerd Arends (www.sjoerdarends.com)

Lex Eggink & Ilse Schennink (www.han.nl)

Berendien Tetelepta (www.degelderlander.nl)

Angela Jans (tekstschrijver)

Hans van Lissum (tekstschrijver)

Opdrachtgever

Erik Folgering (www.han.nl)

Fotografie

Leonie Dijkhof (www.iime.nl)

Sjoerd Arends (www.sjoerdarends.com)

Lex Eggink (www.han.nl)

Erik Scholten (fotograaf)

Saskia Bouwman (www.han.nl)

Omslagfoto voorzijde en achterzijde: Johathan van Rabenswaaij, Tony Torian,
Domnique Kuijer, Esmee de Brouwer en Maen Alharbi

De getoonde afbeeldingen in de nieuwskolommen van SEECE zijn afkomstig van
de bron, genoemd in het (nieuws-)bericht op www.seece.nl

Groepsafbeeldingen worden gebruikt in een publicatie, in de context van de
activiteit van het betreffende HAN-team, waarbij alle deelnemers gehoor hebben
gegeven aan het verzoek deel te nemen aan de groepsfoto. Wil je een foto van
jezelf uit dit album laten verwijderen? Stuur een bericht aan info.seece@han.nl.

Contact

Bereik ons via

e-mail - info.seece@han.nl, telefoon - 026-3658395

Bezoekadres: Ruitenberglaan 26, 6826 CC Arnhem

Postadres: Postbus 2217, 6802 CE Arnhem

Copyright © 2020

Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, door middel van druk,
fotokopieën, geautomatiseerde gegevensbestanden of op welke andere wijze
ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Privacyreglement: <https://www.han.nl/start/corporate/contact/privacyreglement/>

