****

Doorbraakproject

**Kopjaar Smart Technology**

|  |  |
| --- | --- |
| **Opleiding** | **Engineering & Mechatronica** |
| **Schooljaar** | **2023-2024** |
| **Door:** | **Arjan Kamberg** |
|  |  |

Inhoudsopgave

[Plan van aanpak 4](#_Toc160445691)

[Context 4](#_Toc160445692)

[Outcome 4](#_Toc160445693)

[Bedoeling 4](#_Toc160445694)

[Succescriteria 4](#_Toc160445695)

[Mechanisme 4](#_Toc160445696)

[Onderliggend principe 4](#_Toc160445697)

[De Interventie 5](#_Toc160445698)

[Het idee 5](#_Toc160445699)

[Resultaat doorbraakproject 5](#_Toc160445700)

[Grenzen aan het ontwerp 5](#_Toc160445701)

[De Context – kaders en speelveld 6](#_Toc160445702)

[Relevante kaders voor het doorbraakproject 6](#_Toc160445703)

[Speelveld 6](#_Toc160445704)

[Projectplan 7](#_Toc160445705)

[Nulmeting 7](#_Toc160445706)

[Algemene kennis 7](#_Toc160445707)

[Elektronica 7](#_Toc160445708)

[Elektrische aandrijftechniek 8](#_Toc160445709)

[Automatisering en besturingstechniek 8](#_Toc160445710)

[Mechatronica en robotica 8](#_Toc160445711)

[Installatietechniek 8](#_Toc160445712)

[Meet- en regeltechniek 8](#_Toc160445713)

[Sensortechnologie 9](#_Toc160445714)

[Netwerktechnologieën 9](#_Toc160445715)

[Databases 9](#_Toc160445716)

[Programmeren 9](#_Toc160445717)

[Praktische kennis van ontwerpmethodieken 10](#_Toc160445718)

[Technisch tekeningen en schema’s 10](#_Toc160445719)

[Brede kennis van wettelijke regelgeving, machinerichtlijnen en technische normen 10](#_Toc160445720)

[Assembleren, monteren en configureren 10](#_Toc160445721)

[Meten en testen 10](#_Toc160445722)

[Veilig werken 10](#_Toc160445723)

[Kennis van systemen 10](#_Toc160445724)

[Brede kennis van (nieuwe) productiemethoden 10](#_Toc160445725)

[Kennis van nieuwe bedrijfsmodellen 11](#_Toc160445726)

[Praktische kennis van projectmanagement 11](#_Toc160445727)

[Kennis van kwaliteitssystemen en kwaliteitseisen van het bedrijf 11](#_Toc160445728)

[Wiskunde 11](#_Toc160445729)

[Natuurkunde 11](#_Toc160445730)

[Algemene vaardigheden 11](#_Toc160445731)

[Praktische vaardigheden 11](#_Toc160445732)

[Analyseren 11](#_Toc160445733)

[Oplossingsgericht 11](#_Toc160445734)

[Systeemdenken 11](#_Toc160445735)

[Procesmatig inzicht 11](#_Toc160445736)

[Projectmatig werken 11](#_Toc160445737)

[Samenwerken en overleggen 12](#_Toc160445738)

[Formuleren en rapporteren 12](#_Toc160445739)

[Communiceren 12](#_Toc160445740)

[Nederlands 12](#_Toc160445741)

[Engels 12](#_Toc160445742)

[Algemene beroepshouding 12](#_Toc160445743)

[Vernieuwingsgericht 12](#_Toc160445744)

[Goed werknemerschap 12](#_Toc160445745)

[Nulmeting 16](#_Toc160445746)

[Actiepunten 17](#_Toc160445747)

[Bronnen 18](#_Toc160445748)

# Plan van aanpak

## Context

In het kader van de LC-scholing van Arjan Kamberg wordt in dit document de stappen en activiteiten en conclusies samengebracht.

De 4-jarige opleiding Smart Technology (25297) zoals we die tot einde vorig jaar hadden bij da Vinci is gewijzigd in een kopjaar smart technology (25919). De eerste drie jaar volgen de studenten de opleiding Mechatronica (25893). Beide opleidingen hebben dit jaar ook een ander Crebo nummer gekregen. Het is vooralsnog de bedoeling dat het kopjaar alleen gevolgd kan worden als eerst Mechatronica succesvol is afgerond. Op dit moment is er nog niets bedacht hoe het kopjaar inhoudelijk eruit moet komen te zien.

Voor studenten en is het probleem nog niet aanwezig. De studenten van leerjaar 2 zijn nu de eerste die in het nieuwe Mechatronica Crebo zitten. Voor de docenten is het niet helemaal duidelijk hoe de overgang zal zijn en wat er gedaan moet worden om de twee credo’s aan te laten sluiten. Dit wordt eerst onderzocht. Zelf heb ik het grootste belang en het grootste probleem daar ik de docent smart technology ben.

## Outcome

### Bedoeling

Het doorbraakproject heeft als doel dat er aan het einde een lesprogramma ligt voor het kopjaar Smart Technology en de invulling van extra lessen in leerjaar 3 die nodig zijn om de studenten klaar te maken voor het kopjaar. Deze extra lessen in leerjaar 3 zouden dan in de vorm van keuzedelen zijn. Met het lesprogramma en de vooropleiding Mechatronica zou het Crebo van Smart Technology dan afgedekt moeten zijn. Bij de keuzes waar dat afwijkt is er een verantwoording waarom dat is.

De inhoud van het uitstroomprofiel Smart Technology is afgestemd met het bedrijfsleven, uit onze focus gebieden, Aerospace, Maritieme Maakindustrie, Mobiliteit en Gebouwde omgeving.

### Succescriteria

Het resultaat zal ik laten toetsen door de curriculum expert (Martin van Gendt) van de afdeling MKE van smart technology. De docent kan aangeven wat de gap is tussen het mechatronica curriculum en het kopjaar en het lesprogramma voorleggen hoe dit wordt overbrugd. Het lesprogramma zullen teruggekoppeld worden aan de focus gebieden om de keuzes te verifiëren en af te wegen met het bedrijfsleven.

## Mechanisme

### Onderliggend principe

De verschillende kwalificatie dossiers van de verschillende opleidingen worden naast elkaar gehouden. De verschillen worden benoemd en aangegeven met welke inhoud van vakken van het ene naar het andere gegaan kan worden. Bij de migratie wordt rekening gehouden met de beoogde aantal uren dat ingeplant is voor de verschillende vakken. Verder wordt bij het lesprogramma rekening gehouden met de zone van naaste ontwikkeling (Kyriacou, C. & R. Kunc (2007). Beginning teachers’ expecta- tions of teaching. *Teaching and Teacher Education, 23*, 1246-1257.), leeruitkomsten en succes criteria (*Black, P., Wiliam, D. Developing the theory of formative assessment. Educ Asse Eval Acc 21, 5–31 (2009). https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5*). De leerlijn moet duidelijk zijn met duidelijk beschreven leerdoelen (*Wierdsma, M. (2016).* Het profileringsportfolio*. (pp. 1-3). Hanze University of Applied Sciences, Groningen - Centre of Expertise Healthy Ageing*).

## De Interventie

### Het idee

De verschillende kwalificatie dossiers van de twee verschillende opleidingen worden naast elkaar gehouden. De verschillen worden benoemd en aangegeven met welke inhoud van vakken van het ene naar het andere gegaan kan worden. Bij de migratie wordt rekening gehouden met de beoogde aantal uren dat ingeplant is voor de verschillende vakken.

Voor de studenten zal een lesprogramma klaarliggen. De opbouw van de lessen zal duidelijk en eenduidig zijn waarbij de succescriteria onderwerp van gesprek zijn ten behoeve van de leeruitkomsten.

### Resultaat doorbraakproject

Bij beëindiging van dit doorbraakproject wordt inzichtelijk gemaakt wat de verschillen zijn in de kwalificatie dossiers van Mechatronica en smart technology. Als gevolg van de verschillen zal de inhoud van de vakken beschreven moeten worden om dit verschil te overbruggen. Indien er onderwerpen niet besproken zullen worden zal dat onderbouwd worden door de desbetreffende vakdocenten. Er wordt een lijst van onderwerpen en beschrijving van diepgang gemaakt die per vak behandeld moeten worden.

Het MKE-teamleden die zich bezighouden met de verschillende vakken van Smart Technology worden meegenomen met het uitstroomprofiel. De veranderende rol van docent in MBO 2030 wordt ook meegenomen bij de opzet van de les inhoud. De aanpak en werkwijze kan als “good practice” gebruikt worden voor de overige uitstroomprofielen.

### Grenzen aan het ontwerp

Tot het project hoort wel.

Overzicht verschillen kwalificatie dossiers en een lestabel voor het kopjaar Smart Technology om de onderwerpen die verschillen te onderwijzen. Verder zal er een voorstel komen welke keuzedelen gegeven moeten worden bij de Mechatronica opleiding om in het vierde jaar tot de leerdoelen te komen. Het profiel is vakoverstijgend, coachend hybride en multidisciplinair. Ook wordt meegenomen de veranderende rol van docent en het onderwijs richting MBO 2030

Tot het project behoort niet (activiteiten die buiten het bestek van het project vallen)

Er wordt vanuit gegaan dan uitsluitend het kwalificatie dossier van Mechatronica onderwezen wordt. Als voorbereiding van een kopjaar Smart Technology. Er wordt geen voorstel gedaan voor de vak inhoud van de opleiding Mechatronica. Verder wordt niet gekeken wat de gevolgen zijn voor de andere uitstroomprofielen zoals werktuigbouw en elektro.

## De Context – kaders en speelveld

### Relevante kaders voor het doorbraakproject

* Kwalificatiedossier - Smart Technology (25297)
* Kwalificatiedossier - Mechatronica (25893).
* Lestabel MKE en Mechatronica
* MBO 2030
* Aantal lesuren en verplichte stage uren.
* Formulier Stichting examenservice Mei voor het Cebo Smart Technology (25297)

### Speelveld

De twee kwalificatiedossiers zijn nieuw en de opbouw van de opleiding MKE en Mechatronica is in juli 2023 gewijzigd naar een nieuwe constructie. De oude teamleider is in juli 2023 vertrokken, zijn vervanger vertrekt alweer in december 2023 en de volgende begint februari 2024. Met bedrijven in de focus gebieden, Aerospace, Maritieme Maakindustrie, Mobiliteit en Gebouwde omgeving wordt bekeken of de opleiding voldoet aan hun wensen. Hierbij wordt gekeken wat de bedrijven belangrijker vinden, een onderzoekende houding of het kunnen maken van producten.

# Projectplan

Voor het maken van de nulmeting heb ik al vooronderzoek gedaan om de situatie beter te kunnen schetsen. Dit vooronderzoek is niet opgenomen in dit document maar heeft mij kader en richtlijn gegeven voor het uitvoeren van dit onderzoek. Het bestond uit het lezen van het kwalificatie dossier en het regioprofiel en na gesprekken met collega’s.

## Nulmeting

De nulmeting zal uitgevoerd worden onder collega’s en bij de bedrijven waar op dit moment en/of de afgelopen jaren de smart technology studenten stage hebben gelopen of zijn afgestudeerd.

Naar de onderstaande docenten en bedrijven is het onderzoek gestuurd.  
De docenten die een relatie hebben tot smart technology:

* Arjan Kamberg (ook schrijven van dit document)
* Martin Koorevaar
* René Geernaert
* Gerrit Molengraaf (oud docent smart technology)
* Peter van der Linden

Onderstaande personen van bedrijven zijn benaderd voor het onderzoek:

* A
* B
* C

Van bovenstaande docenten en bedrijven wil ik weten welke technische kennis en vaardigheden de studenten zouden moeten beheersen vanuit de opleiding smart technology. Hiervoor wordt het huidige regioprofiel gebruikt als uitgangspunt. Dit regioprofiel is gebaseerd op het oude crebo van smart technology 25297. Het document heeft geen jaar van opmaak, maar de crebocode is geldig van 1 augustus 2015 tot 1 augustus 2029. De meting wordt gedaan via een online enquête.

## Algemene kennis

In het regioprofiel wordt gesproken over onderstaande algemene kennis. Deze opsomming wordt gedaan zonder te kwantificeren wat met de termen wordt bedoeld en tot welke diepgang dit onderwerp behandeld zou moeten worden.

### Elektronica

* Begrip van de meest voorkomende elektrotechnische symbolen, grootheden, formules en schakelingen
* Praktische kennis: (gericht op het toepassen) van micro-elektronica componenten zoals:
* Weerstand
* Transformator
* Condensator
* Schakelaar
* Zekering
* Diode
* Halfgeleiders.
* Vermogenselektronica en voedingssystemen waaronder:
  + UPS
  + Energienetten
  + Energie monitoring
  + Duurzame energietechnieken
  + Renewable energie

### Elektrische aandrijftechniek

* Praktische kennis (gericht op het toepassen) van:
  + Gelijk- en draaistroommotoren
  + Ster- en driehoekschakeling
  + Relaistechnieken
  + Soft starter
  + Frequentieregelaar;
* Motorbeveiliging (kortsluit en overbelasting);
* EMC, aarding en afscherming;
* ESD en bedienings- en signaleringsapparatuur.

Automatisering en besturingstechniek

* Praktische kennis van elektrisch besturen en schakelen (actuatoren en stuurcomponenten)
* Microprocessoren
* Aansturen op afstand (remote control);
* Slimme automatiseringstoepassingen (zoals embedded systems controllers)
* HMI en praktische kennis van besturen binnen diverse toepassingsgebieden waaronder: proces- en industrieautomatisering.
* Basiskennis over PLC-systemen (opbouw en geheugen-, tijd- en tel- en logische functies, interfaces)
* Besturingslagen/ICS (o.a. productienetwerk/PLCs
* Supervisie netwerk/SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

### Mechatronica en robotica

Praktische kennis van

* Motion control
* Microcontrollers
* ADC/DAC
* I/O Interfaces
* Stappen- en servomotoren
* Bewegingsdiagram lezen en interpreteren
* Visualisatie- en data-acquisitieprogrammatuur
* Naderingsschakelaars
* Elektrisch positioneren
* Snelheidsregeling.

### Installatietechniek

Praktische kennis van domotica en (slimme) klimaatbeheersingssystemen.

### Meet- en regeltechniek

* Basiskennis van standaard regelkringen
* Encoders
* Regelaars voor industriële toepassingen (o.a. PID en het interpreteren van opgenomen data).

### Sensortechnologie

Brede, praktische kennis van diverse type sensoren voor het meten van fysische eigenschappen Gekoppeld aan kennis over de toepassingsgebieden (de juiste sensor op kunnen zoeken):

* Temperatuur
* Druk en kracht
* Acceleratie
* Stromen
* Positie

Praktische kennis van camerasystemen (vision)  
Slimme sensoren (combinatie van sensor, microprocessor en communicatietechnologie)  
Sensorennetwerken (sensor nodes).

### Netwerktechnologieën

* Brede, praktische kennis van Internet of Things, netwerkcomponenten, -typologieën en -protocollen gericht op het configureren van industriële netwerken en (intelligente) sensoren waaronder: Praktische kennis van gateway technologieën (routers en switches)
* PLC- en microprocessor gestuurde installaties via internet en draadloze verbindingen en eigenschappen transmissiemedia (zoals coax, UTP en glasvezel).
* Kennis van begrippen zoals low-power antennes, bandbreedte, doordringbaarheid en long-range communicatie.
* Praktische kennis van netwerken waaronder indoornetwerken zoals bluetooth en wifi
* Cloud computing
* Industriële netwerken zoals (veld) bussystemen (basisfunctie, eigenschappen en werking)
* LoRa (t.b.v. langeafstandscommunicatie) én GPRS. Praktische kennis van protocollen zoals TCP/IP, I/O-link, Profibus en Profinet én lichtgewicht protocollen zoals MQTT.
* Basiskennis van interfacing.
* Basiskennis van Cyber security gericht op het beveiligen datastromen uit sensoren (blockchain technologie én menselijke, softwarematige en/of hardware matige maatregelen).

### Databases

* Waaronder praktische kennis van database-gestuurde applicaties
* Relationele database
* Opzet database (SQL en XML)
* Embedded data en data voor de cloud
* Redundante systemen
* Basiskennis van de context (waar wordt data voor gebruikt)
* Het begrip ‘big data’.

### Programmeren

* Praktische kennis van logische (PLC-besturing)
* Objectgeoriënteerde programmeertalen (bijvoorbeeld C).
* Basiskennis van (open-source) frameworks voor het bouwen van webapplicaties en mobiele apps.

Praktische kennis van ontwerpmethodieken  
En de context waarbinnen deze methodieken worden toegepast. Het gaat dan om methodieken zoals:

* Watervalmethode
* Scrum
* Agile
* Prototyping

Praktische kennis van functioneel ontwerp.

Technisch tekeningen en schema’s  
Waaronder praktische kennis van de beginselen van technische tekeningen:

* Projecties
* Doorsneden
* Perspectief
* 3D en maatvoering

t.b.v. logisch programmeren

* P&ID diagrammen
* Stroomdiagrammen
* Functiediagrammen
* Ladderblokdiagrammen.

Brede kennis van wettelijke regelgeving, machinerichtlijnen en technische normen  
waaronder kennis van de opzet van NEN 1010, NEN EN50110 en NEN 3140.

### Assembleren, monteren en configureren

Waaronder brede en specialistische kennis van assemblage- en montagetechnieken, het gebruik van handgereedschappen, volgens instructies monteren, inbouwen en configureren van componenten; toepassingsgebieden van (afgeschermde) kabelsoorten en montagenormen (NEN-EN-IEC 61439) voor schakel- en besturingsinstallaties (eisen voor onder andere isolatie van geleiders, temperatuurstijging, beveiliging tegen kortsluiting, voedingsnetten en EMC);

Meten en testen  
Waaronder brede en specialistische kennis van elektrotechnische meet- en controleapparatuur (zoals multimeter, spanningstester, ampèretang, scopemeter en LRC-meters) en testtechnieken voor onder andere spanning, stroom, weerstand en frequentie.

Veilig werken  
Brede, praktische kennis van persoonlijke beschermingsmiddelen, de risico ’s op de werkvloer, machinerichtlijnen, werkplaatsvoorschriften en veiligheidscertificaat.

Kennis van systemen  
En de principes van efficiëntie en effectiviteit; praktische kennis van processen en daarbij behorende datastromen; datafeedback; functies en systeemparameters, systeemgrenzen, en interfaces.

Brede kennis van (nieuwe) productiemethoden  
bijvoorbeeld prototyping, 3D-printing, LEAN en JIT.

Kennis van nieuwe bedrijfsmodellen  
Bijvoorbeeld circulaire economie en de transformatie van een productgerichte naar servicegerichte organisatie.

Praktische kennis van projectmanagement  
Waaronder faserings- en uitvoeringsvolgorde van werkzaamheden, projectplanning, -beheer en -administratie.

Kennis van kwaliteitssystemen en kwaliteitseisen van het bedrijf  
Waaronder ISO-9001.

Wiskunde

* Algebra
* Eerstegraads- en tweedegraadsvergelijkingen
* Functies en grafieken t.b.v. uitlezen meetdata
* Basis differentiëren
* Basis integreren.

Natuurkunde  
Basiskennis van natuurkundige principes van:

* Elektrotechnische componenten
* Kracht
* Versnelling

De fysische grootheden gekoppeld aan de sensoren (weten wat er gemeten wordt).

## Algemene vaardigheden

Praktische vaardigheden  
Installeert, configureert en programmeert componenten zoals slimme sensoren of controllers; installeert en configureert netwerken.

Analyseren  
Ontleedt systematisch complexe vraagstukken, identificeert relevante deelproblemen en benoemt oorzaak en gevolgen.

Oplossingsgericht  
Herkent problemen, organiseert acties om deze problemen op te lossen en weegt verschillende oplossingsrichtingen tegen elkaar af.

Systeemdenken  
Begrijpt technische systemen, heeft zich op de wijze waarop onderdelen gekoppeld worden en elkaar beïnvloeden en van invloed zijn op het groter geheel.

Procesmatig inzicht  
Begrijpt en analyseert processen binnen een systeem en regelt processen in.

Projectmatig werken  
Zet een project op, maakt een planning en beheert de werkzaamheden.

Samenwerken en overleggen  
Werkt samen in multidisciplinaire teams en raadpleegt, informeert en stemt werkzaamheden af met collega’s en leidinggevende.

Formuleren en rapporteren  
Rapporteert nauwkeurig en volledig.

Communiceren  
Brengt productkennis goed over en gebruikt daarbij het juiste vakjargon; communiceert begrijpend met collega’s die een andere discipline hebben (bijvoorbeeld een achtergrond in de Techniek of ICT); brengt een boodschap duidelijk over aan de klant; presenteert bondig en correct; luistert actief, vat samen, vraagt door en toets of de boodschap begrepen is.

Nederlands  
Presenteert zichzelf, voert eenvoudige zakelijke (telefoon)gesprekken, stelt doeltreffende en overtuigende boodschappen op via moderne media, stelt leesbare offertes en facturen op.

Engels  
Heeft een goede beheersing van het vakjargon, leest en begrijpt technische informatie, offertes en instructies.

## Algemene beroepshouding

Vernieuwingsgericht  
Herkent technische innovaties en kan deze innovaties vertalen naar kansen voor het bedrijf.

Goed werknemerschap  
Is zich bewust dat de afspraken en taken naar behoren worden uitgevoerd, kent de regels en procedures van het bedrijf en handelt overeenkomstig, werkt kosten- en milieubewust en erkent het belang van orde, netheid en veiligheid van de eigen werkplek.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. Nulmeting – uitgangspositie van je doorbraakproject | | | |
| Wat wil je weten, hoe ga je het meten? | Analyseresultaten en conclusie nulmeting | | |
|  |  | | |
| 2. Doelstelling | | | |
| Wat is het concrete, specifieke doel (SMART) van je doorbraakproject op basis van de analyse van je nulmeting. | | | |
|  | | | |
| 3. Pilot | | | |
| Opzetten en uitvoeren pilot  *Kies één aspect van je doorbraakproject dat je wil gaan testen. Gebruik hierbij de CIMO-methodologie:*  *Welk* ***M****echanisme wil je gaan testen?*  *Hoe ga je dit testen: In welke* ***C****ontext (waar, wanneer, met wie) en hoe (****I****nterventie)*  *Welke* ***O****utcome verwacht je?*  *Hoe ga je dit “meten”* | | | |
|  | | | |
| Evaluatie pilot  *Welke impact heeft de pilot gehad op het leren van de studenten/docenten. In hoeverre heb je je doelstellingen behaald? Hoe neem je dit mee in de verdere uitwerking van je doorbraakproject?* | | | |
|  | | | |
| 4. Projectorganisatie | | | |
| Geef aan wie betrokken is/moet zijn bij het project en in welke rol. Leg ook uit hoe je hun betrokkenheid organiseert. | | | |
|  | | | |
| 5. Projectactiviteiten en planning | | | |
| Benoem puntsgewijs de activiteiten die je in het realiseren van je doorbraakproject uitvoert. Bedenk alle stappen die je moet zetten tot het projecteinde en andersom, bedenk vanuit het op te leveren resultaat, wat daarvoor nodig is. Dit omvat in ieder geval een impact cyclus (nulmeting, pilot, nameting), ontwerpstappen en afstemming binnen het team en met andere stakeholders. | | | |
| Activiteiten | | Met wie | Wanneer |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |
|  | |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 5. Risico’s en voorwaarden/maatregelen | |
| Beschrijf de knelpunten die je verwacht tegen te komen in het realiseren van je project. Beschrijf vervolgens de voorwaarden die vervult moeten worden/de maatregelen die je kunt nemen om de risico’s te verkleinen. Bedenk daarbij wie of wat je nodig hebt bij het invullen van de voorwaarden/het nemen van maatregelen. | |
| Mogelijke knelpunten | Voorwaarden/maatregelen |
|  |  |

|  |
| --- |
| 6. Evaluatie en borging |
| Beschrijf hoe je de effectiviteit van je doorbraakproject gaat evalueren. Hoe ga je de impact op het leren van de studenten meten? Hoe ga je de feedback organiseren van studenten, collega’s en andere betrokkenen. Hoe ga je de evaluatie en feedback gebruiken om het project bij te stellen. Hoe zorg je ervoor dat jouw doorbraakproject onderdeel uitmaakt van de PDCA cyclus en een duurzame plek krijgt binnen de opleiding(en) en een onderdeel wordt van de normale gang van zaken. |
|  |

# Nulmeting

Voor deze opdracht is geen nulmeting aanwezig, wel een onderzoek naar de wensen en ervaringen van oud studenten, bedrijven en collega’s betreffende het smart technology curriculum.

Deze onderzoeken, en het verdere gebruik ervan wordt SMART beschreven.

* **S**pecifiek - *Is de doelstelling eenduidig?*
* **M**eetbaar - *Onder welke (meetbare/observeerbare) voorwaarden of vorm is het doel bereikt?*
* **A**cceptabel - *Zijn deze doelen acceptabel voor de doelgroep en/of het management?*
* **R**ealistisch - *Is het doel haalbaar?*
* **T**ijdsgebonden - *Wanneer (in de tijd) moet het doel bereikt zijn?*

## Onderzoek bij (oud) studenten

Bij studenten van cohort 2018 en 2019 en 2020 die de afgelopen 2 jaar hun diploma hebben behaald wordt een onderzoek gedaan welke vakkennis ze gebruiken, en miste bij het aanbod van Smart Technology.

Het enquêteren van deze doelgroep wordt gedaan door middel van een vragenlijst die ze via de mail zullen ontvangen. De vragenlijst zal bestaan uit open vragen en uit meerkeuze vragen.

De resultaten van de enquête zullen eind maart binnen moeten zijn. De enquête zal uiterlijk 15 maart bij deze doelgroep moeten zijn. Twee weken voor het invullen van de enquête en het nabellen om de studenten aan te moedigen om de enquête in te vullen lijkt mij heel haalbaar.

## Onderzoek bij (oud) collega’s

Bij collega’s en oud-collega’s die werkzaak waren en zijn bij smart technology wordt een onderzoek gedaan welke vakkennis ze onderwijzen en zouden willen onderwijzen ten behoeve van de Smart Technology opleiding.

Het enquêteren van deze doelgroep wordt gedaan door middel van open vragen in een gesprek met deze personen.

De uitwerking van deze gesprekken zullen eind maart klaar moeten zijn.

## Onderzoek bij (oud) stagebedrijven

Bij stage- en afstudeerbedrijven die de afgelopen jaren 3e en 4e jaars studenten smart technology studenten een stageplek en of een afstudeerplek hebben aangeboden wordt een onderzoek gedaan welke vakkennis ze realistisch wensen voor een mbo-student Smart technology.

Het enquêteren van deze doelgroep wordt gedaan door middel van een vragenlijst die ze via de mail zullen ontvangen. De vragenlijst zal bestaan uit open vragen en uit meerkeuze vragen.

De resultaten van de enquête zullen eind maart binnen moeten zijn. De enquête zal uiterlijk 15 maart bij deze doelgroep moeten zijn. Twee weken voor het invullen van de enquête en het nabellen om de bedrijven aan te moedigen om de enquête in te vullen lijkt mij heel haalbaar.

## Maken van verslag van uitkomst onderzoek

De resultaten van de onderzoeken bij (oud)stagebedrijven, (oud)collega’s en (oud)studenten worden verwerkt en samengebundeld tot een overzichtelijk resultaat. Hierbij wordt bekeken wat de overeenkomsten en verschillen zijn van de verschillende antwoorden.

Dit verslag zal 15 april zijn afgerond.

## Bespreken resultaten met collega’s

De resultaten zoals van de onderzoeken worden besproken met de vakdocenten smart technology. Deze gesprekken zullen samengevat worden en verwerkt worden in een document met de onderwerpen die wel en niet in het lesprogramma opgenomen zullen worden. De gemaakte keuze zal onderbouwd worden met argumenten die vanuit deze gesprekken komen. Deze gesprekken zullen tussen 15 en 25 april plaatsvinden.

## Maken van lesprogramma’s

Aan de hand van de beschikbare uren voor de technische vakken voor smart technology en de uitkomsten van het onderzoek zullen de invullingen van de lessen beschreven worden in een document. De verschillende vakdocenten zullen in een gelijksoortig format deze beschrijving maken wat als basis dient voor de lessen die zullen worden gegeven voor de betreffende vakken.

Deze beschrijvingen zullen in mei 2024 gemaakt worden. Hierbij wordt nogmaals gekeken naar de haalbaarheid van de verschillende onderwerpen met betrekking tot de vakkennis van de docenten, de beschikbare tijd en wat haalbaar is voor studenten van de niveau 4 opleiding Smart Technology.

## Samenvoegen naar MBO 2030

In de beschrijving van de lesprogramma’s zoals hierboven beschreven zal goed beschreven zijn wat de begin-kennis zal zijn om dat vak te kunnen volgen. Aan de hand van die begin-eisen zullen de vakken dan ook modulair aangeboden kunnen worden. Dit zal bij dezelfde beschrijving als hierboven aanwezig zijn. Deze begineisen zullen daarbij ook in mei 2024 gemaakt worden. Deze begineisen kunnen vakoverschrijdend zijn, oftewel kan in een vak op het rooster kennis worden aangeboden die nodig is om een ander vak te kunnen volgen.

# Presentatie

De onderzoeken en uitwerkingen zullen begin juni gepresenteerd worden bij het teamoverleg van MKE, waar smart technology een onderdeel van is. Deze zullen leidraad zijn voor het onderwijs voor de komende jaren.

# Vragenlijst Studenten

Beste <>. Je bent nu werkzaam of bezig met een vervolgopleiding nadat je de opleiding Smart Technology hebt gedaan.

Voor de opleiding Smart Technology ben ik aan het onderzoeken welke technisch inhoudelijke kennis je gebruik van maakt en wat je zou adviseren om in de opleiding toe te voegen.

Voor het Crebo Smart technology is enige jaren geleden een regioprofiel gemaakt met daarin onderwerpen die het door de bedrijven is opgesteld die zij verwachten dat een student smart technology beheerst. Ik wil samen met jou kijken of dit overeenkomt met de ervaring die jij als oud student ook hebt.

Het regioprofiel beschrijft ook dat je vaardigheden moet hebben zoals het maken van planningen en de Engelse taal vaardig moet zijn. Deze vaardigheden heb ik buiten beschouwing gelaten. Dit onderzoek gaat alleen over de technische kennis van de opleiding. Ook basiskennis zoals weerstanden en halfgeleiders is buiten beschouwing genomen. Deze kennis is nodig om begrip te ontwikkelen voormeer ingewikkeldere systemen.

Per onderwerp is een opsomming gemaakt.

Welk van de onderstaande technieken en kennis zou minimaal bij Smart Technology onderwezen moeten worden.

### Elektronica

* Vermogenselektronica en voedingssystemen waaronder:
  + UPS
  + Energienetten
  + Energie monitoring
  + Duurzame energietechnieken
  + Renewable energie

### Elektrische aandrijftechniek

* Praktische kennis (gericht op het toepassen) van:
  + Gelijk- en draaistroommotoren
  + Ster- en driehoekschakeling
  + Relaistechnieken
  + Soft starter
  + Frequentieregelaar;
* Motorbeveiliging (kortsluit en overbelasting);
* EMC, aarding en afscherming;
* ESD en bedienings- en signaleringsapparatuur.

Automatisering en besturingstechniek

* Praktische kennis van elektrisch besturen en schakelen (actuatoren en stuurcomponenten)
* Microprocessoren
* Aansturen op afstand (remote control);
* Slimme automatiseringstoepassingen (zoals embedded systems controllers)
* HMI en praktische kennis van besturen binnen diverse toepassingsgebieden waaronder: proces- en industrieautomatisering.
* Basiskennis over PLC-systemen (opbouw en geheugen-, tijd- en tel- en logische functies, interfaces)
* Besturingslagen/ICS (o.a. productienetwerk/PLCs
* Supervisie netwerk/SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

### Mechatronica en robotica

Praktische kennis van

* Motion control
* Microcontrollers
* ADC/DAC
* I/O Interfaces
* Stappen- en servomotoren
* Bewegingsdiagram lezen en interpreteren
* Visualisatie- en data-acquisitieprogrammatuur
* Naderingsschakelaars
* Elektrisch positioneren
* Snelheidsregeling.

### Installatietechniek

Praktische kennis van domotica en (slimme) klimaatbeheersingssystemen.

### Meet- en regeltechniek

* Regelaars voor industriële toepassingen (o.a. PID en het interpreteren van opgenomen data).

### Sensortechnologie

Brede, praktische kennis van diverse type sensoren voor het meten van fysische eigenschappen Gekoppeld aan kennis over de toepassingsgebieden (de juiste sensor op kunnen zoeken):

* Temperatuur
* Druk en kracht
* Acceleratie
* Stromen
* Positie

Praktische kennis van camerasystemen (vision)  
Slimme sensoren (combinatie van sensor, microprocessor en communicatietechnologie)  
Sensorennetwerken (sensor nodes).

### Netwerktechnologieën

* Brede, praktische kennis van Internet of Things, netwerkcomponenten, -typologieën en -protocollen gericht op het configureren van industriële netwerken en (intelligente) sensoren waaronder: Praktische kennis van gateway technologieën (routers en switches)
* PLC- en microprocessor gestuurde installaties via internet en draadloze verbindingen en eigenschappen transmissiemedia (zoals coax, UTP en glasvezel).
* Kennis van begrippen zoals low-power antennes, bandbreedte, doordringbaarheid en long-range communicatie.
* Praktische kennis van netwerken waaronder indoornetwerken zoals bluetooth en wifi
* Cloud computing
* Industriële netwerken zoals (veld) bussystemen (basisfunctie, eigenschappen en werking)
* LoRa (t.b.v. langeafstandscommunicatie) én GPRS. Praktische kennis van protocollen zoals TCP/IP, I/O-link, Profibus en Profinet én lichtgewicht protocollen zoals MQTT.
* Basiskennis van interfacing.
* Basiskennis van Cyber security gericht op het beveiligen datastromen uit sensoren (blockchain technologie én menselijke, softwarematige en/of hardware matige maatregelen).

### Databases

* Waaronder praktische kennis van database-gestuurde applicaties
* Relationele database
* Opzet database (SQL en XML)
* Embedded data en data voor de cloud
* Redundante systemen
* Basiskennis van de context (waar wordt data voor gebruikt)
* Het begrip ‘big data’.

### Programmeren

* Praktische kennis van logische (PLC-besturing)
* Objectgeoriënteerde programmeertalen (bijvoorbeeld C).
* Basiskennis van (open-source) frameworks voor het bouwen van webapplicaties en mobiele apps.

Wettelijke regelgeving, machinerichtlijnen en technische normen  
waaronder kennis van de opzet van NEN 1010, NEN EN50110 en NEN 3140.

### Assembleren, monteren en configureren

Waaronder brede en specialistische kennis van assemblage- en montagetechnieken, het gebruik van handgereedschappen, volgens instructies monteren, inbouwen en configureren van componenten; toepassingsgebieden van (afgeschermde) kabelsoorten en montagenormen (NEN-EN-IEC 61439) voor schakel- en besturingsinstallaties (eisen voor onder andere isolatie van geleiders, temperatuurstijging, beveiliging tegen kortsluiting, voedingsnetten en EMC);

Meten en testen  
Waaronder brede en specialistische kennis van elektrotechnische meet- en controleapparatuur (zoals multimeter, spanningstester, ampèretang, scopemeter en LRC-meters) en testtechnieken voor onder andere spanning, stroom, weerstand en frequentie.

## Algemene vaardigheden

Praktische vaardigheden  
Installeert, configureert en programmeert componenten zoals slimme sensoren of controllers; installeert en configureert netwerken.

# Bronnen

[Norbert Roozenburg](https://nl.wikipedia.org/wiki/Norbert_Roozenburg) en [Johan Eekels](https://nl.wikipedia.org/wiki/Johan_Eekels) (1998): *Productontwerpen, structuur en methoden*, Uitgeverij Lemma, Utrecht, [ISBN 90-5189-706-5](https://nl.wikipedia.org/wiki/Speciaal:Boekbronnen/9051897065).