

Body of Knowledge and Skills Mechatronica 2022

Vanaf studiejaar 2022

Vastgesteld tijdens landelijk overleg op 4 oktober 2021

Inleiding

De BoKS geeft een beeld wat het werkveld kan verwachten wat betreft kennis, vaardigheden en competenties van een startende Mechatronica engineer op hbo-niveau.

De BoKS is gebouwd op thema's elk met een korte beschrijving. Deze beschrijving is bedoeld om enige duiding aan het thema te geven en is zeker niet uitputtend of compleet. Hiermee is de BoKS tevens een discussiedocument voor zowel betrokkenen uit het beroepenveld als de betrokken opleidingen.

De BoKS zegt niets over de organisatie van het onderwijs of de toegepaste didactiek. Dit document beschrijft de nieuwe BoKS, waarmee de BoKS uit 2014 (bijlage 1) komt te vervallen vanaf het studiejaar 2022.

Hoe is de BoKS tot stand gekomen

In het voorjaar van 2021 is een allereerste werkveld inventarisatie gedaan per Hogeschool locatie van de thema's waarop de diverse M opleidingen zijn gebouwd. Vanuit elke Hogeschool is vervolgens een werkveld afgevaardigde en een inhoudsverantwoordelijke afgevaardigd geweest in een landelijke bijeenkomst welk plaats vond op 4 juni 2021 waar de lokale input besproken en bediscussieerd is. Hiervan zijn notulen gemaakt, welke gevonden kunnen worden in bijlage 2. In het landelijk overleg van 5 juli 2021 hebben de Hogescholen gezamenlijk de openstaande punten uit het overleg van 4 juni besproken, de notulen hiervan zijn te vinden in bijlage 3. Uit dit overleg is een nieuwe BoKS geëxtraheerd welke hierna gepresenteerd zal worden en vastgesteld is in het landelijk overleg van 4 oktober 2021. Hierbij is bewust gekozen om niet te diep in te gaan op de verschillende aspecten maar te focussen op de hoofdfacetten.

Body of Knowledge and Skills – HBO Mechatronica

Boks thema	Kennis
Ontwerp en ontwikkelmethode	• V-Model
Onderzoeksmethodiek	• Literatuuronderzoek • Probleemstelling • Doelstelling • Onderzoeksvragen • Conclusie
Projectmethodiek	• Opstellen van projectplannen • Opzetten/uitvoeren en leiden van projecten • Beheersen van projecten
Werktuigbouwkunde	• Statica • Sterkteleer • Dynamica • Mechanische trillingen • Productietechnologie • Materiaalkunde
Elektrotechniek	• Analoge technieken • Digitale technieken • Netwerktheorie
Meet- en regeltechniek	• Dynamisch modelleren (meerdere domeinen) • Signalen en systemen (Laplace en toegepaste Fourier) • Blokschema's • Stabiliteitsanalyse in tijd- en frequentiedomein • PID 1^e en 2^e orde systemen • Discrete regeltechniek
Besturingstechniek	• Embedded controllers* • PLC • Embedded systems** • Veldbussen • Datacommunicatie • Programmeren in 3GL • Software engineering • Object oriënted
Sensoren en actuatoren	• Elektrische en mechanische actuatoren • Sensoren • Signaalconditionering • Vision en Camera
Wiskunde	• Differentiëren • Integreren • Statistiek • Complex rekenen • Transformaties
Taal en communicatie	• Schriftelijke vaardigheden • Presenteren

* Het BoKS thema Embedded Controllers richt zich op de hardware architecture waarop een regelaar geïmplementeerd kan worden

**Het BoKS thema Embedded Systems gaat over het integreren van sensoren, datacommunicatie, controllers en actuatoren

Boks thema	Vaardigheden
Technische vaardigheden	• Eisenpakket opstellen en interpreteren • Productconcept opzetten • Modelleren/ simuleren • Functioneel ontwerp opzetten • Technisch ontwerp opstellen • vervaardigingstechnieken • CAD-tekenen • Integreren deelsystemen • Systematisch testen (verifiëren en valideren)
Professionele vaardigheden	• Communicatievaardigheden • Systematisch en methodisch werken • Schakelen tussen domeinen (W, E, N en I) • Projectmatig werken • Multidisciplinair samenwerken • Keuzes en werkwijzen verantwoorden • Reflecteren
Instrumentarium	• Softwarepakketten • Meet- en testinstrumenten • Mechanisch en elektrische gereedschappen • Raadplegen van literatuur, datasheets, normen • Templates/ sjablonen

Body of Knowledge and Skills 2014

Hbo Mechatronica

Versie 1.0
Status Definitief

Opdrachtgever Landelijk Overleg Mechatronica

Pagina-einde

Verantwoording

Voor u ligt een weerslag van de Body of Knowledge and Skills , kortweg BoKS, van de Hbo opleiding Mechatronica. Dit document legt de minimale vereisten op het gebied van kennis en vaardigheden vast voor een hbo-ingenieur in de Mechatronica.

Het document is tot stand gekomen na een gezamenlijke raadpleging van docenten en werkveld. De betreffende bijeenkomst heeft plaatsgevonden op de landelijke docentendag Mechatronica op 11 maart 2014 in Den Bosch. Aanwezige bedrijven waren:

Festo NL
Mikrocentrum
CSi Industries
Oce Technologies
Koning & Hartman
Siemens
FME/FEDA

Het landelijk overleg Mechatronica heeft vervolgens tijdens de overleg vergadering van 24 april 2014 de BoKS vastgesteld. Hierbij is bewust gekozen om niet te diep in te gaan op de verschillende aspecten maar te focussen op de hoofdfacetten.

Pagina-einde

Body of Knowledge and Skills – Hbo Mechatronica

KENNIS	
Ontwerp- en ontwikkelmethoden	• V-Model
Onderzoeksmethodiek	• Literatuuronderzoek • Probleemstelling • Doelstelling • Onderzoeksvragen • Conclusie
Projectmethodieken	• opstellen van projectplannen • opzetten/uitvoeren en leiden van projecten • beheersen van projecten
Werktuigbouwkunde	• Statica • Sterkteleer • Dynamica • Mechanische trillingen • Productietechnologie • Materiaalkunde
Elektrotechniek	• Analoge technieken • Digitale technieken • Netwerkteorie • Elektromagnetische compatibiliteit
Meet- en regeltechniek	• Dynamisch modelleren (meerdere domeinen) • Signalen en Systemen (Laplace + toegepast Fourier) • Blokschema's • Polen en nulpunten in s-vlak, stabiliteit • Bode en Nyquist, stabiliteit • PID 1^e en 2^e orde systemen
Besturingstechniek	• Embedded controllers • PLC • Embedded systems • Veldbussen • Datacommunicatie
Informatica	• Programmeren in 3GL • Software engineering • Object Oriented
Sensoren en Actuatoren	• Elektrische actuatoren • Sensoren • Signaalconditionering

Wiskunde	• Differentiëren • Integreren • Statistiek • Complex rekenen • Transformaties
Bedrijfskunde	• Logistiek • Kostencalculatie • Organisatiekunde • (zie landelijk document)
Taal en Communicatie	• Schriftelijke vaardigheden • Presenteren

VAARDIGHEDEN

Technische vaardigheden	• Eisenpakket opstellen en interpreteren • Productconcept opzetten • Modelleren / Simuleren • Optimaliseren • Functioneel ontwerp opzetten • Technisch ontwerp opstellen • Verspanende technieken • CAT-tekenen • Integreren van deelsystemen • Systematisch en methodisch testen (Verifiëren en Valideren)
Professionele vaardigheden	• Communicatievaardigheid • Systematisch en methodisch werken • Schakelen tussen domeinen, zoals W, E, N en I • Projectmatig werken • Multidisciplinair samenwerken • Keuzes en werkwijzen verantwoorden • Reflecteren
Instrumentarium	• Software-pakketten • Meet- en testinstrumenten • Mechanische en elektrische gereedschappen • Handboeken en databases • Templates / Sjablonen

Bijlage 2

Notulen landelijk overleg Mechatronica 4 – 6- 2021

Aanwezigen: Rob van der Werf (Haagse Hogeschool), Bart-Jan van Lierop (Fontys Eindhoven), Frans Schmiermann (VDL ETG), Marc Dessi (Fontys Venlo), Jeffrey Westenberg (Pipesurvey International), Michael Meijers (Avans), Diederich Kroeske (Avans), Pascal Lemmens (Fontys Venlo), Agnes Berendsen (Fontys Eindhoven), Floor Campfens (Saxion), Andre Braakman (FEDA), Theo Koreneef (FEDA), Anita Le Mair (Haagse Hogeschool)

Voorzitter: Bart-Jan van Lierop

Notulist: Anita Le Mair

Ingekomen stukken:

- Notulen overleg BvC Saxion van 18-3-2021
- Notulen overleg BvC HHs van 30-3-2021
- Notulen overleg RvA Fontys Eindhoven van 19-4-2021
- Versie BoKS versie 2.1 met voorstellen n.a.l.v. ingekomen stukken en verschillen t.o.v. versie 1

1. Welkom en voorstelronde

Iedereen stelt zich kort voor. Bart-Jan heet iedereen welkom. Voorafgaand aan dit overleg is de BoKS reeds besproken met de beroepenveldcommissie van elke hogeschool. Op basis hiervan is een voorstel gemaakt welke we zullen bespreken. Hier zijn geen onduidelijkheden over.

2. Presenteren opgehaalde resultaten door vertegenwoordigers van BvC en FEDA

Jeffrey Westenberg presenteert de resultaten van de bespreking van de BoKS door de BvC van de Haagse Hogeschool. Belangrijkste voorgestelde wijzigingen zijn: 1) pneumatiek (met name de verschillen in aandrijving t.o.v. elektrische aandrijving) en vision zijn waardevolle toevoegingen, 3) verwijzing naar normen toevoegen, 4) bedrijfskunde en logistiek kan eventueel vervallen, 5) het belang van embedded systemen wordt onderstreept, maar dient uitgewerkt te worden.

Michael Meijers licht toe namens het beroepenveld van Avans: 1) pneumatiek en vision zijn een waardevolle toevoeging op de BoKS, 2) besturingstechniek kan niet los worden gezien van een Human Machine interface, 3) EMC kan eventueel vervallen, net als bedrijfskunde en logistiek. Daarnaast wordt opgemerkt dat we goed in de gaten moeten houden wanneer de kennis van de student diepgaand genoeg is.

Floor Campfens licht toe namens het beroepenveld van Saxion: 1) bedrijfskunde kan komen te vervallen, 2) er is twijfel over het onderwerp EMC en 3) er is een discussie gehouden over de diepte van de opleiding ten opzichte van de breedte.

Pascal Lemmens licht toe namens het beroepenveld van Fontys Venlo: 1) de methodiek wordt daar zeer waardevol beschouwd, 2) er is twijfel of het onderwerp EMC niet meer voor een elektrotechnicus is, 3) pneumatiek zou geen onderdeel moeten zijn van de BoKS, 4) een student hoort wel in staat te zijn om interface te kunnen realiseren die informatie aan de besturing geeft, 5) camera vision wordt gezien als een type sensor, 6) bedrijfskunde en instrumentarium kunnen komen te vervallen

Frans Schiermann/Agnes Berendsen presenteren namens Fontys Eindhoven de resultaten van de bespreking van de BoKS: 1) ontwerpmethodieken worden als zeer belangrijk beschouwd, 2) EMC kan komen te vervallen, 3) Human Machine Interface wordt beschouwd als te breed onderwerp om mee te nemen in de BoKS, 4) 2D vision, artificial intelligence en pneumatiek zijn waardevolle onderwerpen om op te nemen in de BoKS, 5) digital twin en virtual reality worden ook genoemd als onderwerpen die serieus moeten worden genomen om mee te nemen in de BoKS.

Rob van der Werf geeft de aanbeveling om de BoKS van Mechatronica te vergelijken met deze van aanpalende opleidingen.

Theo Koreneef heeft daarnaast nog twee uitgangspunten voorafgaand aan de inhoudelijke bespreking van de BoKS:

- Mechatronica is een integrerende opleiding en zorg dat je de vakken op die manier ook verzorgd (in plaats van in specialisaties denken). Dit kan gelijk ruimte geven om nieuwe elementen op te nemen.
- Een Mechatronicus moet weten wanneer een specialist moet worden ingeschakeld

3. Puntsgewijze bespreking van gemarkeerde onderwerpen uit BoKS concept versie 2.1

1. V-Model: De term Systems Engineering zal niet worden opgenomen in de BoKS; de term V-model zal worden behouden. Het argument om Systems Engineering niet op te nemen is vanwege de breedte van de term. Wel wordt afgesproken dat het principe van modulariteit centraal staat wanneer we het hebben over het V-model om zo andere ontwikkelmethodieken (b.v. Agile) niet uit te sluiten.
2. Materiaalkunde: Er wordt vastgesteld dat de spelfout in Materiaalkunde wordt gecorrigeerd.
3. Er wordt besloten dat het onderwerp EMC kan komen te vervallen
4. Nyquist: Er wordt vastgesteld dat de stabiliteitsanalyse centraal staat en dat deze bij voorkeur wordt uitgevoerd via een Bode of Nyquist diagram. De twee BoKS onderwerpen: "Polen en nulpunten in s-vlak, stabiliteit" en "Bode en Nyquist, stabiliteit" zullen worden samengevoegd en worden hernoemd tot "Stabiliteitsanalyse in tijd- en frequentiedomein"
5. Discrete regeltechniek: unaniem wordt besloten dat dit onderwerp wordt opgenomen in de BoKS.
6. Basis pneumatiek: Het doel van pneumatiek is om een vergelijking te maken tussen verschillende aandrijftechnieken. Om deze reden zal het niet als apart onderwerp worden opgenomen, maar zal "Elektrische actuatoren" worden vervangen door "Elektrische en mechanische actuatoren"
7. Digitale techniek: in de huidige tijd is digitale techniek hetzelfde geworden als besturingstechniek. Om deze reden zal dit onderwerp komen te vervallen
8. PLC en HMI: . De samenhang met de besturingstechniek wordt onderkend, maar of dit een onderwerp dat groot genoeg is om in de BoKS op te nemen is, bestaat twijfel. Er is geen

consensus over het onderwerp HMI apart op te nemen. In potentie kan dit een heel breed onderwerp, waar zelfs een hele opleiding aan is gewijd. Een definitief besluit volgt nog. Er zijn ontwikkelingen dat de PLC wordt geïntegreerd met netwerktheorie, digitale controllers en veldbussen. Het is de onduidelijk in welke snelheid deze ontwikkeling plaatsvindt en of dit nu leidt tot het laten vervallen tot PLC techniek. Een beslissing hierover is niet genomen.

9. Embedded systems is een heel breed onderwerp. Voorstel is om de naam te wijzigen naar "Embedded controller" of "Digitale controller". Een besluit volgt nog.
10. Programmeren in 3GL: de terminologie is mogelijk verouderd. Hier volgt nog uitsluitel over.
11. Digital Twin: Het voorstel van digital twin zal niet worden opgenomen in de BoKS.
12. Artificial Intelligence: de meningen lopen uiteen of AI een blijvende techniek is. Indien deze wordt opgenomen, zal de term "Machine Learning" worden gebruikt. De neiging is om het advies van het beroepenveld op te volgen en het onderwerp op te nemen in de BoKS. Een definitief besluit volgt nog.
13. Virtual Reality: Het voorstel zal niet worden opgenomen in de BoKS.
14. Camera vision: er ontstaat een discussie of camera vision niet een complexe sensor is (net als een Lidar sensor). In dat geval zou de term sensoren kunnen worden gesplitst in eenvoudige sensoren en complexe sensoren. Voor camera vision geldt wel dat een student ook kennis dient te hebben van belichting en dat pleit ervoor om het als apart onderwerp te behandelen. De neiging is om het advies van het beroepenveld op te volgen en het onderwerp op te nemen in de BoKS. Een definitief besluit volgt nog.
15. Bedrijfskunde: Er wordt unaniem besloten dat het onderwerp bedrijfskunde komt te vervallen. Het onderdeel "kostencalculatie" zal worden meegenomen onder het onderwerp "Technische vaardigheden".
16. Optimaliseren: Er wordt unaniem besloten dat het onderwerp "Optimaliseren" komt te vervallen.
17. Additive Manufacturing: Er wordt unaniem besloten dat "verspanende technieken" zal worden vervangen door de algemenere benaming "vervaardigingstechnieken" (waar het onderwerp additive manufacturing deel van uitmaakt).
18. Raadplegen van literatuur, datasheets en normen: de naamswijziging wordt unaniem overgenomen.

De openstaande besluiten worden opgenomen in actiepuntenlijst.

4. Afstemming data visitatie

Er vindt afstemming plaats van de data voor visitatie. Deze zijn als volgt:

- Fontys Eindhoven: 15 maart 2022
- Saxion: 7 april 2022
- Haagse Hogeschool: 19 april 2022
- Avans: 3^{de} week van mei 2022
- Fontys Venlo: laatste week van juni 2022

5. Voorgedragen panelleden

Saxion draagt voor: Dirk Becker, Abye Mersha en Rini Zwikker als panellid. De eerste twee kandidaten zijn niet geschikt voor een visitatie bij Saxion.

Avans draagt voor: Daniel Telgen

Haagse Hogeschool draagt voor: Jenny Coenen, Roel Smit, Fredrik de Wit. De kandidaten zijn niet geschikt voor een visitatie bij Haagse Hogeschool.

Fontys Venlo draagt Marc Ligtenveld voor.

Fontys Eindhoven draagt voor: Jos Gunsing, Henk Kiela en Balke Hendriks.

Iedereen wordt gevraagd om voor volgend overleg meer kandidaten aan te dragen, waarbij vooral rekening moet worden gehouden dat de verschillende kennisgebieden worden afgedekt in het panel. Andre Braakman biedt aan om ook naar mogelijke kandidaten vanuit het bedrijfsleven aan te dragen.

Er wordt besloten dat ons streven is om 1 panel samen te stellen die alle visitaties kan uitvoeren.

6. Datum volgend overleg

Het volgend overleg vindt plaats op 5 juli 2022 om 16 uur.

Actiepunt	Wie
Uitsluitsel geven of de term “programmeren 3GL” behouden blijft en eventueel een alternatief voorstellen	Bart-Jan/Anita
Opstellen nieuw voorstel voor Embedded systems/digitale controller/PLC	Bart-Jan/Anita
Besluit nemen over opnemen onderwerp “machine learning” in de BoKS	Bart-Jan/Anita
Besluit nemen over opnemen onderwerp “camera vision” in de BoKS	Bart-Jan/Anita
Besluit nemen over opnemen onderwerp “HMI” in de BoKS	Bart-Jan/Anita
Panelleden aandragen	Iedereen

Bijlage 2

Notulen landelijk overleg Mechatronica 5 – 7- 2021

Aanwezigen: Bart-Jan van Lierop (Fontys Eindhoven), Michael Meijers (Avans), Floor Campfens (Saxion), Anita Le Mair (Haagse Hogeschool), Gerdine Meijer (Saxion).

Voorzitter: Bart-Jan van Lierop

Notulist: Bart-Jan van Lierop

Gezien de geringe opkomst en de urgentie om tot een afgeronde BOKS te komen is besloten de vergadering te beperken tot het bespreken van de openstaande discussiepunten uit het overleg van 5 juli 2021.

Uitsluitel geven of de term “programmeren 3GL” behouden blijft

Er is besloten dat de term behouden blijft. Het vormt voorlopig nog de basis voor te leren programmeren. Bij een volgende herziening is het goed om hier meer veldonderzoek naar te doen.

Opstellen nieuw voorstel voor Embedded systems/digitale controller/PLC

Er is gesproken over het introduceren van de mogelijk passendere term in plaats van embedded controller/systems. Ook hier is gekozen om de huidige term niet te vervangen en dat het verder uitzoeken noodzakelijk is. Een addendum op deze BoKS zal meer duidelijkheid hierover moeten geven.

Actie: De specialisten van elke Hogeschool op dit onderwerp dienen gezamenlijk te zoeken naar consensus en deze dient dat vertaald te worden naar een addendum.

Besluit nemen over opnemen onderwerp “machine learning” in de BoKS

Avans en de Haagse Hogeschool zouden, net als een krappe meerderheid van het beroepenveld, graag AI opgenomen zien in de BoKS. Fontys en Saxion ontkennen niet dat het een belangrijk thema is, maar zien hier meer mogelijkheid voor regionale kleuring en overlap met een Toegepaste Wiskunde. Het blijft dus een impasse en er derhalve besloten AI niet in de BoKS op te nemen. Daar kan Avans en de Haagse Hogeschool zich in vinden. Net als bij 3GL geniet het wel de voorkeur om dit bij een volgende herziening beter te verkennen.

Besluit nemen over opnemen onderwerp “camera vision” in de BoKS

Camera Vision kan onderdeel uitmaken van Sensoren. Er unaniem besloten om Vision apart te benoemen.

Besluit nemen over opnemen onderwerp “HMI” in de BoKS

Fontys Hogescholen geeft aan dit meer een onderwerp te vinden voor industrieel vormgeving. De Haagse Hogeschool geeft aan dat het onderwerp te klein is om apart te benoemen. Het zou prima kunnen passen in een keuzedeel. Voor Saxion is HMI in de BoKS een simpel nee. HMI komt dus niet in de BoKS.