

Body of Knowledge and Skills Elektrotechnik

Publieksversie 2 – 12 november 2014

Inhoudsopgave

Inleiding	1
Gevolgd aanpak om tot de BoKS te komen	1
Europees Kwalificatie Raamwerk	2
Kenniskader	2
Aandachtsgebieden van de BoKS elektrotechniek	3
Referenties	5
Bijlage I: Niveaus in het Europees Kwalificatie Raamwerk	6

Inleiding

De BoKS elektrotechniek is de minimale gemeenschappelijke basis van alle elektrotechniek opleidingen. Met de landelijke BoKS in de hand weet het werkveld wat ze van een elektrotechnisch engineer qua kennis en vaardigheden minimaal kunnen verwachten.



Figuur 1: BoKS van een afgestudeerde elektrotechniek met daarin de landelijke BoKS als minimale gemeenschappelijkheid.

Het vakgebied is erg breed en hogescholen zullen kiezen voor eigen inkleuring van hun programma's met daarbij kennis en vaardigheden die niet in de landelijke BoKS zijn benoemd.

De landelijke BoKS doet geen uitspraak over didactiek. In de BoKS is bewust gekozen voor “aandachtgebieden”, en dit zijn geen “vakken in de klas”. De BoKS doet geen uitspraak over hoe de kennis en vaardigheden worden aangeboden en ook niet over wanneer het in een programma aan de orde komt. De BoKS beschrijft alleen welke kennis en vaardigheden na vier jaar opleiding van onze studenten mogen worden verwacht.

Binnen de opleiding elektrotechniek is het niet makkelijk om de kennis los te zien van vaardigheden. De kennis zelf is altijd sterk gekoppeld aan de toepassing van die kennis, daarom wordt in deze beschrijving kennis en vaardigheid samen genomen. Er worden 11 aandachtsgebieden die in alle HBO elektrotechniek opleidingen te vinden (zullen) zijn benoemd. De volgorde waarin de aandachtsgebieden zijn weergegeven is willekeurig.

Gevolgde aanpak om tot de BoKS te komen

Allereerst werden alle aandachtsgebieden die in de elektrotechniek curricula aan de orde komen geïnventariseerd. Dit leverde 17 aandachtsgebieden en 142 items op. Deze aandachtsgebieden werden opgenomen in een spreadsheet en door 18 opleidingen gescoord op: 0 - geen deel van het curriculum van de opleiding, 1- wordt aangestipt, maar niet uitvoerig behandeld, 2 - Is een volwaardig onderwerp van ons curriculum. Dit leverde een overzicht op dat is opgenomen in een spreadsheet, dat door elke opleiding wordt ingevuld. Hierdoor is een landelijk beeld van de minimale gemeenschappelijk basis ontstaan. Ook werd aan de opleidingen gevraagd, om aan te geven vanuit welke boeken of andere bronnen het onderwijs wordt verzorgd.

De inventarisatie heeft plaats gevonden in het najaar van 2013. In beroepenveld commissies van de opleidingen is het resultaat van de inventarisatie besproken. Uiteindelijk leverde dit de 11 aandachtsgebieden voor de BoKS op. Dit zijn de aandachtsgebieden die te vinden waren in de eerste publieksversie van de BoKS (Publieksversie 1 – 10 januari 2014). Op een bijeenkomst met vertegenwoordigers van het landelijke bedrijfsleven in januari 2014 te Zoetermeer, is deze BoKS gepresenteerd en werd feedback verzameld. De feedback is verwerkt en heeft geleid tot deze tweede publieksversie van de landelijke BoKS elektrotechniek

Europees Kwalificatie Raamwerk

In het Europees Kwalificatie Raamwerk is aangegeven welke kennis en vaardigheden er op bachelor niveau mogen worden verwacht. (zie *Bijlage I: Niveaus in het Europees Kwalificatie Raamwerk*). Alle opleidingen zullen hun onderwijs zodanig inrichten dat dit passend is bij het bachelor niveau dat is beschreven in het raamwerk.

Kennis	Gevorderde kennis van een werk- of studiegebied, die een kritisch inzicht in theorieën en beginselen impliceert
Vaardigheden	Gevorderde vaardigheden, waarbij blijkt wordt gegeven van absoluut vakmanschap en innovatief vermogen om complexe en onvoorspelbare problemen in een gespecialiseerd werk- of studiegebied op te lossen

Kenniskader

In publicaties zoals Robert McCormick (1997) komen rond kennis de onderstaande begrippen naar voren:

Conceptuele kennis	“know that” Feitenkennis
	“know why” Theoretische kennis
Procedurele kennis	“know how” Bijv: ontwerp- en probleemoplossingprocedures

Analyse van de BoKS laat zien dat de procedurele kennis terug te vinden is in de aandachtsgebieden 9, 10, 11.

Aandachtsgebieden van de BoKS elektrotechniek

	AANDACHTGEBIED
1	Netwerktheorie
1,01	Lezen / begrijpen elektrotechnische schema's
1,02	Netwerkelementen (bronnen, weerstand, condensator, spoel)
1,03	Basiswetten (Ohm, Kirchoff)
1,04	Netwerkberekeningen DC: Superpositie
1,05	Netwerkberekeningen DC: Thevenin en Norton
1,06	Signaalvormen: sinus, blok en zaagtand
1,07	Signaalvormen: effectieve en gemiddelde waarde
1,08	Vectordiagram / phasordiagram
1,09	Netwerkberekeningen AC met complexe rekenwijze
1,10	Bodediagram
1,11	Rekenen met dB's
1,12	Overdrachtsfunctie: eerste orde netwerken
1,13	Frequentie afhankelijk gedrag (resonantie, Q-factor, filtering)
1,14	Schakelgedrag: 1ste orde (RL, RC)
1,15	Elektrisch vermogen, energie en rendement
1,16	Energieomzetting (elektromotor, generator, voeding)
2	Natuur- en Wiskunde
2,01	Elektriciteit
2,02	Elektromagnetisme
2,03	Inductie en wisselstromen
2,04	Complex rekenen
2,05	Differentiëren
2,06	Integraalrekening
2,07	Differentiaalvergelijkingen
2,08	Transformaties (Laplace, Fourier, Z)
3	Persoonlijke ontwikkeling en communicatie
3,01	Doelgroepgerichte schriftelijke en mondelinge communicatie
3,02	Stijl en structuur verslagen
3,03	Overtuigen en onderbouwen
3,04	Analyseren en oordeelvorming
3,05	Presentatievaardigheden
3,06	Creativiteit
3,07	Projectmatig werken / plannen
3,08	Projectmanagement
3,09	Studievaardigheden
3,10	Reflectie op gedrag en kennis

	AANDACHTGEBIED
4	Programmeren
4,01	Basisbeginselen (variabelen, programma flow, functies, etc.)
4,02	Documenteren en structureren van programma's (Flowchart, Program Structure Diagram, versiebeheer, etc.)
4,03	Hardware gericht programmeren (microcontroller, interrupt, ADC, flash, seriële communicatie, etc.)
4,04	Basisbeginselen object georiënteerd programmeren
5	Analoge techniek
5,01	Basistheorie halfgeleiders
5,02	Basisschakelingen diodes
5,02	Basisschakelingen transistoren
5,06	Basisschakelingen Op-Amp
6	Digitale techniek
6,01	Getal representatie en codesystemen
6,02	Binair rekenen, two's complement
6,03	Booleaanse algebra
6,04	Logische basisfuncties
6,05	Combinatorische logische schakelingen
6,06	Waarheidstabellen
6,07	Sequentiële componenten, geheugenwerking
6,08	Toestandsmachines
6,09	Bemonsteren, aliasing, AD / DA omzetting
7	Regeltechniek
7,01	Systeemeigenschappen onderzoeken
7,02	Regelaar ontwerp (on-off, PI, PID)
8	Tele- en datacommunicatie
8,01	Basisbeginselen tele- en datacommunicatie
8,02	Netwerken (LAN, bussystemen, wireless)
9	Testen en meten
9,01	Systematisch fout zoeken en testen
9,02	Meetvaardigheden
9,03	Interpretatie van meetresultaten
10	Toegepast onderzoek
10,01	Formuleren van probleemstelling, doelstelling, onderzoeksvraag
10,02	Onderzoeksmethodieken
10,03	Plannen en structureren van onderzoek
10,04	Interpretatie van onderzoeksresultaten
10,05	Onderzoeksrapport (doelgroep, gebruik literatuur, refereren, etc.)

	AANDACHTGEBIED
11	Ontwerp- / ontwikkelmethoden
11,01	Systematisch ontwerpen
11,02	Ontwerpmethodieken (V-model, SDM, etc.)
11,03	Systeembeschrijving (Input-Proces-Output, hiërarchie, architectuur)
11,04	Elektromagnetische compatibiliteit
11,05	Ontwerpgereedschappen (PCB ontwerp, Installatie ontwerp, FPGA ontwerp, etc.)
11,06	Circuit simulatoren (Pspice, Ltspice, Multisim, etc.)
11,07	Wiskundige analysegereedschappen (Matlab, Scilab, Maple, etc.)

Referenties

Robert McCormick (1997), Conceptual and Procedural Knowledge , *International Journal of Technology and Design Education* 7: 141-159, 1997 Kluwer Academic Publishers

Bijlage I: Niveaus in het Europees Kwalificatie Raamwerk

De onderstaande tabel komt uit het Europees Kwalificatie Raamwerk (EKR).

Elk van de 8 niveaus wordt gedefinieerd door een set descriptoren die de leerresultaten aangeven die in alle kwalificatiesystemen relevant zijn voor kwalificaties op dat niveau. Hieronder zijn alleen de beschrijvingen van MBO4, Associate Degree, Bachelor Degree en Master Degree weergegeven.

	Kennis	Vaardigheden	Competentie
	<i>In de context van EKR wordt kennis als theoretische kennis en/of feitenkennis beschreven.</i>	<i>In de context van EKR worden vaardigheden als cognitief (betreffende logisch, intuïtief en creatief denken) en praktisch (betreffende handigheid en toe-passing van methodes, materi-alen, hulpmiddelen en instrumen-ten) beschreven.</i>	<i>In de context van EKR wordt competentie in termen van verantwoordelijkheid en zelfstandigheid beschreven.</i>
Niveau 4 De voor niveau 4 relevante leerresultaten MBO 4 niveau	Feitenkennis en theoretische kennis in brede contexten van een werk- of studiegebied	Een waaier van vereiste cognitieve en praktische vaardigheden om in een werk- of studiegebied specifieke problemen op te lossen	Zichzelf managen binnen de richtsnoeren van werk- of studiecontexten die gewoonlijk voorspelbaar zijn, maar kunnen veranderen. Toezicht uitoefenen op routinewerk van anderen en een zekere mate van verantwoordelijkheid op zich nemen voor de evaluatie en verbetering van werk of studieactiviteiten
Niveau 5 De voor niveau 5 relevante leerresultaten Associate Degree niveau	Ruime, gespecialiseerde feiten- en theoretische kennis binnen een werk- of studiegebied en bewustzijn van de grenzen van die kennis	Een brede waaier van vereiste cognitieve en praktische vaardigheden om creatieve oplossingen voor abstracte problemen uit te werken	Management en toezicht uitoefenen in contexten van werk- of studieactiviteiten waarin zich onvoorspelbare veranderingen voordoen. Prestaties van zichzelf en anderen kritisch bekijken en verbeteren
Niveau 6 De voor niveau 6 relevante leerresultaten Bachelor Degree niveau	Gevorderde kennis van een werk- of studiegebied, die een kritisch inzicht in theorieën en beginselen impliceert	Gevorderde vaardigheden, waarbij blijkt wordt gegeven van absoluut vakmanschap en innovatief vermogen om complexe en onvoorspelbare problemen in een gespecialiseerd werk- of studiegebied op te lossen	Managen van complexe technische of beroepsactiviteiten of -projecten; de verantwoordelijkheid op zich nemen om in onvoorspelbare werk- of studiecontexten beslissingen te nemen De verantwoordelijkheid op zich nemen om de professionele ontwikkeling van personen en groepen te managen
Niveau 7 De voor niveau 7 relevante leerresultaten Master Degree niveau	Bijzonder gespecialiseerde kennis, die ten dele zeer geavanceerd is op een werk- of studiegebied, als basis voor originele ideeën. Kritisch bewustzijn van kennisproblemen op een vakgebied en op het raakvlak tussen verschillende vakgebieden	Voor onderzoek en/of innovatie vereiste gespecialiseerde probleemoplossende vaardigheden om nieuwe kennis en procedures te ontwikkelen en kennis uit verschillende vakgebieden te integreren	Managen en transformeren van complexe en onvoorspelbare werk of studiecontexten die nieuwe strategische benaderingen vereisen De verantwoordelijkheid op zich nemen om bij te dragen tot professionele kennis en manieren van werken en/of om strategische prestaties van teams kritisch te bekijken