

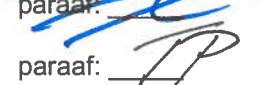
# CvB stukken voor agenda Universiteitsraad

**Overlegvergadering d.d.** : 30 maart 2017  
**Commissievergadering** : OOS  
**Agendapunt** : Evaluatie wiskundeleerlijn in TOM  
**Bijgevoegde stukken** : Evaluatierapport wiskundeleerlijn in TOM

**Betrokken concerndirectie:** S&B

**Secretaris a.i.:** Mazier

**Portefeuillehouder:** Palstra

paraaf:   
paraaf:   
paraaf: 

## **1. Status agendapunt:**

Rol URaad:  
x Ter informatie

## **2. Eerder behandeld in:**

<b>Naam gremium:</b>	UCO
<b>Datum behandeling:</b>	15 december 2016
<b>Naam agendapunt:</b>	Verslag evaluatie wiskundeleerlijn
<b>Conclusie toen:</b>	<p>Uit het UCO-verslag: Met als doel na te gaan op welke manier de uitkomsten van deze evaluatie het beste zijn te implementeren in het huidige onderwijssysteem, is aan S&amp;B het advies uitgebracht om een kleine werkgroep samen te stellen en zijn suggesties gedaan voor deelnemers. Deze werkgroep zal op heel korte termijn met een voorstel komen dat uiterlijk in de UCO-vergadering van februari 2017 kan worden besproken. Dit voorstel zal de evaluatie-uitkomsten als uitgangspunten nemen, inclusief de mogelijkheid om te gaan werken met een flexibelere vorm voor de wiskundeleerlijn.</p> <p>Follow-up n.a.v. UCO: Concreet zal het scenario uitgewerkt worden waarbij er twee varianten van de wiskundeleerlijn zijn en clusters van verwante opleidingen in een variant van de wiskundeleerlijn participeren. Streven is dat het wiskundeonderwijs hierdoor beter aansluit bij de inhoud van de modules.</p>
<b>Naam gremium:</b>	CvB en Decanen
<b>Datum behandeling:</b>	8 februari 2017
<b>Naam agendapunt:</b>	Evaluatie wiskundeleerlijn en vervolg
<b>Conclusie toen:</b>	<p>De decanen nemen kennis van het advies van de UCO naar aanleiding van de evaluatie van de Wiskunde leerlijn, waarbij de UCO heeft geadviseerd om Wiskunde in meerdere leerlijnen te splitsen, om zo optimaal aan te sluiten op de verschillende opleidingen.</p> <p>De werkgroep die dit voorstel gaat uitwerken is nadrukkelijk verzocht de kosten te bewaken. Als kostenbesparende suggestie wordt meegegeven om docenten te coachen door wiskundedocenten.</p> <p>Naar de mening van het CvB-D zou het brede eerste hoorcollege door Brinksma voor de eerstejaars moeten worden gehandhaafd.</p>

---

### 3. Toelichting/samenvatting:

De Universiteitsraad wordt geïnformeerd over de uitkomsten van de wiskundeleerlijnevaluatie. In opdracht van de UCO is geëvalueerd in hoeverre de doelstellingen van de wiskundeleerlijn behaald zijn binnen de kaders van TOM. In december 2016 is het evaluatierapport opgeleverd en besproken in de UCO.

De UCO gaf in het voorjaar van 2016 de opdracht de wiskundeleerlijn te evalueren omdat de wiskundeleerlijn en TOM op dat moment (academische jaar 2015/2016) ook in het laatste (3e) academische jaar van de bacheloropleiding werd toegepast en een evaluatie van de gehele leerlijn nog niet eerder had plaatsgevonden. Voor het onderzoek zijn enquêtes afgenomen onder studenten, modulecoördinatoren en wiskundedocenten. Verder zijn panelgesprekken georganiseerd met wiskundedocenten en interviews gehouden met opleidingsdirecteuren en betrokkenen van de wiskundeleerlijn. In een stuurgroep bestaande uit vertegenwoordigers van de verschillende faculteiten, een onderwijskundige en een student-lid zijn de opzet, uitkomsten en concept-verslag van de evaluatie besproken.

Per thema zijn de uitkomsten van de evaluatie in hoofdlijnen:

- Integratie
  - Doelen wiskundeleerlijn en doelen en kader van TOM komen grotendeels overeen. Wel bestaat er een conflict tussen TOM doel 'integratie' en het wiskundeleerlijndoel 'schaalvergroting'.
  - Het ontwerpen van opleidingscurricula en de wiskundeleerlijn heeft parallel plaatsgevonden. In de jaarprogramma's van opleidingen valt de wiskundetheorie die gerelateerd is aan discipline specifieke inhoud soms samen op hetzelfde moment, maar soms ook niet.
  - Integratie van de wiskunde in dezelfde module (waaronder het project) is laag beoordeeld. Op dit vlak bestaat grote variatie tussen modules (met als uiterste studentbeoordelingen een 1.3 en een 3.1 op 4 puntsschaal). Wiskunde wordt wel elders in de opleiding gebruikt (waarderingen van: studenten 2.8, modulecoördinatoren 3.2, wiskundedocenten 3.3)
  - Bijna alle opleidingsdirecteuren hebben, in meer of mindere mate, behoefte aan grotere flexibiliteit m.b.t. wiskundeleerlijn. Voor sommige opleidingsdirecteuren betekent dit dat de uniforme planning van de leerlijn losgelaten zou moeten worden. Andere opleidingen stellen voor om verschillende clusters van opleidingen te vormen.
- Doorstroom en rendementen
  - Wiskunde draagt bij aan de selecterende en verwijzende rol van het eerste semester.
  - Ongeveer de helft van de opleidingsdirecteuren geeft aan dat de rendementen van de wiskunde-onderdelen zijn verbeterd. Het BSA en de ondeelbaarheid van modules spelen hierbij een belangrijke rol. Bij één opleiding zijn de slagingspercentages voor wiskunde door de jaren heen juist gedaald.
- Gezamenlijkheid
  - Veel opleidingen hechten belang aan een gemeenschappelijke wiskundeprofiel.
  - Studenten geven aan dat de wiskundeleerlijn niet het contact bevordert met studenten van andere opleidingen (waardering studenten: 1.7)
- Hoorcollege
  - Hoorcolleges worden door studenten laag gewaardeerd m.b.t de m.b.t. de mate waarin ze inspireren (waardering studenten: 2.2)

Op advies van de UCO is een werkgroep ingesteld die het voorstel uitwerkt waarbij er meerdere varianten van de wiskundeleerlijn zijn en clusters van verwante opleidingen in een variant van de wiskundeleerlijn participeren. Streven is dat het wiskundeonderwijs hierdoor beter aansluit bij de inhoud van de modules. De werkgroep zal bestaan uit een aantal vertegenwoordigers vanuit opleidingen, een student-lid, een onderwijskundige, een externe wiskunde-expert en een linking-pin vanuit de wiskunde staf. Getracht zal worden om (een aantal) veranderingen het aankomende academische jaar in te voeren.

#### *Summary in English*

*The Executive Board informs the University Council about the evaluation report of the continuous math curriculum that is shared by the technology oriented bachelor's programmes (in Dutch: wiskundeleerlijn). The University Education Committee (in Dutch: UCO) requested to evaluate whether the aims of the wiskundeleerlijn are achieved within the Twente Educational Model.*

*Based on the evaluation outcomes the UCO advised to increase the integration of the wiskundeleerlijn in the curricula of the bachelor's programmes by organizing the wiskundeleerlijn in a more flexible way. Specifically a working group explores the scenario in which some variants of the wiskundeleerlijn are developed and clusters of related programmes participate in a variant.*

---

#### **4. Besluit CvB:**

Het College van Bestuur neemt kennis van het verslag van de wiskundeleerlijnevaluatie en besluit deze te bespreken in de vergadering van het College en Decanen en ter informatie te delen met de Universiteitsraad.

---

---

#### **GRIFFIE URaad: (door griffie UR in te vullen)**

##### **Eerder in URaad aan de orde geweest?**

- Nee.
- Ja, op

Conclusie toen:

**Nadere toelichting:** (Voor als presidium/griffier vindt dat één van bovengenoemde punten nadere toelichting behoeft)

---

---



# Wiskundeleerlijn in TOM EVALUATIERAPPORT

UNIVERSITY OF TWENTE.

# Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Evaluatieopzet en methode</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Conclusies en onderbouwing</b> .....	<b>5</b>
2.1 Deelvraag 1: Wat zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn?.....	5
2.2 Deelvraag 2: Hoe verhouden de doelstellingen van de wiskundeleerlijn zich tot de kaders en doelstellingen van TOM? .....	5
2.3 Deelvraag 3: In hoeverre sluit de wiskunde van de leerlijn aan bij de eindkwalificaties van de opleidingen?.....	6
2.4 Deelvraag 4: In hoeverre zijn het ontwerp van de wiskundeleerlijn en de curricula van de opleidingen op elkaar aangesloten? .....	7
2.5 Deelvraag 5: In hoeverre komt de uitvoering van de wiskundeleerlijn overeen met de beoogde doelstellingen van de wiskundeleerlijn en de doelstellingen van TOM? .....	8
2.6 De hoofdvraag: In hoeverre zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn behaald per opleiding op curriculumniveau binnen de kaders van TOM? .....	14
<b>3. Aanbevelingen</b> .....	<b>16</b>
<b>4. Resultaten</b> .....	<b>18</b>
4.1 Documentenonderzoek .....	18
4.2 Enquêtes .....	19
4.3 Open reacties modulecoördinatoren:.....	24
4.4 Panelgesprekken met wiskundedocenten .....	25
4.5 Uitwerking van interviews met opleidingsdirecteuren.....	28
<b>Bijlage 1: Beschrijving Wiskundeleerlijn</b> .....	<b>37</b>
<b>Bijlage 2: Selectie van resultaten studentenenquête per opleiding</b> .....	<b>40</b>
<b>Bijlage 3: Inhoud en planning per module o.b.v. interviews met opleidingsdirecteuren</b> .....	<b>42</b>

## Inleiding

Wiskundeonderwijs voor de technische opleidingen is sinds de invoering van Twents onderwijsmodel in een leerlijn georganiseerd. Twaalf ingenieursopleidingen participeren in meer of mindere mate in deze wiskundeleerlijn.

Het wiskundeonderwijs zelf is veelal geëvalueerd in de module evaluaties van de diverse opleidingen en kwam zijdelings aan bod in de kwartaalevaluaties die zijn uitgevoerd door het Programmabureau Onderwijs Vernieuwing (POV). Omdat een evaluatie van de gehele leerlijn nog niet heeft plaatsgevonden en de wiskundeleerlijn en TOM afgelopen academische jaar 2015/2016 ook in het laatste (3<sup>e</sup>) academische jaar van de bacheloropleiding is toegepast, gaf de Universitaire Commissie Onderwijs (UCO) op 10 maart 2016 de opdracht de wiskundeleerlijn in zijn geheel te evalueren. De opdrachtgever heeft een hoofdvraag en deelvragen geformuleerd. De onderzoeksvraag waarop de evaluatie antwoord geeft is:

*In hoeverre zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn behaald per opleiding op curriculumniveau binnen de kaders van TOM?*

Deze vraag is uitgesplitst in de volgende deelvragen:

1. Wat zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn?
2. Hoe verhouden de doelstellingen van de wiskundeleerlijn zich tot de kaders en doelstellingen van TOM?
3. In hoeverre sluit de wiskunde van de leerlijn aan bij de eindkwalificaties van de opleidingen?
4. In hoeverre zijn het ontwerp van de wiskundeleerlijn en de curricula van de opleidingen op elkaar aangesloten?
5. In hoeverre komt de uitvoering van de wiskundeleerlijn overeen met de beoogde doelstellingen van de wiskundeleerlijn en de doelstellingen van TOM?

Een stuurgroep met vertegenwoordigers uit de verschillende faculteiten en een student-lid is ingesteld om de evaluatieopzet vorm te geven. De evaluatie is uitgevoerd door Maria van der Blij, onderwijskundig adviseur bij CELT, en Marc-Jan Zeeman, beleidsmedewerker onderwijs bij S&B.

Allereerst wordt in hoofdstuk 1 kort de evaluatieopzet en methode beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 2 de conclusies beschreven. Deze worden onderbouwd met de resultaten van de enquêtes (studenten, module coördinatoren en docenten wiskunde) en panelgesprekken (wiskunde docenten) en de samengevoegde informatie uit de interviews met de opleidingsdirecteuren. Deze resultaten staan beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 3 worden, voortbouwend op de conclusies, aanbevelingen gedaan en mogelijke scenario's beschreven.

## 1. Evaluatieopzet en methode

De evaluatie is klein opgezet doordat zoveel mogelijk gebruik is gemaakt van bestaande documenten en evaluatiegegevens en door de resultaten van de leerlijnevaluatie zoveel mogelijk te beschrijven op opleidings- en leerlijnniveau en niet in te gaan op specifieke modules.

In het onderzoek wordt ingezoomd op het beoogde curriculum van de wiskundeleerlijn in de curricula van de opleidingen. Ook wordt gekeken naar hoe de uitvoering van de wiskundeleerlijn in de modules wordt ervaren. Op basis van de evaluatie wordt een aanzet gedaan voor verbetermogelijkheden en verdere ontwikkeling van het wiskunde onderwijs in TOM.

Doelen en kaders van de wiskundeleerlijn zijn geïnventariseerd met behulp van de oorspronkelijke ontwerpdocumenten van TOM. De intentie van de wiskundeleerlijn wordt uitgebreider beschreven in het TOM evaluatierapport van kwartiel 1 van het academische jaar 2013/2014. Resultaten van de inventarisatie staan in paragraaf 4.1

Doelgroepen waarop de evaluatie zich richtte zijn opleidingsdirecteuren, module-coördinatoren, wiskundedocenten studenten die recent deelnamen aan wiskundeonderwijs van de leerlijn, en andere betrokkenen van de wiskundeleerlijn (Jan Willem Polderman, Harry Aarts, Brigit Geveling). De subvragen van de evaluatie werden geadresseerd aan de doelgroep die hierover, gelet op hun rol, informatie kon verschaffen. Omdat de stuurgroepleden direct betrokken zijn bij het onderwijs en in de stuurgroep verschillende functies vertegenwoordigen, zoals modulecoördinator, opleidingscoördinator en opleidingsdirecteur, heeft de stuurgroep bij de evaluatievorm (enquête, interview, etc.) en de vraagitems, geadviseerd.

De volgende onderzoeksmethoden zijn gehanteerd:

- een documentanalyse gericht op de ontwerpdocumenten van TOM en de wiskundeleerlijn en de eerder uitgevoerde evaluaties
- digitale vragenlijsten met een vierpuntsschaal, specifiek per doelgroep toegespitst, middels EvaSys voor studenten, wiskundedocenten en modulecoördinatoren,
- semi gestructureerde interviews met opleidingsdirecteuren en betrokkenen van de wiskundeleerlijn,
- panelgesprekken met de wiskundedocenten.

De digitale enquête is eind mei uitgezet en de respons was half juni binnen. Vervolgens zijn in de periode juni tot en met augustus de interviews en panelgesprekken uitgevoerd. De interviews en de panelgesprekken hadden ook als doel om de kwantitatieve gegevens te duiden die middels de digitale enquête zijn verkregen en zijn daarom grotendeels georganiseerd nadat de ruwe enquêteresultaten bekend waren. Een overzicht van de specifieke evaluatievragen en evaluatiemethoden is op te vragen bij Marc-Jan Zeeman en Maria van der Blij.

## 2. Conclusies en onderbouwing

Op basis van de resultaten die beschreven staan in hoofdstuk 4 worden in paragraaf 2.1 de deelvragen beantwoord en onderbouwd. In paragraaf 2.2 wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag.

Per deelvraag wordt een conclusie genoemd die vervolgens wordt onderbouwd aan de hand van de verkregen resultaten. Dit hoofdstuk eindigt met de beantwoording van de hoofdvraag.

### 2.1 Deelvraag 1: Wat zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn?

Doelstellingen van de wiskundeleerlijn (op basis van documentenonderzoek paragraaf 4.1 en input gesprekken Jan Willem Polderman, Harry Aarts en Brigit Geveling):

- gezamenlijk wiskundeonderwijs voor de technische opleidingen
- herkenbaar wiskunde UT-profiel;
- overstap tussen technische studies vergemakkelijken
- creëren van gemeenschappelijkheid onder de studenten
- hoorcolleges zijn een inspiratiebron waarbij studenten geprikkeld worden om zich in de materie te verdiepen
- efficiëntie door schaalvergroting
- per opleiding wordt in de wiskunde werkcolleges de inhoud zoveel mogelijk in verband gebracht met de inhoud van de modules en de discipline alsmede een aantal cases ontwikkeld.

In de panelgesprekken met wiskunde docenten bleek dat de docenten grotendeels op de hoogte zijn van de doelstellingen van de wiskundeleerlijn.

### 2.2 Deelvraag 2: Hoe verhouden de doelstellingen van de wiskundeleerlijn zich tot de kaders en doelstellingen van TOM?

*Over het algemeen komen de doelen van de wiskundeleerlijn en de doelen en kaders van TOM goed met elkaar overeen. Wel bestaat er een conflict tussen TOM doel 'integratie' en het wiskundeleerlijn doel 'schaalvergroting' en efficiëntie/uniformiteit.*

In tabel 1 staan de doelen van de wiskundeleerlijn die gerelateerd zijn aan de doelen en kaders van TOM in dezelfde rij.

Tabel 1: Relatie TOM en wiskundeleerlijn doelen en kaders

TOM doelen en kaders	Wiskundeleerlijn doelstellingen
Ondersteuning van het Twents onderwijsprofiel: <ul style="list-style-type: none"><li>- de 30's, transferable skills, ondernemendheid en het high tech-human touch karakter komen tot uitdrukking in eindkwalificaties.</li><li>- Integratie en thematische samenhang in modules. Kennis wordt toegepast in het project.</li><li>- Student verantwoordelijk voor leerproces</li></ul>	Herkenbaar UT wiskunde profiel. Elke UT ingenieur heeft dezelfde wiskundebasis.  Hoorcollege als inspiratiebron. Naast generieke hoorcolleges ook discipline specifieke onderdelen. Per opleiding wordt de wiskunde in verband gebracht met de disciplinaire inhoud, ook door cases.
Snellere doorstroom en betere rendementen. De eerste twee modules hebben expliciet een selecterend en verwijzende rol.	Overstap tussen technische opleidingen makkelijker.



TOM doelen en kaders	Wiskundeleerlijn doelstellingen
Kostenbesparing door schaalvergroting in de organisatie.	Schaalvergroting (grotere groepen) zorgt voor een efficiënte inrichting van het onderwijs.
Streven naar maximale gezamenlijkheid is een doel an sich, ook wanneer dit bedrijfseconomisch niet direct noodzakelijk is.	Gemeenschappelijkheid onder studenten over opleidingen heen (gezamenlijk).
Vergroten van de instroom in opleidingen.	

### 2.3 Deelvraag 3: In hoeverre sluit de wiskunde van de leerlijn aan bij de eindkwalificaties van de opleidingen?

*De wiskundeleerlijn sluit goed aan bij de eindkwalificaties van de opleidingen.*

Wiskunde draagt volgens de wiskundedocenten en de modulecoördinatoren bij aan de volgende eindkwalificaties:

- Is competent in doing research
- Has a scientific approach
- Possesses basic intellectual skills
- Is competent in one or more scientific disciplines

Er wordt weinig of geen relatie aangegeven met:

- Is competent in designing
- Is competent in co-operating and communicating
- Takes account of the temporal and the social context
- Is competent in working in a multidisciplinary environment

Opleidingsdirecteuren is gevraagd wat beoogd wordt met wiskunde als onderdeel van het opleidingscurriculum. Veel opleidingsdirecteuren hebben aangegeven de wiskunde van belang te vinden voor de academische vorming. Het stimuleert het abstracte denken en maakt dat studenten beter verbanden kunnen leggen. Verder noemen een paar opleidingsdirecteuren ook het belang van wiskunde voor het communiceren in multidisciplinaire teams.

De meningen van studenten en opleidingsdirecteuren over de functies van wiskunde, namelijk a) middel voor het oplossen van problemen ('toolkit'), b) een middel om te communiceren ('taal') en/of c) middel voor het begrijpen van opleidingsspecifieke concepten, zijn divers. Dit kan mede verklaard worden door de verschillen in inhoud tussen opleidingen. Een aantal opleidingsdirecteuren geeft aan dat, hoewel zij graag zouden zien dat de studenten wiskunde als taal leren, de studenten zelf het meer als tool zien. Enkele opleidingsdirecteuren geven aan dat dit te maken kan hebben met de fase in de opleiding, maar ook met de wijze van toetsing die nu volgens hen voornamelijk bestaat uit het maken van sommen en minder het toetsen van begrip en inzicht. Wanneer wiskunde wordt aangeboden ter ontwikkeling van het abstractievermogen, zijn verschillende opleidingsdirecteuren van mening dat deze wiskunde eerst moet beklijven en wordt het niet als een probleem ervaren dat deze wiskunde niet gelijk wordt toegepast. Er zijn ook opleidingsdirecteuren die het van belang vinden dat wiskunde eerst wordt gebruikt in de context, zodat wiskunde betekenis krijgt voor studenten, om vervolgens de abstractieslag te maken.

Een aantal opleidingsdirecteuren zegt dat de didactiek in de werkcolleges verbeterd kan worden, en dan met name richting samenwerken.

## 2.4 Deelvraag 4: In hoeverre zijn het ontwerp van de wiskundeleerlijn en de curricula van de opleidingen op elkaar aangesloten?

*Het ontwerp van de wiskundeleerlijn en het ontwerp van de opleidingen zijn nauwelijks op elkaar aangesloten.*

De wiskundeleerlijn en de opleidingscurricula zijn parallel aan elkaar ontwikkeld. Hierbij is niet het ene ontwerp als uitgangspunt genomen voor het andere ontwerp. Tijdens de ontwerpfase heeft nauwelijks afstemming plaatsgevonden tussen de ontwikkeling van de wiskundeleerlijn en de ontwikkeling van de opleidingscurricula. Beide ontwerpen volgen hierbij eigen uitgangspunten en vormen elk een eigen bouwwerk. Deze bouwwerken zijn in meer of mindere mate verenigbaar. Vaak lijkt goede samenhang meer gebaseerd op toeval dan op afstemming, "het kwam net mooi uit".

### **Inhoud, integratie/samenhang en planning**

Het jaarprogramma van de wiskundeleerlijn staat voor de opleidingen die hiervan gebruikmaken vast. Een opleiding kan dus niet flexibel omgaan met de wiskundeleerlijn en een bepaald onderwerp van de leerlijn eerder of later in het jaar te behandelen. In de jaarprogramma's van opleidingen valt de wiskundetheorie die gerelateerd is aan disciplinaire inhoud soms samen in de module, maar soms ook niet.

Concreet betekent dit dat de wiskunde soms te vroeg wordt aangeboden en studenten de wiskunde pas later kunnen toepassen. Vaak vinden de opleidingsdirecteuren dit geen probleem, want enige tijd voor bezinking en herhaling kan ook goed zijn. Ook kan dit betekenen dat wiskunde te laat wordt aangeboden waardoor de studenten de benodigde kennis en vaardigheden missen op het moment dat ze het nodig hebben in de opleiding. Dat is meer een probleem want dan gaan de opleidingen deze tekorten zelf repareren wat weer negatieve consequenties kan hebben voor de efficiëntie en daarbij leren de studenten dan vooral de wiskunde toe te passen als truc, waar niemand enthousiast over is. Toch kennen (bijna) alle opleidingen wel één of twee modules waar de samenhang tussen wiskunde en de module (in meer of mindere mate) wel bestaat. In sommige kwartieren van sommige opleidingen is het echter onmogelijk samenhang te bewerkstelligen tussen de op dat moment aangeboden wiskunde en het onderwerp van de module. De meeste opleidingen betreuren dit omdat zij zelf integratie grotere prioriteit geven dan efficiëntie.

Een enkele opleiding vindt het sowieso moeilijk of niet zo belangrijk om de samenhang tussen wiskunde en de disciplinaire inhoud duidelijk te maken. Dan wordt als belangrijke functie van de wiskunde leerlijn ook het gemeenschappelijk UT ingenieurs profiel en de positionering die daarmee samengaat binnen en buiten de UT beoogd.

Wat betreft de inhoud van de wiskundeleerlijn, missen opleidingen bepaalde onderwerpen in de wiskundeleerlijn (zie bijlage 3). Soms wordt dit gerepareerd door wiskundedocenten, soms door docenten van de eigen opleiding.

### **Didactiek en werkvormen**

Per week heeft de wiskundeleerlijn een hoorcollege, begeleide zelfstudie en een werkcollege gepland. Daarnaast hebben opleidingen de mogelijkheid onbegeleide zelfstudie in te roosteren. Dit wordt door sommige opleidingen als teveel ervaren, ook door het verkeerde beeld dat de studenten hiervan kunnen

krijgen: wiskunde vak is zwaarder en moeilijker dan discipline vak met evenveel EC's. Een enkele opleiding heeft dan ook de onbegeleide zelfstudie niet in het rooster opgenomen. Bij de hoor- en werkcolleges van de opleidingen wordt als basisstof hetzelfde (voor wiskunde en niet voor ingenieurs) boek gebruikt. TW en TN gebruiken een ander boek. Gemeenschappelijke hoorcolleges worden georganiseerd voor 8 opleidingen. Engelstalige hoorcolleges worden georganiseerd voor AT en EE. Daarnaast worden apart voor TW en TN gezamenlijk aparte hoorcolleges gegeven (math  $\beta$ 1 en 2). Gekeken gaat worden of AT, TN, EE en TW samen Math  $\beta$  gaan aanbieden aan de studenten. Het oorspronkelijke doel van wiskunde om de werkcolleges zoveel mogelijk discipline specifiek te maken komt niet in het ontwerp tot uitdrukking. De cases waren ten tijde van de start van TOM voor een enkele module ontworpen.

### **Toetsing**

De meeste opleidingen als ook de verantwoordelijken voor de leerlijn geven aan dat naast de vaardigheden begrip en inzicht belangrijk zijn. Een aantal OLD's geeft aan dat in de toetsopgaven van de wiskundeleerlijn het accent meer ligt op vaardigheden dan op inzicht van de studenten. De OLD en de bachelor coördinator zijn van mening dat middels de opgaven ook inzicht wordt getoetst. Wiskunde zou volgens het ontwerp net als de andere moduleonderdelen twee toets momenten aanbieden binnen de module, de reguliere toets en de reparatietoets. Alleen in de eerste module zijn er twee deoltoetsen (Math A en Mat b1) en een reparatietoets gepland. Alle studenten krijgen dezelfde toets op het zelfde moment.

### **Visie wiskundendidactiek**

De wiskunde leerlijn kent een duidelijke didactische opbouw waar abstractie en toepassing in de context van de opleiding naast elkaar plaats vinden. De opleidingsdirecteuren verschillen hierover van mening. De één vindt dit een goede methode, de ander ziet liever eerst de concrete toepassing (motiveert studenten) waarna later het begrip kan worden verworven. Van toepassing naar begrip of andersom, kan volgens de één in dezelfde module, een ander denkt weer dat het beter is hier wat tijd overheen te laten gaan. Eén opleiding, TN, oppert toepassing en abstractie helemaal los te koppelen. Er kan dan een abstractie leerlijn worden aangeboden en daarnaast een werkplaats waarin de studenten met begeleiding werken aan het oefenen van tools die ze dan nodig hebben.

## **2.5 Deelvraag 5: In hoeverre komt de uitvoering van de wiskundeleerlijn overeen met de beoogde doelstellingen van de wiskundeleerlijn en de doelstellingen van TOM?**

### **2.5.1 Conclusies deelvraag 5**

*In tabel 2 worden de conclusies kort weergegeven.*

Allereerst worden de conclusies kort weergegeven en vervolgens worden de conclusies bij het merendeel van de doelen wat uitgebreider toegelicht.

Tabel 2: Conclusies uitvoering wiskundeleerlijn gerelateerd aan de doelen

(Blauw: doelen wiskundeleerlijn, oranje: doelen en kaders TOM. Waar wordt verwezen naar enquêteresultaten: 1=strongly disagree, 2=disagree, 3=agree, 4=strongly agree)

Doel	Behaald?	Korte toelichting
1. Het Twents Onderwijsprofiel leidt ertoe dat elke UT academicus een zelfde basis aan eindcompetenties beheerst	+	Wiskundeonderwijs draagt bij aan de ontwikkeling van meerdere competenties. Zie ook paragraaf 2.1.3
2. Herkenbaar UT wiskunde profiel. Elke UT ingenieur heeft dezelfde wiskundebasis.	+	12 technische opleidingen delen zelfde basis aan wiskunde. Opleidingen nemen in meer of mindere mate deel aan de leerlijn (zie bijlage 1 en 3). Daarnaast organiseren enkele opleidingen aanvullend wiskundeonderwijs. De meerwaarde van dit profiel wordt breed gedragen.
3. Integratie en thematische samenhang in modules. Kennis wordt toegepast in het project.	-	Integratie in zelfde module (waaronder project) is laag beoordeeld. Op dit vlak is grote variatie tussen modules, met als uiterste studentbeoordelingen een 1.3 en een 3.1. Wiskunde wordt wel elders in de opleiding gebruikt (waardering studenten 2.8, MC 3.2, wiskundedocent 3.3) Zie ook paragraaf 2.1.4
4. Naast generieke hoorcolleges ook discipline specifieke onderdelen. Per opleiding wordt de wiskundeleerlijn in verband gebracht met de disciplinaire inhoud, alsmede een aantal cases ontwikkeld.	+/-	De relatie met de module wordt het meest gezocht in de cases. De omvang van de case is gering. Werkcollegeopdrachten worden bij sommige opleidingen toegespitst op de discipline. Wiskunde die gerelateerd is aan de disciplinaire inhoud komt in meerdere gevallen gelijktijdig met opleidingsspecifieke stof in een module aan bod. In zulke gevallen wordt een directe koppeling gemaakt. Soms is er echter geen koppeling mogelijk omdat de wiskunde geen relatie heeft met de overige onderdelen van de module.
5. Hoorcollege als inspiratiebron.	-	Onder gemiddeld beoordeeld door studenten (2.2)
6. Student verantwoordelijk voor leerproces	+/-	Aanbod van wiskundetheorie en bijeenkomsten ligt vast. Afhankelijk van de didactiek van de wiskundedocent worden studenten gestimuleerd zelfstandig aan het werk te gaan en zelf verantwoordelijk te nemen voor b.v. het gebruik van bronnen, het plannen en het beheersen van de stof.
7. Snellere doorstroom en betere rendementen. De eerste twee	+	In het eerste semester komt pittige wiskunde aan bod. Afronding van deze wiskunde kan



Doel	Behaald?	Korte toelichting
modules hebben expliciet een selecterend en verwijzende rol.		maar in beperkte mate uitgesteld worden. Bijna alle OLD's geven aan betere rendementen zowel voor wiskunde als voor het eerste jaar te zien. Onduidelijk is waar dit aan ligt. Ook BSA en de eis een gehele module te halen kunnen hierbij een grote rol spelen.
8. Overstap tussen technische opleidingen makkelijker.	-	Het idee is dat door de gemeenschappelijke wiskunde, de studenten alleen de disciplinaire theorie in te halen, wanneer ze overstappen. In de praktijk echter, mede door de verplichting de module als geheel te halen, speelt dit nauwelijks een rol bij overstappen. De meeste OLD's geven geen meerwaarde aan op dit gebied.
9. Kosten besparing door schaalvergroting in de organisatie.	?	Zowel de wiskunde docenten als de OLD's betwijfelen of de gemeenschappelijke hoorcolleges en toetsing geleid hebben tot meer efficiëntie. De afstemming met de opleidingen, de modules, en de vergaderingen leiden waarschijnlijk tot meer uren dan voorheen.
10. Streven naar maximale gezamenlijkheid is een doel an sich, ook wanneer dit bedrijfseconomisch niet direct noodzakelijk is.	+	Studenten van verschillende opleidingen nemen deel aan dezelfde hoorcolleges. Wel zijn er twee varianten naast het algemene gemeenschappelijke hoorcollege: een bètavarient voor TN en TW en een Engelstalig college voor EE en AT.
11. Gemeenschappelijkheid onder studenten over opleidingen heen.	-	Contact tussen studenten wordt hierdoor niet bevorderd. Dit waarden studenten met 1.7.

### 2.5.2 Onderbouwing bij de conclusies bij deelvraag 5

**Ad 2: Herkenbaar UT wiskunde profiel. Elke UT ingenieur heeft dezelfde wiskundebasis.**

*Over het geheel: Ja*

Twaalf UT ingenieursopleidingen nemen in meer of mindere mate deel aan de wiskundeleerlijn en het merendeel van deze opleidingen onderschrijft het belang en de waarde van het gemeenschappelijke UT profiel. Vooral de opleidingen die voorheen als "minder technisch" werden beschouwd (BIT, IO, CIT) zien hiervan de meerwaarde zowel in de UT gemeenschap als landelijk. Daarnaast heeft elke opleiding nog eigen specifieke behoeften en aandachtspunten en is de gemeenschappelijke basis voor enkele opleidingen te groot.

In de loop van de drie jaar dat TOM met de wiskundeleerlijn draait komen er steeds meer variaties. TN en TW kennen een eigen variant op de wiskundeleerlijn, Math  $\beta$ 1 en  $\beta$ 2 in plaats van B1 en B2. Er vindt overleg plaats tussen TW, TN EE en AT om meer samen te werken bij een meer verdiepende en/of uitgebreide wiskunde.

Opleidingen nemen in meer of mindere mate deel aan de wiskundeleerlijn. Wiskundeonderdelen A + B1, B2 en C1 worden door alle opleidingen afgenomen m.u.v. TW en TN. TBK biedt C1 in het tweede jaar aan. In bijlage 1 staat een overzicht welke opleiding welke delen van de wiskundeleerlijn wanneer volgt.

### **Ad 3: Integratie en thematische samenhang in modules. Kennis wordt toegepast in het project.**

*Over het geheel: Nee*

Doordat de opleidingsmodules nagenoeg apart van de wiskundeleerlijn zijn ontwikkeld is de integratie en de samenhang in de modules lang niet altijd gerealiseerd.

De mate waarin men streeft naar meer samenhang is sterk afhankelijk van personen en de communicatie daartussen: opleidingsdirecteuren op curriculum niveau (planning van de module inhouden), module coördinatoren en contactpersonen en werkcollege coördinatoren op module niveau (cases, opgaven) en docenten op onderwerp niveau (relatie leggen met elkaars vakken). Hoe meer deze personen gemotiveerd zijn tot samenwerking en bekend zijn met elkaars discipline, hoe meer er mogelijk lijkt te zijn binnen de bestaande kaders. Daarnaast gaan sommige vaste werkcollegedocenten flexibel om met de wiskunde planning en inhoud per opleiding. "Dan besteed ik in week X aandacht aan Y omdat dat beter uitkomt." Dit werd door zowel een aantal opleidingsdirecteuren aangegeven als door een aantal wiskunde docenten in de panelgesprekken. Hier is verder weinig zicht op.

Een paar opleidingen hebben in sommige modules geen case. Enkele opleidingsdirecteuren twijfelen aan de relatie van de ontwikkelde case met de discipline. Verschillende opleidingsdirecteuren zijn van mening dat de omvang van de case, 4 uur per module, te klein is.

Een vraag die bij het streven naar integratie gesteld kan worden is hoe ver deze integratie doorgevoerd dient te worden. Sommige opleidingen streven naar het ideaal om volledig geïntegreerde modules aan te bieden waarbij het wiskundeonderwijs ook verweven is in de module en het project. Andere opleidingen hanteren een ruimere definitie van integratie en zijn tevreden met het hebben van enige samenhang in de modules. Nog weer andere opleidingen streven naar goede integratie maar vinden het minder een probleem dat de wiskunde hier buiten valt.

### **Ad 4. Naast generieke hoorcolleges ook discipline specifieke onderdelen. Per opleiding wordt de wiskunde in verband gebracht met de disciplinaire inhoud.**

*Over het geheel: Enigszins.*

De werkcolleges en begeleide zelfstudie kent vaak geen of weinig relatie met de discipline, de module en het project. Dit is ook niet in het ontwerp opgenomen (zie paragraaf 2.1.4). Een enkele (vaste) werkcollegedocent probeert één of twee opgaven contextrijk te maken. Wanneer bij de module meerdere wiskundedocenten betrokken zijn, die ook nog bij verschillende opleidingen worden ingezet, hebben die te weinig kennis van en contact met de opleiding om in het onderwijs de relatie te leggen met de discipline en de module. Dit houdt de wiskundeleerlijn generiek en maakt de integratie met de module en opleiding beperkt.

Voor de relatie met de discipline en de module wordt nu in bijna alle modules een discipline specifieke case georganiseerd die 4 uur beslaat. Opleidingen zijn zeer positief over de cases en vinden dat de case een groter onderdeel mag vormen van de wiskundeleerlijn. Een enkele opleidingsdirecteur zegt dat bij voorkeur het project de case is.

Over het algemeen vinden de studenten, volgens de opleidingsdirecteuren, de begeleide zelfstudie en werkcolleges zinvol. Wel wordt de relatie van de opgaven in de werkcolleges met de discipline gemist en vinden de studenten het niveau van de opgaven en MyLab<sup>+</sup> lager dan dat van de toets items. De aanwezigheid van de studenten in de werkcolleges loopt terug. Dat kan te maken hebben met dat

wanneer de student achter loopt met de stof, die niet meer naar de bijeenkomsten gaat, “de student heeft de trein gemist...”. Het kan ook te maken hebben met prioritering en eigen planning van de student. De student kan ook thuis zelf de opgaven maken. Een paar opleidingsdirecteuren suggereren dat de didactiek van de werkcolleges kan worden verbeterd door de studenten gericht in groepen te laten werken, bijvoorbeeld volgens de methodiek van team-based learning en opleidingsspecifieke opdrachten. EE heeft hier goede ervaringen mee.

#### **Ad 5: Hoorcollege als inspiratiebron.**

*Over het geheel: Nee*

Het merendeel van de studenten ervaart de gemeenschappelijke hoorcolleges niet als inspirerend en geven aan dat het niet het contact met andere studenten stimuleert. Opmerkingen van opleidingsdirecteuren over de hoorcolleges zijn: “te massaal, geen vragen kunnen/durven stellen, te weinig meerwaarde t.o.v. de werkcolleges”. Ook krijgen docenten bij een hoorcollege minder of geen directe feedback. Bij het werkcollege krijgt een andere docent pas de terugkoppeling of de stof begrepen is. Veel studenten hebben volgens verschillende opleidingsdirecteuren meer behoefte aan colleges die direct toepasbaar lijken dan aan een algemene inleiding. In de hoorcolleges wordt niet ingegaan op disciplinespecifieke voorbeelden.

De TW en TN studenten zijn positiever over de hoorcolleges, maar die nemen ook deel aan een andere variant van de wiskundeleerlijn, math  $\beta$ . Het merendeel van de opleidingsdirecteuren is niet enthousiast over de hoorcolleges. Jan Willem Polderman, Brigit Geveling en Harry Aarts geven aan dat het nu niet optimaal loopt. Twee uur is te lang voor het aangeven van de stip op de horizon, daardoor gaan docenten ook de diepte in en dat is juist niet de bedoeling. Daarnaast geven enkele wiskunde docenten aan ook kleine hoorcolleges te geven in de begeleide zelfstudie en/of werkcolleges.

#### **Ad 6: Student verantwoordelijk voor leerproces**

*Over het geheel: Enigszins*

De studenten geven aan zich enigszins vrij te voelen in de wijze van leren en de keuze van bronnen. Dit kan te maken hebben met het gegeven dat de wiskundebijeenkomsten facultatief zijn. De wiskundeleerlijn biedt inderdaad verschillende, ook digitale, bronnen die de student kan gebruiken. Het is mooi dat de student hierin enige vrijheid ervaart. Meerdere opleidingsdirecteuren geven aan dat zij het belang van de toename in verantwoordelijkheid van de studenten onderschrijven en soms zelfs stimuleren door aandacht te besteden aan “leren leren”.

Soms past de wiskundedidactiek niet optimaal bij de onderwijsvisie van een opleiding. Sommige opleidingen vinden de werkcolleges te weinig activerend en dat samenwerking tussen studenten te weinig wordt gestimuleerd. Zij noemen dit ook als een van de redenen voor de afname van de aanwezigheid van studenten.

#### **Ad 7: Snellere doorstroom en betere rendementen. De eerste twee modules hebben expliciet een selecterend en verwijzende rol.**

*Doorstroom en rendementen: Ja, in het algemeen is dit bij opleidingen verbeterd*  
*Selecterende en verwijzende rol: Meestal*

De rendementen zijn volgens het merendeel van de opleidingen omhoog gegaan. Zowel voor de wiskunde vakken als voor het gehele eerste jaar, zeker wanneer de uitstromers binnen het eerste jaar hierbij buiten beschouwing worden gelaten. Dit kan ook te maken hebben met de modulestructuur (gehele module halen) en het bindend studieadvies (BSA). Voor de invoering van TOM konden

studenten nog wiskunde onderdelen voor zich uitschuiven en later herkansen. Binnen TOM en met de invoering van het bindend studieadvies is dat niet meer mogelijk. Opleidingsdirecteuren geven aan dat dit bijdraagt aan het doel dat studenten snel weten of zij op de juiste plaats zitten en de verbeterde rendementen en doorstroom.

BMT geeft aan dat de resultaten voor de wiskunde in module 1 en 2 van BMT elk jaar lager worden. Omdat in het eerste semester 'moeilijke' wiskunde aan bod komt, kunnen studenten al vroeg in de opleiding ervaren of ze het juiste niveau beheersen en heeft wiskunde in het merendeel van de opleidingen een selecterende rol. Vaak correleren de cijfers voor wiskunde met de resultaten voor de zwaardere discipline onderdelen van de module. In sommige opleidingen vormt de wiskunde een struikelblok voor studiesucces terwijl de studie wellicht wel geschikt is voor de student. Hierdoor is de uitstroom groter dan nodig is voor de opleiding.

In sommige gevallen valt disciplinespecifieke inhoud, die door studenten als moeilijk ervaren wordt, samen met pittige wiskunde. Dat veroorzaakt dan een piekbelasting of juist prioritering tussen module onderdelen. Ook kan dit leiden tot grotere uitval en oppervlakkig leren voor de toets (vaardigheden i.p.v. inzicht) waardoor het gewenste niveau niet echt wordt bereikt.

#### **Ad 8: Overstap tussen technische opleidingen makkelijker.**

*Over het geheel: Nee / heeft geen invloed*

Hoewel het nu duidelijk is welke wiskunde de student heeft gehad, heeft dit geen meerwaarde voor de overstap. Niet alle opleidingen gaan hetzelfde met de overstappers om. Sommigen kijken alleen naar de moduleresultaten al geheel, anderen kijken naar de resultaten voor wiskunde in de module. Sommigen zeggen dat de studenten toch weer gehele modules moeten volgen (met evt. herhaling van de wiskunde), anderen geven meer maatwerk. Volgens de opleidingsdirecteuren komt overstap niet zoveel voor en gaf dit voor TOM niet meer werk dan nu.

#### **Ad 9: Kosten besparing door schaalvergroting in de organisatie.**

*Over het geheel: Onbekend*

De elementen van de schaalvergroting van de wiskundeleerlijn zijn de gemeenschappelijke hoorcolleges (veel minder docenten) en de gemeenschappelijke toetsen (veel minder constructie). Bijna alle opleidingsdirecteuren zijn van mening dat de uitvoering van de wiskundeleerlijn niet tot kostenbesparing heeft geleid. Deze mening berust op een aantal ervaringen met de uitvoering van de wiskundeleerlijn in TOM. Het aantal overlegmomenten per opleiding is sterk toegenomen. Ideaal gezien zou de wiskundedocent, die de werkcolleges verzorgt, per module deelnemen aan drie overlegmomenten: de ontwerp/opstart fase, de resultaat bespreking (rapportvergadering) en de evaluatie. Omdat de wiskundedocent vaak bij meerdere modules tegelijk betrokken is vraagt dit (te)veel overlegtijd van de docent.

Het oorspronkelijke idee van twee wiskundetoetsen in de module is losgelaten door de opleidingen. er worden, naast de twee toetsmomenten in de module, ook nog twee toetsmomenten buiten de module georganiseerd. Dit betekent dat voor iedere wiskundetoets er vier versies ontworpen moeten zijn en dat de toetsen op vier momenten beoordeeld moeten worden.

De extra toets momenten zijn gepland om twee redenen:

- Studenten voldoende tijd geven zich goed voor te bereiden op de herkansing.
- Kansrijk gezakte studenten nog een extra herkansing aanbieden.



## Overig: Samenwerking en communicatie

*De samenwerking en communicatie tussen docenten van de wiskundeleerlijn onderling en tussen wiskundedocenten en module coördinatoren en moduledocenten is in veel gevallen niet goed.*

Samenwerking en communicatie is niet apart naar voren gekomen in de conclusies bij uitvoering van de wiskundeleerlijn in TOM. Dit wordt hieronder apart besproken.

De wiskundeleerlijn kent veel rollen van de wiskundedocenten. De opleidingen zijn vaak niet bekend met al deze rollen en waar ze wie voor kunnen aanspreken.

De meeste wiskundedocenten voelen zich verantwoordelijk de wiskunde te relateren aan discipline specifieke inhoud van een module en de opleiding in het algemeen. Tegelijkertijd kwam uit de panelgesprekken met wiskundedocenten (in de rollen van werkcollegecoördinator, werkcollegedocent en begeleide zelfstudiedocent) naar voren dat een gebrek aan eigenaarschap van het onderwijs ervaren wordt. Dat komt mede doordat in de regel meerdere wiskundedocenten bij één module betrokken zijn en veel wiskundedocenten geen vaste opleiding(en) hebben. Opleidingen hechten grote waarde aan het hebben van vaste docenten voor de wiskundeleerlijn omdat dit de kwaliteit van het onderwijs en de samenhang in de module positief beïnvloed.

De contactpersoon is het aanspreekpunt voor praktische zaken. Ook heeft de contactpersoon een belangrijke rol bij het ontwikkelen en aanbieden van de case. Het blijkt dat de rol van contactpersoon niet overal goed heeft gewerkt. Daar wordt momenteel verbetering in aangebracht.

De werkcollege coördinator regelt alles rondom de werkcolleges en de begeleide zelfstudie. Wanneer dit een vaste persoon bij een opleiding is heeft deze inzicht in de discipline en modules en heeft enige invloed op de planning (schuiven met onderwerpen in relatie tot de module), meer disciplinaire samenhang (in opdrachten), e.d.

De werkcollege- en begeleide zelfstudiedocenten zijn verantwoordelijk voor de contactmomenten. Wanneer het een vaste docent in een module is, geeft deze soms naast het gemeenschappelijke hoorcollege nog een klein concreter college. Niet alle docenten weten wat er is behandeld in het gemeenschappelijke hoorcollege.

Een veel genoemd probleem is dat de namen van de wiskundedocenten erg laat bekend zijn, waardoor de modulecoördinatoren en de wiskundedocenten niet kunnen afstemmen met elkaar. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de opleiding zelf de wiskunde momenten plant en TW de wiskunde docenten pas daarna kan verdelen over de geplande momenten.

Van beide zijden (module coördinatoren en wiskunde docenten) is veelal weinig initiatief genomen tot contact. Dit kan te maken hebben met de grote drukte bij de invoering van TOM. Nu alle modules zijn ontwikkeld zou hier meer ruimte voor kunnen komen.

## 2.6 De hoofdvraag: In hoeverre zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn behaald per opleiding op curriculumniveau binnen de kaders van TOM?

*Van de zeven doelstellingen van de wiskundeleerlijn zijn er twee goed behaald, één is enigszins gerealiseerd, drie zijn er niet behaald en van één is het onbekend hoewel het vermoeden bestaat dat het niet is behaald.*

Een gedetailleerd antwoord per opleiding op de hoofdvraag valt buiten het doel en de opzet van deze evaluatie.

Uit de resultaten is gebleken dat er voornamelijk nuanceverschillen bestaan tussen de mate waarin de doelstellingen van de wiskundeleerlijn zijn behaald in de opleidingen. Het gemeenschappelijke beeld geeft voor nu voldoende informatie over hoe het bij de afzonderlijke opleidingen is gesteld. In paragraaf 2.1.5 is de deelvraag “In hoeverre zijn de doelstellingen van de wiskundeleerlijn behaald binnen de kaders van TOM?” beantwoord en toegelicht. In onderstaande tabel wordt een samenvatting hiervan gegeven.

*Tabel 3: Samenvatting in hoeverre doelstellingen wiskundeleerlijn zijn behaald*

Ja	gezamenlijk wiskundeonderwijs voor de technische opleidingen
Ja	herkenbaar wiskunde UT-profiel;
Nee	overstap tussen technische studies vergemakkelijken
Nee	creëren van gemeenschappelijkheid onder de studenten
Nee	hoorcolleges zijn een inspiratiebron waarbij studenten geprikkeld worden om zich in de materie te verdiepen
Onbekend / Nee	efficiëntie door schaalvergroting
Enigszins	per opleiding wordt in de wiskunde werkcolleges de inhoud zoveel mogelijk in verband gebracht met de inhoud van de modules en de discipline alsmede een aantal cases ontwikkeld.

Wel bestaan er duidelijke verschillen in de mate van integratie en wensen op het gebied van planning en inhoud. De situatie per opleiding en de wensen van de opleidingen ten aanzien van de wiskunde leerlijn zijn weergegeven in bijlage 3.

Andere verschillen tussen opleidingen liggen op het gebied van visie op de benodigde didactiek en de relatie tussen de wiskundige concepten en de toepassing in context van de opleiding. Omdat deze aspecten buiten de scope van deze evaluatie vielen is er onvoldoende informatie verkregen om hierover per opleiding een goed beeld te geven.

### 3. Aanbevelingen

Op basis van de conclusies, zoals beschreven in hoofdstuk 2, worden aanbevelingen gedaan. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de wiskundeleerlijn, in welke vorm dan ook, wordt voortgezet. Sommige aanbevelingen zullen gepaard gaan met grotere kosten van de uitvoering van de wiskundeleerlijn. Daarvan wordt hier geen inschatting gemaakt.

#### **Prioritering doelen**

Er is behoefte aan een duidelijke uitspraak over de prioritering van de doelen over integratie en efficiëntie (door schaalvergroting en gemeenschappelijk onderwijs). Wanneer prioriteit wordt gegeven aan integratie, dan heeft dit consequenties voor de vormgeving van de wiskundeleerlijn en de modules. Wanneer prioriteit wordt gegeven aan efficiëntie door uniformiteit van de wiskundeleerlijn, dan kan de wiskundeleerlijn los van de modules komen te staan. Dit zou dan consequenties hebben voor de Twentse onderwijsvisie en het omgaan met deeltijfers.

#### **Definiëren van het gemeenschappelijke wiskundeprofiel**

Veel opleidingen hechten belang aan een gemeenschappelijke wiskundeprofiel. Tegelijkertijd doen opleidingen suggesties die als gevolg hebben dat de uniforme planning en/ of de gemeenschappelijke hoorcolleges worden losgelaten. Relevant is daarom te beschrijven wat verstaan wordt onder het gemeenschappelijke wiskundeprofiel. Een element van het gemeenschappelijke profiel is de academische vorming die de wiskundeleerlijn met zich meebrengt. Hierbij kan betoogd worden dat wiskunde een gemeenschappelijk fundament vormt van technische opleidingen en dat alle technische studenten hierin onderwezen dienen te worden om zo verbanden te zien tussen verschillende technische disciplines. Het risico bestaat dat de gemeenschappelijke basis erg klein wordt wanneer de flexibiliteit wordt vergroot en opleidingen vrij zijn in de keuze van de wiskunde onderdelen van de leerlijn. Er dient duidelijkheid te komen over de minimale basis.

#### **Visie op functie van wiskunde en didactiek**

Het formuleren van de visie op de functie van de wiskundeleerlijn en de bijbehorende didactiek is gewenst. Om een gedragen visie te krijgen, ligt het voor de hand om bij het ontwikkelen hiervan de betrokkenen mee te nemen. Een vraag die hierbij relevant is hoe studenten een goed begrip van wiskunde ontwikkelen. Is het bijvoorbeeld gewenst om een opleidings specifieke context als vertrekpunt te nemen om vervolgens later de abstractieslag te maken? Een element andere waar de visie ook op in dient te gaan, is de wenselijke opbouw van het wiskunde onderwijs en de logica hierachter. Student-driven learning met betrekking tot het wiskunde onderwijs en de manier waarop dit gestalte krijgt, is ook een onderwerp dat verdere doordenking behoeft. Concrete didactische aanpassingen in de didactiek van de werkcollege zijn volgens meerdere opleidingsdirecteuren nodig. Voorbeelden hiervan zijn team-based learning en de opdrachten relateren aan de discipline van de opleiding.

#### **Nadere inventarisatie van behoeften opleiding**

Een inventarisatie van behoeften van de opleidingen ten aanzien van de planning van de diverse inhoud van de wiskunde leerlijn kan inzicht geven in (on)mogelijkheden van aanpassingen. Een inventarisatie van de specifieke behoeften van opleidingen aan wiskunde onderdelen, die nu niet in de leerlijn zijn opgenomen, en hoe daar nu mee wordt omgegaan kan eventueel leiden tot een betere organisatie hiervan. Voor zover dit uit de interviewverslagen met opleidingsdirecteuren kon worden gehaald, is dit weergegeven in bijlage 3.

### Scenario's

Om opvolging te geven aan de evaluatieresultaten zijn verschillende scenario's denkbaar. Onderling verschillen ze vooral 1) in de mate waarin module-integratie kan worden bewerkstelligd en 2) de manier waarop aan gemeenschappelijkheid gestalte kan krijgen. Wat betreft het vergroten van de flexibiliteit kan het onderscheid gemaakt worden tussen variatie in inhoud, planning, werkvormen en doelgroepen.

Aanbevelingen, die bij elk scenario meegenomen kunnen worden, zijn:

- Meer aandacht geven aan discipline specifieke onderdelen, waarbij de wiskunde (van de leerlijn) in verband wordt gebracht met de discipline. Dit kan bijvoorbeeld door de case te vergroten.
- Contactpersoon van de wiskundeleerlijn en de modulecoördinator van de opleiding overleggen regelmatig.
- Wisseling van wiskundedocenten per opleiding en modules beperken zodat docenten bekend zijn met de inhoud van de opleiding en de module. De wiskundedocenten kunnen hierdoor meer eigenaarschap ervaren en invloed uitoefenen op het onderwijs dat zij verzorgen. Naarmate de leerlijn meer flexibiliteit kent, heeft de wiskundedocent hierop meer invloed.
- De wiskundedocenten die betrokken zullen zijn bij de module, zijn tijdig bekend waardoor overleg mogelijk is. Dit kan bijvoorbeeld door TW eerst de wiskundeleerlijn activiteiten te laten roosteren in de modules.
- Mogelijkheden voor explicieter toetsen van inzicht naast de vaardigheden zouden verkend kunnen worden. Wanneer wiskunde geïntegreerd kan worden in het project, zou het toetsen van inzicht een onderdeel van de projecttoets kunnen vormen.
- Digitaliseren van het onderwijs, zoals de hoorcolleges en toetsen.
- Nadenken over de optimale vorm, inhoud en duur van de hoorcolleges. De functie van deze hoorcolleges duidelijk maken aan studenten.
- Een aanpassing die bij scenario 1 en, in mindere mate, bij scenario 2 toegepast kan worden, is het sterker verbinden van de hoorcolleges met de werkcolleges. Dit kan ver doorgevoerd worden door constructie toe te passen, een combinatie van hoor- en werkcollege.

*Scenario 1:* Volledige integratie van wiskunde in de module, de uniforme planning van de wiskundeleerlijn en de gemeenschappelijke hoorcolleges worden losgelaten. Opleidingen kunnen zelf aangeven wanneer ze wiskunde willen afnemen. Het gemeenschappelijke profiel kan hierbij geborgd worden door middel van de gemeenschappelijke leerdoelen en de toetsing daarvan. Ook kan digitalisering van het onderwijs hierbij een rol spelen.

*Scenario 2:* Meerdere varianten van de wiskundeleerlijn. Clusters van verwante opleidingen participeren in een variant van de wiskundeleerlijn. Per cluster kunnen gezamenlijke hoorcolleges georganiseerd worden en wordt de jaarplanning van de wiskunde gedeeld.

*Scenario 3:* De wiskundeleerlijn staat los van de modules. De verwachting dat wiskunde is geïntegreerd in modules wordt losgelaten. Wel kan er naar gestreefd worden om de relatie tussen wiskunde en de opleiding toe te lichten.

*Scenario 4:* De huidige situatie blijft bestaan. Vastgehouden wordt aan de uniforme planning van de wiskundeleerlijn, de gemeenschappelijke hoorcolleges én het streven om de wiskunde van de leerlijn te integreren in de modules.

## 4. Resultaten

### 4.1 Documentenonderzoek

#### Doelstellingen TOM

De doelstellingen die ten grondslag liggen aan het Twents Onderwijsmodel staan beschreven in de notitie over de visie op het bacheloronderwijs van de UT en de wijze waarop dit vertaald wordt naar een model. Deze notitie bevat een programma van eisen waaraan het onderwijsmodel dient te voldoen.<sup>1</sup> Samengevat wordt middels TOM bijgedragen aan de volgende doelen:

- Ondersteuning van het Twents onderwijsprofiel. Een UT afgestudeerde beschikt over 7 eindtermen waarin de 3O's, transferable skills, ondernemendheid en het high tech-human touch karakter tot uitdrukking komen.
- Kosten besparen door in te zetten op schaalvergroting in de organisatie en vereenvoudiging in de ondersteuning.
- Snellere doorstroom en betere rendementen. Een student zit snel op de juiste plek.
- Vergroten van de instroom in opleidingen

#### Kaders TOM

Om dit te bereiken zijn verschillende kaders gesteld die vorm geven aan TOM. Deze kaders staan beschreven in een brief van het CvB die indertijd verstuurd is naar alle opleidingsdirecteuren.<sup>2</sup> Een beknopte weergave van uitgangspunten die genoemd worden in het ontwerp kader:

- Integratie in modules. Modules zijn ondeelbare voltijds examenonderdelen van 15 EC. Een module heeft thematische samenhang.
- Student verantwoordelijk voor leerproces. De kern van een module is een 'project' dat studenten uitdaagt zelfstandig kennis en vaardigheden te verwerven.
- Studenten snel op de juiste plaats. De eerste twee modules hebben expliciet een selecterend en verwijzende rol.
- Streven naar maximale gezamenlijkheid. Ook wanneer dit bedrijfseconomisch niet direct noodzakelijk is.
- In een project testen studenten hun begrip en doen ze nieuwe vragen op die zelfstandig beantwoord moeten worden om het project succesvol af te ronden.<sup>3</sup>

#### Doelstellingen wiskundeleerlijn

Het bezoek aan de Technische Universiteit van Denemarken (DTU) zorgde voor inspiratie bij het opzetten van de wiskundeleerlijn, namelijk gezamenlijk wiskundeonderwijs voor de technische opleidingen. In het evaluatierapport van module 1 academische jaar 2013/2014 staat dat de wiskundeleerlijn bijdraagt aan de volgende doelstellingen:

- herkenbaar wiskunde UT-profiel;
- overstap tussen technische studies vergemakkelijken;
- creëren van gemeenschappelijkheid onder de studenten;
- hoorcolleges zijn een inspiratiebron waarbij studenten geprikkeld worden om zich in de materie te verdiepen.<sup>4</sup>

Doordat opleidingen gezamenlijk participeren in de wiskundeleerlijn, ontstaat schaalvergroting wat tot een efficiëntere onderwijsorganisatie dient te leiden.

---

<sup>1</sup> Een nieuw model bacheloronderwijs voor de UT paragraaf 2.7, 5 juni 2012

<sup>2</sup> Brief ontwerp kader en financieel kader bachelor vernieuwing, 14 mei 2012

<sup>3</sup> Een nieuw model bacheloronderwijs voor de UT, 5 juni 2012

<sup>4</sup> Rapportage UT-brede evaluatie module 1 2013-2014, januari 2014

Wat betreft de onderwijsvormen is ervoor gekozen om, naast de gemeenschappelijke hoorcolleges, voor elke opleiding apart georganiseerde werkcolleges te geven. Per opleiding wordt in de wiskunde werkcolleges de inhoud zoveel mogelijk in verband gebracht met de inhoud van de modules en de discipline.

Jan Willem Polderman, Harry Aarts en Brigit Geveling vertelden dat al voor de invoering van TOM is besloten dat de wiskundeleerlijn in elke module een case van 4 uur aanbiedt die bij voorkeur is gerelateerd aan het project van die module en anders aan de discipline. In de enquêtes wordt niet gevraagd naar de cases omdat de evaluatoren daar nog niet mee bekend waren.

### Eindkwalificaties ingenieursopleidingen Universiteit Twente

Bij deelvraag 3 wordt gevraagd naar aansluiting van de wiskundeleerlijn bij de eindkwalificaties van de opleidingen. In de notitie over de visie op het bacheloronderwijs van de UT<sup>5</sup> wordt aangegeven dat alle UT opleidingen streven naar de volgende eindkwalificaties:

- A. Is competent in designing
- B. Is competent in doing research
- C. Has a scientific approach
- D. Possesses basic intellectual skills
- E. Is competent in one or more scientific disciplines
- F. Is competent in co-operating and communicating
- G. Takes account of the temporal and the social context
- H. Is competent in working in a multidisciplinary environment

## 4.2 Enquêtes

### Respondenten

#### Studenten

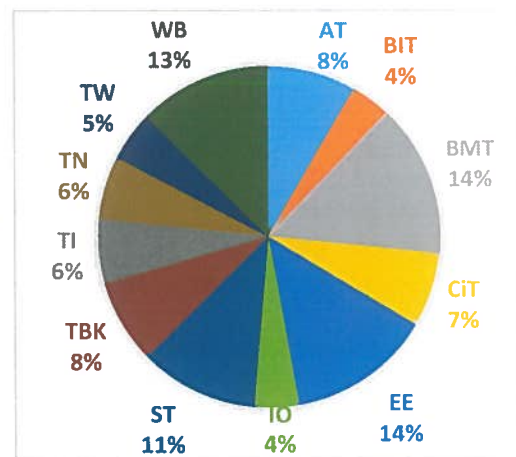
In totaal namen 1140 studenten, verspreid over 12 opleidingen (zoals aangegeven in figuur 1), in het academische jaar 2015/2016 deel aan een module waarin wiskunde van de leerlijn werd onderwezen. Veel van deze studenten studeren voor het eerste jaar aan de UT. Bij 5 opleidingen loopt de wiskundeleerlijn door tot in het tweede studiejaar, wat maakte dat de enquête ook onder tweedejaars studenten is uitgezet. Van de 1140 studenten hebben 225 studenten de enquête ingevuld, waarvan 196 uit het eerste bachelor jaar en 29 uit het tweede bachelor jaar. Het responspercentage is daarmee 19,7 procent.

#### Modulecoördinatoren

De coördinatoren van alle modules die ook de wiskundeleerlijn omvatten zijn benaderd. In totaal hebben eenentwintig modulecoördinatoren de enquête ingevuld (van de 39). Van elke opleiding heeft minimaal één coördinator gereageerd.

#### Wiskundedocenten

Zestien van de achtentwintig wiskundedocenten hebben de enquête ingevuld waarvan 50 procent



Figuur 1: Percentage per opleiding

<sup>5</sup> Een nieuw model bacheloronderwijs voor de UT, 5 juni 2012

'lecturer', 68 procent 'supervisor' en 31 procent contactpersoon is. Sommige docenten vervullen meerdere rollen.

De items in de enquêtes zijn geponeerd als stellingen waarbij score 1 staat voor 'strongly disagree' en score 4 staat voor 'strongly agree'.

Enkele enquêtevragen werden aan alle drie de doelgroepen gesteld. Deze worden het eerst besproken.

#### *Respons*

Met een respons van 19,7 procent is de steekproef onder studenten aan de kleine kant.

Serverproblemen bij de verspreiding van enquêtes onder studenten kan het lage responspercentage van studenten deels verklaren. Hierdoor zijn de uitnodigingen om deel te nemen aan de enquête mogelijk niet bij alle studenten terecht gekomen. Een tweede factor die mogelijk de respons mogelijk beïnvloedt is dat er in de periode van afname, van 27 mei tot en met 10 juni, meerdere enquêtes onder studenten werden afgenomen zoals de reguliere SEQ en in veel gevallen ook enquêtes van de opleidingen.

De respons van de modulecoördinatoren en de wiskundedocenten was beide boven de 50 procent.

Daarnaast was de spreiding in de antwoorden veelal aanzienlijk.

#### **Integratie en toepassing**

Studenten, modulecoördinatoren en wiskundedocenten is gevraagd naar het gebruik van de wiskunde van de leerlijn in de opleiding, elders in de module en specifiek in het moduleproject. Studenten konden hierbij per module aangeven in hoeverre dit het geval was. Verder konden de drie groepen reageren op de stelling dat werkcolleges en begeleide zelfstudie gerelateerd zijn aan discipline-specifieke inhoud van de opleiding.

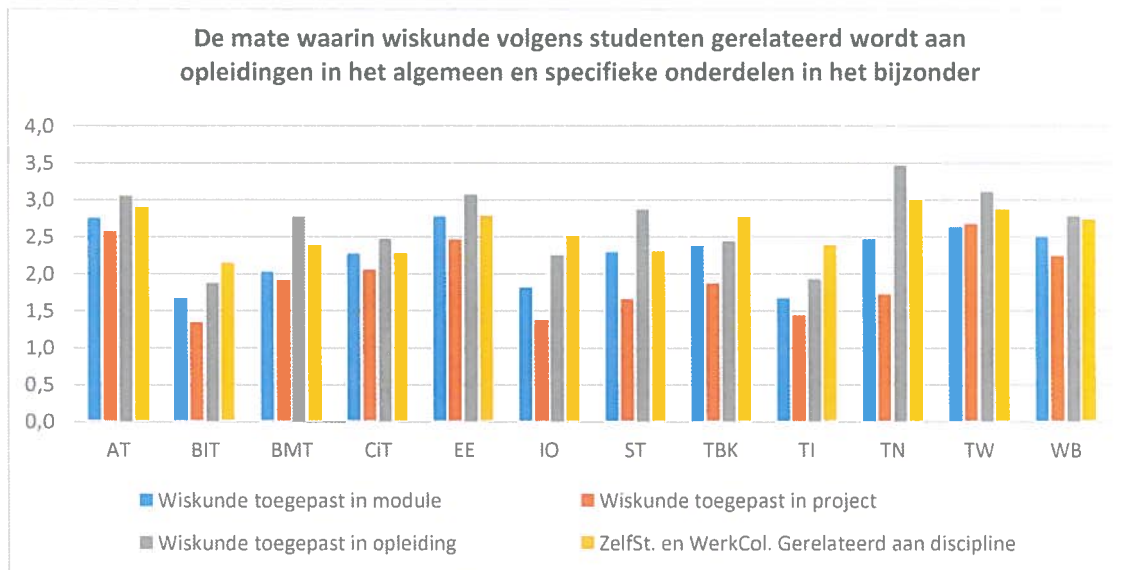
Figuur 2 laat zien dat studenten van de betrokken opleidingen onderling verschillende reageren op de vragen over het gebruik van wiskunde in de opleiding. In bijlage 2 toont aan dat de waarderingen van de integratie per module sterk uiteenlopen.

De gemiddelde reacties van modulecoördinatoren, wiskundedocenten en studenten op de vragen over de relatie tussen wiskunde en de opleiding staan in figuur 3.

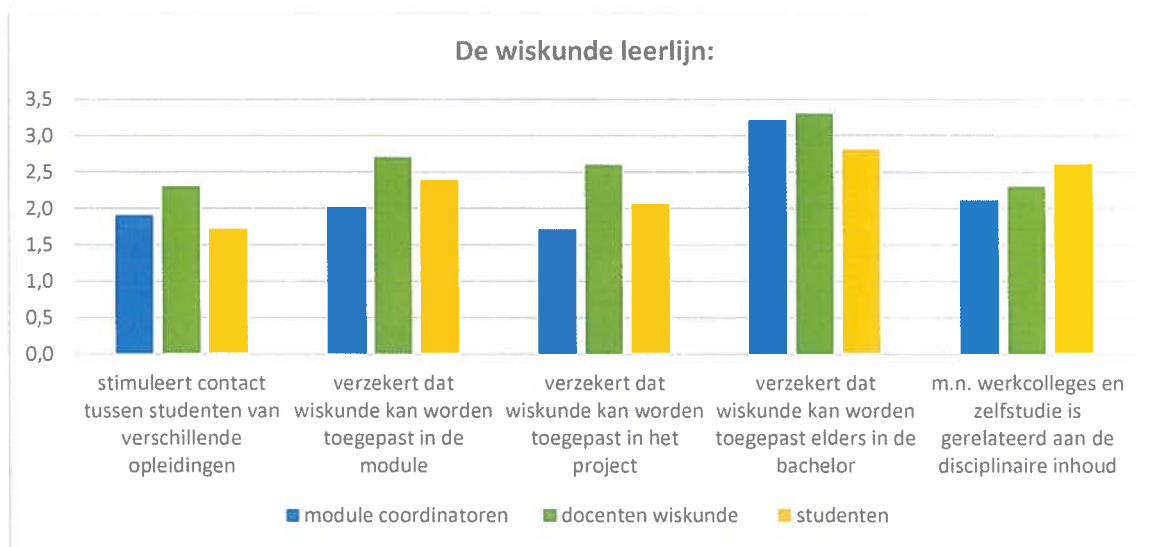
Over de toepassing van wiskunde in het project zijn studenten het meest negatief. Dit waarderen ze met een 1,9. Dit betekent dat studenten deze toepassing niet ervaren. Deze reactie komt overeen met de beoordeling door modulecoördinatoren (1,7). Wiskundedocenten beoordelen de integratie van wiskunde in het project positiever met een 2,6. Wiskundedocenten zijn in vergelijking met studenten en modulecoördinatoren ook positiever over de toepassing van wiskunde in de module. De gemiddelde score op dit onderwerp van wiskundedocenten is een 2,7 ten opzichte van een 1,7 door modulecoördinatoren en een 2,3 door studenten.

Over de toepassing van wiskunde elders in de opleiding zijn studenten positief. Dit wordt beoordeeld met een 2,9, wat overeenkomt met 'eens'. Deze positieve waardering deelden de modulecoördinatoren en wiskundedocenten ook (respectievelijk zijn hun scores een 3,2 en een 3,3).

De reactie van studenten op de vraag of de werkcolleges en zelfstudie gerelateerd zijn aan de discipline van de opleiding ligt met een 2,6 tussen eens en oneens in. Modulecoördinatoren en werkcollegedocenten reageren negatiever op deze vraag. Zij waarderen dit gemiddeld met respectievelijk een 2,1 en een 2,3.



*Figuur 2: Resultaten enquêtes op vragen over relatie tussen wiskunde en de opleiding (1=strongly disagree, 2= disagree, 3= agree, 4= strongly agree)*



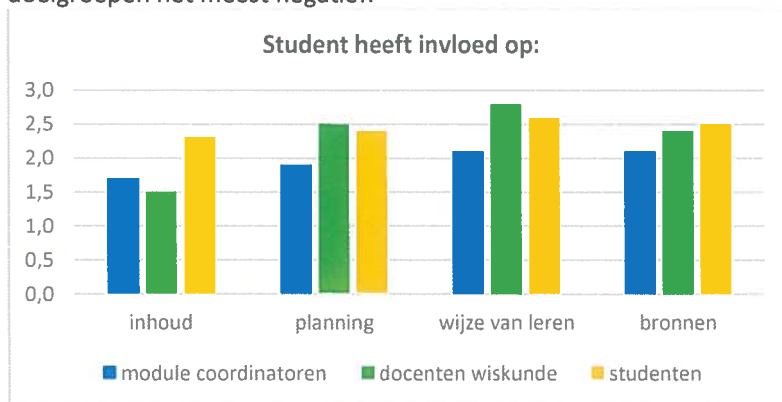
*Figuur 3: Contacten tussen studenten, toepassingsmogelijkheden en relatie discipline*

### Invloed op leren

Ook zijn alle doelgroepen gevraagd naar de mate van invloed die de studenten hebben op de inhoud, de planning van hun leerproces, de wijze van leren en het gebruik van bronnen in de wiskundeleerlijn. Hierover rapporteert figuur 4. Studenten reageren ten opzichte van modulecoördinatoren en wiskundedocenten positiever op de vragen over de invloed die zij hebben op de inhoud van het wiskundeonderwijs, de planning van het leerproces, de manier waarop zij leren en de bronnen die ze gebruiken. De manier waarop studenten leren wordt door alle doelgroepen het hoogste beoordeeld. Studenten reageren gemiddeld met een 2,6. Dit geeft aan dat ze enige mate van invloed ervaren. De



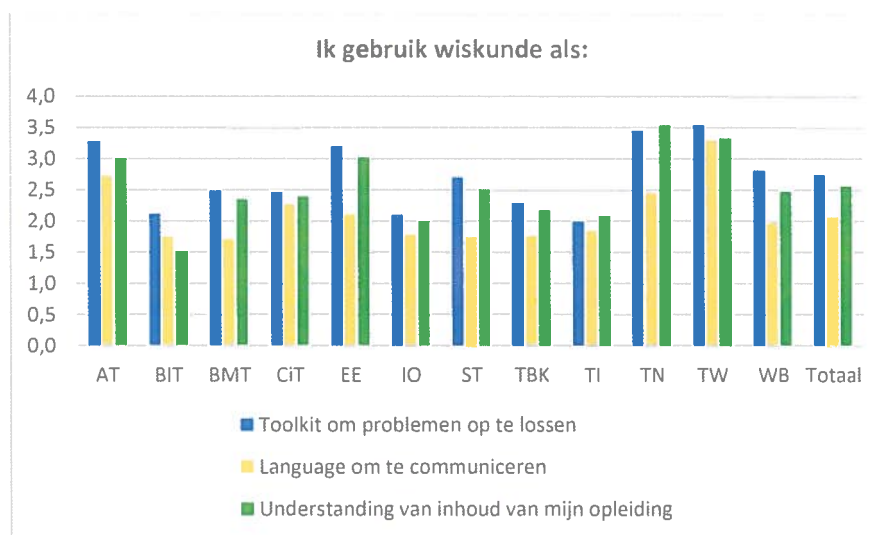
score van wiskundedocenten (2,8) komt hiermee overeen. Modelecoördinatoren waarderen dit met een 2,1. Op de stelling of studenten de mogelijkheid hebben om de inhoud te bepalen, reageren de doelgroepen het meest negatief.



Figuur 4: Student Driven Learning

### Hoorcolleges

De vraag of de colleges stimulerend en inspirerend zijn werd door studenten in zijn totaliteit een score van 2,2 gegeven. Over mogelijke factoren die hierbij een rol spelen wordt dieper ingegaan bij de bespreking van de interviews. De resultaten van studentenenquête geven aan dat de tussen de inhoud van de hoorcolleges en die van de zelfstudie en de werkcolleges positief wordt gewaardeerd met gemiddeld een 3,1. Gemiddeld zijn de studenten het niet eens met de stelling dat de hoorcolleges het contact bevordert met studenten van andere opleidingen. Dit komt overeen met de score die modulecoördinatoren hiervoor geven, een 1,9. Wiskundedocenten reageerden op dit punt iets positiever met een 2,3.



Figuur 5: Functies van de wiskunde

### Functies van Wiskunde

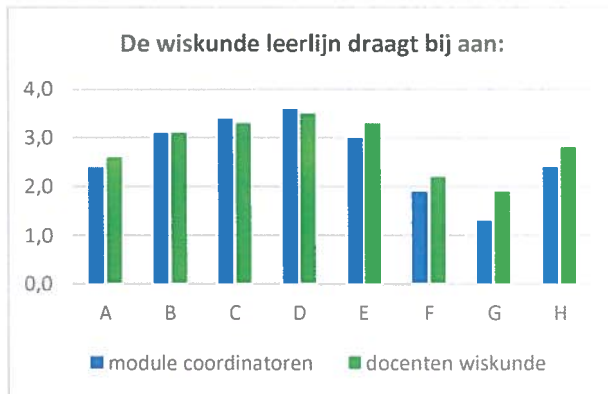
Het merendeel van de studenten geeft aan de wiskunde in de opleiding voornamelijk als 'toolkit' te gebruiken om problemen op te lossen, zoals aangegeven in figuur 5

Studenten van de opleidingen AT, TW, EE en TN zijn het meest positief over het gebruik van de verschillende functies die wiskunde kan hebben in de opleiding. Studenten van TN en EE geven de functie 'taal' een lagere score dan studenten van TW en AT. Studenten van de opleidingen BIT, IO en TI geven aan de verschillende functies het minste te gebruiken..

**Relatie met eindtermen**

Het documentenonderzoek heeft inzicht gegeven in de gemeenschappelijkheid van de eindtermen van de opleidingen. De eindtermen zijn, the student:

- A. Is competent in designing
- B. Is competent in doing research
- C. Has a scientific approach
- D. Possesses basic intellectual skills
- E. Is competent in one or more scientific disciplines
- F. Is competent in co-operating and communicating
- G. Takes account of the temporal and the social context
- H. Is competent in working in a multidisciplinary environment

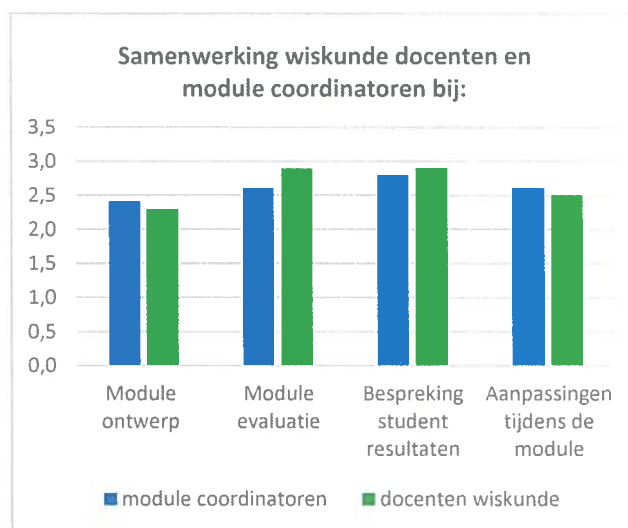


*Figuur 6: Bijdrage wiskunde leerlijn aan eindtermen opleidingen*

Er bestaat grote overeenstemming tussen de modulecoördinatoren en de wiskundedocenten wat betreft de bijdrage van de wiskundeleerlijn aan de eindtermen, zie figuur 6. Hierbij scoren B tot en met E gemiddeld een drie of hoger.

**Samenwerking**

Tenslotte werden de modulecoördinatoren en de wiskundedocenten gevraagd naar de mate waarin wiskundedocenten en overige moduledocenten samenwerken. De reacties van beide groepen komen met elkaar overeen.. Over de samenwerking tijdens het bespreken van de resultaten van studenten zijn wiskundedocenten en modulecoördinatoren het meest positief. Dit waarden beide groepen met respectievelijk een 2,9 en een 2,8. Over de samenwerking tijdens het ontwerpen van de module zijn beide groepen het minst positief. Dit wordt gewaardeerd met een 2,3 en een 2,4. Figuur 7 laat zien hoe de samenwerking tijdens andere momenten wordt gewaardeerd.



*Figuur 7: Samenwerking module docenten en wiskunde docenten*

De wiskunde docenten werd ook nog gevraagd naar hoe zij hun betrokkenheid bij de opleiding, waarin ze onderwijs verzorgen, ervaren. Ook werd gevraagd naar de mate waarin ze zich verantwoordelijk voelen om verband te leggen tussen de wiskunde en het andere aanbod in de module. Zij scoorden deze vragen met respectievelijk een 3,0 en een 3,1. Bij de bespreking van de panelgesprekken met

wiskundedocenten in de paragraaf 4.4 wordt hier dieper op ingegaan.

### 4.3 Open reacties modulecoördinatoren:

Modulecoördinatoren hadden aan het einde van de enquête de mogelijkheid om open opmerkingen te plaatsen. Hiervan hebben 9 modulecoördinatoren gebruik gemaakt. Hun opmerkingen zijn geordend per thema.

Inhoud, integratie, planning:

- Wiskunde is niet geïntegreerd in de module maar wordt op de traditionele manier gegeven.
- Wiskunde staat voor een groot deel los en is onafhankelijk van de module. De modulecoördinator heeft daarom geen zicht op dit onderwijs.
- Waar serieus een poging was ondernomen om een wiskundecomponent te combineren met de module, was het resultaat bevredigend.
- De wiskunde die wordt aangeboden sluit niet aan bij een specifieke module maar is wel erg belangrijk voor een andere module van de opleiding.
- Een modulecoördinator heeft behoefte aan meer flexibiliteit, meer integratie in het project en meer opleiding gerelateerde werkcolleges en cases.
- Wiskunde zou op maat gemaakt moeten worden voor elke opleiding. De wiskunde moet direct gerelateerd worden aan de kernonderdelen van de opleiding.
- Wiskunde die belangrijk is voor de opleiding wordt al in module 2 aangeboden. Deze wiskunde wordt niet direct in de module toegepast. Dit ziet de opleiding niet al een probleem. Het zou onnodig veel moeite kosten om de wiskunde wel te relateren aan het project. De huidige werkwijze is optimaal voor de opleiding.
- De wiskundecolleges bepalen voor een groot deel het rooster van de module. Alle uren die studenten dienen te besteden aan wiskunde zijn ingeroosterd. Hierdoor is het lastig om de andere opleidingsonderdelen in te plannen.

Doorstroom en rendementen:

- Slagingspercentages van wiskundeonderdelen zijn gestegen sinds TOM. Vermoedelijk kan dit toegeschreven worden aan de regel dat een module alleen als een geheel afgerond kan worden. Ook zijn de toetsen anders verroosterd waardoor lastig na te gaan is of het ontwerp van de wiskundeleerlijn bijdraagt aan hogere rendementen voor wiskunde.

Samenwerking en communicatie:

- De modulecoördinatoren werken niet expliciet samen met de wiskundeteam. De modulecoördinator vindt dit geen probleem.
- Een jaar was pas erg laat bekend welke onderwijsstaf van wiskunde betrokken zou zijn in de module. Hierdoor was het lastig om de inhoud van de werkcolleges over wiskunde te relateren aan de discipline van de opleiding.
- Tussen de modules waarin de modulecoördinator participeert, is grote variatie in de wijze waarop de wiskundedocenten betrokken zijn. In een module is een goede interactie tussen de wiskundedocent en de coördinator en is de wiskundedocent vanaf meet af betrokken geweest bij de ontwikkeling, uitvoering en evaluatie van de module. Anderzijds gebeurt het vaak dat pas met het verschijnen van het rooster bekend is wie de wiskundedocent voor dat jaar zal zijn.
- Aan elke opleiding is bij de ontwikkeling van TOM een contactpersoon toegewezen. Wanneer de discussie gaat over het integreren van wiskunde in de module, blijkt dat de contactpersoon geen beslissingen mag nemen en wordt doorverwezen naar de wiskundeleerlijncoördinator of de decaan onderwijsvernieuwingen.

#### 4.4 Panelgesprekken met wiskundedocenten

In totaal werken er 28 wiskunde docenten mee aan de wiskundeleerlijn. Hiervan werden er 25 uitgenodigd voor de panelgesprekken. De coördinatoren van de bacheloropleiding Technische Wiskunde en de wiskundeleerlijn en de opleidingsdirecteur werden apart geïnterviewd.

Zeven docenten hebben zich aangemeld en er werden twee panelgesprekken gevoerd. De deelnemende docenten vervulden verschillende rollen waardoor alle genoemde rollen, namelijk hoorcollegedocent, werkcollegedocent en wiskundecoördinator (zie bijlage 1) vertegenwoordigd waren. Ook werkten ze bij verschillende opleidingen.

Na een korte kennismaking werd een beknopte inleiding gegeven over de aanleiding voor en het doel van deze evaluatie.

##### **Doelen wiskundeleerlijn en TOM**

Vervolgens werd de docenten gevraagd of zij de doelen van de wiskundeleerlijn en TOM konden benoemen. Beide groepen bleken met elkaar tot een (bijna) identieke lijst te komen als die was vastgesteld op basis van het documenten onderzoek, zoals opgesomd in paragraaf 4.1. Als groep zijn deze docenten dus goed bekend met de context en doelen van hun onderwijs.

Vervolgens werd de groep gevraagd hoe volgens hen de doelen van TOM en de doelen van de wiskundeleerlijn zich tot elkaar verhouden. Dit werd als een heel open gesprek gevoerd waarbij ook andere onderwerpen aan de orde kwamen en niet alle doelen werden langsgelopen.

##### **Efficiëntie onderwijsorganisatie**

Geen van de docenten heeft het idee dat de wiskundeleerlijn bewerkstelligd heeft dat er efficiënter (met minder mensen het zelfde bereiken) gewerkt wordt. Sommigen denken zelfs dat het inefficiënter is geworden. Zaken die hierbij een rol spelen zijn:

- Door de algemeenheid van de hoorcolleges starten sommige docenten de werkcolleges ook met een hoorcollegedeel.
- In een moduleteam en tussen wiskundedocenten is meer afstemming nodig omdat er intensiever wordt samengewerkt. Er zijn veel overlegmomenten in het kader van module-ontwerp, module-evaluatie, bespreking studentresultaten en tussentijdse afstemming.
- Veel wiskundedocenten hebben geen vaste opleiding of module. Dit heeft de volgende consequenties:
  - Verdieping in meerdere opleidingen en de daaraan gerelateerde contexten is nodig maar vaak niet haalbaar.
  - Docenten dienen meerdere modules te overzien.
  - Onbekendheid met studenten. Het is ook voor de studenten lastig om meerdere docenten te hebben die daarbij ook verschillende werkwijzen hebben.
- Informatievoorziening aan docenten is soms slecht waardoor docenten zelf op zoek gaan naar antwoorden.
- De organisatie en planning van de overlegmomenten en de roosters kan worden verbeterd. Bij voorkeur ook door meer vaste koppeling van docenten aan opleidingen.

##### **Rol van wiskundedocenten, communicatie en samenwerking in moduleteam**

Alle docenten gaven aan moeite te hebben met het gebrek aan 'eigenaarschap' van het onderwijs. Ze zien zichzelf nu meer als 'uitvoerder'. Dit komt mede doordat wiskundedocenten in veel gevallen een onderdeel van het wiskundeonderwijs verzorgen, bijvoorbeeld alleen de werkcolleges, en daarmee

beperkt zicht hebben om de wiskunde die elders in de module wordt behandeld, bijvoorbeeld bij de hoorcolleges. De docenten voelen zich verantwoordelijk voor de kwaliteit van het wiskundeonderwijs dat zij geven. Vanwege hun afgebakende rol in de module hebben zij niet de mogelijkheid de integratie tussen wiskunde en andere moduleonderdelen goed vorm te geven. Een wiskundedocent gaf aan dat hij voorheen van A tot Z wist wat er in de opleiding gebeurde en dat dat nu niet meer zo is.

De ervaringen met de communicatie met de betreffende opleiding en de betrokkenen bij de module zijn zeer verschillend. Bij de docenten die redelijk vast zijn bij een bepaalde opleiding loopt het beter dan bij de docenten die dan hier en dan daar werken. Signalen die naar voren kwamen zijn:

- Andere docenten verwijzen naar de wiskunde maar weten niet wat er bij wiskunde gebeurt.
- Modulecoördinatoren nemen veelal geen initiatief om de wiskundedocent te vragen hoe diens wiskunde gerelateerd kan zijn aan het project. Andersom nemen de wiskunde docenten ook meestal geen initiatief hiertoe.
- Er wordt veelal geen rekening gehouden met de wiskundedocent bij de planning van de overleg momenten van de module en soms zelfs niet met de wijzigingen in het rooster van de wiskunde bijeenkomsten. Met name de vanuit het voortgezet onderwijs gedetacheerde docenten hebben een beperkte beschikbaarheid.
- De hoorcollege- en werkcollegedocenten zijn doorgaans niet bij de resultaatbesprekingen en module-evaluaties aanwezig. Het is onmogelijk dat hoorcollegedocenten de overleggen bij alle opleidingen bijwonen. Overigens krijgen hoorcollege- en werkcollegedocenten hier vaak ook geen uitnodiging voor. Daarnaast horen veel docenten niets terug van wat er is besproken.
- De contactpersoon van wiskunde is wel bij de module-evaluaties aanwezig. Wiskunde krijgt hier echter niet veel aandacht. Lang niet alle contactpersonen nemen initiatieven om het wiskundeonderwijs wel besproken te krijgen.
- De modulecoördinatoren maken het rooster meestal niet in overleg met de wiskundecoördinator. Hierdoor is de wiskundedocent vaak te laat bekend en heeft de wiskundecoördinator / wiskundedocent weinig gelegenheid de wiskunde afstemmen op de module.
- Bij sommige opleidingen verloopt de samenwerking goed en voelt de docent zich moduleteamlid. Dit heeft met name te maken met betrokkenheid (ook in werkzaamheden) bij de opleiding.

De docenten vinden dat in de communicatie en samenwerking nog een flinke verbeteringsslag gemaakt kan worden, zowel tussen de wiskundedocenten van de lijn als tussen de wiskundedocenten en de opleidingen en de moduledocenten.

#### **Didactiek en werkvormen, student-driven learning**

Docenten hebben hun eigen ideeën bij de wiskundedidactiek. Over het algemeen zijn ze van mening dat alleen 'trucjes' leren niet wenselijk is evenmin als eerst de trucjes leren en later het begrip.

Docenten geven aan dat de roostering soms het effect en de vorm van de didactiek beïnvloedt.

Wanneer begeleide zelfstudie voor het hoorcollege wordt gepland, klopt de eenheid niet meer van hoorcollege – begeleide zelfstudie – werkcollege.

In een panelgesprek werden ook kritische kanttekeningen gemaakt bij de grote hoorcolleges. De studenten ervaren waarschijnlijk minder binding met de docent. In een kleinschalige setting zou een hoorcollegedocent ook beter in staat zijn om studenten te inspireren. Daarnaast beschikken studenten veelal nog niet voldoende over regulatieve vaardigheden, zoals planning en zelfwerkzaamheid, hierdoor werkt waarschijnlijk de activerende functie van de hoorcolleges niet goed. Ze willen meer 'gestuurd' worden: "zeg maar wat we moeten doen, wat moet ik precies kunnen". De docenten denken dat de studenten ook niet zo enthousiast zijn over de hoorcolleges omdat deze niet discipline specifiek zijn. Het

merendeel van de studenten heeft niet gekozen voor wiskunde en is misschien daardoor ook minder geïnteresseerd.

Wanneer de werkcolleges door verschillende docenten worden verzorgd kan men geen wijzigingen in het programma aanbrengen, flexibel omgaan met de planning van de onderdelen en aansluiten bij de behoeften van de studenten.

Voor het merendeel van de opleidingen zijn nu cases ontwikkeld. De studenten werken 4 uur aan een disciplinespecifieke case waarin de wiskunde naar voren komt. Veelal is deze case ook gerelateerd aan de module en het project.

De docenten denken dat de respons van de studenten over het gebruik van wiskunde (toolkit, taal, understanding own discipline) veel hoger is dan 5 jaar geleden. Misschien wordt dit mede veroorzaakt doordat nu veel beter wordt aangegeven wat ze moeten weten en waar het al eerder is behandeld en wat de zin ervan is. Ook BSA kan een positieve rol spelen bij deze score.

Opleidingen klagen over de veelheid wiskunde uren in het rooster. Dit lijkt een scheef beeld te geven. Maar het inplannen van zelfstudie maakt het voor studenten juist zichtbaar dat ze er tijd aan moeten besteden, volgens de wiskundedocenten.

De inhoud van de wiskundeleerlijn en de programmering van dit onderwijs ligt vast. Wiskunde wordt door verschillende docenten beschreven als een bouwwerk. Om wiskunde te begrijpen is het van belang dat onderwerpen in de juiste volgorde worden behandeld. Dit verklaart volgens de wiskundedocenten waarom de studenten in de enquête aangeven dat ze weinig invloed hebben op de inhoud van de wiskunde.

Studenten worden volgens een aantal docenten geconfronteerd met veel deadlines waardoor ze het werk niet zelf kunnen plannen. Studenten leren hierdoor van toets naar toets. Dit ligt volgens hen aan het moduleroster.

#### **Samenhang wiskundeleerlijn met de modules**

- Doordat het begrip/inzicht samenhangt met de vaardigheden is het veelal niet mogelijk om de toepassingsvaardigheden parallel te laten lopen aan de modules en de projecten.
- Door het gebruik van één boek is het moeilijk om in de werkcolleges discipline specifieke opgaven te geven.
- Een discipline specifieke case van 4 uur is te kort en te beperkt om de studenten de relatie van wiskunde met de discipline te laten ervaren. De wiskunde contactpersoon is doorgaans betrokken bij het ontwerp van de case.
- Doordat veel docenten bij meerdere opleidingen lesgeven kunnen ze niet bij alle ontwerpen van de modules betrokken zijn. Ook ontbreekt de tijd zich echt in een module te verdiepen. Mede daardoor kunnen ze ook niet verwijzen naar andere onderdelen van de module.
- Sommige wiskundedocenten zijn voor meerdere jaren betrokken bij een vaste opleiding, bijvoorbeeld als wiskunde contactpersoon, en voelen zich meer eigenaar van het onderwijs. Deze docenten kunnen flexibeler omgaan met zowel de planning als het benadrukken van accenten in de inhoud en de opdrachten om zo de wiskunde beter af te stemmen op het overige aanbod in de module. Een docent merkte op dat het een leerproces van meerdere jaren is om wiskunde in verband te brengen met de opleiding. Leerpunten naar aanleiding van een module-evaluatie moeten namelijk meegenomen in het aanpassen van een module-ontwerp. In een panelgesprek werd de suggestie gedaan dat naast de hoorcollegedocent er maar één wiskundedocent bij een

module, gedurende meerdere jaren, betrokken zou moeten zijn zodat de continuïteit geborgd wordt.

- De wiskundecoördinator van een opleiding kan niet afwijken van het UT brede programma van de wiskundeleerlijn.
- Het gebruik van MatLab komt onvoldoende in het onderwijs naar voren.
- Over het algemeen denkt men dat de gezamenlijke wiskundeleerlijn de integratie met de modules en de discipline eerder in de weg staat dan bevordert.

#### 4.5 Uitwerking van interviews met opleidingsdirecteuren

Alle opleidingsdirecteuren die betrokken zijn bij de wiskundeleerlijn zijn geïnterviewd. De uitwerkingen van de interviews zijn samengevoegd en gecategoriseerd per thema. De thema's zijn gerateerd aan de doelen van de wiskundeleerlijn en de doelen en kaders van TOM. Per punt wordt aangegeven door welke opleiding dit genoemd werd.

##### Onderwijsprofiel

- Door de wiskundeleerlijn heeft een UT ingenieur dezelfde wiskundebasis. [WB, TBK, IO, EE, TN]
  - Men weet dan wat men kan verwachten van Twentse ingenieurs. [TBK]
  - De opleiding kan hierdoor beschouwd worden als een technische ingenieurs opleiding. [IO, CIT]
  - Dit draagt bij aan het gezamenlijke UT profiel. [TN, WB, BMT]

##### Schaalvergroting en efficiëntie

- Wanneer opleidingen hetzelfde wiskundevak hebben, is het beter wanneer dit gezamenlijk wordt afgenomen. [BIT, TBK]
  - Efficiëntie is van belang. [TBK]
- Efficiënter is het onderwijs niet geworden door de wiskundeleerlijn. [WB, AT]
  - Omdat de wiskunde niet aansluit bij de rest van de modules organiseert de opleiding maatwerk. [WB]
- Mochten de gezamenlijke hoorcolleges het onderwijs efficiënter maken, dan zal dit effect maar zeer beperkt zijn omdat er maar 2 uur hoorcollege per week is ingeroosterd. [CIT]
- Qua kosten is het wiskundeonderwijs voor de opleiding niet efficiënter geworden. De opleiding betaalt dezelfde prijs per EC voor het wiskundeonderwijs en daarbij krijgt wiskunde extra geld voor de coördinatie van de leerlijn. [ST]

##### Rendementen en doorstroom

*Wiskunde als voorspeller voor studiesucces:*

- Wiskunde vakken verschaffen inzicht of de opleiding geschikt is voor studenten. [WB, TBK, IO, TI, CIT, AT, BIT]
  - De cijfers voor wiskunde zijn een goede indicatie van het analytisch vermogen. [TBK]
  - Het blijkt dat studenten die een onvoldoende voor wiskunde staan ook hun BSA niet halen. [BIT]
  - Inzicht in geschiktheid van de student voor de studie baseert de opleiding met name op module 2 in zijn geheel. [TW]
- Er is een (sterke) correlatie tussen de cijfers voor de discipline specifieke onderdelen en wiskunde. [AT, EE, CIT]

*Slagingspercentage van wiskunde onderdelen en rendement opleiding:*

- Of de rendementen van wiskunde-onderdelen hoger zijn dan voor de invoering van TOM is moeilijk te beantwoorden. [AT, ST]



- Omdat de wiskundevakken indertijd in een andere samenstelling werden aangeboden. [AT]
- Omdat de inhoud van de vakken is veranderd. [ST]
- Omdat docentwisselingen hebben plaatsgevonden. [ST]
- Omdat de cohorten sterk verschillen. [ST]
- Omdat en compensatiemaatregelen zijn veranderd. [ST]
- Omdat het BSA van invloed is. [AT, ST]
- De rendementen van de wiskunde-onderdelen zijn sinds TOM hoger dan voorheen. [BIT, CiT, TI, EE, TN]
  - Het BSA en de eis om een module in zijn geheel af te ronden spelen een grote rol m.b.t. de selectie en rendementen. [BIT, CiT, TI, EE, TW]
  - Math A is makkelijker en er zijn meer reparatiemogelijkheden per jaar. [TN]
  - Math-B2 heeft nog wel veel herkansingen nodig. [EE]
- De uitval in het eerste semester is onder TOM groter geworden [ST, BIT, TW]
  - De ongedeelde modules versterken het selectieve element van het onderwijs. [ST]
  - Wiskunde draagt hieraan bij. Een moeilijk wiskundeonderdeel, dat voor studenten ook niet echt relevant is, valt in een module samen met een zwaar onderdeel van de opleiding. Dit leidt tot slechte resultaten in de module en beïnvloed het BSA. [BIT]
- Het eerste semester geeft een goed beeld waar hele vakgebied van de opleiding over gaat. De hele breedte van vakgebied, waarvan wiskunde een onderdeel is, komt in het eerste semester aan bod. [TI, ST]
- De slagingspercentages voor de wiskunde gaan vanaf 2013 elk jaar achteruit terwijl de modules niet veranderen of juist beter worden qua studielast. (*M1, 1<sup>e</sup> kans: 2013 -75% geslaagd, 2014 – 60% geslaagd, 2015 – 53% geslaagd. M2, 1<sup>e</sup> kans: 2013 - 77% geslaagd, 2014 - 74 % geslaagd, 2015 – 58% geslaagd. De exacte data zijn op te vragen bij BMT*). De uitval wordt met name bepaald door de wiskunde en dat was vroeger anders. Dit leidt ertoe dat als studenten een negatief BSA krijgen dit bijna in alle gevallen gebaseerd is op onvoldoendes voor wiskunde. [BMT]
- Momenteel zijn de algemene rendementen (van het academische jaar 2015/2016) laag, maar dat ligt kan ook aan het cohort liggen. In het algemeen fluctueren de rendementen over de jaren heen. [IO]

#### *Studielast:*

- Vanwege een hoge studiedruk in een module leggen studenten de prioriteit bij de wiskunde of juist het opleidingsspecifieke onderdeel. [BIT]
- Na kwartiel 2 gaan veel minder studenten naar de werkcolleges, ook omdat ze meer gaan achterlopen. [BIT]
- Wiskunde legt (te)veel beslag op uren in het rooster. [TN]
- Wanneer er een (wiskunde) toets is doen de studenten die week weinig anders, dat betekent dat zo op de andere module onderdelen achter gaan lopen waardoor ze in de week daarna niet naar de wiskunde gaan. [TBK]

#### *Overstappen tussen opleidingen aan UT:*

- De gezamenlijke wiskundeleerlijn is handig bij de doorstroom naar een andere opleiding. [CiT, BIT, IO]
  - Switchen van studie komt echter maar zelfden voor [CiT, BIT]
  - Afgeronde wiskundevakken hoeven na een overstap niet dubbel gedaan te worden [TI]
  - Hierdoor is bekend of de student het technische niveau aankan [TBK]



- De gezamenlijke wiskundeleerlijn bemoeilijkt eerder de doorstroom naar een andere opleiding. [WB, AT]
  - o Om eerder afgeronde wiskunde-onderdelen over te nemen, moet een opleiding met deelresultaten gaan werken. [WB, AT]
  - o Modulecijfers blijven maar 1 jaar geldig [WB]
- Het is lastig om te zeggen dat de wiskundeleerlijn bijdraagt aan het vergemakkelijken van het overstappen naar een andere opleiding [ST, TW]
  - o omdat maar weinig studenten veranderen van opleiding [ST]
  - o omdat niet is vastgehouden aan het oorspronkelijke plan om het aantal bacheloropleidingen te verminderen, dat er het eerste half jaar schadeloos gewicht zou kunnen worden en dat de curricula (conform DTU) zouden aansluiten bij de wiskundeleerlijn. [TW]
- De wiskundeleerlijn heeft geen invloed op de doorstroming naar andere opleidingen. [BMT, EE] Er is geen verbetering in de doorstroom van studenten tussen opleidingen. [TN]
- Bij een overstap naar een andere opleiding wordt natuurlijk ook gekeken naar de disciplinaire vakinhoud [TI, BIT]

### **Integratie en thematische samenhang in modules**

#### *Integratie in het algemeen:*

- Er bestaat een spanningsveld tussen de uniformiteit in de wiskundeleerlijn en de aansluiting van de wiskunde bij de modules. Integratie en schaalvergroting botsen met elkaar. [CIT, TN]
  - o Aansluiting bij de doelgroep en het integreren van de wiskunde in de opleiding kan door de uniforme inhoud en planning niet goed vorm krijgen. [TN]
  - o Door de collectiviteit is geen maatwerk mogelijk. [BMT]
  - o Door gebrek aan integratie in bepaalde modules zijn de wiskunde en opleidings specifieke onderdelen twee aparte dingen. [EE]
  - o Duidelijk moet worden of gekozen wordt voor de zuivere leerlijn of voor integratie. [EE]
  - o De integratie van de wiskunde is een van de grootste verbeterpunten van de opleiding, of er moet worden gezegd dat de leerlijn apart van TOM blijft staan. Dat zou heel jammer zijn maar dan is er wel behoud van het gemeenschappelijke profiel. [TBK]
  - o Er wordt gezocht naar een gulden middenweg in het aanbieden van de wiskunde, maar dat is nu voor geen enkele opleiding optimaal. [TN]
  - o Pogingen tot afstemming van de wiskundeleerlijn met de module stranden is sommige gevallen op de uniformiteit van de lijn. [AT]
- De integratie moet en kan echt beter. [CIT] Het is jammer dat er geen integratie is. [WB]
- Niet alle wiskunde hoeft toepasbaar te zijn in de opleiding [BIT]. Het is niet erg dat er niet altijd sprake is van integratie [EE]
- In het onderwijsconcept van de opleiding staat het ontwerpproces centraal en per module leveren verschillende disciplines hiervoor een element aan en ontstaat een samenhangend geheel. Hierdoor is er echter weinig ruimte om wiskunde in detail in één module te behandelen en kan de samenhang m.b.t. wiskunde deels ontbreken. [IO]
- De integratie van de wiskundeleerlijn in TOM is van meet af aan een moeilijk punt geweest. De opleiding gaat pragmatisch om met de integratie van wiskunde in de modules. [ST]
- De leerlijn is geheel niet geïntegreerd. [TBK, WB]
  - o Er wordt wel getracht verbanden te leggen. [WB]
- De integratie van de wiskundeleerlijn in de opleiding is (zeer) beperkt. [TI, AT, BIT]

#### *Inhoud van de wiskundeleerlijn:*

- De wiskundeleerlijn bevat onderdelen die niet of in mindere mate nodig zijn voor de opleiding. [AT, BIT, IO]
- De wiskunde leerlijn bevat bepaalde, voor de opleiding relevante, onderdelen niet. [AT, BIT, TI, CIT, BMT, TBK, WB]
  - o De opleiding organiseert zelf wiskunde-onderwijs buiten de leerlijn. [AT, TI, EE, WB]
    - De OLD vindt deze oplossing best goed. [TI]
- De wiskunde die wordt aangeboden in de leerlijn is voor de opleiding relevant [TN, TI]
- De wiskunde heeft voldoende diepgang, onderwerpen bouwen logisch op elkaar voort en de moeilijkheidsgraad is goed. Ook wordt de wiskunde nu beter gedoseerd. Enige opmerking hierbij is dat wiskunde A meer uitgesmeerd had mogen worden. [ST]
- Wiskunde vormt een integraal onderdeel van de opleiding. [AT, TI, EE]
- Het wiskunde onderwijs is noodzakelijk voor de andere technische componenten binnen het opleidingscurriculum en moet sowieso onderdeel uitmaken van een technische opleiding. [IO]

#### *Functie van wiskunde:*

- De wiskundeleerlijn stimuleert het abstracte denken van studenten. [CIT, BIT, ST, TI, TN]
  - o Geprobeerd kan worden om studenten zich ervan bewust te laten zijn dat het abstracte denken, dat aangeleerd wordt in de wiskundeleerlijn, voor de opleiding van belang is. [CIT]
- Wiskunde helpt vooral bij het leggen van analogieën doordat dezelfde wiskundige taal (formules en aanpak) wordt gehanteerd in verschillende contexten. Deze abstractie leidt dus tot een beter begrip onder studenten en leren ze verbanden te leggen zowel binnen de discipline en tussen disciplines. Dit besef ontwikkelt zicht bij studenten in de loop van de tijd omdat het doorzien van de wiskunde tijd kost. [ST]
- Wiskunde onderwijs draagt bij aan academische vorming. [BIT, TN]
- Wiskunde is heel belangrijk voor het analytisch denkvermogen. [TBK]
- Wiskunde heeft in de opleiding meerdere functies. Het wordt gebruikt als 'taal' en 'toolbox'. [AT, TN] De student gebruikt de wiskunde als middel/taal om problemen op te lossen. [EE]
- Ook de opleiding beoogt dat studenten de wiskunde kunnen gebruiken als 'toolkit', maar wel met begrip en niet als trucjes. [WB]
- Nu wordt te weinig bereikt dat studenten leren denken als ingenieur. De leerlijn is met name gericht op wiskunde- en natuurkunde studenten en niet op studenten die een meer concreet startpunt hebben. Door de snelheid, de abstractie en het gebrek aan integratie leren de studenten eerder trucjes. [BMT]
- In de opleiding leren de studenten de wiskunde voornamelijk voor de toets en daarbij blijft het vaak beperkt tot trucjes en vaardigheden. Er wordt ook niet veel op het niveau van inzicht getoetst, dat zou om een andere toets vorm vragen. [IO]
- De wiskunde mag wat betreft de OLD wel een tandje hoger op inhoud en abstractieniveau, zodat het wiskundig inzicht meer naar voren komt. Toetsing kan hier ook beter op aansluiten. [EE]
- Leren "zindelijk te redeneren" krijgt bij het vervolg in de lijn te weinig aandacht (bij slecht formuleren wordt een oogje dichtgeknepen), terwijl er juist meer aandacht zou zijn voor wiskunde als taal. [TW]
- Voorbeeldtoetsen dragen bij aan het leren van trucjes van studenten. Ze leren het dan alleen voor de toets en wanneer de toets afwijkt, is de opleiding fout. Op die manier wordt het moeilijk om het werkelijke inzicht en het vermogen tot transfer te toetsen. [WB]
- De wiskunde uit de leerlijn is nauwelijks toepassingsgericht [TI]. De wiskunde in de leerlijn is relatief abstract en weinig toegespitst op engineering. [ST]

#### *Opbouw curricula en planning van de wiskundeleerlijn:*

- Omdat zowel de wiskundeleerlijn als de het inhoudelijke opleidingscurriculum een eigen opbouw hebben (vanuit een eigen ontwerpgedachte), valt de wiskunde niet per se samen met de discipline specifieke stof die hieraan gerelateerd is. [ST, TI, EE]
- De wiskunde die vanuit de leerlijn wordt aangeboden, sluit (in bepaalde gevallen) niet goed aan op de module. [BIT, TN]
  - o Wiskunde die gerelateerd is aan (een) module(s) van de opleiding komt te vroeg. [BIT, AT]
  - o De wiskunde van de leerlijn komt voor de opleiding op tijd. De wiskunde die in de opleiding gebruikt wordt, komt in een eerdere module aan bod. [ST, TI]
  - o Wiskunde die gerelateerd is aan een module van de opleiding komt te laat. [TBK, AT]
  - o In twee modules is de leerlijn minder goed geïntegreerd. In de overige modules is de integratie goed. [TW]
  - o De volgorde waarin wiskunde wordt aangeboden is een probleem. [TN]
- Voor wiskunde zou een wat logischere opbouw van de leerlijn goed zijn, zonder het caleidoscopische karakter wat gericht is op snel dingen kunnen doen. Hierin past Wiskunde zich aan. [TW]
- De volgorde van de wiskundeonderdelen niet zo'n hele grote rol in het IO programma. [IO]

*Didactiek:*

- Om wiskunde goed aan te leren is het nodig dat het contextrijk wordt aangeboden. [BIT, AT, CiT]
  - o Studenten moeten iets concreet weten om abstractie te kunnen behappen. [BIT]
  - o Het is goed studenten meteen te laten zien waar de wiskunde voor gebruikt kan worden. [CiT]
  - o Het is van belang dat wiskunde met relevante toepassingen wordt aangeboden. [AT]
  - o Studenten verwerven het begrip vanuit de toepassing. Wanneer studenten zien waarvoor ze de wiskunde nodig hebben, gaan ze ermee aan de gang. De wiskundige tools kunnen het beste worden geleerd in samenhang met een vak. [WB]
  - o Voor studenten is het behulpzaam als ze de wiskunde in een opleidingsspecifieke context krijgen aangeboden. Dit lukt nu vaak niet (of nauwelijks). [BMT]
- Door te starten vanuit een concreet disciplinair probleem verwerven de studenten begrip en inzicht. [BMT] Qua aanpak is het goed om studenten in het eerste jaar te enthousiasmeren met de toepassing van wiskunde (wiskunde als tool: "kijk eens wat er allemaal kan") zodat de nieuwsgierigheid wordt opgewekt om (later) meer inzicht te verwerven en abstract denken te ontwikkelen. [TBK]
- De OLD wil graag dat het gereedschapsgebruik van de wiskunde wordt losgekoppeld van de leerlijn waarin aandacht wordt gegeven aan het abstracte begrip. Concreet zou dit betekenen dat het conceptuele deel van de leerlijn, waarin het abstracte denken wordt ontwikkeld, blijft bestaan en dat studenten in een werkplaats aan de voor hen op dat moment relevante gereedschappen (toepassingen) werken. [TN]
- Belangrijk is dat relaties gelegd worden tussen begrip en inzicht en toepassing over de modules heen. [BMT]
- Idealiter wordt wiskundeleerlijn meer geoperationaliseerd door het te koppelen aan het MathLab onderwijs. [ST]
- Omdat het voorzien van de wiskunde tijd kost, heeft de opleiding er geen probleem mee dat wiskunde niet onmiddellijk in dezelfde module gebruikt kan worden. [ST]
- De OLD ziet meerwaarde in elk van de twee visies op het (wiskunde) onderwijs: eerst toepassen en daarna dieper inzicht, of eerst inzicht en vervolgens toepassen. Dat betekent dat hij geen duidelijke voorkeur heeft of het wiskunde onderwijs 'just in time' wordt aangeboden zodat ze het gelijk

kunnen toepassen, of wat eerder zodat studenten het eerst kunnen gaan begrijpen en een module later toepassen. [EE]

- De studenten verschillen waarschijnlijk in hun benadering van wiskunde. Sommigen willen wiskunde eerst als tool aangereikt krijgen en maken later de abstractieslag. Anderen hebben eerst een theoretisch kader nodig voordat ze het als tool kunnen gaan gebruiken. Hierop kan ingespeeld worden door verschillende werkvormen aan te bieden, bijvoorbeeld pencasts en opgenomen hoorcolleges, waardoor de student meer sturing kan geven aan het eigen leren binnen de lijn. [CIT]
- Studenten leren niet echt plannen omdat er heel veel vast ligt in het rooster. De OLD wil de studenten graag meer vrijheid geven zelf hun leren te bepalen in de didactische vormen, bijvoorbeeld online, filmpjes, kleine colleges, etc. Daarbij kan dan ook het aanbod flexibeler worden gepland. [TBK]
- In Denemarken was meer aandacht voor de individuele student en individuele leerroute (student centraal), mede door gebruik van E-learning. [BMT]
- De OLD vindt diversiteit in werkvormen belangrijk, bijvoorbeeld Team-Based-Learning, die tegemoet komt aan verschillende leervoorkeuren. [EE]
- De OLD reageert positief op de suggestie dat door peer review de studenten kunnen kijken of ze elkaars “formuleringen” begrijpen. Dat kan het “zindelijk redeneren” ondersteunen. [TW]
- De OLD is voor digitalisering van onderdelen van de wiskundeleerlijn. [AT]

#### *Flexibiliteit en de wiskundeleerlijn:*

- De opleiding ervaart een (groot) gebrek aan flexibiliteit. [BMT, TN, WB, AT]
  - o Dit betreft zowel de inhoud als de organisatie. [BMT]
  - o Aanpassingen in het moment waarop wiskunde wordt aangeboden is niet mogelijk. [TN]
  - o De uniforme planning van de colleges lijkt een grote belemmering te vormen. [AT]
- De OLD heeft een sterke voorkeur voor volledige integratie van wiskunde in het opleidingsspecifieke onderwijs. [WB, AT]
  - o Het zou mooi zijn dat de opleiding bij alle modules zelf de wiskunde kan kiezen/plannen. [WB]
- Het gezamenlijke onderwijs vormt een bedreiging voor de verbetercyclus van de opleiding. Wanneer enquêteresultaten daartoe aanleiding geven, kan de opleiding niet iets veranderen aan de wiskunde van de leerlijn. [AT]
- De OLD staat positief tegenover het idee van een paar clusters waarvan EE, TN, AT, TW er een zou kunnen zijn. Dan verandert er natuurlijk wel wat aan het gemeenschappelijke UT profiel. [EE]. Wellicht kan een wiskundepakket aangeboden worden voor een kleine groep opleidingen. [AT]
- Het zou een verbetering zijn wanneer er een beperkt aantal variaties van de wiskundeleerlijn zijn: een vast aanbod aan wiskundeonderdelen die flexibel ingezet kunnen worden per kwartiel per opleiding. [BIT, TI]
- Het ‘cafeteria model’ wordt door de OLD genoemd als mogelijke verbetering. [AT, TBK]
  - o Een flexibeler planning heeft waarschijnlijk spreiding van de vraag tot gevolg en dat vermindert wellicht pieken in de vraag naar docenten met een bepaalde expertise. [TBK]
- Door het cafeteria model kan het gemeenschappelijke profiel verwateren. Dit zou leiden tot de situatie waarin opleidingen alleen de wiskunde afnemen die voor hen direct relevant zijn. De OLD is dan ook niet een sterke voorstander van het ‘cafeteria model’. [EE]
- De OLD onderschrijft de meerwaarde van het duidelijke profiel van de UT maar dat moet wel ruimte toelaten voor de manier waarop het onderwijs wordt aangeboden en geïntegreerd. De OLD ziet het liefst dat de wiskundeleerlijn zoals die nu is wordt afgeschaft en geheel opnieuw wordt ontworpen vanuit onderwijskundige inzichten met docenten die betrokken zijn bij de opleidingen. Wiskundige

concepten die engineers zouden moeten beheersen, kunnen dan in een soort lijn via e-learning aangeboden worden. [BMT]

- De opleiding is bezig om de hoorcolleges digitaal aan te bieden. [WB]

### **Organisatie en samenwerking**

#### *Betrokkenheid wiskundedocenten:*

- Wiskundedocenten wisselen elkaar af (per kwartiel en per jaar) [AT, ST]
  - o Hierdoor ontstaat geen commitment met de opleiding [AT]
  - o Dit speelt een rol bij het contextarm aanbieden van de wiskunde. [AT]
- Voor de opleiding is pas laat bekend welke wiskundedocent betrokken is. [ST, EE, AT, BMT]
  - o De opleiding zou dit graag eerder willen weten zodat deze meegenomen kunnen worden bij de voorbereiding van een module. [EE]
  - o Hierdoor is geen of weinig afstemming mogelijk. [AT, BMT]
- Wiskundedocenten zijn (doorgaans) niet aanwezig bij module-vergaderingen [AT, ST, BMT]
  - o Hoewel ze wel worden uitgenodigd [AT]
  - o Voor hoorcollegedocenten is dit lastig omdat zijn meerdere opleidingen bedienen. [ST]
  - o Werkcollegedocenten kunnen vaak niet vanwege een parttime aanstelling. [ST, BMT]
- Vaste wiskundedocenten, met kennis van de kennis van de opleiding, is waardevol/ zou waardevol zijn. [BMT, ST, WB]
  - o Veel wiskunde docenten hebben geen idee wat de opleiding inhoud en ook niet wat in de module plaats vindt. Dit bemoeilijkt de integratie. [BMT, TBK]
  - o Het integreren van de wiskunde in de opleiding wordt bemoeilijkt omdat wiskundigen geen engineers zijn en het vakgebied niet kennen waardoor zij lastig de integratieslag kunnen maken. [ST]
  - o De opleiding heeft een redelijk vaste docent voor de wiskunde leerlijn. [EE]
  - o De opleiding heeft een vaste wiskundedocent die bekend is met de opleiding en zich richt op deze doelgroep. [IO]
  - o De integratie van de wiskunde in de modules is de afgelopen jaren verbeterd, vooral door de wiskundedocent die het verzorgt. [TN]
  - o Een vaste docent is ideaal omdat diegene wat flexibeler met het programma kan omgaan de verbanden ziet met de opleiding. [WB]
- Samenwerking en communicatie met de wiskunde docent loopt goed. [WB]
- De lijntjes zijn kort waardoor er informeel snel en gemakkelijk met de wiskunde groep worden geschakeld. [IO]
- Samenwerking en communicatie tussen de opleiding en de wiskundedocenten zou beter kunnen. Van beide kanten wordt niet het initiatief genomen om bij elkaar te zitten. Hierin kan nu een slag gemaakt worden. [CIT]

#### *De wiskunde contactpersoon:*

- De samenwerking met de wiskunde contactpersoon loopt goed [AT, EE]
  - o Deze is bekend met de opleiding. [AT]
- De contactpersoon van de wiskundeleerlijn is het aanspreekpunt voor de opleiding. Vragen die aan de contactpersoon gesteld worden, gaan veelal over praktische zaken zoals planning en cijfers. [TI]
- De contactpersoon schuift zo veel mogelijk aan bij module-evaluaties. [TI, ST]
- Met de komst van een vaste wiskundecoördinator is de afstand tussen de opleiding en de wiskundedocenten kleiner geworden. [ST]
- De opleiding heeft een nieuwe contactpersoon. Hierdoor wordt nu het gesprek gevoerd over de toepasingsmogelijkheden van wiskunde. [TBK]

- Sommige modules hebben meer contact met de wiskunde contactpersoon dan andere. Dit is mede afhankelijk van de modulecoördinator. [BIT]

### Colleges en cases

#### Hoorcolleges:

- Studenten geven een lage score aan de inspirerende hoorcolleges. Wellicht kunnen disciplinaire hoogleraren een verhaal vertellen over hoe zij de wiskunde gebruiken in hun discipline. Dit is dan waarschijnlijk alleen interessant voor de studenten uit die discipline. [CIT]
- Doel van inspirerende hoorcolleges is niet bereikt. [AT, TBK]. Redenen hiervoor (kunnen) zijn:
  - o De hoorcolleges zijn niet gericht op de context van de opleiding [AT]
  - o De hoorcolleges zijn niet zijn toegespitst op de doelgroep. [TN]
  - o Studenten ervaren de hoorcolleges als een stortbak aan informatie die ze niet begrijpen. [BMT]
  - o De hoorcolleges zijn (te) massaal. [BMT, TBK]
    - Studenten durven geen vragen te stellen. [BMT]
  - o Studenten begrijpen niet allemaal de functie van de hoorcolleges, namelijk een stip op de horizon zetten en niet om alles te begrijpen. [EE]
- Een docent krijgt bij een hoorcollege geen directe feedback. De hoorcolleges kunnen misschien wel interessant zijn, maar in werkcollege krijgt de docent pas de terugkoppeling of de stof begrepen is. Hier kan in het huidige hoorcollege dus niet gelijk op ingespeeld worden. De opleiding is er voorstander van om constructie, een combinatie van hoor- en werkcollege, voor de eigen groep in te voeren. [ST]
- De docent die het hoorcollege geeft is niet dezelfde als die het werkcollege geeft. Dit maakt het lastig om terug te komen op wat bij het hoorcollege besproken is. [BMT]
- De opbouw van hoorcollege, begeleidde zelfstudie en werkcollege vindt de opleiding prima, juist ook omdat het facultatief is. Hierdoor kan de student zelf keuzes maken en dat hoort bij academische vorming. [EE]
- De hoorcolleges zijn bij nader inzien te lang. Het is moeilijk 2 x 45 minuten te inspireren. Wellicht is een hoorcollege van 1 uur voldoende of kan er worden gezocht naar een combinatie van hoorcollege en groepswork/zelfstudie. Nu gaan sommige docenten toch meer in detail dan de bedoeling is van deze hoorcolleges. [TW]
- Interessant zou zijn om te weten hoe inspirerend studenten hoorcolleges überhaupt vinden. Wat is hun referentiepunt? [TW]

#### Werkcolleges:

- De werkcolleges worden door weinig studenten gevolgd. [BIT, ST, TI, BMT]
  - o Oplossingen hiervoor:
    - Een goede integratie en de toepassing op de opleiding belichten. [BIT, TI, BMT]
    - Gebruik maken van andere werkvormen zoals team-based learning en flipped classroom. [BIT]. Gebruik maken van actievere werkvormen. [TI]
  - o Hierdoor wordt het vak onvoldoende bijhouden. [ST]
  - o Hierdoor worden tentamens ook niet gehaald. [BIT]
  - o Een verklaring voor de lage opkomst is dat studenten druk zijn. [BIT]
- Bij een werkcollege worden opgaven uitgewerkt door de docent en studenten denken dat ze de opgaven snappen. Studenten oefenen volgens de OLD nu te weinig. [TI, BIT]
- Bij de werkcolleges zou door sommige docenten meer ingespeeld kunnen worden op de behoeften van de studenten [BIT]

#### Cases:

- De cases nu zijn te klein, namelijk 4 uur in een module van 400 uur. [CiT, ST, BMT, WB]
  - o Door de kleine omvang kan studenten waarschijnlijk niet duidelijk gemaakt worden wat de relatie tussen wiskunde en de discipline is. [BMT]
  - o Het is beter wanneer de wiskunde kan worden toegepast in het project. [CiT] Het ideaal is dat het project de casus is [BMT, WB].
    - Dan kun je ook integratief toetsen. [WB]
    - De studenten vinden de casussen die gelinkt zijn aan het project leuk en ze moeten er hard voor werken. [BMT]
  - o De integratie tussen de opleiding en de wiskunde zou verbeterd moeten worden door de cases te versterken. In de case wordt namelijk duidelijk waarom de wiskunde voor de opleiding relevant is en waar de wiskunde voor dient. Dit draagt bij aan de zingeving van wiskunde. [ST]
- Met behulp van de case wordt een goede poging gedaan om een verband te leggen tussen wiskunde van de leerlijn en de opleiding. De case behandelt een onderwerp van de opleiding en sluit daarmee aan op de opleiding in het algemeen, soms ook met de module in bijzonder. [TI]
- Op kleinere schaal zou een casus een oplossing kunnen zijn om de wiskunde in de context van de opleiding aan te beelden. [AT]
- De cases zijn heel belangrijk, er moet worden gezocht naar de toepassing want anders past de wiskundelijn niet in de TOM-filosofie, is de wiskunde te droog, en de retentie van de stof hierdoor waarschijnlijk erg laag. [TBK]
- Ontwikkeling van de cases:
  - o De wiskunde contactpersoon is betrokken bij de inhoudelijke vormgeving van de case. De cases zijn in samenwerking ontworpen door de contactpersoon en betrokkenen van het moduleteam. [TI]
  - o De casussen zijn nog niet ontwikkeld. Een module coördinator heeft wel zelf een case ontwikkeld want de contactpersoon/betrokken wiskundedocent(en) deed dat zelf niet. Met de komst van de nieuwe contactpersoon gaat de integratie verbeterd worden. [TBK]
  - o De cases zijn afgeschaft, veel wiskunde docenten geven aan dat ze het heel moeilijk vinden een discipline specifieke case te maken. [TN]

## Bijlage 1: Beschrijving Wiskundeleerlijn

*Juni 2016, Onderwijs Management Team Toegepaste Wiskunde (OMT-TW)*

### **Education in the Math Track:**

**Math A, Math B1, Math Beta1, Math B2, Math Beta 2, Math C1, Math D1 and Math D2**

The educational structure in the courses of the Math Track (Wiskundelijn) has a well-balanced character, with Lectures, Guided Self Studies, Tutorials, Unguided Self Studies and an on-line learning environment. Below we give a short overview of the ideas behind these different educational approaches.

#### **Structure of the week**

**Monday morning 1-2: diagnostic test+feedback (except for the first week of each quarter)**

**Monday morning 3-4: Mathematics Theatre, lectures of inspiration, jointly for all students**

**Tuesday or Wednesday: Guided Self Study, in smaller groups in accordance with course**

**Wednesday or Thursday: Tutorials, in smaller groups in accordance with course**

**Once per quarter: a Case, mini project tailored to the application area of the students**

**Written test: each quarter, last Friday of the teaching period**

#### **Lectures: the Mathematics Theatre**

The purpose of the lectures on Monday morning is to inspire and motivate the students. To that end carefully chosen highlights are elaborated. To engage students, quiz-questions to be answered online using mobile phone, tablet or laptop are put in. In this way also interaction between lecturer and students is

#### **Guided Self Studies:**

Each week a Guided Self Study is scheduled shortly after Monday's Lecture (mostly on Monday afternoon, Tuesday or Wednesday morning). The main purpose of the guided self study is to study the material that was presented in the Math Theatre in a sketchy way in more depth. The exercises in the guided self study are of a different nature than the those in the tutorials. They aim at encouraging the student to review the relevant sections in the book and to think about the meaning and implications of the theory.

Moreover the guided self study also spans a bridge between the Math Theatre and the Tutorial (which is scheduled later on that week) and intends to internalize the material of that week. Using introductory exercises students learn to work with the new mathematical concepts. In many cases there will be a Self Study without guidance scheduled directly after the Guided Self Study to give students the opportunity to start with the tutorial exercises.

#### **Tutorials:**

The Tutorials are always scheduled after the Guided Self Studies. The exercises in the tutorial classes are more directed towards applying the theory. The more difficult ones may be worked on in the tutorial class, however, we expect that many of the exercises are prepared beforehand, for instance during the unguided self study classes or at home. At the Tutorial a teacher will be available to help you with any



problems you come across in these exercises.

Exercises that are not completed at the end of the tutorial are considered homework.

**MyLabsPlus:**

MyLabsPlus is a powerful digital learning environment that provides various features, such as dedicated exercises with automatic feedback, homework, the full text of the book for quick reference etc. It is used for the diagnostic tests on Monday morning. Furthermore it helps students to master the new mathematical concepts. Each week homework exercises are available for practicing.

In the first semester, bonus points can be earned with these diagnostic tests. Bonus points are incorporated in the final grade for math.

**Cases:**

Once per quarter a study program specific case is organized. This is a mini project in which students experience the relevance of mathematics in their field of study. The case consists of a practical problem related to the theme of the module at hand and to the mathematical techniques of the particular term. Often the problem is to translate the practical problem into a mathematical model that is suitable for analysis. The results obtained in this way are subsequently fed back to the original problem. Through the cases we enhance the students' motivation for mathematics

**Blackboard:**

The Blackboard-organizations-site

ORG-AA-EWI-TOMLEERLIJN-MATHABCD: Mathematics A B C D

contains all information about the Mathematics courses mentioned above, like Required Materials, Course Description, Educational Targets, Examination Rules, Course Schedule, Lecture Slides, Video-Lectures and Sample Tests.

**Organization:**

Overzicht van de onderdelen Mathematics	
Studiejaar	2015 - 2016
Versie	04-09-2015

Mathematics	A+B1	B2	C1	D1	D2	C2	
EC	4	3	3	3	2	2	
Jaar	B1	B1	B1	B1	B2	B2	
Blok	1A	1B	2A	2B	1A	1B	

Opleiding	Studenten <sup>1</sup>	A+B1	B2	C1	D1	D2	C2	Contactpersoon <sup>2</sup>
Advanced Technology	75+	x	x	x	x			Ruud van Damme
Bedrijfsinformatie Techn.	35+	x	x	x				Harry Aarts
Biomedische Techniek	85	x	x	x	x	x	?	Hil Meijer
Civiele Techniek	75	x	x	x	x	x		Gerard Jeurink
Electrical Engineering	85	x	x	x	x			Walter Kern
Industrieel Ontwerpen	95	x	x	x				George Still
Scheikundige Technologie	60	x	x	x	x	x		Mike Bochev
Technische Bedrijfskunde	100	x	x	2e jr	x			Brigit Geveling
Technische Informatica	60+	x	x	x				Harry Aarts
Technische Natuurkunde	65	A+β1	β2	x				Ruud van Damme
Technische Wiskunde	45+	A+β1	β2					Brigit Geveling
Werktuigbouwkunde	145	x	x	x	x	x		Gerrit Zwier
Totaal	925+							

Overzicht van de namen en afkortingen			
Volledige naam		Omschrijving bij toets in Osiris	Afkorting (bijv: rooster)
Mathematics A	Euclides	Mathematics A+B1	Math A
Mathematics B1	Leibniz	NB. één cijfer	Math B1
Mathematics B2	Newton	Mathematics B2	Math B2
Mathematics C1	Cayley	Mathematics C1	Math C1
Mathematics D1	Riemann	Mathematics D1	Math D1
Mathematics D2	Gauss	Mathematics D2	Math D2
Mathematics C2	Peano	Mathematics C2	Math C2

## Bijlage 2: Selectie van resultaten studentenenquête per opleiding

Resultaten studentenenquête weergegeven per vraag of stelling. Betekenis cijfers: 1=strongly disagree, 2= disagree, 3= agree, 4= strongly agree

The math courses during the bachelors (in Dutch: wiskundeleerlijn) enabled me to apply mathematics of the math course in other parts of the same module

	<i>Module 1</i>	<i>Module 2</i>	<i>Module 3</i>	<i>Module 4</i>	<i>Module 5</i>	<i>Module 7</i>
AT	3,1	2,4	1,8	3,0		
BIT	1,5	1,3	1,3			
BMT	1,7	2,0	1,8	2,6	1,4	
CiT	1,7	2,1	2,3	2,1	2,0	
EE	2,3	2,7	2,1	2,7		
IO	1,3	1,4	1,3			
ST	1,7	1,9	1,5	1,6	1,7	
TBK	1,9	2,1		1,8		1,6
TI	1,5	1,5	1,4			
TN	2,0	1,7	1,5			
TW	2,8	2,6				
WB	2,0	2,1	2,3	2,5	2,3	
Totaal	2,0	2,1	1,8	2,4	1,8	1,6

The math courses during the bachelors (in Dutch: wiskundeleerlijn) enabled me to apply mathematics of the math course in the project of the same module

	<i>Module 1</i>	<i>Module 2</i>	<i>Module 3</i>	<i>Module 4</i>	<i>Module 5</i>	<i>Module 7</i>
AT	3,1	2,7	2,1	3,1		
BIT	1,8	1,6	1,6			
BMT	1,9	2,2	2,2	2,6	1,3	
CiT	1,9	2,5	2,2	2,2	2,5	
EE	2,6	3,2	2,3	2,9		
IO	1,8	1,9	1,8			
ST	2,0	2,6	2,6	2,4	1,8	
TBK	2,4	2,4		2,6		2,2
TI	1,8	1,6	1,6			
TN	2,5	2,2	2,7			
TW	2,8	2,5				
WB	2,3	2,6	2,4	2,6	2,5	
Totaal	2,3	2,5	2,2	2,6	1,9	2,2

The math courses during the bachelor (in Dutch: wiskundeleerlijn) allows me to influence:

- The content of the math theory
- The planning of the learning process
- The way in which I learn
- The sources that I use

	<i>Content</i>	<i>Planning</i>	<i>Way of learning</i>	<i>Sources</i>
AT	2,2	2,5	2,8	3,0
BIT	1,9	1,8	2,4	2,1
BMT	2,0	2,3	2,4	2,4
CiT	2,5	2,7	2,6	2,6
EE	2,3	2,4	2,9	2,4
IO	2,5	2,4	2,8	3,0
ST	2,3	2,1	2,2	2,0
TBK	2,2	2,4	2,6	2,5
TI	2,3	2,0	2,3	2,3
TN	2,3	2,7	2,6	2,4
TW	2,6	2,7	3,1	2,9
WB	2,3	2,4	2,6	2,6
<b>Totaal</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>

The math courses during the bachelor (in Dutch: wiskundeleerlijn) stimulate my contact with students of other bachelor programmes. The math lectures are stimulating and inspiring

	<i>Contact</i>	<i>Lectures</i>
AT	1,7	2,3
BIT	1,9	2,0
BMT	1,5	2,0
CiT	1,6	2,3
EE	1,6	2,1
IO	2,0	2,4
ST	1,4	2,1
TBK	1,8	2,2
TI	1,5	2,1
TN	2,1	2,7
TW	2,1	2,7
WB	1,7	2,3
<b>Totaal</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>

### Bijlage 3: Inhoud en planning per module o.b.v. interviews met opleidingsdirecteuren

	M1	M2	M3	M4	M5	Overige opmerkingen OLD's
AT	Deels geïntegreerd. A en B1 omgedraaid	Geen samenhang	Geen samenhang	Geen samenhang Maakt gebruik van wisk K3 Omvang D1 te klein voor aantal EC's.	Geen D2 Wisk K3 noodzakelijk	Over het algemeen inhoud goed K3 mist relevante toepassingen in context (matrices, strain en stress) en vectoren, daardoor magie voor studenten. Wens: meer digitaliseren. Samenwerking wordt gezocht met EE, TW en TN voor Math $\beta$ . Voorkeur: Wiskunde weer helemaal integreren, als voorheen.
BIT	Geen integratie Math B niet zo relevant	Geen integratie Math B niet relevant en knelpunt $\rightarrow$ slechte rendementen. Liever discrete wiskunde.	Geen integratie Wanneer Discrete wiskunde ipv Math B in M2, dan kan dat hier worden toegepast.	Geen deelname	Geen deelname	Discrete wiskunde mist. Nu oppervlakkig door eigen docenten gedaan wanneer nodig. Niet alle wiskunde hoeft toepasbaar te zijn. Voorstander van wiskundeleerlijn voor grotere geheel. Wel variaties nodig
BMT	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie	Signaalanalyse mist, wordt nu als apart onderdeel toegevoegd. Ook mist statistiek en kansrekening. Voorkeur: Volledig herontwerp wiskundeleerlijn vanuit onderwijskundige principes en verantwoordelijkheid en vrijheid van wiskunde docent per opleiding.
CIT	Geen integratie, kan wel in project	Geen integratie, kan wel in project	Geen integratie. Math C past beter bij M4. Hier D1 of Statistiek.	Geen integratie. Math D1 kan wel naar M3 of eruit. Hier Math C1	Geen integratie	Statistiek mist, wordt nu een beetje in M1, 2 en 3 gedaan. Kan dit ipv D1 of C1?

	M1	M2	M3	M4	M5	Overige opmerkingen OLD's
EE	Deels geïntegreerd. Math A te vroeg, mag later.	Integratie lastig. Wisk K3 zou hier beter passen.	Staat haaks op elkaar. Geen groot probleem voor OLD.	Deels geïntegreerd, past niet echt. Opl biedt hier zelf D2 van K5 aan.	Geen deelname. TW biedt hier differentieel en differentiaal vergelijkingen wiskunde aan.	Mag hoger abstractie en inhoud niveau: Inzicht. Overleg met AT, TW en TN over Math $\beta$ . In module 8 wordt kansrekening aangeboden door TW. Voorstander van gezamenlijk UT profiel ingenieurs
IO	Geen integratie Lineaire algebra (M3) nodig. Tekorten worden docent statica gerepareerd	Geen integratie	Geen integratie	Geen deelname	Geen deelname	Bij dynamica (later in curriculum) zijn de studenten vaak de bijbehorende wiskunde vergeten.
ST	Geen integratie	Deels geïntegreerd	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie Wordt gebruikt in K6 = prima	In algemene zin is inhoud goed. MathLab training te weinig in de wiskundeleerlijn Omdat het doorzien van de wiskunde tijd kost, is het geen probleem dat wiskunde niet onmiddellijk in dezelfde module gebruikt kan worden. De wiskunde wordt op tijd aangeboden.
TBK	Geen integratie	Geen integratie. Heeft algebra van K3 nodig.	In K7 aangeboden. Geen integratie.	Geen integratie. Gebruikt algebra K3, maar dat zit in K7.	Geen deelname	Geen integratie in modules door te weinig tijd voor TW en TBK docenten. Wellicht meer mogelijk. In M3 buiten lijn: statistiek en kansrekening. Later buiten lijn: Operational Research (ism TW en CIT) In M2 biedt TBK docent de benodigde algebra aan. Mist in lijn: programmeren en pseudo codes (bijv bij A, past mooi bij M1)

	M1	M2	M3	M4	M5	Overige opmerkingen OLD's
TI	Deels geïntegreerd	Beperkt geïntegreerd	Geen integratie Hier liever: discrete wiskunde en kansrekening en statistiek.	Geen deelname	Geen deelname	Groot voorstander leerlijn en UT profiel, moet het wel veranderen  De wiskunde die wordt aangeboden is relevant en op tijd voor TI. Mist: discrete wiskunde en kansrekening en statistiek (opleidingsspecifieke wiskunde) wordt nu buiten en na de lijn aangeboden. Voorstander gemeenschappelijk profiel, vraag: meer variatie in wanneer en hoe aanbod.
TN	Enige integratie Math $\beta$ met TW Math $\beta$ voor math A Gereedschap-wiskunde uit M 4 naar Math beta 1	Weinig integratie Math $\beta$ met TW Gereedschap-wiskunde uit M 4 naar Math beta 2	Enige integratie	Geen deelname Gereedschap deel naar M1 en M2. Vector-algebra (ong 3EC in de eerste twee weken van K4)	Geen deelname	Conceptuele deel loopt goed in modules, Probleem is gereedschapsdeel, niet 'just in time'. Voorstander van UT profiel
TW	Matige integratie door kaleido-scopisch karakter. Math $\beta$ met TN	Betere integratie. Math $\beta$ met TN	Geen deelname	Perfekte integratie. Math D1 en D2 samen, net als TN. Volgend jaar met AT en EE.	Geen deelname	Kaleidoscopisch karakter M1 minder geschikt voor TW studenten. Nu snel "doen" ipv "begrijpen". Zindelijk redeneren krijgt te weinig aandacht in de lijn.
WB	Geen integratie. Math A past totaal niet bij WB en de studenten	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie	Geen integratie. D2 te vroeg voor stromingsleer (M7) Nodig: Fourier en Laplace, geven ze zelf.	Mist statistiek, geeft wiskunde docent in M11 (goede integratie). Met lijn meer wiskunde EC en minder wat WB nodig heeft, die geven ze nu zelf. Bezig hoorcolleges digitaal aan te bieden. Voorkeur voor volledige integratie zoals voorheen.