

**Bijlage 2**  
**Opleidingspecifieke informatie**  
**voor de BSc Technische Natuurkunde**

**Technische Universiteit Delft**

**2021-2022**

## **INHOUDSOPGAVE**

<b>Paragraaf 1 ALGEMEEN</b>	3
Artikel 1. SEMESTERINDELING	3
Artikel 2. TOELATING TOT DE OPLEIDING	3
Artikel 3. SPECIFIEKE EINDTERMEN VAN DE BACHELOROPLEIDING	3
Artikel 4. MAJOR-MINOR	3
<b>Paragraaf 2 HET EERSTE JAAR</b>	4
Artikel 5. SAMENSTELLING STUDIEPROGRAMMA EERSTE JAAR	4
<b>Paragraaf 3 HET TWEEDE EN DERDE JAAR</b>	7
Artikel 6. SAMENSTELLING	7
<b>Paragraaf 4 TENTAMENS</b>	12
Artikel 7. VORM VAN DE TENTAMENS EN DE WIJZE VAN TOETSEN	12
Artikel 8. INTEGRERENDE TOETS OF OPDRACHT ALS AFRONDING VAN DE BACHELOROPLEIDING	13
Artikel 9. VOLGORDE VAN DE TENTAMENS	14
<b>Paragraaf 5 EXAMENS</b>	14
Artikel 10. OVERGANGSMAATREGELEN	14
<b>Paragraaf 6 INVOERINGSBEPALINGEN</b>	14
Artikel 11. INWERKINGTREDING	14

## **Paragraaf 1 ALGEMEEN**

### **Artikel 1. SEMESTERINDELING**

Het cursusjaar is verdeeld in twee semesters. Een semester is onderverdeeld in vier onderwijsperiodes (octalen).

### **Artikel 2. TOELATING TOT DE OPLEIDING**

De eisen ten aanzien van de toelating tot de opleiding staan beschreven in artikel 3 van de Onderwijs- en Examenregeling (2021-2022).

### **Artikel 3. SPECIFIEKE EINDTERMEN VAN DE BACHELOROPLEIDING**

De specifieke eindtermen van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde staan beschreven in artikel 5 van de Onderwijs- en Examenregeling (2021-2022).

### **Artikel 4. MAJOR-MINOR**

De bacheloropleiding Technische Natuurkunde heeft een omvang van 180 EC.

De opleiding is ingericht volgens de major/minorstructuur.

De major is de hoofdrichting van de bacheloropleiding (150 EC). De minor is een samenhangend pakket vakken (30 EC in het vijfde semester), dat ook gevolgd mag worden bij andere opleidingen van de TU Delft of bij andere universiteiten.

De bacheloropleiding Technische Natuurkunde biedt in samenwerking met de bacheloropleiding Technische Wiskunde een dubbel bachelorprogramma Technische Wiskunde-Technische Natuurkunde aan. De dubbele bachelor TN-TW heeft in het eerste studiejaar een studielast van 72 EC, in het tweede jaar 70 EC en in het derde studiejaar 75 EC. Een minor maakt geen deel uit van dit examenprogramma.

## Paragraaf 2 HET EERSTE JAAR

### Artikel 5. SAMENSTELLING STUDIEPROGRAMMA EERSTE JAAR

#### BSc Technische Natuurkunde

Het programma van het eerste jaar voor studenten die voor het eerst zijn ingeschreven bij de opleiding in het **studiejaar 2021-2022** omvat de volgende onderwijseenheden met daarbij vermeld de studielast en de taal waarin het onderwijs wordt gegeven:

Vakcode	Vaknaam	EC	Taal
TN1003	Design Engineering voor Fysici	6	NL
TN1101	Technology Management	3	NL/ENG
TN1201	Thermodynamica deel 1	3	NL
TN1302	Inleiding Mechanica, Golven en Optica*	3	NL/ENG
TN1312	Moderne Natuurkunde*	3	NL
TN1322	Inleiding Elektriciteit en Magnetisme*	3	NL
TN1405-P	Inleidend Practicum	6	NL
TN1612TU	Mechanica en Relativiteitstheorie	6	NL
TN2054	Elektromagnetisme	6	NL
	Eerstejaars Keuzevak <sup>1</sup>	3	
WI1142TN	Lineaire Algebra deel 1	3	NL
TN1401WI	Analyse TN deel 1	6	NL
TN1402WI	Analyse voor TN deel 2	6	NL
WI1410TN	Voortgezette Analyse	3	NL
	<b>Totaal</b>	<b>60</b>	

\* De vakken TN1302, TN1312 en TN1322 vormen een module waarvoor geldt dat voor één van de drie vakken een 5.0 of 5.5 mag worden gehaald, mits het gewogen gemiddelde van de drie vakken afgerond minstens 5.8 is (compensatieregeling).

#### <sup>1</sup>3 EC te kiezen uit onderstaande eerstejaars keuzevakken:

Vakcode	Vaknaam	EC	Taal
TN1651	Introduction to Biophysics	3	ENG
TN1851	Nucleaire Wetenschap en Technologie	3	NL
TN2811	Inleiding Elementaire Deeltjes Fysica	3	NL

**Equivalenties BSc Technische Natuurkunde programma eerste jaar voor het academisch jaar 2018-2019 en later voor studenten met examenprogramma's van 2017-2018 en eerder:**

Programma 2018-2019 en later			Programma 2017-2018			Programma 2016-2017 en eerder		
code	naam	EC	Code	naam	EC	Code	Naam	EC
TN1401WI	Analyse voor TN deel 1	6	TN1400WI-D1	Analyse voor TNW deel 1	6	WI1400TNW-D1	Analyse voor TNW deel 1	5
TN1402WI	Analyse voor TN deel 2	6	TN1400WI-D2	Analyse voor TNW deel 2	6	WI1400TNW-D2	Analyse voor TNW deel 2	4
						WI1400TNW-D3	Analyse voor TNW deel 3	3

Voor equivalenties van vakken die voor 2017-2018 of eerder zijn afgeschaft wordt verwezen naar de Uitvoeringsregelingen van het jaar waarin het vak is afgeschaft.

**Dubbele Bachelor Technische Wiskunde –Technische Natuurkunde**

De dubbele bachelor Technische Wiskunde-Technische Natuurkunde omvat voor het eerste studiejaar de volgende verplichte onderdelen met de daarbij behorende studielast uitgedrukt in EC. De tentamenperiode, de periode waarin de herkansing wordt gegeven en de onderwijstaal wordt voor de TN-vakken in de vorige sectie beschreven. Voor de TW-vakken wordt verwezen naar de OER van TW.

**1<sup>e</sup> jaarsvakken**

Code	Onderdeel	EC
TN1201	Thermodynamica deel 1	3
TN1302	Inleiding Mechanica, Golven en Optica *	3
TN1312	Moderne Natuurkunde *	3
TN1322	Inleiding Elektriciteit en Magnetisme *	3
TN1405-P	Inleidend Practicum	6
TN1612TU	Mechanica en Relativiteitstheorie	6
TN2054	Elektromagnetisme	6
WI1142TN	Lineaire Algebra deel 1	3
WI1410TN	Voortgezette Analyse	3
	Eerstejaars keuzevak <sup>1</sup>	3
AM1090	Inleiding Programmeren	6
AM1040	Analyse 1	6
AM1070	Analyse 2	6
AM1020-a	Caleidoscoop deel A	3
AM1010	Wiskundige Structuren	6
AM1080	Inleiding Kansrekening	6
	Totaal	72

\* De vakken TN1302, TN1312 en TN1322 vormen een module waarvoor geldt dat voor één van de drie vakken een 5.0 of 5.5 mag worden gehaald, mits het gewogen gemiddelde van de drie vakken afgerond minstens 5.8 is (compensatieregeling).

<sup>1</sup>3 EC te kiezen uit onderstaande eerstejaars keuzevakken:

Vakcode	Vaknaam	EC
TN1651	Introduction to Biophysics	3
TN1851	Nucleaire Wetenschap en Technologie	3
TN2811	Inleiding Elementaire Deeltjes Fysica	3

**Het programma van het eerste jaar voor studenten van het cohort 2020 en eerder kan worden gevonden in de opleidingspecifieke bijlage van de OER/het UR van 2020-2021 en eerder.**

## Paragraaf 3 HET TWEDE EN DERDE JAAR

### Artikel 6. SAMENSTELLING VAN HET STUDIEPROGRAMMA VAN HET 2E EN 3E JAAR.

Het programma van het tweede studiejaar voor studenten van **cohort 2020** en het programma van het derde studiejaar voor studenten van **cohort 2019** omvatten de volgende onderwijseenheden met de daarbij vermeld de studielast en de taal waarin het onderwijs wordt gegeven:

#### 2<sup>e</sup> jaars majorvakken

Vakcode	Vaknaam	EC	EC onderdelen	Taal
TN2003	Design Engineering voor Fysici 2	6		NL
TN2211	Elektronische Instrumentatie	6		NL
TN2304	Kwantummechanica 1*	3		ENG
TN2314	Kwantummechanica 2*	3		NL
TN2321	Klassieke Mechanica	3		NL
TN2345	Inleiding Golven	3		NL
TN2513	Computational Science	3		NL/ENG
TN2545	Systemen en Signalen	6		ENG
TN2626	Statistische Fysica	6		NL
TN2786	Fysische Transportverschijnselen	6		NL
TN2953-P	Research Practicum	6		NL/ENG
	Research Practicum experiment**		1,5	
TN2244WI	Lineaire Algebra en Differentiaalvergelijkingen	6		NL
WI3104TN	Statistiek	3		NL
	<b>Totaal</b>	<b>60</b>		

\* De vakken TN2304 Kwantummechanica 1 en TN2314 Kwantummechanica 2 vormen een module waarvoor geldt dat voor één van beide vakken een 5.0 of 5.5 mag worden gehaald, mits het gewogen gemiddelde van beide vakken afgerond minstens 5.8 is (compensatieregeling).

\*\*Worden niet afzonderlijk geadmistreerd

#### 3<sup>e</sup> jaars majorvakken

Vakcode	Vaknaam	EC	Taal
SC3011TN	Stochastische Signaalanalyse	3	NL
TN2412	Kwantummechanica 3	3	NL/ENG
TN2421	Optica	3	NL/ENG
TN2844	Vaste Stof Fysica	6	ENG
TN2983	Bachelor Eindproject	12	NL/ENG
WM0318TN	Wetenschaps- en Argumentatieleer	3	NL
	<b>Totaal majorprogramma</b>	<b>30</b>	
	<b>Blokminor naar keuze</b>	<b>30</b>	
	<b>Totaal</b>	<b>60</b>	

## Equivalenties

Programma 2018-2019 en later			Programma 2017-2018 en eerder		
code	Naam	EC	Code	naam	EC
TN2003	Design Engineering voor Fysici 2	6	TN2081	Fysica van Duurzame Energie	3

Programma 2020-2021 en later			Programma 2019-2020 en eerder		
code	Naam	EC	Code	naam	EC
TN2626	Statistische Fysica	6	TN2624	Statistische Fysica	6

Programma 2021-2022 en later			Programma 2020-2021 en eerder		
code	Naam	EC	Code	naam	EC
TN2786	Fysische Transportverschijnselen	6	TN2785	Fysische Transportverschijnselen	6

Voor equivalenties van vakken die voor 2017-2018 zijn afgeschaft zie eerdere opleidingsspecifieke bijlagen bij de OER/uitvoeringsregelingen.

## Dubbele Bachelor TWN

De dubbele bachelor met de opleiding Technische Wiskunde (TWN) omvat voor het tweede jaar in 2021-2022 de volgende verplichte onderdelen met de daarbij behorende studielast uitgedrukt in EC.

### 2<sup>e</sup> jaarsvakken

Vakcode	Vaknaam	EC
TN2952-P	Research Practicum (totaal 3 proeven)	5
TN2304	Kwantummechanica 1*	3
TN2314	Kwantummechanica 2*	3
TN2321	Klassieke Mechanica	3
TN2345	Inleiding Golven	3
TN2545	Systemen en Signalen	6
TN2626	Statistische Fysica	6
TN2786	Fysische Transportverschijnselen	6
WI2242TN	Lineaire Algebra deel 2	3
EE2M11	Complexe Functietheorie	5
AM1060	Algebra 1	6
AM2030	Gewone Differentiaalvergelijkingen	6
AM2060	Numerieke Methoden 1	6
AM2080	Inleiding Statistiek	6
WM0318TN	Wetenschaps- en Argumentatieleer	3
	<b>Totaal</b>	<b>70</b>



\* De vakken TN2304 Kwantummechanica 1 en TN2314 Kwantummechanica 2 vormen een module waarvoor geldt dat voor één van beide vakken een 5.0 of 5.5 mag worden gehaald, mits het gewogen gemiddelde van beide vakken afgerond minstens 5.8 is.

De dubbele bachelor met de opleiding Technische Wiskunde omvat voor het derde jaar de volgende verplichte onderdelen:

**3<sup>e</sup> jaarsvakken**

Vakcode	Vaknaam	EC
TN2412	Kwantummechanica 3	3
TN2421	Optica	3
SC3011TN	Stochastische Signaalanalyse	3
TN2844	Vaste stof Fysica	6
TN2211	Elektronische Instrumentatie	6
AM2050A	Modelleren 2A	3
AM2050B	Modelleren 2B	3
AM2020	Optimalisering	6
AM2090	Reële Analyse	6
WI3150TU	Partiele Differentiaalvergelijkingen 1	3
WI3151TU	Partiele Differentiaalvergelijkingen B	3
	Keuzevak wiskunde <sup>1*</sup>	6
TWN3002-16	Bachelor eindproject inclusief colloquium	24
	<b>Totaal</b>	<b>75</b>

<sup>1\*</sup> 6 EC te kiezen uit onderstaande wiskunde keuzevakken:

Vakcode	Vaknaam
AM2560	Applied Algebra: Codes and Cryptosystems
AM2530	Systems Theory
AM2510	Decision Theory
AM2570	Markov Processes
AM2550	Advanced Statistics
AM2520-P	Philosophy of Mathematics
AM2520-H	History of Mathematics
AM3500	Mathematics Seminar
AM3520	Logic
AM3570	Fourier Analysis
AM3590	Topology
AM3550	Graph Theory
AM3560	Advanced Probability
AM3530	Numerical Methods 2
AM3580	Differential Geometry
AM3510	Mathematical Physical Models
TW3730TU	Numerical Methods for Differential Equations

Voor de onderwijstaal wordt verwezen naar de desbetreffende secties hierboven voor de TN-vakken en naar de OER 2021-2022 van Technische Wiskunde voor de TW-vakken

**Het programma van het tweede en derde studiejaar voor studenten van cohort 2018 en eerder kan worden gevonden in het UR van 2019-2020 en eerder.**

## **Equivalenties**

Voor de vakken van de dubbele bachelor gelden dezelfde equivalenties als voor de vakken in respectievelijk het TN- dan wel het TW-programma.

## Honours Programme Bachelor TN

Het Honours Programme voor de Bachelor TN is een aanvullend programma voor studenten die een extra uitdaging in hun studie natuurkunde zoeken, door het aanbieden van een uitdagend pakket vakken en activiteiten aan de beste studenten van TN, zodat zij beter naar capaciteit gaan presteren en zich verder kunnen ontplooiën. Aan het einde van het Honours Programme onderscheiden de studenten zich door het feit dat zij in twee jaar tijd 20 EC extra hebben gehaald en daarmee extra ervaring hebben met het werken in groepen, onderzoek doen en discussies voeren/leiden.

### Doelgroep

Studenten Technische Natuurkunde die excelleren tijdens hun studie en die bovendien interesse hebben om zich te verdiepen en te verbreden op een hoger niveau dan aangeboden wordt in de opleiding BSc-TN. Om toegelaten te worden tot het Honours Programme moeten de studenten het programma van het eerste jaar in één jaar hebben gehaald met een gewogen gemiddelde hoger dan 8,0 en voor geen enkel vak lager dan een 7,0 hebben behaald. Als een student hieraan niet voldoet, maar desondanks wil deelnemen aan het Honours Programme, wordt over de toelating besloten door de verantwoordelijk docent van het Honours Programme.

### Programma

Het voorgestelde programma bevat 20 EC, inclusief 11 EC TU brede Module Academische Vorming. Deze 11 EC zal worden ingevuld met een verbredend vak gegeven door de faculteit TBM en vrije keuzeruimte. Het programma is als volgt:

<i>Vak</i>		<i>beschrijving</i>
Honours classes :		
Elektromagnetisme	N + 1 EC	Honours studenten behandelen voor deze vakken <i>extra</i> stof, in de vorm van extra hoofdstukken uit het lesboek of recent onderzoek. De stof wordt getoetst op verschillende manieren.
Kwantummechanica	N + 1 EC	
Fysische Transportverschijnselen	N + 1 EC	
Statistische fysica	N + 1 EC	
Vaste Stof	N + 1 EC	
Journal Club	4 EC	Publicaties uit vooraanstaande tijdschriften en vakinhoudelijke boeken worden besproken. Dit vak zal gedurende de hele track gegeven worden en zo zorgen voor een structuur dat de hele track verbindt.
Module Academische vorming:		
Quantum technology and responsible innovation (TBM)	4 EC	
Vrije keuze	5 EC	Vrije keuze aan vakken uit het TU-brede aanbod van honoursvakken. De vrije keuze kan mogelijk ook ingevuld worden met het bijwonen van een <i>summer school</i> en/of congres, welke worden georganiseerd door bijvoorbeeld het ESA en ETH Zurich.
Verbreding	2 EC	Alle vakken aangeboden aan andere faculteiten van de TU Delft, niet zijnde Natuurkunde vakken
	20 EC	

### *Organisatie*

Prof. dr. Leo DiCarlo is coördinator en verantwoordelijk docent voor het Honours Programme. Daarnaast is hij de contactpersoon voor de honoursstudenten en -docenten die bij een onderdeel van het Honours Programme betrokken zijn.

## Paragraaf 4 TENTAMENS

### Artikel 7. VORM VAN DE TENTAMENS EN DE WIJZE VAN TOETSEN

De vorm van de tentamens en de wijze van toetsing staan beschreven in de digitale studiegids (<https://studiegids.tudelft.nl/>).

De regels over de samenstelling van het eindcijfer voor vakken en over verplichte aanwezigheid bij vakken staan beschreven in de Regels en Richtlijnen van de Examencommissie Technische Natuurkunde 2021-2022.

### Artikel 8. BACHELOR EINDPROJECT (BEP) ALS AFRONDING VAN DE BACHELOROPLEIDING

Het Bachelor Eindproject (BEP) is een opdracht (project) ter afsluiting van het bachelorexamen, waarin de student in staat geacht wordt om de kennis uit de bacheloropleiding op een integrerende wijze toe te passen, d.w.z.:

- Het hebben of tijdig verwerven van theoretische kennis en het (onafhankelijk) kunnen toepassen van de theorie (**Theoretical knowledge and understanding**);
- Het nemen van *verantwoordelijkheid* voor de voortgang en voltooiing van het project, het in staat zijn om zich te houden aan een *tijdsplanning*, het tijdig en adequaat *communiceren* met de supervisor over de voortgang van het project, het bestuderen en begrijpen van *wetenschappelijke literatuur* m.b.t. het project en het hebben van een *kritische houding* t.a.v. de eigen resultaten (**Method and scientific approach**);
- Het komen met (*nieuwe*) *ideeën* tijdens het project, het hebben van adequate *experimenteervaardigheden* en het onderzoek wetenschappelijke *significantie* te geven (**Research work**);
- Het houden van een gestructureerde *presentatie* met een heldere boodschap, het geven van (gedetailleerde) *argumentatie* in de mondelinge verdediging van het project en het beantwoorden van vragen over het project (**Report**);
- Het beschikken over (*inter*)*persoonlijke vaardigheden*, *creativiteit*, *open-mindedness* en *schrijven spreekvaardigheid* in het Nederlands of Engels.

Het BEP kan worden gedaan in de afdelingen TNW/RST, TNW/ImPhys, TNW/BN en TNW/QN, alsmede in de onderzoeksgroepen TNW/ChemE/TP, TNW/ChemE/PPE, TNW/ChemE/MECS, TNW/ChemE/OM, 3ME/P&E/Fluid Mechanics, 3ME/DCSC/Carlas Smith group (3mE) en CITG/Remote Sensing&Geoscience/Clouds, Climate & Air Quality. Het BEP kan ook worden gedaan in het onderzoekscentrum QuTech, maar uitsluitend onder verantwoordelijkheid van een daartoe door de examencommissie aangewezen verantwoordelijk docent. Indien een student het BEP wil doen buiten één van deze onderzoeksgroepen moet hiervoor toestemming gevraagd worden aan de examencommissie (RRvE artikel 26).

Volgens artikel 27 lid 1 van de Regels en Richtlijnen van de Examencommissie (RRvE) wordt voor de beoordeling van het bachelor eindproject door of namens de examencommissie een beoordelingscommissie ingesteld. Deze commissie bestaat uit ten minste twee examinatoren die lid zijn van de wetenschappelijke staf (vaste staf of tenure track) van bovengenoemde afdelingen en onderzoeksgroepen:

- a. De verantwoordelijk begeleider maakt deel uit van de beoordelingscommissie.
- b. Ten minste één van de examinatoren behoort tot de onderwijzende staf van de opleiding, van een onderdeel van de opleiding, niet zijnde het bachelor eindproject (art 5.1).

Een student kan zich inschrijven voor een bachelor eindproject na het afronden van alle eerstejaars- en tweedejaarsvakken .

Heeft een student niet alle tweedejaarsvakken, maar wel 60 EC aan tweede- en derdejaarsvakken behaald, dan kan hij/zij zich inschrijven, mits:

- het tweedejaars wiskundevak Differentiaalvergelijkingen en Lineaire Algebra (TN2244WI), of de daaraan equivalente vakken Differentiaalvergelijkingen (WI2140TN of WI2240TN) en Lineaire Algebra 2 (WI2242TN), het tweedejaars vak Elektronische instrumentatie en het tweedejaars Research practicum zijn behaald,
- de begeleider instemt met het behaalde vakkenpakket in het tweede jaar. Voorbeelden: een project bij de afdeling ImPhys is niet zinvol als Systemen en Signalen en Golven niet zijn gehaald. Hetzelfde geldt voor Kwantummechanica 1 en 2 bij Quantum Nanoscience.

Aan behaalde vakken in het derde jaar mag de projectbegeleider geen eisen stellen.

### **Artikel 9. VOLGORDE VAN DE TENTAMENS**

De volgorde waarin de tentamens moeten worden afgelegd en de voorwaarden voor deelname aan practica staan beschreven in de studiegids (studiegids.tudelft.nl).

Voorts geldt dat een student pas kan deelnemen aan een praktische oefening wanneer de toets introductie veiligheid is behaald, die in het kader van de Arbo wet wordt afgenomen.

## **Paragraaf 5 EXAMENS**

### **Artikel 10. OVERGANGSMAATREGELEN**

NVT

## **Paragraaf 6 INVOERINGSBEPALINGEN**

### **Artikel 11. INWERKINGTREDING**

Deze regeling treedt in werking op 1 september 2021.