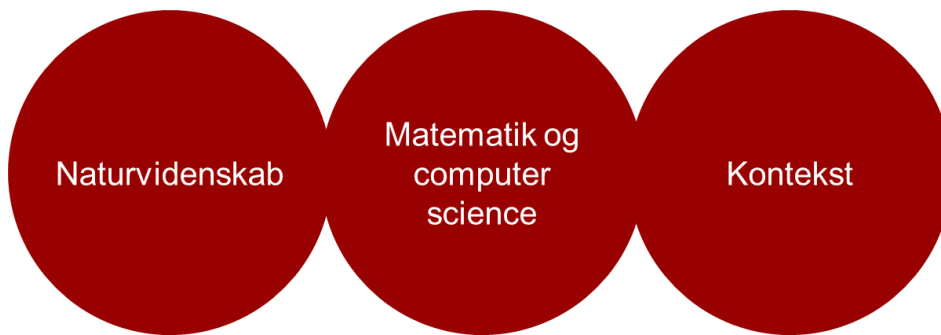




Det Polytekniske Grundlag DTU 2023



Indhold

Præambel – den polytekniske ide	3
Baggrund	3
Status på anbefalinger	4
Anbefaling 1: polyteknisk grundlag for alle	5
Anbefaling 2 og 3: struktur	6
Anbefaling 4: indhold	10
Anbefaling 5: Samarbejdsforum for kursusansvarlige	13
Anbefaling 6: Digital platform med undervisningsmateriale	14
Anbefaling 7: Europas bedste ingeniøruddannelse	14
Opsummering	15
Bilag	16
Bilag 1 Kurser i det Polytekniske grundlag 2023	16
Bilag 2 Kompetenceprofil for bacheloruddannelsen i Teknisk Videnskab 2023	17
Bilag 3 Dispensationer ved valg af højere niveau	18
Bilag 4 Bidrag til de 9 digitale temaer	19
Bilag 5 Møderække, Polyteknisk Grundlag	20

Arbejdsgruppens medlemmer¹:

- Jane Hvolbæk Nielsen, professor, institutdirektør (DTU Fysik)
(formand for arbejdsgruppen)
- Jens Øllgaard Duus, professor (DTU Kemi)
- Jes Broeng, professor, centerleder (DTU Entreprenørskab)
- Karsten Wedel Jacobsen, professor (DTU Fysik)
- Lars Kai Hansen, professor (DTU Compute)
- Lone Gram, professor (DTU Bioengineering)
- Maja Horst, professor (DTU Management)
- Michael Hauschild, professor (DTU Sustain)
- Christian Frithiof Niordson, professor (DTU Construct)
- Christian Kaas Sørensen (Polyteknisk Forening)
- Elisa Martiny (Polyteknisk Forening)
- Christa Trandum, chefkonsulent (AUS)

¹ Fra foråret 2022 deltog også Tejs Vegge, professor (DTU Energi), formand for den digitale task force for at sikre koordinering mellem arbejdet med det polytekniske grundlag og det digitale strategispor.



Præambel – den polytekniske ide

Den polytekniske ide handler om at gøre naturvidenskabelige gennembrud nyttige for samfundet gennem teknologi. Snart 200 år efter DTU's grundlæggelse er denne ide stadig missionen for DTU. Ideen hviler på en forståelse af, at teknologiudvikling kræver en flersidet forståelse af naturvidenskaben og at teknisk-naturvidenskabelige gennembrud ofte sker i grænsefladen mellem flere fag.

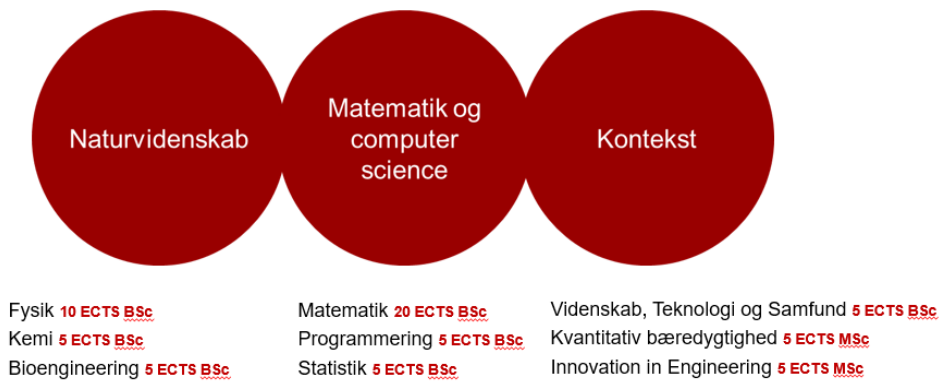
Helt centralt i det polytekniske grundlag står derfor naturvidenskaberne og forståelsen af den eksperimentelle metode. Matematik² indtager i kraft af sin rolle som universel metode i arbejdet med natur- og teknisk videnskab ligeledes en central plads i det polytekniske grundlag, men også et stigende fokus på den digitale omstilling af samfundet og tilgængeligheden af meget store mængder data stiller nye krav til ingeniørens kompetencer indenfor statistik og computer science. Disse områder hører derfor også under det polytekniske grundlag for fremtiden. Kurser i bæredygtighed, etik og innovation skal som det tredje element i det polytekniske grundlag udgøre et solidt fundament for en bred almen polyteknisk dannelse, der sikrer at dimittenderne bliver i stand til at forholde sig til ingeniørens virkelighed i en global kontekst - og til gavn for samfundet.

Det polytekniske grundlag består altså af en række kurser, der ikke i sig selv er polytekniske, men i samspil med udvalgte kurser og retningsspecifikke uddannelses-elementer, projekter og arbejdsmetoderne i undervisningen på DTU, etableres et faglige fundament, der gør en dimittend fra DTU's civilingeniøruddannelse til polytekniker (cand.polyt.).

Baggrund

Direktionen etablerede ved årsskiftet 2020/2021 en arbejdsgruppe (se Bilag 1), hvis opgave var at definere rammen for det polytekniske grundlag i det 21. århundrede og forholde sig til, hvordan det udfoldes. Arbejdsgruppen centrerede arbejdet omkring en model, som rummer tre hovedtemaer: 1) naturvidenskab, 2) matematik og computer science, samt 3) kontekst (figur 1), og tog dermed højde for, at der i stadig stigende grad er en forventning om, at fremtidens civilingeniører ud over en stærk kernefaglighed inden for et specifikt ingeniørdomæne også har kompetencer indenfor bl.a. digitalisering, bæredygtighed, innovation, og bred teknologiforståelse.

² Arbejdsgruppen er opmærksom på, at der har været forskellige meninger om opsplitningen af naturvidenskab og matematik i to grupper. Gruppen har her valgt at lave denne opsplitning med begrundelsen, at naturvidenskaben benytter sig af evidensbaseret forskning/test af ideer (kaldet realvidenskab), mens matematik er baseret på deduktive metoder og ikke på observationer fra naturen (kaldet formalvidenskab). Kilde: Den Store Danske.



Figur 1: Elementerne i det polytekniske grundlag 2023 med angivelse af det pointmæssige omfang samt tilknytning til uddannelsesniveau (BSc eller MSc). Se bilag 1 for listen af de konkrete PG-kurser med henvisning til kursusbasen.

Direktionen tiltrådte i vinteren 2021/2022 arbejdsgruppens syv anbefalinger til revision af det polytekniske grundlag (boks, næste side), med et tillægskrav om yderligere fokus på digitale kompetencer, herunder programmering og statistik. Arbejdsgruppen gik herefter i gang med udviklingsdelen, som er blevet gennemført i en involverende organisatorisk proces med dialog på alle ledelsesplaner og på tværs af DTU: studielederkredse, ISN-formandskabsmøder, Akademisk Råd, CUU, direktørkreds, Aftagerpanel og fem workshops om de enkelte fag, hvor udvalgte studielevere og kursusansvarlige deltog og gav input til udviklingen af de enkelte kurser. Det polytekniske grundlag er nu færdigudviklet og implementeres på alle DTU's civilbacheloruddannelser fra studieåret 2023/2024 og på alle DTU's civilkandidatuddannelser fra studieåret 2024/2025. I forbindelse med oprettelse af nye uddannelser indarbejdes det polytekniske grundlag i studieordningen for den enkelte uddannelse.

I denne rapport gives en kort status på de syv anbefalinger fra arbejdsgruppen til direktionen med henblik på en fremtidssikring af forståelsen af det polytekniske grundlags rolle for civilingeniøruddannelsen på DTU. For enkelte af de syv anbefalinger er der opfordring til yderligere opfølgning.

Status på anbefalinger

Arbejdsgruppens syv direktionsgodkendte anbefalinger til revision af DTU's polytekniske grundlag er listet herunder og afspejler mandatet givet i *Kommissorium for arbejdet med udvikling af et polyteknisk grundlag for DTU's civilingeniøruddannelse* (dato 1.12.2020).

Arbejdsgruppens 7 anbefalinger

1. at indholdet i det reviderede polytekniske grundlag udgør et fagligt minimumsniveau for alle civilingeniørstuderende
2. at indholdet struktureres under tre områder: 1) naturvidenskab, 2) matematik og computer science og 3) kontekst
3. at det overvejes at opbygge en uddannelsesstruktur omkring det reviderede polytekniske grundlag, hvilket kunne betyde et brud med flagmodellen
4. at revidere indhold af det polytekniske grundlag, herunder udvikle to nye kurser indenfor programmering og kvantitativ bæredygtighed
5. at der etableres et forum for det polytekniske grundlag til understøttelse af tværgående koordinering, samarbejde og udvikling
6. at indhold og aktiviteter inden for det polytekniske grundlag kan tilgås af alle undervisere og alle studerende i realtid via en digital platform med henblik på at styrke relevans og sammenhæng i uddannelserne
7. at indhold og struktur af det polytekniske grundlag kobles aktivt til DTU's uddannelsessignatur, strategi og branding

I det følgende beskrives, hvordan arbejdsgruppen har arbejdet med udmøntningen af de syv anbefalinger³.

Anbefaling 1: polyteknisk grundlag for alle

Arbejdsgruppen anbefalede, at indholdet i det polytekniske grundlag udgør et fagligt minimumskrav for alle civilingeniørstuderende på DTU.

I praksis udgør det polytekniske grundlag 55 af samlet 180 ECTS på DTU's bacheloruuddannelse og 10 ECTS af samlet 120 ECTS på DTU's kandidatuddannelse. Der har i implementeringsarbejdet været to fokusområder:

1. *Er der undtagelser fra reglen om at det polytekniske grundlag implementeres på alle studieretninger?*

³ For læsevenlighedens skyld er rækkefølgen af anbefalingerne ændret i forhold til den direktionsgodkendte rapport "Anbefalinger til revision af det polytekniske grundlag" (oktober 2021).

Det polytekniske grundlag er obligatorisk for alle uddannelsesretninger. Det er dog muligt på uddannelsesretningerne at få dispensation til at erstatte et PG-kursus med et andet kursus, hvis det er på et højere niveau og indholdet i øvrigt er dækket. Det kan fx være kemiingeniørstuderende, der erstatter PG-kemikurset med *Almen kemi*, eller Fysik og Ingeniørvidenskab-studerende, der erstatter PG-fysikkurset med *Mekanik og fysisk modellering*, *Termodynamik og statistisk fysik* samt *Elektromagnetisme for fysikere*. I bilag 3 er en liste over uddannelsesretninger, der jf. ovenstående har fået dispensationer efter den påkrævede dialog med dekanen.

2. *Hvordan håndterer vi studerende, der først søger ind på DTU ved starten på deres kandidatuddannelse når hovedparten af det polytekniske grundlag ligger på bacheloruddannelsen?*

Omkring 60% af de studerende, der hvert år optages på DTU's kandidatuddannelse, har en anden baggrund end en bachelorgrad i teknisk videnskab fra DTU (civilbacheloruddannelsen). Det vil fremover fortsat være studielederne på de enkelte uddannelsesretninger, der sikrer, at studerende, der optages på DTU's kandidatuddannelse, har de rette faglige forudsætninger, herunder at de i rimelig grad har en baggrund, der matcher det polytekniske grundlag. Studielederne skal nøjagtig som i dag vurdere, om ansøgere udefra kommer med relevante forudsætninger for at gennemføre et kandidatstudium på DTU og evt. har brug for at supplere et eller flere kurser. Det betyder, at studerende skal have en bachelorgrad, der matcher kravene i kompetenceprofilen for DTU's bacheloruddannelse og i øvrigt opfylder eventuelle retningspecifikke adgangskrav.

Der er i arbejdsgruppen en erkendelse af, at sikring af især digitale kompetencer kan blive en udfordring.

Anbefaling 2 og 3: struktur

Arbejdsgruppen anbefalede, at indholdet i det polytekniske grundlag struktureres under tre overordnede temaer: naturvidenskab, matematik og computer science, samt kontekst, se figur 1.

Arbejdsgruppen anbefalede i forlængelse heraf en ny uddannelsesstruktur for civilingeniøruddannelsen på DTU bygget op omkring det reviderede polytekniske grundlag (figur 2).

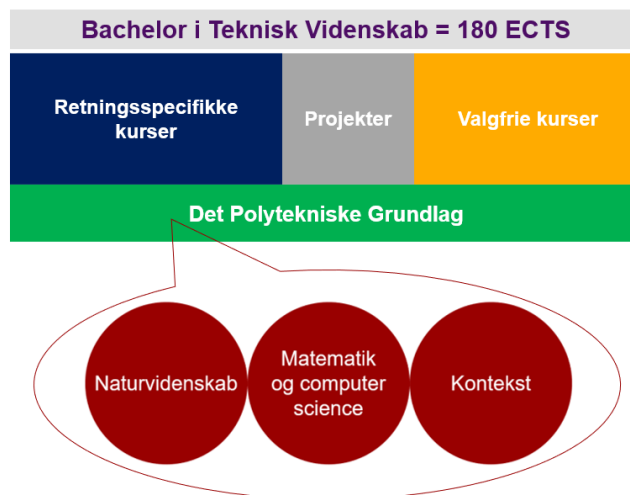
Der har i udviklingsarbejdet været to fokusområder:

1. *Det polytekniske grundlag indføres i uddannelsesstrukturen på både bachelor- og kandidatuddannelsen.*
2. *De øvrige elementer i den eksisterende uddannelsesstruktur videreføres, men ikke med samme ECTS-sum som tidligere og med let reviderede navne.*

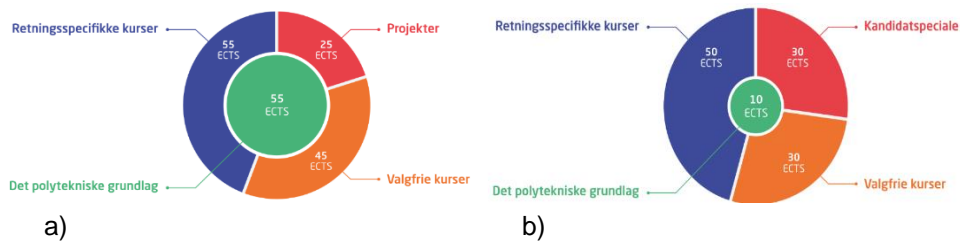
Det betyder konkret, at

- *Det polytekniske grundlag* primært består af de tidligere flagmodelgrupper "Naturvidenskab" (BSc) og "Generalist kompetencer" (MSc)
- *Retningsspecifikke kurser* er en harmonisering af navnet for de tidligere grupper "Teknologiske linjefag" (BSc) og "Teknologisk specialisering" (MSc)
- *Projekter* er en harmonisering af de tidligere grupper "Projekter og almene fag" (BSc) og "Projekter" (MSc)
- Gruppen "*Valgfrie kurser*" bevares uændret

Arbejdsgruppens skitse til ny struktur er indsat herunder, mens den figur, der bruges i kommunikationen om strukturen i foråret 2023 fremgår af figur 3.



Figur 2: Arbejdsgruppens skitse til ny uddannelsesstruktur for civilingeniøruddannelsen, her vist for bacheloruddannelsen. Andelen af valgfri kurser er 25% af både bachelor- og kandidatuddannelsen.



Figur 3 a og b: Figur for ny uddannelsesstruktur for henholdsvis bachelor- og kandidatuddannelsen, a og b, som anvendt i Studiekataloget forår 2023

Det skal bemærkes, at i modsætning til tidligere, så er alle obligatoriske uddannelseselementer på tværs af uddannelsesretninger i den nye struktur samlet i de to grupper "polyteknisk grundlag" og "projekter". På bacheloruddannelsen er der to obligatoriske projekter: fagprojekt og afgangspjekt. På kandidatuddannelsen er der obligatorisk projekt: kandidatspecialet.

3. Større sammenhæng mellem elementerne i det polytekniske grundlag.

Der har fra studentside været et stærkt ønske om et større sammenhæng og samspil mellem kurserne i det polytekniske grundlag og mellem kurserne til resten af uddannelserne. Arbejdsgruppen anbefalede derfor, at der etableres et Samarbejdsforum for det polytekniske grundlag, se også **Anbefaling 5**.

For at sikre en større sammenhæng mellem de polytekniske grundlagskurser er der desuden etableret *anbefalede forudsætningskæder*, se figur 4.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. semester
5p	Mat1A (10p)	Mat1B (10p)	Kemi (5p)	Bio (5p)		BSc projekt (15/20p)
5p			Statistik (5p)	Fagprojekt (10p)		
5p	Prog (5p)	Fysik (10p)			(udlandsopholdet kan ligge her)	
5p						
5p (Σ25p)						
5p (Σ30p)	3-ugers perioder			Vid., Tekn-Samf (5p)		

Figur 4: Eksempel på placering af de polytekniske grundlagskurser på bacheloruddannelsen. Kurser indikeret med rød ligger fast, hvorimod kurser med grøn har en fleksibel placering.

Forudsætningskæderne skal være med til at understøtte og synliggøre et markant øget fokus på samspillet mellem de enkelte polytekniske grundlagskurser. Matematik og programmeringer forudsætning for de øvrige kurser. Fysik er forudsætning for kemi, der igen er forudsætning for bioengineering. Statistik anbefales taget senest samtidig med bioengineering. Endelig anbefales kurset, der blandt andet indeholder videnskabsteori (fremadrettet Videnskab, Samfund og Teknologi), at ligge så sent i studiet som muligt for at sikre størst mulig modenhed og faglig erfaring i studentergruppen.

Mens rækkefølgen af kurserne har været relativt let at placere, så har arbejdsgruppen arbejdet med forskellige tilgange til semesterplaceringen af kurserne. Skal det polytekniske grundlag fylde meget ved studiestart og lægge et solidt fundament tidligt, eller skal grundlaget spredes ud over hele bacheloruddannelsen og dermed give plads til mere uddannelsesspecifikt indhold tidligt? Resultatet i figur 4 afspejler en enighed om, at matematik og programmering skal introduceres tidligt for at understøtte de øvrige fag, der som grundlag bør følge relativt hurtigt derefter. De polytekniske grundlagskurser fylder derfor halvdelen af første studieår. Det svarer til det nuværende obligatoriske indhold for mange af BSc uddannelserne, dog med programmering i stedet for fysik på første semester for nogle uddannelser. For nogle BSc uddannelser vil det nye polytekniske grundlag udgøre 5 point mere på første semester end tidligere. Det gælder for alle uddannelser, at det nye polytekniske grundlag formelt er øget med 5 point statistik og 5 point programmering. Størstedelen af vores studerende vælger dog i dag at tage statistik (ca. 80% af en årgang), og programmering var de facto allerede implementeret på alle studieretninger, men med stor variation i indhold og omfang, da der har været mere end en håndfuld indledende programmeringskurser. Implementeringen af det nye polytekniske grundlag er derfor primært en formalisering af eksisterende forhold samt et stærkt øget fokus på samspil og sammenhæng.

Specifikt for programmeringskurset ligger det nu på første semester. Pædagogisk/didaktisk er kurset blevet justeret til, så de nye studerende bliver mødt med de forudsætninger, de nu engang har, og som forventes at spænde meget vidt. Et andet eksempel er fysikkurset, som nogle uddannelsesretninger skal bruge tidligt for at komme i gang med de retningsspecifikke kurser. Andre uddannelsesretninger har i mindre grad dette behov, og som et kompromis og for at undgå for meget pres på første semester er kurset derfor flyttet fra valgfrit at ligge på enten første-anden semester eller tredje-fjerde semester til at ligge på anden-tredje semester. Fastlæggelsen har den faglige læringsmæssige fordel, at de studerende derved er på samme niveau. En fælles ramme for de polytekniske grundlagskurser med klare forudsætningskæder medfører, at underviserne på kurserne fremover vil møde studerende, der er på samme niveau

fagligt og studieteknisk, og at den tillærte faglighed i højere grad kan bygges videre på.

Ud over analytisk stærke ingeniører, så er fordelen ved et styrket polytekniske grundlag at det giver de studerende en klar fornemmelse af, hvad der kendetegner DTU's civilingeniøruddannelse, nemlig et stærkt fagligt fundament koblet med en faglig specialisering allerede fra første semester.

Anbefaling 4: indhold

Med udgangspunkt i de tre temaer: naturvidenskab, matematik og computer science samt kontekst, skitseres herunder arbejdsgruppens fokusområder indenfor de tre temaer.

Fokus - naturvidenskab

Den polytekniske ide handler om at gøre naturvidenskabelige gennembrud nyttige for samfundet gennem teknologi. Naturvidenskaberne indtager derfor en naturlig og central plads i det polytekniske grundlag, og arbejdsgruppens anbefaling var, at alle civilingeniørstuderende fortsat får grundlæggende viden og færdigheder indenfor de klassiske naturvidenskabelige fag – fysik, kemi og biologi. I forbindelse med revisionen af de naturvidenskabelige grundfag har arbejdsgruppen lagt særlig vægt på følgende tværgående elementer:

- *Den naturvidenskabelige metode:* de studerende stifter via de naturvidenskabelige fag bekendtskab med den eksperimentelle metode, herunder tilrettelæggelse af eksperimenter, opsamling, registrering, visualisering og analyse af data, samt anvendelse og formulering af modeller og teorier. Konkret indeholder fysikkurset eksperimentelle laboratorieøvelser, mens kemikurset og bioengineering-kurset hver indeholder 2-3 projektopgaver med udleveret data.
- *Digitalisering:* To nye kurser er indført i det polytekniske grundlag: programmering og statistik. Disse vil styrke de studerendes digitale kompetencer inden for computerberegninger og håndtering af data. Disse kompetencer bringes i spil blandt andet i de naturvidenskabelige kurser, som udgør en ramme for at træne statistiske principper for indsamling, undersøgelse og behandling af data. Den digitale tænkning styrkes også igennem indførelse af diskret matematik og logik som nye elementer i matematikkurset på første semester, i samspil med programmeringskurset.

- *Bæredygtighed:* De naturvidenskabelige kurser vil indeholde et øget fokus på miljø og bæredygtighed. De studerende lærer at anvende fysiske begreber i forbindelse med energiomsætninger mellem mekaniske, termodynamiske og elektromagnetiske systemer. De studerende vil også få kendskab til kemiens og bioteknologiens rolle i forhold til nogle af de store teknologiske udfordringer indenfor fx sundhed (medicin og drikkevand), materialer og energiområdet.

Disse tværgående elementer skal sikre, at de studerende oplever et større samspil mellem de enkelte naturvidenskabelige kurser. De vil også skabe kobling til de øvrige temaer i det polytekniske grundlag og vil derigennem styrke de studerendes evne til at lære i sammenhæng.

Fokus – matematik og computer science

Der er en lang og stærk tradition for, at dimittender fra DTU har et særdeles solidt matematisk fundament, uanset uddannelsesretning. Den tradition videreføres i det nye polytekniske grundlag. Samtidig stiller adgangen til store datamængder og det stigende fokus på den digitale omstilling af samfundet nye krav til styrkede digitale kompetencer hos ingeniøren. Det polytekniske grundlag understøtter dette gennem nye obligatoriske kurser i programmering og statistik. I forbindelse med revisionen af det polytekniske grundlag har arbejdsgruppen lagt særlig vægt på:

- *Praksis:* Det store matematik 1 kursus splittes i to kurser, hver af 10 ECTS. Begge kurser er obligatoriske. Opsplitning i to mindre enheder har været et stort ønske fra både studenter- og studielederside.
- *Matematik som ingeniørens grundmetode:* Matematikundervisningen skal fortsat understøtte det brede behov for matematik som en grundlæggende metode til at beskrive, forstå og fortolke natur- og tekniskvidenskabelige problemstillinger. I store træk bevares elementerne fra det gamle matematik 1 kursus i de to nye matematikkurser – dog indføres diskret matematik som nyt emne for at understøtte udviklingen af et digitalt mindset.
- *Digitalt mindset:* Programmering og statistik indføres som nye obligatoriske kurser med henblik på at understøtte udviklingen af et digitalt mindset. På første semester etableres en stærk binding mellem matematikkurset og programmeringskurset. De studerende får kendskab til de digitale grundbegreber bag programmering (algoritmisk tænkning), og konkret skal undervisningen i programmering støtte op omkring en række af de beregninger, som de studerende lærer om og skal udføre i matematikkurserne (modellerings-aspekt) og sidenhen andre fag. Statistik kobles tæt til de

naturvidenskabelige kurser, hvor statistiske principper for indsamling og undersøgelse af data introduceres (digital tænkning).

Synergien understøttes yderligere af, at Python er valgt som gennemgående sprog i alle de polytekniske grundlagskurser, hvor der arbejdes med forskellige aspekter af digital tænkning, herunder visualisering, dataindhentning, databehandling, versionsstyring, etik etc. I forbindelse med statistikkurset er der arbejdet / arbejdes der på at indarbejde retningsrelevante projekter, der understøtter relevansen på den enkelte studieretning.

Valget af et gennemgående programmeringssprog for alle PG-kurserne har været drøftet indgående i og uden for arbejdsgruppen. Et flertal i arbejdsgruppen har peget på Python med henblik på at sikre et fælles afsæt for arbejdet med digitale kompetencer. Der kan selvfølgelig suppleres med andre programmeringssprog i andre kurser, projekter mm.

Det polytekniske grundlag bidrager naturligt til de 9 digitale temaer, som er foreslået fra Dekanen undervejs i arbejdet. Dette er illustreret i Bilag 3. Andre uddannelseselementer som projekter og fagspecifikke kurser bidrager også. Arbejdet med de digitale temaer er fortsat i gang ved udarbejdelse af denne rapport.

Fokus - kontekst

Studerende på DTU skal stifte kendskab med ingeniørens arbejde og lære at forholde sig til ingeniørens virkelighed i en global kontekst. Det stiller krav til, at de studerende kan arbejde på tværs af fagligheder, forstår innovationsprocesser og er opmærksomme på teknologiens muligheder (og evt. begrænsninger). Disse målsætninger er bl.a. formuleret i DTU's Charter, der er indarbejdet i uddannelserne på DTU fra 2022.

I forbindelse med udviklingen af det polytekniske grundlag er der derfor arbejdet med at få styrket temaer som fx bæredygtighed, digitalisering, innovation og etik. Arbejdsgruppen har haft følgende overvejelser:

- *Styrkede kompetencer inden for bæredygtighed:* Med videreførelsen af Ingeniørfagets videnskabsteori (fremover Videnskab og Teknologi) arbejdes der fortsat med de kvalitative aspekter af bæredygtighed, mens der på kandidatuddannelsen indføres et nyt kursus i kvantitativ bæredygtighed. Målet er, at dimittender bliver i stand til kvantitativt at karakterisere, anvende og vurdere værdier i ingeniørarbejde og ingeniørarbejdets konsekvenser for bæredygtighed.
- *Styrkede kompetencer indenfor innovation:* I kurset Videnskab og Teknologi på BSc uddannelsen arbejdes med problemstillinger, der involverer

teknologi og ingeniørarbejde, herunder forskningsintegritet, etik og ansvarlighed i teori og praksis. De studerende stifter kendskab med temaer som: Hvorfor opstår der kontroverser om tekniske innovationer? Hvordan skaber tekniske innovationer inklusion og eksklusion? Hvordan spredes tekniske innovationer i samfundet? Kompetencer indenfor innovation sikres gennem kandidatkurset Innovation in Engineering, hvor de studerende bliver introduceret til innovationsprocesser, teamwork og forretningsforståelse. Dette videreføres på kandidatuddannelsen med et fortsat fokus på innovation i ingeniørvidenskaben samt metoder og værktøjer inden for innovation i kurset Innovation in Engineering.

Anbefaling 5: Samarbejdsforum for kursusansvarlige

Arbejdsgruppen anbefalede, at der etableres et forum for det polytekniske grundlag til fremadrettet understøttelse af tværgående koordinering, samarbejde og udvikling. I udviklingsfasen har arbejdsgruppen været opmærksom på følgende.

1. *Der er et behov for at formalisere formål, sammensætning og opgaver for et samarbejdsforum med den ambition, at et sådant forum skal sikre kontinuert vedligehold og udvikling af det polytekniske grundlag mange år frem*

Arbejdsgruppen har taget initiativ til etablering af et *Samarbejdsforum om det polytekniske grundlag*, der er godkendt af dekanen for bacheloruddannelserne.

Forummet består for nuværende af to medlemmer fra den polytekniske arbejdsgruppe, hvoraf den ene er formand, samt kursusansvarlige for de polytekniske grundlagskurser. Formanden for den polytekniske arbejdsgruppe er mødeleder i forrummet. Af formålsbeskrivelsen, fremgår det, at forummet arbejder med følgende formål:

- a) At synliggøre samspillet mellem de enkelte kurser
fx gennem arbejde med udvikling af retningsspecifikke projekter
- b) At håndtere cases til undervisningen fra fagmiljøerne på tværs af DTU
- c) At understøtte udvikling af det digitale mindset
- d) At afstemme den samlede arbejdsbelastning i fagene i løbet af de enkelte semestre
- e) At diskutere og inspirere om undervisning- og prøveformer
- f) At bidrage til udvikling af undervisningsmateriale til en digital platform, hvor både studerende og ansatte har adgang til al undervisningsmateriale, der vedrører kurserne under det polytekniske grundlag

Formanden for Samarbejdsforum holder DTU's dekaner/direktion orienterede om forums arbejde og beslutninger.

Anbefaling 6: Digital platform med undervisningsmateriale

Arbejdsgruppen anbefalede, at indhold og aktiviteter inden for det polytekniske grundlag kan tilgås af alle undervisere og alle studerende i realtid via en digital platform med henblik på at styrke relevans og sammenhæng i uddannelserne.

Arbejdet med en sådan platform er kun påbegyndt, og ansvaret for opgaven, både udvikling og drift, er endnu ikke veldefineret. En vigtig interessant i udviklingsarbejdet er dog Samarbejdsforum om det polytekniske grundlag, beskrevet under anbefaling 5. Det er denne gruppe, der skal levere indhold til en sådan platform – hvad skal deles, hvad kan deles osv. men kompetencerne til at etablere platformen ligger ikke her. Gruppen er dog i gang med at drøfte forskellige muligheder og afsøger forslag til løsninger, bl.a. med væsentlige bidrag fra DTU Compute.

En sidegevinst ved en digital platform, hvor al undervisningsmateriale og for eksempel streamede forelæsninger ligger tilgængeligt, er bl.a. muligheden for efteruddannelse ved selvstudier for det videnskabelige personale. Dette kunne for eksempel være relevant inden for digitale kompetencer og bæredygtighedsområdet. Der arbejdes i øjeblikket på at finde gode tekniske løsninger, der effektivt og nyttigt binder en ny digital platform sammen med DTU's officielle læringsplatform, Learn. Der er via Learn at kommunikation mellem kursusansvarlig og studerende om undervisningsforløb m.m. finder sted.

Anbefaling 7: Europas bedste ingeniøruddannelse

Arbejdsgruppen anbefalede, at indhold og struktur af det polytekniske grundlag kobles aktivt til DTU's uddannelsessignatur, strategi og branding.

Arbejdsgruppen mener, at en række karakteristika ved tankerne bag det nye polytekniske grundlag må spille en central rolle i DTU's uddannelsessignatur, uddannelsesstrategi og branding af civilingeniøruddannelserne på DTU.

Uden konkret at kende indholdet i Uddannelsessignaturen er gruppens anbefaling, at der lægges vægt på

- At det polytekniske grundlag definerer grundlaget i civilingeniøruddannelsen på DTU
- At dimittender er analytisk stærke
- At der er et stærkt matematisk fundament som udgangspunkt for ingeniørvidenskaben
- At det er unikt, at de tre store naturvidenskaber indtager en central plads på tværs af uddannelsesretninger
- At der er stort fokus på data (måling, håndtering, og analyse)



- At der sikres kompetencer indenfor både kvantitative og kvalitative aspekter af bæredygtighed (understøttes af DTU's Charter for bæredygtighed)
- At de studerende opnår et digitalt mindset baseret på computational thinking (de 9 digitale temaer)
- At dimittender har kompetencer indenfor innovationsprocesser, teamwork og forretningsforståelse samt indenfor problemstillinger, der involverer teknologi og ingeniørarbejde (forskningsintegritet, etik og ansvarlighed i teori og praksis) (understøttes af DTU's Charter for bæredygtighed)

Opsummering

Arbejdsgruppen overdrager et revideret polyteknisk grundlag, der skal række mange år ud i fremtiden. Gruppen har i hele processen balanceret mellem på den ene side behovet for nyt og på den anden side behovet for at bevare det bedste af det eksisterende. Det polytekniske grundlag skal gælde for alle civilingeniørstuderende og skal ud over de klassiske naturvidenskaber og matematik også sikre styrkede digitale kompetencer for alle, styrkede kompetencer indenfor bæredygtighed og understøtte de studerendes evne til at tænke læring i sammenhænge og på tværs af fagligheder.



Bilag

Bilag 1 Kurser i det Polytekniske grundlag 2023

PG-kurserne er tilgængelige på kurser.dtu.dk.

[01001 Matematik 1a \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[01002 Matematik 1b \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[02002 Programmering \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[02402 Statistik \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[10060 Fysik \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[26021 Kemi \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[27020 Bioengineering \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[42611 Videnskab, Teknologi og Samfund \(Polyteknisk grundlag\)](#)

[42500 Innovation in Engineering \(Polytechnical foundation\)](#) MSc

[12100 Kvantitativ Bæredygtighed \(Polytechnical foundation\)](#) MSc NB – fra 2024

Engelske varianter

[01003 Mathematics 1a \(Polytechnical foundation\)](#)

[01004 Mathematics 1b \(Polytechnical foundation\)](#)

[02003 Computer Programming \(Polytechnical foundation\)](#)

[02402 Statistics \(polytechnical foundation\)](#)

[10063 Physics \(Polytechnical foundation\)](#)

[26020 Chemistry \(Polytechnical foundation\)](#)

[27020 Bioengineering \(Polytechnical foundation\)](#)

[42611 Science, Technology and Society \(Polytechnical foundation\)](#)

[42500 Innovation in Engineering \(Polytechnical foundation\)](#) MSc

[12100 Quantitative Sustainability \(Polytechnical foundation\)](#) MSc NB – fra 2024

Bilag 2 Kompetenceprofil for bacheloruddannelsen i Teknisk Videnskab 2023

En bachelor i teknisk videnskab fra DTU 2023

1. kan kombinere forskningsbaseret og praktisk viden til at finde egnede teknologiske løsninger og se dem i en samfundsmæssig, bæredygtig og etisk kontekst
2. har viden om matematik, statistik og programmering og kan anvende dette til fagspecifik opgaveløsning
3. har viden om centrale naturvidenskabelige emner inden for fysik, kemi og bioteknologi, kan anvende dette til opgaveløsning og har kendskab til den naturvidenskabelige metode
4. har eksperimentelle og digitale kompetencer og kan opstille simple modeller samt opsamle, analysere og fortolke data
5. er i stand til selvstændigt at tilegne sig ny viden, kan anvende fagrelevante informationskilder, herunder på engelsk, og kan forholde sig kritisk hertil
6. kan formidle og målrette ingeniørfaglige information, teorier og resultater til fagfæller og ikke-specialister
7. kan ud fra en faglig tilgang analysere problemstillinger og løsninger på egen hånd såvel som i samarbejde med andre

Bilag 3 Dispensationer ved valg af højere niveau

Uddannelser, der vælger kurser på højere niveau end det polytekniske grundlag, og får dispensation hos Dekanen. Det har givet anledning til særordninger for følgende uddannelser:

Fysik og Ingeniørvidenskab (BSc)

- Fysik (10 ECTS) erstattes af [10033 Mekanik og fysisk modellering \(dtu.dk\)](#), [10034 Termodynamik og statistisk fysik \(dtu.dk\)](#) samt [10036 Elektromagnetisme for fysikere \(dtu.dk\)](#).

Geofysik og Rumteknologi (BSc)

- Fysik (10 ECTS) erstattes af [10033 Mekanik og fysisk modellering \(dtu.dk\)](#), [10034 Termodynamik og statistisk fysik \(dtu.dk\)](#) samt [10036 Elektromagnetisme for fysikere \(dtu.dk\)](#).

Kemi og Teknologi (BSc)

- Kemi (5 ECTS) erstattes af [26000 Almen kemi \(2022/2023\) \(dtu.dk\)](#)
- [26001 Almen og uorganisk kemi](#) og [26300 Analytisk kemi](#)

Life Science og Teknologi (BSc)

- Kemi (5 ECTS) erstattes af [26050 Kemi for Life Science \(2022/2023\) \(dtu.dk\)](#)
- Bioengineering (5 ECTS) erstattes af [27002 Life Science \(2022/2023\) \(dtu.dk\)](#)

Miljøteknologi (BSc)

- Kemi (5 ECTS) erstattes af [26050 Kemi for Life Science \(2022/2023\) \(dtu.dk\)](#)

Softwareteknologi (BSc)

- Programmering (5 ECTS) erstattes med [02100 Indledende programmering og softwareteknologi \(2023/2024\) \(dtu.dk\)](#) (NYT kursus)

Computer Engineering

- Programmering erstattes med [02100 Indledende programmering og softwareteknologi \(2023/2024\) \(dtu.dk\)](#) (NYT kursus)

General Engineering

- Studerende, der følger Living Systems specialiseringen kan erstatte Bioengineering (5 ECTS) med [27026 Molekylærbiologi \(dtu.dk\)](#)

Bilag 4 Bidrag til de 9 digitale temaer

Ni digitale temaer og kompetence-elementer konkretiserer, hvad alle fremtidige DTU-ingeniører skal have viden om. De ni digitale temaer og kompetence-elementer er udtryk for et minimumsniveau, og vidensniveauet vil variere afhængig af uddannelsesniveau og retning.

De digitale temaer skal implementeres i alle uddannelser på DTU. Implementeringsarbejdet er allerede godt i gang på bacheloruddannelsen i teknisk videnskab, hvor Polyteknisk Grundlag i varierende grad dækker de ni temaer og kompetence-elementer. På kandidatuddannelsen vil der i løbet af efteråret blive udarbejdet en plan for, hvordan implementeringen bedst sker.

De digitale temaer og kompetence-elementer kan ses her [Digitale temaer - DTU Inside](#).

Et detaljeret overblik over, hvordan det polytekniske grundlag bidrager til de digitale temaer, kan ses her [Digitale temaer - DTU Inside](#) – link i teksten.

Vær opmærksom på, at arbejdet med udvikling og implementering af de digitale temaer er underfortsat udvikling, og der derfor løbende vil ske opdateringer.

Uddannelseselement	1. Concepts of digital literacy and computational thinking	2. Data, data sharing and its security, and its ethical basis	3. Computational thinking and algorithmic perspectives on creative problem solving	4. FAIR data and data analytics (visualization, data mining, statistical methods, uncertainty quantification, etc.)	5. Construction of mathematical models of engineering problems	6. Development of computer programs to solve engineering problems using version control and repositories	7. Artificial intelligence, and its relation to human intelligence	8. The uses and limitations of digital hardware and infrastructure	9. Evaluation of digital outputs and what they mean in a social and physical context
BSc, MSc kurserne i det Polytekniske Grundlag	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Matematik 1a (PG), 01001/01003	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Matematik 1b (PG), 01002/01004	0	0	2	0	1	3	0	0	1
Programmering (PG), 02002	2	1	3	1	1	2	1	1	1
Statistik (PG), 02402	1	1	1	2	1	2	0	0	2
Fysik (PG), 10060/10063	0	2	0	2	2	0	0	2	2
Kemi (PG), 26021/26020	1	0	0	0	2	0	0	0	1
Bioengineering (PG), 27020	0	2	0	1	0	0	1	0	1
Science, Technology and Society (PG), 42611	0	1	0	0	0	0	2	1	3
Quantitative Sustainability (PG), 12100	0	1	0	0	2	0	0	0	1
Innovation in Engineering (PG), 42500/42501/42504	2	1	1	2	0	0	0	1	3

Figur 5: Illustration af igangværende arbejde med at vise hvordan de polytekniske grundlagskurser bidrager til de 9 digitale temaer. Her er hvert enkelt læringsmåls grad af bidrag vurderet (fra 0 til 3), samlet for hvert kursus og overordnet for de polytekniske grundlagskurser (se første linje). Udover PG-kurserne vil projekter og retnings-specifikke kurser også bidrage. Arbejdet er forankret herfra i en anden arbejdsgruppe, understøttet af AUS.

Bilag 5 Møderække, Polyteknisk Grundlag

For at etablere en organisatorisk dialog og sikre en fælles forståelse for arbejdet med udvikling og implementeringen af de nye og reviderede polytekniske grundlagskurser, har arbejdsgruppen lagt stor vægt på gennem hele processen at være inddragende. Følgende møderække har været afholdt:

Arbejdsgruppe (fase 1. Jan-okt. 2021) : 13 møder. Referater optaget

Arbejdsgruppe (fase 2. Jan – sep. 2022) : 5 møder. Referater optaget

Samarbejdsforum (kursusansvarlige) : 5 møder. Referater optaget

Ved de to indledende møder deltog desuden institutdirektører ISN-formænd fra de relevante institutter.

Kollegiale fora:

- **DTU's Aftagerpanel** : 3 møder. Referater optaget
- **Direktørkreds** : 1 møde
- **Bachelorstudieledermøder** : 9 møder. Referater optaget
- **Kandidatstudieledermøder** : 2. møder. Referater optaget
- **ISN-formandskabskreds** : 4 møder. Referater optaget

Dialogmøder:

Som en særlig indsats har arbejdsgruppen holdt en række dialogmøder med de institutter på DTU, der har hovedansvaret for indhold og tilrettelæggelse af de polytekniske grundlagskurser, hvor form og indhold af de enkelte kurser er blevet diskuteret grundigere.

Deltagere ved møderne: institutdirektør, kursusansvarlige, ISN-formand og andre nøglemedarbejdere med undervisningsansvar fra relevant institut. Desuden en gruppe på 9 studieledere, repræsentativt udvalgt på tværs af DTU's faglighed (8 BSc studieledere og en MSc studieleder), samt to PF-repræsentanter for de studerende. Hvert møde var af 2½ times varighed.

- **DTU Compute** : 22. marts 2022. Referat optaget
- **DTU Fysik** : 17. marts 2022. Referat optaget
- **DTU Kemi** : 28. marts 2022. Referat optaget
- **DTU Bioengineering** : 28. marts 2022. Referat optaget
- **DTU Management** : 4. april 2022. Referat optaget

Øvrige møder: Arbejdsgruppen har afholdt en række møder med udvalgte kursusansvarlige med henblik på at identificere tværgående cases, der kan sikre en oplevelse af sammenhæng mellem de polytekniske grundlagskurser.