

Læringsmål for studieprogrammet Materialteknologi

Fagområdet materialteknologi er vidt og omhandler framstilling, bearbeiding, fabrikasjon, bruk og resirkulering av materialer, kombinert med grunnleggende forståelse av hvordan materialenes kjemiske sammensetning og indre struktur styrer deres bruksegenskaper. Metaller, keramer, plaster, kompositter og en del funksjonelle materialer inngår i dagens opplegg.

Læringsmål

1. Kunnskaper

Materialteknologen skal ha:

- 1.1 Brede og solide basiskunnskaper innen matematikk, informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT), kjemi, fysikk, mekanikk og statistikk som gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelser, faglig fornyelse og omstilling innen materialteknologisk virksomhet.

De individuelle fagdisiplinene omfatter følgende tema:

- 1.1.1 Matematikk: Funksjoner av en og flere variable, maksima og minima. Taylorrekker. Integrasjon, areal, buelengde og volum. Vektoranalyse. Greens, Stokes og Gauss teoremer. Ordinære og partielle differensiallikninger. Fourierrekker og Fouriertransform. Lineæralgebra, egenverdi-problemer og diagonalisering. Numeriske metoder. Innføring i Matlab.
- 1.1.2 IKT: Informasjonsteknologi. Anvendelse av numeriske metoder og Matlab. Matematisk modellering.
- 1.1.3 Material- og elektrokjemi: Gassers egenskaper, reaksjonstyper i løsninger, likevektslæren, termokjemi og reaksjoners drivende kraft, elektrokjemi, kinetikk og bindingslære. Kort om organisk kjemi. Laboratorieøvinger.
- 1.1.4 Fysikk: Dynamikk, svinge- og bølgelære, elektromagnetisme, optikk.
- 1.1.5 Mekanikk: Statikk, fasthetslære, krefter i konstruksjoner, spennings- og tøyingsanalyse, hovedspenninger og flytkriterier.
- 1.1.6 Statistikk: Sannsynlighetsregning, sannsynlighetsfordelinger, lineær regresjon, forsøksplanlegging.

- 1.2 Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å bli i stand til å forholde seg reflektert til sitt fagområde og til vitenskapene generelt.

- 1.3 Innsikt i prosjektledelse og ett eller flere av fagområdene økonomi, industriell økologi, miljørisiko, helse, miljø og sikkerhet for å kunne lede prosjekter og annen industriell materialteknologisk virksomhet på en effektiv, økonomisk og samfunnsgagnlig måte.

- 1.4 Brede vitenskapelige og teknologiske kunnskaper innen de materialteknologiske disiplinene, inklusive metoder og redskaper som nyttes i materialvitenskapelige undersøkelser. Fagområdet har forskjellig abstraksjonsnivå, fra laborativ virksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes struktur og relasjoner til andre fagområder.

Fagområdet omfatter følgende disipliner:

- 1.4.1 Grunnleggende kunnskaper:** Termodynamikk, transportfenomener, fluiddynamikk (mekanisk teori, strømning, energi, impulsbalanse) og varmestrømning (energibalanse, varmeledning, varmeoverføring, stråling).
 - 1.4.2 Struktur til metaller, polymerer og keramer:** Krystallstrukturer, defektstrukturer fra atom- til makronivå, effekt av deformasjon og tekstur, faseomvandling.
 - 1.4.3 Materialframstilling:** Fra råstoff til flytende metall, raffinering, resirkulering, samt ulike metoder for pulverproduksjon av kerambaserte forbindelser.
 - 1.4.4 Materialegenskaper:** Mekaniske egenskaper (styrke, seighet, utmatting, siging), funksjonelle egenskaper (elektrokjemiske-, elektriske-, termiske- og magnetiske egenskaper), korrosjon og korrosjonsbeskyttelse.
 - 1.4.5 Materialproduksjon:** Støping (størkning), deformasjon (valsing, ekstrudering, smiing, forming), sammenføyning (sveising, liming). Keramiske formingsmetoder og sintring.
 - 1.4.6 Modellering:** Matematisk modellering og simulering av materialeegenskaper og materialteknologiske prosesser.
 - 1.4.7 Karakterisering:** Materialkarakterisering (metallografi, lys- og elektronmikroskopi, XRD, dilatometri, materialprøving), funksjonelle egenskaper (elektriske, magnetiske, optiske) eksperimentell teknisk kunnskap (planlegging og gjennomføring av eksperimenter, tolkning av resultater, vurdering av måleusikkerhet).
- 1.5** Dybdekunnskap innen en av fordypningsretningene (1) Metallproduksjon og resirkulering, (2) Materialutvikling og –bruk, (3) Materialer for energiteknologi. På et utvalgt område innen den valgte fordypningen skal denne kunnskapen være ført fram til dagens forskningsfront eller fram til aktuelle forsknings- og utviklingsoppgaver innen en ledende industri, og den skal gi tilstrekkelig faglig innsikt til å ta i bruk nye forskningsresultater. Dybdekunnskapen danner en god basis for å kunne gi innovative bidrag til ny kunnskap innen materialutvikling eller nye prosesser.
- 1.5.1** Dybdekunnskap innen fordypningsretning 1, se læringsmål for fordypninger.
 - 1.5.2** Dybdekunnskap innen fordypningsretning 2, se læringsmål for fordypninger.
 - 1.5.3** Dybdekunnskap innen fordypningsretning 3, se læringsmål for fordypninger.

2. Ferdigheter

Materialteknologen skal kunne

- 2.1** Anvende sine kunnskaper til å løse materialteknologiske utfordringer innen industri og forskning på en selvstendig og systematisk måte ved å analysere problemstillinger, formulere deloppgaver og frambringe innovative løsninger, også i nye og ukjente situasjoner. I dette arbeidet skal materialteknologen ha en kritisk holdning til gammel og ny kunnskap mht. dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet, og ved behov skal han kunne identifisere og tilkalle nødvendig ekspertise.
- 2.1.1** Arbeide med å forbedre materialeegenskaper og materialteknologiske prosesser for framstilling, raffinering og bearbeiding av metaller (smeltebehandling, termiske forhold, deformasjonsbetingelser, overflatebehandlinger, sveisebetingelser, osv.) samt framstilling, forming og sintring av keramer, avhengig av hvilken fordypning som velges.

- 2.1.2 Arbeide med alternative og innovative løsninger av materialrelaterte problemstillinger ved valg av materialer for spesifikke anvendelser, materialbehandlinger og forhold tilpasset ulike bruksområder inkludert utvikling og bruk av nanomaterialer.
- 2.1.3 Gjennomføre undersøkelser som kan belyse om foreslåtte teknologiske og økonomiske metoder og teknikker er samfunnsmessig akseptable.
- 2.1.4 Detaljere foreslåtte metoder og løsninger til en slik grad at de kan implementeres.
- 2.2 Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
 - 2.2.1 Arbeide selvstendig og i grupper med teknologiske og/eller vitenskapelige oppgaver av høy kompleksitet.
 - 2.2.2 Planlegge og gjennomføre prosjekter, delegerte og koordinerte oppgaver, håndtere konflikter, vurdere sterke og svake sider ved en selv og andre.
 - 2.2.3 Håndtere oppgaver som synes å være enkle, men som senere viser seg å trenge tilleggskunnskap.

3. Generell kompetanse

Materialteknologen skal kunne

- 3.1 Kommunisere effektivt om eget arbeid, som for eksempel løsning av oppgaver, kunnskapsformidling, gjøre vurderinger og komme med presise konklusjoner både for fagfolk og ikke-spesialister (inkl. rapportering og presentasjoner, samt yte vesentlige bidrag til vitenskapelige publikasjoner).
 - 3.1.1 Gi velstrukturerte presentasjoner for ulike tilhørere ved å bruke moderne presentasjonsmidler.
 - 3.1.2 Skrive velstrukturerte og klare rapporter og bidrag til vitenskapelige publikasjoner.
 - 3.1.3 Formidle etterspurt kunnskap og resultater til andre på en klar og overbevisende måte.
 - 3.1.4 Kunne lese, tolke og oppsummere engelskspråklig faglitteratur skriftlig og muntlig.
- 3.2 Vurdere og forutsi teknologiske, etiske og samfunnsmessige effekter av eget arbeid. Ta ansvar for arbeidets virkning på en bærekraftig og samfunnsmessig utvikling samt økonomi.
 - 3.2.1 Gjennomføre oppgaver hvor bærekraftig utvikling tas hensyn til.
 - 3.2.2 Identifisere moralske dilemma, beskrive aktører og være klar over egen posisjon.
 - 3.2.3 Gjennomføre risikoanalyser og kjenne sikkerhetsinstrukser for eget arbeid.
 - 3.2.4 Utføre gjennomførbarhets-studier av teknologiske oppgaver (realiserbare prosjekter).
- 3.3 Aktivt oppdatere egen kompetanse gjennom livslang læring.
 - 3.3.1 Sette seg inn i hovedlinjene i kunnskapsutviklingen av eget fagfelt, følge med i hvordan teknologiske og vitenskapelige grenser flyttes for derigjennom å erkjenne behovet for faglig oppdatering.
 - 3.3.2 Ved behov ha god kontakt med lærekrefter ved NTNU og være i stand til å etablere internasjonale faglige nettverk.

1.5 Læringsmål for fordypninger

1.5.1 Metallproduksjon og resirkulering

Kandidater med studieprofil Metallproduksjon og resirkulering skal ha

- inngående kunnskaper om framstillings- og raffineringprosesser som er viktige for norsk materialproduserende industri, med hovedfokus på prosesser innen metallindustrien (ferrolegerings- og lettmetallindustrien), inklusive karbotermiske prosesser, elektrolyse og raffineringprosesser,
- dyptgående innsikt og forståelse av hva som bestemmer kjemisk likevekt og hvordan dette kan beskrives i Gibbs energifunksjoner og i fasediagram,
- kunnskap om industrielle transportfenomener som varme- og massetransport for énfase- og flerfasesystemer.

Kandidatene skal kunne

- beregne energiforbruk for de enkelte prosessene og evaluere reduksjon av energiforbruk og metoder for energigjenvinning,
- beregne industrielle masse- og varmemenstrømmer,
- beregne og kontrollere sammensetningen til sluttprodukter.

Videre skal kandidatene være i stand til å

- lede produksjonsenheter innen metallproduserende industri,
- drive forsknings- og utviklingsarbeid innenfor sin enhet,
- anvende sine kunnskaper til å evaluere nye og innovative prosesser innen fagfeltet,
- evaluere energi- og miljøkonsekvenser for industrielle prosesser.

1.5.2. Materialutvikling og –bruk

Kandidater med studieprofilen Materialutvikling og -bruk skal ha

- inngående kunnskaper om videreutvikling og bruk av konstruksjonsmaterialer og noen funksjonelle materialer med hovedvekt på keramer. Sentrale tema er støping, forming, bearbeiding, prosessering, sammenføyning, korrosjon, overflatebeskyttelse, materialprøving, matematisk modellering, karakterisering, bearbeidings- og bruksegenskaper (mekaniske egenskaper, korrosjonsmotstand), samt sammenhengen mellom materialenes kjemiske sammensetning, prosessering, mikrostruktur og egenskaper. Noe avhengig av fagvalg skal kandidatene ha gode kunnskaper innen de aller fleste av disse temaene, og de skal ha dybdekunnskaper innen utvalgte områder.

I en industriell produksjonssammenheng skal uteksaminerte kandidater kunne

- arbeide innenfor eller lede en produksjonsenhet for støping eller videre bearbeiding,
- arbeide med forbedring og videreutvikling av slike produksjonsprosesser, enten selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø.

I en industriell brukssammenheng skal kandidatene kunne

- velge ut riktige typer materialer, sammenføyningsmetoder og korrosjonsforebyggende tiltak for ulike bruks- og driftsbetingelser,
- iverksette undersøkelser (selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø) for å komme fram til riktig materialvalg og -behandling.

I en forskningsrettet yrkessammenheng skal kandidatene kunne

- planlegge og gjennomføre forskningsoppgaver innen et eller flere av de områdene som er nevnt ovenfor.

1.5.3. Materialer for energiteknologi

Kandidater med studieprofilen Materialer for energiteknologi skal ha

- inngående kunnskaper om materialer som deltar funksjonelt i energiproduksjon og energiomsetning med vekt på fornybar energi og relaterte felt (profilen er således avgrenset ved at konstruksjonsmaterialer benyttet i energiprosesser ikke er en del av profilen),
- inngående kjennskap til de mest sentrale funksjonelle materialene i a) solceller, b) brenselceller, c) vannelektrolyseprosesser og d) gass-separasjon.

Kandidatene skal

- forstå den sentrale virkemåten og prinsippene bak disse innretningene og hvilken funksjon materialene har i dem,
- kunne redegjøre for sammenhengen mellom materialkvalitet og ytelse,
- vurdere/bedømme og velge materialer for utvalgte prosesser.

Uteksaminerte kandidater skal kunne

- utføre enkle beregninger knyttet til materialene for prosessene,
- utføre mer avanserte beregninger innen materialdesign for utvalgte prosesser,
- utføre eksperimentelle målinger relatert til utvalgte prosesser.