



Materialeteknologi C, valgfag

Vejledning

Børne- og Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet
Kontor for Gymnasier, juni 2020

Vejledningen præciserer, kommenterer, uddyber og giver anbefalinger vedrørende udvalgte dele af læreplanens tekst, men indfører ikke bindende krav.

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

1. Identitet og formål	2
1.1. Identitet	2
1.2. Formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	2
2.1. Faglige mål	2
2.2. Kernestof	4
2.3. Supplerende stof	4
2.4. Omfang	5
3. Tilrettelæggelse	5
3.1. Didaktiske principper	5
3.2. Arbejdsformer	6
3.3. It	9
3.4. Samspil med andre fag	10
4. Evaluering	12
4.1. Løbende evaluering	12
4.2. Prøveform	12
4.3. Bedømmelseskriterier	12
4.4. Selvstuderende	13

1. Identitet og formål

1.1. Identitet

Materialeteknologi er et teknisk fag, som behandler valg af materialer til konstruktioner og produkter, der udnytter materialeteknologien med hensyn til kvalitet, økonomi, miljø og resourceforhold. Faget er eksperimentelt og kan indgå i et samspil med især naturvidenskabelige og teknologiske fag.

Faget skal ikke ses som et traditionelt ”materialelære”-fag men som et ”materialeteknologi”-fag, dvs. med vægt på sammenhæng til teknologibegrebet og deraf følgende helhedsvurdering.

1.2. Formål

Materialeteknologi C bidrager til uddannelsens overordnede formål, ved at eleven styrker sine forudsætninger for at gennemføre videregående uddannelser inden for det tekniske område og kan forholde sig til materialeteknologiske løsninger i omverdenen. Formålet er endvidere, at eleven opnår indsigt i materialeteknologiske problemstillinger, herunder i samspillet med de naturvidenskabelige og teknologiske fag, og erfaring i at kombinere teori og praktisk arbejde.

Materialeteknologi i htx

Når faget gennemføres i htx-uddannelsen kan det indgå i et samspil med især htx-uddannelsens teknologi og/eller teknikfagene byggeri og energi og udvikling og produktion. Faget bidrager dermed til styrkelse af uddannelsens profil samt styrkelse af teknologi og teknikfag i projektsammenhæng.

2. Faglige mål og fagligt indhold

Generelt

Faget er tidssvarende og med en væsentlig andel af elev/kursistaktivitet, herunder eksperimentelt arbejde.

2.1. Faglige mål

Nedenfor er anført de faglige mål i læreplanen med kommentarer:

Eleverne/kursisterne skal kunne gøre rede for forskellige materialer og deres typiske egenskaber på nano-, mikro- og meter-skalaniveau.

Det kan bl.a. opnås via en gennemgang af elevernes/kursisternes kendskab til kemisk binding. Gennemgangen af de kemiske bindingstyper bør ikke være en simpel repetition af kemiundervisningen. For eksempel kan energiforhold (potentiell energi) inddrages, hvor der ses på den potentielle energis afhængighed af afstanden mellem kernerne for forskellige bindingstyper, herved opnås dels en forståelse af den kemiske bindings sammenhæng med energiforhold og dels en forståelse af ligheden mellem de forskellige bindingstyper.

Desuden kan der fokuseres på strukturerne i en lidt større skala - altså på krystalstrukturer og fiberdannelse, herunder det faktum, at plast danner krystaller selv om den grundlæggende bindingstype er kovalent. I behandlingen af krystalstrukturer bør inddrages både regelmæssige strukturer og strukturer med urenheder og/eller fejl i krystalstrukturen. Dette kan blandt andet føre til en behandling af fænomenet ”metaltræthed”. I behandlingen af

fiberstrukturer inddrages både forskellige plasttyper og naturligt fibermateriale som bomuld og træ.

Der bør behandles en række eksempler på naturmaterialer og industrielt fremstillede materialer.

Der trækkes linjer fra det atomare plan over krystal/fiberstruktur til materialet, som det fremtræder i dagligdagen. Materialernes egenskaber knyttes til de underliggende strukturer.

Eleverne/kursisterne bør udføre selvstændige eksperimenter, der demonstrerer egenskaberne.

Eleverne/kursisterne skal kunne foretage en konkret vurdering af et givet materiales fysiske og kemiske egenskaber.

Dette kan opnås ved gennemgang af nogle eksempler, hvor forskellige velkendte materialer beskrives og deres struktur på atomar og krystal/fiber niveau bruges til direkte at begrunde materialernes velkendte og demonstrerede egenskaber.

Eleverne/kursisterne bør udføre selvstændige eksperimenter, der demonstrerer egenskaberne.

Eleverne/kursisterne skal kunne foretage et hensigtsmæssigt valg af materiale til en given anvendelse.

Ved hensigtsmæssighed forstås egnethed til at kunne tilfredsstille en række funktionsmæssige krav under hensyn til økonomiske omkostninger ved fremstillingen, arbejdsmiljømæssige forhold ved fremstilling, bearbejdning og destruktion af materialet og hensynet til det ydre miljø i hele materialets levetid. Dette opnås dels løbende, idet der hele tiden peges på hvilke materialer, der ville være hensigtsmæssig i det konkrete tilfælde, dels og især i arbejdet med den senere beskrevne case, hvor netop valg af materialer er i centrum.

Eleverne/kursisterne skal kunne gøre rede for hensigtsmæssige fremstillings-, bearbejdning- og sammenføjningsmetoder.

Ved hensigtsmæssighed forstås primært metodernes evne til at opnå de materialeegenskaber, som ønskes, men også hensynet til de personer, der anvender metoderne. I denne forbindelse bør i lige omfang behandles hensynet til økonomiske forhold, arbejdsmiljøforhold og det ydre miljø. Begrebet "livstidsanalyse" bør inddrages.

Eleverne/kursisterne skal kunne foretage materialeprøvning på udvalgte materialer og gøre rede for de faktorer, der har betydning for prøvningen.

Dette kan med fordel opnås ved, at der ved alle eksperimenter testes for materialeegenskaber. De egenskaber, der testes for, skal udvælges og afvejes i forhold til elevenes/kursisternes kendskab til egenskaber og testmetoder. Der arbejdes således med en progression i prøvemethoderne og især analysen af måleresultaterne. F.eks. kan en styrketest i starten af forløbet alene bestå i fastsættelse af brudstyrken målt i kg, senere bør fænomener som moment og brudspænding inddrages, ligesom begrebet arbejdslinje efterhånden introduceres.

Test af materialers holdbarhed over længere tid kan f.eks. behandles i forbindelse med gennemgangen af overfladeegenskaber og overfladebehandling. Testen kan gå på styrke i forbindelse med mekanisk stress sådan, at materialet gentagne gange bøjes eller på anden

måde deformeres, indtil der opstår synlige skader. Eller et materiales overflade udsættes for mekanisk slid og/eller ødelæggende miljø, indtil der opstår synlige skader.

2.2. Kernestof

I læreplanen er kernestoffet:

- *materialerne metaller, herunder letmetaller samt keramiske materialer, plast, kompositter, træ mm.*
- *atomar-, molekylær-, fiber- og krystalstruktur for udvalgte materialer*
- *egenskaber af betydning for valg af materiale til en given opgave, herunder miljømæssige aspekter, og overblik herover*
- *fremstillingsmetoder for udvalgte materialer*
- *en række bearbejdnings- og sammenføjningsmetoder*
- *forskellige simple materialeprøvningsmetoder.*

Nedenfor er nævnt en række uddybninger af centrale begreber i materialeteknologien. Begreber, der indgår i gennemgangen af kernestoffet:

Fysiske egenskaber kan være: Smelte- og kogepunkt, massefylde, udvidelseskoefficienter, trækstyrke, elasticitet, formbarhed, hårdhed, skørhed, elektrisk, termisk ledningsevne.

Kemiske egenskaber kan omfatte: galvanisk og kemisk korrosion, modstandsdygtighed over for syrer, baser, opløsningsmidler og biologiske nedbrydningsprocesser, brandfare, sundhedsrisici, miljømæssige aspekter.

Materialers bearbejdelighed kan være i forbindelse med: støbning, spåntagning, smedning, ekstrudering, sintring.

Overfladebehandling af materialer kan være: hensyn til korrosionsbeskyttelse, dekorative formål, slidbeskyttelse, ændring af friktionsegenskaber, miljømæssige aspekter, biologisk nedbrydning, træbeskyttelse, brandbeskyttelse.

Sammenføjningsmetoder kan være: lodning, svejsning, limning, miljømæssige aspekter.

Materialevalg kan være hensyntagen til: materialernes egenskaber, proces- og sammenføjningsmetoder, ressourceforhold, design, økonomi, miljømæssige aspekter

Ved gennemgangen af kernestoffet bør udvælges mindst 3-4 inden for hver kategori af de egenskaber, der er nævnt i listen ovenfor. Udvælgelsen bør ske, så de falder naturligt ind i de emner, man beskæftiger sig med. Man bør altså undgå en systematisk gennemgang af en række egenskaber.

De udvalgte områder behandles detaljeret, mens de øvrige områder berøres.

2.3. Supplerende stof

I lærerplanen anføres følgende om det supplerende stof:

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof skal uddybe, perspektivere og fremdrage nye dimensioner og bidrage med en anvendelsesorientering i forhold til kernestoffet. Det supplerende stof samler faget i en helhed og udvælges

således, at det i samarbejde med kernestoffet medvirker til udvikling af de faglige mål, perspektiverer og udbygger områder fra kernestoffet og understøtter fagets praktiske dimension.

Det supplerende stof bør ikke ligge som en blok efter gennemgangen af det obligatoriske stof, men løbende integreres i arbejdet. Dette kan for eksempel ske hvis eleverne/kursisterne viser interessen for en særlig sammenføjningsmetode, der betyder en behandling, som går ud over det obligatoriske stof.

Supplerende stof kan også inddrages, hvis der i lokalområdet er en virksomhed, der anvender særlige fremstillingsmetoder. Det vil så være naturligt at uddybe disse metoder i den teoretiske gennemgang.

En stor del af tiden til det supplerende stof tænkes anvendt på den senere beskrevne case.

Hvis casen for eksempel omhandler et trafikmiddel, kan man med fordel gennemgå færdselslovgivning og de fysiske love, der er i spil i trafikken. Ligeledes kan det kemiske miljø ved for eksempel vinterkørsel behandles.

2.4. Omfang

Det forventede omfang af fagligt stof er normalt svarende til 100-200 sider. Der skal indgå læsning af tekster på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.

I forbindelse med det faglige omfang regnes med det brede tekst-begreb, som indbefatter alle typer tekster samt film og lyd. Endvidere tæller den tekst, som de enkelte grupper læser/inddrager i deres case med. Der kan med fordel angives et vejledende omfang i oplæg.

3. Tilrettelæggelse

3.1. Didaktiske principper

I læreplanen anføres om didaktiske principper:

Under anvendelse af primært det induktive undervisningsprincip arbejder eleverne/kursisterne med den teori, der benyttes til løsning af en given problemstilling. Undervisningen foregår som en vekselvirkning mellem teori og elevernes/kursisternes selvstændige eksperimenter med udgangspunkt i tekniske problemstillinger.

Der kan med fordel anvendes en undervisningsform som betyder maksimal elev/kursist aktivitet. Eleverne/kursisterne kan således i maksimalt omfang søge information om konkrete materialer, herunder om der findes særlige lovbundne eller frivillige (i forbindelse med certificering) krav til materialet, og selv designe større og mindre eksperimenter. Generelle teorier og metoder kan gennemgås af læreren, og der bør i den sammenhæng foreligge et skriftligt materiale, der understøtter gennemgangen. Resultater og erfaringer fra eksperimenterne kan med fordel gennemgås i form af en holddiskussion. På den måde kan der gives en evaluering fra hele gruppen og ikke kun fra læreren. Læreren bør rette formelle fejl og alvorlige skævheder og mangler i vurderingerne.

3.2. Arbejdsformer

Tilrettelæggelse

Fagets mål kan med fordel nås gennem en etapeopdeling af stoffet svarende til 3 opgaver, en case og den afsluttende opgave. En samlet undervisningsplan kunne for eksempel være (etapeopdelt):

1. **Materialernes grundlæggende egenskaber**, herunder atomar/mikro-struktur, styrke og bearbejdnings- og sammenføjningsmetoder. Der kan nu udføres eksperimenter vedr. sammenføjning og bearbejdning inkl. simple test af styrke og holdbarhed. Der kan rapporteres i form af en grupperapport hvor vægten lægges på evnen til at beskrive komplekse egenskaber (herunder pris) ved forskellige materialer og en deraf følgende anbefaling af hvilken metode, der kan anbefales til forskellige formål.
2. **Fremstilling af 2 til 3 forskellige emner** og en nøjere beskrivelse af materialernes egenskaber i meterskala, herunder styrke og arbejdslinjer. Der kan udføres eksperimenter med fremstilling og test. Man kan med simple midler måle en arbejdslinje for et eller flere materialer. Materialernes overfladeegenskaber kan ligeledes testes. Der kan rapporteres i form af en grupperapport hvor vægten lægges på mere specifikke egenskaber ved forskellige materialer.
3. **Miljø i videste forstand**, herunder materialernes holdbarhed i fjendtligt miljø, materialernes livscyklus og arbejdsmiljøforhold. Der kan udføres eksperimenter med holdbarhed og gennemføres virksomheds- og miljøanlægsbesøg. Sådanne besøg kan illustrere:
 - forskellige arbejdsmiljøforhold i klassiske fremstillingsvirksomheder og på arbejdspladser, hvor afgang fra forskellige materialer spiller en rolle i arbejdsmiljøet
 - behandlingen, herunder genanvendelsen, af forskellige affaldstyper.

Der kan rapporteres i form af en grupperapport, hvor vægten lægges på evnen til at vurdere forskellige materials holdbarhed ved varierende anvendelse og varierende miljø.

Paradigmeske eksempler på eksperimentelt arbejde

Eksperimentelt arbejde

Eksempel 1. Arbejdslinjer

Man kan komme langt med simple midler – for eksempel kan man få en god forståelse af arbejdslinjer ved at måle arbejdslinjen for en murersnor ved hjælp af en vandspand og en målestok. Murersnoren er forholdsvis elastisk og kan forlænges 10-15%. Spændingen i snoren øges ved at fylde afmålte mængder vand i spanden, og den relative forlængelse måles løbende ved hjælp af målestokken. Jævnligt i forsøgsforløbet måles snorens diameter med en mikrometerskrue. Dette fortsætter til snoren sprænges. Nu kan spændingen i snoren beregnes løbende – for eksempel ved hjælp af et regneark, og spændingen kan afbildes som funktion af den relative forlængelse. Der fremkommer en acceptabel ret linje, men der vil ikke kunne ses noget flydeområde. Før eller efterfølgende kan arbejdslinjer som er lavet på professionelt udstyr gennemarbejdes.

Eksempel 2. Lim

Ved planlægningen af eksperimenter er det centralt, at eleverne/kursisterne selv definerer målefeltet på baggrund af overvejelser om, hvilke egenskaber der kan/bør testes. For eksempel kan eleverne/kursisterne i et eksperiment med lime overveje hvilke lime, der egner

sig til forskellige materialetyper og derpå opstille en række forsøg, som både tester på velegnede materialetyper til den pågældende lim og på materialer, der ikke er velegnede til den pågældende limtype. Der kan opstilles følgende tjekliste, som eleverne/kursisterne anbefales at følge: hvilken hovedlimtype: tørrende (vand/organisk opløsningsmiddel), smeltelim, enkeltkomponent hærdende, to-komponent hærdende; overfladernes beskaffenhed – overfladespændinger; tid – hvor hurtigt skal limningen belastes; pris; miljø.

Eksempel 3. Fremstilling, holdbarhed og test

Det anbefales, at man fremstiller og/eller tester materialer, der er lette af fremstille eller at skaffe. Det er vigtigere, at demonstrere en given egenskab med et materiale, der måske ikke anvendes længere, end at forsøge at fremstille materialer, som overstiger de aktuelle muligheder. Eksempler på anvendelige materialer: støbte materialer som legeringer og beton, hvor for eksempel blandingsforhold kan varieres; kulfiber (kun som testobjekt); kompositmaterialer og/eller laminerede materialer. Man kan selv fremstille simple materialer og teste på disse og industrielt fremstillede materialer: sintrede materialer som tegl – gerne i form af keramik. Vedrørende valg af materialer: valg af materialer til opgaver der kræver stor trykstyrke; valg af materialer hvor elasticitet er vigtig; valg af materialer hvor stor formbarhed er ønsket; valg af materialer hvor der samtidigt ønskes lav masse og stor styrke.

Eksempel 4. Lokal fremstillingsvirksomhed

Der kan med fordel tages udgangspunkt i en lokal fremstillingsvirksomhed. Virksomhedens produktion analyseres specielt med henblik på valg af materialer. Mange virksomheder skal leve op til bestemte normer og standarder og har derfor testudstyr til at kontrollere produktkvaliteten. Disse test kan se simple ud, men dækker tit over for eksempel måling af en arbejdslinje eller andre målemetoder, som indgår i materialeteknologi fagets pensum. Både fremstillingen af et materiale og test af materialet kan således foregå i samarbejde med en eller flere lokale virksomheder.

Case

Casen bør være en gennemgang af materialevalget til en konkret genstand. Casen tjener dels som sammenkædning af materialeteknologien og dels som mønster for den afsluttende opgave og demonstrerer hvilke områder, man bør komme ind på og i hvilken dybde, den konkrete genstand analyseres. Det vil være naturligt med en høj grad af lærerstyring i casen. Der kan gennemføres mindre forsøg eller test i forbindelse med casen, men hovedvægten lægges på evnen til at analysere problemstillingen og afveje forskellige hensyn. Der vælges en brugsgenstand, f.eks. en trailer til en personbil, og materialetekniske forhold gennemgås. Der kan med udbytte udføres eksperimenter/test. Da casen fungerer som eksempel, bør læreren være den, der har initiativet. Læreren bør således spille ud med 2-3 muligheder, som alle har tilstrækkeligt potentiale til at dække alle kravene til en case; samtidig efterlades eksempler til brug for eleverne/kursisterne i den afsluttende opgave. Der indledes med en gennemgang af brugsgenstandens konstruktion og hvilke materialer, der typisk anvendes. Hvis der er tale om en genstand, som ofte bruges i forskellige kvaliteter, kan denne kvalitetsforskel og materialevalget i den forbindelse være et særligt punkt i gennemgangen.

– *Det undersøges nu, om der findes særlige lovmæssige krav og/eller standardiseringskrav.*

- *Genstandens opbygning med henblik på mekanisk belastning undersøges, og materialevalget kommenteres.*
- *Genstandens holdbarhed undersøges – især i forhold til overfladebehandlingen. Hvis genstanden er udsat for mekanisk eller andet slid, eller hvis den anvendes i særligt krævende miljø, inddrages dette naturligvis også.*
- *Genstandes design vurderes, herunder om modernæssige forhold har betydning for materialevalget.*

Eksempler på Cases

Trailer til en personbil:

Traileren er valgt, fordi der er tale om en kompleks genstand, der typisk anvendes uden dørs. Desuden stilles der: lovgivningsmæssige krav, krav om lang holdbarhed, krav om simpel vedligeholdelse, krav om anvendelighed for alle med kørekort, krav om mange forskellige udformningsmuligheder. Indledningsvis analyseres de førnævnte krav. Materialevalget gennemgås i forbindelse med: den nødvendige styrke af bærende konstruktioner og tilslutning til bil, den normale udformning af ladet og andre dele der udsættes for slitage, den normalt anvendte overfladebehandling – herunder dekorative elementer/reklame, miljøforhold: arbejdsmiljø i forbindelse med produktion og anvendelse og muligheden for genbrug og miljømæssig skrotning, variationer i udformning

Andre eksempler

Andre case muligheder kunne f.eks. være:

- *legepladsen, hvor der kunne udvælges et eller to legeredskaber*
- *et tivoli eller andre forlystelser*
- *håndværktøj, herunder elektrisk*
- *smykker og modetøj*
- *emballage typer*
- *udendørs julepynt/belysning*
- *fyrværkeri*
- *regnvejrstøj til børn og voksne*

Da den efterfølgende afsluttende opgave i givet fald skal kunne lægges til grund for den mundtlige prøve i faget, bør det i forbindelse med casen gøres klart, på hvilken måde opgavebesvarelsen vil indgå i prøven og hvilke supplerende spørgsmål, der vil kunne stilles.

Den afsluttende opgave

Opgaven har et omfang svarende til ca. 20 timers uddannelsestid.

Som afslutning på undervisningen gennemfører eleverne/kursisterne enkeltvis eller i grupper en afsluttende opgave, der som ovenfor nævnt i givet fald skal kunne lægges til grund for den mundtlige prøve i faget. Opgavens struktur og indhold svarer til casen. Læreren fungerer som konsulent i forbindelse med den afsluttende opgave. Der kan gennemføres mindre forsøg eller test i forbindelse med opgaven.

I læreplanen anføres om den afsluttende opgave:

Den afsluttende opgave stilles af skolen. I forbindelse hermed vælger eleven/kursisten eller grupper på op til 4 personer i samarbejde med læreren en genstand eller et system af genstande, som gennemgås med hensyn til materialevalg. Der tages udgangspunkt i de metoder, der er anvendt i undervisningen. Der kan i forbindelse med opgavens løsning udføres mindre eksperimenter/test”.

Arbejdet med den afsluttende opgave foregår som en del af undervisningen samt i elevens/kursistens forberedelsestid. Det bemærkes, at opgaven skal kunne indgå i grundlaget for en årskaraktter i faget. Der laves i den afsluttende opgave et skriftligt produkt (på papir eller et andet almindeligt medium). Se endvidere kapitel 4, 4.2 prøve Den afsluttende opgave samler og afrunder hele faget.

Eksempel:

En offentlig legeplads til førskolebørn

I opgaven ønskes en redegørelse af:

- *formålet med legepladser af denne type, herunder pædagogiske*
- *de lovgivningsmæssige krav der stilles til udformningen af denne type legepladser*
- *udvalgte eksempler på udformningen af legeredskaber med hensyn til materialerne styrke, slidstyrke, holdbarhed, beskyttelse imod utilsigtet brug (af store men uansvarlige ”børn”) og udsmykning*
- *miljø – herunder muligheden for ”økologiske legepladser”*
- *anlægsomkostninger og vedligeholdelseskostninger*

3.3. It

Eleven skal undervises så han/hun er i stand til at begå sig digitalt.

Eleven skal kunne:

- *arbejde med informationssøgning og dataopsamling: finde, anvende og vurdere kilder*
- *anvende digitale hjælpemidler til at skabe overblik over den valgte tekniske problemstilling*
- *dokumentere sit arbejde digitalt med eksempelvis tegninger, diagrammer, visualisering, beregning, simulering, audio- eller videobehandling.*

Anvendelsen af IT falder i flere grupper:

Informationssøgning: det vil være oplagt at udvide mængden af viden om et materiale udover, hvad der umiddelbart er tilgængelig på skolen/kurset gennem en søgning på Internettet. I den forbindelse bør læreren spille en aktiv rolle i sorteringen af de indsamlede data.

Dataopsamling: hvor det er muligt bør det vurderes, om opsamling af data på en computer er formålstjenlig til den konkrete måling, f.eks. hvis der skal opsamles en meget stor datamængde på kort tid, eller hvis målingen strækker sig over et meget langt tidsrum. Der bør ske en kritisk behandling af de opsamlede data, både med henblik på relevans og præsentation.

Dokumentering: udover brug af tekstbehandling bør især præsentationen af store datamængder på en overskuelig måde være en del af undervisningen.

3.4. Samspil med andre fag

Materialeteknologi C er omfattet af det generelle krav om samspil mellem fagene. I de treårige gymnasiale uddannelser vælges og behandles dele af kernestof og supplerende stof, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil i studieretningen.

Der inddrages viden fra matematik, fysik og kemi under hensyntagen til elevens valg af fagligt niveau i disse fag.

Det er et af hovedformålene med reformen af de gymnasiale uddannelser, at der skal lægges øget vægt på samspil mellem fagene. Strukturen i de gymnasiale uddannelserne muliggør og understøtter et sådant samspil. Skolen og lærerne bør derfor fremme og sikre dette samspil. Samspillet mellem fagene giver helt nye muligheder for faglig fordybelse og styrkelse af fagligheden. I det omfang det er muligt, kan der etableres et samarbejde med matematik, fysik og kemi som f.eks.:

Matematik: Ved behandlingen af måleresultater kan matematik bidrage ved konkrete beregninger, herunder især via anvendelsen af regneark og statistiske metoder.

Fysik: Ved behandlingen af kræfter og momenter kan fysik understøtte forståelsen af disse begreber, ligesom energibegrebet og specielt potentiel energi kan uddybes i fysikundervisningen. Der kan etableres en fælles standard for rapportskrivning.

Kemi: Bindingsteorien er et fælles område for materialeteknologi og kemi, men normalt vil stoffet være færdigbehandlet i kemi, når materialeteknologi begynder. Der kan dog stadig etableres et samarbejde, når bindingsteorien anvendes i kemiundervisningen. Kemi tilføres herved flere facetter. Behandlingen af plast kan specielt koordineres mellem materialeteknologi og kemi.

Eksempler på samspil med fysik/matematik/kemi

Eleverne/kursisterne vælger et materiale. Det kan være alt fra tekstil til keramisk materiale. For det pågældende materiale undersøges slidtage, korrosion, friktion, overfaldebehandling, densitet og syre/base bestandighed.

Eleverne/kursisterne kan gennemføre et gnidningsforsøg på et skråplan bestående af forskellige materialer. Med matematik kan der arbejdes med trigonometri til at udregne kræfternes komponenter samt hældningen af skråplanet. Med fysik kan der arbejdes med kræfter, specielt gnidningskraften, og hvilken indflydelse hældningen af skråplanet har på bevægelsen. Såvel skråplanet som en klods, der kan glide på skråplanet, belægges med det valgte materiale og der udføres et forsøg, hvor eleverne/kursisterne arbejder med hastighed og acceleration samt kræfter. Forsøget kan udføres både på et tørt og vådt underlag f.eks. olie. Desuden kan der på klodsen foretages slidtage af materialet i form af mekanisk slidtage og/eller kemisk slitage (syre/base). Det vil være muligt at se en del af korrosionen og slidtagen i mikroskop og derved inddrage kemi.

Eleverne/kursisterne får brug for viden inden for materialeopbygning og gitterstruktur som en del af materialefysikken. Ved valg af materialer kan der indtænkes overfladebehandling i form af brandhæmmende materialer, maling, elektrolyse m.m. Desuden kan der ses på indflydelsen på friktionen og dermed gnidningskraften.

Hvis materialeteknologi C ligger på 3. år i htx-uddannelsen vil der være mulighed for at samarbejde med fysik A inden for dette fags valgemner og elevernes selvstændige projekter.

Samspil med design C eller B

Når eleverne/kursisterne arbejder med et valgt materiale kunne et samarbejde etableres med design C eller B, idet der kunne fokuseres på den designmæssige vinkel på materialet i forbindelse med design fagets behandling af designprocessen eller design i et historisk perspektiv. Der kunne hermed inddrages en ekstra dimension i materialeteknologi.

Samspil i htx-uddannelsens 2. år med fysik, kemi, teknologi og design C eller B

Der kunne f.eks. etableres et samarbejde omkring tekstiler, hvor de enkelte fag arbejder med følgende:

- *teknologi: mode*
- *design: designmæssige vinkler*
- *kemi: stoffers egenskaber i form af elasticitet og vejrbestandighed (syre/base)*
- *fysik: overfaldebehandling og densitet*

Htx-uddannelsen

Samarbejdet kan gavne alle de berørte fag, idet materialeteknologi kan understøttes af andre fag og give inspiration til nye facetter i undervisningen i øvrige fag. I htx-uddannelsens 2. år vil der især kunne etableres samarbejde med teknologi på 2. år som f.eks.:

Teknologi: Når teknologi behandler konstruktion i forbindelse med f.eks. sammenføjnings-teknikker og problemer omkring styrke vil et samarbejde være naturligt. I det omfang teknologi behandler overfladebehandling vil et samarbejde ligeledes være naturligt. De elever, der har materialeteknologi, kan i teknologi med fordel arbejde i grupper på op til 4 deltagere og lave et produkt, der udnytter den indsigt, der opnås i materialeteknologi. I materialeteknologi kan den ekstra tid, der bliver til rådighed, udnyttes til at give faget større dybde (faglighed).

I htx-uddannelsens 3. år vil et nærmere samarbejde med teknikfaget være oplagt og være både bredere og dybere end samarbejdet med teknologifaget på 2. år. Et samarbejde kan især gennemføres i forbindelse med det særskilte projekt til projektprøven i teknikfaget. Dette samarbejde bør, hvor det kan lade sig gøre, etableres på et så tidligt tidspunkt, at en langtidstest af et materiale bliver mulig. Det kan således være nødvendigt at starte samarbejdet inden eleverne påbegynder projektet. Muligheder kan f.eks. være:

Teknikfag: Når teknikfaget behandler konstruktion i forbindelse med f.eks. sammenføjnings-teknikker og problemer omkring styrke vil et samarbejde være naturligt. Når teknikfaget behandler overfladebehandling vil et samarbejde ligeledes være naturligt. Ved udvikling/fremstilling af produkter kan eleverne i projektarbejdet i teknikfaget udnytte den indsigt, der opnås i materialeteknologi. I materialeteknologi kan den ekstra tid, der bliver til rådighed, udnyttes til at give faget større dybde. I forbindelse med casen og især den afsluttende opgave i materialeteknologi kan der med teknikfaget arbejdes med parallelle eller overlappende problemstillinger og/eller materialer. Der kunne f.eks. etableres et samarbejde omkring træ, metaller, tekstiler m.v, hvor de enkelte fag i et sammenspil arbejder med de faglige mål der tilsammen udgør en mulighed for en faglig fordybelse.

4. Evaluering

4.1. Løbende evaluering

Elevernes præstation og den samlede arbejdsindsats vurderes løbende. Vurderingen er en helhedsvurdering af elevernes faglige standpunkt og arbejdsindsats. Der veksles mellem forskellige former for evaluering af det færdige produkt og en procesorienteret evaluering.

Hvis der arbejdes efter den nævnte model med 4 lange forløb med udarbejdelse af gruppe-rapporter, kan forløbet passende afsluttes med en holddiskussion. Som forberedelse til diskussionen har alle elever/kursister læst alle grupperes rapporter. Der sker derpå en kritisk gennemgang af alle grupperes rapporter med det formål at forbedre elevernes/kursisternes evne til at planlægge, udføre, beskrive og vurdere eksperimenter. Desuden bør diskussionen ledes på en sådan måde, at eventuelle mangler og fejl i elevernes/kursisterne viden udfyldes og korrigeres. Da der er tale om en progression i rapporternes indhold og i diskussionerne, bør evalueringen af det forrige forløb afsluttes med en præcisering af på hvilke områder, der stilles større forventninger til den kommende rapport.

4.2. Prøveform

Mundtlig prøve på grundlag af eksaminandens besvarelse af den afsluttende opgave. En fortegnelse over opgaveformuleringerne til eksaminandernes afsluttende opgaver sendes til censor forud for prøven. Den afsluttende opgave er forinden prøven ikke rettet og kommenteret af læreren/eksaminator.

Eksaminationstiden er ca. 24 minutter. Der gives ingen forberedelsestid.

Eksaminationen tager udgangspunkt i eksaminandens præsentation af sin afsluttende opgave suppleret med et eller flere i forvejen forberedte spørgsmål fra eksaminator. Eksaminationen former sig derefter som en uddybende samtale, der med udgangspunkt i eksaminandens afsluttende opgave kan omfatte emner inden for hele fagets kernestof og supplerende stof.

SFormuleringen af den afsluttende opgave kan foretages af læreren, eller eleven/kursisten kan selv i samarbejde med læreren formulere sin opgave.

Se paradimeske eksempler i afsnit 3.2

I forbindelse med prøven bemærkes det, at en fortegnelse over opgaveformuleringerne af eksaminandernes afsluttende opgaver sendes til censor forud for prøvens afholdelse.

Endvidere bemærkes det, at den afsluttende opgave forinden prøven ikke er rettet og kommenteret af læreren.

Der laves i den afsluttende opgave et skriftligt produkt (på papir eller et andet almindeligt medium).

4.3. Bedømmelseskriterier

I læreplanen er anført:

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilket omfang eksaminandens præstation lever op til de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1.

Der lægges vægt på:

- *fremlæggelsen af det faglige indhold i opgaven i relation til de faglige mål*
- *evnen til at demonstrere overblik over faget*

– besvarelse af uddybende og supplerende spørgsmål til opgaven i relation til de faglige mål.

Der gives én karakter ud fra en helhedsbedømmelse af eksaminandens mundtlige præstation.

Ved prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil med andre fag, lægges der vægt på eksaminandens evne til at:

- behandle problemstillinger i samspil med andre fag
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder.
- Oversigt over karakterskalaen

12	Fremragende	Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.
7	God	Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.
02	Tilstrækkelig	Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

Karakterbeskrivelser for mundtlig prøve

		Mundtlig prøve
12	Fremragende	Eksaminanden kan svare på uddybende og supplerende spørgsmål med kun uvæsentlige mangler.
7	God	Eksaminanden redegør for det faglige indhold i opgaven og demonstrerer i rimelig grad overblik over faget. Eksaminanden kan i rimelig grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.
02	Tilstrækkelig	Eksaminanden beskriver det faglige indhold i opgaven og demonstrerer i mindre grad overblik over faget. Eksaminanden kan i mindre grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.

4.4. Selvstuderende

Kursisten/den selvstuderende besvarer den stillede opgave, som beskrevet i pkt. 3.2 og 4.2. Skolens leder udpeger en vejleder for den enkelte kursist/selvstuderende. Kursisten/den selvstuderende modtager vejledning undervejs i forløbet. Hvis der indgår eksperimenter/test i opgavebesvarelsen, skal skolens leder sikre, at skolens laboratorier eller værksteder stilles til rådighed i fornødent omfang. Den udarbejdede opgavebesvarelse indgår i bedømmelsen ved

den mundtlige prøve, jf. punkt 4.2. Bedømmelseskriterierne svarer til bedømmelseskriterierne i punkt. 4.3. i denne læreplan.