



Kemi B, htx 2017 i tekniske eux-forløb

Vejledning

*Børne- og Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet
Gymnasiekontoret, august 2019*

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

Nærværende vejledning er tilpasset eux-forløbenes indhold, rammer og struktur. Vejledningen anvendes i stedet for den ordinære vejledning til læreplanen.

Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

Introduktion til tekniske eux-forløb	2
1. Identitet og formål	5
1.1. Identitet	5
1.2. Formål	5
2. Faglige mål og fagligt indhold	5
2.1. Faglige mål	5
2.2. Kernestof	8
2.3. Supplerende stof	11
2.4. Omfang	11
3. Tilrettelæggelse	12
3.1. Didaktiske principper	12
3.2. Arbejdsformer	12
3.3. It	16
3.4. Samspil med andre fag	16
Erhvervsområdeprojekt	17
4. Evaluering	17
4.1. Løbende evaluering	17
4.2. Prøveform	17
4.3. Bedømmelseskriterier	19
4.4. Selvstuderende	21
Nyttige links	22

Introduktion til tekniske eux-forløb

Denne tekst introducerer læseren til strukturen og det faglige indhold i tekniske eux-forløb. Teksten er målrettet lærere, som har ingen eller kun lidt kendskab til tekniske eux-forløb. Lærere med indgående kendskab til emnet kan med fordel gå direkte til vejledningens afsnit 1.

Historien bag teknisk eux

Efter ønske fra de faglige udvalg inden for metalområdet og en række større virksomheder, herunder Danfoss og Grundfos, blev der i 2005 etableret forsøg med at kombinere tre forskellige erhvervsuddannelser med htx i femårige forløb. Ideen var en tilrettelæggelse med relativt lange skoleophold og afkortede praktikperioder samt en skoleundervisning med fokus på at skabe synergi mellem eud- og htx-fag, så omfanget af skoleundervisningen kunne reduceres i forhold til summen af skoleundervisningen i htx og den pågældende erhvervsuddannelse.

Efter en forsøgsperiode på 4 år, der medførte en række justeringer, blev eux etableret som en ny eksamen på gymnasialt niveau i 2010. Antallet af erhvervsuddannelser, som kan tages med teknisk eux-forløb, er siden vokset støt og tæller i dag 41 erhvervsuddannelser.

Erhvervsuddannelser med tekniske eux-forløb

I 2019 findes der [41 erhvervsuddannelser med tekniske eux-forløb](#) inden for følgende tre hovedområder:

- Teknologi, byggeri og transport
- Fødevarer, jordbrug og oplevelser
- Omsorg, sundhed og pædagogik

De 41 forløb er grupperet efter én af seks såkaldte [tekniske eux-modeller \(model A-F\)](#), som rummer hver sin gymnasiale fagrække med tilhørende timetal. De enkelte gymnasiale fag kan være afkortet i forskelligt omfang, afhængigt af model. I [bekendtgørelsen for den enkelte erhvervsuddannelse](#) under afsnittet ”Kompetencer m.v. i hovedforløbet” fremgår timetallet for de enkelte gymnasiefag i det tilhørende eux-forløb.

Uddannelsens opbygning

Hvis eleven søger direkte efter 9. eller 10 klasse, består uddannelsen af et etårigt grundforløb (fordelt på GF 1 og GF 2) og et ca. 3 årigt hovedforløb. Hvis eleven har afsluttet grundskolen for mere end et år siden, starter eleven imidlertid direkte på GF2. Eleven skal i det tilfælde selv sørge for at opnå grundfagene dansk C, engelsk C og samfundsfag C forud for eller parallelt med GF 2, da grundfagene skal være gennemført før optagelse på hovedforløbet. Efter grundforløbet følger det ca. 3 årige hovedforløb, hvor eleven veksler mellem 20 ugers praktik og 20 ugers skoleforløb. Det betyder, at undervisningen i et gymnasialt fag typisk vil være opdelt på flere perioder, hvilket læreren skal tage højde for i tilrettelæggelsen af undervisningen.

Fag og indhold i teknisk eux

På grundforløbets 1.del (GF1) har eleverne grundfagene dansk C, engelsk C og samfundsfag C. Eleverne har desuden en række introducerende erhvervsfag, som er fælles for alle erhvervsuddannelser. Erhvervsfagene varer i alt 12 uger og omhandler bl.a. arbejdspladskultur, praktikpladssøgning, arbejdsplanlægning og faglig kommunikation i relation til elevens

faglige hovedområde. Ved start på grundforløbets 2. del (GF2) skal eleven vælge hvilken specifik erhvervsuddannelse, som eleven vil optages på. I løbet af GF2 har eleverne tre grundfag på C-niveau, som er fastsat i den enkelte uddannelsesbekendtgørelse og derfor kan variere fra uddannelse til uddannelse. På elektriker med eux er det f.eks. matematik C, fysik C og informationsteknologi C. På pædagogisk assistent med eux er det f.eks. matematik C, idræt C og psykologi C. På GF2 har eleverne desuden det uddannelsesspecifikke fag (USF) med en varighed på ca. 12 uger. Faget giver eleven specifikke faglige kompetencer inden for elevens valgte erhvervsuddannelse. Kompetencemålene for USF fremgår af §3 i bekendtgørelsen for den enkelte erhvervsuddannelse.

I det ca. 3 årige hovedforløb veksler eleverne mellem praktik- og skoleperioder. I skoleperioderne har eleverne gymnasiale fag og uddannelsesspecifikke erhvervsfag. I alle 40 uddannelser er dansk A, engelsk B og matematik B obligatorisk, bortset fra frisør med eux og kosmetiker med eux, som har Design B i stedet for matematik B. I alle 40 uddannelser indgår desuden 2-3 udvalgte gymnasiale fag på B- og evt. C-niveau, som følger af den enkelte eux-model. Hertil kommer valgfag og erhvervsområdeprojektet. Indholdet i erhvervsområdet er beskrevet i [læreplanen for erhvervsområdet](#) og den tilhørende vejledning til læreplanen.

Læreplaner og fagbilag i eux

Alle grundfag på grundforløb 1 og 2 (inkl. erhvervsfagene) læses efter fagbilagene fra [grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen](#). Det uddannelsesspecifikke fag på grundforløb 2 læses efter den enkelte uddannelsesbekendtgørelse. Fag på A- og B-niveau læses efter [gymnasiale læreplaner](#). Fag på C-niveau i hovedforløbet læses efter de gymnasiale læreplaner eller efter grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen, hvis faget findes her. Det fremgår af uddannelsesbekendtgørelsen for den enkelte uddannelse, hvilke specifikke gymnasiale fag og læreplaner samt grundfag, som indgår og anvendes i det enkelte eux-forløb.

Lærere, der varetager undervisning efter gymnasiale læreplaner, skal jf. § 56 i [lov om de gymnasiale uddannelser](#) have gymnasial undervisningskompetence i det pågældende fag. Lærere, der varetager undervisning efter grundfagsbekendtgørelsen, skal have undervisningskompetence jf. § 11-12 i bekendtgørelse om erhvervsuddannelser.

Faglige mål og kompetencer i eud og eux

Mens den gymnasiale undervisning er styret af faglige mål, så er eud-undervisningen styret af konkrete kompetencemål (såkaldte ”gøre” kompetencer”), som er unikke for den enkelte eud-uddannelse og fremgår af bekendtgørelsen for denne. Eleverne tilegner sig kompetencerne gennem skole- og praktikopholdene, og elevernes opfyldelse heraf bedømmes i sidste ende i svendep prøven.

Et kompetencemål på tømreruddannelsens hovedforløb lyder f.eks.: ”Eleven kan udføre konstruktioner og isolering under hensyntagen til krav vedrørende styrke, brand, fugt, lyd og energi.” Et kompetencemål på gartneruddannelsens hovedforløb lyder f.eks.: ”Eleven kan arbejde med principper for økologisk plantedyrkning, bæredygtighed, miljøstyring og certificering”.

Ifølge eux-reglerne skal skoler, der udbyder eux-forløb, sikre, at undervisningen i fag på gymnasialt niveau så vidt muligt knyttes an til den konkrete elevgruppes erhvervsuddannelser. Det vil blandt andet sige, at opgaver, projekter m.v. i rimeligt omfang giver mulighed for at inddrage viden, begreber og indhold fra den enkelte elevs uddannelse.

Arbejdsmarkedets parter og eux

Arbejdsmarkedets parter spiller en central rolle for eud og eux. Hver af de over 100 danske erhvervsuddannelser er styret af et fagligt udvalg sammensat af arbejdsgivere og arbejdstagere fra det pågældende jobområde, som uddannelsen uddanner til. Undervisningsministeren beslutter efter samråd med det relevante faglige udvalg, for hvilke erhvervsuddannelser der udformes eux-forløb. Udvalget fastlægger kompetencemålene for uddannelsen og fastsætter i samarbejde med ministeriet rammerne herfor – beskrevet i den enkelte uddannelsesbekendtgørelse. Desuden står udvalget for rammerne og indholdet i de uddannelsesspecifikke erhvervsfag, som eleverne har i skoleperioderne på hovedforløbet – beskrevet i en uddannelsesordning. Det faglige udvalg godkender også praktikvirksomheder.

Korte fakta om kemi B, eux

Læreplanen i kemi B for htx danner rammen for kemi B i hovedforløbet på eux. Kemi B's læreplan i htx er dækkende for 0 til B-niveau. På eux har de fleste erhvervsuddannelser, der indeholder kemi B på hovedforløbet haft kemi C på grundforløbet efter grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen, undtagen laboratorietandtekniker, plastmager og procesoperatør, der har fra 0 til B-niveau på hovedforløbet. I de erhvervsuddannelser, hvor kemi B er valgfag, gælder det også at eleverne forudgående har haft kemi C enten efter hf-enkeltfags læreplanen, link kan findes i afsnittet: Nyttige links i, eller efter grund- og erhvervsfagsbekendtgørelsen eud fagbilag bilag 12, link kan findes i afsnittet: Nyttige links ii.

I et eux-forløb vil den forudgående undervisning af kemi omfatte faglige mål og fagligt indhold, som også forventes behandlet i kemi B. Kemi C i grundforløbet og kemi B htx har et delvist overlap i beskrivelserne af faglige mål og fagligt indhold. Der vil således i et eux-forløb være tale om en faglig fordybelse i kemifaglige områder, som allerede er introduceret i grundforløbet, samt en udvidelse med introduktion af nye faglige mål og nyt fagligt indhold. Kemi B, eux kan derfor være forkortet i forhold til et tilsvarende forløb i kemi B, htx. Elevernes erfaringer fra branchen udgør også et væsentligt udgangspunkt for og element i undervisningen. Det er derfor vigtigt at man i sin planlægning og gennemførelse af kemi B i regi af eux, tager hensyn til det afsluttede kemi C i grundforløbet samt elevernes praktiske erfaringer fra deres erhvervsfaglige uddannelsesforløb.

1. Identitet og formål

1.1. Identitet

I læreplanens afsnit Identitet beskrives kemi som et naturvidenskabeligt fag, hvis genstandsområde omfatter kemiske forbindelsers struktur, egenskaber og deres reaktioner. Kemi har både en stor samfundsmæssig betydning og er vigtigt for forståelse af andre områder inden for naturvidenskaberne. Kemisk viden og metoder benyttes derfor i en bred vifte af uddannelser, forskningsområder og brancher. Identiteten er beskrevet ens på A-, B-, C-niveauerne samt i andre gymnasiale uddannelser, hvor kemi optræder som selvstændigt fag.

1.2. Formål

I læreplanens afsnit Formål beskrives formålet med gymnasiefaget kemi på B-niveau set i relation til uddannelsens overordnede målsætning. I kemi B lægges vægt på, at undervisningen både bidrager til elevernes almen- og teknologiske dannelse, og at de opnår faglige forudsætninger for at kunne vælge videregående uddannelser inden for især tekniske uddannelser eller uddannelser med naturvidenskabeligt indhold. Kemiundervisningen kan således medvirke til elevernes almen- og teknologiske dannelse ved, at de bibringes en generel forståelse for naturvidenskabernes genstandsområde og arbejdsmetoder til opnåelse af viden. Samtidig kan de opnå en forståelse for naturvidenskabernes begrænsninger samt se naturvidenskabernes i relation til teknik, produktion og teknologi. Især skal eleverne opnå kendskab til aktuelle problemstillinger, hvor kemisk viden og metoder i samspil med andre fag kan bidrage til, at eleverne bliver ” ... i stand til at forholde sig reflekterende og ansvarligt til problemstillinger med kemisk indhold”. Elevernes viden og erfaringer fra branchen og eudforløbet er endvidere væsentlige udgangspunkter for undervisningen på gymnasialt niveau.

Kemi B er et specifikt adgangskrav til en lang række videregående universitetsuddannelser. Kemiundervisningen skal give faglig baggrund for valget af disse uddannelser. Endvidere skal undervisningen bidrage til, at eleverne opnår relevante studiekompetencer ved at arbejde med både mundtlig og skriftlig formidling, hvor der er fokus på såvel kvalitative som kvantitative aspekter af kemi samt anvendelse af kemi i bl.a. hverdagen og inden for teknik, produktion og teknologi.

2. Faglige mål og fagligt indhold

2.1. Faglige mål

Fagets mål angiver, hvad eleverne skal kunne ved undervisningens afslutning. Kompetencerne opnås gennem undervisningens temaer ved arbejde med kernestof, supplerende stof, varierede arbejdsformer og samspil med andre fag, når det er muligt. Endvidere inddrages i videst muligt omfang elevernes kemirelevante erfaringer og viden fra de erhvervsfaglige forløb. Det er derfor vigtigt, at de faglige mål tænkes sammen med indhold og arbejdsformer ved tilrettelæggelsen af undervisningen. Målbeskrivelserne danner baggrunden for evalueringen af elevernes faglige standpunkt.

Kemifagets faglige mål kan kategoriseres i følgende fire generelle naturvidenskabelige kompetenceområder:

1. Repræsentations- og modelleringskompetencer
2. Empirikompetencer

3. Formidlingskompetencer
4. Perspektiveringskompetencer

De generelle naturvidenskabelige kompetenceområder er gennemgående i de naturvidenskabelige fag.

1. Repræsentations- og modelleringskompetencer

- *anvende fagbegreber, fagsprog, modeller og metoder til at beskrive, analysere og vurdere kemiske problemstillinger*
- *relatere iagttagelser, modeller og symbolsprog til hinanden ved anvendelse af kemisk fagsprog*
- *gennemføre og vurdere beregninger ved undersøgelser af simple kemiske problemstillinger*
- *anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke, i en konkret faglig sammenhæng*
- *anvende relevante matematiske modeller, metoder og repræsentationsformer i behandling af kemiske problemstillinger*

Fagets repræsentationer omfatter de fremstillingsformer, som benyttes til at strukturere og formidle fagets indhold og sammenhænge, eksempelvis kemiske symboler og formler, matematiske forskrifter, datatabeller, reaktionsskemaer, figurer, animationer og lignende. Kompetencerne omfatter blandt andet, at eleverne kan koble makroskopiske iagttagelser (makroniveau) som farveskift, gasudvikling osv. til en forestilling om, hvad der sker på et molekylært niveau (mikroniveau), samt angive et tilhørende reaktionsskema, dvs. omsætte til symbolsprog.

Fagets repræsentationer skal ses i sammenhæng med fagets formidlingsformer, og repræsentationskompetencer omfatter derfor også elementer af faglig læsning og skrivning, jf. målene.

Fagets modeller omfatter kvalitative og kvantitative modeller, som repræsenterer processer og sammenhænge, der undersøges, og som giver mulighed for f.eks. at beregne, analysere, modellere eller simulere det, som en model repræsenterer. Kemiske modeller omfatter en bred vifte af forskelligartede typer modeller. Kvalitative modeller kan f.eks. være strukturformler, modeller fremstillet af molekylbyggesæt, atommodel og animationer. Kvantitative modeller kan f.eks. være matematiske forskrifter, grafer og formler, som typisk indgår i stofmængdeberegninger i kemi. Ved modellering anvendes modellen til analyse, fremskrivning eller lignende, og modellen tilpasses evt. situationen.

Kemis kvantitative aspekt er et vigtigt element i kemiundervisningen på gymnasialt niveau. I kemi B inddrages de kvantitative aspekter ved, at eleverne skal kunne *gennemføre og vurdere beregninger ved undersøgelser af simple kemiske problemstillinger*, f.eks. stofmængdeberegninger i forlængelse af eksperimentelt arbejde, brug af standardkurver, inddragelse af relevant matematik m.m. Der er tale om aktiviteter, som er en vigtig del af det studieforberedende aspekt i kemi B. Der indgår stofmængdeberegning og anvendelse heraf inden for forskellige områder af kemi, og i arbejdet med forskellige typer af beregninger i kemi arbejder eleverne med matematik i praksis, herunder med mulighed for anvendelse af forskellige it-redskaber. Det er vigtigt, at kemisk mængdeberegning sættes ind i en sammenhæng, således at eleverne får en klar opfattelse af betydningen af kvantificering, herunder anvendelse af matematik. I denne forbindelse kan der også med fordel arbejdes med ele-

vernes talforståelse i en kemisk sammenhæng, f.eks. brugen af betydende cifre og enheder, kobling mellem en talstørrelse og en kemisk størrelse.

2. Empirikompeterencer

Empirikompeterencer omfatter elevernes evner til at arbejde eksperimentelt og undersøgende. Omdrejningspunktet i kemi er naturvidenskabelige eksperimenter, principper for tilrettelæggelse af disse og vurdering af den viden, der kommer ud af det eksperimentelle arbejde, jf. målene:

- *tilrettelægge og gennemføre simpelt kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed og i tilknytning hertil opstille og afprøve hypoteser*
- *indsamle, efterbehandle, analysere og vurdere iagttagelser og resultater fra eksperimentelle data*

Når eleverne skal tilrettelægge eksperimenter, skal de kunne gøre det ud fra metoder, som de har stiftet bekendtskab med i andre sammenhænge. Eleverne skal på baggrund af deres erfaringer kunne opstille en hypotese, som de kan afprøve i laboratoriet.

Empirikompeterencer omfatter blandt andet kendskab til og anvendelse af udstyr i et kemilaboratorium, samt at der arbejdes med forskellige typer af eksperimenter, således at eleverne bliver beviste om, at de eksperimentelle resultater kan være af kvalitativ eller kvantitativ karakter. I forbindelse med eksperimentelt arbejde i kemi lægges der vægt på, at eleverne lærer at omgås kemikalier og udstyr i laboratoriet. I den sammenhæng bør der især inddrages eksempler på omgang med kemikalier i relation til elevernes erhvervsuddannelser, således at deres hverdag i erhvervet samt den eksperimentelle del af kemiundervisningen kan foregå på et forsvarligt niveau.

De faglige mål omfatter blandt andet matematiske analyser af resultater. Det kan f.eks. dreje sig om en undersøgelse af, om en række målepunkter følger en bestemt matematisk sammenhæng, og om der er en kobling til bagvedliggende kemiske begreber. Eleverne skal kunne vurdere de eksperimentelle resultater ud fra forskellige former for baggrundsviden. De kan f.eks. sammenligne resultater med teoretisk udbytte, tabelværdier eller forventede resultater. Men der kan også være tale om en vurdering af et datamateriale ud fra en relevant matematisk analyse, hvori it-redskaber inddrages i sammenligningen mellem model og empiriske data.

Empirikompeterencer omfatter både konkrete eksperimentelle målemetoder og fremgangsmåder, evnen til at kunne anvende og vurdere tilrettelæggelsen og en mere overordnet forståelse af fagets identitet og metoder, jf. målet *demonstrere viden om fagets identitet og metode*.

3. Formidlingskompetencer

Formidlingskompetencer omfatter elevens evner til at formidle fagligt indhold mundtligt og skriftligt samt dokumentere sit eksperimentelle arbejde, jf. målene:

- *dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder sammenknytte teori og eksperimenter*
- *indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder*
- *formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer*

Formidlingskompetencer knytter sig til fagområdets sprog og kommunikationsformer, og indeholder derfor evnen til at dokumentere og forklare struktureret og sammenhængende samt benytte relevant faglig argumentation. Formidlingskompetencer omfatter desuden relevant anvendelse af fagsprog, fagbegreber, repræsentationer og modeller.

4. Perspektiveringskompetencer

Perspektiveringskompetencer omfatter både evnen til at perspektivere mellem fagets områder og ud af faget.

- *demonstrere viden om fagets identitet og metoder.*
- *anvende fagets viden og metoder til at identificere, beskrive og diskutere kemiske problemstillinger fra teknologi, produktion, hverdag eller den aktuelle debat og til at udvikle og vurdere løsninger behandle problemstillinger i samspil med andre fag.*

Perspektivering mellem fagets områder, f.eks. ved at *sammenknytte teori og eksperimenter eller formulere sig struktureret ... om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer*, kan komme til udtryk som evnen til at inddrage og kombinere relevante faglige elementer i en given problemstilling og operere på flere af fagets niveauer.

Perspektivering ud af faget kan både omfatte arbejde med overvejelser om anvendelsesmuligheder, problemløsning af innovativ karakter og faglige vurderinger, jf. det faglige mål.

Undervisningen i kemi skal give eleverne en forståelse for *fagets identitet og metoder*, som på et generelt niveau omhandler hvordan viden i faget fremkommer som en kompliceret vekselvirkning mellem teoretisk forståelse, arbejde med modeller og eksperimentelt arbejde i faget. På denne måde bidrager undervisningen i kemifaget til den generelle forståelse af naturvidenskabernes identitet og metoder. På et overordnet niveau omfatter det at eleverne bliver beviste om, at de eksperimentelle resultater kan være af kvalitativ eller kvantitativ karakter. På et konkret niveau omfatter kemifagets metoder blandt andet fagets mange forskellige typer af eksperimentelle metoder og teknikker, arbejde med kemiske modeller, brugen af kemis særlige formel- og symbolsprog og arbejde med kemis forskellige beregningsmetoder, herunder inddragelse af matematik.

I undervisningen kan der med fordel fokuseres på fagets identitet og metoder allerede fra de tidligste undervisningsforløb. Eksempelvis kan eleverne i forbindelse med afslutningen på et tematisk forløb i grupper få til opgave at forholde sig til den faglige viden, der er arbejdet med, herunder faglige mål, kernestof og supplerende stof, hvilke former for litteratur og andet materiale der er anvendt, og hvilke eksperimentelle metoder der har været benyttet. På denne måde kan fagets identitet og metoder opbygges med udgangspunkt i en konkret forståelsesramme, og eleverne vænnes til at forholde sig til dem.

2.2. Kernestof

Undervisningens faglige indhold udgøres af både kernestof og supplerende stof.

- *kemisk fagsprog, herunder navngivning, kemiske formler og reaktionsskemaer*

Navngivning af kemiske forbindelser i den gymnasiale kemiundervisning tager i videst muligt omfang udgangspunkt i IUPAC's anbefalinger og den tilpasning til dansk, som Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for, link kan findes i afsnittet: Nyttige links iii. Det er vigtigt at holde fast i, at anbefalingerne ikke kun peger på et enkelt system til navngivning af kemiske forbindelser, men at der kan være tale om flere systemer, som principielt kan accepteres som "systematisk navngivning" i kemifaget. Dette ses især inden for navngivning i uorganisk kemi, link kan findes i afsnittet: Nyttige links iv. I organisk kemi i gymna-

sieskolen benyttes primært systematisk navngivning, dog tilpasset med de seneste justeringer i forhold til IUPAC's revisioner i 2013. Som udgangspunkt for kemiundervisning benyttes således primært systematisk eller delvist systematisk navngivning, men accepterede og ofte benyttede trivialnavne på kemiske forbindelser benyttes, hvor det er mere naturligt f.eks. for vand, ammoniak og saltsyre.

Arbejdet med kemiske reaktioner omfatter opstilling af reaktionsskemaer med kemisk symbolsprog, herunder angivelse af tilstandsformer samt afstemning.

- *grundstoffernes periodesystem, herunder atomets opbygning*

Bohrs atommodel danner udgangspunkt for beskrivelse af atomets opbygning, grundstoffernes periodesystem og kemiske bindinger. Brugen af grundstoffernes periodesystem omfatter at kunne afgøre om et grundstof er et metal eller ikke-metal, samt i tilknytning hertil bestemme bindingstypen mellem atomer i en kemisk forbindelse.

- *kemiske bindingstyper, tilstandsformer, opløselighedsforhold, eksempler på struktur- og stereoisomeri*

Kemiske bindinger omfatter ion- og elektronparbindinger, samt intermolekulære bindinger, herunder hydrogenbindinger, med betydning for kemiske forbindelsers fysiske egenskaber, f.eks. tilstandsformer og blandbarhed, og deres bindinger til andre kemiske forbindelser. Isomeri omfatter kæde-, stillings-, funktions-, spejlbilled- og cis-trans-isomeri, hvor der gives eksempler inden for såvel strukturisomeri som stereoisomeri.

- *mængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer og opløsninger*

Kemiske mængdeberegninger omfatter anvendelse af begreberne stofmængde, molarmasse samt formel og aktuel stofmængdekonzentration ved kvantitative beregninger, og i tilknytning hertil brug af enheder og betydende cifre. Kernestoffet omfatter ikke mængdeberegninger for ideal gasser.

- *uorganisk kemi: stoffkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser*

Uorganisk kemi skal omfatte eksempler på uorganiske molekyler og ionforbindelser. Ionforbindelser omfatter forbindelser med såvel énatomioner (simple ioner) som fleratomioner (sammensatte ioner). Valg af uorganiske forbindelser kan foretages ud fra flere kriterier, f.eks. anvendelse i hverdagen, beskrivelse af en industriel proces, stoffkredsløb i naturen eller et miljømæssigt problem. Forbindelserne udvælges, således at den store bredde i de uorganiske forbindelser bliver illustreret. Der refereres ikke specifikt til overgangsmetaller i kernestoffet, men eksempler på overgangsmetaller og forbindelser med disse kan naturligt indgå i valget af kemiske forbindelser, som indgår i hverdagen.

- *organisk kemi: stoffkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stoffklasserne carbonhydrider, alkoholer, carboxylsyrer og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stoffklasserne aldehyder, ketoner og aminer*

I organisk kemi begrænses de funktionelle grupper sig til hydroxy-, carbonyl-, carboxyl-, ester- og aminogruupperne, samt dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer. Udvalgte relevante egenskaber for stoffklasserne aldehyder, ketoner og aminer omfatter kendskab til de tilknyttede funktionelle grupper, deres mulighed for at danne intermolekulære bindinger, samt for aminer deres egenskab som baser.

- *eksempel på makromolekyler*

Eksempler på makromolekyler kan omfatte f.eks. de biologisk relevante grupper carbohydrater, lipider og proteiner, DNA/RNA, men også andre typer af polymere forbindelser, som indgår i f.eks. plastmaterialer.

Anvendelser af de kemiske stoffer i f.eks. erhvervspraktikken, hverdagen eller industrielle processer skal stå centralt i kemiundervisningen og indgår naturligt i forbindelse det tematiske udgangspunkt for undervisningen.

- *homogene kemiske ligevægte, herunder forskydning på kvalitativt og simpelt kvantitativt grundlag*

Kemisk ligevægt omfatter anvendelse af begreberne reaktionsbrøk, ligevægtskonstant og ligevægtsloven, herunder anvendelse af Le Chateliers princip ved forskydning af en ligevægt. Beregninger af reaktionsbrøk tager udgangspunkt i stofmængdekonzentrationer. Ved simpelt kvantitativt grundlag forstås, at forskydning af en ligevægt skal kunne afgøres ud fra en beregnet reaktionsbrøk og en tilknyttet ligevægtskonstant, men det omfatter ikke beregning af koncentrationer, efter at den nye ligevægt har indstillet sig. Heterogen ligevægt er ikke en del af kernestoffet.

- *syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer henholdsvis baser*

Syre-basereaktioner tager udgangspunkt i Brønstedts definition af syrer og baser, samt at reaktionstypen er karakteriseret som en hydronoverførsel. Begrebet pH introduceres ud fra vands selvionisering. pH-beregninger omfatter beregninger af pH i vandige opløsninger af såvel stærke som ikke-stærke syrer hhv. baser. Puffersystemer og titrerkurver for polyhydrone syrer/baser er ikke en del af kernestoffet på B-niveau.

- *fældnings- og redoxreaktioner, herunder anvendelse af oxidationstal*

Fældningsreaktioner omfatter ionforbindelsers egenskaber som let- og tungtopløselige salte.

Redoxreaktioner omfatter både eksempler fra organisk og uorganisk kemi. Anvendelse af oxidationstal betyder, at oxidationstal skal kunne tilknyttes atomer i en reaktion og indgå en vurdering af om en reaktion kan karakterises som en redoxreaktion. Der forventes ikke at afstemningen skal foretages systematisk ved brug af oxidationstal.

- *organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse*

Organiske reaktionstyper: I gymnasieskolen knyttes addition til reaktioner med dobbelt- og tripelbindinger mellem to C-atomer, mens f.eks. omdannelsen fra en carbonylgruppe til en hydroxy-gruppe betragtes som en reduktion.

- *reaktionshastighed på kvalitativt grundlag, herunder katalyse*

Reaktionshastighed på kvalitativt grundlag omfatter faktorer, der har indflydelse på en reaktions hastighed, herunder katalysatorer. Katalyse kan opfattes bredt, f.eks. katalyse i laboratoriet, i industriel produktion og i biokemi.

- *kvalitative og kvantitative eksperimentelle metoder, herunder separation, simpel syntese, titrering, vejeanalyse og spektrofotometri*

Det eksperimentelle arbejde omfatter både kvalitative og kvantitative metoder, og valget af eksperimentelle metoder kan tage udgangspunkt i temaerne med tilknyttet kerne- og supplerende fagligt stof, som undervisningen er bygget op om.

Der skal være kendskab til mere end en form for separation. Simpel syntese kan være såvel inden for uorganisk som organisk kemi. Titrering omfatter bl.a. syre-base-titrering for monohydrone syrer og baser, herunder anvendelse af titrerkurver til kvantitative undersøgelser. Spektrofotometri omfatter kendskab til grundlæggede begreber som absorbans, molar absorptionskoefficient og Lambert-Beers lov samt anvendelse af metoden til kvantitative undersøgelser ved brug af standardkurver.

- *kemikaliemærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde*

Eleverne skal kende til mærkning af kemikalier og vurdering af sikkerhedsrisici ved eksperimentelt arbejde, herunder bortskaffelse af kemikalier. Udgangspunktet for dette skal primært tages i det konkrete eksperimentelle arbejde i undervisningen. Området omfatter kendskab til H- og P-sætninger, samt de tilknyttede faresymboler som er et vigtigt element ved omgang med kemikalier. Der bør altid knyttes overvejelser om kemikaliemærkning og sikkerhedsvurderinger til elevernes eget eksperimentelle arbejde.

- *anvendelser af kemi inden for teknik, produktion og teknologi*

De temaer eller projekter, der indgår i undervisningen, vil ofte tage udgangspunkt i erhvervspraktikkens uddannelse, og vil ofte give muligheder for at perspektivere til tilknyttede miljø- og samfundsmæssige problemstillinger.

2.3. Supplerende stof

Undervisningens faglige indhold udgøres af både kernestof og supplerende stof, og i det enkelte tema vælges relevant kernestof og supplerende stof, således at temaet udgør en indholdsmæssig helhed. Temaet kan med fordel udvælges, således der tages udgangspunkt i elevernes praktiske erfaringer. Der er ikke afsat en særskilt tidsramme, hvori der skal arbejdes med supplerende stof.

- *Der skal indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog*

I kemi B skal undervisningsmaterialer på engelsk indgå. Det kan f.eks. være i form af læsning af engelsksprogede artikler eller websider, brug af engelsksprogede YouTube videoer eller lignende. En mulighed er også at gennemføre et flerfagligt forløb med engelskfaget. Forskel i fagsproget på dansk og engelsk kan gøre en "oversættelse" fra det engelske fagsprog til dansk nødvendig. Det er centralt, at kemis faglige viden og metoder bringes i spil ved brugen af engelsksprogede tekster. Også andre fremmedsprog end engelsk kan indgå i undervisningen. Fremmedsprogede materialer, som har indgået i kemiundervisningen, kan også benyttes til den mundtlige prøve.

2.4. Omfang

- *Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 250-400 sider*

Undervisningen i kemi bygger på en bred vifte af faglige materialer, f.eks. traditionelle lærebøger, i-bøger, artikler fra tidsskrifter og websider, vejledninger til eksperimentelt eller andet empiribaseret materiale, YouTube videoer med eksperimenter eller visualiseringer. Omfanget af fagligt stof anføres i beskrivelsen af den gennemførte undervisning (undervisningsbeskrivelsen), der færdigredigeres ved afslutningen af undervisningen. Omfanget angives normalt med en sådan detaljeringsgrad, så det af undervisningsbeskrivelsen fremgår, hvorledes det faglige stof har været vægtet i undervisningsforløbet. Dette kan f.eks. ske ved at angive et skønsmæssigt sidetal eller en procentvis fordeling af stoffet. Omfanget dækker det samlede forløb fra 0 til B-niveau.

Htx læreplanen for kemi B er prøvegrundlaget, herunder indgår undervisningsbeskrivel-

serne for både kemi C og B.

På eux er det ofte løftet fra C- til B-niveau der undervises i ud fra htx læreplanen for kemi B, hvilket vil svarer til et omfang på 130-200 sider.

3. Tilrettelæggelse

3.1. Didaktiske principper

Der kan være forskelle i elevernes forudsætninger i kemi afhængig af hvilken erhvervsuddannelse de kommer fra og om de har læst efter grund- og erhvervsbekendtgørelsen i grundforløbet eller hf-e læreplanen i hovedforløbet. Det kan være en fordel for undervisningen at have kendskab til den kemifaglige viden og metoder, som eleverne kan komme med fra tidligere niveauer, herunder variationen i elevernes kendskab til kemi.

Fagets faglige mål, kernestof og supplerende stof skal tænkes sammen ved tilrettelæggelsen af undervisningens tematiske forløb, hvor et overordnet tema belyses ved brug af faglige elementer fra et eller flere grene af kernestoffet og tilknyttet supplerende stof.

Der lægges vægt på at arbejde med temaer inden for teknik, produktion og teknologi der knytter sig til elevernes erhvervsuddannelse og hverdag. De valgte kemiske og teknologiske problemstillinger vil derved vise kemiens betydning i de nævnte sammenhænge for eleverne.

Selvom undervisningen fortrinsvis skal tilrettelægges i tematiske forløb, er det muligt at lave kortere perioder, hvor faglig viden læres systematisk, hvis dette er mest hensigtsmæssigt, f.eks. ved indførelsen af grundlæggende begreber og metoder. Det er dog vigtigt, at de systematiske forløb ikke bliver for omfattende, og at de typisk lægger op til et efterfølgende tema.

3.2. Arbejdsformer

Forskellige arbejds- og undervisningsformer kan bidrage til høj elevaktivitet og afveksling i timerne, og derved styrke elevernes læringsproces. Valget af arbejds- og undervisningsform afpasses såvel efter elevgruppen, som efter hvad der er mest hensigtsmæssig ud fra de faglige mål og indhold, der er i fokus i det konkrete forløb. Dette kan f.eks. være i form af studie- og arbejdsopgaver, opgaveløsning, Cooperativ Learning (CL)-strukturer, fremlæggelse for hele holdet eller i mindre grupper. Arbejdet kan tilrettelægges så eleverne får mulighed for at arbejde såvel individuelt, som i større eller mindre grupper.

Varierede arbejdsformer er med til at tilgodese forskellige elevtyper og styrke læringen af elementære begreber og reproducere gennemgået stof. De forskellige arbejdsformer kan bidrage til at stille større krav, der kan give anledning til faglige diskussioner, som kræver overblik og selvstændighed, f.eks. ved at eleverne selv opsøger ny viden.

Arbejdet med studiespørgsmål i grupper er velegnet til at fremme elevernes lyst og evne til at diskutere kemiske emner og til at udvikle deres kemiske fagsprog, således at de kan udtrykke sig klart og korrekt i en faglig sammenhæng.

CL-strukturer kan øge elevernes mundtlige fremstillingsevne og korrekt brug af fagsprog. Desuden giver CL mulighed for at arbejde med peer-feedback.

Ved elevernes planlægning af fremlæggelser kan det være hensigtsmæssigt, at der i starten er formuleret konkrete strukturelle og faglige krav til fremlæggelsen, for på denne måde at bidrage til en progression i den mundtlige formidling/fremstillingsform.

Projektarbejde med udgangspunkt i en 'selvvalgt' problemstilling kan være med til at motivere og engagere elever. Et projektarbejde i kemi kan f.eks. tage udgangspunkt i en kemisk, samfundsmæssig eller teknologisk problemstilling. Hvis et projekt tager udgangspunkt i en aktuell problemstilling og inddrager innovative løsninger, vil det naturligt inddrage stofområder, som ikke traditionelt opfattes som en del af kemi. Det betyder, at faglighedsbegrebet udvides, så det i højere grad kommer til at omfatte en perspektivering af faget.

Der findes forskellige modeller for arbejde med innovation, men fælles for dem er, at der indgår forskellige arbejdsprocesser, der udvikler elevernes kreative og innovative evner. I kemi kan forløb, der træner elevernes innovative kompetencer, være korte delforløb, der kan give mulighed for at inddrage innovative processer. Innovationsforløb kan være et godt udgangspunkt for tværfagligt samarbejde, f.eks. med dansk, hvor eleverne i forbindelse med præsentation af deres innovative løsning kan arbejde med danskfaglige virkemidler både i forhold til et skriftligt produkt og ved en mundtlig fremlæggelse. På EMU'en kan findes eksempler på innovative forløb.

I det samlede forløb tilstræbes en progression såvel i det teoretiske som i det eksperimentelle arbejde.

Der kan med fordel introduceres relevante kemiske og matematiske digitale værktøjer tidligt i undervisningsforløbet, således at eleverne opnår et grundigt kendskab til anvendelsen af disse værktøjer på en hensigtsmæssig måde.

Undervisningens faglige indhold kan ikke alene dækkes af materialer fra en lærebog. Andre teksttyper og medier indgår i undervisningen. Anvendelse af forskellige typer af undervisningsmaterialer kan desuden styrke læreprocessen og give mulighed for differentiering af undervisningen.

Udadrettede aktiviteter

Udadrettede aktiviteter indgår i eux uddannelse igennem praktik ophold. Dette arbejde giver endvidere eleverne en forståelse for, hvordan kemi indgår i deres erhverv.

Mundtligt og skriftligt arbejde

Undervisningen i kemi bidrager på linje med andre fag til at udvikle elevernes generelle evne til at udtrykke sig præcist og nuanceret og benytte faglig argumentation. Mundtligt og skriftligt arbejde er i høj grad med til at styrke den faglige forståelse og fordybelse, idet der arbejdes med argumentation på et fagligt grundlag. For at træne eleverne i at formulere sig anbefales det, at eleverne arbejder med at formulere sig i hele sætninger, hvori der inddrages faglige argumenter. Det er vigtigt i den daglige undervisning at træne brugen af kemisk fagsprog og fagudtryk. Dette gælder både for arbejde med fagets mundtlige og skriftlige dimension.

Skriftlighed i kemi B omfatter arbejde med fagets forskellige skriftlige genrer med sigte på læreproces og faglig formidling. Det skriftlige arbejde omfatter blandt andet følgende:

- *journaler og rapporter over eksperimentelt arbejde*
- *forskellige opgavetyper, blandt andet med henblik på træning af faglige elementer og samspil med andre fag*
- *andre produkter som f.eks. præsentationer og video.*

Det skriftlige arbejde i kemi B skal give eleverne mulighed for at fordybe sig i kemiske problemstillinger og styrke tilegnelsen af kemisk viden og arbejdsmetoder. Det skriftlige arbejde

tilrettelægges, så der er progression i fagets skriftlighed og sammenhæng til skriftligt arbejde i andre fag som bidrag til udviklingen af den enkelte elevs skriftlige kompetencer.

Arbejde med skriftlige opgaver og opgaveløsning indgår som en del af undervisningen og anvendes på kemi B til at understøtte den mundtlige læring af centrale begreber og brugen af korrekt kemisk fagsprog. En del af de skriftlige opgaver kan rettes og kommenteres af læreren. Der stilles i læreplanen ikke krav til et bestemt antal rapporter eller lignende skriftlige arbejder.

Ved skriftligt arbejde er det vigtigt, at både mål for og krav til det enkelte skriftlige arbejde tydeliggøres for eleverne, så de ved, hvad der forventes i arbejdet med og i besvarelsen af opgaven. Arbejdet kan i mange tilfælde med fordel tilrettelægges procesorienteret. Det kan være hensigtsmæssigt, at dele opgaver op i mindre elementer, som eleverne f.eks. kan arbejde med i par eller grupper, og tilrettelægge det skriftlige arbejde i undervisningen, så der er mulighed for vejledning undervejs og i visse tilfælde mulighed for genafleveringer.

Feed-back på det skriftlige arbejde kan ske i undervisningen, ved brug af peer-feedback eller ved at læreren kommenterer afleveringer. Feed-back kan med fordel have en formativ karakter, hvor der lægges vægt på, hvad der skal arbejdes med fremadrettet.

Det er vigtigt, at der i det skriftlige arbejde i kemi udover fokus på det faglige indhold også fokuseres på elevens skriftlige formidling, herunder sproglig korrekthed m.m. Skriftligt arbejde i kemi B kan derudover især bidrage til at styrke skrivekompetencer i at anvende og inddrage faglig argumentation, citater, figurer, tabeller, m.m. De forskellige skriftlige genrer i kemi kan endvidere være med til at forberede eleverne på de krav til faglig formidling, som forventes ved skrivning af erhvervsområdeprojektet, hvori kemi evt. indgår. Dette er vigtigt i forhold til træning af elevernes studieforberedende skrivekompetencer.

Inspiration til at benytte mundtlighed og skriftlighed, som en del af undervisningen i kemi, kan findes i f.eks. "Inspirationshæfte til skriftlighed i kemi" (2013, findes på EMU'en) og "Det talte kemisprog" (UVM, 1998).

Eksperimentelt arbejde, herunder risiko-, sikkerhedsforhold og faremærkning

Praktisk arbejde i forbindelse med undervisningen kan foregå i både laboratorier og værksteder, og det omfatter både eksperimentelt arbejde, der udføres af eleverne individuelt eller i grupper, og demonstrationsforsøg, der udføres af læreren. Det eksperimentelle arbejde spiller en central rolle i kemiundervisningen, og det forventes, at eleverne opnår et bredt kendskab til kemis eksperimentelle metoder, samt at eleverne arbejder med både kvalitative og kvantitative metoder. Ved såvel tilrettelæggelsen af elevernes forberedelse som ved selve afviklingen af det eksperimentelle arbejde bør der tilstræbes variation og progression. Der kan varieres mellem forskellige former for eksperimenter, ligesom der veksles mellem forskellige typer af vejledninger til eksperimenter. Progression kan f.eks. omfatte, at øvelsesvejledninger skifter karakter fra kogeboogsopskrifter til eksperimentelle opgaver, hvortil der udleveres mere kortfattede vejledninger, så eleverne selv i et vist omfang skal udarbejde en fuld vejledning. Det kan dog ikke forventes, at eleverne selv skal kunne planlægge større eksperimenter. En del eksperimenter kan afvikles som mikroskalakemi, som også kan indgå i forbindelse med diskussioner vedrørende risiko- og sikkerhedsforhold og håndtering af kemikalieaffald. Demonstrationsforsøg, små forforsøg, grubletegninger og lignende aktiviteter af eksperimentel karakter (se evt. EMU'en) kan f.eks. anvendes i forbindelse med introduktion til et fagligt emne eller tema med henblik på at få

eleverne til at formulere spørgsmål/undersøgelser, der kan danne grundlag for det videre arbejde.

Man skal være opmærksom på, at eksperimentelt arbejde så vidt muligt bør indgå i alle forløb, såvel enkelt- som flerfaglige, på en sådan måde, at det eksperimentelle arbejde og forløbene uden problemer kan inddrages i forbindelse med en evt. mundtlig prøve.

Elevernes eget praktiske arbejde i laboratorier og værksteder skal udgøre mindst 20 % af fagets undervisningstid, og elevernes tid til efterbehandling i form af f.eks. databehandling, udarbejdelse af videoer/screencast eller skrivning af rapporter kan ikke medregnes i de 20 %. Mindre dele af forarbejdet til et eksperiment kan medregnes, hvis det udgør et centralt element til gennemførelsen af det konkrete eksperiment, f.eks. opstilling af en hypotese, en nødvendig beregning eller selvstændig planlægning af eksperimentet. Men arbejde med kemisk teori eller metoder, som kan danne en generel baggrund for et eksperimentelt arbejde, indgår ikke i elevernes eget praktiske arbejde og medtælles ikke i den tilknyttede afsatte tid. Arbejde med virtuelle eksperimenter, molekylmodeller, demonstrationsforsøg, videofilm af forsøg og lignende aktiviteter udgør ikke en del af elevernes eget praktiske arbejde, selv om sådanne undervisningsaktiviteter kan udgøre vigtige bidrag til elevernes arbejde med fagets faglige indhold.

I det samlede undervisningsforløb skal der gennemføres et forløb, hvor eleverne skal planlægge og udføre enkle naturvidenskabelige eksperimenter. Dette kan gøres i samarbejde med andre naturvidenskabelige fag eller enkeltfagligt.

Det eksperimentelle arbejde omfatter både kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde. Kvantitative metoder kan blandt andet omfatte stofmængdeberegninger tilknyttet en titrering eller vejeanalyse, men kan også være brug af standardkurver til kvantitative undersøgelser. Der er ikke krav til, at eleverne selv arbejder med alle typer af eksperimentelt arbejde, som er nævnt i kernestoffet, f.eks. hvis skolen ikke råder over et specielt apparatur og hvor f.eks. virtuelle eksperimenter kan supplere kursisternes eget eksperimentelle arbejde. Men eleverne bør i videst muligt omfang selv arbejde med de forskellige eksperimentelle metoder, som er nævnt i kernestoffet, bl.a. for at opnå konkret sammenknytning mellem det praktiske arbejde i laboratoriet og teoretisk viden, og for at få en konkret forståelse for eksperimentelt arbejdes betydning for naturvidenskabs arbejdsmåde, identitet og metoder. Den tematiske undervisning kan endvidere styrkes ved at inddrage eksperimentelt arbejde, der perspektiverer fagets anvendelse i forskellige erhvervsfaglige sammenhænge, hvilket kan give en bedre forståelse for anvendelse af kemisk viden og metoder i et virkelighedsnært perspektiv.

Risiko-, sikkerhedsforhold og faremærkning

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af **arbejdsmiljølovens udvidede område**. Bestemmelserne i dette område retter sig mod arbejdet, uanset hvem der udfører arbejdet, og hvor det udføres. De gælder således også, selv om arbejdet ikke udføres for en arbejdsgiver (Arbejdsmiljølovens § 2 stk. 3). "Elevs praktiske øvelser af arbejdsmæssig karakter" er f.eks. omfattet heraf, hvorimod eleverne ikke er omfattet af arbejdsmiljøloven, når de modtager teoretisk undervisning.

Rammer for det eksperimentelle arbejde er beskrevet i Arbejdstilsynets At-meddelelse nr. 4.01.9, link kan findes i afsnittet: Nyttige links v: "Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser" (alle undervisere i eksperimentelle fag i gymnasieskolen bør have kendskab til denne At-meddelelse). I meddelelsen står følgende: "Ved planlægningen af under-

visningen skal skolen sørge for, at eleverne kan udføre arbejdet med de praktiske øvelser sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt i forhold til elevernes alder, indsigt, arbejdsevne og øvrige forudsætninger. ... Derfor skal der ikke alene tages hensyn til, om der er truffet de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger. Det skal også inddrages, om eleverne har opnået rutine i god laboratoriepraksis, og om arbejdet kan foregå under tilstrækkelig instruktion”. Skolen, herunder ledelse og lærere, skal sikre, at det eksperimentelle arbejde kan foregå sikkerhedsmæssigt forsvarligt for eleverne, hvilket bl.a. omfatter planlægning og udførelse af øvelser, forsvarligt tilsyn, egnede lokaler og apparatur, anvendte kemikalier og underviserens viden om det eksperimentelle arbejde, der skal udføres, se evt. DCUM-vejledning om ”Arbejds miljølovens udvidede område i relation til elever og studerende”, link kan findes i afsnittet: Nyttige links vi.

Eksperimentelt arbejde igennem hele undervisningen skal planlægges således, at eleverne kan opnå gode laboratievaner og kan færdes med omtanke og sikkerhedsmæssigt forsvarligt under det praktiske arbejde.

Regelsættet, der regulerer eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen, er omfattende, bl.a. fordi der findes regler for indretning (link kan findes i afsnittet: Nyttige links vii) og brug af laboratorier og for indkøb, opbevaring og brug af kemikalier, herunder mærkning af kemikalier (link kan findes i afsnittet: Nyttige links viii) og udarbejdelse af arbejdspladsbrugsanvisninger. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere. I forbindelse med kemikalimærkning er der udarbejdet en kemikaliedatabase specielt rettet mod de gymnasiale uddannelser, som skolerne kan abonnere på. ”Kemikaliedatabasen” (link kan findes i afsnittet: Nyttige links ix) opdateres af Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø, under Region Midtjylland. På en række hjemmesider kan findes informationer om forskellige aspekter af regelsættet om eksperimentelt arbejde i gymnasieskolen. Her skal primært henvises til hjemmesider tilknyttet Dansk Center for Undervisnings miljø (DCUM), Branchearbejds miljørådet og Arbejdstilsynet, men også Giftlinjen (link kan findes i afsnittet: Nyttige links x).

3.3. It

Der er mange forskellige muligheder for at inddrage digitale værktøjer i kemiundervisningen, som giver en faglig og pædagogisk fordel. Eleverne bør kunne anvende et bredt udvalg af digitale værktøjer i den daglige undervisning, som i kemi blandt andet kan omfatte dataopsamling og -behandling ved eksperimentelt arbejde og matematikprogrammer til behandling af kvantitative problemstillinger i kemi. Elever der har haft kemi C vil allerede have stiftet bekendtskab med anvendelse af it i kemi. Der bygges videre på disse erfaringer, således at der er en progression fra helt simple anvendelser til en mere omfattende udnyttelse af mulighederne. Fagets skriftlige dimension stiller krav om formidling af kemifaglig information, og i den forbindelse vil de forskellige digitale værktøjer naturligt indgå, f.eks. matematikprogrammer eller kemiprogrammer til tegning af kemiske strukturer eller forskellige former for kemiske analyser. Et vigtigt aspekt af brugen digitale værktøjer i kemi er at træne eleverne i at benytte disse hensigtsmæssigt i formidling af deres behandling af faglige problemstillinger, f.eks. ved skrivning af korrekt kemisk fagsprog, herunder kemiske formler.

3.4. Samspil med andre fag

Eleverne vil have forudsætninger og erfaringer fra praktikken, som forventes inddraget i undervisningen i kemi B. Forudsætningerne vil afhænge af elevens erhvervsuddannelse, og som underviser er det derfor vigtigt at danne sig et billede af klassens forskellige ressourcer

og erfaringer. En nærmere forståelse kan f.eks. fås ved at læse bekendtgørelserne for erhvervsuddannelserne. Særligt kompetencemålene for hovedforløbet kan her være interessante, (link kan findes i afsnittet: Nyttige links xi).

Der er således stor mulighed for samspil i kemiundervisningen mellem anvendt kemi i praktikken og de uddannelsesspecifikke fag. Mulighederne for fagligt samspil kan også omfatte humanistiske fag. Dele af det faglige stof bør vælges, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem kemi og erhvervsuddannelsen samt øger fokus på virkelighedsnære problemstillinger. De faglige samspil kan være mindre omfattende, f.eks. forløb hvor et fælles område belyses parallelt, og fagenes forskellige fagligheder kan støtte og perspektivere hinanden. De faglige samspil kan også være planlagt som mere omfattende forløb.

Erhvervsområdeprojekt

Kemifaget kan indgå i erhvervsområdeprojektet på mange forskellige måder, men oftest ved anvendelse af kemifaglig viden og metoder til analyse af en kemisk problemstilling, ved udførelse af eksperimentelt arbejde, som bidrager med konkrete data til efterbehandling i projektet, og som baggrundsviden til beskrivelse og forklaring af fænomener fra erhvervsuddannelsen. I vurderingen af erhvervsområdeprojektet, hvor kemifaget indgår, lægges der ud over de generelle krav til besvarelse af erhvervsområdeprojektet også vægt på en række kemispecifikke aspekter. Her tages udgangspunkt i elevens behandling af det kemifaglige indhold, som blandt andet omfatter kemisk sprogbrug (opskrivning af kemiske formler, tegning af strukturer, brug af kemisk navngivning, opskrivning af reaktionsskemaer), beregninger og tilknyttet talbehandling og -forståelse, kemisk teori og eksperimentelt arbejde. Det forventes, at eleven i sin opgavebesvarelse primært benytter kemisk sprogbrug, som er kendt fra kemiundervisningen i gymnasiet. Når kemifaget indgår i erhvervsområdeprojektet kan der indgå eksperimentelt arbejde, men det er ikke et krav. Hvis det er praktisk muligt, kan det eksperimentelle arbejde helt eller delvist afvikles på en videregående uddannelsesinstitution, praktikstedet eller anden virksomhed.

4. Evaluering

4.1. Løbende evaluering

Formålet med den løbende evaluering er dels at give den enkelte elev mulighed for at vurdere sit eget faglige niveau, for derigennem at tilpasse sin indsats, og dels at justere undervisningens form og indhold. Ved afslutning af temaer eller andre forløb kan der samles op på det faglige indhold ved at opdatere studieplanen og lave mindre prøver i faglig viden og begreber, f. eks. som multiple choice-tests eller elektroniske quizzes. Ved lærer/elevsamtaler kan der afdækkes forhold af betydning for den enkelte elevs udbytte af undervisningen, som ikke kan synliggøres på anden vis. Eleverne kan tidligt i undervisningen præsenteres for, hvilke krav der vil blive stillet til dem ved den afsluttende mundtlige prøve.

Evaluering af undervisningen tilpasses den enkelte skoles evalueringsplan.

4.2. Prøveform

I forbindelse med den mundtlige prøve er det vigtigt både at være orienteret i de generelle bestemmelser for afholdelse af prøver og de specifikke for det enkelte fag. De generelle bestemmelser findes beskrevet i eksamensbekendtgørelsen (link kan findes i afsnittet: Nyttige links xii), karakterbekendtgørelsen (link kan findes i afsnittet: Nyttige links xiii), og de specifikke bestemmelser i læreplanen for kemi B, htx.

En prøveopgave tager så vidt muligt udgangspunkt i et af de behandlede temaer. I kemifaget er der ikke en fast skabelon for udformning af en prøveopgave, men læreplanen omtaler visse rammer: den enkelte prøveopgave *indeholder en overskrift, en kort præciserende tekst og mindst et bilag*. Prøveopgavens faglige område indrammes af overskriften og skal hverken være for snæver eller for bred i sit faglige fokus. Prøveopgaverne kan ud over overskriften f.eks. udformes med en kort beskrivelse af et område efterfulgt af en liste med stikord, som viser mulige faglige retninger i prøveopgaven. Det er vigtigt, at dele af opgaven giver eksaminanden mulighed for selv at udvælge fokusområder og tilrettelægge besvarelsen.

Eksperimentelt arbejde skal indgå i alle prøveopgaver, og på B-niveau tages der så vidt muligt udgangspunkt i eksperimenter, eleverne selv har udført. Hvilket eksperimentelt arbejde eller dele heraf, som skal indgå i den enkelte prøveopgave, skal fremgå af opgaveteksten. Endvidere vil det normalt ikke være hensigtsmæssigt at overlade til eksaminanden at træffe valg mellem flere eksperimenter, da der kun er en kort forberedelsestid til rådighed.

Den enkelte prøveopgave skal indeholde bilag, som skal inddrages i forbindelse med eksaminationen. Bilag må gerne have indgået i holdets undervisning, og kan f.eks. bestå af tabel med data, figurer eller billeder. Det er ikke hensigtsmæssigt at vedlægge regneopgaver som bilag, da eksaminanden ikke bør anvende forberedelsestiden på at regne opgaver. Det er heller ikke hensigten, at vejledninger til eksperimenter, som eksaminanden selv bør have, skal fungere som bilag. Bilagsmateriale skal være af begrænset omfang, således at eksaminanden har en reel mulighed for at sætte sig ind i materialet på den givne forberedelsestid, og således at eksaminanden ikke fratages muligheden for at disponere prøveopgaven selvstændigt. For megen forklarende tekst på bilagene kan fratage eksaminandens selvstændige initiativ. Bilagene kan indeholde fremmedsproget tekst, hvis de er blevet benyttet i undervisningen. Ellers skal teksten oversættes til dansk.

I prøvegrundlaget for kemi B indgår undervisningsbeskrivelserne for både kemi C og kemi B. Undervisningsbeskrivelse bør udformes, så den er informativ og overskuelig for både elever og censor. Samlet skal prøveopgaverne dække det, som der har været undervist i: *Opgaverne ... skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof*. Derfor skal man være påpasselig med at lave meget få prøveopgaver til små hold, da det vil betyde, at den enkelte prøveopgave ofte bliver for bred. Endvidere skal der være en fornuftig spredning i prøveopgaverne, således at faglige områder hverken bliver for over- eller underrepræsenteret i det samlede sæt af prøveopgaver, dog under hensyntagen til den gennemførte undervisning.

Det er ikke hensigtsmæssigt på B-niveau at lave prøveopgaver, som stort set kan besvares ved udelukkende at have modtaget undervisning på kemi C-niveau. På B-niveauet forventes, at eleverne har større overblik over sammenhængene i fagets forskellige faglige områder og større faglig dybde i de enkelte faglige discipliner end på C-niveau, og dette bør også afspejles i prøveopgaverne. Hvis et fagligt område ikke umiddelbart vurderes at være på et højere niveau på B- end på C-niveau, kan man f.eks. udarbejde en prøveopgave ved at kombinere et eksperiment udført på C-niveau med andet relevant gennemgået stof. En anden mulighed er at C-niveau stoffet kombineres med et mere kompliceret eksperimentelt arbejde. Derved gives eksaminanden mulighed for at vise færdighed på B-niveauet. Endvidere bør det tilstræbes, at sværhedsgraden i de enkelte prøveopgaver er så ensartet som muligt, således at eleverne stilles så lige som muligt.

Der skal være så mange opgaver, at den sidste eksaminand har **mindst** fire opgaver at vælge imellem. Som regel vil det være muligt at undgå genbrug ved f.eks. at koble teori og eksperimenter på forskellige måder. Genbrug af opgaver kan dog være nødvendigt på store hold. Opgaverne fordeles ved lodtrækning, og alle trækningmuligheder skal fremlægges ved prøvens start (se evt. eksamensbekendtgørelsen link kan findes i afsnittet: Nyttige links xii). Det betyder, at hvis prøven f.eks. strækker sig over to dage, må prøveopgaver, der har været benyttet på første dag, ikke lægges tilbage i bunken af opgaver, der kan trækkes på anden prøvedag.

Opgaverne og bilagsmaterialet sendes til censor mindst fem hverdage før prøvens afholdelse, medmindre særlige forhold er til hinder derfor. Det kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. Det er god praksis, allerede ved eksamensplanens offentliggørelse at kontakte censor for at aftale nærmere om udveksling af opgaver mv., samt at sende opgaverne til censor i så god tid som muligt, således at censor har en reel mulighed for at gennemse opgaverne inden offentliggørelsen. Endvidere bør censor også give en tilbagemelding til eksaminator så hurtigt som muligt, således at offentliggørelsen til elever kan foregå på en måde, der giver eleverne mulighed for at benytte opgaverne i deres forberedelser. Censor skal ikke godkende prøveopgaverne, men censor kan henstille til eksaminator, at opgaver udelades, ændres eller tilføjes, såfremt der efter censors vurdering er mangler ved den enkelte opgave eller det samlede sæt af opgaver. Ofte vil det være en god ide at tage en konstruktiv dialog ved sådanne henvendelser. Såfremt der fortsat er uenighed mellem censor og eksaminator henvises til bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen (f.eks. kan censor udarbejde en censorindberetning). Eksaminanderne skal inden prøven kende opgaver **uden** bilagsmaterialet. Kendskab til prøveopgaverne på forhånd er et "tilbud" til eksaminanderne i deres forberedelse til prøven, men den egentlige forberedelsestid er den, som fremgår af læreplanen. Derfor skal man ikke gøre de mundtlige prøveopgaver mere omfattende, bare fordi de er kendte på forhånd. Der aftales en procedure med eksaminanderne om, hvorledes offentliggørelsen skal foregå. Udleveres opgaveskitser (**uden bilag**) til eksaminanderne inden censor har haft disse til gennemsyn, må det understreges over for eksaminanderne, at censors kommentarer kan føre til ændringer i de endelige prøveopgaver. Der er i kemis læreplaner ikke stillet specielle krav til hjælpemidler ved de mundtlige prøver, og derfor er brugen af hjælpemidler til den mundtlige prøve, både hvad angår forberedelses- og eksaminationstiden, reguleret af bestemmelserne i eksamensbekendtgørelsen. Derfor skal man se i eksamensbekendtgørelsen for detaljer om brug af hjælpemidler.

Eksaminationen må ikke have form af en enetale fra eksaminandens side. Eksaminator skal sørge for et stykke inde i eksaminationen at inddrage eksaminanden i en egentlig faglig samtale, men det må ikke medføre, at eksaminanden forhindres i en selvstændig præstation. Samtalen skal sikre, at eksaminanden får lejlighed til at vise hele sin viden og forståelse, og at eventuelle mangler i viden og forståelse afdækkes, således at der dannes et sikkert og nuanceret grundlag for bedømmelsen af præstationen. Dette gælder uanset eksaminandens faglige niveau.

4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelseskriterierne (jf. læreplanen afsnit 4.3) beskriver de relevante faglige mål, som kan indgå i en mundtlig prøve i faget. Det kan ikke forventes, at den enkelte prøveopgave ved den mundtlige prøve lægger op til en ligelig inddragelse af alle de faglige mål og bedømmelseskriterierne, og ligeledes kan det heller ikke forventes, at den enkelte eksami-

nands præstation vil berøre alle faglige mål med lige vægt. Ved bedømmelsen af eksaminandens præstation er det vigtigt at hæfte sig ved det, eksaminanden kan og ikke udelukkende være fokuseret på ”fejl og mangler”. Ved bedømmelsen har helhedsvurderingen større vægt end detaljen. Det er vigtigt at kunne skelne mellem en overfladisk og en mere dybtgående besvarelse af prøveopgaven og kunne skelne mellem ”sjuskefejl” og egentlige forståelsesfejl. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på det positive og ikke trække ned hver gang, der forekommer en fejl. Der gælder, at oplæsning fra notater, bøger, skriftlige afleveringer og lignende ikke tæller positivt i bedømmelsen, mens det vil være i orden at inddrage relevante grafer, figurer og tabeller fra rapporter eller andet materiale.

Ved bedømmelse af eksaminandens samlede præstation må bedømmelseskriterierne og den enkelte eksaminands færdigheder afvejes for at nå frem til helhedsvurderingen.

Hvis kemi indgår i et erhvervsområdeprojekt kan bedømmelseskriterierne for samspil mellem fagene, jf. læreplanen afsnit 3.4, inddrages i den samlede bedømmelse.

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.

		Mundtlig prøve
12	Fremragende	Eksaminanden demonstrerer indgående kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med få uvæsentlige mangler omfattende stofkendskab. Eksaminanden redegør selvstændigt for udførelsen af eksperimenter, inddrager relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskuterer resultater med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden udtrykker sig med få fejl klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk sprog. Fremlæggelsen er selvstændig og velstruktureret, og eksaminanden indgår sikkert i en faglig samtale, så stort set alle de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan selvstændigt inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.

		Mundtlig prøve
7	God	Eksaminanden viser godt kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og til sammenhænge mellem disse, samt med en del mangler et godt stofkendskab. Eksaminanden kan redegøre for udførelsen af eksperimenter, inddrage de fleste relevante aspekter fra efterbehandlingen samt diskutere resultater, men en del mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig i nogen grad klart, præcist og forståeligt under anvendelse af kemisk fagsprog. Fremlæggelsen er sammenhængende, og eksaminanden indgår med nogen sikkerhed i den faglige samtale, så en del af de væsentlige aspekter inddrages. Eksaminanden kan med en del mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og relevante kemiske emner i diskussionen af kemiske metoder, anvendelse og problemstillinger.
02	Tilstrækkelig	Eksaminanden demonstrerer med væsentlige mangler kendskab til kemiske teorier, modeller og metoder og et begrænset stofkendskab. Eksaminanden kan delvist redegøre for udførelsen af eksperimenter og inddrage enkelte af de relevante aspekter fra efterbehandlingen, idet adskillige mangler forekommer. Eksaminanden udtrykker sig noget uklart, upræcist og ikke altid forståeligt, og anvendelsen af kemisk fagsprog har adskillige væsentlige mangler. Eksaminanden kan kun i meget begrænset omfang og med væsentlige mangler inddrage relevant faglig viden ved perspektivering og diskussion af kemiske metoder, anvendelser og problemstillinger.

4.4. Selvstuderende

Ved en selvstuderende forstås en person, der ikke som elev på et sammenhængende uddannelsesforløb eller som enkeltfagskursist har krav på undervisning, men som har tilmeldt sig prøve i et gymnasialt fag, jf. § 53 i lov de gymnasiale uddannelser (link kan findes i afsnittet: Nyttige links xiv) og § 8 i den almene eksamensbekendtgørelse ((link kan findes i afsnittet: Nyttige links xii).

Selvstuderende skal tilmeldes og *have gennemført laboratoriekursus i kemi*, medmindre den selvstuderende tidligere har gennemført *eksperimentelt arbejde i et omfang svarende til niveauets eksperimentelle arbejde fra tidligere kemiundervisning*, samt kan dokumentere det tidligere gennemførte arbejde. Det er skolens ledelse, der afgør om dokumentationen udgør *et tilstrækkeligt grundlag for den selvstuderendes prøve*.

Nyttige links

- i. Hf-enkeltfags læreplan kemi C
<https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/hf-e-laereplaner-2017> under "kemi - hf-e"
- ii. Fagbilag og vejledninger til de enkelte grundfag i erhvervsuddannelserne
<https://uvm.dk/erhvervsuddannelser/undervisning-og-laeringsmiljoe/grundfag/fagbilag-og-vejledninger>
- iii. Kemisk forenings nomenklaturudvalgs hjemmeside
<http://www.kemisknomenklatur.dk/>
- iv. Dansk oversættelse af uorganisk-kemisk nomenklatur, IUPAC i 2015
<http://kemisknomenklatur.dk/pdf/EssentialsInorgdansk.pdf>
- v. Arbejdstilsynet
<https://arbejdstilsynet.dk/da/>. På arbejdstilsynets hjemmeside især
 1. o At-meddelelse nr. 4.01.9: "Elevers praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser", 1999
 - o At-vejledning C.0.1: "Grænseværdier for stoffer og materialer", 2007
 - o At-vejledning C.1.3: "Arbejde med stoffer og materialer", opdateret 2016
 - o "Bekendtgørelse om foranstaltninger til forebyggelse af kræfttrikoen ved arbejde med stoffer og materialer", Arbejdstilsynets bekendtgørelse, 2015
- vi. Dansk Center for Undervisningsmiljø: Pjece om Arbejds miljølovens udvidede område (december 2016), ungdomsuddannelser
<http://dcum.dk/ungdomsuddannelse/love-regler-og-anvisninger/sikkerhed/dcum-vejledning-arbejds miljoelovens-udvidede-omraade-ungdomsuddannelser>
- vii. "Når klokken ringer" (Branchearbejds miljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium): <http://www.arbejds miljoweb.dk/byggeri-og-indretning/skolebyggeri/klokken/naar klokken ringer>
- viii. Miljøstyrelsen. Om klassificering, mærkning, liste over uønskede stoffer m.m.
<http://www.mst.dk/>
- ix. Kemikaliedatabasen til gymnasier
<http://www.emu.dk/modul/kemidatabasen-til-chemicare>
- x. Giftlinjen: Hjemmeside og landsdækkende telefonrådgivning med råd og hjælp i tilfælde af forgiftning
<https://www.bispebjerghospital.dk/giftlinjen/Sider/default.aspx>
- xi. Tekniske uddannelser med eux
<https://www.uvm.dk/erhvervsuddannelser/uddannelser/eux/uddannelser-med-eux-teknisk>
- xii. Eksamensbekendtgørelsen (BEK nr 343 af 08/04/2016)
<https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=179722>
- xiii. Karakterbekendtgørelsen (BEK nr 262 af 20/03/2007)
<https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=25308>
- xiv. Lov om de gymnasiale uddannelser (LOV nr 1716 af 27/12/2016)
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027>

- Undervisningsministeriets hjemmeside
www.uvm.dk
- Generelt om fag på eux
<https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/fag-paa-eux/generelt-om-fagraekken-paa-eux-forloeb>
- Bekendtgørelse om krav til udformning af eux-forløb (BEK nr 1279 af 03/12/2014)
<https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=166421>
- Særlige gymnasiale fag til eux
<https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/fag-paa-eux/saerlige-gymnasiale-fag-til-eux-forloeb>
- EMU sider: <http://www.emu.dk/>. For kemi se under hf, htx eller stx. Derefter f.eks. under fagkonsulentens side. Blandt andet ”Gode råd til den skriftlige prøve i kemi”, ”Typeordsliste”, udmeldinger om navngivning og lignende.