

FAGCURRICULUM KEMI

Fagcurriculum for faget kemi
for 11. til 13. årgang på A. P. Møller Skolen

Version September 2019

Faggruppens medlemmer i skoleåret 2019-2020:

Lektor Birgit Caesar-Geertz, lektor Sven Heller, lektor Dr. rer. nat. Svend Duggen

Fagsekretær i skoleåret 2019-2020: Svend Duggen



1. FORORD

Med skoleåret 2016/2017 trådte de nye Fachanforderungen Chemie (Stand 18.02.2016) fra Ministerium für Schule und Berufsbildung i Slesvig-Holsten i kraft. I tillæg kom der ændringer til Abiturprüfung gældende fra året 2019.

De nye Fachanforderungen (faglige krav) indeholder en ny læreplan for de almen dannende skoler for Sekundarstufe I - gymnasium og Sekundarstufe II (G11-G13). Den nye læreplan implementeres trinvist: kun for G11 fra skoleåret 2016-2017, også for G12 fra 2017-2018, også for G13 fra 2018-2019.

Som del af de nye faglige krav skriver faggrupperne et såkaldt skoleinternt fagcurriculum. I dette nedskrives faggruppens/faggruppernes aftaler om undervisningens indhold indenfor læreplanens rammer og hvilke kompetencer eleverne bør have opnået efter respektive undervisningsforløb og årgange. Fagcurriculum for kemi i gymnasiet tydeliggør desuden samarbejdet med andre fag, især de naturvidenskabelige fag.

Fagcurriculum er genstand for løbende evaluering og optimering. Denne sker i fb. med den daglige dialog mellem underviserne på A. P. Møller Skolen og ved de jævnlige faggruppemøder. Med dette dokument fremlægges det aktuelle fagcurriculum for faggruppen kemi for gymnasieoverbygningen (dvs. 11. til 13. årgang) på A. P. Møller Skolen.

2. INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord

Indholdsfortegnelse

Kemiens bidrag til almendannelsen

Kompetencer og kemiens basiskoncepter

 Kompetenceområde "Udvinding af erkendelser"

 Kompetenceområde "Kommunikation"

 Kompetenceområde "Vurdering"

Faglige kompetencer tilordnet kemiens fire basiskoncepter

 Stof-partikel-koncept

 Struktur-egenskab-koncept

 De kemiske reaktioners koncept

 Energi-koncept

Faggruppens/faggruppernes aftaler om:

 Undervisning

 Fagsprog

 Fremme og udfordre

 Sikring af basisviden, bæredygtighed

 Medie-, undervisnings- og læremateriale

 Bedømmelseskriterier

 Evaluering og videreudvikling

3. KEMIENS BIDRAG TIL ALMENDANNELSEN

Vores materielle verden er sat sammen af kemiske byggesten. Vores hverdag kan ikke mere tænkes uden kemisk-teknisk udvikling som fx moderne energioplagering og halvledere i touchscreens. Målrettet design af moderne lægemidler og den optimerede kemiske sammensætning af vaske- og rensningsmidler genspejler ligeledes den kemiske forsknings betydning for vores hverdag.

Derfor kræver forståelsen af vores moderne hverdag kendskab til kemiske stoffer, deres egenskaber og reaktioner. Men også anvendelsen og farligheden af giftige stoffer hører til den nødvendige kendskab der formidles i kemi-undervisningen. Dette indebærer også indsigt i den kemiske forskning; i grundlagene såvel som i anvendelsesorienteret forskning.

Desuden har kemi-undervisningen fået mere betydning gennem de voksende farer for vores levesteder og miljøet. Eleverne skal derfor kvalificeres til en ansvarlig udformning af deres liv og samfundet og skal kunne vurdere kemiens betydning for deres eget liv og rækkevidden af kemiske erkendelser for mennesket.

Nutidens kemi-undervisning skal således mere end før opbygge et solidt fagligt, kemisk-naturvidenskabeligt fundament og kemisk almen dannelse, der gør det muligt for vores elever at forstå de følsomme ligevægte af naturlige og tekniske stofkredsløb og miljøproblemer. Undervisningens emner knyttes til elevernes hverdagserfaringer. Udgående herfra formuleres spørgsmål, der bearbejdes med en kemisk indgangsvinkel.

Kemi-undervisningens betydning er dog ikke kun begrundet i hverdagsrelevans, men også i mangfoldige muligheder for at opnå ny erkendelse, erhvervsmæssig orientering og fremlæggelsen af samvirket mellem videnskab, kultur og samfundet.

Den konceptionelle udformning muliggør at lægge vægt på forskellige målsætninger, der løbende skal tilgodeses i en moderne kemi-undervisning:

- Fokus "anvendelse af viden og relevans": Kontekstbaseret læring
- Fokus "naturvidenskabelige tænkemåder og arbejdsformer": Forskende læring
- Fokus "kemiens udvikling som videnskab og del af samfundet": Historisk-problemorienteret læring.

Derudover skal kemi-undervisningen sætte eleverne i stand til at reflektere over følgerne af deres handling i hverdagen, for at muliggøre bæredygtig handling og at kunne træffe begrundede beslutninger.

4. KOMPETENCER OG KEMIENS BASISKONCEPTER

Kemi-undervisningens opgave er at fremme elevernes udvikling af kompetencer. Kompetenceorienteret læring forstås som en aktiv proces, hvor eleverne integrerer nyt i eksisterende kognitive strukturer. Det er altså ikke lærerens rolle at overføre viden til eleverne, men at stille rammebetingelser til rådighed, der muliggør læring med konstruktion af viden og løbende stimulering af udvikling af kompetencerne.

Kemi-undervisningen skal gennem beskæftigelse med kemiske spørgsmål og problemstillinger bidrage til at eleverne udvikler et fundament af viden og færdigheder og i stigende grad er i stand til at bearbejde faglige indhold og kan se deres betydning for hverdagen.

Fachanforderungen for faget kemi definerer meget konkret, hvad eleverne skal kunne i Sekundarstufe 1 i gymnasiet (før G11) og Sekundarstufe 2 (G11 til G13). Dette er på den ene side procesrelaterede kompetencer indenfor områderne "Udvinding af erkendelser (Erkenntnisgewinn)", "Kommunikation", "Vurdering (Bewertung)" der er meget sammenlignelig for både Sekundarstufe 1 i gymnasiet og Sekundarstufe 2 (G11 til G13) og derfor må kunne lægges til grunde i fællesskolens F7-F10.

Derudover tydeliggør Fachanforderungen et spektrum af faglige kompetencer, der tilordnes basiskoncepterne. Fachanforderungen for Sekundarstufe 2 er fra 2016 gældende for den gymnasiale overbygning G11-G13. I nær fremtid skal der til fællesskolen udarbejdes nye læreplaner i naturfagene, herunder faget kemi. Grundet forskel i antal timer i faget kemi og ønsker om at tage højde for danske læreplaner, vil fællesskolens læreplaner for F7 til F10 nødvendigvis fravige dem i Fachanforderungen for gymnasiesporet i G5 til G10, Sekundarstufe 1 gymnasiet. Men samtidig defineres i Fachanforderungen for Sekundarstufe 2, hvilke kompetencer eleverne skal have med i starten af 11. årgang.

Ifølge Fachanforderungen tilsigtes med undervisningen op til G11 en succesfuld overgang til gymnasieoverbygningen. Underviserne i gymnasiet er dog bundet af de obligatoriske indhold for G11 i Fachanforderungen. Ydermere pålægger Fachanforderungen undervisningen i gymnasiet at bestemte indhold i G11 skal behandles omfattende, hvis de ikke blev læst til slutningen af 10. årgang. Dvs. hvis bestemte ikke indhold ikke blev læst i F7 til F10, så medfører dette et øget fagligt pres på eleverne i G11.

Det anbefales derfor at de fremtidige læreplaner for fællesskolen så som meget som muligt tilnærmer kravene i Sekundarstufe 1 i Fachanforderungen, dog med særlig fokus på kernekompetencerne, der forudsættes i starten af G11. Som bidrag til samarbejdet mellem faggrupperne og til alle pårørendes orientering indgår disse kernekompetencer i dette fagcurriculum. Faggrupperne bør – til elevernes fordel – løbende i konstruktiv dialog arbejde på at overgangen fra F10 til G11 ikke kommer til at indebære et for voldsomt fagligt spring.

Kompetencerne indenfor de forskellige kompetenceområder for gymnasieoverbygningen (Sek II) er direkte oversat fra Fachanforderungen og formuleres som jeg-kan-formuleringer med mulighed for evaluering (trafiklys-afkrydsningssystem). På denne måde kan forventningerne løbende bevidstgøres i undervisningen og både lærerne og eleverne kan bruge listerne til evaluering hhv. selvevaluering i gymnasieuddannelsen. Eleverne kan beholde listen til senere afkrydsning, hvilket synliggør progressionen for dem selv, forældrene og læreren (aspekt for synlig læring).

KOMPETENCEOMRÅDE "UDVINDING AF ERKENDELSER"

Dette procesrelaterede kompetenceområde er stort set identisk for Sekundarstufte 1 og 2, dog med forskel på det faglige indhold og niveau.

Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering:
Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.

	Eleven kan ... / Jeg kan ...
Udvikle spørgsmål	<ul style="list-style-type: none"> formulere problemrelaterede spørgsmål på baggrund af min viden <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> for en problemstilling formulere spørgsmål, der fører til en handling eller en erkendelse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> ud fra vundne erkendelser udvikle nye spørgsmål <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Formulere hypoteser	<ul style="list-style-type: none"> formulere en hypotese til et givet spørgsmål <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> formulere hypoteser og modhypoteser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Udvikle og anvende undersøgelsesdesigns	<ul style="list-style-type: none"> opbyggende på en hypotese planlægge et undersøgelsesdesign <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> udvælge undersøgelsesmetoder, der passer til hypotesen og som kan levere resultater, der kan tolkes <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> ved behov gennemføre kontrolforsøg <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> bruge måleapparater til en forsøgsopstilling korrekt og foretage målinger ved at tage højde for sikkerhed <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> lave forsøgsbeskrivelser og opbygge forsøg <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> gennemføre målinger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> bortskaffe kemisk affald efter reglerne <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Foretage og dokumentere dataopsamling og databehandling	<ul style="list-style-type: none"> udvinde data i fb. med en undersøgelse og protokollere disse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> skelne mellem behandlede data (iagttagelser) og tolkning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> indføre vundne data i datatabeller, grafer eller diagrammer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> bruge matematiske metoder til databehandling og erkendelse af trends <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> bruge love, regelmæssigheder og teorier til at forklare fænomener <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> bruge vundne data til at kritisk at efterprøve undersøgelsesdesignet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> inddrage fejlkilder til at vurdere nøjagtigheden af en undersøgelse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Anvende modeller	<ul style="list-style-type: none"> forklare eksperimentelle resultater vha. givne modeller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> udvælge og anvende passende modeller til et spørgsmål <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> indordne og forklare funktionen af en model i fb. med et spørgsmål <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> gøre rede for at modeller udvikles af mennesker til at beskrive fænomener på submikroskopisk niveau <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> gøre rede for at modeller kun kan gengive bestemte egenskaber af originalen og derved simplificerer dennes kompleksitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> skelne mellem betragtnings- og tankemodeller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> erkende grænserne for en model i forhold til spørgsmålet/problemstillingen og tilpasse modellen <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> selv udvikle modeller til at anskueliggøre et fænomen og finde en forklaring <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>

KOMPETENCEOMRÅDE "KOMMUNIKATION"

Dette procesrelaterede kompetenceområde er stort set identisk for Sekundarstufte 1 og 2, dog med forskel på det faglige indhold og niveau.

Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering:
 Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.

	Eleven kan ... / Jeg kan ...
Udvælge informationer	<ul style="list-style-type: none"> • analysere givet information <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • vælge egnede kilder for information <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • vælge information fra forskellige kilder <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tjekke om information er brugbar og fuldstændig <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • få information ind i en egnet struktur og fremstillingsform <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • vurdere en informationskildes kvalitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Formidle informationer og resultater	<ul style="list-style-type: none"> • sætte fokus og vælge egnet information herfor <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • mål- og publikumsrettet vælge egnede fremstillings- og præsentationsformer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • formidle væsentlige informationer korrekt og publikumsrettet under brug af et passende fagsprog <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • planlægge og organisere udstillinger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • fremstille vundne data i datatabeller, grafer og diagrammer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • bruge matematiske metoder til databehandling og erkendelse af trends <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Argumentere	<ul style="list-style-type: none"> • indsamle og ordne argumenter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • udvælge passende argumenter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • udvikle egne argumenter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • strukturere en argumentationsproces <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • vurdere argumenters kvalitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • i en diskussion om en naturvidenskabelig problemstilling komme ind på andres argumenter og indordne disse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Korrekt brug af fag- og symbolsprog	<ul style="list-style-type: none"> • på passende vis i en situation beskrive naturvidenskabelige fænomener i uddannelsessproget og fagsproget <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • bruge fagsproget på et passende niveau <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • bruge symboler, diagrammer, formler og reaktionsskemaer til fremstilling af sammenhænge og processer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>

KOMPETENCEOMRÅDE "VURDERING" (BEWERTUNG)

Dette procesrelaterede kompetenceområde er stort set identisk for Sekundarstufte 1 og 2, dog med forskel på det faglige indhold og niveau.

Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering:
Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.

	Eleven kan ... / Jeg kan ...
Formulere og anvende vurderingskriterier	<ul style="list-style-type: none"> • nævne problem- og beslutningsområder, hvor kemien er relevant personligt og samfundsmæssigt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne relevante fakta for problem- og beslutningsområder <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • udlede og formulere vurderingskriterier til et problem- og beslutningsområde <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem værdier, normer, iagttagelser og fakta <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • bruge naturvidenskabelig kendskab til opvejning af kriterier og inddrage disse til at vurdere problem- og beslutningssituationer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Formulere handlingsoptioner	<ul style="list-style-type: none"> • ud fra vurderingskriterier udlede sagligt begrundede handlingsoptioner for problem- og beslutningssituationer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • sammenligne handlingsoptioner og motiver, der ligger til grunde herfor <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • ud fra disses vurderingskriterier udlede egne handlingsoptioner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>
Vurdere følger for handling	<ul style="list-style-type: none"> • udlede kort- og langvarige følger for min egen og andres handling <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • efterprøve, om der på passende vis blev taget højde for alle vurderingskriterier, handlingsoptioner og deres følger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem problemsituationer der kan løses og problemsituationer, hvor ingen af handlingsoptionerne fører til en løsning af problemet (dilemma) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • kan reflektere over egne og andre personers eller persongruppers beslutningsprocesser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/>

FAGLIGE KOMPETENCER TILORDNET KEMIENS FIRE BASISKONCEPTER

I efterfølgende sammenfattes forventningerne til elevernes kompetencer ifølge Fachanforderungen for Sekundarstufe 2, dvs. gymnasieoverbygningen. Her indgår også forventningerne til elevernes kompetencer lige i starten af G11 (og dermed slutningen af 10. årgang).

Efterfølgende i G11 til G13 skelnes mellem faglige indhold på grundniveau og højniveau. De sort skrevne indhold er obligatoriske for både grundniveau og højniveau, indholdet i den grå markedede tekst er kun obligatorisk for højniveau.

I G11 til G13 anbefales for hold med to ugentlige timer (sproglig, samfundsfaglig og æstetisk profil) konsekvent at holde sig til de faglige indhold på grundniveau, hvorigennem der dannes et bedre grundlag for at opfylde læreplanen indenfor den givne tidsramme.

For grundhold med særlig god læringsprogression kan aspekter fra højniveau inddrages. For hold med tre ugentlige timer (naturvidenskabelig profil) anbefales at inddrage passende aspekter fra højniveau. Hele højniveau-området kan kun nås med kemi som profilfag, som pt. ikke tilbydes på A. P. Møller Skolen.

I dette udkast af fagcurriculum formuleres forventningerne for G11 i gymnasieoverbygningen. Forventningerne for G12 og G13 følger løbende, mens de trinvist implementeres i skoleårene 2017/18 og 2018/19.

STOF-PARTIKEL-KONCEPT

I faget kemi betragtes materie på grundlag af dens stofmæssige sammensætning, såsom dens opbygning med atomer og byggesten af partikelgrupper. Betragtning- og forklaringsniveauerne for kemiske stoffer og partikler/byggesten skal på den ene side afgrænses og på den anden side hænge sammen (fx mikro- og makroniveau).

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering: Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.		
Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Stof-partikelkonceptet		
Forventede kernekompetencer fra Sekundarstufe 1 i starten af G11 (dvs. helst fra kemi-undervisningen i fællesskolen, men bør opfriskes i G11)		
Atomer har en differenceret opbygning	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive atomernes opbygning med egnede modeller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Skalmodel hhv. energittrinmodel Molekylær geometri: Elektronfrastødningsmodel
Elementer kan indordnes	<ul style="list-style-type: none"> • forklare elementernes indordning i periodesystemet vha. af atomets opbygning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Elementernes periodesystem
Atomer indgår bindinger	<ul style="list-style-type: none"> • vha. eksempler forklare den kemiske binding i salte, molekyler og metaller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • begrunde dannelsen af ioner vha. ædelgastilstanden hhv. oktetreglen <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne elektronegativitet som mål for et atoms evne til at tiltrække elektroner i bindinger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem polære og upolære elektronparbindinger i molekyler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem ioner, dipolmolekyler og upolære molekyler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • anvende min viden om materiens opbygning til at forudsige kemiske reaktioner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Ionbinding og iongitter Metalbinding Elektronparbinding Elektronegativitet
Organiske stoffer kan tilordnes stofklasser	<ul style="list-style-type: none"> • skelne mellem uorganiske og organiske stoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem alkaner og alkanoler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive og gøre rede for opbygningen af simple organiske stoffer med alkaner og alkanoler som eksempler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Stofklasser og deres funktionelle grupper (alkaner og alkanoler)

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Stof-partikelkonceptet		
Kompetencer for G11 (indføringsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Organiske stoffer kan tilordnes stofklasser vha. deres funktionelle grupper	<ul style="list-style-type: none"> • skelne mellem uorganiske og organiske stoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem stofklasserne i den organiske kemi <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive og gøre rede for den rumlige opbygning af organiske molekyler med alkaner og alkanoler som eksempel <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive og gøre rede for opbygningen af en homolog række (og strukturisomerien) med alkaner og alkanoler som eksempel <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • navngive udvalgte organiske forbindelser vha. af reglerne for den systematiske navngivning (IUPAC) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem vigtige naturstoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive og gøre rede for den rumlige opbygning af udvalgte funktionelle stoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Funktionelle grupper i den organiske kemi Homologe rækker (alkaner, alkanoler, carbonsyrer) Rumlighed Nomenklatur efter IUPAC (alkaner, alkener, alkanoler, alkanaler, alkanoner, carbonsyrer, estere) Naturstoffernes stofklasser Betragtning af udvalgte funktionelle stoffer (duftstoffer eller tensider/emulgatorer eller polymerer) Højniveau: Strukturisomeri
Alt efter bindingstype opstår forskellig intermolekylær vekselvirkning	<ul style="list-style-type: none"> • skelne imellem og begrunde van-der-Waals-kræfter, dipol-dipol-kræfter, hydrogenbindinger og ioniske tiltrækningskræfter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Intermolekylære kræfter

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Stof-partikelkonceptet		
Kompetencer for G12 og G13 (kvalifikationsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Organiske stoffer kan tilordnes stofklasser vha. deres funktionelle grupper	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive den stofmæssige sammensætning af proteiner, kulhydrater og fedtstoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne følgende naturstoffer på grundlag af deres strukturformler: Proteiner, kulhydrater, (glucose, fructose, saccharose, stivelse, cellulose), fedtstoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare opbygningen af makromolekyler af monomer-byggesten <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne kunststoffer på grundlag af deres syntese som polymere eller polykondensater <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare opbygningen af funktionelle stoffer og materialer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne enkelt-, dobbelt og tripelbindinger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive og forklare cis-trans-isomeri (Z/E-isomeri) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • navngive efter Cahn-Ingold-Prelog-systemet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne forskellige former for konstitutionsisomeri (enantiomeri, diastomeri) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Naturstoffer (proteiner, kulhydrater, fedtstoffer) Monomere Zwitterioner Peptidbinding: glykosidisk binding Mættede/umættede fedtsyrer Primær-, sekundær, tertiær og kvarternærstruktur Rumlig fremstilling af molekyler (fx Fischer- og Haworth-projektion) Funktionelle stoffer og materialer D- og L-aminosyrer hhv. D- og L-monosaccharider Nomenklatur efter CIP
Elektroner kan indtage forskellige energiniveauer	<ul style="list-style-type: none"> • forklare stofegenskaber (fx farve) på partikelniveau (mikroniveau) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare opbygningen af atomerne vha. den bølgemekaniske orbitalmodel <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive bølge-partikel-dualismen med elektroner og lys som eksempel <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Funktionelle stoffer og materialer Bølgemekanisk atommodel (orbitalmodellen)

STRUKTUR-EGENSKAB-KONCEPT

Kemiske stoffers egenskaber tolkes på grundlag af partiklernes/molekylernes opbygning og deres vekselvirkning med deres omgivelser, fx andre partikler/molekyler. Af disse egenskaber fremgår stoffers forekomst i naturen og anvendelsesmuligheder i teknologien.

På makroskopisk niveau (makroniveau) beskrives stoffernes egenskaber og kemiske reaktioners forløb. På submikroskopisk niveau (mikroniveau) beskrives intermolekylære vekselvirkninger, mesomere og induktive effekter (elektronforskydningseffekter) og reaktionsmekanismer.

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering: Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.		
Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Struktur-egenskab-koncept		
Forventede kernekompetencer fra Sekundarstufe 1 i starten af G11 (dvs. helst fra kemi-undervisningen i fællesskolen, men bør opfriskes i G11)		
Stoffers egenskaber kan tydes vha. bindingsmodeller	<ul style="list-style-type: none"> • tyde bindingstyperne ionbinding, elektronparbinding og metalbinding vha. elektronegativitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare saltets specifikke egenskaber vha. ioner, iongitre og elektrostatisk kræfter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare metaller specifikke egenskaber vha. konceptet for metalbindingen <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare saltopløsnings specifikke egenskaber vha. konceptet for hydratisering <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare stofegenskaber (opløselighed, blandbarhed, koge- og smeltetemperatur) vha. bindingstype hhv. intermolekylære vekselvirkninger (van-der-Waals-kræfter, dipol-dipol-kræfter, hydrogenbindinger) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Ionbinding Metalbinding Elektronparbinding
Der er en sammenhæng mellem stoffers egenskaber og struktur	<ul style="list-style-type: none"> • sammenfatte stoffer, der har lignende egenskaber og struktur, til stofklasser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • bruge elementernes periodesystem til at forudsige udvalgte strukturer og egenskaber <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Elementernes periodesystem
Stoffers egenskaber kan tydes vha. intermolekylære vekselvirkninger	<ul style="list-style-type: none"> • anvende konceptet for elektronegativitet til at forklare intermolekylære vekselvirkninger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare egenskaberne af molekylær opbyggede stoffer vha. de intermolekylær virkende kræfter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Konceptet for elektronegativitet Intermolekylære kræfter

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Struktur-egenskab-koncept		
Kompetencer for G11 (indføringsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Stoffers egenskaber kan tydes vha. strukturen og intermolekulære vekselvirkninger	<ul style="list-style-type: none"> • forklare udvalgte egenskaber for de organiske stofklasser vha. intermolekulær vekselvirkning (van-der-Waals-kræfter, dipol-dipol-kræfter, hydrogenbindinger) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare stofegenskaber med indflydelsen af de respektive funktionelle grupper i forhold til kædelængden <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • begrunde organiske molekylers reaktionsmuligheder vha. funktionelle grupper <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • udlede stoffers egenskaber ud fra deres struktur <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare sammenhænge mellem egenskaber og anvendelsen af vigtige organiske forbindelser (alkaner, alkanoler, carbonsyrer) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive sammenhænge mellem forekomst, anvendelse og egenskaber af vigtige naturstoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive sammenhænge mellem anvendelsen og egenskaber af udvalgte funktionelle stoffer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Funktionelle grupper i den organiske kemi Homologe rækker (alkaner, alkanoler, carbonsyrer) Naturstoffernes stofklasser Grundstruktur (Grundgerüst) og funktionelle grupper som basis for rumlighed Intermolekulære vekselvirkninger Betragtning af udvalgte funktionelle stoffer (duftstoffer eller tensider/emulgatorer eller polymerer)

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Struktur-egenskab-koncept		
Kompetencer for G12 og G13 (kvalifikationsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Stoffers egenskaber kan tydes vha. strukturen og/eller intermolekylære vekselvirkninger	<ul style="list-style-type: none"> • forklare organiske stoffers egenskaber på grundlag af mit kendskab til intermolekylære vekselvirkninger <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare brugsmaterialers (Werkstoff) egenskaber vha. af deres struktur og de virkende intermolekylære kræfter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • gøre rede for egenskaberne af makromolekylære stoffer (polysaccharider, proteiner, kunststoffer) på grundlag af deres molekylære struktur (kædelængde, forgreningsgrad, ...) og derved forklare deres praktiske betydning og anvendelse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare enantiomerien ved kemiske forbindelser med asymmetrisk substituerede kulstofatomer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • begrunde chirale forbindelsers optiske aktivitet vha. af enantiomerernes forskellige struktur <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Denaturering Tensider Det isoelektriske punkt og pufferegenskaber Analysemetoder til aminosyreblandinger Mutarotation D- og L-aminosyrer hhv. D- og L-monosaccharider, optisk aktivitet
Kemiske reaktioner i den organiske kemi kan betragtes ud fra forandringen af reagerende partikler	<ul style="list-style-type: none"> • skelne radikaler, elektrofile og nukleofile partikler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem reaktionstyperne substitution, addition, elimination og kondensation <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Reaktionsmekanismer
Konjugerede dobbeltbindinger foreligger i delokaliseret form	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive mesomerien vha. grænsestrukturer med elektronprikformler (Lewis-skrivemåde) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare stoffers egenskaber vha. mesomerimodellen (fx farve) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare mesomeri-effekter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Aromatiske systemers struktur (hybridisering) Mesomeri og dens repræsentation Benzol og udvalgte substitutionsprodukter Funktionelle stoffer og materialer
I aromatiske forbindelser har molekyler en særlig elektronstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • forklare den aromatiske tilstand vha. delokalisering og π-elektroner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • anvende Hückel-reglen til identificering af aromatiske forbindelser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Benzol og udvalgte substitutionsprodukter
Elektronfordelingen har indflydelse på et stofs reaktivitet	<ul style="list-style-type: none"> • forklare forskelle i reaktiviteten og reaktionsforløb vha. induktive og mesomere effekter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Benzol og udvalgte substitutionsprodukter

Strukturkendetegn kan påvises	• påvise strukturelle kendetegn vha. egnede analysemetoder <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
----------------------------------	--	--

DE KEMISKE REAKTIONERS KONCEPT

Ud fra udgangsstoffer (reaktanter) dannes der i løbet af kemiske reaktioner nye stoffer (produkter). De gennem tiltrækning- og frastødningskræfter indtrædende vekselvirkninger mellem partikler/molekyler danner et tolkningsgrundlag for kemiske reaktioner. Der skelnes mellem følgende kemiske reaktioner (til disse er også tilknyttet udveksling af energi):

Syre-base-reaktioner beskrives som protonoverførsler. **Redoxreaktioner** beskrives som elektronoverførsler. **Ligevægtsreaktioner** er reversible reaktioner, der kan føre til en ligevægtstilstand.

Ved kinetiske sammenhænge betragtes tidsforløbet og udbyttet af kemiske reaktioner. På makroniveau beskrives både kvalitativt og kvantitativt tidsafhængige koncentrationsændringer indtil opnåelsen af ligevægtstilstanden. Desuden betragtes reaktionshastigheden, mulighed for dens påvirkning, massevirkningsloven, syre-base-ligevægte, redoxligevægte og påvirkning af ligevægtskoncentrationer. Reaktioner i den organiske kemi kan tolkes vha. mekanistiske betragtninger.

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering: Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.		
Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
De kemiske reaktioners koncept		
Forventede kernekompetencer fra Sekundarstufe 1 i starten af G11 (dvs. helst fra kemi-undervisningen i fællesskolen, men bør opfriskes i G11)		
Kemiske reaktioner kan differentieret forklares på partikelniveau	<ul style="list-style-type: none"> • forklare dannelsen af ioner vha. elektronoverførsel <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • definere oxidation som afgivelse af elektroner og reduktion som optagelse af elektroner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Dannelse af ioner Redoxreaktioner som elektronoverførselsreaktioner Ædle og uædle metaller Udvinning af metaller Redoxreaktioner med elektrolyse og galvaniske elementer som eksempel
Kemiske reaktioner kan systematiseres	<ul style="list-style-type: none"> • forklare syre-base-reaktioner som protonoverførselsreaktioner vha. konceptet for elektronegativitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • anvende konceptet for redox-reaktioner og protonoverførselsreaktioner på reaktioner af syrer/sure opløsninger med metaller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Syre-base-reaktioner efter Brønsted Syrer, baser, sure opløsninger, basiske (alkaliske) opløsninger, neutralisation

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
De kemiske reaktioners koncept		
Kompetencer for G11 (indføringsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Donator-acceptor-koncept		
Syre-base-reaktioner efter Brønsted er protonoverførsler	<ul style="list-style-type: none"> • tyde syre-base-reaktioner som protonoverførselsreaktioner efter donator-acceptor-princippet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne definitionen for pH <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive pH-værdien kvalitativ som mål for indholdet af hydrogenioner/oxonium i en vandig opløsning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Carbonsyrer
Redoxreaktioner	<ul style="list-style-type: none"> • tyde redoxreaktioner som elektronoverførselsreaktioner efter donator-acceptor-princippet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • anvende mit kendskab om redox-reaktioner på alkanoler og deres oxidationsprodukter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Organiske forbindelsers reaktionsadfærd
Ligevægtskoncept		
Elektrokemiske reaktioner er redoxreaktioner	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive og forklare redoxreaktioners reversibilitet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • begrunde, at elektrokemiske reaktioner er redoxreaktioner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne grundprincipperne for galvaniske celler og akkumulatorer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Redoxreaktioners reversibilitet Redoxreaktioner som elektrokemiske reaktioner Grundprincipper for galvaniske elementer og akkumulatorer

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
De kemiske reaktioners koncept		
Kompetencer for G12 og G13 (kvalifikationsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Donator-acceptor-koncept		
Syre-base-reaktioner efter Brønsted er protonoverførsler	<ul style="list-style-type: none"> • gøre rede for syre-base-teorien efter Brønsted <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • opstille korresponderende syre-basepar <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • anvende begrebet oxonium <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem stærke og svage syrer hhv. baser vha. deres pK_S-værdier og pK_B-værdier <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare neutralisationsreaktionen <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive syre-base-indikatorers funktion <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive syre-base-indikatorer som svage Brønsted-syrer hhv. -baser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tyde puffersystemer kvalitativt vha. Brønsted-syre-base-teori <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive aminosyrer i deres zwitterion-struktur <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Carbonsyrer Aminosyrer Fedtsyrer Luftforurenende stoffer og deres påvisning Havforsuring Jordbundsanalyser
Protonoverførsler kan betragtes matematiske	<ul style="list-style-type: none"> • forklare sammenhængen mellem vands autohydrolyse og pH-værdien <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne definitionen for pH-værdi <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive syrekonstanten som speciel ligevægtskonstant <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare pK_S-værdiens betydning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive basekonstanten som speciel ligevægtskonstant <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare pK_B-værdiens betydning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	
Uædle metaller reducerer ionerne af ædle metaller	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive korresponderende redoxpar vha. oxidationstallet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • redegøre for opbygningen af galvaniske celler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • redegøre funktionen af galvaniske celler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • redegøre for opbygningen af elektrolyseceller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • redegøre for princippet ved elektrolyse <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tyde elektrolyse som det omvendte af det galvaniske element <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne principielle forskelle mellem batterier, 	Galvaniske celler Akkumulatorer Fordele og ulemper ved forskellige elektrokemiske strømkilder Elektrokemisk udvinding af stoffer – elektrolyse (elektrolyse som påtvunget redoxreaktion, sammenligning galvanisk

	akkumulatorer og brændselsceller <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	element – elektrolyse) Elektrokemisk korrosion
Elektronoverførsler kan betragtes matematiske	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive det elektriske dobbeltlag som redoxligevægt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive den galvaniske celle som kobling mellem to redoxligevægte <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne definitionen og betydningen af standardpotentialet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive standardpotentialets koncentrationsafhængighed vha. den forenkede Nernstligning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive overspænding ved elektrokemiske reaktioner som reel afvigelse fra beregnede værdier <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Nernstligningen Kvantitative aspekter ved elektrokemiske processer
Ligevægtskoncept		
Carbonsyrer er svage syrer	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive og forklare den kemiske ligevægt på stof- og partikelniveau (makro- og mikroniveau) som dynamisk ligevægt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive syrekonstanten som en speciel ligevægtskonstant <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare pK_S-værdiens betydning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem svage og stærke syrer vha. pK_S-værdier <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive basekonstanten som speciel ligevægtskonstant og forklare pK_B-værdiens betydning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • skelne mellem svage og stærke syrer hhv. svage og stærke baser vha. pK_S- og pK_B-værdierne <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive syre-baseindikatorer som svage Brønsted-syrer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tilnærmelsesvis forudsige pH-værdier på grundlag af pK_S-værdier ved givne koncentrationer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Kemisk ligevægt Massevirkningsloven Påvirkning af ligevægtsreaktioner (Le Chateliers princip) pH-værdi, pK_S -værdi pK_B -værdi
Ved den kemiske ligevægt finder frem- og tilbagereaktion sted uden at medføre en brutto-forandring	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive og forklare den kemiske ligevægt på stof- og partikelniveau som dynamisk ligevægt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Fx carbonsyrer som svage syrer eller esthersyntese
For et reaktionssystem i kemisk ligevægt kan reaktanter og	<ul style="list-style-type: none"> • formulere massevirkningsloven <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • kan give udsagn om ligevægtens beliggenhed vha. ligevægtskonstanten <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare at katalysatorer accelererer 	Fx carbonsyrer som svage syrer eller esthersyntese

<p>produkters stofmængder beregnes</p>	<p>indstillingen af en kemisk ligevægt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></p>	
<p>Ligevægtens beliggenhed kan ændres ved ydre påvirkning</p>	<ul style="list-style-type: none"> • anvende Le Chateliers princip <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	<p><i>Den indholdsmæssige tilknytning er ikke angivet her; det skoleinterne fagcurriculum håndterer detaljerne.</i></p>
<p>Ligevægtsreaktioner spiller i naturlige og tekniske processer en vigtig rolle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive vands autohydrolyse som ligevægtsreaktion <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare sammenhængen mellem vands autohydrolyse og vands pH-værdi <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive puffersystemer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • sammenligne syre-base- og redoxreaktioner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • få fat i at donator-acceptor-reaktioner er kemiske ligevægte <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • K_b basekonstanten som speciel ligevægtskonstant <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare pK_b-værdiens betydning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tolke puffersystemer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • tyde pufferligevægte kvantitativ som syre-base-ligevægte <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	
<p>Elektrokemiske reaktioner kan tydes som ligevægtsreaktioner</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive galvaniske celler som kobling mellem to redoxligevægte <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne de principelle forskelle mellem batterier, akkumulatører og brændselsceller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • nævne definitionen og betydningen for standardelektrodepotentialet <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive standardpotentialets koncentrationsafhængighed vha. Nernstligningen <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	<p>Galvaniske celler</p> <p>Fordele og ulemper ved forskellige elektrokemiske strømkilder</p> <p>Eksempler for akkumulatører og brændselsceller</p> <p>Elektrodepotentialer, potentialforskelle</p> <p>Elektrodepotentialets koncentrationsafhængighed</p> <p>Nernstligningen</p> <p>Kvantitative aspekter ved elektrokemiske processer</p>

Mekanistiske betragtninger		
<p>Kemiske reaktioner i den organiske kemi kan betragtes som ændringer i reagerende partikler. De forløber tit i flere enkelttrin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive reaktionsmekanismer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive reaktionsmekanismer ved dannelsen af makromolekyler <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	<p>Reaktionsmekanismer</p>
<p>Elektronfordelingen påvirker et stofs reaktivitet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • forklare forskelle i reaktivitet og reaktionsforløb vha. induktive og mesomere effekter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	<p><i>Den indholdsmæssige tilknytning er ikke angivet her; det skoleinterne fagcurriculum håndterer detaljerne.</i></p>
<p>Syntesen af stoffer forudsætter detaljeret kendskab af synteseveje på baggrund af reaktionsmekanismer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • anvende kendte reaktionsmekanismer på at forstå syntesetrinnene for ønskede produkter <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • planlægge synteser inklusive de nødvendige reaktionsbetingelser på baggrund af kendte mekanismer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	<p>Funktionelle stoffer og materialer</p>

ENERGI-KONCEPT

Ved kemiske reaktioner ændres reaktionssystemets indhold af energi vha. udskiftning af energi med omgivelserne. Energetiske fænomener ved kemiske reaktioner kan føres tilbage til at en del af energien, der er bundet i kemiske stoffer, bliver omdannet til andre energiformer. Energi-basiskonceptet opklarer, i hvilken retning en kemisk reaktion forløber og i hvilket omfang den styres af temperaturændringer. På mikroniveau byder det på modeller for kemiske bindinger til forklaring af målbare energetiske tilstande og omsætninger.

Indholdsmæssig fokus er entalpi, entropi, fri entalpi, mesomerienergi, aktiveringsenergi og katalyse.

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fyld ud med kryds 1 ved første evaluering og med et andet symbol ved senere evaluering: Rød – kan jeg ikke endnu / har jeg ikke forstået endnu, orange – kan jeg delvis / halvt forstået, grøn – kan jeg / har jeg forstået.		
Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Energi-koncept		
Forventede kernekompetencer fra Sekundarstufe 1 i starten af G11 (dvs. helst fra kemi-undervisningen i fællesskolen, men bør opfriskes i G11)		
Ved kemiske reaktioner omdannes energi	<ul style="list-style-type: none"> kan vha. et energidiagram skitsere forløbet for exoterme og endoterme reaktioner <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Stoffers energiindhold Energidiagrammer
Atommodeller kan betragtes energetiske	<ul style="list-style-type: none"> beskrive vha. ioniseringsenergien at elektroner i et atom kan skelnes ved deres energiindhold <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> udlede ioniseringsenergien fra opbygningen af atomets skaller <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Ioniseringsenergi
Betydningsfulde processer kan betragtes energetiske	<ul style="list-style-type: none"> beskrive aktiveringsenergien som energi, der skal bruges til at sætte stoffer i en reaktionsklar tilstand <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> beskrive indflydelsen af en katalysator på aktiveringsenergien <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> beskrive omdannelsen af kemisk til elektrisk energi og omvendt <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Katalysatorer Redoxreaktioner

Grundlæggende sammenhænge for dette basiskoncept	Indholdsmæssige kompetencer Eleven kan ... / Jeg kan ...	Obligatoriske indhold
Energi-koncept		
Kompetencer for G11 (indføringsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Ved kemiske reaktioner iagttager man ved siden af en omsætning af stoffer også altid en omsætning af energi	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive varmen, der afgives/optages ved kemiske reaktioner under konstant tryk som reaktionsentalpi <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • forklare princippet for entalpi-minimum <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Energetiske betragtninger af forbrændingsreaktioner Energibærere og energiprocesser
Bindingsmodeller kan betragtes energetiske	<ul style="list-style-type: none"> • forklare kemiske reaktioners energibudget gennem opbrydning og dannelse af kemiske bindinger og ophævnning og dannelse af intermolekylær vekselvirkning <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Kemiske reaktioners energibudget
Vedvarende (alternative) energiformer bliver brugt til at stille energi til rådighed	<ul style="list-style-type: none"> • vurdere brugen af vedvarende energiformer <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Sammenligning af fossile brændstoffer og vedvarende energiformer
Kompetencer for G12 og G13 (kvalifikationsfasen i Sekundarstufe 2, gymnasieoverbygningen)		
Elektrokemiske reaktioner kan betragtes energetiske	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive og forklare elektrokemiske oplagings- og omdannelsesprocesser <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Energetiske betragtning af oplagring og omdannelsesprocesser
Udover reaktionsentalpi bestemmer reaktionsentropien forløbet for en kemisk reaktion	<ul style="list-style-type: none"> • beskrive entropi som mål for den jævne fordeling (uorden) af energi og partikler i et system <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • redegøre for vekselspillet mellem entalpi og entropi som kriterium for det frivillige (spontane) forløb af kemiske reaktioner (princip for entropimaksimum) <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> • beskrive tiltagning af entropi som devaluering af energi <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Indre energi, reaktionsenergi og reaktionsentalpi Termodynamikkens 1. og .2 lov. Reaktionsentropi
Kemiske reaktioners frivillige (spontane) forløb kan udledes af den frie reaktionsentalpi	<ul style="list-style-type: none"> • nævne Gibbs-Helmholtz-ligningen som sammenhæng mellem entalpi og entropi i et system <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> 	Fri reaktionsentalpi Gibbs-Helmholtz-ligningen

5. FAGGRUPPENS / FAGGRUPPERNES AFTALER

Ifølge Fachanforderungen skal fagcurriculum for faget kemi konkret indeholde aftaler om følgende:

Undervisningen

- Undervisningsforløbenes rækkefølge, tidspunkt og varighed
- Undervisningsforløbenes bidrag til tilegnelse og udvidelse af de procesrelaterede kompetencer og opbygningen af basiskoncepterne
- I fb. med valgfag om kontekst for at undgå faglige dupliceringer
- Arbejdet på tværs af fag og emner
- Former for differentiering
- Inddragelse af læringsmuligheder og projekter udenfor skolen

Fagsprog

- Fastlæggelse af ensartede betegnelser og begreber; ensartet formelsprog
- Muligheder for gennemgående sprogdannelse

Fremme og udfordre

- Forslag for tilbud for særlig præstationsstærke, motiverede hhv. præstationssvage elever
- Tiltag for elever med højt behov for støtte såvel for særligt begavede elever
- Tiltag for elever med forskellige færdigheder og interesser
- Udformning og indre differentiering
- Tilbud for særligt interesserede elever udenfor skolen

Sikring af basisviden, bæredygtighed

- Tiltag til sikring af viden, der skal kunne gengives fra hukommelsen uden opslagsværker som kemibøger og leksika

Medie-, undervisnings- og læringsmateriale

- Anskaffelse og brug af eksperimentelt udstyr og elektroniske medier
- Inddragelse af digitale medier i undervisningen

Bedømmelseskriterier (Leistungsbewertung)

- Principper for bedømmelse og for udformning af "Leistungsnachweise"

Evaluerings og videreudvikling

- Regelmæssig evaluering og videreudvikling af aftaler
- Regelmæssige aftaler om behov for videreuddannelse

Siden åbningen af A. P. Møller Skolen i året 2008 blev der udviklet en betydelig del af ovenstående emner. De følgende kapitler er et opgør af status. Situationen skal dog løbende evalueres og videreudvikles, fx ved faggruppemøderne flere gange per skoleår.

Undervisningsforløbenes rækkefølge, tidspunkt og varighed i indføringsfasen, G11

Faggruppen har aftalt at alle hold i G11 arbejder med indføringsfasens tre obligatoriske emner i følgende rækkefølge:

Kemi og Liv

Kemi og Energi

Kemi og funktionelle stoffer og materialer

Varigheden er som udgangspunkt ca. 12 uger per emne og kan efter ny aftale og ved behov efterjusteres af faggruppen. Grundet aflysninger kan der opstå mindre forskydninger mellem holdenes starttidspunkt for et emne på op til 1-3 uger. Med denne synkronisering opnås et bedre grundlag for elevernes profilskift i løbet af første semester i G11.

Desuden aftales på hvilket tidspunkt i den treårige gymnasiefase der undervises i følgende centrale faglige indhold. Disse kan med fordel flettes ind i indføringsfasens og kvalifikationsfasens overordnede temaer.

Fagligt indhold	Aftalt tidspunkt
<p>Støkiometri (mængdeberegninger)</p> <p>Beregninger hhv. beregningsskemaer med størrelserne m, n og M og ligningen $m = n \cdot M$</p> <p>Formel og aktuel stofmængdekonzentration med størrelserne c, n og V og ligningen $c = n/V$</p>	<p>I G11 med emnet Kemi og Energi, men tages op igen til opfriskning og fordybelse senere.</p> <p>I G11 med emnet Kemi og Liv, fx sammen med syre-base-teori og titrering, men tages op igen til opfriskning og fordybelse senere.</p> <p>Støkiometri opfriskes og uddybes i G12/G13 i fb. med Kemi og Energi og Kemi og Miljø (her især den obligatoriske del Analytik).</p>
Kemisk ligevægt og massevirkningslov	<p>I G11 grundprincippet for kemisk ligevægt (reversibel reaktion, ligevægt, Le Chateliers princip) (med fordel i fb. med syre-base-reaktioner i emnet Kemi og Liv i fb. med akkumulatorer i emnet Kemi og Energi).</p> <p>Fordybelse af kemisk ligevægt og massevirkningslov i G12/G13 i fb. med emnet Biomolekyler, Kemi og Energi og Kemi og Miljø.</p>
pH-værdi, pK_s -værdier, pK_B -værdier	<p>I G11 definition af pH-værdi sammen med syre-base-reaktioner.</p> <p>I G12/G13 fordybelse af syre-base-reaktioner og pK_s i sammenhæng med pH i fb. med Biomolekyler og Emnet Kemi og Miljø.</p>
Reaktionsmekanismer	<p>I G11 med emnet "Kemi og Liv" (fx addition).</p> <p>I G12/G13 opfriskes og uddybes reaktionsmekanismer i fb. med emnet Biomolekyler og Kemi og funktionelle stoffer og materialer.</p>
Mesomeri	I G12/G13 indenfor emnet Biomolekyler og/eller Kemi og funktionelle stoffer og materialer.
Højniveau: Induktiv effekt	I G12/G13 indenfor emnet Biomolekyler og/eller Kemi og funktionelle stoffer og materialer.

Obligatoriske indhold i G11 (temaer)

Emnet Kemi og liv i G11 (ca. 12 uger)

- Grundlag for stofklassernes systematik
 - Funktionelle grupper i den organiske kemi
 - Homologe rækker (alkaner, alkanoler, carbonsyrer)
- Konstitutionsisomeri (strukturisomeri)
 - Nomenklatur efter IUPAC reglerne (alkaner, alkanoler, alkanaler, alkanoner, carbonsyrer, estere)
- Sammenhæng mellem struktur og egenskab
 - Funktionelle grupper
 - Rumlig opbygning
 - Intermolekylær vekselvirkning
 - Reaktionsadfærd (addition til dobbeltbindinger, forestring, syre-base-reaktioner)
 - Mindst én reaktionsmekanisme, fx elektrofil addition (idet kemi undervises fra G11 til G13)
- Eksemplarisk betragtning af betydningsfulde stofklasser ved naturstofferne
 - Kulhydrater, lipider, proteiner
 - Betragtning af strukturer og tilknyttede egenskaber
- Reaktionen
 - Peptid-reaktioner
 - Forestring
 - Kondensationsreaktioner med monosaccharider
 - Syre-base-reaktioner med aminosyrer som eksempel

Emnet Kemi og energi i G11 (ca. 12 uger)

- Sammenlignende betragtninger af energetiske processer i forskellige kontekster
 - Energetiske betragtninger af forbrændingsreaktioner: Energiformer og energibudgetter, tydning vha. bindingsenergi og partikelbevægelse
- Redox-reaktioner som elektrokemiske reaktioner
 - Redoxreaktioner som elektronoverførselsreaktioner
 - Grundprincipper for galvaniske celler og akkumulatorer
 - Højniveau: Reaktionen reversibilitet med redoxreaktioner som eksempel, muligheder for reaktionsstyring
- Vurderingskriterier for energiformer og energiprocesser med muligheder for bæredygtig udvikling som perspektiv
 - Sammenlignende betragtninger af forbrændingsreaktioner og elektrokemiske reaktioner
 - Sammenligning: Fossile brændstoffer og vedvarende (alternative) energiformer

I dette emne indgår med fordel støkiometri (mængdeberegninger) som centralt fagligt indhold i kemien.

Emnet Kemi og funktionelle stoffer og materialer i G11 (ca. 12 uger)

- Produkter på basis af funktionalitet
 - Udarbejdelse af tolkninger for struktur-egenskabs-relationer på forskellige systemplan (fra en genstands eller et stofs egenskaber på makroniveau til molekylære betragtninger på mikroniveau; indflydelse af partikelstørrelsen såsom omgivelsesbetingelser)
 - Duftstoffer eller tensider eller emulgatorer eller polymerer
- Tolkning af stofegenskaber ved det udvalgte eksempel om strukturer og vekselvirkninger
- Synspunkter for bæredygtighed ved vurderingen af produkter og produktionsprocesser
 - Energibudgetter

Undervisningsforløbenes rækkefølge, tidspunkt og varighed i kvalifikationsfasen, G12 og G13

Faggruppen har aftalt at alle hold i G12 og G13 arbejder med kvalifikationsfasens fire obligatoriske overordnede emner i følgende rækkefølge, såsom indføring af :

Biomolekyler

- Biokemiske aspekter ved sundhed og ernæring
- Levnedsmidlers- og naturstoffers kemi (proteiner, kulhydrater, lipider)
(med kemisk ligevægt og massevirkningslov, pH, pK_s)
(med reaktionsmekanismer, mesomeri, evt. induktiv effekt og relevante aspekter i foregående)

Kemi og energi

- kemiske grundlag for energikoncepter
- kemisk udvinding af strøm
- stortekniske processer
- korrosion
(med opfriskning og fordybelse af støkiometri og kemisk ligevægt)

Kemi og funktionelle stoffer og materialer

- aromatiske forbindelser og farvestoffer eller polymerkemi eller vaske- og rensningsmidler, kosmetisk kemi eller kemi og medikamenter
(obligatorisk fokus på sammenhængen mellem struktur og egenskaber, med inddragelse af relevante aspekter i foregående)

Kemi og miljø

- analytiske metoder
- atmosfærekemi eller vand- og havkemi eller agrarkemi
(med kemisk ligevægt og massevirkningslov, pH, pK_s, vedligeholdelse af støkiometri)

Derved sikres at elever, der givetvis gentager en årgang i løbet af kvalifikationsfasen kommer igennem alle emnerne i faget, også ved lærerskift. Varigheden varierer alt efter valgt fokus indenfor emnerne og behøver ikke at være koblet til semestrenes varighed.

Emnerne skal inddrage eksperimentelt design og en stigende grad af matematisering i løbet af kvalifikationsfasen.

Udover de obligatoriske dele er der valgfrihed for fokustemaer. Eleverne bør inddrages i valget.

Faggruppen træffer desuden aftaler om følgende:

Undervisning

Nødvendige aftaler om udformning af undervisningsforløb i de forskellige profiler

Ved valget af temaer er der en del fleksibilitet, hvor underviseren kan tage højde for profilernes særlige interesser og fokus. Desuden indgår aftaler fra profilteamsamarbejdet for en givet klasse.

Undervisningsforløbenes bidrag til tilegnelse og udvidelse af de procesrelaterede kompetencer og opbygningen af basiskoncepterne

Ved at organisere en alsidig undervisning sikres at kemiundervisningen bidrager til udvikling af de procesrelaterede kompetencer. Opbygningen af basiskoncepterne sker vha. af temaernes forskellig fokus og regelmæssig drøftelse af basiskoncepterne i den almindelige undervisning.

Arbejdet på tværs af fag og emner

Der foregår løbende et aktivt samarbejde og dialog mellem naturfagernes undervisere. Faggrupperne gør sig umage med at planlægge temaernes rækkefølge i fagene således at der opnås den bedst mulige tidsmæssige overlapning. Desuden samarbejdes der i tre forskellige fag i profilteamsamarbejdet og i fb. med profilstudieuger.

Inddragelse af læringsmuligheder og projekter udenfor skolen

Muligheder for læring og projekter udenfor skolen i faget kemi er fx feltarbejde i nærområdet (fx Slien) og besøg af virksomheder i gåafstand (vandværket, rensningsanlægget). Desuden organiseres ekskursioner til universiteter (fx Institut for Kemi, Nanoscience ved Århus Universitet).

Fagsprog

Fastlæggelse af ensartede betegnelser og begreber; ensartet formelsprog

Ensartede betegnelser og begreber og et ensartet formelsprog opstår ved at klasserne arbejder med de samme lærebogssystemer (især Isis Kemi, Aurum) og ved at underviserne deler forsøgsvejledninger.

Aftaler vedrørende gennemgående sproglig uddannelse

Utilstrækkelig sproglig kompetence er en af de væsentlige årsager for en fiasko i skolen. Især i naturvidenskaberne medfører en mangel på uddannelsessprog og fagsprog til, at eleverne har svært ved at opnå nye erkendelser og at eksisterende forståelse ikke kan formuleres på passende vis (se Leitfaden zu den Fachanforderungen Chemie, 2017, s. 60.). Derfor er sproglig dannelse også en vigtig del af undervisningen i faget kemi. Institutionens og undervisningens sprog er dansk, men der kan til tider bruges engelske eller tyske medier.

Der skelnes tre sproglige niveauer: Hverdagssprog, uddannelsessprog og fagsprog. Karakteristiske forskelle vises i trekanten forneden. I faget kemi er det nødvendigt at benytte sig af et sprog, der er tydeligt forskelligt fra hverdagssproget. Et vigtigt mål for undervisningen er at eleverne i stigende grad bliver i stand til at læse og forstå tekster med fagsprog. Desuden bør eleverne i stigende grad lære at kommunikere mundtligt vha. et uddannelsessprog, og skriftligt vha. et fagsprog. Hverdagssproget inddrages for netop at fremme denne udvikling med læring af fagbegreber og ny forståelse.

- ikke situationsafhængig
- hovedsageligt skriftligt
- fagbegreber, fagsystematik
- fagsproglige formuleringer

"Ved opløsning af fast natriumhydroxid i vand frisættes bevægelige, hydratiserede natrium- og hydroxidioner. Derved afgives hydratiseringsenergi som omdannes til termisk energi."

- ikke situationsafhængig
- hoved- og ledsætninger
- mundtligt, delvis skriftligt

"Når fast natriumhydroxid opløses, bliver ionerne omgivet af vandpartikler og vandet bliver varmere."

- situationsafhængig
- dialogisk (samtale)
- få hovedord
- mundtligt

"... det opvarmer sig, hvis jeg smider det ind. Det opløser sig ..."



Faget kemi indeholder en yderligere sproglig udfordring ved at der indgår et symbolsprog. Dette anvendes i forbindelse med atomsymboler, kemiske formler og beregninger. Eleverne lærer et symbolsprog, der især anvendes skriftligt, men inddrages både i den mundtlige og skriftlige kommunikation. Symbolsproget er altså del af uddannelses- og fagsproget i kemi.

Fremme og udfordre

Forslag for tilbud for særligt præstationsstærke, motiverede hhv. præstationssvage elever. Tiltag for elever med et højt behov for støtte såsom for særligt begavede elever. Tiltag for elever med forskellige færdigheder og interesser. Udformning af den indre differencering. Tilbud udenfor den almindelige undervisning for særligt interesserede elever

Der arbejdes med differenceret undervisning, der tilgodeser motivationsniveau og både præstationsstærke og præstationssvage elevers behov. Desuden tilbydes en science gruppe med fokus på Slien og lektiecafé i faget kemi. Der tilbydes løbende at støtte deltagelse i science camps og kemiolympiader. Ydermere har særligt interesserede elever mulighed for at lave eksperimenter og modtage særlig vejledning i fb. med 13. årgangsopgaven og Besondere Lernleistung. For sidstnævnte anbefales deltagelse i et studieretningsprojekt (SRP) på et af universiteterne i Danmark.

Sikring af basisviden, bæredygtighed

Tiltag til sikring af viden, der skal kunne genkaldes uden opslagsværker som kemibøger eller leksika

Basisviden defineres klart ved brug af kompetencematrixen i delen om fakta og grundviden. Denne gennemgås i undervisningen og efterspørges i tests og klausurer.

Medie-, undervisnings- og læremateriale

Anskaffelse af udstyr til eksperimenter og elektroniske medier

Skolens kemisamling har været meget veludstyret siden skolens åbning 2008, men sidenhen blev der målrettet købt nyt udstyr. Idet samlingens budget er ret begrænset blev der skaffet midler vha. ansøgninger til mere bekosteligt nyt udstyr. En betydelig del af måleudstyret er elektronisk og en mindre del kan styres via computer. Faggruppen kemi samarbejder med faggruppen biologi og fysik om at opbygge et wifi-baseret dataloggersystem.

Inddragelse af digitale medier i undervisningen

I faget kemi kan digitale medier bruges i fb. med forskellig software, fx ChemSketch, D-GISS eller CHE Mac Win til farevurderinger af kemiske stoffer og forsøg, OpenOffice Calculatur eller Excel til regneark, Logger Lite til dataloggersystemet og i nogle tilfælde egnede film eller filmclips.

Bedømmelseskriterier for bidrag til undervisningen og klausurer

Underviserne er forpligtede til at informere elever og forældre om kriterierne for bedømmelsen, der ligger til grunde for karaktergivningen. Dette sker i begyndelsen af skoleåret og fastholdes i det grønne hæfte. Nedenstående tekst (som overvejende er en oversættelse fra Fachanforderungen) indeholder vigtige informationer om kriterierne for bedømmelsen og underviseren kan ved starten af skoleåret formidle indholdet hhv. læse teksten op. Kilden for denne tekst er fagcurriculum for faggruppen kemi, der er tilgængelig for download fra A. P. Møller Skolens hjemmeside.

Grundlag for bedømmelse og vurdering af præstationer er underviserens iagttagelser af elevernes handling. Ved bedømmelse forstås en kritisk, værdsættende og individuel tilbagemelding på grundlag af de kompetencebaserede kriterier. Herved er diagnose og feed-back under hensyntagen af elevens individuelle læringsproces i fokus. En bedømmelse kan således udledes fra iagttagelse, der orienterer sig ved kriterier. Grundlæggende skal følgende kompetenceområder tilpas indgå i bedømmelsen: Faglig viden og forståelse / udvinding af erkendelser / kommunikation / vurdering.

Bedømmelsesformer skal derfor være målrettet til at underviseren kan evaluere, om eleven har levet op til forventningerne for kompetencerne hhv. læringsmålene. Kontrol af læringssuccesser skal give eleverne mulighed for gentagende og i skiftende sammenhænge at vise deres erhvervede kompetencer.

Elever modtager tilbagemeldinger til deres læringsproces og deres aktuelle faglige standpunkt, der har betydning for elevens selv vurdering. Tilbagemeldingerne skal også indeholde anbefalinger til de næste trin i elevens individuelle læring og udvikling. Samtidig skal resultaterne fra den løbende evaluering give underviserne mulighed for at evaluere målsætningen og metoden af deres egen undervisning.

For at kunne tage højde for elevernes forskellighed i præstation, personlighed og hele spektret af præstationsmuligheder, skal bedømmelsen inddrage undervisningen forskellige felter:

Undervisningssamtaler

- Deltagelse i undervisningssamtaler med videreførende spørgsmål
- Formuleringer af hypoteser og problemstillinger
- Anvendelse af fagsprog og modeller

Opgaver og eksperimenter

- Formuleringer af hypoteser og problemstillinger
- Organisation, bearbejdning og gennemførelse
- Formulering af fremgangsmåder, iagttagelser, resultater
- Udledning af konklusioner og regelmæssigheder

Dokumentation

- Samling af materialer
- Anvendelse af fagsprog og modeller
- Nedskrivning af noter passende til undervisningens krav
- Dokumentation af forsøgsresultater og opgaver
- Udarbejdelse af læringsdagbøger og portfolios

Præsentation

- Mundtlig og skriftlig præsentation af arbejdsresultater
- Korte foredrag og referater
- Anvendelse af fagsprog og modeller
- Præsentation af bidrag til konkurrencer

Skriftlig kontrol

- Tests, der ikke må vare mere end 20. minutter og går ud over det rent gengivende (dvs. første taksonomiske) niveau.

Underviseren sørger for at eleverne modtager kriterieorienteret feed-back for deres bidrag til undervisningen. Desuden sørger underviseren for kriteriernes transparens (fx vha. kompetencematricer), hvilket kan ske ved at inddrage læringsgruppen i udarbejdelsen af kriterierne. Ansvar for bedømmelsen ligger dog hos underviseren.

Idet bidrag til undervisningen vægter mere end klausurer, skal vægtningen af de forskellige former for bidrag til undervisningen være transparente.

Dokumentation for præstationsevne (Leistungsnachweis)

Denne del af bedømmelsen er klausurer og skriftlige klausurerstatningsopgaver i hht. "Klassenarbeitserlass". Tests på under 20. minutter gælder ikke som klausur eller klausurerstatning.

Klausurer skal laves således at de er en passende forberedelse til mundtlig og skriftlig studentereksamen. Ved fremstilling af klausurer skal der derfor tages højde til følgende:

Ifølge de i Fachanforderungen formulerede mål skal der sikres at der i klausurer på passende vis både tages højde for indholdsmæssige (faglige) kompetencer og procesrelaterede kompetencer (udvinding af erkendelser og faglige metoder, kommunikation, vurdering og refleksion).

Klausuren sættes sammen af flere opgaver, der som regel kan bearbejdes uafhængigt fra hinanden. Hver af disse opgaver kan opdeles i delopgaver, men må ikke stå sammenhængsløst ved siden af hinanden. Delopgaverne skal være så uafhængige at en ikke besvaret delopgave – især i starten – ikke medfører en stærk hindring for at arbejde videre med efterfølgende opgaver. Skulle det være nødvendigt kan mellemresultater indgå i opgavestillingen.

Følgende former for opgaver er bl.a. mulige: Bearbejdning af et eleveksperiment eller et demoeksperiment, der endnu ikke er blevet gennemført i undervisningen / Bearbejdning af materiale, der ikke blev behandlet i undervisningen / Teoretisk anvendelse af erhvervede kompetencer på en hidtil ikke behandlet problemstilling. Opgaver, der udelukkende kræver essay-form er ikke egnet.

Klausuren skal med øget niveau i stigende grad tage udgangspunkt i flere fagområder.

Ved formulering af opgavestillinger skal der anvendes de i Fachanforderungen givne operatorer. En oversættelse af disse til dansk findes i fagcurriculum for faget kemi i gymnasiet.

Klausuren skal også indeholde operatorer, der forlanger redegørelser ud fra tekster i passende omfang.

I enhver klausur skal der indgå tre taksonomiske niveauer (Anforderungsbereiche). Disse er fakta og grundviden, inkl. fagbegreber (niveau I), anvendelse og analyse (niveau II) og kombination og transfer (niveau III) og indgår ifølge Fachanforderungen für die Abiturprüfung (2011) omtrentlig i forholdet: 40 % : 50 % / 10 %.

Ifølge Fachanforderungen für die Abiturprüfung (2011) ligger følgende tabel til grunde for karakteren i klausuren:

Tilvejebragt ydelse	Point	Tilvejebragt ydelse	Point
> 95 %	1 (15)	> 55 %	3 (7)
> 90 %	1 (14)	> 50 %	4 (6)
> 85 %	1 (13)	> 45 %	4 (5)
> 80 %	2 (12)	> 40 %	4 (4)
> 75 %	2 (11)	> 33 %	5 (3)
> 70 %	2 (10)	> 26 %	5 (2)
> 65 %	3 (9)	> 19 %	5 (1)
> 60 %	3 (8)	≤ 19 %	6 (0)

I G11 gælder > 40 % som bestået, i G12 og G13 > 45 %. Grundlag for overvejslen er at eleven skal klare at komme ud over det rent gengivende niveau.

Bemærkninger i klausuren skal støtte elevens næste læringstrin. Evalueringen af klausuren ved udlevering må ikke være begrænset til bedømmelseskriterier. En indholdsmæssig gennemgang af udvalgte fokusområder skal indgå.

Ved bedømmelsen orienterer underviseren sig ved Fachanforderungen für die Abiturprüfung (2011). I indføringsfasen er der større spillerum, men i løbet af G12 og G13 skal kravene for studentereksamen i stigende grad lægges til grunde.

Udover tydeliggørelse af faglig forståelse er også præsentationsformen af betydning, som på passende vis skal tages højde for ved bedømmelsen. Ved graverende mangler i præsentationsformen eller hyppige overtrædelser af den sproglige korrekthed skal der efter den ren faglige bedømmelse fratrækkes op til to point fra 15-pointskalaen. Bliver klausuren fagligt bedømt med 2, 3 eller 4 point, så fratrækkes som regel højst ét point, mens der ved en bedømmelse på 1 point ikke fratrækkes noget point (ifølge Fachanforderungen für die Abiturprüfung (2011)).

Klausurerstatningsopgaver orienterer sig ved omfang af en klausur, inkl. forberedelse og efterbehandling. Herved er der bedre mulighed for at støtte elevens udvikling af procesrelaterede kompetencer. Sammenlægning af flere test som erstatning af en klausur udelukkes.

Konkretiseringer

Faggruppen kemi må konkretisere udformningen af klausurer og klausurerstatninger indenfor ovenstående rammer. Konkretiseringerne er:

Klausurer indgår med mindre vægtning i den samlede helårs- eller semesterkarakter end ovenstående bidrag til undervisningen. Faggruppen kemi vægter kemiklausurer med knap en tredjedel. I semestre uden klausur skrives i stedet journaler og rapporter på basis af et eksperiment og som træning for skriftlighed, hvortil der også afsættes undervisningstid.

Der tilstræbes at bruge de samme operatører i klausuren som eleverne har arbejdet med i undervisningen.

Det tilstræbes at der ligesom ved mundtlig og skriftlig studentereksamen af underviseren udarbejder en liste af forventninger til klausurbesvarelsen (Erwartungshorizont), der vil ligge til grunde for en transparent evaluering af klausuren og efterfølgende kan udleveres eleven som feed-back og støtte til yderligere læring.

Underviseren vil bruge følgende rettekoder ved bedømmelsen af elevens klausurbesvarelse (og i tillæg verbaliserede faglige kommentarer):

Markering af typiske sproglige fejl (ét stort bogstav):

R – retskrivning
O – ordvalg
S – sætningsbygning
T – tegnsætning

Markering af typiske faglige og metodiske fejl kan ske med efterfølgende (to til tre små bogstaver):

fb – forkert fagbegreb eller usikkerhed med et fagbegreb
hv – hverdagssprog i stedet for fagsprog
lf – logisk fejl
kf – fejl i kemisk formel
af – forkert eller manglende afstemning af reaktionsskema
tf – forkert eller manglende tilstandsform
rf – regnefejl
eh – forkert eller manglende enhed
ms – forkert eller manglende størrelse
fa – forkert eller unøjagtig aflæsning
bc – betydende cifre
ssp – problemer med symbolsprog

Underviseren tilføjer sin bedømmelse en kort sammenfatning på tre hovedområder:

- Eksempler for kompetencer, eleven allerede har udviklet og gerne ros for arbejdsprocessen.
- De vigtigste kompetencer, eleven bør blive bedre til i meget nær fremtid.
- Hvordan eleven kan videreudvikle disse kompetencer med konkrete anbefalinger (her er det oplagt at lade eleverne redigere dele af deres klausurbesvarelse og genaflevere eller give eleven udvalgte øvelser, der træner nævnte kompetencer, med aflevering).

Klausurerstatningsopgaver (hertil regnes også 13. årgangsopgaver) gennemføres med udgangspunkt i en problemstilling, på grundlag af et forsøg med dataopsamling og databehandling og skrivning af en afhandling i rapportform på basis af vejledningen "Almen forsøgsrapport i gymnasiet" (se bilaget forned).

Evaluering og videreudvikling

Regelmæssig evaluering og videreudvikling af indgåede aftaler

Faggruppen udvikler en feed-back-orienteret undervisningsform, der danner en meget god basis for løbende evaluering. Eleverne evalueres mindst to gange per semester, heraf mindst en gang kollektivt (fx ved tilbagelevering af journaler, test og klausurer) og mindst en gang i enkeltsamtaler. Ved enkeltsamtalerne træffes aftaler mellem lærer og elev.

Regelmæssige aftaler om behov for videreuddannelse

Aftales ved de kommende faggruppemøder ...

Årsplaner

Gymnasieunderviserne udarbejder halv- eller helårsplaner for deres konkrete undervisningsforløb. Årsplanerne offentliggøres på skolens intranet under punktet Samarbejde og underpunktet Årsplaner og justeres løbende.

Dette skal støtte læringsprocessen ved at gøre det muligt at eleverne på ethvert tidspunkt kan følge med i, hvad der er blevet bearbejdet og givetvis bør indhentes eller hvad eleven kan forberede sig på til næste lektion. Årsplanerne danner dermed rammen for elevernes selvstændige arbejde og en vikars undervisning.

Udgangspunkt for kemifagets årsplaner er den almene skabelon til årsplaner i filen Aarsplanerskabelon under Arkiv, underpunktet Dokumenter/Faktablade gymnasiet. I denne tilføjer kemiunderviseren en tabel med mindst tre kolonner, der svarer til dem, der findes i det grønne kursushæfte. Kolonnen med kommentarer tjener præcisering af læringsmål, opgaver, afleveringer, øvelser, læsning, lektier mm.

For yderligere præcisering eller supplerung af årsplanen arbejder faggruppen kemi ofte også med kompetencematrixer, hvoraf et eksempel er givet forneden. Disse får eleven udleveret med starten af et undervisningsforløb og giver orientering i hverdagen til selvstændigt arbejde, elevstyret læring og selvevaluering.

Bemærk at der til studentereksamen skal bruges operatorerne ifølge *Regelungen für die Abiturprüfung im Fach Chemie im Jahr 2019* (Anlage 1, Operatoren in der Chemie), der delvis fraviger nedenstående liste.

Dato/ uge	Tema	Præciseringer / bemærkninger
1	Introduktion Bedømmelseskriterier Kemiens fire basiskoncepter Sikkerhed i laboratorier	Diskussion: Hvad er kemi? Udlevering af tekst fra fagcurriculum. Udlevering af tekst fra fagcurriculum. Læsning: Opslag x i Isis Kemi C. Øvelse: Faresymboler.
2	Kemi og Energi Forbrændingsreaktioner	Se kompetencematrix Kemi og Energi Læsning: Opslag x, y, z i Isis Kemi C ØV1, ØV2, LF1
3	Kemi og Energi Forbrændingsreaktioner	Se kompetencematrix Kemi og Energi Læsning: Opslag x, y, z i Isis Kemi C ØV1, ØV2, LF1 færdigstilles Opsamling
4	Kemi og Energi Elektrokemiske reaktioner	Se kompetencematrix Kemi og Energi Læsning: Opslag x, y, z i Isis Kemi C ØV3, LF2
osv.		

For at give rum til elevstyret læring kan der gives mulighed for at eleverne kan foretage valg, i hvilken rækkefølge de vil bearbejde aspekter af et delemne mellem starten og afslutning. Varigheden strækker sig ofte over mere end en dobbeltlektion, fx to eller tre dobbeltlektioner, men afsluttes i fællesskab med opsamlings (gennemgang af opgaver, klassediskussioner). For eksempel vil de fleste elever foretrække først at læse, så at gennemføre opgaver og afslutte med et laboratorieforsøg. Nogle elever vil foretrække en anden rækkefølge og opnår derved bedre læring. Desuden tages der højde for elevernes forskellighed i læringshastighed; nogle udviser på nogle punkter et hurtigere fremskridt end andre og omvendt. Imens eleverne arbejder i mere selvstyrede faser, kan underviseren konsultere

eleverne / elevgrupperne og hjælpe eleverne videre efter aktuelt behov eller foretage mikroundervisning i form af faglige samtaler (læring af begreber, forståelse). Kompetencematrixen danner derved en velegnet ramme for differenceret undervisning.

Fælles liste af operatører for fagene biologi, kemi og fysik

Operatører bruges til at formulere opgavestillinger til opgaver, øvelser, klausurer mm. Operatørerne kan, men behøver ikke at være tilordnet et bestemt taksonomisk niveau. For nogle operatører er tilordningen entydig, mens det for nogle vil være afhængig af opgavestillingens kontekst.

Af nedenstående tabel fremgår både den danske og tilsvarende tyske operator, såsom en kort beskrivelse af, hvad der forventes af elevens besvarelse, hvis operatoren er anvendt i en opgavestilling.

Dansk operator	Beskrivelse, hvad der forventes	Tilsvarende tysk operator
analysere	Systematiske undersøgelse af et fænomen, en kendsgerning eller data, hvor bestanddele, kendetegn og forhold til hinanden indsamles og præsenteres	analysieren
anvende	Brug af en kendt sammenhæng eller en kendt metode på en ny problemstilling	anwenden
angive, nævne	Optælling af elementer, fakta, begreber, data (uden redegørelse)	nennen/angeben
bedømme	Indordning af fænomener, fakta, kendsgerninger på grundlag af vurderingskriterier eller normer og værdier	beurteilen
begrunde	Fænomener skal begrundes vha. regler eller kausale sammenhænge. (Besvarelsen skal uddybes, så det tydeligt fremgår, hvilke faglige overvejelser, der ligger til grund for svaret)	begründen
behandle data	Forsøgsdata sættes i relation (muligvis til et samlet udsagn), hvormed der kan formuleres en konklusion	auswerten
beregne	Fremstilling af resultater fra givne opgaver eller eksperimenter vha. udregninger	berechnen
bevise	Et udsagn bekræftes eller modbevises vha. faglige og logiske argumenter	beweisen
beskrive	Struktureret gengivelse af strukturer, sagkundskab eller sammenhænge vha. fagudtryk og egne ord	beschreiben, darstellen
bestemme	Fremstilling af en løsningsvej/sammenhæng og formulering af et resultat	ermitteln, ableiten
definere	Entydig bestemmelse af et fagbegreb pga. væsentlige kendetegn	definieren
diskutere	Fremstilling af fordele og ulemper ved de faglige problemstillinger samt en personlig konklusion. Der inddrages forskellige betragtninger fx miljømæssige, medicinske eller politiske	diskutieren
dokumentere	Fremvisning af alle nødvendige forklaringer, udledninger og skitser	dokumentieren
efterprøve, kontrollere	Revision af en kendsgerning eller et udsagn på baggrund af andre fakta/ med hensyn til mulige modsigelser	überprüfen
forklare	Besvarelsen skal bygge på faglig viden og forståelse. De konkrete resultater eller figurer sammenholdes med den relevante teoretiske baggrund	erklären
fortolke, tyde	Udarbejdelse af en begrundet mening ud fra faglige sammenhænge (med hensyn til forklaringsmuligheder)	deuten, interpretieren
føre journal/ rapport	Fagsproglig gengivelse af iagttagelser eller gennemførelse af eksperimenter; i givet faldt (rapport) også diskussion og konklusion	protokollieren
generalisere	Et udvidet udsagn til en kendsgerning findes	verallgemeinern

gennemføre	Eksperimenter udføres på baggrund af egne eller udleverede vejledninger	durchfuehren
konkludere	Resultater (af forsøg, iagttagelser, kendsgerninger) sættes i en sammenhæng og i givet tilfælde findes fx. et fælles udsagn eller en fælles logisk følgeslutning	auswerten
opbygge (eksperimenter)	Objekter og apparater stilles op/gøres klar og kombineres målrettet	aufbauen (eks)
ordne/strukturere	Fakta, begreber eller systemer sættes i forhold til hinanden	ordnen/strukturieren
perspektivere	Sætte noget i forhold til noget andet (f.eks. andre forsøg, andre modeller, omverden eller fremtiden). Før man perspektiverer, skal der laves en analyse eller diskussion (f.eks. af forsøgsresultater)	bewerten
planlægge	Til et opgivet problem udtænkes et eksperiment og der skrives en vejledning dertil	planen
redegøre for/ belyse	En redegørelse er en struktureret faglig fremstilling af en faglig problemstilling ved brug af yderlige informationer	erläutern
sammenfatte	Gengive det vigtigste indhold i koncentreret form	zusammenfassen
sammenlign	Konstatering af ligheder og forskelligheder	vergleichen
skitsere	Grafisk overskuelig fremstilling af strukturer, sagkundskab eller sammenhænge reduceret til det væsentlige (der er ikke krav om eksakte værdier, men kun tendenser)	skizzieren
skønne	Størrelsesforhold angives pga. begrundede overvejelser	abschaetzen
tage stilling	En begrundet vurdering af en ikke entydig kendsgerning gives, efter en kritisk undersøgelse af påstanden	stellung nehmen
tegne/ afbilde	En eksakt grafisk fremstilling af iagttagede eller givne strukturer	zeichnen
udvikle, opstille hypotese(r)	Formulering af fagligt begrundede forventninger på grundlag af iagttagelser, forsøg eller andre udsagn	entwickeln/aufstellen
udlede	Faglig konklusion pga. væsentlige kendsgerninger; I fysikken: En fysisk størrelse findes vha. ligninger og matematiske beregninger og de væsentlige delskridt kommenteres	ableiten
vurdere	På baggrund af faglig viden og evt. en analyse vægtes synspunkter for og imod en problemstilling og der frembringes en konklusion	bewerten

BILAG – Almen forsøgsrapport i gymnasiet

Hvordan skrives en forsøgsrapport ???

Generelt

En rapport skal altid skrives på en sådan måde, at en anden, som ikke kender til forsøget, kan forstå hvad I har gjort, hvordan og hvorfor, hhv. hvad resultatet blev. Derudover skal vedkommende være i stand til, alene ved hjælp af rapporten, at kunne gentage forsøget.

Noget mange glemmer er, at det **optiske indtryk** også har en vis betydning for rapportens kvalitet:

- Forsiden skal indeholde: Overskrift, navn, klasse, i gruppe med, datoer (udført, afleveret)
- Rapporten skal opdeles i afsnit
- Der skal være tekst på skitser / tabeller
- Husk, hvis nødvendigt, litteraturhenvisning (fodnoter). Vedlæg forsøgsvejledningen som kilde.

<u>Rapportens afsnit</u>	Beskrivelse
1. Problemformulering og formål (Niveauområde I-II)	Problemformulering med forsøgets formål og anvendt metode, evt. en hypotese om dets udfald.
2. Teori (Niveauområde II)	Præcis og relevant teori der ligger bag det der skal undersøges, samt hvordan. Alle formler der bruges i den senere beregning skal dukke op her og begrundes (strukturformler kan tegnes med softwaren ChemSketch som er gratis tilgængelig på internet).
3. Forsøgsopstilling, anvendt udstyr og materiale, sikkerhed (Niveauområde I)	Skitsetegning og apparatur- / kemikalieliste. Sikkerhed: Sikkerhedsvurdering med Faresymboler / H- og P-sætninger for kemikalier, anvendt sikkerhedsudstyr (fx udsugning, kittel, briller) (fx vha. softwaren CHE-mac-win)
4. Fremgangsmåde (Niveauområde I)	Beskriver præcist hvordan I selv har udført forsøget, så en anden kunne gentage det.
5. Iagttagelser og data (Niveauområde I)	Iagttagelser (farveskift, udfældning, varmeudvikling etc.) noteres, data skal anføres i skemaer med størrelser, symboler for størrelser og enheder.
6. Beregninger og resultater (Niveauområde II)	Et beregningseksempel af hver slags. Resultaterne præsenteres i et skema. Evt. opgavebesvarelser.
7. Diskussion (Niveauområde III)	Sammenligning med tabelværdi eller egne forventninger. Fejlvurdering. For en rapport har det ingen betydning, om et forsøg lykkedes. Hvis det mislykkedes, skal der beskrives hvad der mon gik galt og hvorfor.
8. Konklusion (Niveauområde III)	Den opsummerende konklusion skal forholde sig til formålet, altså levere svar på problemformuleringen. Hvad fandt jeg ud af? Var det det jeg havde forventet?

God arbejdslyst!

Supplerende oplysninger om niveauområder

Niveauområder (taksonomiske niveauer) (*Anforderungsbereiche*)

- I: Kendskab til stoffet (fagbegreber, definitioner, principper). ("ord")
Genfortælling, referat, iagttagelse (forståelse ikke nødvendig! (0-4Pt))
- I+II: Redegørelse (er reproducerende, men skelner mellem væsentligt og uvæsentligt (4-7Pt)),
- II: Anvendelse og analyse af stoffet ("*gramatikken*")
undersøge, forklare, analysere, fortolke, systematisere, sammenligne (kræver forståelse)
(7-12Pt!))
- III: Refleksion, selvstændig omgang med resultater fra analyse og fortolkning. Overføre observationer til modeller, diskutere, fortolke, tage stilling til, objektiv vurdering, perspektivere (*kombination og transfer*) (13-15Pt.)

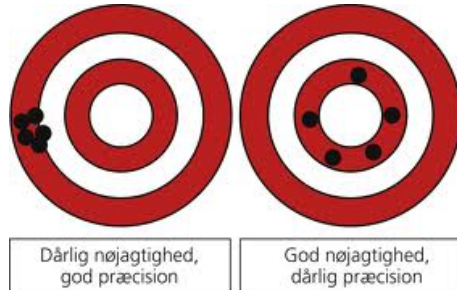
Sproglighed: Husk at bruge passivt sprog. Og anvend så meget fagsprog som muligt: Spar ikke på relevante fagbegreber – din underviser skal nok kunne forstå dem.

Supplerende oplysninger om fejltyper

Nøjagtighed og præcision

God præcision: *variationen* mellem enkeltbestemmelserne er lille.

God nøjagtighed: prøvningsresultatet (gennemsnit \bar{X} af to eller flere) ligger *tæt på* den *sande værdi*.



OPGAVE: Tegn endnu et bulls-eye med et eksempel på både god præcision og god nøjagtighed.

Fejltyper

I tilfælde, hvor der *ikke opnås* en *stor nøjagtighed* eller en *god præcision*, er der begået en fejl under forsøgsudførelsen eller under udregningen.

Der findes 3 typer fejl:

- **grove fejl**
- **systematiske fejl**
- **tilfældige fejl**

Grove fejl

Prøvningsresultatet kommer til at ligge langt fra den rigtige værdi

Eks.

- a) fejlaflysning, f.eks. antal mL på en burette
 - b) fejlindtastning på lommeregner
 - c) beregning efter forkert formel
-
- a) kan næsten altid elimineres ved altid at udføre mindst 2 bestemmelser på samme prøve. Ligger de langt fra hinanden, gentages de.
 - b) vil ligeledes ofte blive opdaget, ved udførelse af mindst 2 bestemmelser, eller når en anden kontrollerer beregningen.
 - c) kan være sværere at opdage. Den findes lettest ved at sammenligne prøvningsresultatet med et kendt resultat (fra litteraturen eller måling på en prøve, der skal levere en kendt værdi).

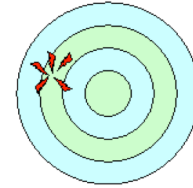
Systematiske fejl

Er fejl, der trækker alle prøveresultaterne i en bestemt retning. Dvs. nøjagtigheden er lav, men præcisionen er god.

Systematiske fejl er *altid små fejl*, hvorfor de er svære at opdage.

Eks.

- forkert afpipetteringsteknik
- forkert kalibrering af apparat



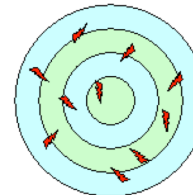
Det er tit svært at bestemme hvad fejlen skyldes. Nogle muligheder er, at lade en anden udføre prøvningen, eller at anvende et andet apparat. Det vil være en fordel at måle på en prøve, der skal levere en kendt værdi inden metoden anvendes på prøver med ukendt sammensætning.

Tilfældige fejl

Nøjagtigheden er stor, men præcisionen er dårlig. Denne type fejl skyldes usikkerhed ved metoden, på apparaturet og på den måde operatøren arbejder på.

Præcisionen kan øges ved:

- anvendelse af glasudstyr med mindre usikkerhed, dvs. målekolber og fuld pipetter. Jo større disse er, jo mindre er usikkerheden.
- Afvejning på analysevægt. Der kan evt. afvejes en større mængde, hvorved usikkerheden bliver mindre.
- Anvende apparatur, hvis præcision kontrolleres og findes i orden.
- Operatøren må prøve at være mere omhyggelig med alle arbejdsoperationer.



Selv med den største omhu vil prøveresultaterne altid være behæftet med tilfældige fejl. Men størrelsen af disse bør være minimeret.

Beregning af nøjagtigheden

Hvor tæt bestemmelsen \bar{X} ligger på den sande værdi μ (haves måske i form af et dataopslag) kan udtrykkes som *% genfinding* eller som *% relativ fejl*:

$$\% \text{ genfinding} = \frac{\bar{X}}{\mu} \cdot 100\%$$

% genfinding skal være så tæt på 100 % som muligt. Det ses, at % genfinding kan være både større og mindre en 100 %.

$$\% \text{ relativ fejl} = \frac{|\bar{X} - \mu|}{\mu} \cdot 100\%$$

% relativ fejl (% afvigelse) skal være så tæt på 0 % som muligt. Størrelsen vil altid være over 0 % på grund af den numeriske værdi i tælleren.

% genfinding og % relativ fejl udtrykker det samme, idet *afstanden mellem den beregnede værdi og 100 % hhv. 0 % er den samme*.

Beregning af præcisionen

Hænger sammen med den aktuelle måleusikkerhed (størrelsen af *tilfældige fejl*).

Vi kan hertil beregne % relativ afvigelse fra gennemsnittet til at udtrykke % relativ usikkerhed:

$$\% \text{ relativ afvigelse} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Beregning af standardafvigelse

Standardafvigelsen (eller spredningen) bruges inden for sandsynlighedsregning og statistik og er et udtryk for, hvor meget en stokastisk variabel (en variabel, hvis værdi påvirkes af tilfældigheder) fordeler sig omkring sin middelværdi.

For diskrete værdier kan standardafvigelsen σ beregnes efter følgende ligning:

$$\text{Var}(X) = \sigma^2 = (x_1 - \mu)^2 \cdot f(x_1) + (x_2 - \mu)^2 \cdot f(x_2) + (x_3 - \mu)^2 \cdot f(x_3) + \dots \quad \text{Var - varians}$$

$$\sigma = \sqrt{[(x_1 - \mu)^2 \cdot f(x_1) + (x_2 - \mu)^2 \cdot f(x_2) + (x_3 - \mu)^2 \cdot f(x_3) + \dots]}$$

Beregning af standardafvigelsen forudsætter normalt et større antal stikprøver. I praksis kan standardafvigelsen for et sæt stikprøver regnes med lommeregneren eller excel (fx funktionen STAB.W). Med fordel kan også sandsynlighedspapiret (normalfordelingspapiret) bruges.

Regneeksempel: Her beregnes standardafvigelsen for følgende måleværdier: 15, 14, 16, 12, 12, 12.

Første beregnes middelværdien μ , som er 13,5. Denne indsættes i ligningen med værdierne $x_1 = 15$, $x_2 = 14$, $x_3 = 16$, $x_4 = 12$. Bemærk at der er seks værdier, således at frekvensen (hyppigheden) for værdien 15 er 1/6, men for værdien 12 er 3/6, idet værdien 12 forekommer tre gange.

$$\sigma = \sqrt{[(15 - 13,5)^2 \cdot 1/6 + (14 - 13,5)^2 \cdot 1/6 + (16 - 13,5)^2 \cdot 1/6 + (12 - 13,5)^2 \cdot 3/6]}$$

$$\sigma = 1,61.$$

Det betyder den målte værdi med ca. 66 % sandsynlighed ligger 1,61 omkring middelværdien, dvs. mellem $(13,5 - 1,61)$ og $(13,5 + 1,61)$, altså mellem 11,89 og 15,11.

For et lavt antal stikprøver kan man nøjes med at beregne et estimat af standardafvigelsen, hvor variationsbredden deles med en konstant d, der er afhængig af antallet af værdier:

$$\sigma_{\text{estimat}} = [\max(x) - \min(x)] / d$$

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

For værdierne i ovenstående regneeksempel er

$$\sigma_{\text{estimat}} = [\max(x) - \min(x)] / d = [16 - 12] / 2,534 = 1,58$$

Beregning med excel (vha. funktionen =STAB.W []) leverer 1,61.

Bemærk at standardafvigelsen får samme enhed som værdierne, fx mg/L.

Betydende cifre

Når et prøvningsresultat skal angives, skal det antal cifre, der er i tallet, være udtryk for den nøjagtighed og præcision, hvormed tallet er bestemt.

Eller sagt på en anden måde: et udtryk for den *usikkerhed*, der er på tallet.

Eksempel: et tal på lommeregneren: **0,053261887**.

Cifrene kan opdeles i *sikre* og *usikre*, hvor de sikre altid starter fra vestre. Antal sikre cifre afhænger fra den nøjagtighed og præcision, hvormed tallet er bestemt.

Det kunne f.eks. give følgende inddeling: 0,053261887
 sikre usikre

Den korrekte angivelse af tallet bliver så: 0,0533

idet netop *ét af de usikre cifre* (markeret med understregning) medtages. Udeladelsen af de øvrige cifre sker ved at runde op eller ned, afhængigt af det følgende ciffer.

Tallet kan skrives på *flere lige korrekte måder*,

f.eks: 0,0533 eller $5,33 \cdot 10^{-2}$ eller $533 \cdot 10^{-4}$

Ligegyldigt hvordan tallet skrives, har det **3 betydende cifre**, nemlig 5, 3 og 3, hvoraf det sidste er usikkert.

Det ses, at *O' er foran andre cifre er uden betydning*. Disse afhænger udelukkende af, om tallet angives med eller uden 10-er potens. *O'erne efter andre cifre er derimod betydende*. De er udtryk for, at værdien på dette ciffer er netop 0 og ikke nogen anden værdi.

Antallet af betydende cifre skal afpasses med, at usikkerheden ligger på det sidste betydende ciffer.

I mellemregninger skal der mindst være ét betydende ciffer mere end i resultatet, for at undgå, at afrunding af tal undervejs i beregningerne bidrager yderligere til usikkerheden på resultatet.

Eksempel: $V = V_1 + V_2 + V_3 = 100 \text{ mL} + 10,00 \text{ mL} + 5,00 \text{ mL} = 115,00 \text{ mL}$

Resultatet skal derfor skrives: $V = 115 \text{ mL}$, idet kun det første af de usikre cifre må medtages.