

# Synpunkter från Kemilärarnas resurscentrum (KRC) på Skolverkets förslag på ämnesplan i kemi för gymnasiet, Diarienummer 2023:21

## Bakgrund till remissyttrande

Kemilärarnas resurscentrum har i arbetet med detta remissvar, haft kontakt med både företrädare för industrin och forskare på högskolor, i synnerhet på Stockholms universitet, men framförallt med aktiva lärare från hela Sverige. Vi har följt trådar på Facebook, haft två webinarier och ett antal enskilda möten. Vi som sammanställt remissvaret från KRC, är Cecilia Stenberg och Jenny Olander.

## Övergripande synpunkter

Sammantaget anser vi att remissförslaget behöver förtydligas, för att synliggöra progressionen i kemiämnets unika kunskapsinnehåll. Progressionstanken som beskrivs i konsekvensutredningen är bra, men det centrala innehållet som föreslås för Kemi, nivå 1 och nivå 2, avspeglar inte hur kemins olika delar bygger på varandra. Risken är överhängande att det blir stora skillnader mellan olika lärares tolkningar av ämnets innehåll, och på vilken nivå det tas upp, vilket kan leda till att läroboksförfattare i praktiken styr ämnesinnehållet i stället för Skolverket. Det är önskvärt att få ett kommentarmaterial för gymnasiekemin, likt det som finns för grundskolan.

Vi anser att begreppet **grön kemi** ska inkluderas i en ny ämnesplan. Grön kemi är ett vedertaget begrepp inom kemiforskning och tillämpas inom industrin för att utveckla mer energieffektiva processer för ett cirkulärt resursutnyttjande, samt för att använda mer miljövänliga kemikalier som leder till en hållbar utveckling. Begreppet grön kemi är inkluderat i de nya norska<sup>1</sup> och finska<sup>2</sup> läroplanerna. Se även hur detta tar sig uttryck i USA<sup>3</sup> och i Storbritannien<sup>4</sup>.

Finns det någon översikt över vilka delar av det centrala innehållet inom de naturvetenskapliga ämnesområdena som tas upp inom ramen för ämnesplanerna i kemi/biologi/naturkunskap? Det har ställts många frågor kring detta i samtalen med lärarna. Vi är oroliga för att elever på NA-programmet som läser kemi på både nivå 1 och 2 får en sämre utbildning, om innehållet i nivå 1 anpassas främst för elever som inte fortsätter med nivå 2. I så fall är det bättre att utveckla varianter av ämnesplanens nivå 1.

---

<sup>1</sup> <https://www.udir.no/lk20/kje01-02>

<sup>2</sup> <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/sv/lukiokoulutus/6828810/oppiaine/6832793>

<sup>3</sup> <https://www.beyondbenign.org/k12-getting-started/>

<sup>4</sup> <https://edu.rsc.org/searchresults?cmd=AddPm&val=WVFCET5%7C115500&qkeyword=green+chemistry>

Den uppdelning i de rubriker som valts inte är helt självklar. Egentligen ifrågasätter vi behovet av rubriker, eftersom alla delar av det centrala innehållet hänger samman. Trots detta har vi valt att utgå från remissförslagets rubriker, men flyttat visst innehåll och lagt till annat för att progressionen ska bli tydligare. För att förstå kopplingen till syftestexten är den inlagd i en egen kolumn parallellt med motsvarande centralt innehåll, i anslutning till våra förslag till ändringar. Våra nya förslag och de befintliga delar som vi har flyttat jämfört med den ursprungliga versionen, är inlagda med röd text och det vi tycker bör strykas från remissförslaget ligger kvar som genomstruken text.

I förslagen till ämnesplanerna för biologi, fysik och kemi är den inledande texten och syftestexterna identiska förutom skillnader i givna exempel på områden. Detta anser vi är olyckligt, eftersom vi tror att det är viktigt att insikterna om ämnenas varierande karaktär och syften blir tydliga i gymnasieundervisningen.

I texten som följer ger vi konkreta förslag på ändringar i förslaget till ämnesplan i kemi.

### Inledande text

I den inledande texten är **användningsområde** ett bättre ord än **funktion**. Kemiska ämnen har ofta ett större användningsområde jämfört med exempelvis ett organ i kroppen som har en viss funktion. I den sista meningen, föreslår vi att "~~kan bidra~~" byts ut mot "**bidrar**" eftersom kunskaper i kemi redan idag bidrar till utvecklingen.

### Ämnets syfte

Att inleda flera meningar med "Undervisningen ska...", gör texten svårläst. Dessutom liknar flera av meningarna i syftestexten varandra. Varför behövs båda nedanstående meningar? (Vilka kunskaper om kemi ingår inte i kunskaper om kemins karaktär, begrepp, modeller och teorier?)

"Undervisningen i ämnet kemi ska syfta till att eleverna utvecklar kunskaper i kemi..."

"Genom undervisningen ska eleverna ges möjlighet att utveckla kunskaper om kemins karaktär, begrepp, modeller och teorier."

I remissförslaget står följande: "Undervisningen ska även ge eleverna möjligheter att kommunicera om kemi på olika sätt och då använda ämnesspecifika begrepp och uttrycksformer." I den norska läroplanen har man ännu tydligare preciserat grundläggande färdigheter för kemi, uppdelat i att muntliga, skriftliga, digitala färdigheter, samt att kunna läsa och räkna.<sup>5</sup> "forstå og bruke kjemisk terminologi og regler for navnsetting".<sup>6</sup>

Följande mening är otydlig; "Undervisningen ska därigenom bidra till att eleverna kan utveckla förståelse av vad som kan förklaras med naturvetenskap och lära sig att skilja mellan vetenskap och ickevetenskap". Vad menas med ickevetenskap?

Datorstödd insamling bör finnas med i syftestexten. Det är viktigt att elever får möjlighet att träna att använda digitala verktyg i kemiundervisningen, då det standardmässigt används vid högre studier, i forskning och inom näringslivet.

"I undervisningen ska eleverna också ges möjlighet att reflektera över frågor som rör **t.ex.** energi, kemiteknik och människokroppen." Dessa områden bör anges som exempel, eftersom det annars kan uppfattas som att enbart dessa områden ska ingå i ämnesplanen.

---

<sup>5</sup> <https://www.udir.no/lk20/kje01-02/om-faget/grunnleggende-ferdigheter>

I samband med det laborativa arbetet ska eleverna lära sig "använda naturvetenskapliga metoder och olika typer av utrustning samt att arbeta på ett säkert sätt". Innebörden av att arbeta på ett säkert sätt bör återkomma i det centrala innehållet. I norsk läroplan från 2020 är kemisäkerhet och riskbedömningar betydligt mer framskrivna.<sup>7</sup> Där återfinns bland annat följande; "gjøre vurderinger knyttet til helse, miljø og sikkerhet og bruke vurderingene i praktisk arbeid". En liknande text har vi lagt till som förslag.

Ämnesspecifika begrepp är för allmänt skrivet. Vi föreslår att syftetexten förtydligas med formuleringen "Förstå och använd kemisk terminologi och namngivningsregler"<sup>8</sup> även i den svenska ämnesplanen.

---

<sup>7</sup> <https://www.udir.no/lk20/kje01-02>

<sup>8</sup> <https://www.udir.no/lk20/kje01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv532>

## Det centrala innehållet

Syftestext	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
<p><b>...energi...</b>            ...eleverna utvecklar förståelse av hur kunskaper om <b>materians egenskaper</b>...            ...utveckla kunskaper om kemins karaktär, begrepp, modeller och teorier.            ...och <b>kemiska processer</b> kan användas i olika <b>tillämpningar</b>            ...analysera och tolka kemiska <b>processer</b> och samband            förmåga att göra välgrundade val i frågor som rör <b>hållbar utveckling</b></p>	<p><b>Materia och energi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Grundämnenas egenskaper <b>och trenderna i det periodiska systemet</b>. beskrivna utifrån periodicitet, kemiska bindningar och kemiska föreningar.</li> <li>● <b>Hur materians egenskaper inklusive gaser, beror av kemisk bindning, t.ex. jonbindning och vätebindning.</b></li> <li>● <b>Materiens och energins oförstörbarhet i kemiska reaktioner.</b></li> <li>● Energiomsättningar vid <b>fysikaliska förändringar och kemiska reaktioner</b>. Endoterma och exoterma reaktioner.</li> <li>● <b>Grundläggande förståelse för organiska ämnesklassers systematik, inklusive kolväten, alkoholer och karboxylsyror</b></li> <li>● <del>Kemitekniska tillämpningar inom energi och miljö.</del></li> </ul>	<p><b>Materia och energi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <del>Materiens och energins oförstörbarhet i kemiska reaktioner, till exempel beräkning av olika entalpiändringar. (Flytta till nivå 1)</del></li> <li>● <b>Drivkrafter för kemiska reaktioner inklusive entropi och Gibbs fria energi. Beräkning av entalpiändringar.</b></li> <li>● <b>Mer om olika organiska ämnesklasser, deras egenskaper, struktur, och reaktivitet och användningsområden.</b></li> <li>● <del>Kemitekniska lösningar inom industrin, till exempel materialutveckling, livsmedelsproduktion och livscykelanalyser.</del></li> </ul>
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Materiens och energins oförstörbarhet flyttas till nivå 1 för att tydliggöra innebörden av reaktionsformler respektive endoterma reaktioner. En progression av energibegreppet på nivå 2, inkluderar istället drivkrafter för kemiska reaktioner, exemplifierat med begreppen entropi och Gibbs fria energi.</p> <p>Gasers egenskaper kan inkluderas i materians egenskaper men bör skrivas ut explicit eftersom det är viktigt för att förstå gasers betydelse t.ex. växthusgas, koldioxidinfångning och användningen av vätgas.</p> <p>I begreppet fysikaliska förändringar menar vi faser och fasövergångar.</p> <p>Det är inte tillräckligt utskrivet hur centralt kemisk bindning är inom kemiämnet. Det behöver vara en egen punkt i det centrala innehållet.</p> <p>Kemitekniska tillämpningar inom energi och miljö passar bättre under rubriken Kemin i omvärlden.</p>		

Syftestext	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
<p>..och kemiska processer kan användas i olika tillämpningar.</p> <p>...analysera och tolka kemiska processer och samband...</p> <p>...kommunicera om kemi på olika sätt och då använda ämnesspecifika begrepp och uttrycksformer...</p>	<p><b>Reaktioner och jämvikt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <del>Oorganiska och organiska ämnen samt</del> Vad som kännetecknar kemiska reaktioner, t.ex. <b>fällningsreaktioner</b> och syrabasreaktioner. <del>och redoxreaktioner.</del></li> <li>• Redoxreaktioner med elektrokemi om galvaniska element och elektrolys.</li> <li>• Beräkningar, formler och visualiseringar för att beskriva reaktioner, mängdförhållanden <b>samt begränsande reaktanter och utbyte.</b> <del>gasers egenskaper.</del></li> </ul>	<p><b>Reaktioner och jämvikt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oorganiska och organiska reaktionsmekanismer, till exempel <b>fällningsreaktioner</b>, hydrolys och substitutionsreaktioner.</li> <li>• <b>Redoxreaktioner, till exempel elektrolys. Redoxreaktioner med organiska föreningar, och metabola processer vid cellers ämnesomsättning.</b></li> <li>• <del>Oxidationstal och balansering av formler.</del> <b>Balansering av formler med hjälp av oxidationstal.</b></li> <li>• Jämvikter, reaktionshastigheter, jämviktskonstanter och olika jämviktssystem, <b>exempelvis syrabasjämvikter och löslighetsjämvikter.</b></li> <li>• Matematiska och grafiska modeller för att beskriva jämviktslägen och jämviktskonstanter.</li> </ul>
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Organiska ämnen behöver en egen punkt. Det behöver preciseras vilka organiska ämnesklasser som ska ingå på nivå 1. Se under rubrik materia och energi.</p> <p>Redoxreaktioner har fått en egen punkt. Eftersom det går att uttrycka som en tydlig progression av redoxreaktioner i elektrokemiska processer och senare på nivå 2 i kroppens metabola processer.</p> <p>Fällningsreaktioner passar bättre på nivå 1. Det ger en tydlig koppling till salter och fällningsreaktioner är ett bra exempel på vad som kännetecknar en kemisk reaktion. Fällningsreaktioner kan exempelvis kopplas till användningen av flockningsmedel vid vattenrening och återvinning av kritiska grundämnen vid batteriåtervinning. Generellt är kopplingen till jordens ändliga resurser viktig att ta upp ur ett kemiskt perspektiv.</p> <p>Att skriva om gasers egenskaper i samma mening som beräkningar och formler saknar sammanhang. Gasers egenskaper flyttar vi till materia och energi.</p> <p>I ordet mängdförhållanden kan man inte med självklarhet förstå att det kan handla om begränsande reaktanter och utbyte vid beräkningar och tolkningar av kemiska reaktioner. Därför anser vi att dessa begrepp ska uttryckas explicit.</p> <p>Om oorganiska reaktionsmekanismer ska finnas med måste det förtydligas med ett givet exempel. Exempelvis kan enkla syra-basreaktioner som väteklorids protolys i vatten användas som exempel på oorganiska reaktionsmekanismer.</p>		

Syftestext	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
...och <b>kemiska processer</b> kan användas i <b>olika tillämpningar</b> . ... <b>analysera</b> och <b>tolka</b> kemiska processer och samband...	<b>Kemisk analys</b> Kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys, till exempel <b>gravimetri</b> och titrering.	<b>Kemiska analys</b> Kvalitativa och kvantitativa metoder för kemisk analys, till exempel spektrofotometri och <b>kromatografi</b> .
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Gravimetri på nivå 1 ger en tydlig koppling till salter och fällningsreaktioner som exempel på kemisk reaktion. Gravimetri innebär att man behöver kunna hantera vågen som analysinstrument. Förslag på koppling till omvärlden är användningen av flockningsmedel vid vattenrening samt fällningsreaktioner vid återvinning av kritiska grundämnen vid batteriåtervinning.</p> <p>Kromatografi på nivå 2 är lämplig för det har en tydlig koppling till analys vid syntes av organiska föreningar. Kromatografi blir också en fördjupning av begrepp som polaritet från nivå 1 och kan kopplas till kemisk jämvikt.</p> <p>Masspektrometri är en metod som framförallt används vid tolkning av analysdata. Vi strök detta förslag eftersom vi tycker att de andra exemplen är lättare att genomföra praktiskt. Däremot kan det ingå i nivå 1 för att synliggöra isotopsammansättningen i ett grundämne utifrån givna spektra, men det skulle även kunna ingå på nivå 2 vid tolkning av masspektra vid analys av organiska ämnen.</p>		

Syftestext	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
...eleverna utvecklar förståelse av hur kunskaper om <b>materians egenskaper</b> ...  utveckla kunskaper om kemins karaktär, begrepp, modeller och teorier.  ...reflektera över frågor som rör energi, kemiteknik och <b>människokroppen</b> .	<b>Livets kemi Nivå 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <del>Biomolekylernas struktur och grundläggande egenskaper.</del></li> <li>● <del>Arvsmassans uppbyggnad och koppling till biomolekylerna.</del></li> </ul>	<b>Livets kemi Nivå 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <del>Biomolekylernas funktion i levande organismer.</del></li> <li>● <b>Kolhydrater, lipider, proteiner och nukleinsyrors struktur, egenskaper och funktion, t.ex. enzymer.</b></li> <li>● <b>Utvecklingen av modellen för DNA-molekyl.</b></li> <li>● Huvuddragen i <del>fotosyntes och cellandning</del> <b>proteinsyntesen och djurcellers ämnesomsättning</b> på molekylär nivå.</li> </ul>
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Det här är svårt att motivera på nivå 1. En progression kan vara att nya teman tillkommer på en högre nivå. Biomolekylers struktur och grundläggande egenskaper är starkt kopplade till de organiska ämnesklasser som tas upp på nivå 2.</p> <p>Arvsmassan är uppbyggd av biomolekyler (nukleotider och nukleinsyror). Vi förstår inte innebörden i den andra punkten på nivå 1.</p> <p>Biomolekylernas funktion i levande celler och organismer anser vi vara biologi på gymnasienivå. I kemin bör snarare fokus vara på ämnens uppbyggnad, egenskaper och reaktivitet. Redoxreaktioner kopplat till reaktioner i kroppen är då ett bättre val av centralt innehåll.</p>		

Syfte	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
<p>...praktiskt arbete med <b>experiment</b> och <b>laborationer</b> ges möjlighet att utveckla förmåga att genomföra <b>systematiska undersökningar</b> utifrån olika <b>frågeställningar</b>.</p> <p>... utveckla förståelse av vad som kan förklaras med naturvetenskap och <b>lära sig att skilja mellan vetenskap och ickevetenskap</b>.</p> <p>...använda <b>naturvetenskapliga metoder</b> och olika typer av utrustning samt att <b>arbeta på ett säkert sätt</b>.</p> <p>...<b>kommunicera</b> om kemi på olika sätt och då använda <b>ämnesspecifika begrepp</b> och <b>uttrycksformer</b></p>	<p><b>Kemins arbetsmetoder och granskning av information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborationer, experiment, mätningar och simuleringar.</li> <li>• <b>Formuleringar av enkla</b> frågeställningar, planering, utförande, bearbetning av data, beräkningar, värdering samt redovisning med olika uttrycksformer.</li> <li>• <b>Enkel analys av prover och felkällor till exempel systematiska fel.</b></li> <li>• Det experimentella arbetets betydelse för att utveckla kemins modeller och teorier.</li> <li>• Granskning av information och argumentation som rör kemi samt av vetenskapliga och icke-vetenskapliga påståenden.</li> <li>• <b>Göra enkla riskbedömningar och tolka märkning av kemikalier, relaterade till hälsa, miljö och säkerhet vid praktiskt arbete.</b></li> </ul>	<p><b>Kemins arbetsmetoder och granskning av information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborationer, experiment, mätningar och simuleringar. Formuleringar av frågeställningar, planering, utförande, bearbetning av data, beräkningar, värdering samt redovisning med olika uttrycksformer.</li> <li>• Analys av prover och felkällor, till exempel detektionsnivå, precision samt systematiska och slumpmässiga fel.</li> <li>• Modellers och teoriers giltighet och hur de utvecklas över tid.</li> <li>• Granskning av information och argumentation som rör kemi samt av vetenskapliga och icke-vetenskapliga påståenden.</li> <li>• <b>Substitution och principerna för grön kemi för en hållbar utveckling.</b></li> </ul>
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Det experimentella arbetets betydelse för att utveckla kemins modeller och teorier är svårt att ta upp utan att också koppla det till giltighet och hur de utvecklas över tid. Det periodiska systemet är ett bra exempel. Att tala om atommodeller och ta upp Bohrs atommodell respektive atom-orbitalteori är något som både kopplar till det experimentella arbetets betydelse samtidigt som det visar hur modeller utvecklas över tid.</p> <p>Redan i nivå 1 borde man kunna formulera en enkel frågeställning. Progressionen blir naturlig i och med att laborationerna blir mer avancerade till innehållet i nivå 2.</p> <p>Redan i inledningen av kemi 1 kan felkällor kopplat till systematiska fel användas när man talar om val av mätutrustning vid volymmätning. Därför bör begreppet systematiska fel ingå i nivå 1.</p> <p>För att betona att kunna arbeta på ett säkrare sätt har vi lagt till att elever ska kunna göra enklare riskbedömningar av laborativa moment relaterade till säkerhet vid praktiskt arbete. Det lyfter fram "att arbeta på ett säkert sätt" i syftestexten. Det här är också tydligt framskrivet i den norska kursplanen.</p>		

Syfte	Kemi (nivå 1)	Kemi (nivå 2)
<p>... ges möjlighet att reflektera över frågor som rör <b>energi, kemiteknik och människokroppen</b>.</p> <p>... kan delta i samhällsdebatten och diskutera <b>etiska frågor</b>.</p> <p>...bidra till att eleverna utvecklar förmåga att göra välgrundade val i frågor som rör <b>hållbar utveckling</b>.</p>	<p><b>Kemi i omvärlden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemin bakom uppmärksammade händelser i omvärlden.</li> <li>• <b>Kemitekniska tillämpningar inom energi och miljö, t.ex. koldioxidinfångning och vätgasframställning.</b></li> <li>• Frågor om etik och hållbar utveckling med koppling till kemi.</li> <li>• <b>Redogöra för hur principerna för grön kemi kan bidra till en hållbar utveckling.</b></li> </ul>	<p><b>Kemi i omvärlden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemin bakom <b>historiska och aktuella händelser i omvärlden.</b></li> <li>• <del>Kemin i olika sammanhang, till exempel i filmer, populärkultur och skönhetsindustri och dataspel.</del></li> <li>• <b>Kemitekniska lösningar inom industrin, till exempel materialutveckling, livsmedelsproduktion och livscykelanalyser.</b></li> <li>• Frågor om etik och hållbar utveckling med koppling till kemi.</li> <li>• <b>Diskutera livscykelanalys och åtgärder för hållbar användning av t.ex. plast och metall utifrån principer för grön kemi.</b></li> </ul>
<p><b>Kommentarer</b></p> <p>Kemitekniska tillämpningar inom energi och miljö har vi flyttat från materia och energi. Det har en stark koppling till kemin i omvärlden.</p> <p>Det historiska perspektivet bör finnas på nivå 1. Det går att inkludera i uppmärksammade händelser. Vi förstår inte progressionen i uppmärksammade händelser respektive historiska och aktuella händelser i omvärlden.</p> <p>Vi vänder oss också mot de exempel som ges med filmer, populärkultur och dataspel. Kemilärare har inte utbildning i att analysera filmer och populärkultur på ett fördjupat plan på samma sätt som lärare inom humanistiska ämnen har. Vi ska inte underhålla eleverna, och att så explicit uttrycka film, populärkultur och dataspel det centrala innehållet är direkt olämpligt.</p> <p>Eleverna ska få förståelse om kemins betydelse för miljön och samhället. Vi anser att begreppet <b>grön kemi</b> ska inkluderas i en ny ämnesplan. Grön kemi är ett vedertaget begrepp inom kemiforskning och tillämpas inom industrin för att utveckla mer resurs- och energieffektiva processer för ett cirkulärt resursutnyttjande, samt för att använda mer miljövänliga kemikalier som leder till en hållbar utveckling av kemitekniska processer. Begreppet grön kemi är inkluderat i den nya norska<sup>9</sup> och finska<sup>10</sup> läroplanerna. Se även hur detta tar sig uttryck i USA<sup>11</sup> och i Storbritannien<sup>12</sup>.</p>		

<sup>9</sup> <https://www.udir.no/lk20/kje01-02>

<sup>10</sup> <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/sv/lukiokoulutus/6828810/oppiaine/6832793>

<sup>11</sup> <https://www.beyondbenign.org/k12-getting-started/>

<sup>12</sup> <https://edu.rsc.org/searchresults?cmd=AddPm&val=WVFCET5%7C115500&qkeyword=green+chemistry>