

# Nota voor overleg over de toekomst van het chemie-onderwijs in het secundair onderwijs.

## Visietekst van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging, sectie “Onderwijs en Opleidingen”

De sectie “Onderwijs en Opleidingen” van de KVCV<sup>1</sup> boog zich recent over de huidige en toekomstige positie van het vak chemie in het secundair onderwijs (S.O.) in Vlaanderen. De discussie was opgestart omdat het onderwijs in Vlaanderen, en het onderwijs in de wetenschappen met de chemie in het bijzonder, in een overgangsfase zit, bepaald door o.a.:

- de aangekondigde hervorming van het secundair onderwijs,
- de herziening van de eindtermen,
- de intrede van “STEM” en de impact op de “klassieke” wetenschapsvakken
- de steeds terugkerende discussie over het gebruik van chemicaliën voor didactische doeleinden in het S.O.

De perceptie van chemie door leerlingen en bij uitbreiding onze volledige maatschappij is anno 2018 geenszins ideaal te noemen. Alhoewel de meesten overtuigd zijn van het belang van deze wetenschap, zijn er toch verschillende vaststellingen die tot nadenken stemmen zoals:

- de chemielessen worden door de meerderheid van de leerlingen als saai en moeilijk ervaren, en weinig relevant voor de gewone wereld.
- de chemie wordt bij sommige thema's geassocieerd met milieu- en gezondheidsproblemen
- de eerder beperkte chemische geletterdheid bij de doorsnee burger; komt vooral tot uiting als er in de media bericht wordt over een chemisch onderwerp<sup>2</sup>
- de relatief lage instroom in de bacheloropleidingen “Chemie” in het hoger onderwijs

De onderwijssectie van de KVCV meent dat, naast een betere ondersteuning van het chemie-onderwijs, acties nodig zijn om boven vernoemde vaststellingen tegen te gaan. Deze visietekst wil de discussie openen.

Elementaire kennis en inzichten in structuur, eigenschappen en veranderingen van materie zijn een belangrijk onderdeel van de **fundamentele wetenschappelijke geletterdheid**. In de 21<sup>ste</sup> eeuw is de uitdaging voor het chemie-onderwijs daarom dat aan elke leerling op een boeiende en herkenbare manier de basis van de chemie en van het wetenschappelijk denken worden aangeboden.

Volgende aspecten spelen een rol:

1. de vakinhoud
2. de context
3. de werk- en leeromgeving

---

<sup>1</sup> De KVCV staat voor de “Koninklijke Vlaamse Chemische vereniging” en is de beroepsvereniging van alle Vlaamse chemici, ongeacht hun diploma.

<sup>2</sup> Denken we hierbij aan de verwarring NO<sub>x</sub> en fijnstof; er is minder stikstof in de lucht in Gent – De Gentenaar van 29 augustus 2018- ; aan de predicaten voor CO<sub>2</sub> dat vaak als schadelijk, giftig en gevaarlijk wordt beschouwd; vaak toont men beelden van waterdamp emissie als men wil aantonen hoe vervuilend de industrie wel is.

4. de vorming van de chemieleerkrachten
5. extra aandacht voor betere chemische vorming in sommige richtingen in het S.O., en dan vooral deze die beroepsgericht zijn.

### **1 Vakinhoudelijke aspecten: aard en structurering van de chemie-inhouden.**

De vakinhouden moeten aan de leerlingen aangeboden worden volgens drie leerlijnen :

- een leerlijn "**chemische geletterdheid**" (**Chemie A**) met inhouden die iedere leerling zou moeten beheersen na het secundair onderwijs, ongeacht studierichting en onderwijsvorm.
- een leerlijn **Chemie B** voor studierichtingen met een component 'wetenschappen', maar niet expliciet voorbereidend op verdere studies in de exacte en toegepaste wetenschappen (bijvoorbeeld: zorg en welzijnswetenschappen , humane wetenschappen, ...).
- een leerlijn **Chemie C**, voor studierichtingen (zoals wetenschappen-wiskunde, technologische wetenschappen en engineering , - ) die expliciet voorbereiden op verdere studies in de exacte wetenschappen en toegepaste wetenschappen in het hoger onderwijs (H.O.)

Volgende principes moeten nagestreefd worden:

#### *1. Voortbouwen op voorkennis*

De gestructureerde studie van chemie, die in het S.O. vanaf de tweede graad expliciet aan bod komt, bouwt voort op elementaire voorkennis uit het basisonderwijs (B.O.) en de eerste graad S.O. Het deeltjesmodel van de materie en begrippen zoals atomen, moleculen, mengsels en zuivere stoffen kunnen ons inziens reeds eenvoudig aangebracht worden als onderdelen uit de leerdomeinen 'Wereldoriëntatie' in het B.O. en 'natuurwetenschappen' in het S.O. 1ste graad. Het startpunt in de tweede graad S.O. ligt dan bij de studie van stoffen en stofomzettingen.

#### *2. Wat behoort specifiek tot chemie?*

Verschillende onderwerpen die nu in het vak chemie worden behandeld, situeren zich op het grensvlak met andere wetenschapsdisciplines (bv. atoombouw en kernwetenschap, elektrochemie, mineralogie, biochemie,..). Men moet nadenken of/hoe deze onderwerpen gemeenschappelijk kunnen aangeboden worden binnen deze disciplines. Binnen een school is hierbij overleg tussen de wiskunde en de verschillende wetenschapsvakken over de volgorde van gemeenschappelijke concepten noodzakelijk.

#### *3. Grenzen in het secundair onderwijs.*

Verschillende leerlijnen chemie impliceert dat er ernstig moet worden nagedacht over de inhoud van elke leerlijn, en hoe diepgaand elk inhoudelijk concept moet worden aangebracht<sup>3</sup>. Bij het formuleren van nieuwe eindtermen adviseert de onderwijssectie van de KVCV dat er wordt gedifferentieerd voor kennis en beheersingsniveau naargelang het type leerlijn. Dit is absoluut geen pleidooi voor een volledige verwijdering van sommige thema's uit de eindtermen en leerprogramma's van sommige leerlingengroepen, de basisprincipes van chemie blijven behoren tot de elementaire chemische kennis. Wel moet men zich afvragen wat het nut is voor elke groep voor wat betreft kennis, inzicht en vaardigheden van bv.:

---

<sup>3</sup> De basis voor leerlijn A zijn de eindtermen natuurwetenschappen die beschrijven wat alle leerlingen moeten bereiken, voor de andere leerlijnen geven specifieke eindtermen weer wat ten opzichte van de basisdoelen extra aan bod komt en welk beheersingsniveau wordt nagestreefd.

- Chemische formules en naamgeving (welke stofklassen, herkennen of kennen, ..)
- Stoichiometrisch rekenen
- Chemische bindingsmodellen (oppervlakkig of meer uitgebreid?)
- pH-berekeningen (alleen sterke zuren/basen? Ook zwakke zuren/basen? Oplossingen van zouten?)
- Evenwichtsreacties (welke types evenwichten?) en hieraan gekoppelde stoichiometrische berekeningen
- Reactiemechanismen

en de doelstellingen daaraan aanpassen.

Verder moet er een betere afstemming komen tussen de chemie in het S.O. en de verwachtingen van het H.O. Dikwijls worden in (ASO) wetenschapsrichtingen (abstracte) inhouden aangebracht die zich situeren ver buiten de eindtermen en de leerplannen omdat de leerkracht meent dat de leerlingen zo beter voorbereid zijn op hogere studies. Jammer genoeg gaat dit ten koste van experimenteren, contextuele chemie en integratie van de leerstof met een afname van plezier in wetenschappen als ongewenst neveneffect. De beperkte tijd die men heeft is bovendien niet voldoende om sommige zaken met voldoende diepgang te behandelen, wat dan weer leidt tot misconcepten. De onderwijssectie van de KVCV vindt dat er in de 21<sup>ste</sup> eeuw moet worden ingezet op het behandelen van minder leerstof, die dan wel grondig wordt gezien en ingeoeffend, eerder dan veel onderwerpen snel af te handelen waardoor veel leerlingen afhaken.

De noodzakelijke voorkennis voor het H.O. moet daarom duidelijker en realistischer ingeschat en geëxpliciteerd worden. Een goed overleg tussen de lesgevers 3<sup>de</sup> graad en de lectoren en professoren die lesgeven in het eerste bachelorjaar is hier aan de orde.

Bv. Hoeveel aandacht moet besteed worden aan de 'orbitaal theorie' als er vanuit het H.O. heel wat kritiek komt op de wijze waarop dit concept in het S.O. gedefinieerd wordt. Kan men het als model voor de ruimtelijke structuur van de deeltjes (moleculen, polyatomische ionen,...) niet beter houden bij een meer eenvoudige verklaring, bv. via afstotingen en overlappings van elektronenwolken?

#### 4. *Chemie is in volle evolutie*

In de laatste decennia is de chemie als centrale wetenschap enorm geëvolueerd, zowel in kennisdomeinen als in onderzoekstechnieken. Deze spitsdomeinen van de moderne chemie komen echter zelden of nooit aan bod in de leerprogramma's van het S.O. De onderwijssectie van de KVCV beveelt aan om een elementaire conceptuele basis te voorzien voor nieuwe evoluties binnen de chemie (voor zover er beschikbare tijd is en er samenwerking met het H.O. mogelijk is), al was het maar als toegangspoort tot actuele interessante ontwikkelingen van de hedendaagse chemie (meestal vakoverschrijdend te behandelen) zoals daar bv. zijn:

- Nanochemie
- Elektrochemie
- Instrumentele analysetechnieken (via geschikt beeldmateriaal en enkel de principes)
- Nieuwe duurzame en bio-afbreekbare materialen
- Katalyse en biokatalyse
- Fermentatieve synthese

## 2 - Contextuele aspecten : chemie als maatschappelijk fenomeen

Om de plaats en het belang van chemie in de maatschappij te verduidelijken, meent de onderwijssectie van de KVCV dat de inbedding van chemie in contexten enerzijds via eindtermen en leerplannen moet verplicht worden, maar dat anderzijds leerkrachten voldoende vrijheid moeten behouden om deze verplichting volgens eigen creativiteit en aard van de leerlingengroep in te vullen. De mate waarin contexten aan bod komen ten opzichte van de (vak)inhoud, hangt af van de gevolgde leerlijn en moet meer doorwegen voor deze leerlingen die chemie krijgen als onderdeel van wetenschappelijke geletterdheid. Daarbij moet gestreefd worden naar een redelijk evenwicht tussen volgende contexten:

- Historisch-maatschappelijke ontwikkeling van de chemie: levert inzicht in de rol die de maatschappij en andere wetenschappen/techniek spelen in de ontwikkeling van chemie en vice-versa;
- Industriële toepassingen van de chemie, hernieuwbare grondstoffen, broeikasgassen,...;
- Toepassingen van chemie in bv. het huishouden, verven, oplossen van stoffen (lijmen bv.) , ..maar ook binnen de context van de 21ste eeuw doelstellingen zoals klimaat, gezondheid en energie;
- Chemie in het kader van duurzaamheid en een circulaire economie;

Hierdoor zou het voor de leerlingen duidelijk moeten worden dat chemie essentieel is om natuurverschijnselen te begrijpen en van wezenlijk belang is voor een beter leefmilieu en leefcomfort.

Daarnaast moeten leerkrachten iedere gelegenheid aangrijpen om misconcepten omtrent chemische stoffen en chemische processen recht te zetten, en aandacht hebben om zowel de positieve als de negatieve aspecten te behandelen.

Voorbeelden:

Vanaf 1800 blijken de industriële revolutie en de bevolkingsexplosie belangrijke stimuli te zijn voor de ontwikkeling van chemie en aanverwante wetenschappen:

- meer vraag naar voedingsmiddelen => kunstmest => ammoniak synthese (Haber-Bosch).
- meer vraag naar textiel => bleekmiddelen en kleurstoffen

Het kunnen plaatsen van chemische concepten in een zinvolle en voor leerlingen interessante maatschappelijke en wetenschappelijke context is alleen mogelijk als leerkrachten voldoende inhoudelijke en didactische bagage hebben over de thema's die hun belangstelling en die van de leerlingen wegdragen. Van leerkrachten chemie mag dan ook verwacht worden dat ze zich inspanssen om op de hoogte te blijven van nieuwe ontwikkelingen en toepassingen.

## 3- Werk- en leeromgeving voor het chemie-onderwijs :

Het aanleren van de fundamentele en toepassingen van de chemie is geen gemakkelijke opdracht. Om die reden is het absoluut noodzakelijk dat leerkrachten en leerlingen beschikken over een aantrekkelijke en veilige leeromgeving waarbinnen op een boeiende wijze kan geïnstreerd, gedemonstreerd en geëxperimenteerd worden. Er moet beklemtoond worden dat in het merendeel van de scholen hieraan voldaan wordt. De laatste twintig jaren is hiertoe een inhaalbeweging op gang gekomen. Ondermaats chemie-onderwijs is vandaag niet zozeer meer een gevolg van een

gebrekkige infrastructuur, maar eerder van te veel leerinhouden (willen/moeten?) geven op te korte tijd, of leerkrachten met onvoldoende chemische of didactische vorming<sup>4</sup>.

- De onderwijssectie van de KVCV vindt dat elke secundaire school over een veilig schoollaboratorium moet beschikken waarin chemielessen en –practica kunnen doorgaan, samen met een voorbereidingsruimte voor de leerkracht en een opslagruimte voor chemicaliën. Bij gebruik van chemicaliën in het experimenteel chemie-onderwijs moet rekening worden gehouden met de volgende aspecten:
  - Didactische meerwaarde
  - Intrinsieke veiligheids- en gezondheidsrisico's
  - Hoeveelheid
  - Duur en frequentie van contact

**Het gebruik van chemicaliën in onderwijsverband is in die zin dus niet te vergelijken met gebruik in arbeidsomstandigheden waar het eerste aspect niet van toepassing is en waarbij de hoeveelheden en blootstellingsfrequenties doorgaans veel hoger zijn. Een aangepaste reglementering voor onderwijs dringt zich dus op. Slechts dan kan een nieuw elan bewerkstelligd worden voor een experimenteel gericht chemie-onderwijs**

Het belang van zelf experimenteren met stoffen in de lessen chemie en met stoffen leren omgaan kan niet overschat worden: chemie en in mindere mate biologie en fysica zijn de enige schoolvakken waarbij expliciet geleerd wordt om veilig en milieubewust om te gaan met een grote diversiteit aan stofsoorten. Het is daarom noodzakelijk dat leerlingen tijdens de chemielessen een representatief staal van chemische stoffen leren kennen, qua uitzicht, belangrijke eigenschappen, voorkomen in het dagelijks leven, de mogelijke risico's leren inschatten en geschikte voorzorgsmaatregelen kunnen nemen. Multimedia kunnen hierbij ingeschakeld worden, maar mogen het praktische werk niet volledig vervangen.

Tip :

Plaats in de klas ook de producten zoals ze in de handel worden aangeboden. Bv. een pak keukenzout, een fles azijnzuuroplossing, een ammoniakoplossing als ontvettingsmiddel, wijn, ethanol, waterstofperoxide als ontsmettingsmiddel, e.a.

De leerkrachten moeten, naast het noodzakelijk gebruik van de afzuigkap voor gezondheid schadelijke stoffen, de nadruk leggen op de drie fundamentele factoren die bepalen hoe schadelijk het gebruik van een bepaalde stof is, zijnde “de frequentie van de contacten met het desbetreffend product, de duur van het contact en de stofhoeveelheden waarmee contact wordt gemaakt”.

- Leerlijnen A en B met minder uren chemie, moeten in de mate van het mogelijke georganiseerd worden zodat in de les voldoende tijd is voor experimenteel werk. Vooral met het oog op een betere experimentele visualisering van chemie, van onderzoekend leren en van projectwerk, wordt chemie best aangeboden in blokken van twee of meer lessen, oordeelkundig gespreid over het leerjaar<sup>5</sup>. De sectie denkt dat dergelijke organisatie kan, in overleg met de andere wetenschapvakken.

#### 4 - Vorming van chemieleerkrachten :

<sup>4</sup> Al moet gezegd worden dat er nog altijd te veel situaties zijn waar chemie (of wetenschappen in het algemeen) gegeven wordt in gewone klaslokalen, of waar slecht een zeer beperkte hoeveelheid didactische hulpmiddelen voor experimenteel werk voorhanden is.

<sup>5</sup> Hiermee suggereert de onderwijssectie van de KVCV de scholen om na te denken over een organisatie waarbij niet noodzakelijk elk vak elke week een zelfde aantal uur wordt ingeroosterd.

De onderwijssectie van de KVCV is van mening dat de leerkrachten chemie voldoende bekwaam moeten zijn in chemie en chemie-didactiek, en dit zowel theoretisch als praktisch. Leerkrachten die lesgeven in Chemie C hebben daarom best, naast een bewijs van pedagogische bekwaamheid, een masterdiploma in chemie of een opleiding met een voldoende grote en gevarieerde chemische component. Ook professionele bachelors die chemie geven in de tweede graad moeten over voldoende basis beschikken om chemieconcepten aan te brengen op een wijze waarin theorie, experiment en context in voldoende wijze en geïntegreerd aan bod komen. De sectie roept alle hogescholen met geïntegreerde lerarenopleidingen dan ook op, om naast biologie, fysica en natuurwetenschappen, ook onderwijs in chemie als standaard aan te bieden aan hun studenten. Op dit ogenblik is het aanbod aan opleidingen professionele bachelor in chemie onderwijs ondermaats. Er is nood aan een grondiger vorming van veel toekomstige leerkrachten betreffende het visualiseren van chemische principes door een meer doorgedreven training in het demonstreren van chemische processen, het opzetten van practica voor de leerlingen en het doelgericht gebruik van audiovisuele media.

Verder is er een nood aan het herwaarderen van het beroep van leerkracht, niet alleen algemeen in de maatschappij, maar ook binnen onderwijsinstellingen zelf. De universitaire lerarenopleidingen, moeten ervoor waken dat een keuze voor *onderwijs in wetenschappen* door hun bestuursorganen, docenten en studenten als evenwaardig wordt beschouwd als een keuze voor fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek. Dit kan alleen maar als deze studenten ook een voldoende hoeveelheid vakken op masterniveau in hun domein moeten volgen. Ook moeten studenten in/na een universitaire lerarenopleiding, voldoende op de hoogte zijn/gehouden worden van belangrijke internationale ontwikkelingen in de didactiek van de chemie en aanverwante wetenschapsvakken. De onderwijssectie van de KVCV meent dat de invoering in 2019-2020 van de Educatieve masters wetenschappen en technologie, alvast een grote stap zal zijn in de goede richting.

## 5. Speciale aandacht voor chemische geletterdheid

KVCV wenst speciale aandacht te vragen voor die onderwijsvormen en richtingen waar een ernstig tekort aan chemische geletterdheid en vorming wordt vastgesteld, met name het BSO, KSO en niet-wetenschappelijke studierichtingen TSO. Ook deze leerlingen hebben het recht om voldoende chemie-onderwijs te krijgen zodat ze functioneel met chemie kunnen omgaan en artikels in kranten, weekbladen, nieuwsberichten over chemie op een correcte wijze kunnen interpreteren. De noodzaak van verdere chemische ontwikkeling om de globale doelstellingen voor de 21<sup>ste</sup> eeuw te bereiken moet ook aan deze leerlingen worden bijgebracht, en dit minstens volgens de eindtermen, gedefinieerd in leerlijn A.

## 6. Chemie, natuurwetenschappen of STEM?

Bij de hervorming van het secundair onderwijs (vanaf 2019) zullen er acht studiedomeinen worden aangeboden, met name: taal en cultuur, economie en organisatie, maatschappij en welzijn, sport, voeding en horeca, kunst en creatie, land- en tuinbouw en **STEM**.

STEM streeft een geïntegreerd aanbod na van wetenschappen, wiskunde en techniek en werd in het onderwijs ingebracht door scholen die op deze manier de motivering van leerlingen voor deze domeinen willen vergroten (nog beter zou zijn eerst of in parallel te streven naar het geven van goed wetenschapsonderwijs). De onderwijssectie van de KVCV meent dat STEM, op zijn best uitgevoerd, heel interessant en motiverend kan zijn voor leerlingen, maar pleit ervoor in de toekomst chemie als vak te behouden, en waar mogelijk telkens de link te leggen met andere wetenschappen en de maatschappij. Mocht dat niet zo zijn dan zou dat grote gevolgen hebben op de keuze voor een

chemische masteropleiding en vooral ook op de chemie-georiënteerde en educatieve bachelor opleidingen aan de hogescholen.

### **Samenvattende besluiten en aanbeveling :**

Chemie in het S.O. heeft de laatste vijftig jaren een hele evolutie doorgemaakt. Van overwegend 'keuzevak' komt het in veel studierichtingen in het S.O. voor, soms als verplicht vak, soms als onderdeel van 'natuurwetenschappen' of 'toegepaste wetenschappen'. In beroepsgerichte richtingen is dit veel te weinig het geval. Veel secundaire scholen beschikken over een goed uitgerust laboratorium, waar veilig en milieubewust kan geëxperimenteerd worden<sup>6</sup>. De ICT-evolutie is aan chemie niet voorbijgegaan, getuige bv. het gebruik van sensoren in chemie-lessen, al gaat het gebruik van moderne media (filmpjes) soms ten koste van life-experimenteel werk.

Het immer aanslepend probleem van tijdsgebrek om de leerstof op een didactisch verantwoorde en boeiende wijze aan te bieden aan leerlingen met verschillende belangstellingen en vaardigheden, kan alleen worden opgelost door:

- een grondige bezinning over de keuze van en de diepgang waarmee chemie-thema's in de verschillende leerlijnen worden aangeboden
- aan leerkrachten een duidelijk en haalbaar richtsnoer voor te stellen voor de tijdsbesteding aan conceptuele, contextuele, toegepaste en experimentele chemie. De onderwijssectie van de KVCV is van mening dat, naast eindtermen, leerplannen en handboeken voor chemie die weliswaar zeer nuttige ondersteuning kunnen bieden, voldoende ruimte moet zijn voor eigen creatieve inzet van de leerkrachten op vlak van themakeuzes, diepgang en didactische werkvormen, en dit in functie van de doelstellingen van chemie voor de leerlingengroep en hun interessegebied.
- Chemie als vak te behouden, maar door contexten en linken met andere wetenschappen en de maatschappij, de perceptie door leerlingen en de buitenwereld betreffende chemie gunstig te beïnvloeden.

De sectie Onderwijs en opleidingen van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging  
September 2018

---

<sup>6</sup> Jammer genoeg is dit nog niet in alle scholen zo.