



Dato: 8. august 2011

### Funktionelle grupper i den gymnasiale kemiundervisning

I forbindelse med årets skriftlige kemiopgaver (stx) er der opstået et spørgsmål om definitionen af funktionel gruppe (FG) i organisk kemi. Der har også været forvirring, hvorfra den ”autoritative læsning” skal komme. Der skal ikke herske tvivl om, at det hverken er forskellige lærebøger, formelsamlinger eller databøger, som er den officielle udmelding. I sidste ende skal det læses ud af kemis læreplan for kemi A, eksamensopgaver og de tilknyttede evalueringer og lignende udmeldinger fra UVM fra fagets fagkonsulent. Men selvfølgelig skal udmeldingerne fra den kant dels være i tråd med fagets faglige tradition i gymnasiet og dels generelt med den forståelse af kemi, som ligger i det videnskabelige kemikersamfund. Problemerne kan så opstå, når der ikke er klare afgrænsninger i terminologien af de kemiske begreber, eller der ønskes en ændring af den hidtidige tradition. Diskussionen om afgrænsning af funktionelle grupper i den gymnasiale kemiundervisning og i det hele taget om brugen af begrebet funktionel gruppe kontra karakteristisk gruppe er et eksempel på en sådan problemstilling. Der er selvfølgelig behov for en afklaring af den sprogbrug, som eleverne kan møde til den skriftlige prøve i kemi A. Så det er altså hensynet til den skriftlige prøve og ikke hvad der foregår i det enkelte undervisningslokale, som er fokus for denne udmelding.

Det er ikke svært at forstå forvirringen. De forskellige undervisningsmaterialer, som har været benyttet i den daglige undervisning igennem tiden, bruger forskellige begreber og afgrænsninger af begreberne. Fx har afgrænsningen af funktionelle grupper skiftet i forbindelse med forskellige versioner af Databog fysik kemi (F & K Forlaget), og i de seneste udgaver er begrebet funktionelle grupper skiftet ud med karakteristiske grupper, på en sådan måde, at man får indtryk af, at der er tale om synonyme. Det samme gælder for forskellige lærebogssystemer, som anvendes i gymnasiet. Men hvis vi tager fat i læreplanen, så skal de funktionelle grupper læses ud af listen over organiske stofgrupper i kernestoffet. Det er disse, som vi forventer, at eleverne kan foreholde sig til ved den skriftlige prøve. Nedenstående tabel giver disse stofgrupper, samt forskellige tilknyttede kommentarer.

Stofklasse	Kemisk struktur	Funktionel gruppe	Karakteristisk gruppe
Carboxylsyre	<b>-COOH</b>	Ja	Ja
Ester	<b>-COO-</b>	Ja	Ja
Aldehyd <sup>1</sup>	<b>-CHO</b>	Ja	Ja
Keton <sup>1</sup>	<b>-CO-</b>	Ja	Ja
Alkoholer <sup>2</sup>	<b>-COH</b>	Ja	Ja
Aminer <sup>3</sup>	<b>-NH<sub>2</sub></b>	Ja	Ja
Alkyner <sup>4</sup>	<b>C≡C</b>	<del>Ikke klart præciseret</del> ja	Nej
Alkener <sup>4</sup>	<b>-C=C-</b>	ja <del>Ikke klart præciseret</del>	Nej
Alkaner <sup>4</sup>	<b>-C-C-</b>	Nej	Nej

<sup>1</sup>I læreplanen står oxoforbindelser.

<sup>2</sup>Omfatter primære, sekundære og tertiære alkoholer.



<sup>3</sup>Her er kun angivet en primær amin, men eleverne skal også kende sekundære og tertiære aminer.

<sup>4</sup>Udover de tre nævnte typer carbonhydrider, skal eleverne også kende simple alicykliske carbonhydrider og simple arener (aromatiske forbindelser).

Her udover skal eleverne ifølge læreplanen også kende carbohydrater, triglycerider, aminosyrer og peptider.

I den daglige kemiundervisning indgår forskellige andre stofklasser som fx organiske halogenforbindelser, amider, ethere og phenoler for at nævne nogle af de mest almindeligt forekommende. Da disse **ikke** er nævnt i kemi A's læreplan under kernestoffet, så vil eleverne ikke forventes at skulle inddrage disse stofklasser til den skriftlige prøve. Det henregnes som værende en del af det enkelte holds supplerende stof. Så det reelle problem handler altså om to forhold: 1) Skal begrebet funktionel eller karakteristisk gruppe benyttes som begreb i opgaver, og 2) skal dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer betragtes som funktionelle grupper eller ej i forbindelse med den gymnasiale kemiundervisning.

Sagen har været drøftet med dels opgavekommissionen for stx og dels med andre personer i kemimiljøet, herunder en repræsentant for Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg, som står bag Kemisk Ordbog. I IUPAC Gold Book (<http://goldbook.iupac.org/>) kan man finde følgende to definitioner af henholdsvis funktionel gruppe og karakteristisk gruppe:

”Functional group: Organic compounds are thought of as consisting of a relatively unreactive backbone, for example a chain of  $sp^3$  hybridized carbon atoms, and one or several functional groups. The functional group is an atom, or a group of atoms that has similar chemical properties whenever it occurs in different compounds. It defines the characteristic physical and chemical properties of families of organic compounds. “

“Characteristic group (in organic nomenclature): A single heteroatom, for example,  $-Cl$  and  $=O$ ; a heteroatom bearing one or more hydrogen atoms or other heteroatoms, for example,  $-NH_2$ ,  $-OH$ ,  $-SO_3H$ ,  $-PO_3H_2$  and  $IO_2$ ; or a heteroatomic group attached to or containing a single carbon atom, for example,  $-CHO$ ,  $-C\equiv N$ ,  $-COOH$  and  $NCO$ , attached to a parent hydride.”

De to begrebsdannelser er således ikke synonyme. Funktionel gruppe relaterer primært til strukturer i de kemiske forbindelse, som løst sagt er bestemmende for et stofs kemiske egenskaber, altså en definition med et kemisk udgangspunkt. Karakteristisk gruppe tager sit udgangspunkt i behovet for en systematisk navngivning i organisk kemi. Selvfølgelig hænger begreberne tæt sammen, men der er forskelle, fx ekskluderer karakteristiske grupper klart dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer, mens der kan argumenteres for, at disse bindinger kan betragtes som en del af de funktionelle grupper blandt andet på grund af deres reaktivitet ved additionsreaktioner.

Man kunne overveje at benytte begge begreber i skriftlige kemiopgaver ved kemi A prøver. Fx kunne man stille følgende to forskellige spørgsmål; 1) Angiv den funktionelle gruppe i 2-hydroxypropansyre (mælkesyre), som er årsagen til, at mælkesyre i et glas mælk findes på ionform. 2) Angiv de karakteristiske grupper, som er baggrunden for navnet 2-hydroxypropansyre.



Nu vil det nok være for meget at forlange, at gymnasieeleverne skal gennemskue ”detaljeforskellen” mellem funktionelle og karakteristiske grupper, så det vil være en fordel at benytte samme begreb ved de to typer spørgsmål. Traditionen har indtil nu benyttet begrebet funktionelle grupper. Da dette begreb primært tager sit udgangspunkt i forbindelsernes kemiske egenskaber, er det besluttet at fortsætte med at benytte begrebet funktionel gruppe i stedet for karakteristisk gruppe i de skriftlige opgaver, indtil der er kommet en afklaring af den kemiske terminologi på dette punkt (et arbejde som er i gang i regi af Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg).

Det andet spørgsmål om dobbelt- og tripelbindinger mellem carbonatomer skal inkluderes eller ekskluderes af begrebet funktionelle grupper i gymnasiets kemiundervisning kræver, at der tages en beslutning om spørgsmålet, for det fremgår ikke direkte af IUPAC definition. Følger man betragtningen om, at en funktionel gruppe løst sagt defineres, som et atom eller en atomgruppe i et organisk stof, som er bestemmende for stoffets kemiske egenskaber, kan man med god ret hævde, at dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer skal inkluderes som en funktionel gruppe. Det skyldes selvfølgelig muligheden for at lave additionsreaktioner.<sup>1</sup>

Konklusionen på de to spørgsmål er derfor: 1) Begrebet funktionelle grupper vil blive benyttet i de skriftlige opgaver i kemi A indtil der er kommet en afklaring af terminologien, og 2) de funktionelle grupper som eleverne forventes at kende er dem, som kan læses ud af læreplanens kernestof (de organiske stofklasser), og som er listet i tabellen ovenfor, det vil sige inklusiv dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer.

Keld Nielsen, fagkonsulent i kemi

---

<sup>1</sup> Ved dette års skriftlige prøver i kemi A, stx, undlod vi at inddrage C=C i vurderingen af elevernes besvarelser. Dette skyldes usikkerheden omkring spørgsmålet, samt at de gængse undervisningsmaterialer har peget lidt i forskellige retninger.