

Er syrlinger særlinge? Er de svæklinge?

Det mærkelige ord 'syrling' får det formentlig kun til at ringe hos (danske) kemikere, og de første associationer er nok salpetersyrling og hypochlorsyrling, plus måske en ubehagelig erindring om noget med at phosphorsyrling alligevel ikke er en syrling...

De uorganiske oxosyrer er nomenklaturmæssigt et stort problem. De traditionelle navne for de almindeligste af dem er meget indarbejdede, mens de traditionelle navne for de mindre kendte er besværlige at forstå og huske. Nogle af dem har været brugt om flere forskellige forbindelser. De adskillige mulige syste-

matiske navne tilkendegiver utvetydigt strukturen af forbindelserne, men føles uvante og er ikke særlig mundrette. Det ser vi på nu, men vi har kun plads til en kort version af en temmelig lang historie.

Formlerne kan skrives på flere måder. Formatet H_2SO_4 signalerer to hydroxoner, der kan fraspaltes, men viser ikke konstitutionen, som bedre afspejles, hvis man skriver formelen som for en koordinationsforbindelse, altså $[S(O)_2(OH)_2]$. Den sidste form lægger også op til et regelret systematisk navn: dihydroxidodioxidosvovl (ja undskyld, 'hydroxido' kommer først alfabetisk i navnet, men

'O' kommer før 'OH' i formelen). Der kan også laves et systematisk navn, som svarer til navne i den organiske nomenklatur, nemlig ud fra stamhydridet SH_6 , som kaldes λ^6 -sulfan, fordi valensen er 6 og ikke er svovls standardvalens 2, som man kender den fra hydrogen-sulfid (= sulfan uden noget lambda). Dette formelle stamhydrid har i svovlsyre to hydroxygrupper og to oxogrupper, så det (substitutive) navn bliver dihydroxysulfandion- λ^6 -sulfandion. Fuldstændig som hvis man laver for eksempel 2,5-dihydroxycyclohexan-1,4-dion ud fra stamhydridet cyclohexan.

Traditionel formel	Traditionelt navn	Formel skrevet som koordinationsforbindelse	Koordinationsnavn	Stamhydridbaseret navn
HNO_2	salpetersyrling	$[N(O)OH]$	hydroxidooxidnitrogen	hydroxyazanon
H_3AsO_3	arsensyrling	$[As(OH)_3]$	trihydroxidoarsen	arsantriol
H_2AsHO_2	arsonsyring	$[AsH(OH)_2]$	hydridodihydroxidoarsen	arsandiol
$HAsH_2O$	arsinsyrling	$[AsH_2(OH)]$	dihydridohydroxidoarsen	arsanol
H_2SO_3	svovlsyrling	$[S(O)(OH)_2]$	dihydroxidooxidovovl	dihydroxy- λ^4 -sulfanon
$HClO_2$	chlorsyrling	$[Cl(O)OH]$	hydroxidooxidochlor	hydroxy- λ^3 -chloranon

Tabel 1. Udvalgte simple syrlinger.

Traditionel formel	Traditionelt navn/ nuværende navn	Formel skrevet som koordinationsforbindelse	Koordinationsnavn	Stamhydridbaseret navn
H_2PHO_3	phosphorsyrling/ phosphorsyre	$[PH(O)(OH)_2]$	hydridodihydroxidooxidophosphor	dihydroxy- λ^5 -phosphanon
$P(OH)_3$	phosphorsyrling	$[P(OH)_3]$	trihydroxidophosphor	phosphantriol
$H_2S_2O_5$	disvovlsyrling/ *)	$[HO(O)_2SS(O)(OH)]$	dihydroxido-1 κ O,2 κ O-trioxido-1 κ 2O,2 κ O-disvovl(S—S)	1,2-dihydroxy-1 λ^4 -disulfan-1,1,2-trion
$H_2S_2O_5$	/disvovlsyrling *)	$[HO(O)SOS(O)OH]$	μ -oxido-bis(hydroxidooxidovovl)	1,3-dihydroxy-dithioxan-1,3-dion #)
$H_2S_2O_4$	dithionsyrling **)	$[HO(O)SS(O)OH]$	bis(hydroxidooxidovovl)(S—S)	1,2-dihydroxy-disulfan-1,2-dion

*) Nomenklaturmæssigt vil man helst have di-syrerne til at være formelt dannet ved vandfraspaltning mellem en hydroxygruppe på hvert af to molekyler af syren, således at der er en oxygenbro (tænk på disvovlsyre eller disphosphorsyre med de ældre navne pyrosvovlsyre og pyrophosphorsyre). Men virkelighedens disvovlsyrling (eller i hvert fald dens virkelige salte, ingen har vist haft fingre i selve syren) har besluttet sig for at have den usymmetriske struktur med det meget besværlige koordinationsnavn vist i tabellen. Der er en reel tvetydighed her, som kun kan undgås ved brug af systematiske navne (eller passende detaljerede formler).

**) Det drilske her er, at der *ikke* er nogen thionsyrling, som er dimeriseret. Det er derimod dithionsyre, $[HO(O)_2SS(O)_2(OH)]$, der her har mistet en oxogruppe i hver ende og derved er blevet til en disyrling (som vist også kun kendes som saltene, dithioniter).

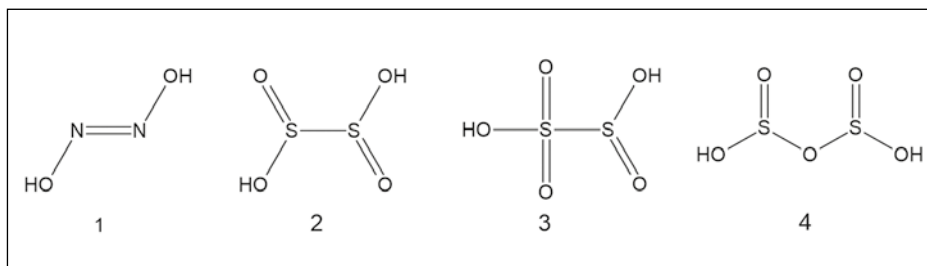
#) Stamhydridet er dithioxan, HSOSH.

Tabel 2. Drilske syrlinger. (Se figur 1 for de sidste tre.)

Tabel 1 præsenterer nogle af de simpleste syrlinger. De har alle en storesøster, nemlig en syre med en ekstra oxogruppe på centralatomet og med navnet '...syre'. Altså salpetersyre, arsensyre osv. Endelsen 'ling' betegner en diminutiv, og i disse tilfælde er syrlingen klart mindre rent molekylært end syren.

Da nærværende forfatter studerede, kunne et drilsk eksamensspørgsmål dreje sig om konstitutionen af phosphorsyrling. Man skulle gerne vide, at der er et hydrogenatom bundet direkte til phosphor, altså så strukturen er $[\text{PH}(\text{O})(\text{OH})_2]$. Men phosphorsyrling burde jo ligesom ved syrlingerne i tabel 1 være afledt af phosphorsyre ved at fjerne oxogruppen!? I dag vil man nomenklaturmæssigt derfor helst bruge 'phosphorsyrling' for $\text{P}(\text{OH})_3$ og kalde forbindelsen med det phosphorbundne hydrogenatom for phosphonsyre, jf. tabel 2. Det passer også med at kalde de organiske derivater for phosphonater (salte og estere af phosphonsyre) og phosphonsyrer (hvor det phosphorbundne hydrogenatom udskiftes med en alkyl- eller arylgruppe såsom i phenylphosphonsyre), hhv. phosphiter [salte og estere af $\text{P}(\text{OH})_3$].

Går man endnu et trin videre og fjerner to oxogrupper fra en oxosyre med navnet '...syre', kommer man til en undersyrling eller hypo...syrling. For eksempel chlorsyre $[\text{Cl}(\text{O})_2\text{OH}] \rightarrow$ chlorsyrling $[\text{Cl}(\text{O})\text{OH}] \rightarrow$ hypochlorsyrling $[\text{ClOH}]$.



Figur 1. Nogle syrlinger, der kan opfattes som tokernede komplekser: **1** = hypodisalpetersyrling (*trans*-formen vist); **2** = dithionsyrling ("kemisk"); **3** = disvovlsyrling ("kemisk"); **4** = disvovlsyrling (nomenklatur).

At syrlingerne er nogle særlinge, vil læserne vist nu være enige i. Er de også nogle svæklinge? Altså er de svagere syrer end tilsvarende syrer? Sagen er klar med rækken chlorsyre (stærk syre), chlorsyrling ($\text{p}K_a = 2.0$) og hypochlorsyrling ($\text{p}K_a = 7.5$) med hhv. to, en og ingen oxogrupper på chlor. Den tidligere phosphorsyrling ($\text{p}K_1 = 2.0$) og den tidligere hypophosphorsyrling ($\text{p}K_1 = 1.2$) er lige så stærke som phosphorsyre, men så var de jo også snarere syrer end syrlinger, som diskuteret ovenfor ($\text{p}K$ -værdier taget fra [1]). Læseren kan selv fortsætte løjerne med syrlinger af andre grundstoffer, for eksempel svovl, selen og tellur. Phosphorsyrling har i øvrigt en hvidløgssagtig smag, skriver [2] (!), og hypodisalpetersyrling (som godt nok er en svag syre) kan eksplodere, skriver [1]. Særlingene er da ikke kedelige!

Det korte af det lange med syrlingerne er, at til afklaring af strukturen kan man bruge diverse systematiske navne, men de traditionelle navne er så rodfæstede med deres mærkværdigheder og tvetydigheder, at hverken IUPAC eller vi i Nomenklaturudvalget har turdet forsøge at afskaffe dem. (Der blev ikke plads denne gang til meget om saltene af syrlingerne, som er nok så interessante i praksis. Se dog figur 2 på næste side).

Syrling-navnene var i brug allerede i det 19. århundrede sammen med nu helt forladte navne som Jerntveklor og Qvægsølvforilte (se for eksempel [2]).

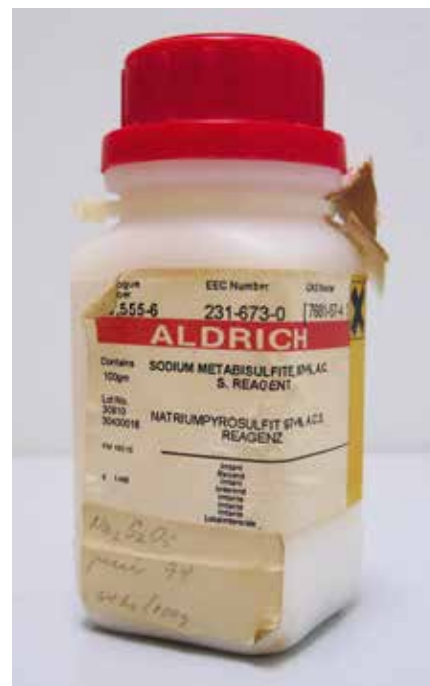
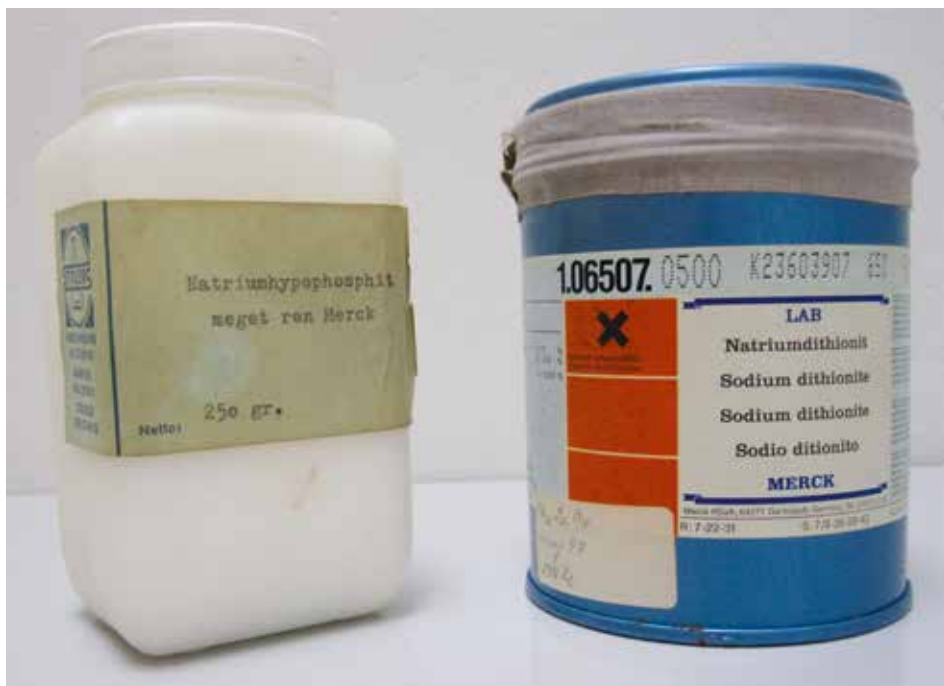
Vores nabosprog af i dag håndterer syrlingerne forskelligt; et par smagsprøver er vist i tabel 4. De engelske 'ous'-navne indikerer et lavere oxidationstrin, altså for eksempel svovl(IV) i svovlsyrling (sulfurous acid) versus svovl(VI) i svovlsyre (sulfuric acid).

Traditionel formel	Traditionelt navn	Formel skrevet som koordinationsforbindelse	Koordinationsnavn	Stamhydridbaseret navn
$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ (se Figur 1)	hypo(di) salpetersyrling *)	$[\text{HON}=\text{NOH}]$	bis(hydroxidonitrogen) (<i>N—N</i>)	diazendiol #)
$\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_5$	hypophosphorsyrling/ phosphinsyre **)	$[\text{PH}_2(\text{O})\text{OH}]$	dihydridohydroxidooxido-phosphor	hydroxy- λ^5 -phosphanon
HClO	hypochlorsyrling	$[\text{ClOH}]$	hydroxidochlor	chloranol
*) Principielt refererer 'hypodi'-konstruktioner til, at to molekyler af en oxosyre er syet sammen centralatom mod centralatom med fjernelse af en hydroxygruppe på hvert af dem som i hypodiphosphorsyre, $[(\text{HO})_2(\text{O})\text{PP}(\text{O})(\text{OH})_2]$. Men her er det mere tricky, da der er dannet en dobbeltbinding, og desværre udelades 'di' ofte, så man får 'hyposalpetersyrling' som et lidt uforståeligt navn. **) Navnet phosphinsyre foretrækkes nu, da hypo-navnet refererer til den ældre betydning af phosphorsyrling (se ovenfor) – og i virkeligheden den tautomere struktur $[\text{PH}(\text{OH})_2]$, altså phosphonsyrling. Uha, det er indviklet. I praksis vil man formentlig stadig længe finde phosphinater, altså salte af phosphinsyre, betegnet som hypophosphiter. #) Stamhydridet er diazen, $\text{HN}=\text{NH}$.				

Tabel 3. Udvalgte hyposyrlinger (undersyrlinger).

Sprog	Generel form	Eksempler
dansk	-syrling	salpetersyrling, svovlsyrling, chlorsyrling, hypochlorsyrling
svensk	-syrlighet	salpetersyrlighet, svavelsyrlighet, klorsyrlighet, underklorsyrlighet
engelsk	-ous acid	nitrous acid, sulfurous acid, chlorous acid, hypochlorous acid
tysk	-ige Säure	Salpetrige Säure, Schweflige Säure, Chlorige Säure, Hypochlorige Säure

Tabel 4. Syrlinger på flere sprog.



Figur 2. Syrlingerne manifesterer sig i praksis primært via deres salte. Her har vi fra venstre natriumhypophosphit, dvs. natriumphosphinat med nutidens nomenklatur, jf. tabel 3; natriumdithionit (natriumsalt af dithionsyrling); samt "natriummetabisulfit", som er natriumsaltet af vores "kemiske" disovovlsyrling. Rationalet bag dette nu forældede navn er, at to molekyler "bisulfit" (= hydrogensulfit, HSO_3^-) er gået sammen under vandfraspaltning ('meta'). Samme tankegang ligger bag navnet pyrosulfit.

Nomenklaturudvalget har forsøgt at rydde op i opslagene med 'syrling' i opslagsordet eller i forklaringen i databasen på webstedet *Dansk Kemisk Nomenklatur* [3]. Prøv at søge på 'syrling' med den automatiske trunkering og flueben i 'Søg også i ordforklaringerne' og studér hittene. Hvis læserne finder mangler, er vi mere end interesserede i at høre om det.

Et mere fuldstændigt overblik over syrer og syrlinger kan man få i IUPAC's *Red Book* [4], Chapter 1-8. Men det er jo altså på engelsk.

Ture Damhus,
editor@kemisknomenklatur.dk
Nomenklaturudvalget

Referencer

1. C.E. Housecroft, A.G. Sharpe: *Inorganic Chemistry* [5th Edition, Pearson 2018].
2. C.T. Barfoed: *Lærebog i den analytiske Chemie* [2.udg., København, Gyldendal 1880].
3. <http://www.kemisknomenklatur.dk/>.
4. *Nomenclature of Inorganic Chemistry - IUPAC Recommendations 2005* [Eds. N.G. Connelly, T. Damhus, R.M. Hartshorn, A. Hutton; RSC Publishing 2005]. Tilgængelig som PDF-fil her: <https://iupac.org/what-we-do/books/redbook/>.



HUSK

Dansk Kemi kan også læses online

Få besked hver gang en ny udgave er tilgængelig.

Tilmeld dig på TechMedia.dk

Nyttig viden fra TechMedia