

I anledning af at det periodiske system i år fylder 150 år, bringer vi en artikelserie forfattet af Jesper Bendix. Artikelserien illustrerer periodesystemets aktualitet som redskab i systematiseringen af kemien

## Artikel 1:

# Verdens vigtigste tabellering fylder 150 år

I år markeres 150-året for offentliggørelsen af det periodiske system, eller periodesystemet [1,2]. Året, som fejringen refererer til, er altså 1869, hvor Dmitrij Ivanovitch Mendelejev (engelsk translittering: Mendeleev), der arbejdede ved Sankt Petersborgs Universitet, fik sin version af periodesystemet offentliggjort [3]. Det var ikke en idé, som var uden forløbere, og de fleste kemikere har sikkert også hørt Lothar Meyers navn i forbindelse med opstillingen af periodesystemet.

Historien er dog noget mere kompliceret end som så, og man kan med rimelighed sige, at udviklingen af de første periodesystemer forløb over tidsrum på mere end 15 år, og at der var flere, mindst fem, vægtige forslag, der var på banen tidligere eller samtidigt med Mendelejevs offentliggørelse [4]. Et af disse var i øvrigt fremsat af danskfødte Gustavus Detlef Hinrichs, der studerede ved Københavns Universitet, før han udvandrede til USA [5]. Ideen om en systematisering af kemien i lighed med Linne's systematisering af den biologiske verden; en opdeling i "naturligt" system baseret på ligheder mellem grundstofferne, havde rumlet en tid.

Tidligt havde Döbereiner således fastslået (1829), at der eksisterede flere "tripletter" af beslægtede grundstoffer, hvor de relative atommasser var indbyrdes forbundet, for eksempel  $M_{Br} \approx \frac{1}{2}(M_{Cl} + M_{I})$ , og Gmelin havde bygget videre på disse observationer [6]. Mange divergenser opstod dog i kemiker-samfundet på grund af manglende enighed om de relative atommasser, molekyl- og valensbegrebet. Disse spørgsmål blev diskuteret, og i nogen grad afklaret, ved den første internationale videnskabelige kongres, som blev afholdt i Karlsruhe i september 1860 med blandt andet Kekule som organisator, figur 1 [7].

Det forudgående arbejde med bestemmelse af atommasser havde pågået i næsten et halvt århundrede med Daltons dimi-

nutive tabellering fra 1803 som den tidligste og med Berzelius som en af de vigtigste bidragydere. Problemerne med at bestemme de relative atommasser var delvist forbundet med eksperimentelle usikkerheder, især for de ikke-gasformige grundstoffer, men det var det uafklarede valensbegreb, der gav anledning til de grundlæggende uenigheder. Ved kongressen i Karlsruhe kunne Cannizzarro, blandt andet baseret på Kekules tilordning af valensen 4 til carbon (1857), endeligt fremlægge en tabellering af relative atommasser, der var praktisk fejlfri omend stadig behæftet med eksperimentelle usikkerheder. Dermed var et væsentligt grundlag på plads til de efterfølgende ni års udvikling af periodesystemer ved de Chancourtois, Odling, Newlands, Hinrichs, Meyer og Mendelejev [4].

Datidens langsomme udbredelse af viden gjorde, at de involverede kemikere i praksis arbejdede parallelt uden at kende til hinandens fremskridt, og primært refererede til tidligere arbejder af Döbereiner, Gmelin, Dumas, Lenssen og Pettenkofer [8]. Der er flere grunde til, at Mendelejev er endt med at få den største del af æren for opstillingen af periodesystemet:

- Hans system var det eneste, der omfattede alle de dengang kendte grundstoffer, selvom nogle var forkert placeret, figur 2
- Han offentliggjorde før Meyer, som kendte til Mendelejevs offentliggørelse
- Han indså klart nødvendigheden af at inkludere ikke-opdagede grundstoffer
- Han forudså atommasser af nogle af de ukendte grundstoffer og deres valenser
- Han baserede ikke kun sit system på atommasser, men anvendte *kemiske* egenskaber til at placere de kendte grundstoffer
- Han forudså både *kemiske* og fysiske egenskaber af forbindelser af de forudsagte grundstoffer

Hvorfor var Mendelejev så mere succesrig end de øvrige med hensyn til at placere grundstofferne? Fordi han, jf. de sidste punkter på listen, indså, at periodesystemet ikke burde fokusere på grundstoffer, men på deres kemiske forbindelser! Der var hos især Gmelin og Mendelejev en klar erkendelse af, at grundstofferne og deres opførsel i kemiske forbindelser var to meget forskellige ting [9,10]. Det kan eksempelvis være vanskeligt at erkende gassen chlor, væsken brom og det faste stof iod som nært beslægtede, men hvis man kender deres forbindelser af blot et par af alkali- og jordalkalimetallerne, så er slægtskabet oplagt. Det samme



Figur 1. Karlsruhe Ständehaus, der husede den første internationale videnskabelige kongres, kemimødet i 1860, som var forløber til IUPAC. Bygningen var oprindeligt opført som lokalparlament (opført 1822; venstre panel er en litografi fra ca. 1830), men blev stort set destrueret under 2. Verdenskrig. I 1993 blev stadsbiblioteket i Karlsruhe opført på stedet med tydelig historisk arkitektonisk inspiration.

