De følgende artikler om tungmetaller er alle skrevet på baggrund af foredrag, der blev afholdt i Dansk Selskab for Historisk Kemi den 31. oktober 2001.

Tunge metaller 1 – De tunge metallers betydning

1

Her gives tre konkrete eksempler på, hvilke ulykker kviksølv, cadmium og bly har forvoldt

Af Per Eichner, pe-con@post.tele.dk

Ved vurdering af de tunge metallers betydning for vor dagligdag kan man anlægge to synsvinkler:
- En positiv synsvinkel som fokuserer på metallernes enorme betydning for vor kultur og teknologi.
- En negativ synsvinkel der fokuserer på metallernes betydning som forureningskomponenter både på arbejdspladsen og som uønskede komponenter i vore omgivelser og i selve naturen.

Årsager til de tunge metallers dårlige ry

1. Den betydelige giftvirkning som metallerne kan udøve, når de optages i planter, dyr eller mennesker.
2. Tunge metaller, der optræder som affaldsprodukter, kan ikke destrueres. De må ofte opbevares på sikker måde over en meget lang tidshorisont.
3. Mange tunge metaller er i stand til at akkumulere op gennem fødekæderne – især de vandige fødekæder.

Massefylder (g/ml) for metaller med atomnummer mindre end eller lig 92

H:	Li:0,534	Na:0,971	K:0,862	Rb:1,53	Cs:1,87	Fr:?		
	Be:1,85	Mg:1,74	Ca:1,55	Sr:2,54	Ba:3,5	Ra: 5?		
			Sc:2,99	Y:4,45	La: 6,19	Ac:10,07		
			Ti:4,54	Zr:6,53	Hf:13,29		Ce:8,23	Th:11,66
			V :6,11	Nb.8,57	Ta:16,6		Pr:6,78	Pa:15,37
			Cr:7,19	Mo:10,22	W:19,3		Nd:8,80	U:18,95
			Mn:7,44	Tc:11,50	Re:21,02		Pm:?	
			Fe:7,87	Ru:12,41	Os:22,57		Sm:7,54	
			Co:8,9	Rh:12,41	Ir:22,42		Eu:5,26	
			Ni:8,90	Pd:12,02	Pt:21,45		Gd:7,90	
			Cu:8,96	Ag:10,50	Au:19,32		Tb:8,27	
			Zn:7,13	Cd:8,65	Hg:13,57		Dy:8,54	
	B:	Al:2,70	Ga:5,91	In:7,31	Tl:11,85		Ho:8,80	
	C:	Si:	Ge:5,32	Sn:7,31	Pb:11,35		Er:9,05	
	N:	P:	As:	Sb:6,69	Bi:9,75		Tm:9,33	
	O:	S:	Se:	Te:	Po:9,32		Yb:6,98	

Tabel 1. Ved de tunge metaller forstås de metaller, som har en massefylde > 5,0 g/ml. Ser vi på det periodiske system – fra dengang det kun indeholdt 92 grundstoffer – vil der være 55 metaller med en massefylde > 5,0 g/ml, dvs. at ca. 60% af grundstofferne hører til de tunge metaller.

Jordskorpens sammensætning (%)

01	O	49,40
02	Si	25,75
03	Al	7,51
04	Fe	4,70*
05	Ca	3,39
06	Na	2,64
07	K	2,40
08	Mg	1,94
09	H	0,88
10	Ti	0,58
11	Cl	0,19
12	P	0,12
	I alt	99,50

Tabel 2. Geokemisk set er de tunge metallers forekomst yderst beskeden. Med de 12 hyppigst forekommende grundstoffer kan man gøre rede for 99,5% af jordskorpens sammensætning og heriblandt findes kun et tungmetal, nemlig »jern«, som indgår med 4,7%. Restgruppen af tunge metaller udgør kun 0,3%.

Essentielle tunge metaller i mennesket

Element	mg/70 kg legemsvægt
Fe	7000
Zn	3000
Cu	150
Mn	30
Mo	5
Co	1

Tabel 4. Da det er fremhævet, at visse tunge metaller er giftige, er der også grund til at nævne, at visse tunge metaller (i små koncentrationer) er essentielle, dvs. nødvendige for en maksimal udvikling af både mennesker, dyr og planter. Det gælder derfor, at både for lidt og for meget af visse af de tunge metaller er skadeligt.

»Tunge metallers« toxicitet

pT – konceptet:
1. Bestem LD_{50} (mg testsubstans/kg legemsvægt)
2. Beregn T som $T=LD_{50}/1000*M$ hvor M er testsubstansens molvægt
3. Beregn pT= - log T
   Jo mindre T er, jo større er pT og jo mere giftigt er metallet.
   PT-skalaen regnes normalt at gå fra pT = 1 til pT = 16

Forsøgsdyr: Rotte. Rute: Oral.

Nr	Testsubstans	pT
01	$HgCl_2$	3,87
02	$CdCl_2$	3,32
03	CuCl2	2,98
04	$CoCl_3$	2,86
05	$SbCl_3$	2,65
06	$ZnCl_2$	2,59
07	$SnCl_2$	2,43
08	VCl_2	2,35
09	$FeCl_2$	2,31
10	$TaCl_5$	2,28
11	$ZrCl_2$	2,14
12	$LaCl_3$	1,77
13	$InCl_3$	1,74
14	$GaCl_3$	1,58

Tabel 3. Et relativt mål for de tunge metallers toxicitet har man i de såkaldte pT-værdier. Af tabellen ses, at de tunge metallers toxicitet er stærkt varierende og strækker sig fra lidet giftige metaller som gallium (med pT=1,58) til et stærkt giftigt metal som kviksølv (med pT=3,87). Toxiciteten er stærkt afhængig af forsøgsdyr, administrationsmetode, testsubstansens opløselighed etc., men pT-værdierne for de tunge metaller kommer næppe over 5, dvs. at ser vi på hele spektret af giftige forbindelser, kan man sige, at de giftigste af de tunge metaller er moderat giftige. De mest giftige stoffer er visse bakterietoxiner med pT-værdier mellem 15 og 16, mens de mindst giftige er stoffer som natriumchlorid med en pT-værdi mellem 1 og 2.

Tre tunge metaller har et særligt dårligt ry:

- Kviksølv
- Cadmium
- Bly

Det skyldes først og fremmest, at de alle har været involveret i episoder, hvor mange mennesker er blevet forgiftet med livsvarige skader eller døden til følge.

Minemata-sygdommen (kviksølv)

I 1953 udbrød der en mystisk sygdom især blandt fiskere og deres familier, som boede i Minemata-bugten i det sydvestlige Japan. Den smittede ikke, men den medførte svære neurologiske skader og i nogle tilfælde døden.

Efter mange undersøgelser stod det i 1959 klart, at sygdommen skyldtes indtagelse af fisk og muslinger, der var kontamineredе med methylkviksølv.

Methylkviksølvet kom fra en kemisk fabrik, som producerede PVC, og som i årevis havde ledt spildevandet ud i Minemata-bugten. Methylkviksølvet var dannet ud fra acetaldehyd og kviksølv (anvendt som katalysator).

Itai-Itai–sygdommen (cadmium)

I 1947 opdagede man, at mange beboere, som levede i landsbyer langs Jintzu-floden i Japan, led af en form for reumatisme, som var usædvanlig og meget smertefuld.

I 1961 kom de første postulater om, at cadmium spillede en rolle for sygdommens udvikling, men det var først i 1967, at det blev endeligt fastslået, at sygdommen skyldtes kronisk cadmiumforgiftning.

Forgiftningen skyldtes indtagelse af kontamineret ris, idet rismarkerne omkring floden blev overrislet med vand fra floden, som viste sig at indeholde cadmium.

Årsagen til forureningen af flodvandet var en zinkmine (cadmium er zinks tro følgesvend) højere oppe af floden, som ledte sit spildevand urenset ud i floden.

Quinsland-forgiftningen (bly)

En langtidsforgiftning med bly startede i Quinsland, Australien omkring 1929. Her opsamlede man regnvand fra tage, der var malet med en blyholdig maling, og brugte det som drikkevand. Ca. 15-30 år senere døde et stort antal mennesker, der var opvokset i området. De døde af nephritis, der er en nyresygdom forårsaget af blyforgiftning.