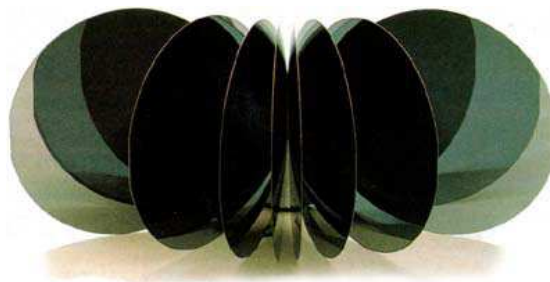


## 6 Neutronenaktivierungsanalyse

- Zerstörungsfrei Materialanalysen
- Qualitätssicherung

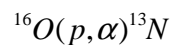


### 6.1 Aktivierungsarten

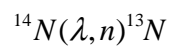
Aktivierung durch

- Neutronenquellen, z.B.
  - Cf-252
  - $t_{1/2} = 2,638 \text{ a}$
  - 96,8 %  $\alpha$  und 3,1 % sf
  - 3,8 n / sf
  - $2,34 \cdot 10^{12}$  Neutronen / s . g
  - Moderator
  - Spaltprodukte

- Kernreaktoren
- Spaltprodukte
- Beschleunigte Teilchen



- Hochenergetische Photonen

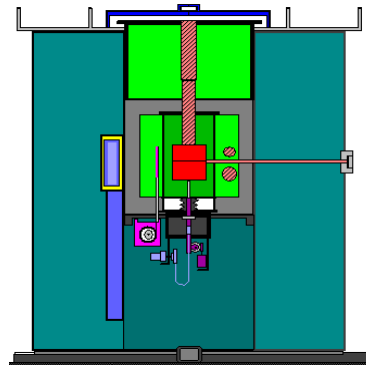


$$\sigma \sim 1 \text{ mbarn}$$

## 6.1.1 Nulleleistungsreaktor SUR 100



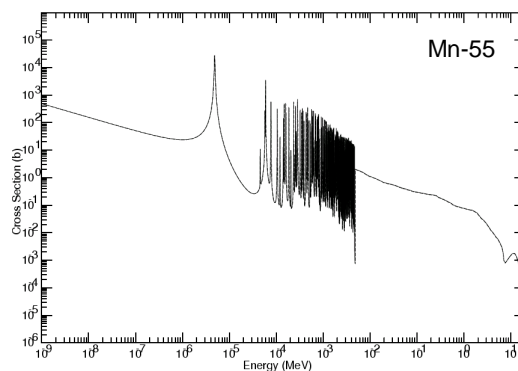
Kern  
 Neutronenquelle  
 Steuerstab  
 Moderator  
 Gamma-Abschirmung  
 Neutronen-Abschirmung  
 Neutronendetektor



## 6.1.2 Thermische Neutronenaktivierung

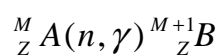
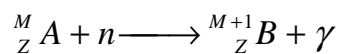
*Wirkungsquerschnitte*

	$\sigma_{n,th}$ [barn]
Fe-56	2,8
Cu-63	4,5
Cu-65	2,2
Mn-55	13,4
As-75	4,5



## 6.1.3 Nukliderzeugung

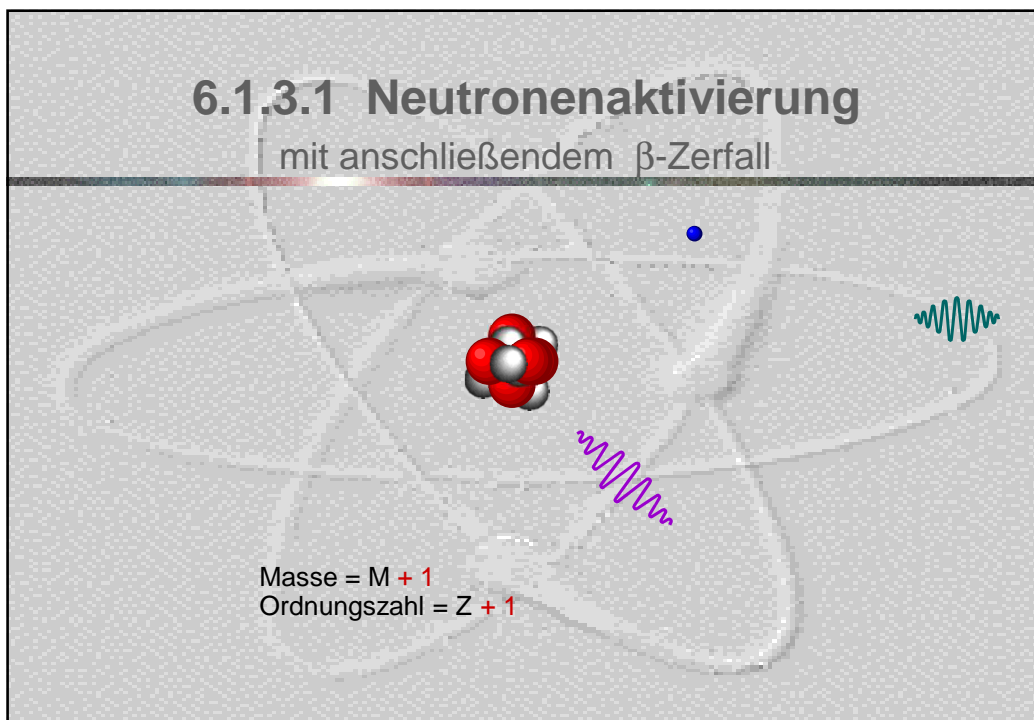
thermische Neutronenaktivierung



Beispiele	Mo-98	(n,γ)	Mo-99
	Te-130	(n,γ)	Te-131

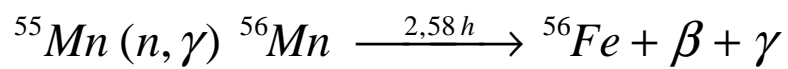
### 6.1.3.1 Neutronenaktivierung

mit anschließendem β-Zerfall



### 6.1.3.2 Mn-55 Aktivierung

Aktivierung durch thermische n:



$\gamma$  - Energie

0,84660 MeV  
1,81120 MeV  
2,11260 MeV

$\gamma$  - Intensität

99,00  
30,00  
15,5

### 6.1.3.3 Beispiel 2



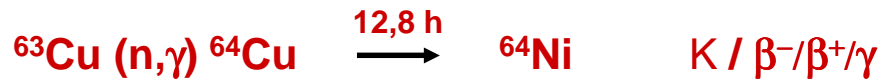
$\gamma$  - Energie

0,55910 MeV  
0,56280 MeV  
0,65710 MeV

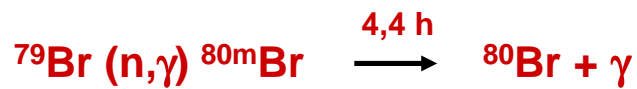
$\gamma$  - Intensität

44,6  
1,60  
6,40

### 6.1.3.4 Beispiel 3

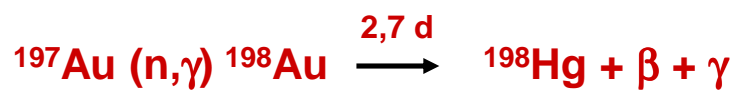


$\gamma$ - Energie	$\gamma$ - Intensität
0,00756 MeV	14,0
1,34576 MeV	0,48



$\gamma$ - Energie	$\gamma$ - Intensität
0,03700 MeV	40
0,04890 MeV	0,3

### 6.1.3.5 Beispiel 4



$\gamma$ - Energie	$\gamma$ - Intensität
0,00999 MeV	1,27
0,07082 MeV	1,38
0,41180 MeV	95,53



## 6.2 Spezifische Aktivität

nach Probenbestrahlung

$$A(t, t') = \frac{m \cdot H \cdot \sigma \cdot N_L \cdot \Phi}{M} \cdot e^{-\lambda t'} \cdot (1 - e^{-\lambda t})$$

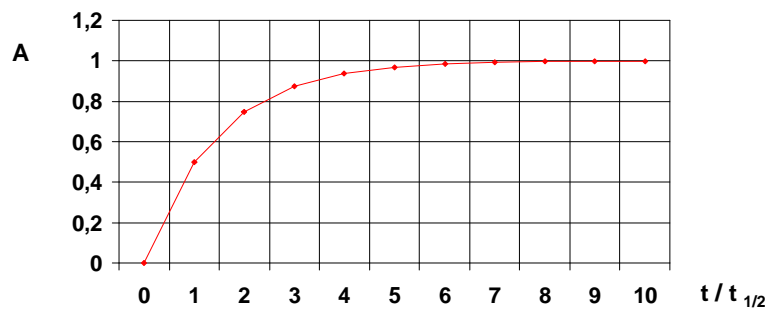
A	= erzeugte Aktivität (Bq)
t	= Bestrahlungszeit (s)
t'	= Zerfallszeit (s)
m	= Masse des Mutternuklids (g)
H	= Isotopenhäufigkeit des Mutternuklids (%)
$N_L$	= Avogadro's Zahl ( $\text{mol}^{-1}$ )
$\sigma$	= Wirkungsquerschnitt (barn)
$\Phi$	= Neutronenflussdichte ( $\text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
M	= Atommasse des Mutternuklids ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\lambda$	= $\ln 2 / t_{1/2}$

### 6.2.1 Sättigungsaktivität

bei konstantem  $\Phi$

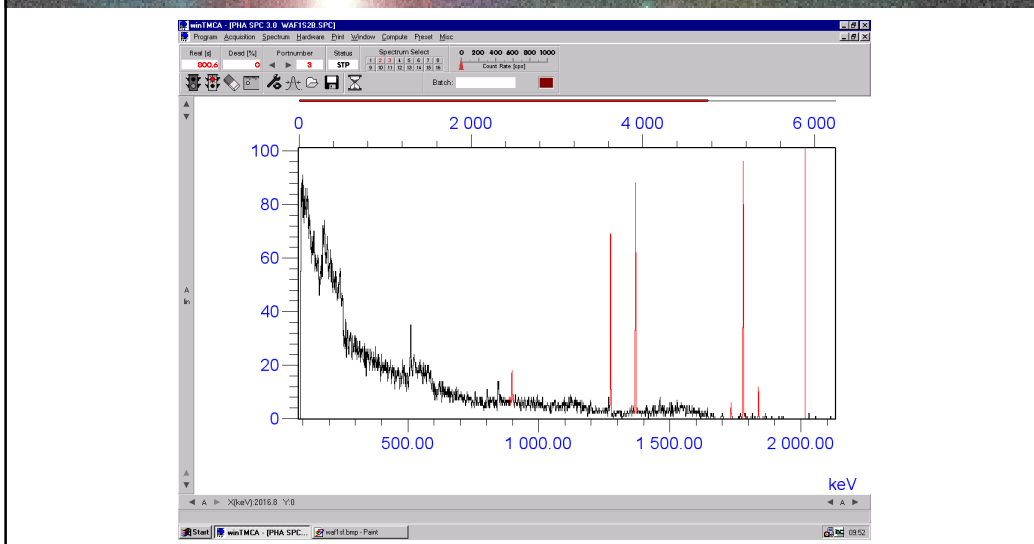
Bestrahlung mit thermischen Neutronen während  $t / t_{1/2}$

$$A = \frac{m \cdot H \cdot \sigma \cdot N_L \cdot \Phi}{M} \cdot \left( 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^{t/t_{1/2}} \right)$$



## 6.2.2 Wafer - Spektrum

nach Neutronenaktivierung



## 6.2.3 Euro - Spektrum nach Neutronenaktivierung

