

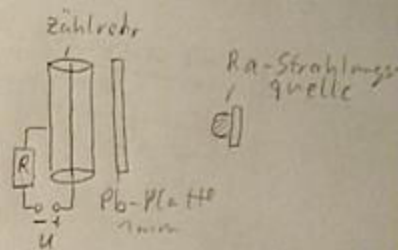
Versuch 3A vom 4.3.11:

Teil 1: Aufnahme der Zählrohrkennlinie eines Geiger-Müller-Zählers und Bestimmung der Plateauhöhe.

Teil 2: Messung des Absorptionskoeffizienten für Blei und Aluminium für Gammastrahlung und Ermittlung der Gammaenergie.

Versuchsdurchführung:

Teil 1: Der Zähler wird mit einer Abschirmung von 1mm Blei einer Strahlungsquelle Ra 226 ausgesetzt und die jeweilige Impulsrate in 100s von Spannungen ab 550V in 20V-Schritten bis 890V gemessen.

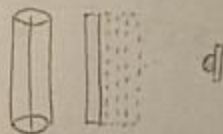


Das Diagramm zur Messung stellt die Kennlinie da.

Im Diagramm gibt es ca. ab 400-600V einen Bereich mit fast linearer Steigung, den Plateaubereich (bis ca. 900V).

Die Steigung hier wird grafisch ermittelt (mittels Skriptformel 3.1).

Teil 2: Im Aufbau von Teil 1 wird nun eine Spannung aus der Mitte des Plateaubereiches angelegt und die 100s-dauernde Messung mit



1-10 Bleiplatten ($\approx 1\text{mm}$) und danach mit 1 Bleiplatte und 1-4 Aluminiumplatten wiederholt ($\approx 5,1\text{mm}$). Zusätzlich wird nun auch der Nulleffekt, also eine Messung ohne Strahlungsquelle Ra, gemessen (5min.).

Die Steigung des jeweiligen $\ln\left(\frac{I_0 - I_x}{I_0 - I_w}\right)$ gegen die Absorberdicke ist unser Absorptionskoeffizient μ .

Messung:

Teil 1:

U in V	550	570	590	610	630	650	670	690	710	730	750	770
Imp/100s	0	0	0	0	0	1065	1125	1111	1079	1170	1145	1175

U in V	790	810	830	850	870	890
Imp/100s	1175	1174	1174	1186	1245	1247

Teil 2:

Bleiabsorber (mm)	1	3,1	3,15	4,2	5,3	6,35	7,4	8,5	9,55	10,55
Imp/100s	1130	1064	882	836	762	693	685	579	586	576

Aluminiumabs. (mm)	5,1	10,35	15,55	20,65
Imp/100s	1081	990	985	884

Spannung: 750V, Nulleffekt: $334 \frac{\text{Imp}}{\text{min}} = 111 \frac{\text{Imp}}{100\text{s}}$

Rechnung

Teil 1:

$$S = \frac{z_2 - z_1}{(z_2 + z_1)/2} \cdot \frac{100^2}{u_2 - u_1} = \frac{1297 - 1065}{(1297 + 1065)/2} \cdot \frac{100^2}{590 - 650} \frac{\%}{100V} = 6,56 \frac{\%}{100V}$$

(siehe Grafik 1)

Teil 2:

Bleiabsorber (mm)	1	2,1	3,15	4,2	5,3	6,35	7,4	8,5	9,5	10,55
Imp./100s	1130	1064	882	836	762	693	685	579	586	576
$\ln((I-I_N)/(I_0-I_N))$	0	-0,07	-0,28	-0,34	-0,45	-0,56	-0,57	-0,78	-0,78	-0,78

Al. absorber (mm)	5,1	10,35	15,55	20,65
Imp./100s	1081	790	495	884
$\ln((I-I_N)/(I_0-I_N))$	-0,049	-0,198	-0,153	-0,276

$$M_{Pb} = -\frac{\Delta \ln(\dots)}{\Delta b} = -\frac{-0,725}{8,4 \text{ mm}} = 86,3 \frac{1}{\text{m}}$$

$$m_{Pb} = \frac{M_{Pb}}{S_{Pb}} = \frac{86,3 \frac{1}{\text{m}}}{17,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}} = 7,61 \frac{\text{cm}}{\text{m}} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} = 0,0761 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \Rightarrow E_{\gamma, Pb} = 1 \text{ MeV}$$

$$M_{Al} = -\frac{\Delta \ln(\dots)}{\Delta b} = -\frac{-0,276}{16,5 \text{ mm}} = 13,1 \frac{1}{\text{m}}$$

$$m_{Al} = \frac{M_{Al}}{S_{Al}} = \frac{13,1 \frac{1}{\text{m}}}{2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}} = 4,85 \frac{\text{cm}}{\text{m}} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} = 0,0485 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \Rightarrow E_{\gamma, Al} = 1,5 \text{ MeV}$$

Fehlerrechnung:

$$\text{Teil 1: } \frac{\Delta S}{S} = \frac{2 \cdot \Delta x}{x_2 - x_1} = \frac{2 \cdot 70V}{890V - 550V} = 4,2\% \Rightarrow \Delta S = 2,7 \frac{\%}{100V}$$

$$\text{Teil 2: } \frac{\Delta M_{Pb}}{M_{Pb}} = \frac{2 \cdot \Delta x}{x_2 - x_1} = \frac{2 \cdot 0,05 \text{ mm} \cdot 2}{10,55 \text{ mm} - 7 \text{ mm}} = 21,99\% \Rightarrow \Delta M_{Pb} = 18,98 \frac{1}{\text{m}}$$

$$\frac{\Delta M_{Al}}{M_{Al}} = \frac{2 \cdot \Delta x}{x_2 - x_1} = \frac{2 \cdot 0,05 \text{ mm} \cdot 2}{20,65 \text{ mm} - 5,1 \text{ mm}} = 16,6\% \Rightarrow \Delta M_{Al} = 2,17 \frac{1}{\text{m}}$$

$$\frac{\Delta E_{\gamma, Pb}}{E_{\gamma, Pb}} = \frac{\Delta M_{Pb}}{M_{Pb}} = 21,99\% \Rightarrow \Delta E_{\gamma, Pb} = 0,22 \text{ MeV}$$

$$\frac{\Delta E_{\gamma, Al}}{E_{\gamma, Al}} = \frac{\Delta M_{Al}}{M_{Al}} = 16,6\% \Rightarrow \Delta E_{\gamma, Al} = 0,249 \text{ MeV}$$

Auswertung:

$$\text{Teil 1: } S = 6,56 \frac{\%}{100V}, \Delta S = 2,7 \frac{\%}{100V}, \frac{\Delta S}{S} = 4,2\%$$

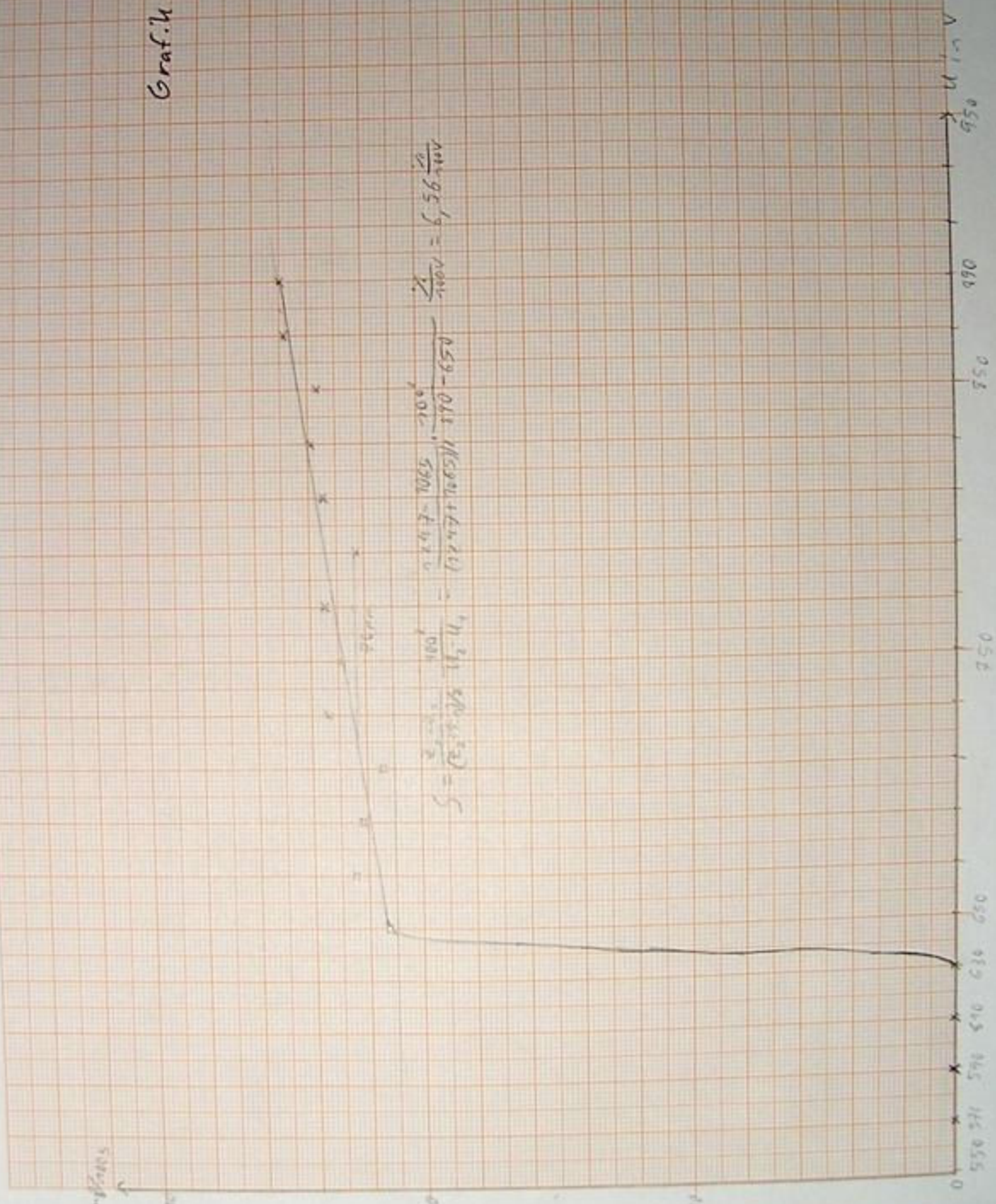
$$\text{Teil 2: } M_{Pb} = 86,3 \frac{1}{\text{m}}, \Delta M_{Pb} = 18,98 \frac{1}{\text{m}}, \frac{\Delta M_{Pb}}{M_{Pb}} = 21,99\%$$

$$E_{\gamma, Pb} = 1 \text{ MeV}, \Delta E_{\gamma, Pb} = 0,22 \text{ MeV}, \frac{\Delta E_{\gamma, Pb}}{E_{\gamma, Pb}} = 21,99\%$$

$$M_{Al} = 13,1 \frac{1}{\text{m}}, \Delta M_{Al} = 2,17 \frac{1}{\text{m}}, \frac{\Delta M_{Al}}{M_{Al}} = 16,6\%$$

$$E_{\gamma, Al} = 1,5 \text{ MeV}, \Delta E_{\gamma, Al} = 0,249 \text{ MeV}, \frac{\Delta E_{\gamma, Al}}{E_{\gamma, Al}} = 16,6\%$$

Graf. 4 ↗



Blei (Pb)

$$\left(\frac{1-1.4}{1.4-1.2} \right)$$

$$-0.3$$

$$-0.2$$

$$-0.1$$

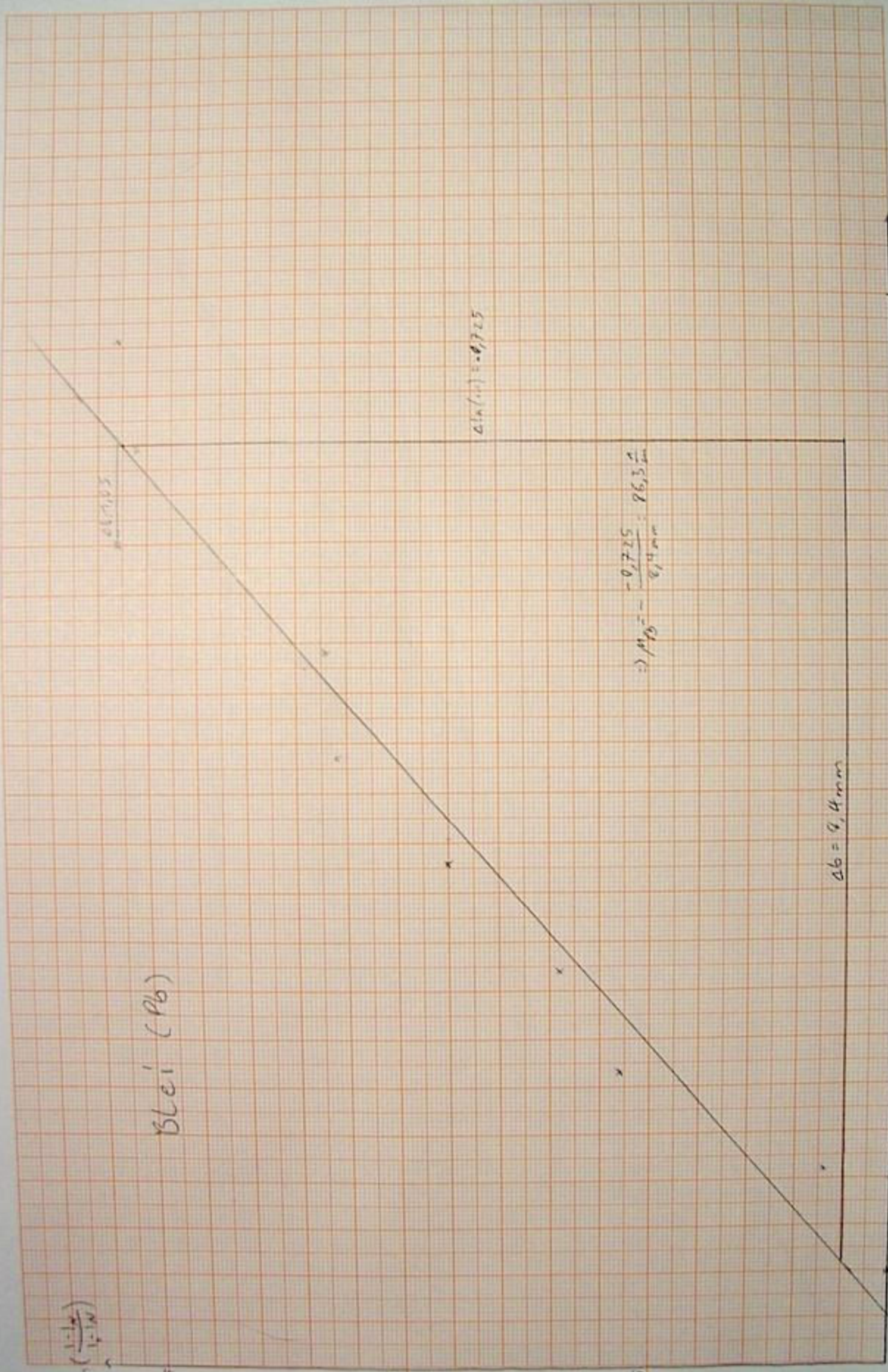
$$-0.725$$

$$\sin(1.1) = 0.725$$

$$\Rightarrow \rho_1/\rho_2 = -\frac{0.725}{0.4 \text{ mm}} = -18.125$$

$$\Delta b = 9.4 \text{ mm}$$

$$6.5 \text{ mm}$$



$$\ln\left(\frac{l_1 - l_0}{l_0 - l_0}\right)$$

Aluminium (Al)

$\Delta l_0 = 1,5 \text{ mm}$

$$\rho_{Al} = \frac{-0,2 \cdot 10^{-6}}{1,5 \text{ mm}} = -13,3 \frac{\mu\text{m}}{\text{m}}$$

$$\Delta l_0(\dots) = -0,2 \mu\text{m}$$

absolut

l_0 in mm

20

50

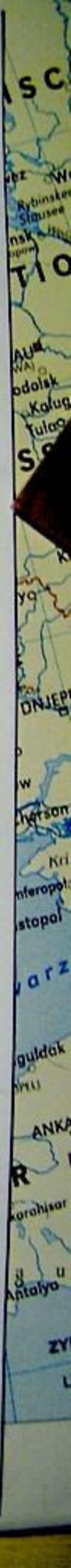
80

100

-0,2

-0,2

-0,2



Versuch 3B

Durch Aktivierung mit thermischen Neutronen sollen radioaktive Silberisotope erzeugt und deren Halbwertszeit bestimmt werden.

Versuchsdurchführung:

Zunächst wird mit einem Zählrohr etwa 1000s der Nulleffekt gemessen, um danach 3 mal jeweils 8min. die Impulsrate von 10min. lange aktivierten Silber zu bestimmen.

Dabei wird alle 20s ein Messwert genommen.

Indem man die Differenz aufeinanderfolgender Messwerte durch das betreffende Zeitintervall in Bezug (Quotient) zum ersten dieser Werte setzt und dies im Logarithmus gegen die Zeit aufträgt, kann man aus der Differenz der Steigung einer Geraden durch die Messpunkte von 0-3min. und der Steigung einer Geraden durch die Messpunkte von 3-8min. die Zerfallskonstante λ bestimmen (kurz. Komp).*

Dann $T_{1/2} = -\frac{\ln(1/2)}{\lambda}$. Die 3 $T_{1/2}$ -Werte werden gemittelt.

*Die langlebige Komp. erhält man direkt von λ aus 3-8min.

Messung:

$$\text{Nulleffekt: } 755 \frac{\text{Imp}}{1000\text{s}} = 15,1 \frac{\text{Imp}}{20\text{s}} = I_0$$

1:

t(s)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Imp - I ₀ · t	294	465	569	647	694	719	743	781	797	825	839	846
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	14,7	23,25	28,45	32,35	34,7	35,95	37,15	39,05	39,85	41,25	41,95	42,3
-ln(N/N ₀)	0	0,55	1,04	1,33	1,63	2,06	2,51	2,97	3,05	3,25	3,34	3,74

t(s)	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
Imp - I ₀ · t	857	873	875	891	899	908	907	906	908	921	920	924
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	0,55	0,8	0,1	0,8	0,4	0,45	-0,05	-0,05	0,1	0,65	-0,05	0,2
-ln(N/N ₀)	3,29	2,91	5,99	2,91	3,6	3,49	/	/	5,99	3,72	/	4,3

2:

t(s)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Imp - I ₀ · t	152	238	288	346	397	431	451	467	478	485	509	521
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	7,6	11,9	14,4	17,3	19,85	21,55	22,55	23,35	23,9	24,25	25,45	26,05
-ln(N/N ₀)	0	0,57	1,11	0,96	1,09	1,5	2,03	2,25	2,63	3,08	1,85	2,54

t(s)	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
Imp - I ₀ · t	528	537	551	559	569	571	576	579	581	597	600	609
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	0,35	0,45	0,7	0,4	0,5	0,1	0,25	0,15	0,1	0,8	0,15	0
-ln(N/N ₀)	3,08	2,83	2,38	2,94	2,72	4,33	3,41	3,93	4,33	2,25	3,93	/

3:

t(s)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Imp - I ₀ · t	239	372	459	533	570	607	657	681	706	721	732	773
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	11,95	18,6	22,95	26,65	28,5	30,35	32,85	34,05	35,3	36,05	36,6	38,65
-ln(N/N ₀)	0	0,57	1,01	1,17	1,87	1,87	1,67	2,08	2,26	2,77	3,08	1,76

t(s)	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
Imp - I ₀ · t	770	772	774	787	791	800	804	806	804	809	818	814
N ($\frac{\text{Imp}}{20\text{s}}$)	-0,15	0,1	0,1	0,65	0,2	0,45	0,2	0,1	-0,1	0,25	0,45	-0,2
-ln(N/N ₀)	/	4,28	4,28	2,91	4,09	3,28	4,09	4,28	/	3,87	3,28	/

Rechnung:

$$\lambda_1 = |s_1 - s_2| \quad , \quad \lambda_2 = s_2 \quad , \quad T_{1/2} = -\frac{\ln(1/2)}{\lambda} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

(kumul.) (Langl.)

$$1: \lambda_1 = |16,7 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s} - 5,35 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}| = 11,35 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$\lambda_2 = 5,35 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$T_{1/2,1,K} = \frac{\ln(2)}{11,35 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 61,1 \text{ s}$$

$$T_{1/2,1,L} = \frac{\ln(2)}{5,35 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 129,6 \text{ s}$$

$$2: \lambda_1 = |14,67 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s} - 4,95 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}| = 9,72 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$\lambda_2 = 4,95 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$T_{1/2,2,K} = \frac{\ln(2)}{9,72 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 71,3 \text{ s}$$

$$T_{1/2,2,L} = \frac{\ln(2)}{4,95 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 140,0 \text{ s}$$

$$3: \lambda_1 = |13,33 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s} - 4,17 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}| = 9,16 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$\lambda_2 = 4,17 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$T_{1/2,3,K} = \frac{\ln(2)}{9,16 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 75,7 \text{ s}$$

$$T_{1/2,3,L} = \frac{\ln(2)}{4,17 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}} = 166,2 \text{ s}$$

$$\Rightarrow T_{1/2,K} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 T_{1/2,i,K} = \frac{61,1 \text{ s} + 71,3 \text{ s} + 75,7 \text{ s}}{3} = 69,4 \text{ s}$$

$$T_{1/2,L} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 T_{1/2,i,L} = \frac{129,6 \text{ s} + 140,0 \text{ s} + 166,2 \text{ s}}{3} = 145,3 \text{ s}$$

Fehlerrechnung:

$$\text{maximalfehler: } \Delta T_{1/2,K} = 69,4 \text{ s} - 61,1 \text{ s} = 8,3 \text{ s}$$

$$\Delta T_{1/2,L} = 166,2 \text{ s} - 145,3 \text{ s} = 21,2 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T_{1/2,K}}{T_{1/2,K}} = 11,96\% \quad , \quad \frac{\Delta T_{1/2,L}}{T_{1/2,L}} = 14,59\%$$

Antwortung:

$$T_{1/2,K} = 69,4 \text{ s} \quad , \quad \Delta T_{1/2,K} = 8,3 \text{ s} \quad , \quad \frac{\Delta T_{1/2,K}}{T_{1/2,K}} = 11,96\%$$

$$T_{1/2,L} = 145,3 \text{ s} \quad , \quad \Delta T_{1/2,L} = 21,2 \text{ s} \quad , \quad \frac{\Delta T_{1/2,L}}{T_{1/2,L}} = 14,59\%$$

Literatur (Skript) : 25 s - 150 s

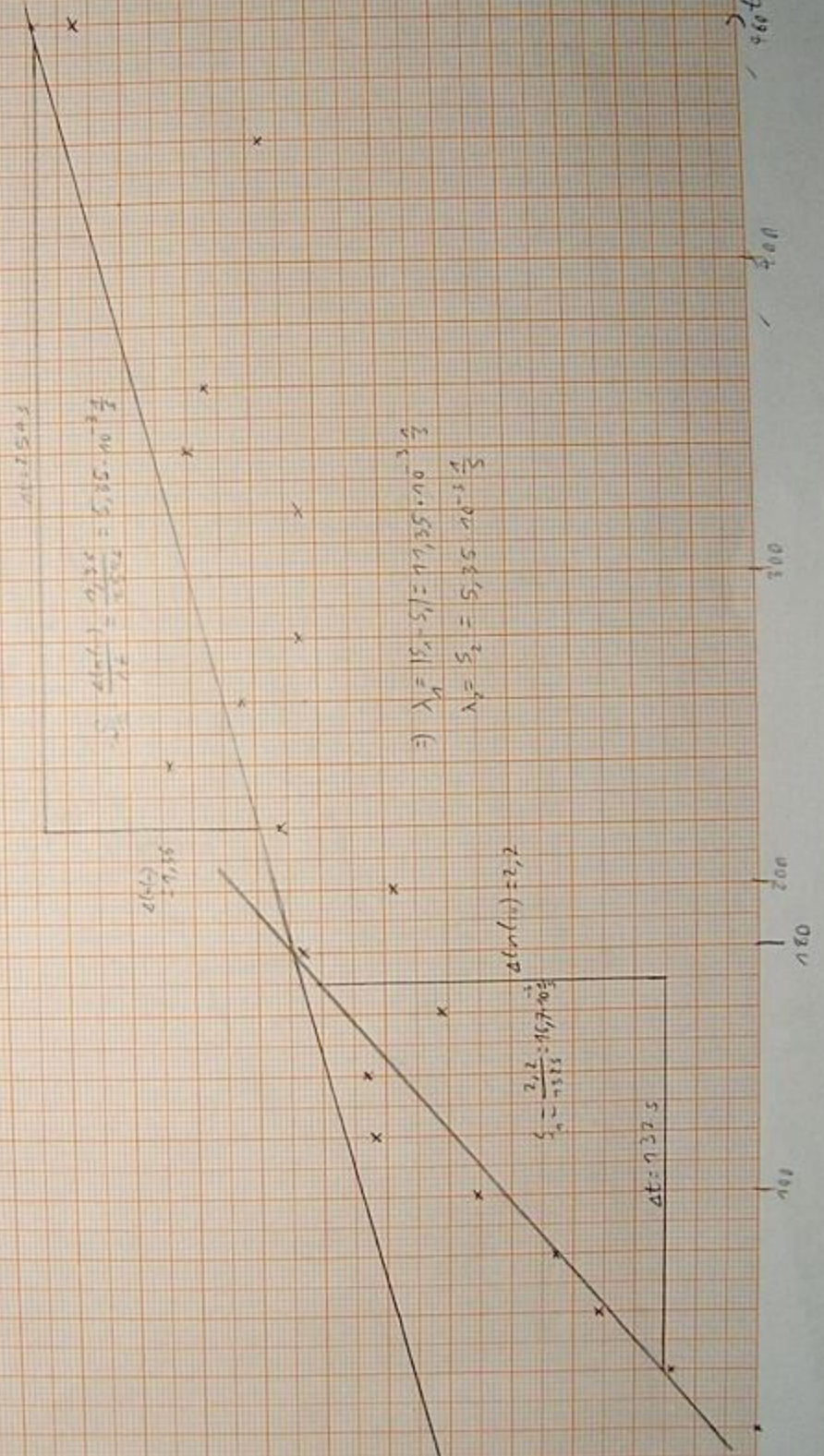
1. Messung

$-\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$

6

9

2



$\lambda = 1.75 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t_i \cdot \ln\left(\frac{N_i}{N_0}\right)}{\Delta t_i} = 5.85 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

$\lambda = 2.2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t_i \cdot \ln\left(\frac{N_i}{N_0}\right)}{\Delta t_i} = 1.67 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

Zeit in s

200

300

200

180

160

$\Delta t = 132.5$

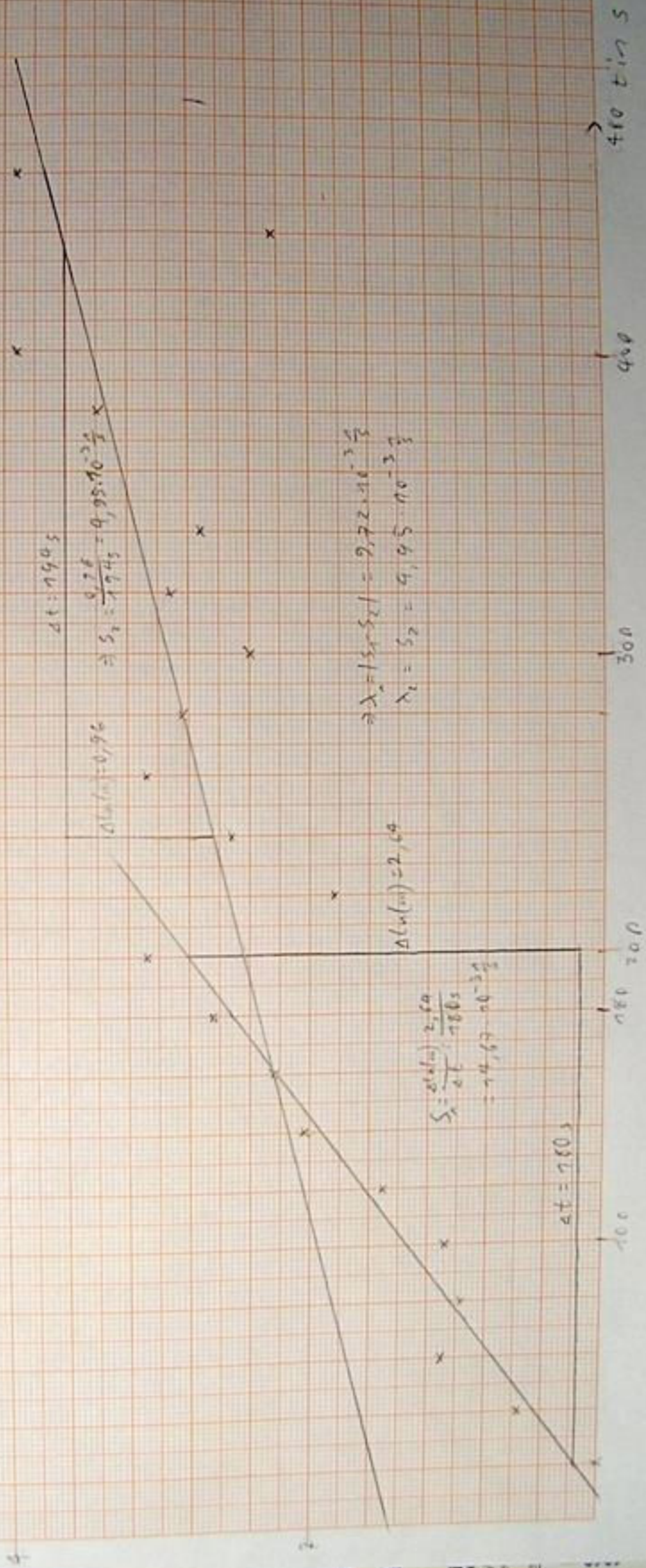
$\Delta t \cdot \lambda = 2.7$

$\lambda = \frac{2.7}{132.5} = 2.04 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

Julia

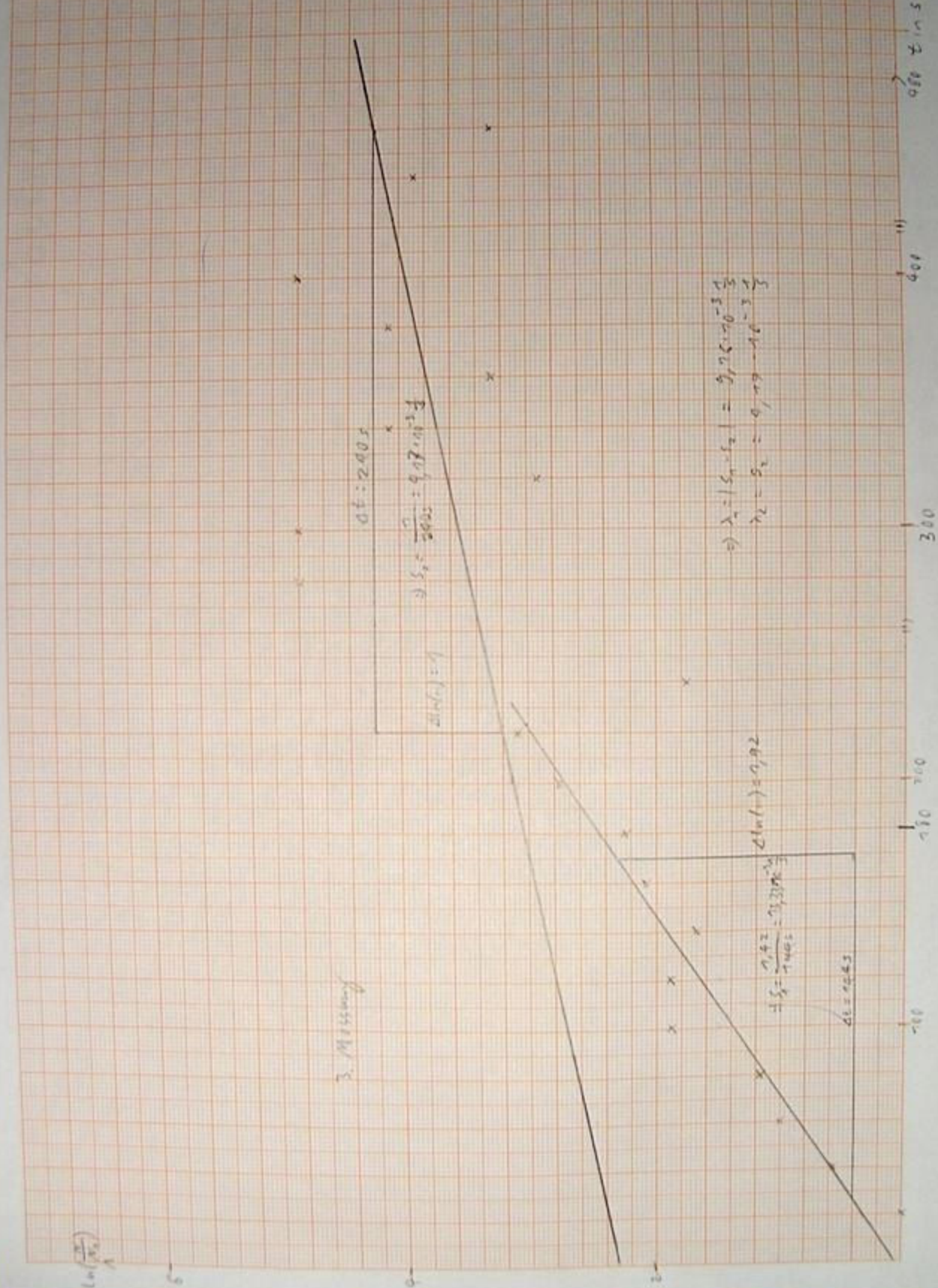
$$-\frac{1}{2} \frac{d(N_2)}{dt}$$

2. Messung



$\ln(\frac{1}{100})$

3. Missung



$$\lambda_1 = |S_{xx} - S_x| = 9,75 \cdot 10^{-3} \frac{1}{3}$$

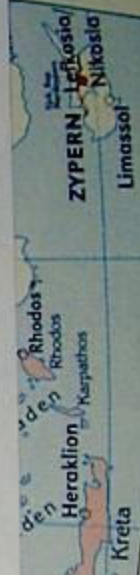
$$\lambda_2 = S_x = 9,75 \cdot 10^{-3} \frac{1}{3}$$

$$\Delta(x_i) = 1,92$$

$$\Delta(S_{xy}) = \frac{9,42}{1405} = 6,71 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta(x_i) = 1,92$$

HAMBURG \square Städte über 1 000 000 Einwohner
 Saloniki \circ Städte von 500 000 - 1 000 000



...zeit 15 Mitglieder, 3 davon nehmen am EURO noch nicht teil. Die Kleinstaaten ANDORRA, MONACO, SAN MARINO und VATICANSTADT sind nicht EU-Mitglied.

Fläche: 39.299
 Bevölkerungsdichte: 111
 Produkt: 11
 Preis: -12,55

DÄNE
 Hauptstadt: Kopenhagen
 Fläche: 4
 Bevölkerung: 5,275 Mio
 Bevölkerungsdichte: 12
 Produkt: 265
 Preis: 3,743 Mio

GRIECHEN
 Hauptstadt: Athen
 Fläche: 131
 Bevölkerung: 11,487 Mio
 Bevölkerungsdichte: 79/km²
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

IRLAND
 Hauptstadt: Dublin
 Fläche: 70
 Bevölkerung: 3,6 Mio
 Bevölkerungsdichte: 51
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

ISRAEL
 Hauptstadt: Jerusalem
 Fläche: 20
 Bevölkerung: 6,5 Mio
 Bevölkerungsdichte: 325
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

ITALIEN
 Hauptstadt: Rom
 Fläche: 301
 Bevölkerung: 60,7 Mio
 Bevölkerungsdichte: 201
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

JAPAN
 Hauptstadt: Tokio
 Fläche: 377
 Bevölkerung: 127,1 Mio
 Bevölkerungsdichte: 337
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

KANADA
 Hauptstadt: Ottawa
 Fläche: 9,97
 Bevölkerung: 31,1 Mio
 Bevölkerungsdichte: 3,11
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

USA
 Hauptstadt: Washington
 Fläche: 9,83
 Bevölkerung: 265,1 Mio
 Bevölkerungsdichte: 26,8
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

EUROPEISCHES VERBAND
 Fläche: 4,01
 Bevölkerung: 500,7 Mio
 Bevölkerungsdichte: 124,9
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

EURO
 Fläche: 4,01
 Bevölkerung: 500,7 Mio
 Bevölkerungsdichte: 124,9
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

EUROPEISCHES VERBAND
 Fläche: 4,01
 Bevölkerung: 500,7 Mio
 Bevölkerungsdichte: 124,9
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio

EURO
 Fläche: 4,01
 Bevölkerung: 500,7 Mio
 Bevölkerungsdichte: 124,9
 Produkt: 10051
 Preis: 2,713 Mio