

V702

## **Aktivierung mit Neutronen**

Fritz Agildere  
fritz.agildere@udo.edu

Amelie Strathmann  
amelie.strathmann@udo.edu

Durchführung: 13. Juni 2023

Abgabe:

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zielsetzung</b>	<b>2</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>2</b>
2.1 Kernreaktionen mit Neutronen .....	2
<b>3 Durchführung</b>	<b>2</b>
<b>4 Auswertung</b>	<b>3</b>
4.1 Nulleffekt .....	3
4.2 Vanadium .....	4
4.3 Rhodium .....	6
<b>5 Diskussion</b>	<b>10</b>
<b>Anhang</b>	<b>11</b>

# 1 Zielsetzung

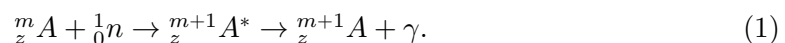
Ziel des Versuches ist es, die Halbwertszeiten von und die Zerfallskurven Rhodium und Vanadium zu bestimmen.

## 2 Theorie

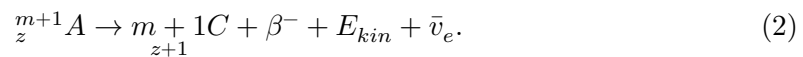
Ein Atom wird als stabil bezeichnet, wenn ein stabiles festgelegtes Verhältnis zwischen Neutronen und Protonen besteht. Außerhalb dieser engen Grenze wandelt sich der Kern in einen stabilen oder instabilen Kern um. Um die Zerfallswahrscheinlichkeit zu beschreiben wird die Halbwertszeit  $T$  eines Nuklids bestimmt. Diese gibt bei einer großen Anzahl instabiler Kerne an, wann die Hälfte dieser zerfallen ist. Wenn die gesamte Nuklidkarte betrachtet wird, fällt auf, dass die verschiedenen Halbwertszeiten  $T$  über 23 Zehnerpotenzen variieren können. Im Folgenden Experiment werden Halbwertszeiten bestimmt. Um Nuklide mit Halbwertszeiten im Sekunden bis Stunden Bereich herzustellen, werden stabile Kerne mit Neutronen beschossen.

### 2.1 Kernreaktionen mit Neutronen

Der Begriff Kernreaktion beschreibt allgemein die Wechselwirkungen von Teilchen mit Atomkernen. Um die Halbwertszeiten bestimmen zu können, müssen zunächst Kernreaktionen bei denen ein Neutron in ein Teilchen eindringt, untersucht werden. Wird ein Atomkern mit einem Neutron beschossen, so wird der Kern in einen angeregten Zustand überführt. Dieser Kern wird als Zwischenkern oder Compoundkern bezeichnet. Die Energie des Compoundkerns ist um die kinetische Energie und die Bindungsenergie des Neutrons höher als vorher. Durch die zusätzliche Energie entsteht die Anregung der Nukleonen. Der Kern ist in den meisten Fällen, wegen der Verteilung der zusätzlichen Energie auf viele Nukleonen, nicht in der Lage, das Neutron oder ein Nukleon abzustößen. In diesem Falle wird ein  $\gamma$ -Quant emittiert, sodass der Zwischenkern wieder in den Grundzustand übergeht. Für diese Reaktion gilt



Der nun vorhandene Kern ist nicht stabil aufgrund der erhöhten Neutronenanzahl. Aufgrund des abgegebenen Photons ist dieser langlebiger als der Compoundkern. Durch die Emission eines Elektrons geht dieser schließlich zu einem stabilen Kern über



## 3 Durchführung

## 4 Auswertung

### 4.1 Nulleffekt

Tabelle 1

$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$
10	0,3	160	0,3	310	0,4	460	0,3
20	0,9	170	0,8	320	0,3	470	0,3
30	0,5	180	0,5	330	0,2	480	0,5
40	0,1	190	0,4	340	0,3	490	0,3
50	0,5	200	0,3	350	0,4	500	0,4
60	0,4	210	0,4	360	0,2	510	0,7
70	0,1	220	0,6	370	0,5	520	0,2
80	0,6	230	0,3	380	0,4	530	0,2
90	0,2	240	0,3	390	0,5	540	0,3
100	0,3	250	0,2	400	0,2	550	0,5
110	0,5	260	0,2	410	0,6	560	0,4
120	0,3	270	0,6	420	0,8	570	0,2
130	0,4	280	0,2	430	0,7	580	0,3
140	0,2	290	0,3	440	0,6	590	0,1
150	0,7	300	0,5	450	0,6	600	0,2

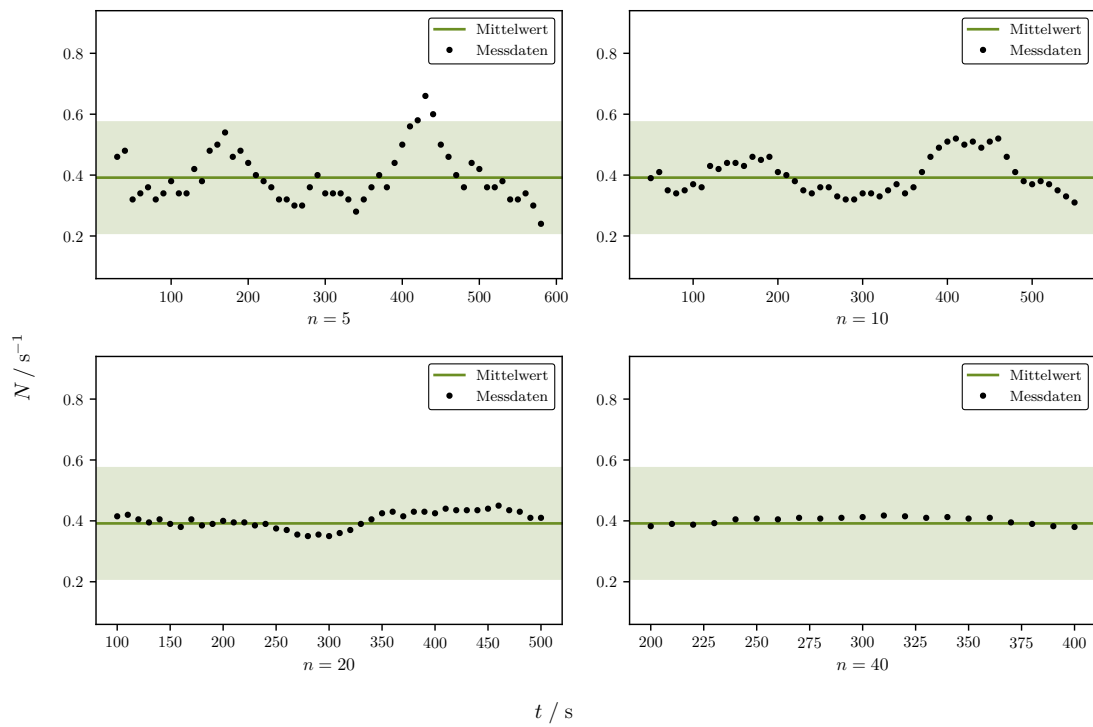


Abbildung 1

## 4.2 Vanadium

Tabelle 2

$t / s$	$N / s^{-1}$	$t / s$	$N / s^{-1}$	$t / s$	$N / s^{-1}$
30	$5,9 \pm 0,2$	330	$1,9 \pm 0,2$	630	$1,0 \pm 0,2$
60	$5,3 \pm 0,2$	360	$1,9 \pm 0,2$	660	$0,3 \pm 0,2$
90	$4,5 \pm 0,2$	390	$1,7 \pm 0,2$	690	$0,9 \pm 0,2$
120	$3,5 \pm 0,2$	420	$1,5 \pm 0,2$	720	$0,9 \pm 0,2$
150	$3,8 \pm 0,2$	450	$1,3 \pm 0,2$	750	$0,6 \pm 0,2$
180	$2,8 \pm 0,2$	480	$1,7 \pm 0,2$	780	$0,7 \pm 0,2$
210	$3,4 \pm 0,2$	510	$1,2 \pm 0,2$	810	$0,3 \pm 0,2$
240	$2,4 \pm 0,2$	540	$1,2 \pm 0,2$	840	$0,5 \pm 0,2$
270	$2,0 \pm 0,2$	570	$1,0 \pm 0,2$	870	$0,4 \pm 0,2$
300	$1,8 \pm 0,2$	600	$0,9 \pm 0,2$	900	$0,3 \pm 0,2$

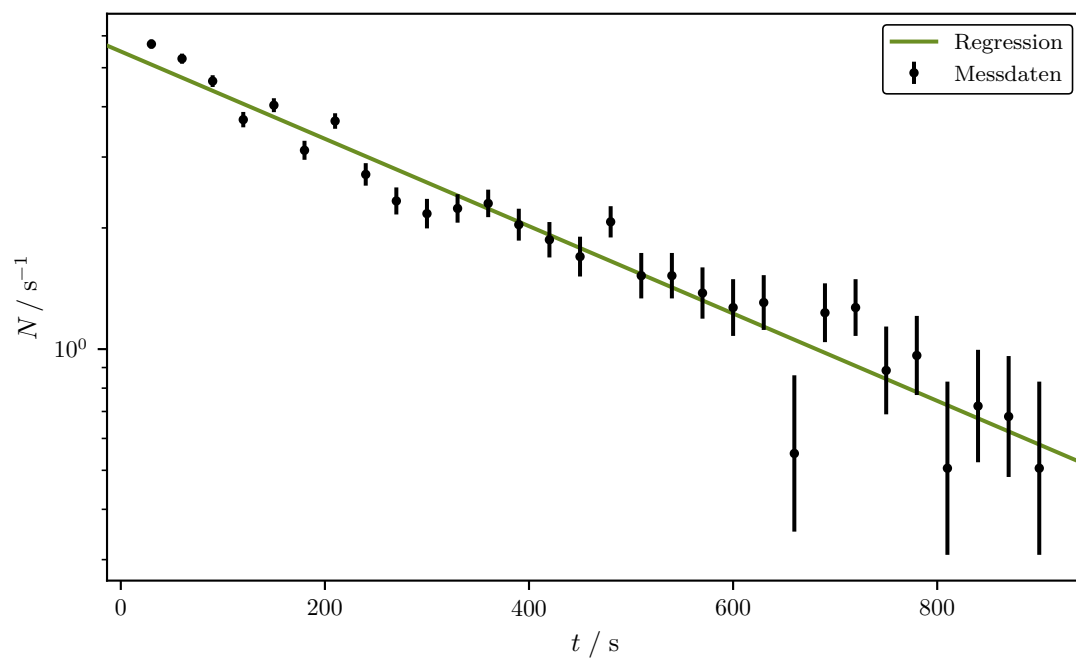


Abbildung 2

### 4.3 Rhodium

Tabelle 3

$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$	$t / \text{s}$	$N / \text{s}^{-1}$
8	$37,7 \pm 0,2$	152	$6,0 \pm 0,2$	296	$2,7 \pm 0,2$	440	$2,0 \pm 0,2$	584	$1,5 \pm 0,2$
16	$28,1 \pm 0,2$	160	$3,6 \pm 0,2$	304	$2,0 \pm 0,2$	448	$1,6 \pm 0,2$	592	$1,0 \pm 0,2$
24	$26,5 \pm 0,2$	168	$6,7 \pm 0,2$	312	$1,1 \pm 0,2$	456	$0,5 \pm 0,2$	600	$1,6 \pm 0,2$
32	$21,5 \pm 0,2$	176	$5,5 \pm 0,2$	320	$1,6 \pm 0,2$	464	$1,1 \pm 0,2$	608	$0,7 \pm 0,2$
40	$19,7 \pm 0,2$	184	$3,9 \pm 0,2$	328	$1,7 \pm 0,2$	472	$1,4 \pm 0,2$	616	$0,9 \pm 0,2$
48	$18,5 \pm 0,2$	192	$5,5 \pm 0,2$	336	$1,9 \pm 0,2$	480	$1,0 \pm 0,2$	624	$0,7 \pm 0,2$
56	$17,4 \pm 0,2$	200	$3,2 \pm 0,2$	344	$1,7 \pm 0,2$	488	$1,1 \pm 0,2$	632	$0,2 \pm 0,2$
64	$13,0 \pm 0,2$	208	$2,0 \pm 0,2$	352	$1,5 \pm 0,2$	496	$1,9 \pm 0,2$	640	$0,7 \pm 0,2$
72	$13,2 \pm 0,2$	216	$3,7 \pm 0,2$	360	$2,0 \pm 0,2$	504	$1,0 \pm 0,2$	648	$0,7 \pm 0,2$
80	$13,5 \pm 0,2$	224	$3,4 \pm 0,2$	368	$2,5 \pm 0,2$	512	$0,5 \pm 0,2$	656	$0,4 \pm 0,2$
88	$13,6 \pm 0,2$	232	$3,1 \pm 0,2$	376	$1,9 \pm 0,2$	520	$1,6 \pm 0,2$	664	$1,2 \pm 0,2$
96	$7,7 \pm 0,2$	240	$4,0 \pm 0,2$	384	$2,6 \pm 0,2$	528	$1,7 \pm 0,2$	672	$0,4 \pm 0,2$
104	$10,4 \pm 0,2$	248	$2,0 \pm 0,2$	392	$1,9 \pm 0,2$	536	$1,7 \pm 0,2$	680	$0,7 \pm 0,2$
112	$8,5 \pm 0,2$	256	$3,4 \pm 0,2$	400	$1,9 \pm 0,2$	544	$0,9 \pm 0,2$	688	$0,9 \pm 0,2$
120	$9,1 \pm 0,2$	264	$2,6 \pm 0,2$	408	$1,6 \pm 0,2$	552	$1,1 \pm 0,2$	696	$1,0 \pm 0,2$
128	$8,4 \pm 0,2$	272	$2,9 \pm 0,2$	416	$1,2 \pm 0,2$	560	$1,2 \pm 0,2$	704	$0,9 \pm 0,2$
136	$6,1 \pm 0,2$	280	$2,4 \pm 0,2$	424	$0,9 \pm 0,2$	568	$0,7 \pm 0,2$	712	$0,6 \pm 0,2$
144	$6,7 \pm 0,2$	288	$1,7 \pm 0,2$	432	$2,4 \pm 0,2$	576	$0,6 \pm 0,2$	720	$0,6 \pm 0,2$

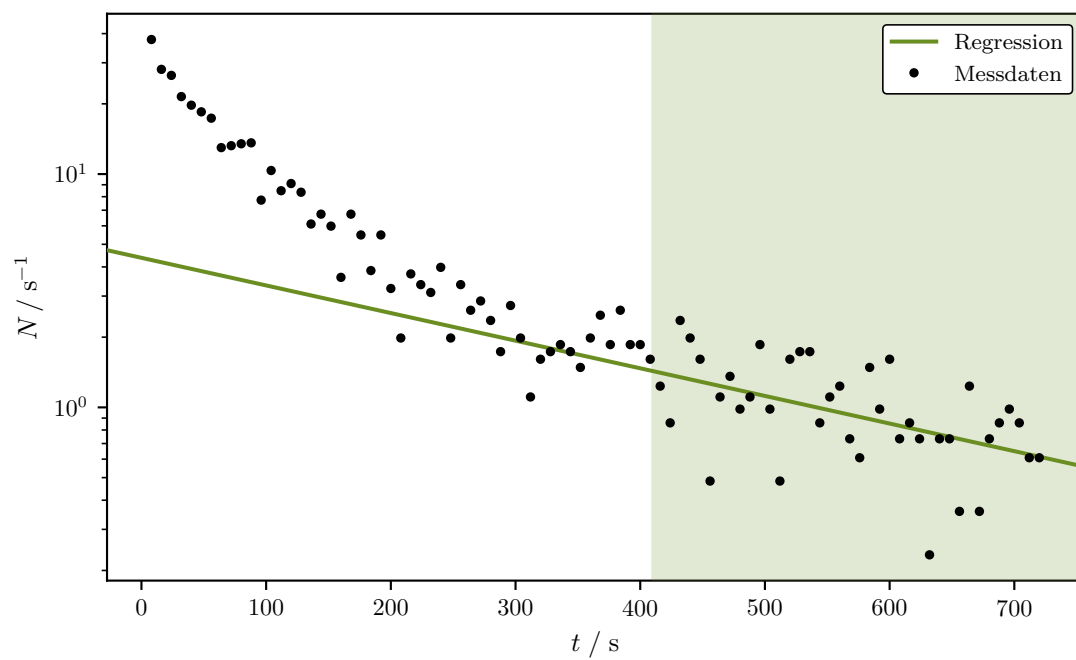


Abbildung 3

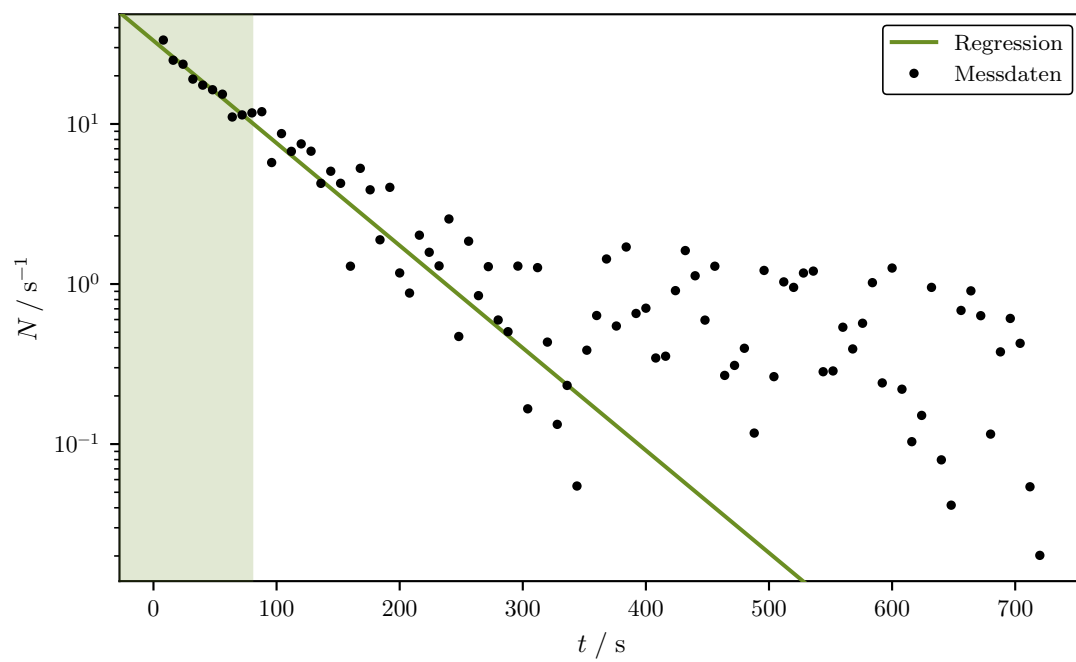


Abbildung 4



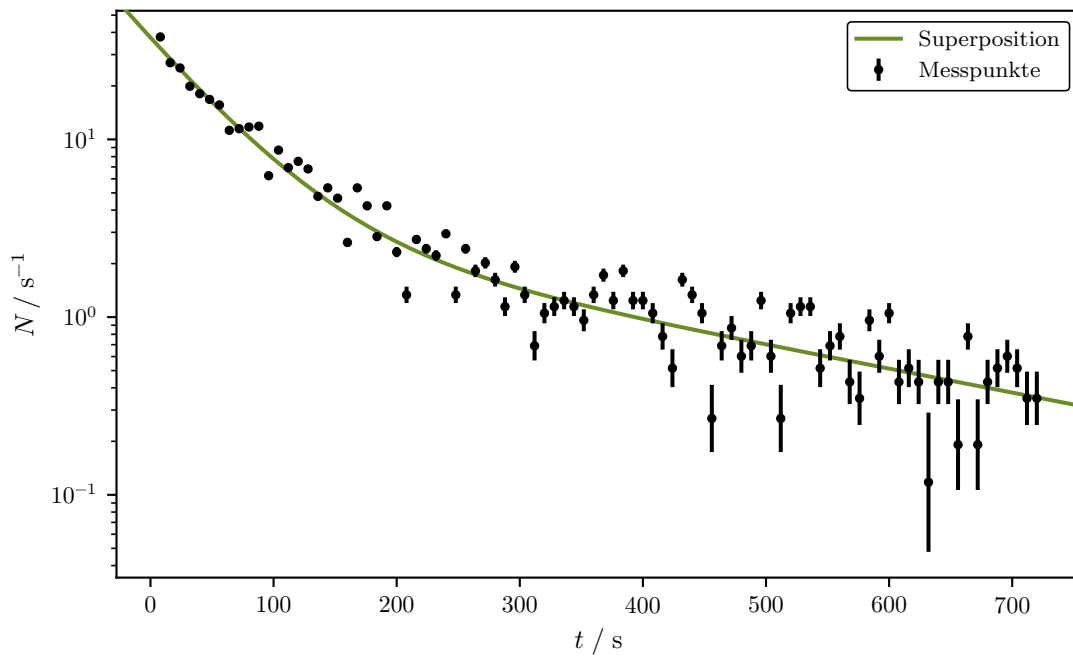


Abbildung 5

Tabelle 4

$t / s$	$N / s^{-1}$	$t / s$	$N / s^{-1}$	$t / s$	$N / s^{-1}$	$t / s$	$N / s^{-1}$
15	$49,7 \pm 0,2$	210	$4,3 \pm 0,2$	405	$1,4 \pm 0,2$	600	$1,2 \pm 0,2$
30	$35,1 \pm 0,2$	225	$3,9 \pm 0,2$	420	$1,7 \pm 0,2$	615	$0,9 \pm 0,2$
45	$27,9 \pm 0,2$	240	$3,4 \pm 0,2$	435	$1,5 \pm 0,2$	630	$0,9 \pm 0,2$
60	$25,9 \pm 0,2$	255	$2,7 \pm 0,2$	450	$1,1 \pm 0,2$	645	$0,5 \pm 0,2$
75	$17,9 \pm 0,2$	270	$2,7 \pm 0,2$	465	$1,7 \pm 0,2$	660	$0,7 \pm 0,2$
90	$17,2 \pm 0,2$	285	$2,7 \pm 0,2$	480	$1,9 \pm 0,2$	675	$0,7 \pm 0,2$
105	$12,4 \pm 0,2$	300	$2,7 \pm 0,2$	495	$0,9 \pm 0,2$	690	$1,3 \pm 0,2$
120	$9,5 \pm 0,2$	315	$2,3 \pm 0,2$	510	$1,1 \pm 0,2$	705	$1,0 \pm 0,2$
135	$7,8 \pm 0,2$	330	$2,0 \pm 0,2$	525	$1,3 \pm 0,2$	720	$0,5 \pm 0,2$
150	$7,5 \pm 0,2$	345	$2,1 \pm 0,2$	540	$0,7 \pm 0,2$	735	$0,9 \pm 0,2$
165	$5,8 \pm 0,2$	360	$0,7 \pm 0,2$	555	$1,1 \pm 0,2$	750	$0,5 \pm 0,2$
180	$5,3 \pm 0,2$	375	$1,6 \pm 0,2$	570	$1,3 \pm 0,2$		
195	$5,1 \pm 0,2$	390	$1,8 \pm 0,2$	585	$1,1 \pm 0,2$		

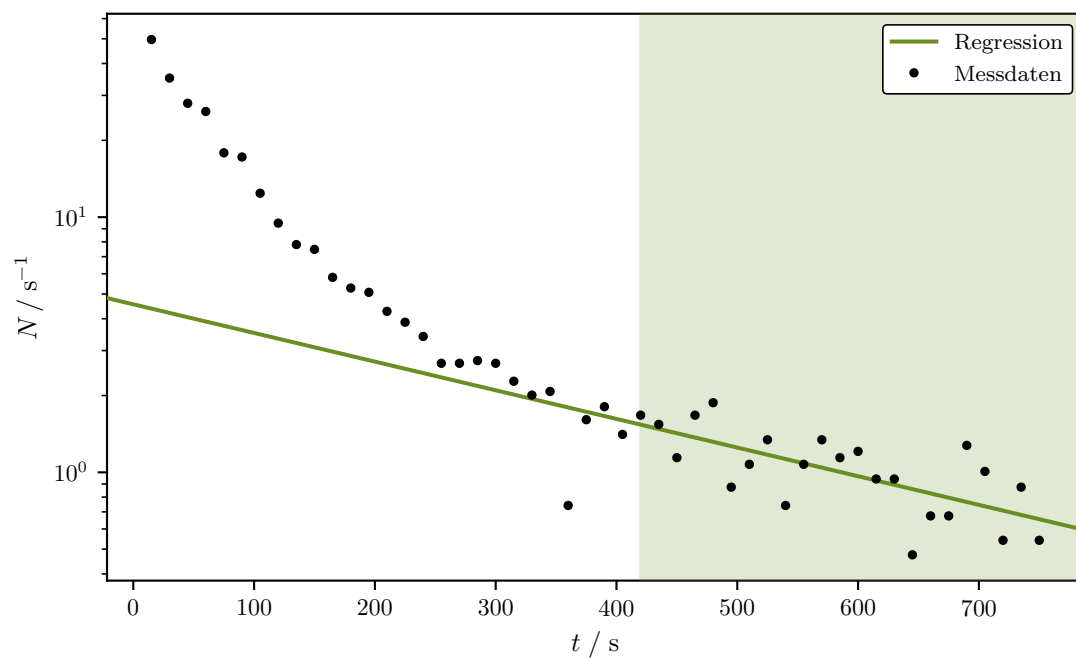


Abbildung 6

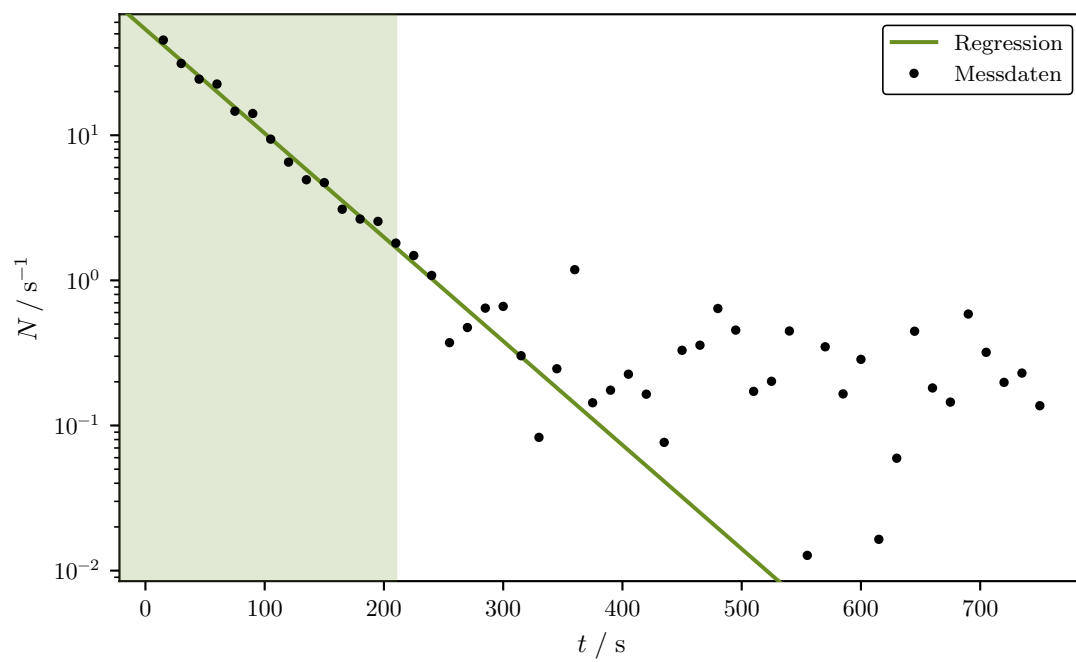


Abbildung 7

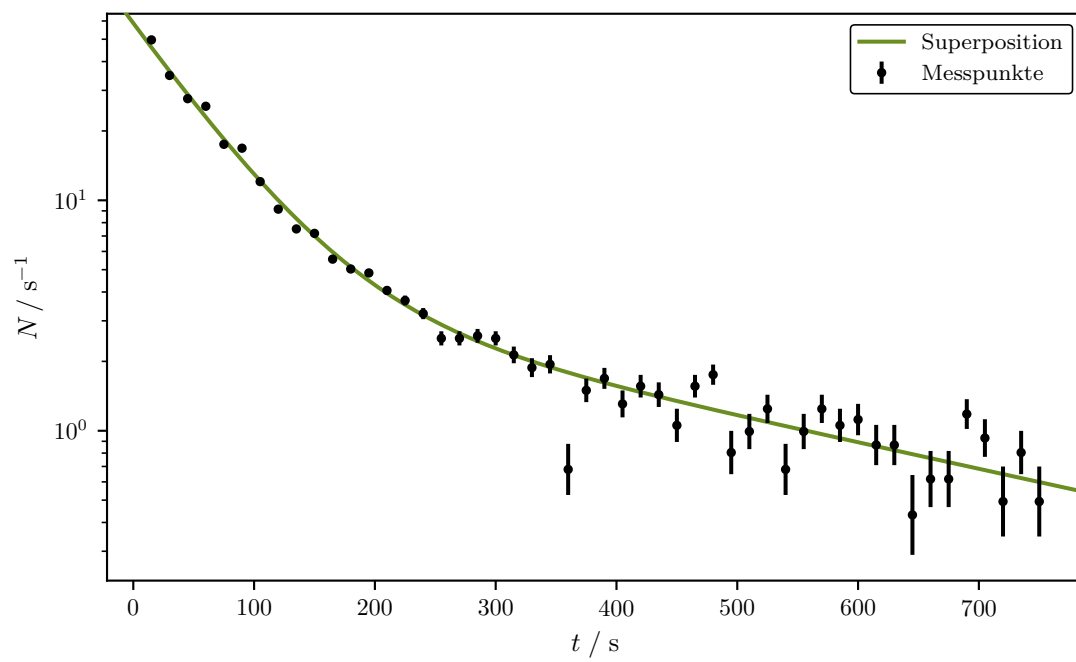


Abbildung 8

## 5 Diskussion

## Anhang

**tu** technische universität  
dortmund

**Proben für die Neutronenaktivierung**

Element	Aktivierungszeit $t_A$ [min]	Messintervall $\Delta t$ [s]	Minimale Messzeit [min]
Rhodium	> 20	15 - 20	12
Silber	> 10	8 - 10	7
Indium	> 240	200 - 250	60
Dysprosium	> 500	400 - 800	> 60
Vanadium	> 15	30 - 40	15
Brom	$30 < t_A < 40$	150 - 200	30
Jod	> 100	200 - 300	40
Mangan	> 600	400 - 800	> 60

**Abbildung 9:** Ausgehängte Liste.

bins	N
10	3
20	9
30	5
40	1
50	5
60	4
70	1
80	6
90	2
100	3
110	5
120	3
130	4
140	2
150	67
160	3
170	8
180	5
190	4

t	N	t	N
200	3	390	5
210	4	400	2
220	6	410	6
230	3	420	8
240	3	430	7
250	2	440	6
260	2	450	6
270	6	460	3
280	2	470	3
290	3	480	5
300	5	490	3
310	4	500	4
320	3	510	7
330	2	520	2
340	3	530	2
350	4	540	3
360	2	550	5
370	5	560	4
380	4	570	2
		580	3
		590	1

600	Z	(zu langsam...)
Rhodium	$\Delta t = 8$	für 12min
$N_1$	$t$ in s	$N_2$
305	8	57
228	.	51
215	.	32
175		57
161		47
151		34
142		47
107		29
109		19
111		33
112		30
65		28
86		35
71		19
76		30
70		24
52		26

$N_3$	+ alle 8 s	$N_4$
22	.	10
<del>16</del> 17	.	22
25		19
19	.	16
12		7
16	.	12
17		14
18		11
17		12
15		18
19		11
23		7
18		16
24		17
18		17
18		10
16		12
13		13
		9



N <sub>5</sub>	4
8	1
15	2
11	
16	
9	
10	
9	
5	
9	
9	
6	
13	
8	
9	
10	
11	
10	
8	
8	

Vandium		15 min
$\Delta t = 30s$		
$N_1$	$N_2$	$t$ in s
188	47	30
171	47	.
148	43	.
116	40	.
127	41	
96	22	
115	39	
83	40	
71	30	
66	32	
68	21	
70	26	
62	25	
57	21	
52		
63		

Rhodium 2		in 12 min
		$\Delta t = 15s$
$N_1$	$N_2$	t in s
751	46	15
532	47	
425	46	
395	40	
274	36	
264	37	
192	17	
148	30	
123	33	
118	27	
93	31	
85	29	
82	23	
70	31	
64	34	
57	19	
46	22	
	26	

13	
17	
22	
26	
23	
24	
20	
20	
13	
16	
16	
25	
21	
14	
19	
14	

1.04m