

Reaktionskinetik: Die Entfärbung eines Triphenylmethanfarbstoffs

Ziel des Versuches:

Es soll die Reaktionsordnung und die Aktivierungsenergie bei Reaktionen der 1. Ordnung bestimmt werden. Zu diesem Zweck wird Kristallviolett mit NaOH zur Reaktion gebracht.

Reaktionsgleichung:

Durchführung:

(Siehe AAW)

Beobachtung:

Die violette Farblösung verfärbt sich langsam, je höher die Temperatur ist, desto schneller war die Entfärbung.

Messwerte:

Wellenlänge $\lambda=591\text{nm}$ (Siehe Anhang 1)

Versuch 1	25,06	298,21	
t	1/t	E	ln E
0	#DIV/0!	0,35	-1,049822124
5	0,2	0,33	-1,108662625
10	0,1	0,32	-1,139434283
15	0,066666667	0,296	-1,217395825
20	0,05	0,287	-1,248273063
25	0,04	0,276	-1,287354413
30	0,033333333	0,266	-1,32425897
35	0,028571429	0,256	-1,362577835
40	0,025	0,247	-1,398366942
45	0,022222222	0,238	-1,435484605
50	0,02	0,23	-1,46967597
55	0,018181818	0,223	-1,500583508
60	0,016666667	0,215	-1,537117251
65	0,015384615	0,208	-1,570217199
70	0,014285714	0,201	-1,604450371
75	0,013333333	0,195	-1,63475572
80	0,0125	0,189	-1,666008264
85	0,011764706	0,186	-1,682008605
90	0,011111111	0,177	-1,731605546
95	0,010526316	0,171	-1,766091722
100	0,01	0,166	-1,795767491
105	0,00952381	0,161	-1,826350914
110	0,009090909	0,156	-1,857899272
115	0,008695652	0,146	-1,924148657
120	0,008333333	0,142	-1,951928221
125	0,008	0,138	-1,980501594
130	0,007692308	0,133	-2,017406151
135	0,007407407	0,13	-2,040220829
140	0,007142857	0,126	-2,071473372
145	0,006896552	0,123	-2,095570924
150	0,006666667	0,12	-2,120263536
155	0,006451613	0,116	-2,154165088
160	0,00625	0,113	-2,18036746
165	0,006060606	0,11	-2,207274913
170	0,005882353	0,107	-2,234926445
175	0,005714286	0,105	-2,253794929
180	0,005555556	0,102	-2,282782466
185	0,005405405	0,099	-2,312635429
190	0,005263158	0,096	-2,343407088
195	0,005128205	0,094	-2,364460497
200	0,005	0,091	-2,396895772
205	0,004878049	0,089	-2,419118909
210	0,004761905	0,087	-2,44184716
215	0,004651163	0,085	-2,465104022
220	0,004545455	0,083	-2,488914671
225	0,004444444	0,081	-2,513306124
230	0,004347826	0,079	-2,538307427
235	0,004255319	0,077	-2,563949857

Tabelle 1: Versuch 1 bei 25,06°C, 298,21 K

Versuch 2	25,07	298,22	
t	1/t	E	In E
0	#DIV/0!	0,417	-0,874669057
5	0,2	0,402	-0,91130319
10	0,1	0,388	-0,946749939
15	0,066666667	0,374	-0,983499482
20	0,05	0,361	-1,018877321
25	0,04	0,351	-1,046969056
30	0,033333333	0,338	-1,084709383
35	0,028571429	0,327	-1,117795108
40	0,025	0,317	-1,148853505
45	0,022222222	0,305	-1,187443502
50	0,02	0,296	-1,217395825
55	0,018181818	0,286	-1,251763468
60	0,016666667	0,277	-1,283737773
65	0,015384615	0,268	-1,316768298
70	0,014285714	0,261	-1,343234872
75	0,013333333	0,254	-1,370421012
80	0,0125	0,245	-1,406497068
85	0,011764706	0,238	-1,435484605
90	0,011111111	0,231	-1,465337568
95	0,010526316	0,224	-1,496109227
100	0,01	0,213	-1,546463113
105	0,00952381	0,211	-1,555897146
110	0,009090909	0,205	-1,5847453
115	0,008695652	0,198	-1,619488248
120	0,008333333	0,193	-1,64506509
125	0,008	0,188	-1,671313316
130	0,007692308	0,182	-1,703748592
135	0,007407407	0,177	-1,731605546
140	0,007142857	0,172	-1,760260802
145	0,006896552	0,168	-1,7837913
150	0,006666667	0,163	-1,814005078
155	0,006451613	0,158	-1,845160246
160	0,00625	0,154	-1,870802677
165	0,006060606	0,15	-1,897119985
170	0,005882353	0,146	-1,924148657
175	0,005714286	0,143	-1,944910649
180	0,005555556	0,139	-1,973281346
185	0,005405405	0,135	-2,002480501
190	0,005263158	0,132	-2,024953356
195	0,005128205	0,129	-2,047942875
200	0,005	0,126	-2,071473372
205	0,004878049	0,122	-2,103734234
210	0,004761905	0,119	-2,128631786
215	0,004651163	0,114	-2,171556831
220	0,004545455	0,111	-2,198225078
225	0,004444444	0,108	-2,225624052
230	0,004347826	0,106	-2,244316185
235	0,004255319	0,104	-2,26336438
240	0,004166667	0,101	-2,292634762
245	0,004081633	0,099	-2,312635429
250	0,004	0,096	-2,343407088
255	0,003921569	0,095	-2,353878387
260	0,003846154	0,093	-2,375155786
265	0,003773585	0,091	-2,396895772
270	0,003703704	0,089	-2,419118909
275	0,003636364	0,087	-2,44184716
280	0,003571429	0,083	-2,488914671
285	0,003508772	0,082	-2,501036032
290	0,003448276	0,08	-2,525728644
295	0,003389831	0,079	-2,538307427
300	0,003333333	0,077	-2,563949857
305	0,003278689	0,076	-2,577021939
310	0,003225806	0,074	-2,603690186
315	0,003174603	0,073	-2,617295838
320	0,003125	0,072	-2,63108916
325	0,003076923	0,071	-2,645075402

Tabelle 2: Versuch 2 bei 25,02°C und 298,22 K

Versuch 3	25,05	298,2	
t	1/t	E	ln E
0	#DIV/0!	0,43	-0,84397007
5	0,2	0,408	-0,896488105
10	0,1	0,399	-0,918793862
15	0,066666667	0,381	-0,964955904
20	0,05	0,37	-0,994252273
25	0,04	0,356	-1,032824548
30	0,033333333	0,345	-1,064210862
35	0,028571429	0,332	-1,10262031
40	0,025	0,32	-1,139434283
45	0,022222222	0,31	-1,171182982
50	0,02	0,299	-1,207311706
55	0,018181818	0,29	-1,237874356
60	0,016666667	0,28	-1,272965676
65	0,015384615	0,272	-1,301953213
70	0,014285714	0,261	-1,343234872
75	0,013333333	0,254	-1,370421012
80	0,0125	0,244	-1,410587054
85	0,011764706	0,237	-1,439695138
90	0,011111111	0,231	-1,465337568
95	0,010526316	0,222	-1,505077897
100	0,01	0,215	-1,537117251
105	0,00952381	0,207	-1,575036486
110	0,009090909	0,201	-1,604450371
115	0,008695652	0,199	-1,614450454
120	0,008333333	0,189	-1,666008264
125	0,008	0,183	-1,698269126
130	0,007692308	0,177	-1,731605546
135	0,007407407	0,172	-1,760260802
140	0,007142857	0,167	-1,789761467
145	0,006896552	0,162	-1,820158944
150	0,006666667	0,156	-1,857899272
155	0,006451613	0,152	-1,883874758
160	0,00625	0,147	-1,917322692
165	0,006060606	0,143	-1,944910649
170	0,005882353	0,139	-1,973281346
175	0,005714286	0,134	-2,009915479
180	0,005555556	0,131	-2,032557956
185	0,005405405	0,127	-2,063568193
190	0,005263158	0,123	-2,095570924
195	0,005128205	0,12	-2,120263536
200	0,005	0,118	-2,137070655
205	0,004878049	0,114	-2,171556831
210	0,004761905	0,111	-2,198225078
215	0,004651163	0,107	-2,234926445
220	0,004545455	0,104	-2,26336438
225	0,004444444	0,101	-2,292634762
230	0,004347826	0,099	-2,312635429
235	0,004255319	0,097	-2,3330443
240	0,004166667	0,094	-2,364460497
245	0,004081633	0,091	-2,396895772
250	0,004	0,089	-2,419118909
255	0,003921569	0,087	-2,44184716
260	0,003846154	0,085	-2,465104022
265	0,003773585	0,083	-2,488914671
270	0,003703704	0,081	-2,513306124
275	0,003636364	0,079	-2,538307427
280	0,003571429	0,077	-2,563949857
285	0,003508772	0,076	-2,577021939
290	0,003448276	0,074	-2,603690186
295	0,003389831	0,073	-2,617295838

Tabelle 3: Versuch 3 bei 25,05°C=298,2K

Versuch 4	35,85	309	
t	1/t	E	ln E
0	#DIV/0!	0,346	-1,061316504
5	0,2	0,331	-1,105636904
10	0,1	0,314	-1,158362293
15	0,066666667	0,303	-1,194022473
20	0,05	0,288	-1,244794799
25	0,04	0,275	-1,290984181
30	0,033333333	0,262	-1,339410775
35	0,028571429	0,251	-1,38230234
40	0,025	0,238	-1,435484605
45	0,022222222	0,229	-1,474033275
50	0,02	0,219	-1,518683549
55	0,018181818	0,21	-1,560647748
60	0,016666667	0,2	-1,609437912
65	0,015384615	0,193	-1,64506509
70	0,014285714	0,184	-1,692819521
75	0,013333333	0,177	-1,731605546
80	0,0125	0,171	-1,766091722
85	0,011764706	0,165	-1,801809805
90	0,011111111	0,158	-1,845160246
95	0,010526316	0,153	-1,877317358
100	0,01	0,148	-1,910543005
105	0,00952381	0,143	-1,944910649
110	0,009090909	0,138	-1,980501594
115	0,008695652	0,133	-2,017406151
120	0,008333333	0,129	-2,047942875
125	0,008	0,125	-2,079441542
130	0,007692308	0,122	-2,103734234
135	0,007407407	0,117	-2,145581344
140	0,007142857	0,114	-2,171556831
145	0,006896552	0,111	-2,198225078
150	0,006666667	0,108	-2,225624052
155	0,006451613	0,105	-2,253794929
160	0,00625	0,103	-2,273026291
165	0,006060606	0,1	-2,302585093
170	0,005882353	0,098	-2,3227878
175	0,005714286	0,096	-2,343407088
180	0,005555556	0,094	-2,364460497
185	0,005405405	0,092	-2,385966702
190	0,005263158	0,089	-2,419118909
195	0,005128205	0,088	-2,430418465
200	0,005	0,086	-2,453407983
205	0,004878049	0,084	-2,47693848
210	0,004761905	0,083	-2,488914671
215	0,004651163	0,081	-2,513306124
220	0,004545455	0,08	-2,525728644
225	0,004444444	0,078	-2,551046452
230	0,004347826	0,077	-2,563949857
235	0,004255319	0,076	-2,577021939
240	0,004166667	0,075	-2,590267165

Tabelle 4: Versuch 4 bei 35,85°C und 309K

Versuch 5	35,8	308,95	
t	1/t	E	ln E
0	#DIV/0!	0,404	-0,906340401
5	0,2	0,38	-0,967584026
10	0,1	0,365	-1,007857925
15	0,066666667	0,344	-1,067113622
20	0,05	0,318	-1,145703896
25	0,04	0,299	-1,207311706
30	0,033333333	0,276	-1,287354413
35	0,028571429	0,259	-1,350927217
40	0,025	0,243	-1,414693836
45	0,022222222	0,23	-1,46967597
50	0,02	0,213	-1,546463113
55	0,018181818	0,2	-1,609437912
60	0,016666667	0,187	-1,676646662
65	0,015384615	0,176	-1,737271284
70	0,014285714	0,166	-1,795767491
75	0,013333333	0,156	-1,857899272
80	0,0125	0,15	-1,897119985
85	0,011764706	0,142	-1,951928221
90	0,011111111	0,131	-2,032557956
95	0,010526316	0,124	-2,087473713
100	0,01	0,117	-2,145581344
105	0,00952381	0,111	-2,198225078
110	0,009090909	0,105	-2,253794929
115	0,008695652	0,099	-2,312635429
120	0,008333333	0,094	-2,364460497
125	0,008	0,089	-2,419118909
130	0,007692308	0,084	-2,47693848
135	0,007407407	0,082	-2,501036032
140	0,007142857	0,078	-2,551046452
145	0,006896552	0,072	-2,63108916
150	0,006666667	0,068	-2,688247574
155	0,006451613	0,065	-2,733368009
160	0,00625	0,062	-2,780620894
165	0,006060606	0,059	-2,830217835
170	0,005882353	0,057	-2,864704011
175	0,005714286	0,054	-2,918771232

Tabelle 5: Versuch 5 bei 35,8°C und 308,95K

Versuch 6	35,75	308,9	
t	1/t	E	ln E
0	#DIV/0!	0,38	-0,967584026
5	0,2	0,362	-1,016111067
10	0,1	0,32	-1,139434283
15	0,066666667	0,305	-1,187443502
20	0,05	0,286	-1,251763468
25	0,04	0,27	-1,30933332
30	0,033333333	0,256	-1,362577835
35	0,028571429	0,242	-1,418817553
40	0,025	0,229	-1,474033275
45	0,022222222	0,219	-1,518683549
50	0,02	0,207	-1,575036486
55	0,018181818	0,195	-1,63475572
60	0,016666667	0,187	-1,676646662
65	0,015384615	0,176	-1,737271284
70	0,014285714	0,169	-1,777856564
75	0,013333333	0,159	-1,838851077
80	0,0125	0,151	-1,890475442
85	0,011764706	0,143	-1,944910649
90	0,011111111	0,136	-1,995100393
95	0,010526316	0,13	-2,040220829
100	0,01	0,124	-2,087473713
105	0,00952381	0,118	-2,137070655
110	0,009090909	0,112	-2,189256408
115	0,008695652	0,108	-2,225624052
120	0,008333333	0,102	-2,282782466
125	0,008	0,098	-2,3227878
130	0,007692308	0,093	-2,375155786
135	0,007407407	0,089	-2,419118909
140	0,007142857	0,085	-2,465104022
145	0,006896552	0,082	-2,501036032
150	0,006666667	0,078	-2,551046452
155	0,006451613	0,075	-2,590267165
160	0,00625	0,072	-2,63108916
165	0,006060606	0,069	-2,673648774
170	0,005882353	0,066	-2,718100537
175	0,005714286	0,064	-2,748872196
180	0,005555556	0,061	-2,796881415
185	0,005405405	0,059	-2,830217835
190	0,005263158	0,057	-2,864704011
195	0,005128205	0,055	-2,900422094
200	0,005	0,053	-2,937463365

Tabelle 6: Versuch 6 bei 35,75°C und 308,9K

Versuch	K' in s ⁻¹	T in K	Mittelwert K in s ⁻¹	K in L/mol*s	Mittelwert T in K	1/T in 1/K
1	0,0069	298,21	0,0065	0,13	298,21	0,003353342
1	0,0061	298,22				
1	0,0065	298,2				
2	0,0085	309	0,0103666667	0,2073333333	308,95	0,00323677
2	0,0122	308,95				
2	0,0104	308,9				

Tabelle 7: Tabelle für das Arrhenius Diagramm

Berechnung von K aus K'

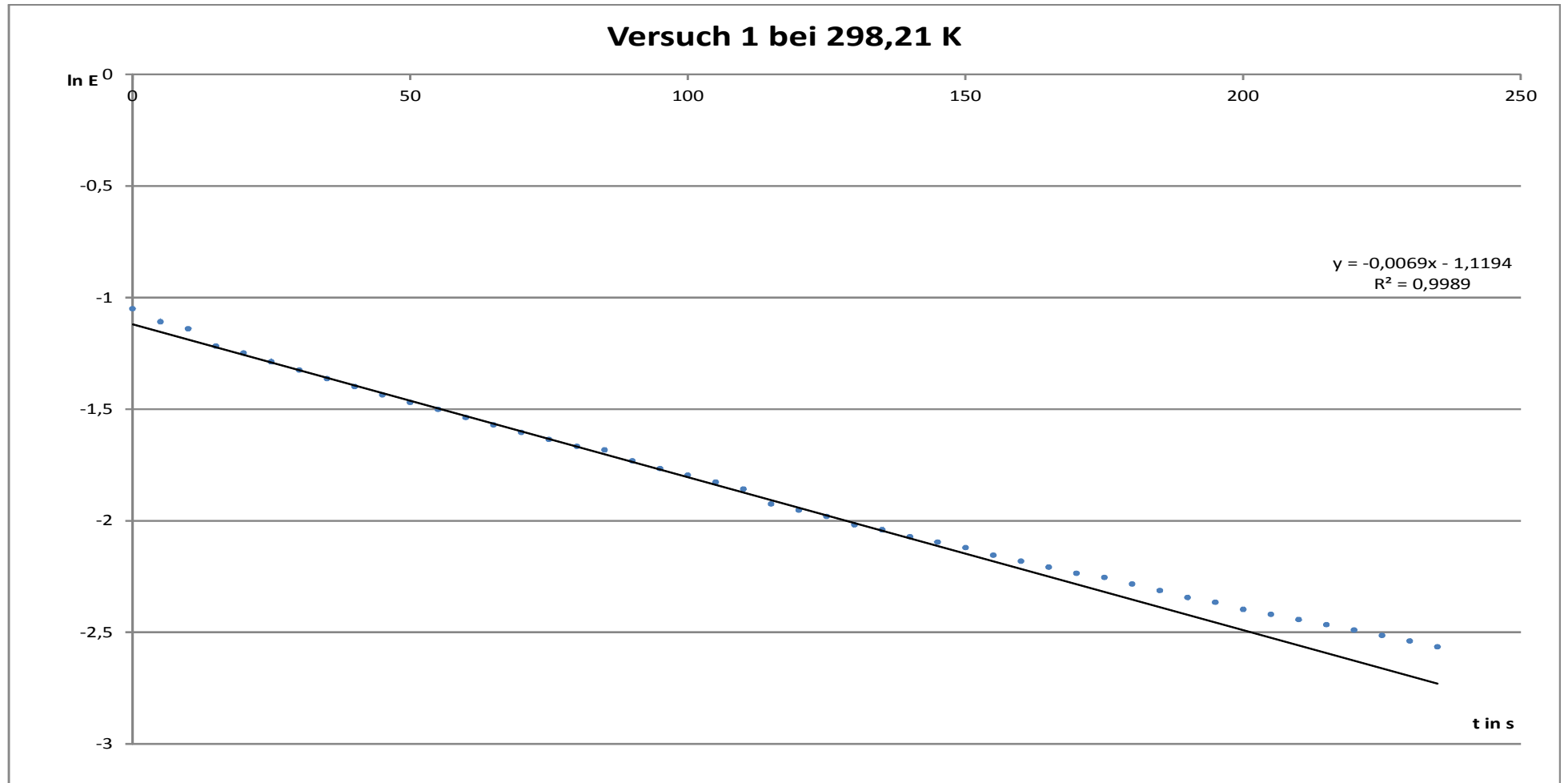
$$K = \frac{K'}{NaOH}$$

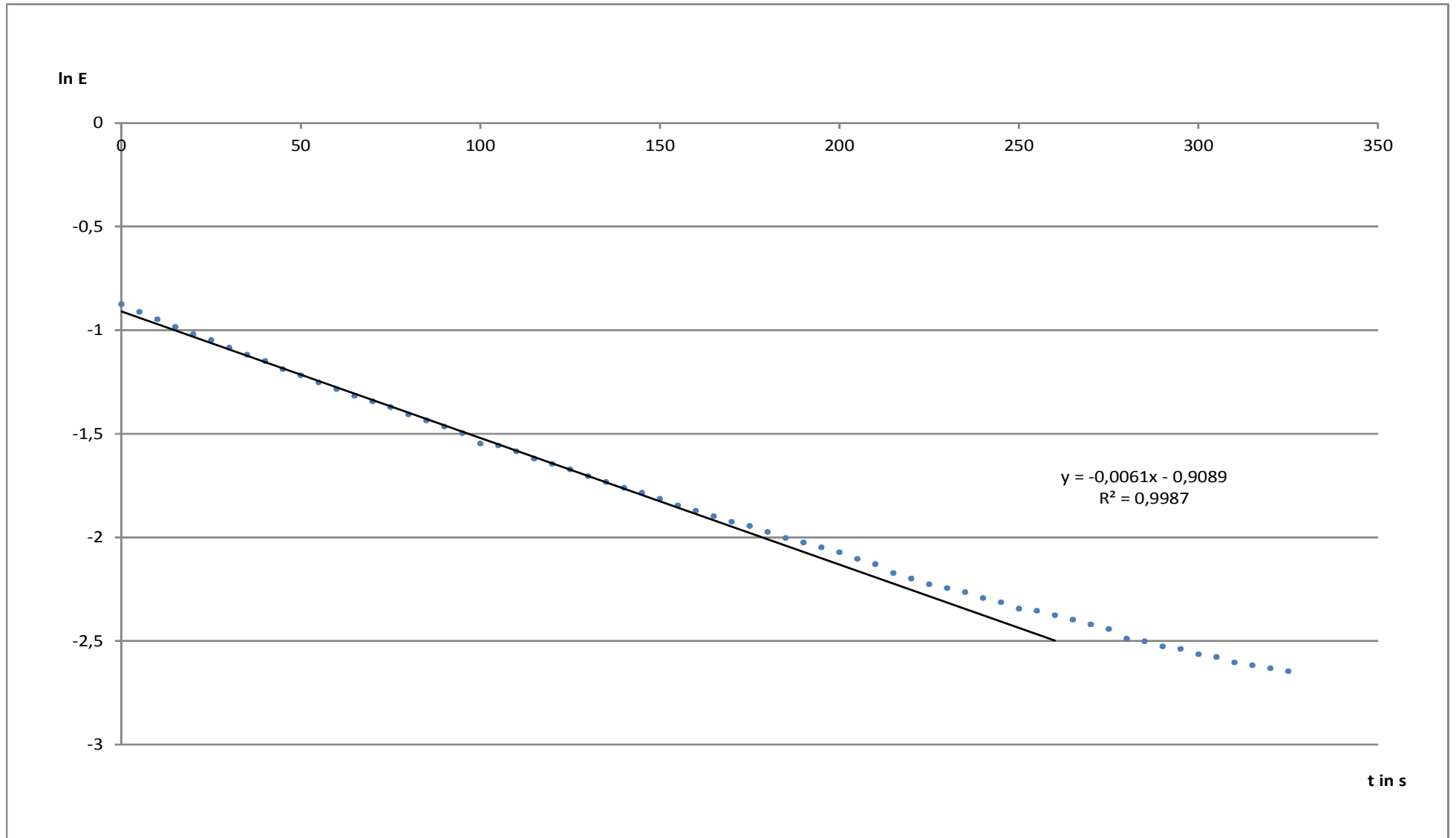
C(NaOH)=0,1 MM da in der Reaktion um 50% verdünnt =0,05M

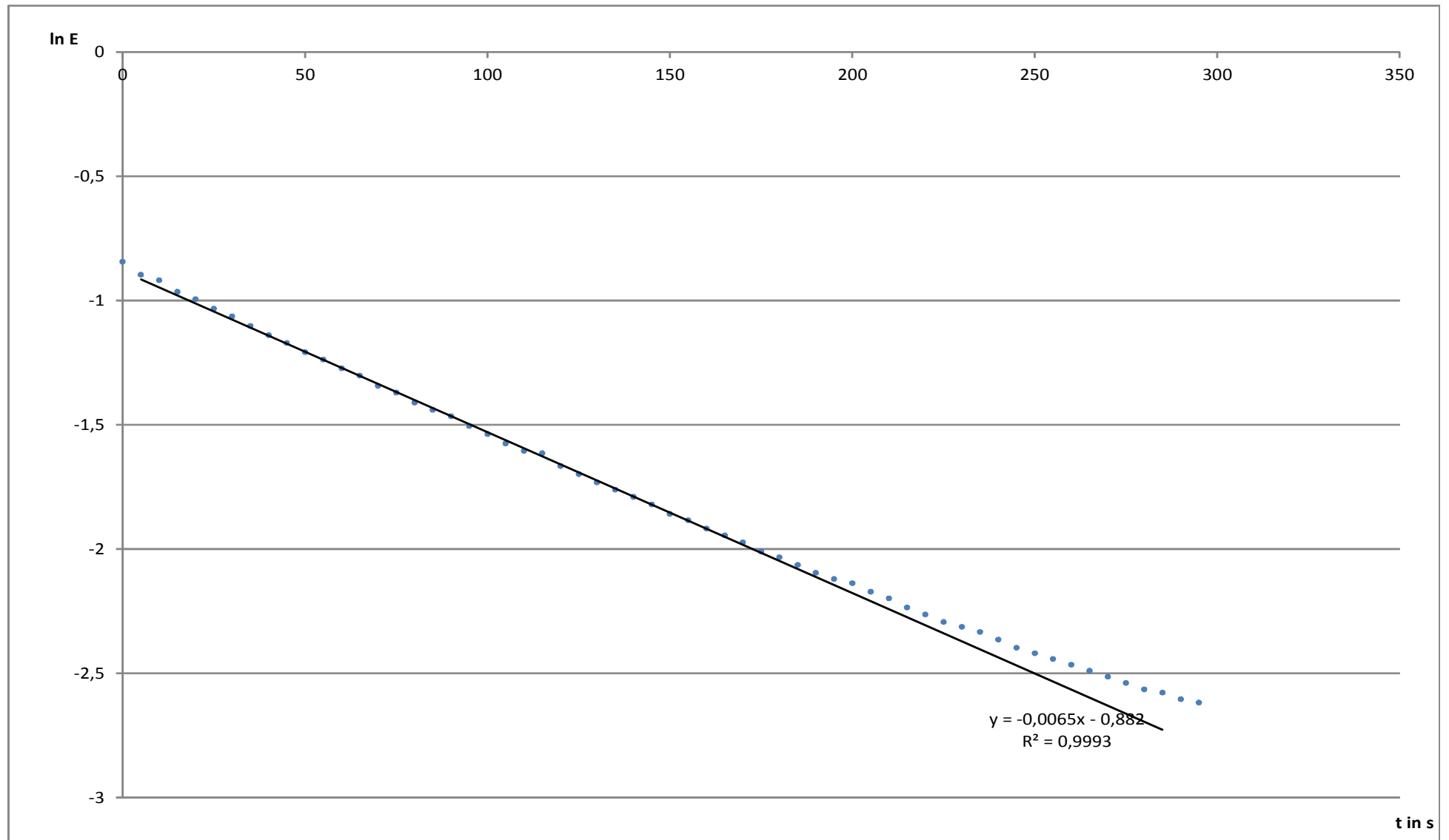
$$K = \frac{0,0065 * L}{0,05 mol * s}$$

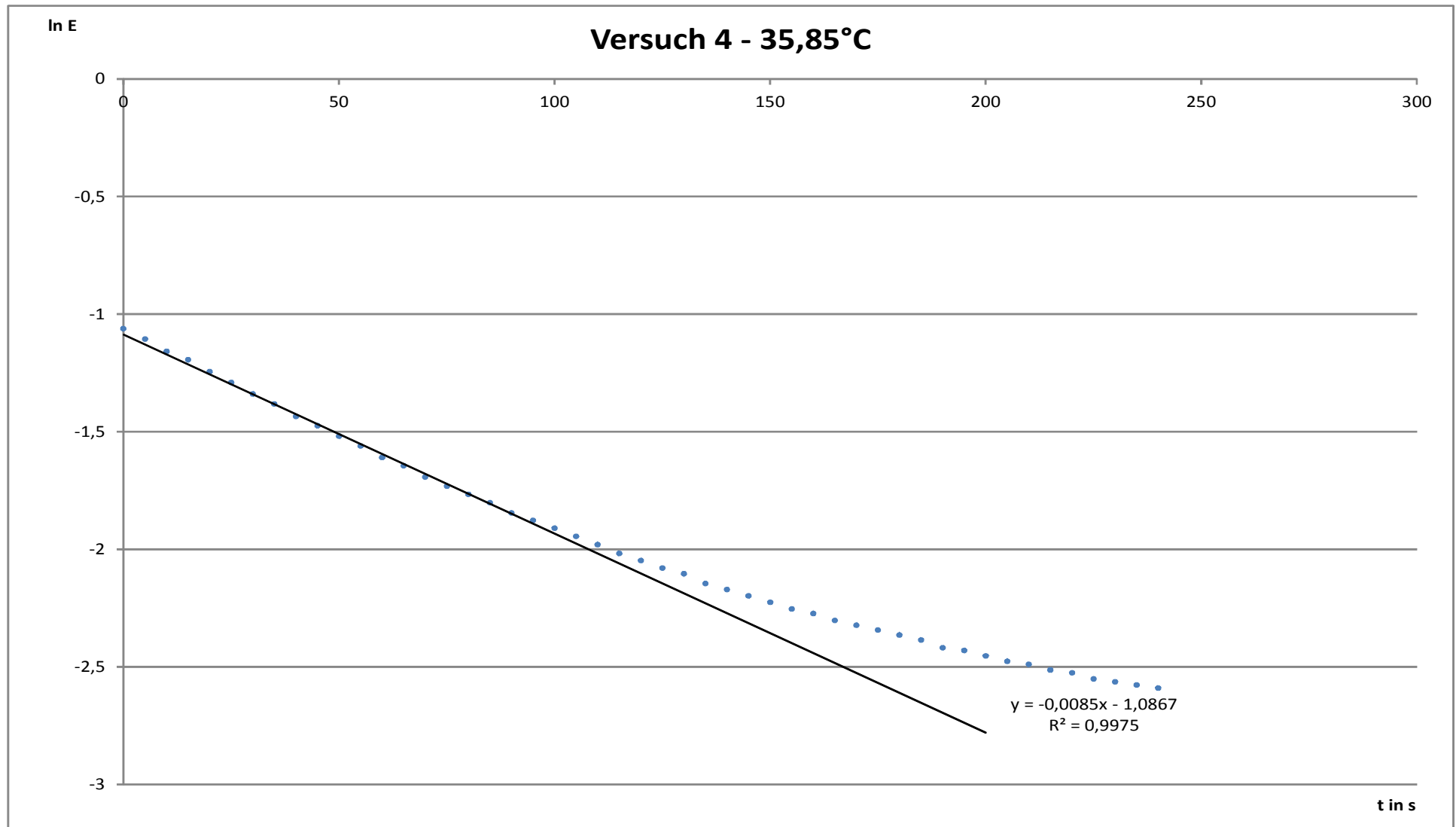
$$K = 0,13 \frac{L}{mol * s}$$

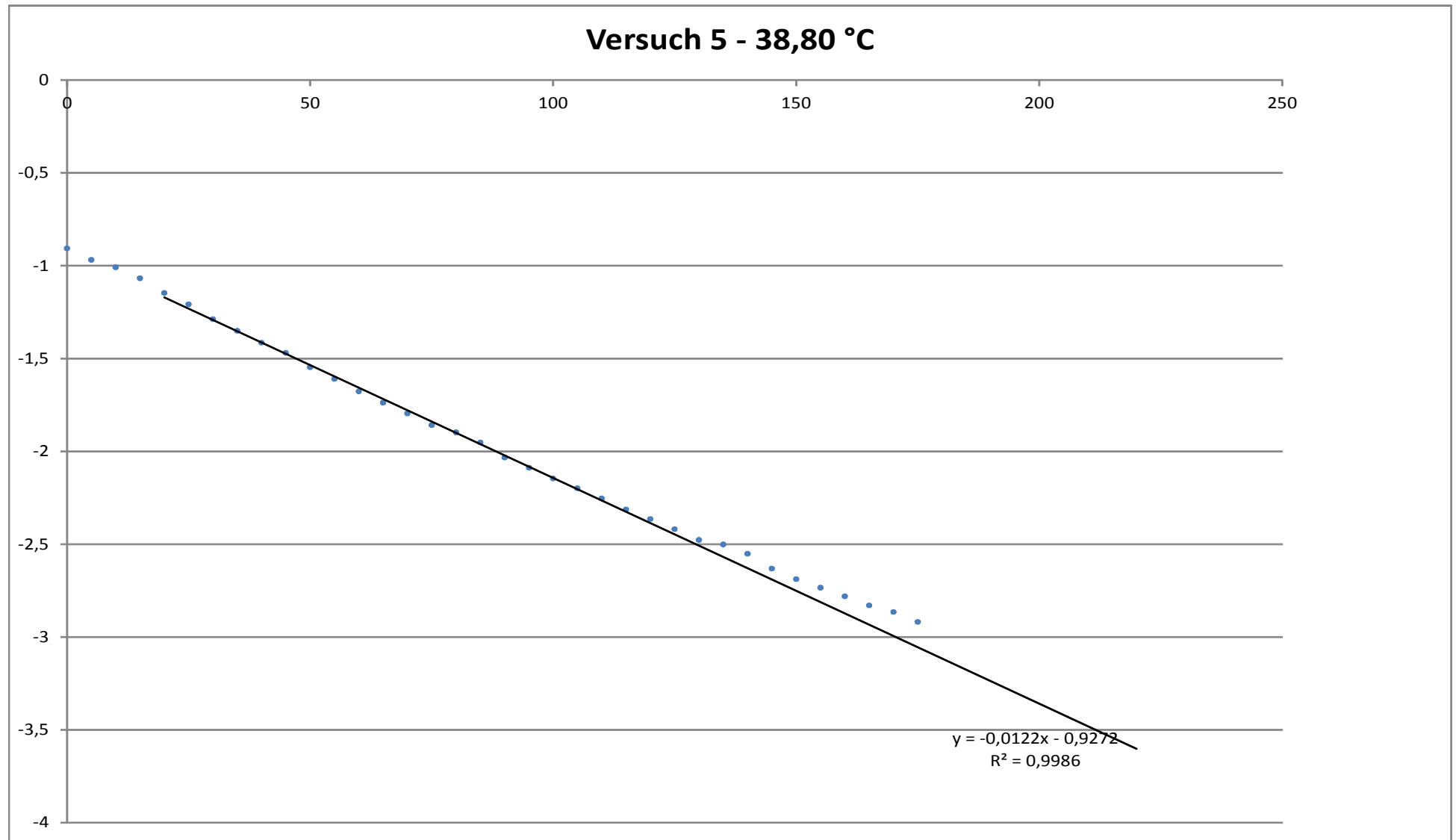
Diagramme:

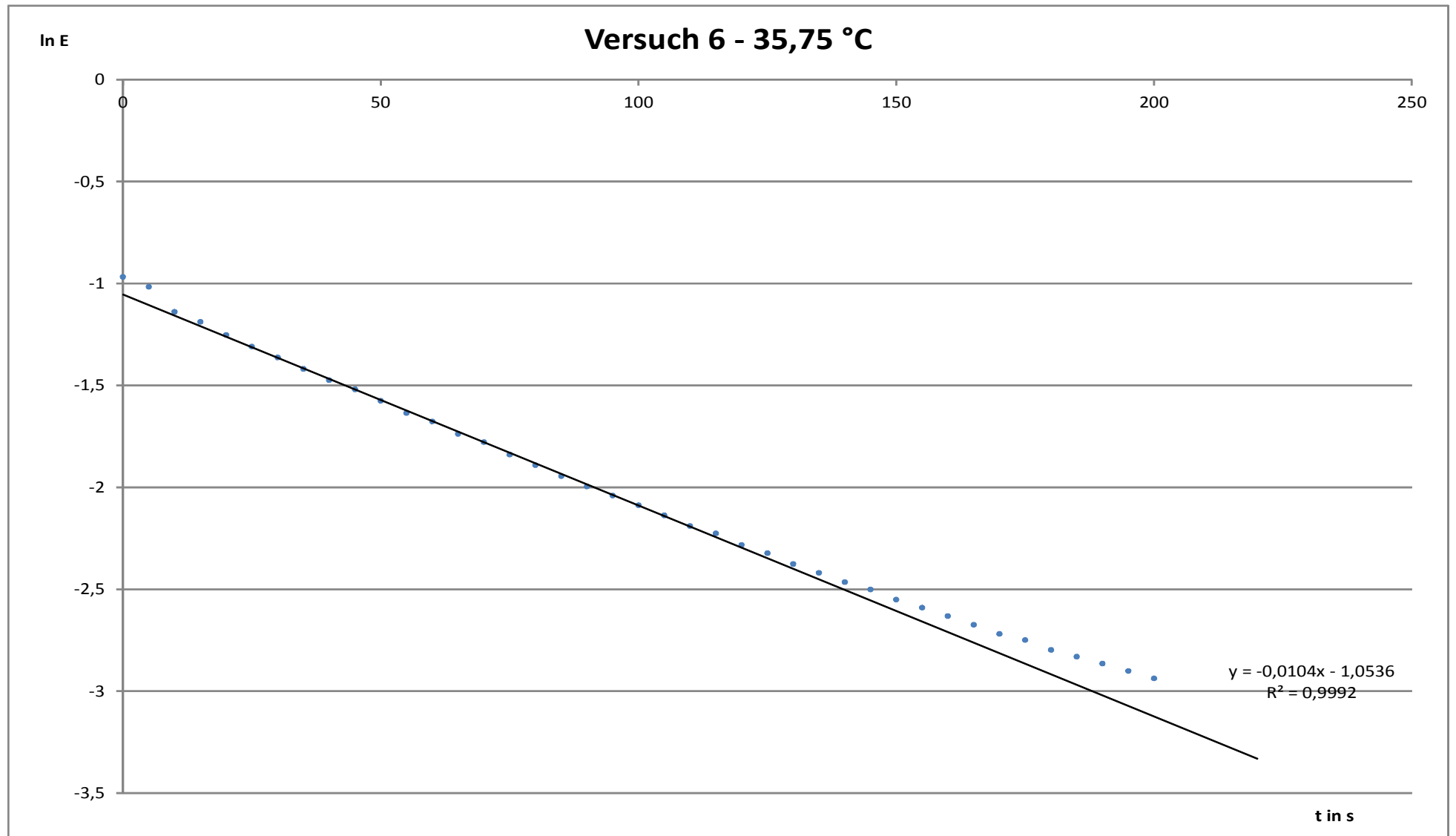












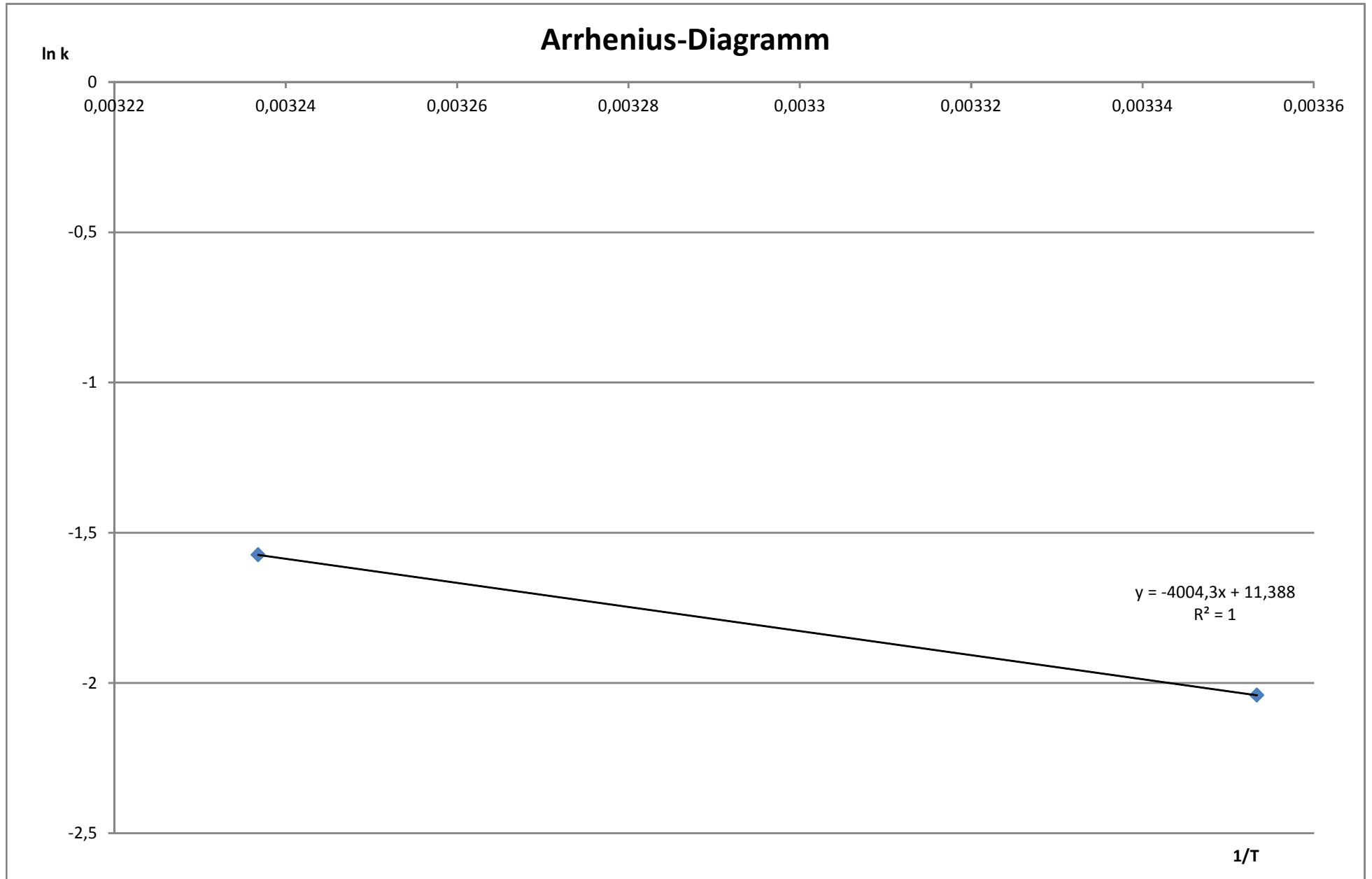


Diagramm Auswertung:

Bei allen Graphen bildet sich ein linearer Graph der sinkt und am Ende sich leicht abflacht. Ausnahme bildet das Arrhenius Diagramm, was aber daran liegt das es aus zwei Werten besteht. Die Diagramme haben eine geringe Abweichung, beim schlechtesten betrug die Genauigkeit 99,75%

Ansatzberechnung:

Beispielrechnungen:

Berechnung der Aktivierungsenergie:

Die Aktivierungsenergie ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\ln K = A - \frac{\frac{EA}{R} * 1}{T}$$

Da durch die Steigung des Arrhenius-Diagramm kann die Formel so umgestellt werden.

$$m = \text{Steigung}$$

$$A = \text{Stoßzahl} = 1$$

$$EA = m * R$$

$$EA = 4004,3 \text{ K}^{-1} * 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} * \text{mol}}$$

$$EA = 33291,7502 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 33,292 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$$

Ergebnis:

Damit ergibt sich bei diesen Versuch eine Aktivierungsenergie von 33,292 KJ/mol.

Fehlerdiagnose:

Es vielen keine schweren Fehler auf.