

Reaktionskinetik

Beinhaltet

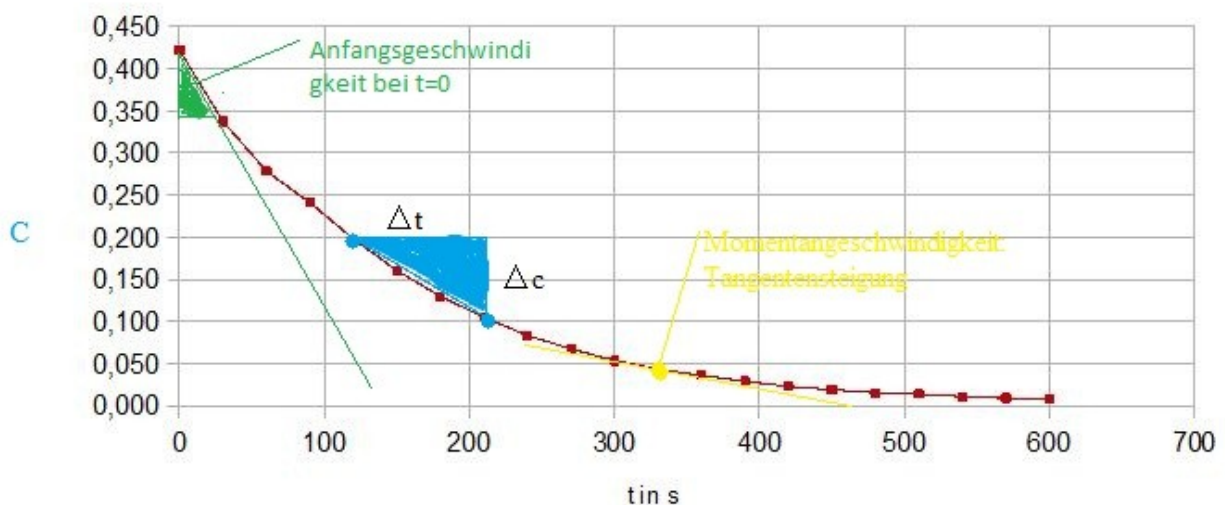
Die Momentan-/Anfangs-/Durchschnittsgeschwindigkeit.....	1
Anfangsgeschwindigkeit.....	2
Momentangeschwindigkeit.....	2
Durchschnittsgeschwindigkeit.....	2
Beinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit.....	2
Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit.....	2
Der Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit.....	3
Wie beeinflusst die Oberfläche die Reaktionsgeschwindigkeit?.....	3
Der Katalysator was bewirkt er bei der Reaktionsgeschwindigkeit?.....	3
Die Aktivierungsenergie und die Arrhenius-Gleichung.....	4
Die Reaktionsordnungen.....	4
0. Ordnung.....	5
1. Ordnung.....	5
2. Ordnung.....	5
Aufgaben:.....	6
Beispielaufgabe:.....	6

Die Momentan-/Anfangs-/Durchschnittsgeschwindigkeit

Die Reaktionsgeschwindigkeit gibt an, wie schnell die Reaktion zu einer bestimmten Zeitphase abläuft.

Zu deren Bestimmung verwenden wir zur Anschauung folgendes Diagramm.

Zerfall von Kristallviolett



Anfangsgeschwindigkeit

Zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit geht man $\lim \Delta t \rightarrow 0$ bei v , das heißt das man, wie man oben sieht geht man in Zeitintervall so nah gegen 0, dass sich eine Tangente bildet, deren Steigung wiederum die Anfangsgeschwindigkeit darstellt.

$$\text{Es gilt } v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta c|}{\Delta T}$$

Durch den fast linearen Verlauf am Anfang der Reaktion kann man sie auch als eine Art der Durchschnittsgeschwindigkeit betrachten gegen $t=0$ und dem kleinsten möglichen nächsten Intervall.

Momentangeschwindigkeit

Die Momentangeschwindigkeit beschreibt die Geschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt der Reaktion, an diesen Punkt, wenn man die Reaktion Graphisch darstellt schneidet eine Tangente an einen Punkt es gilt:

$$V(\text{momentan}) = \frac{cI}{tI}$$

Durchschnittsgeschwindigkeit

Die Durchschnittsgeschwindigkeit gibt die Geschwindigkeit in einen bestimmten Zeitabschnitt wieder.

Es gilt:

$$V(\text{durchschnitt}) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{dc}{dt}$$

Beinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit

Die Reaktionsgeschwindigkeit lassen sich durch folgende Faktoren beeinflussen:

- Temperatur
- Konzentration
- aktive Oberfläche / Zerteilungsgrad
- Katalysatoren

Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit

Die Temperatur hat Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit, da durch die Temperatur die Teilchen beschleunigt werden und somit die Häufigkeit eines Zusammenstoßes der reaktiven Teilchen erhöht wird.

Ein weiterer Aspekt um diesen Zusammenhang zu erklären ist, dass mit steigenden Temperatur eine größere Menge an Teilchen E_{\min} erreichen (siehe Graphik).

Denn bei den oben beschriebenen Zusammenstößen, wird die Energie weitergegeben, es kann daher zum einen Teilchen beschleunigen als auch abbremsen

Dies lässt sich alles in die folgende Regel einfügen:

Wenn man die Temperatur um etwa 10K erhöht steigt die Reaktionsgeschwindigkeit um etwa das Doppelte bis ins Vierfache.

Diesen Zusammenhang wir auch als RGT-Regel der Reaktionsgeschwindigkeit/Temperaturregel bezeichnet.

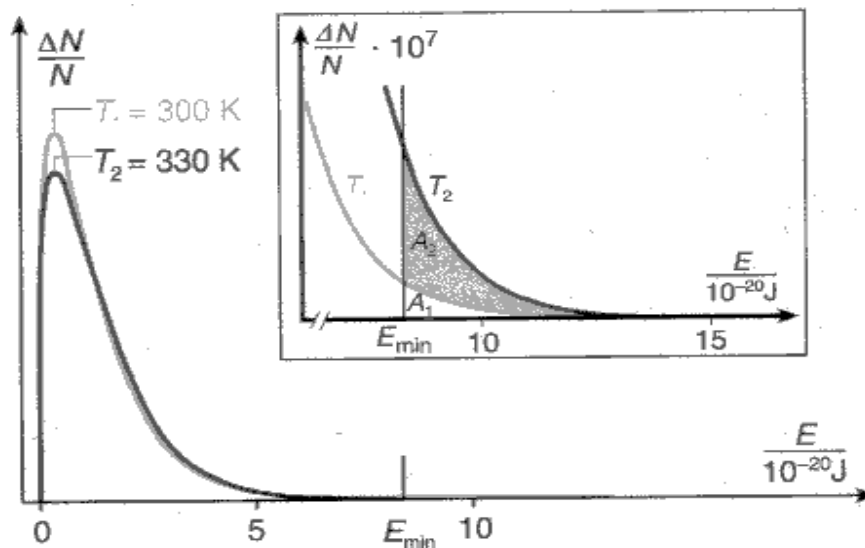


Abbildung 1: Nur ein Geringer Teil der Teilchen erreicht E_{min} , mit steigenden Temperaturen, wächst dieser Anteil exponentiell

Der Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit

Desto höher die Konzentration der reaktiven Teilchen desto höher ist die Reaktionsgeschwindigkeit, Grund hierfür ist in Stoßtheorie zu finden, die besagt desto mehr Teilchen in einer Lösung sind desto mehr Zusammenstöße kann es geben.

Dieser Zusammenhang wird durch die Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung der jeweiligen Ordnungen beschrieben mit der Geschwindigkeitskonstanten k .

Wie beeinflusst die Oberfläche die Reaktionsgeschwindigkeit?

Je größer die Oberfläche ist desto schneller verläuft die Reaktionsgeschwindigkeit, weil die Fläche größer ist an der die Reaktion ablaufen kann.

Somit kann auch erklärt werden, dass bei höherem Zerteilungsgrad die Reaktionsgeschwindigkeit höher ist.

Der Katalysator was bewirkt er bei der Reaktionsgeschwindigkeit?

Ein Katalysator beeinflusst die Aktivierungsenergie der Reaktion und senkt damit diese.

Durch dieses sinken der Aktivierungsenergie wird E_{min} verkleinert und mehr Teilchen erreichen in kürzerer Zeit E_{min} .

Man unterscheidet zwischen homogenen Katalysatoren, die in selben Aggregatzustand vorliegen und heterogenen Katalysatoren die meist ein Feststoff sind.

Katalysator sind meist sehr empfindlich.

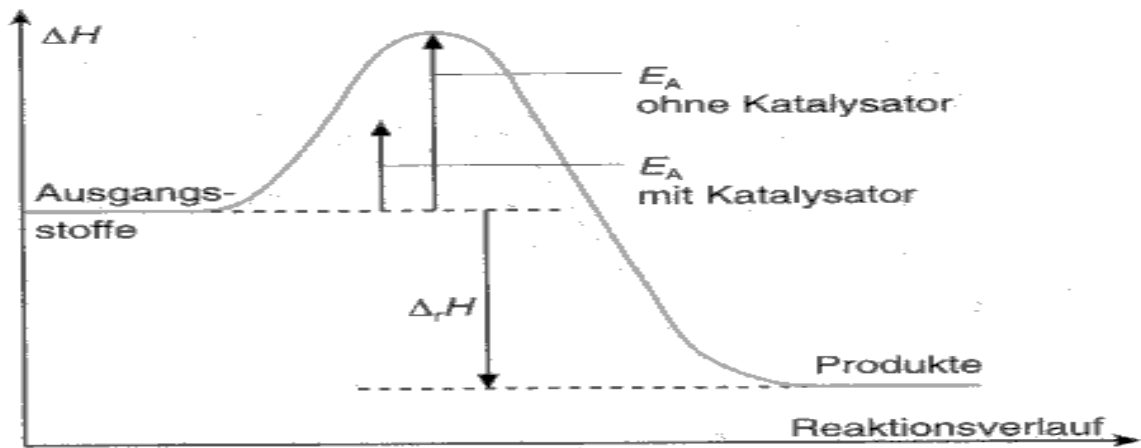


Abbildung 2: Der Einfluss eines Katalysators auf die Reaktion, ohne Katalysator ist E_a höher als mit Katalysator, es wird daher mehr Energie benötigt und die Reaktionsgeschwindigkeit ist so verringert, dass es länger dauert bis E_{min} erreicht ist.

Die Aktivierungsenergie und die Arrhenius-Gleichung

Die Arrhenius-Gleichung beschreibt den Zusammenhang, wie die Geschwindigkeitskonstante k von der Temperatur und der Aktivierungsenergie abhängt.

Die Arrhenius-Gleichung lautet:

$$k = A * e^{\frac{E_A}{RT}}$$

$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ Die Allgemeine Gaskonstante.

A entspricht nach der Stoßtheorie das Produkt der Stoßzahl Z und den Orientierungsfaktor P .

Hat man für eine Reaktion 2 Temperaturen und 2 Geschwindigkeitkonstanten kann man E_a ermitteln.

$$K = \frac{k_2}{k_1}$$

T_1 = Kleinere Temperatur in Kelvin

T_2 = höhere Temperatur in Kelvin

$$E_A = \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)^{-1} * R * \ln(K)$$

Die Reaktionsordnungen

Um die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion richtig zu berechnen ist die Reaktionsordnung zu beachten.

Die folgenden Ordnungen sind zu beachten:

0. Ordnung

$$c = c_0 - k_0 \cdot t$$

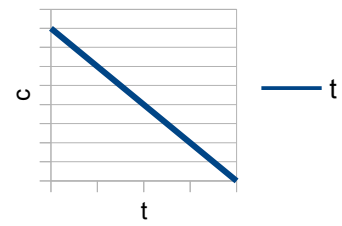
Legende:	
c	= Konzentration
c ₀	= Anfangskonzentration
k ₀	= Geschwindigkeitskonstante
t	= Zeit

Die Geschwindigkeit ist von keinem Stoff abhängig, weshalb $v = k$ ist.

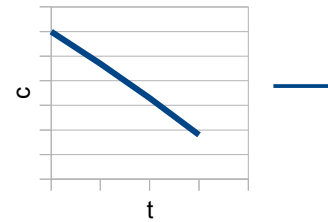
$$k_0 = \frac{c_0}{2 \cdot t_{1/2}} \quad \text{bzw.} \quad t_{1/2} = \frac{c_0(A)}{2k_0}$$

$t_{1/2}$ = Halbwertszeit

c-t-Diagramm



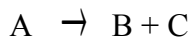
c-t-Diagramm



1. Ordnung

$$c = c_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

Legende:	
e	= Konstante



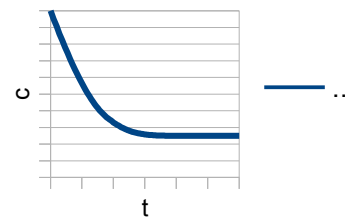
Die Geschwindigkeit ist von einem Stoff abhängig, aus dem zwei entstehen.

Integrierte Form $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \rightarrow t_1 = \frac{\ln(2)}{k_1}$ Halbwertszeit

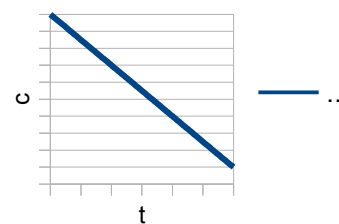
$$v = k \cdot c(A) \quad \text{Geschwindigkeitsgesetz}$$

$$\ln \frac{c_0(A)}{c(A)} = k_1 \cdot t$$

c-t-Diagramm

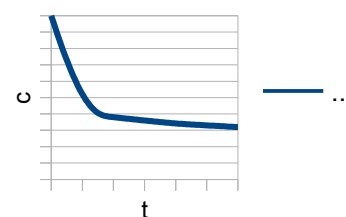


ln c-t-Diagramm

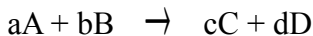


2. Ordnung

c-t-Diagramm



$$c = \frac{c_0}{c_0 k \cdot t + 1}$$



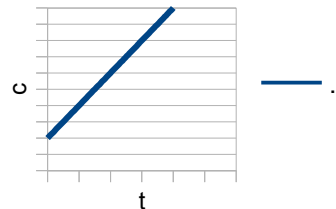
Die Geschwindigkeit ist von zwei Stoffen abhängig, aus denen zwei neue entstehen.

$$v = -k_2 \cdot c^2(A) \quad \text{oder} \quad v = -k_2 \cdot c(A) \cdot c(B)$$

Geschwindigkeitsgesetz

$$\frac{1}{c_t(A)} - \frac{1}{c_0(A)} = k_2 \cdot t \quad \text{integrierte Form, wenn } c_0(A) = c_0(B)$$

1/c-t-Diagramm



Aufgaben:

Beispielaufgabe:

Geben ist folgender Versuch bei den folgende Ergebnisse gemacht wurden:

Index	t in s	c
1	0	2,1
2	30	1,17
3	60	0,74
4	90	0,49
5	120	0,33
6	150	0,24
7	180	0,14
8	210	0,08
9	240	0,05
10	270	0,03
11	300	0

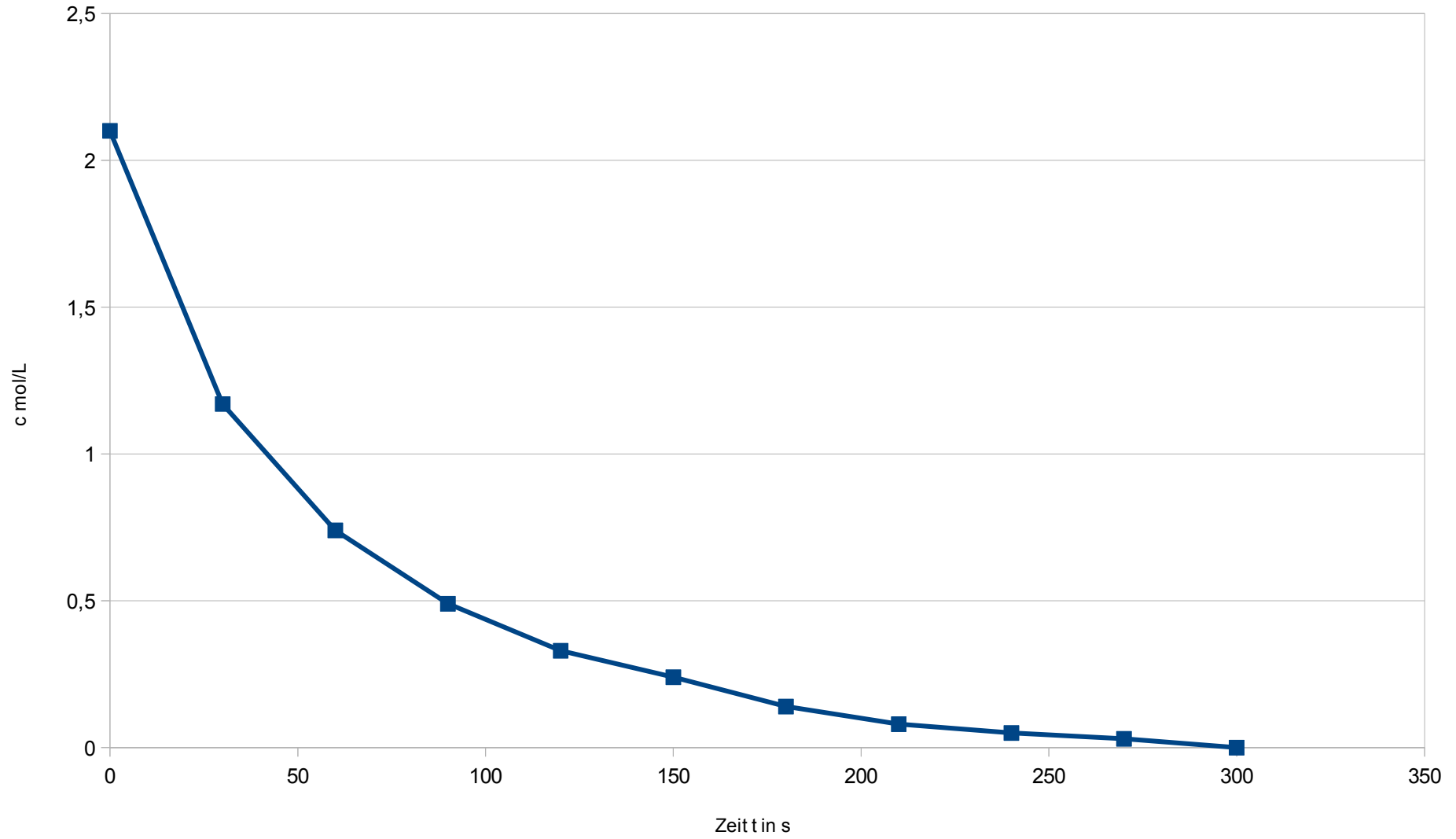
Bestimmen sie die Ordnung des Versuches und berechnen sie k für 210s.

Zu erst werden Tabelle anlegen mit allen Werten relevanten werten.

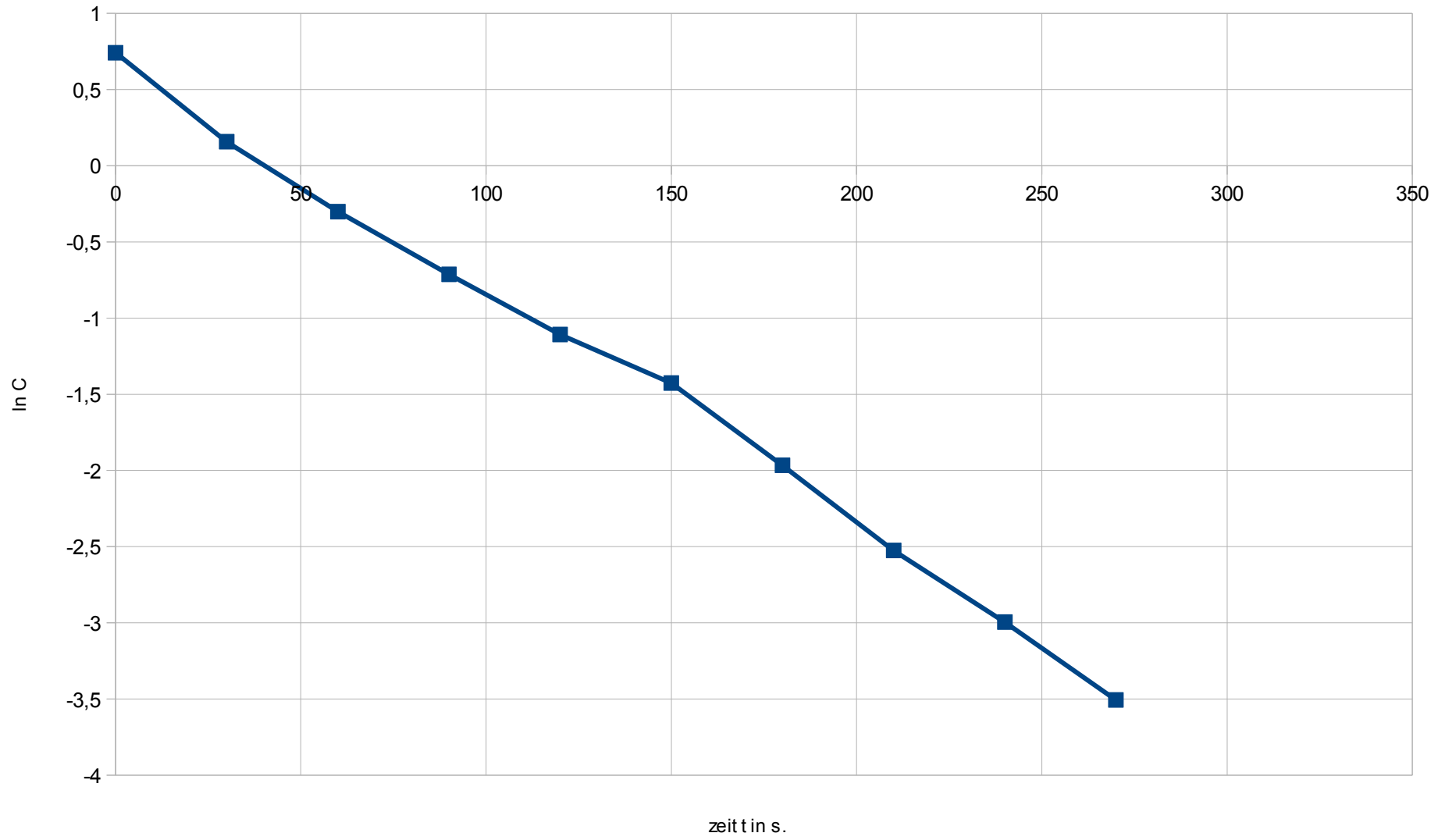
Index	t in s	c	ln c	1/C
1	0	2,1	0,7419373447	0,4761904762
2	30	1,17	0,1570037488	0,8547008547
3	60	0,74	-0,301105093	1,3513513514
4	90	0,49	-0,713349888	2,0408163265
5	120	0,33	-1,108662625	3,0303030303
6	150	0,24	-1,427116356	4,1666666667
7	180	0,14	-1,966112856	7,1428571429
8	210	0,08	-2,525728644	12,5
9	240	0,05	-2,995732274	20
10	270	0,03	-3,506557897	33,3333333333
11	300	0	Err:502	#DIV/0!

Zeichnen sie Diagramme zur Bestimmung der Reaktionsordnung.

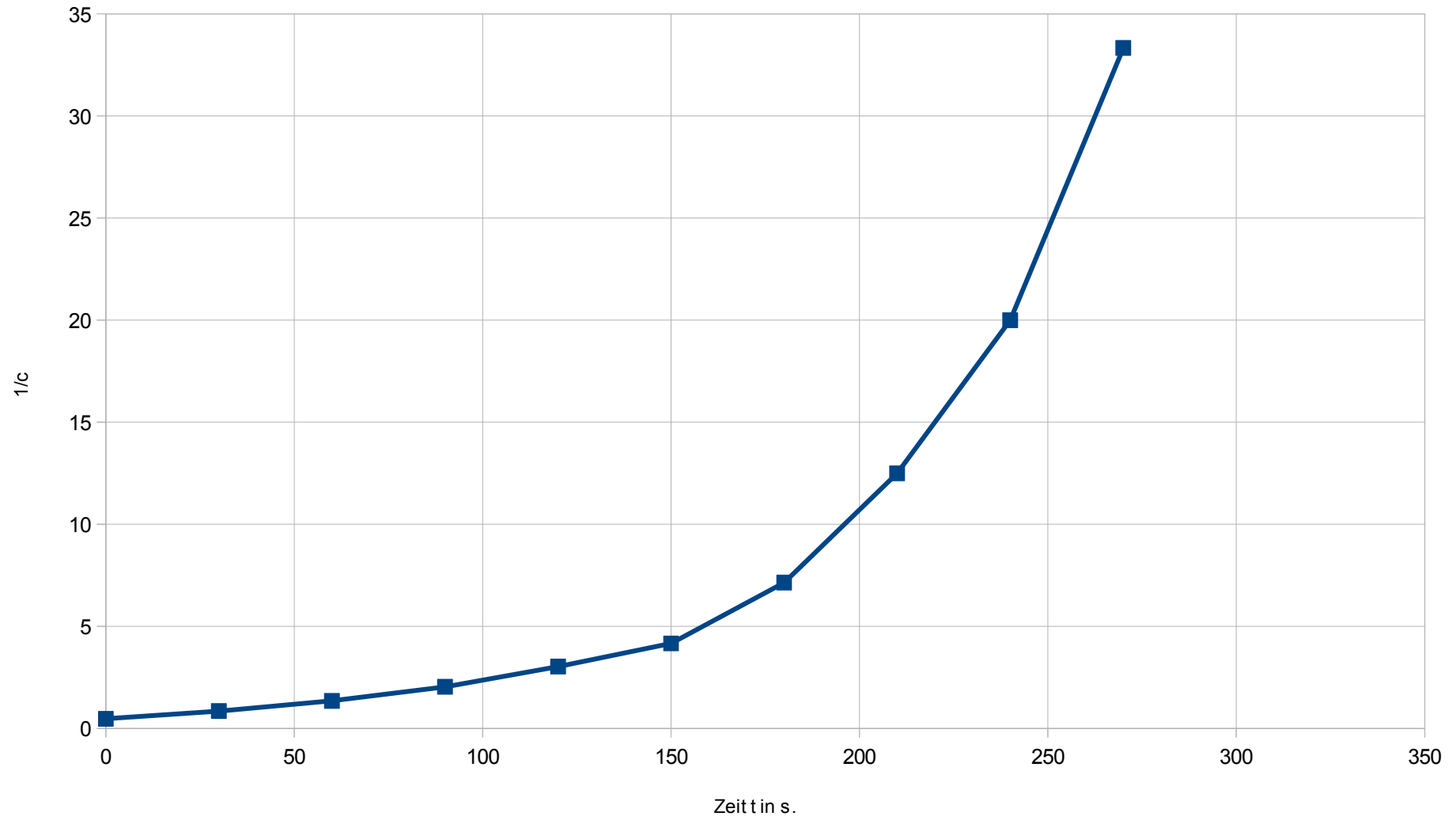
C-t-Diagramm



In C Diagramm



1/c Diagramm



Anhand der Diagramme kann man feststellen das eine Reaktion der 1. Ordnung vorliegt.

Es gilt:

$$v = k \cdot c(A) \quad \text{Geschwindigkeitsgesetz}$$

$$\ln \frac{c_0(A)}{c(A)} = k_1 \cdot t$$

Index	t in s	c	ln c	1/C
1	0	2,1	0,7419373447	0,4761904762
2	30	1,17	0,1570037488	0,8547008547
3	60	0,74	-0,301105093	1,3513513514
4	90	0,49	-0,713349888	2,0408163265
5	120	0,33	-1,108662625	3,0303030303
6	150	0,24	-1,427116356	4,1666666667
7	180	0,14	-1,966112856	7,1428571429
8	210	0,08	-2,525728644	12,5
9	240	0,05	-2,995732274	20
10	270	0,03	-3,50657897	33,333333333
11	300	0	Err:502	#DIV/0!

$$\ln \frac{c_0(A)}{c(A)} = k_1 \cdot t$$

$$\frac{\ln \frac{c_0(A)}{c(A)}}{t} = k$$

$$\frac{\ln \frac{2,1}{0,08}}{210} = k$$

$$k = 0,0156 \text{ s}^{-1}$$