

## ROHRZUCKERINVERSION RZ

---

Praktikanten: Matthias Jasch, Mirjam Eisele  
Gruppennummer: 129  
Betreuer: Andreas Dreizler

### 1. AUFGABENSTELLUNG

Ziel des Versuches ist es, mit Hilfe eines Polarimeters die säurekatalysierte Hydrolyse von Rohrzucker zu Glucose und Fructose als Reaktion pseudo-erster Ordnung zu verfolgen und zu analysieren. Durch Veränderung der Reaktionstemperatur wird die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstante untersucht und bedingt durch die Eigenschaft der Edukte und Produkte, optisch aktiv zu sein, ihr optisches Drehvermögen ermittelt und als Methode zur quantitativen Analyse kennengelernt.

### 2. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

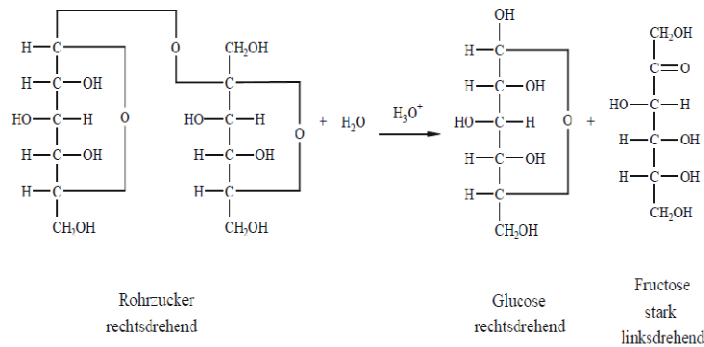
Zu Beginn wird ein 1:1 Gemisch aus einer 4 N HCl (4 ml einer 32 %igen HCl auf 6 ml H<sub>2</sub>O) und einer 15 %igen Zuckerlösung ( $\approx 1,76$  g Saccharose auf 10 ml H<sub>2</sub>O) hergestellt. 3 ml jeder Lösung werden in einem Thermostat auf die entsprechende Versuchstemperatur  $T$  gebracht und anschließend vereinigt. Dieser Zeitpunkt ist der Startpunkt der Zeitmessung ( $t = 0$  s). Mit der vereinigten Lösung wird die Küvette im Polarimeter durchgespült, um Schlierenbildung zu vermeiden und anschließend mit der Lösung blasenfrei gefüllt. Dadurch, dass die Temperatur im Wasserkreislauf durch die Küvette ebenfalls geregelt werden kann, ist eine isotherme Versuchsdurchführung möglich. Die Drehung der Schwingungsebene des polarisierten Lichtes um den Drehwinkel  $\alpha$  wird vom Polarimeter durchgehend ermittelt und angezeigt. Im Abstand von 30 Sekunden werden die  $\alpha$ -Werte notiert. Insgesamt sind drei Messreihen durchzuführen: bei 25° C, bei 30° C und bei 40° C, wobei die Versuchsdauer ungefähr bei 60, 40 und 20 Minuten liegt.

### 3. GRUNDLAGEN

#### 3. 1 FRAGEN

1. Welche Reaktion läuft ab?

Die säurekatalysierte Hydrolyse von Rohrzucker in D-(-)-Fructose und D-(+)-Glucose. Das äquimolare Gemisch von Fructose und Glucose wird Invertzucker genannt.



**Abbildung 1:** Hydrolyse des Rohrzuckers. [1]

2. Wie ist die Reaktionsgeschwindigkeit  $v$  definiert?

Bildungsgeschwindigkeit eines Produkts oder die Verbrauchsgeschwindigkeit eines Edukts (mit negativem Vorzeichen).

$$v = \nu_i^{-1} \frac{dc_i}{dt} \quad (1)$$

$c_i$  beschreibt die Konzentration des Produktes bzw. Eduktes,  $t$  ist die Reaktionszeit und  $v$  die Stoffmenge der jeweiligen Komponente  $i$ .

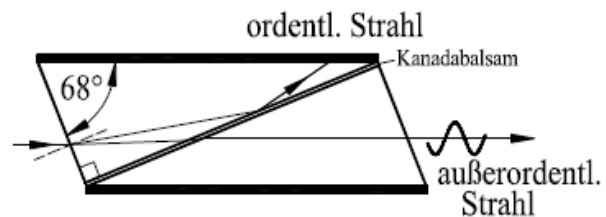
3. Wie lautet das Geschwindigkeitsgesetz?

$$-\frac{dc_R}{dt} = \frac{dc_I}{dt} = k \cdot c_R \quad (2)$$

Dabei ist  $c_R$  die Konzentration des Rohrzuckers und  $c_I$  die Konzentration des Invertzuckers sowie  $k$  die Geschwindigkeitskonstante.

4. Wie funktioniert ein Polarimeter?

Ein Polarimeter besteht aus zwei Nicol'schen Prismen. Die ihrerseits aus optisch anisotropen Kristallen bestehen, meistens Kalkspat, der aufgeschnitten und mit Kanadabalsam wieder zusammengekittet wurde. Trifft nun monochromatisches Licht auf das Prisma, wird es in zwei Strahlen aufgespalten. Der erste Strahl gehorcht dem Snelliusschen Brechungsgesetz und wird ordentlicher Strahl genannt, während der zweite Strahl dem Brechungsgesetz nicht gehorcht und außerordentlicher Strahl genannt wird. Beide Strahlen sind senkrecht zueinander polarisiert und besitzen dieselbe Intensität.



**Abbildung 2:** Funktionsweise eines Nicol'schen Prismas. [3]

Aufgrund der unterschiedlichen Brechzahlen von Kalkspat ( $n = 1,66$ ) und Kanadabalsam ( $n = 1,54$ ) wird der ordentliche Strahl beim Übergang vom optisch dichteren in das optisch dünnere Medium totalreflektiert und von der Hülle des Prismas absorbiert. Der außerordentliche Strahl dagegen, kommt als linear polarisierter Strahl aus dem Nicol'schen Prisma heraus.

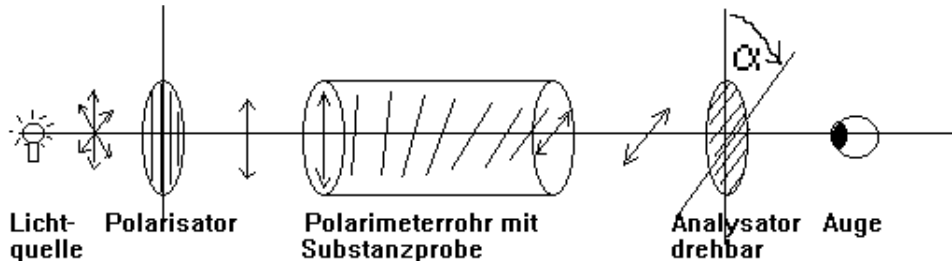


Abbildung 3: Aufbau und Funktion eines Polarimeters. [2]

In Abbildung 2 ist der Aufbau eines Polarimeters dargestellt. Nachdem das monochromatische Licht durch den Polarisator, ein Nicol'sches Prisma, der fest eingebaut ist, wie oben beschrieben linear polarisiert wurde, trifft es auf die Küvette (Polarimeterrohr), die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt ist. Handelt es sich dabei um eine optisch aktive Substanz wird die Schwingungsebene des linear polarisierten Lichtstrahls um den Winkel  $\alpha$  gedreht. Mit dem Analysator, dem zweiten Nicol'sche Prisma, das beweglich ist, kann diese Drehung beobachtet werden. Das Gesichtsfeld des Polarimeters wird schwarz, wenn die Polarisations Ebenen von Polarisator und Analysator senkrecht zueinander stehen. Bevor die optisch aktive Substanz in die Küvette gefüllt wird, wird diese Ausgangsposition eingestellt. Durch die Drehung der Schwingungsebene durch die optisch aktive Lösung, wird das Gesichtsfeld wieder hell. Der Analysator ist soweit nachzudrehen, bis das Gesichtsfeld wieder schwarz wird. Dadurch wird der Drehwinkel  $\alpha$  der gelösten Substanz bestimmt.

5. Wie ermittelt man die Geschwindigkeitskonstante  $k$ ?

Durch die Abhängigkeit des Drehwinkels von der Saccharose- bzw. Rohrzuckerkonzentration, kann die Geschwindigkeitskonstante  $k$  durch die Auftragung von  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$  über  $t$  in einem Diagramm über folgenden Zusammenhang bestimmt werden:

$$\ln(\alpha - \alpha_\infty) = \ln(\alpha_0 - \alpha_\infty) - k \cdot t \tag{3}$$

6. Wie verfolgt man die Reaktion?

Bei der Hydrolyse von Rohrzucker(=Saccharose) reagiert dieser säurekatalysiert mit Wasser zu Glucose und Fructose. Saccharose und Glucose sind beide optisch aktiven Substanzen, die die Schwingungsebene des linear polarisierten Lichtes nach rechts

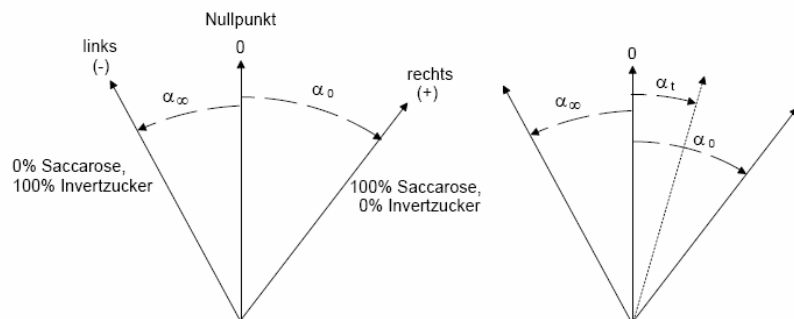


Abbildung 4: Drehwinkel im Polarimeter. [4]

drehen, während Fructose linksdrehend ist. Da der spezielle Drehwinkel für Fructose größer ist als der von Glucose dreht die ausreagierte Lösung die Schwingungsebene nach links, wodurch es auch zum Namen „Invertzucker“ kommt.

Durch die Abhängigkeit der Saccharosekonzentration vom Drehwinkel, kann die Reaktion mithilfe des Polarimeters über die Bestimmung des Drehwinkels verfolgt werden.

7. *Wie lautet die Arrheniusbeziehung für die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten?*

$$k = k_0 e^{-E_A/(RT)} \quad (4)$$

Wobei  $k_0$  die Häufigkeitskonstante darstellt,  $k$  die Geschwindigkeitskonstante,  $E_A$  die Aktivierungsenergie,  $R$  die allgemeine Gaskonstante und  $T$  die Temperatur.

8. *Wie lässt sie sich verstehen?*

Während der Reaktion ist eine Hemmschwelle zu überwinden, wofür die Aktivierungsenergie  $E_A$  aufzubringen ist.

Der Ausdruck  $\exp(-E_A/(RT))$ , der Boltzmann-Faktor, beschreibt den Bruchteil der „Reaktionsversuche“ der Edukte, bei denen diese mindestens die Aktivierungsenergie besitzen. Oder im Bild harter Kugeln gesprochen, stellt der Boltzmann-Faktor den Bruchteil aller Stöße der Kugeln dar, die zur Bildung des Produkts führen.

$k_0$  stellt die Häufungskonstante dar, die die Gesamtzahl aller Versuche (bzw. aller Kugelstöße) der Edukte pro Zeiteinheit zu den Produkten zu reagieren angibt.

9. *Welche Eigenschaften kann Licht haben? (Welche Größen muss man angeben, um es vollständig zu charakterisieren?)*

Das Licht bewegt sich als elektromagnetische Welle fort. Die Lichtwellen sind transversale Wellen, sie schwingen senkrecht zu ihrer Ausbreitungsrichtung.

Durch die Wellenlänge des Lichtes lässt es sich vollständig charakterisieren. Seine Energie  $E$  ist über folgende Gleichung von der Wellenlänge  $\lambda$  abhängig:

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (5)$$

Hierbei ist  $\nu$  die Frequenz des Lichtes und  $c \approx 300000 \text{ km/s}$  die Lichtgeschwindigkeit.

Neben dem Wellencharakter hat das Licht auch noch einen Teilchencharakter durch den die Wechselwirkungen von Licht mit der Materie beschrieben werden. Die „Lichtteilchen“ werden Photonen genannt. Je höher die Intensität des Lichtes ist, desto größer ist die Photonenmenge, die auf einen Gegenstand einwirken und in ihm gespeichert werden kann.

### 3. 2 VERWENDETE FORMELN

Zur Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante:

$$\ln(\alpha - \alpha_\infty) = \ln(\alpha_0 - \alpha_\infty) - k \cdot t \quad (6)$$

Wobei  $\alpha$  den am Analysator abgelesene Drehwinkel zur Zeit  $t$  bezeichnet,  $\alpha_0$  den Drehwinkel für  $t = 0$ , und  $\alpha_\infty$  den Drehwinkel für  $t = \infty$ , also nach vollständig abgelaufener Reaktion.

Die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten folgt der Arrheniusbeziehung:

$$k = k_0 e^{-E_A/(RT)} \quad (7)$$

$$\Leftrightarrow \ln k = -\frac{E_A}{RT} + \ln k_0 \quad (8)$$

#### 4. MESSERGEBNISSE

Messung bei 25° C:

**Tabelle 1:** Messung des Drehwinkels  $\alpha$  bei  $T = 25^\circ \text{C}$ .

Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]	Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]	Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]
30	-	1230	1,376	2430	-0,328
60	-	1260	1,295	2460	-0,320
90	-	1290	1,238	2490	-0,354
120	-	1320	1,196	2520	-0,369
150	-	1350	1,140	2550	-0,404
180	-	1380	1,085	2580	-0,425
210	-	1410	1,033	2610	-0,482
240	4,404	1440	0,962	2640	-0,497
270	4,285	1470	0,903	2670	-0,530
300	4,156	1500	0,842	2700	-0,529
330	4,051	1530	0,798	2730	-0,544
360	3,918	1560	0,753	2760	-0,545
390	3,790	1590	0,711	2790	-0,556
420	3,677	1620	0,673	2820	-0,590
450	3,609	1650	0,617	2850	-0,608
480	3,500	1680	0,566	2880	-0,634
510	3,397	1710	0,524	2910	-0,663
540	3,282	1740	0,471	2940	-0,685
570	3,177	1770	0,420	2970	-0,688
600	3,074	1800	0,377	3000	-0,686
630	2,976	1830	0,333	3030	-0,695
660	2,882	1860	0,299	3060	-0,753
690	2,785	1890	0,274	3090	-0,750
720	2,707	1920	0,229	3120	-0,782
750	2,614	1950	0,214	3150	-0,810
780	2,547	1980	0,155	3180	-0,808
810	2,439	2010	0,097	3210	-0,825
840	2,348	2040	0,083	3240	-0,843
870	2,262	2070	0,041	3270	-0,834
900	2,176	2100	0,010	3300	-0,851
930	2,070	2130	-0,043	3330	-0,844
960	2,014	2160	-0,063	3360	-0,876
990	1,931	2190	-0,065	3390	-0,889
1020	1,868	2220	-0,100	3420	-0,901
1050	1,790	2250	-0,134	3450	-0,928
1080	1,729	2280	-0,165	3480	-0,965
1110	1,654	2310	-0,209	3510	-0,982
1140	1,587	2340	-0,216		
1170	1,495	2370	-0,270		
1200	1,442	2400	-0,301		

Messung bei 30° C:

**Tabelle 2:** Messung des Drehwinkels  $\alpha$  bei  $T = 30^\circ \text{C}$ .

Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]	Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]	Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]
30	-	780	1,288	1530	-0,091
60	-	810	1,181	1560	-0,157
90	-	840	1,112	1590	-0,180
120	-	870	1,031	1620	-0,164
150	-	900	1,011	1650	-0,210
180	4,948	930	0,924	1680	-0,200
210	4,462	960	0,795	1710	-0,245
240	4,222	990	0,743	1740	-0,261
270	3,947	1020	0,693	1770	-0,289
300	3,702	1050	0,620	1800	-0,302
330	3,525	1080	0,513	1830	-0,265
360	3,284	1110	0,445	1860	-0,239
390	3,103	1140	0,401	1890	-0,260
420	2,931	1170	0,308	1920	-0,277
450	2,729	1200	0,256	1950	-0,277
480	2,606	1230	0,206	1980	-0,274
510	2,506	1260	0,188	2010	-0,286
540	2,378	1290	0,137	2040	-0,298
570	2,197	1320	0,181	2070	-0,317
600	2,035	1350	0,191	2100	-0,332
630	1,904	1380	0,102	2130	-0,353
660	1,785	1410	0,070	2160	-0,416
690	1,614	1440	0,051		
720	1,525	1470	0,030		
750	1,399	1500	-0,064		

Messung bei 40° C:

**Tabelle 3:** Messung des Drehwinkels  $\alpha$  bei  $T = 40^\circ \text{C}$ . Linke Messreihe fehlerbehaftet, rechte Messreihe vom Betreuer erhalten.

Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]	Zeit $t$ [s]	Drehwinkel $\alpha$ [°]
30	-	30	-
60	-	60	-
90	-	90	-
120	-	120	-0,348
150	-	150	-0,980
180	-	180	-1,512
210	-	210	-1,983
240	-	240	-2,368
270	-	270	-2,662
300	-	300	-2,903
330	-	330	-3,105
360	-	360	-3,262
390	-	390	-3,380
420	-	420	-3,497
450	-	450	-3,590
480	-	480	-3,707
510	-	510	-3,783
540	-	540	-3,858
570	-	570	-3,924
600	-	600	-3,969
630	-	630	-4,001
660	5,834	660	-4,013
690	5,525	690	-4,031
720	5,193	720	-4,051
750	5,338	750	-4,072
780	5,488	780	-4,102
810	5,662	810	-4,126
840	5,571	840	-4,145
870	5,885	870	-4,160
900	5,837		
930	6,052		
960	6,220		
990	6,542		
1020	6,830		
1050	7,675		
1080	17,906		
1110	34,589		
1140	50,060		
1170	57,735		
1200	60,137		
1230	61,544		

## 5. AUSWERTUNG

Nach Gleichung 6 lässt sich die Geschwindigkeitskonstante  $k$  durch Auftragung von  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$  gegen  $t$  aus der Steigung  $m$  der Ausgleichgeraden graphisch bestimmen.

Messung bei 25° C:  $\alpha_\infty = -0,982^\circ$

**Tabelle 4:**  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ -Werte für  $T = 25^\circ\text{C}$ .

Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$	Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$	Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$
30	-		1230	2,358	0,858	2430	0,654	-0,425
60	-		1260	2,277	0,823	2460	0,662	-0,412
90	-		1290	2,22	0,798	2490	0,628	-0,465
120	-		1320	2,178	0,778	2520	0,613	-0,489
150	-		1350	2,122	0,752	2550	0,578	-0,548
180	-		1380	2,067	0,726	2580	0,557	-0,585
210	-		1410	2,015	0,701	2610	0,5	-0,693
240	5,386	1,684	1440	1,944	0,665	2640	0,485	-0,724
270	5,267	1,661	1470	1,885	0,634	2670	0,452	-0,794
300	5,138	1,637	1500	1,824	0,601	2700	0,453	-0,792
330	5,033	1,616	1530	1,78	0,577	2730	0,438	-0,826
360	4,9	1,589	1560	1,735	0,551	2760	0,437	-0,828
390	4,772	1,563	1590	1,693	0,527	2790	0,426	-0,853
420	4,659	1,539	1620	1,655	0,504	2820	0,392	-0,936
450	4,591	1,524	1650	1,599	0,469	2850	0,374	-0,983
480	4,482	1,500	1680	1,548	0,437	2880	0,348	-1,056
510	4,379	1,477	1710	1,506	0,409	2910	0,319	-1,143
540	4,264	1,450	1740	1,453	0,374	2940	0,297	-1,214
570	4,159	1,425	1770	1,402	0,338	2970	0,294	-1,224
600	4,056	1,400	1800	1,359	0,307	3000	0,296	-1,217
630	3,958	1,376	1830	1,315	0,274	3030	0,287	-1,248
660	3,864	1,352	1860	1,281	0,248	3060	0,229	-1,474
690	3,767	1,326	1890	1,256	0,228	3090	0,232	-1,461
720	3,689	1,305	1920	1,211	0,191	3120	0,2	-1,609
750	3,596	1,280	1950	1,196	0,179	3150	0,172	-1,760
780	3,529	1,261	1980	1,137	0,128	3180	0,174	-1,749
810	3,421	1,230	2010	1,079	0,076	3210	0,157	-1,852
840	3,33	1,203	2040	1,065	0,063	3240	0,139	-1,973
870	3,244	1,177	2070	1,023	0,023	3270	0,148	-1,911
900	3,158	1,150	2100	0,992	-0,008	3300	0,131	-2,033
930	3,052	1,116	2130	0,939	-0,063	3330	0,138	-1,981
960	2,996	1,097	2160	0,919	-0,084	3360	0,106	-2,244
990	2,913	1,069	2190	0,917	-0,087	3390	0,093	-2,375
1020	2,85	1,047	2220	0,882	-0,126	3420	0,081	-2,513
1050	2,772	1,020	2250	0,848	-0,165	3450	0,054	-2,919
1080	2,711	0,997	2280	0,817	-0,202	3480	0,017	-4,075
1110	2,636	0,969	2310	0,773	-0,257			
1140	2,569	0,944	2340	0,766	-0,267			
1170	2,477	0,907	2370	0,712	-0,340			
1200	2,424	0,885	2400	0,681	-0,384			



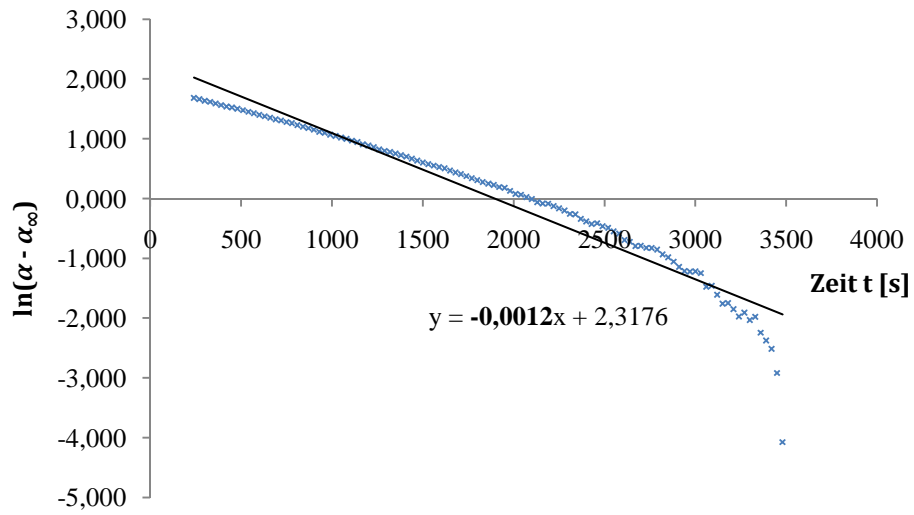


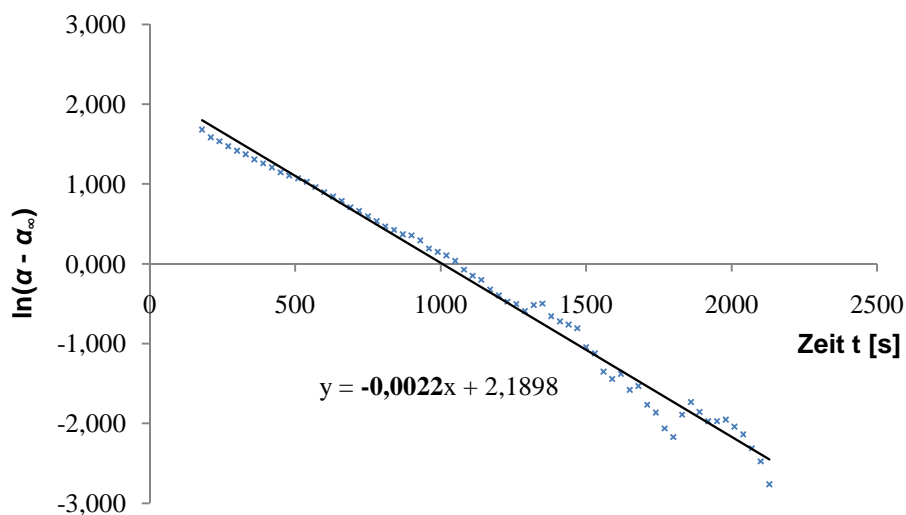
Abbildung 5:  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ - $t$ -Diagramm für  $T = 25^\circ \text{C}$ .

→ Geschwindigkeitskonstante  $k_{25} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Messung bei 30° C:

**Tabelle 5:**  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ -Werte für  $T = 30^\circ \text{C}$ .

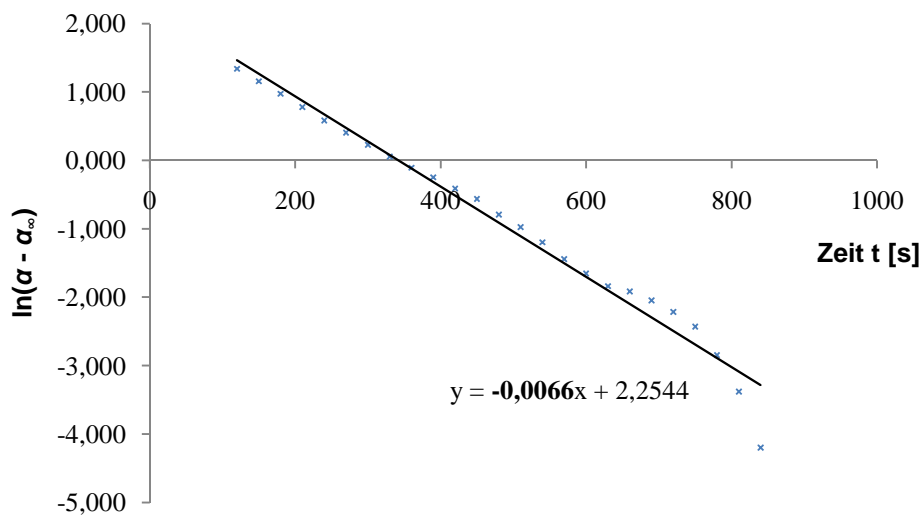
Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$	Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$	Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$
30	-		780	1,704	0,533	1530	0,325	-1,124
60	-		810	1,597	0,468	1560	0,259	-1,351
90	-		840	1,528	0,424	1590	0,236	-1,444
120	-		870	1,447	0,369	1620	0,252	-1,378
150	-		900	1,427	0,356	1650	0,206	-1,580
180	5,364	1,680	930	1,34	0,293	1680	0,216	-1,532
210	4,878	1,585	960	1,211	0,191	1710	0,171	-1,766
240	4,638	1,534	990	1,159	0,148	1740	0,155	-1,864
270	4,363	1,473	1020	1,109	0,103	1770	0,127	-2,064
300	4,118	1,415	1050	1,036	0,035	1800	0,114	-2,172
330	3,941	1,371	1080	0,929	-0,074	1830	0,151	-1,890
360	3,7	1,308	1110	0,861	-0,150	1860	0,177	-1,732
390	3,519	1,258	1140	0,817	-0,202	1890	0,156	-1,858
420	3,347	1,208	1170	0,724	-0,323	1920	0,139	-1,973
450	3,145	1,146	1200	0,672	-0,397	1950	0,139	-1,973
480	3,022	1,106	1230	0,622	-0,475	1980	0,142	-1,952
510	2,922	1,072	1260	0,604	-0,504	2010	0,13	-2,040
540	2,794	1,027	1290	0,553	-0,592	2040	0,118	-2,137
570	2,613	0,960	1320	0,597	-0,516	2070	0,099	-2,313
600	2,451	0,896	1350	0,607	-0,499	2100	0,084	-2,477
630	2,32	0,842	1380	0,518	-0,658	2130	0,063	-2,765
660	2,201	0,789	1410	0,486	-0,722			
690	2,03	0,708	1440	0,467	-0,761			
720	1,941	0,663	1470	0,446	-0,807			
750	1,815	0,596	1500	0,352	-1,044			

**Abbildung 6:**  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ - $t$ -Diagramm für  $T = 30^\circ \text{C}$ .→ Geschwindigkeitskonstante  $k_{30} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Messung bei 40° C:

**Tabelle 6:**  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ -Werte für  $T = 40^\circ \text{C}$ .

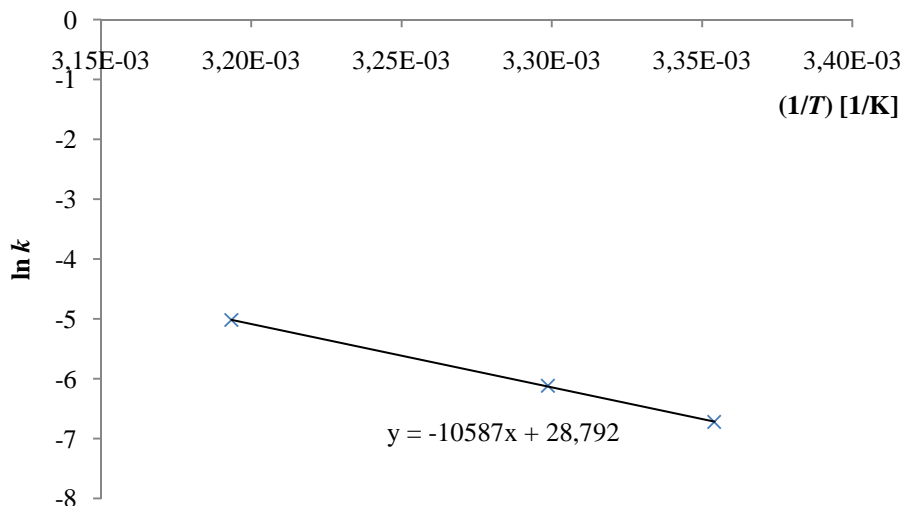
Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$	Zeit $t$ [s]	$\alpha - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha - \alpha_\infty)$
30	-	-	480	0,453	-0,792
60	-	-	510	0,377	-0,976
90	-	-	540	0,302	-1,197
120	3,812	1,338	570	0,236	-1,444
150	3,18	1,157	600	0,191	-1,655
180	2,648	0,974	630	0,159	-1,839
210	2,177	0,778	660	0,147	-1,917
240	1,792	0,583	690	0,129	-2,048
270	1,498	0,404	720	0,109	-2,216
300	1,257	0,229	750	0,088	-2,430
330	1,055	0,054	780	0,058	-2,847
360	0,898	-0,108	810	0,034	-3,381
390	0,78	-0,248	840	0,015	-4,200
420	0,663	-0,411			
450	0,57	-0,562			

**Abbildung 7:**  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ - $t$ -Diagramm für  $T = 40^\circ \text{C}$ .→ Geschwindigkeitskonstante  $k_{40} = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Durch Auftragung von  $\ln k$  gegen  $1/T$  lässt sich über die Arrhenius-Beziehung (Gl. 8) die Häufungskonstante  $k_0$  aus dem Achsenabschnitt  $\ln k_0$  und die Aktivierungsenergie  $E_A$  aus der Steigung  $m = -E_A/R$  ermitteln.

**Tabelle 7:** Geschwindigkeitskonstanten  $k_i$  bei entsprechenden Temperaturen  $T$ .

Temperatur $T$ [K]	$(1/T)$ [1/K]	$k_i$	$\ln(k_i)$
298,15	$3,3540 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	-6,725
303,15	$3,2987 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	-6,119
313,15	$3,1934 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	-5,021



**Abbildung 8:**  $\ln k$  -  $1/T$ -Diagramm.

Bestimmung der Aktivierungsenergie  $E_A$ :

$$m = -\frac{E_A}{R} \Leftrightarrow E_A = -m \cdot R$$

$$E_A = 10587 \text{ K} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 88020,318 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \approx \mathbf{88,02 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}$$

Bestimmung der Häufungskonstante  $k_0$ :

$$\text{Achsenabschnitt } \ln k_0 = 28,792 \Leftrightarrow k_0 = \exp(28,792) \approx \mathbf{3,193 \cdot 10^{12}}$$

## 6. FEHLERBETRACHTUNG

Die starken Schwankungen des Drehwinkels  $\alpha$  im  $\ln(\alpha - \alpha_\infty)$ - $T$ -Diagramm sind durch Luftblasen in der Küvette zu erklären. Das blasenfreie Einfüllen der zu untersuchenden Lösung in die Küvette hat ein Problem dargestellt, das durch das Legen der Küvette beim Einfüllen verbessert werden konnte.

Die starken Abweichungen bei der Messung des Drehwinkels  $\alpha$  bei  $40^\circ \text{ C}$  liegen vermutlich am Polarimeter selbst. Weitere Details sind allerdings nicht bekannt.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Graphische Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante  $k$  bei  $T = 25^\circ \text{C}$ ,  $30^\circ \text{C}$  und  $40^\circ \text{C}$ :

**Tabelle 8:** Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten  $k_i$ .

Temperatur $T$ [ $^\circ \text{C}$ ]	25	30	40
Geschwindigkeitskonstante $k$ [1/s]	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$

Die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstante ist hier deutlich zu erkennen. Bei höherer Temperatur läuft die säurekatalysierte Hydrolyse von Rohrzucker schneller ab, das heißt die Reaktionsgeschwindigkeit ist bei höheren Temperaturen höher.

Graphische Bestimmung des Häufigkeitsfaktors  $k_0$  und der Aktivierungsenergie  $E_A$  aus dem  $\ln k - 1/T$ -Diagramm:

**Aktivierungsenergie  $E_A \approx 88,02 \text{ kJ/mol}$**

**Häufigkeitsfaktor  $k_0 \approx 3,193 \cdot 10^{12}$**

## 8. LITERATUR

- [1] *Dr. Dieter Leicht et al.*, Praktikumsskript, Rohrzuckerinversion RZ, Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart, SS 09
- [2] <http://www.tgs-chemie.de/chiralitaet.htm>  
(letzter Zugriff: 29.08.09 um 19:48 Uhr)
- [3] [http://www.physik.uni-rostock.de/praktikum/ITTI%2007/Tech07\\_Polarimeter\\_13\\_6.pdf](http://www.physik.uni-rostock.de/praktikum/ITTI%2007/Tech07_Polarimeter_13_6.pdf)  
(letzter Zugriff: 29.08.09 um 19:49 Uhr)
- [4] <http://davisson.nat.uni-magdeburg.de/praktpc/rohrzuckerinversion.pdf>  
(letzter Zugriff: 29.08.09 um 19:50 Uhr)