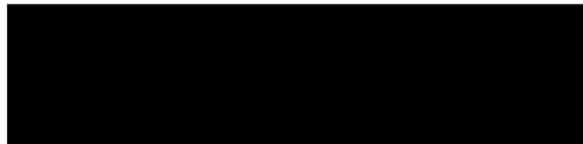


Praktikum Physikalische Chemie II

Versuch K 5.2

Thema: Rohrzuckerinversion

Praktikanten:
Matrikelnummer:
Gruppennummer:



Betreuer:



Inhaltsverzeichnis

1 Zielstellung	4
2 Theorie	4
2.1 Geschwindigkeits- und Katalysekonstante	4
2.2 Polarimetrie und Drehwinkel	7
3 Geräte und Chemikalien	8
4 Durchführung	8
5 Messungen und Auswertung	10
5.1 Titerbestimmung der Maßlösung	10
5.2 Titration der unbekanntem Salzsäurelösungen	10
5.3 Polarimetrie und Katalysekonstante	11
6 Fehlerbetrachtung	13
6.1 Abweichung der Katalysekonstanten	13
6.2 Diskussion möglicher Fehler	13
Literatur	14
Erklärung zur selbstständigen Arbeit	15

Abbildungsverzeichnis

1	Rohrzuckerinversion	4
2	Auftragung von $\ln\left(\frac{\alpha_o-\alpha_\infty}{\alpha_t-\alpha_\infty}\right)$ gegen t für Probe A	12
3	Auftragung von $\ln\left(\frac{\alpha_o-\alpha_\infty}{\alpha_t-\alpha_\infty}\right)$ gegen t für Probe B	12

Tabellenverzeichnis

1	Chemikalien und Geräte	8
2	Messwerte der Titration von 1 M HCl	10
3	Messwerte der Titration der unbekanntes Salzsäurelösungen	10
4	Ermittelte Messwerte der Drehwinkel während der Reaktion	11

1 Zielstellung

Das Ziel des Versuches ist es mittels Polarimetrie die Geschwindigkeitskonstante von der protonenkatalysierten Hydrolyse von Saccharose zu ermitteln. Dabei soll durch die Verwendung zweier unterschiedlicher Katalysatorkonzentrationen der Katalysator-Einfluss auf die Reaktionskinetik der Rohrzuckerinversion untersucht werden.

2 Theorie

2.1 Geschwindigkeits- und Katalysekonstante

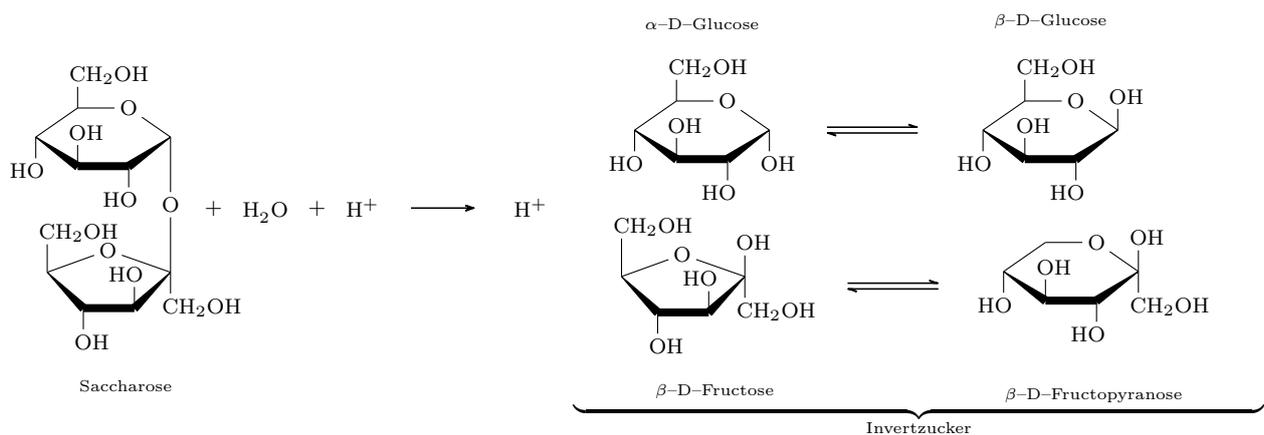


Abbildung 1: Ablaufende Reaktion (Rohrzuckerinversion) während des Versuches.¹

Wie in der obigen Darstellung ersichtlich ist, reagiert das Disaccharid Saccharose, welches aus $\alpha\text{-D-Glucose}$ in Pyranoseform und aus $\beta\text{-D-Fructose}$ in Furanoseform besteht, mittels Wasser und den Protonen-Katalysator zu Invertzucker, welcher aus den Anomeren $\alpha\text{-D-Glucose}$, $\beta\text{-D-Glucose}$, aus den $\beta\text{-D-Fructose}$ und aus $\beta\text{-D-Fructopyranose}$ besteht. Bei der Reaktion bleibt natürlich der Protonen-Katalysator unverbraucht. Aus der obigen Abbildung lässt sich schließen, dass es sich bei der Reaktion um eine Reaktion dritter Ordnung handelt. Unter Reaktionsgeschwindigkeit versteht man die Änderung der Stoffmenge bzw. der Konzentration in Abhängigkeit zur Zeit: $v = \frac{dn}{dt}$ bzw. $v = \frac{dc}{dt}$, bei Substanzen, welche während der Reaktion verschwinden wird nach dem "=" ein "-" geschrieben, bei Substanzen, die entstehen, kommt nach dem "=" ein "+"².

Unter dem Zeitgesetz einer Reaktion handelt es sich folgende Darstellung:

$$v = k(T) \cdot a_1^{(n_1)} \cdot a_i^{(n_i)}. \quad (1)$$

$k(T)$ ist dabei die von der Temperatur abhängige Geschwindigkeitskonstante, a steht für die Substanzen und die Summe von n steht für die Ordnung der Reaktion.³

Die Reaktion nullter Ordnung ist definiert als:

$$\frac{dc}{dt} = -k_0, \quad (2)$$

¹Vgl. Tietze, *Rohrzuckerinversion - Versuchsanleitung*, S. 1

²Vgl. ChemgaPedia, *Reaktionsgeschwindigkeit*

³Vgl. ChemgaPedia, *Einführung in die Kinetik*

die Reaktion erster Ordnung als:

$$\frac{dc}{dt} = -k_1 \cdot c \quad (3)$$

und die Reaktion zweiter Ordnung für zwei identische Moleküle als:

$$\frac{dc}{dt} = -k_2 \cdot c^2, \quad (4)$$

bzw. für zwei unterschiedliche Moleküle:

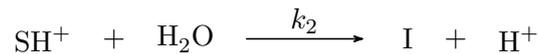
$$\frac{dc}{dt} = -k_2 \cdot c \cdot g. \quad (5)$$

Dabei bezeichnet g die eine freie Gewebestelle.⁴

Wenn die obige Reaktion abstrakter aufgeschrieben wird, kann man schlussfolgern, dass es sich bei der Reaktion wohl doch eher um eine Reaktion zweiter Ordnung handelt:



läuft relativ schnell ab,
Gleichgewicht auf der Produktseite



läuft relativ langsam ab
⇒ geschwindigkeitsbestimmender Schritt

Bei genauerer Betrachtung des Bildungsgeschwindigkeitsgesetz des Invertzuckers ergibt sich:

$$\frac{d[I]}{dt} = \frac{d[G]}{dt} = \frac{d[F]}{dt} = k_2 \cdot [SH^+] \cdot [H_2O].$$

Da Wasser im Überschuss bei der Reaktion vorliegt, kann es als Konstante verstanden und somit weggelassen werden:

$$\frac{d[I]}{dt} = k'_2 \cdot [SH^+].$$

Daraus wird deutlich, dass es sich doch um eine Reaktion pseudoerster Ordnung handelt. Da wie bereits erwähnt die vorgelagerte Gleichgewichtsreaktion ihr Gleichgewicht mehr auf der rechten Seite hat und da in der Folgereaktion sich auf der Eduktseite SH^+ findet, wird es ebenfalls als konstant gesehen. Für das Massenwirkungsgesetz der vorgelagerten Gleichgewichtsreaktion lässt sich schreiben:

$$\begin{aligned} K &= \frac{[SH^+] \cdot [H_2O]}{[S] \cdot [H^+] \cdot [H_2O]} \\ &= \frac{[SH^+]}{[S] \cdot [H^+]} \\ \Leftrightarrow [SH^+] &= K \cdot [S] \cdot [H^+]. \end{aligned}$$

Es folgt weiter:

$$\begin{aligned} \frac{d[I]}{dt} &= k'_2 \cdot K \cdot [S] \cdot [H^+] \\ &= k''_2 \cdot [S] \cdot [H^+]. \end{aligned}$$

⁴Vgl. ChemgaPedia, *Einführung in die kinetischen Verfahren in der Pharmazie*

Die Protonen wirken in dieser Reaktion als Katalysator und daher wird ihre Konzentration als konstant gesehen:

$$\begin{aligned}\frac{d[I]}{dt} &= k_2'' \cdot [S] \cdot [H^+] \\ &= k_2'' \cdot [S] \\ &= k \cdot [S]\end{aligned}$$

Die Konzentration des Zwischenproduktes ist sehr gering und da das Geschwindigkeitsgesetz der Bildung des Invertzucker dem Geschwindigkeitsgesetz des Zerfalls von Saccharose entspricht, lässt sich schreiben:

$$\begin{aligned}\frac{d[I]}{dt} &= -\frac{d[S]}{dt} \\ \Leftrightarrow -\frac{d[S]}{dt} &= k \cdot [S] \\ \Leftrightarrow \frac{d[S]}{[S]} &= -k \cdot dt \\ \Leftrightarrow \int_{[S_0]}^{[S_t]} \frac{d[S]}{[S]} &= -k \int_0^t dt \\ \Leftrightarrow \ln \left(\frac{[S_0]}{[S_t]} \right) &= k \cdot t\end{aligned}\tag{6}$$

Nach Auftragung von der logarithmischen Beziehung $[S_0]$ und $[S_t]$ in Abhängigkeit von t , wird die Geschwindigkeitskonstante k herausbekommen, diese ist direkt abhängig von der Protonenkonzentration. Die Katalysekonstante ist demnach für die pseudoerste Ordnung der betrachteten Reaktion:

$$k_{\text{kat}} = \frac{k}{[H^+]} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}\tag{7}$$

2.2 Polarimetrie und Drehwinkel

Die Polarimetrie wird in diesem Versuch dafür verwendet das Reaktionsgemisch direkt zu untersuchen. Sie nutzt dabei aus, dass chirale Substanzen die Polarisationssebene des linear polarisierten Licht drehen. Der dabei erhaltene Winkel α beschreibt den Winkel des polarisierten Lichtes und ist abhängig von der Temperatur und der Wellenlänge des einstrahlenden Lichtes:

$$\alpha = [\alpha_{T,\lambda}] \cdot c \cdot l. \quad (8)$$

Dabei bezeichnet c die Konzentration der Probe und l die Länge der Küvette.

$$\begin{aligned} [\text{I}_\infty] &= [\text{S}_0] \\ [\text{I}_t] &= \text{S}_0 - \text{S}_t \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= [\alpha]_S \cdot [\text{S}_0] \cdot l \\ \iff [\alpha]_S &= \frac{\alpha_0}{l \cdot [\text{S}_0]} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \alpha_\infty &= [\alpha]_I \cdot [\text{I}_\infty] \cdot l \\ \iff [\alpha]_I &= \frac{\alpha_\infty}{[\text{I}_\infty] \cdot l} \\ &= \frac{\alpha_\infty}{[\text{S}_0] \cdot l} \end{aligned} \quad (11)$$

Für den Gesamtdrehwinkel einer Lösung gilt:

$$\begin{aligned} \alpha &= l \cdot \sum_{i=1}^n [\alpha_i]_{T,\lambda} \cdot c_i \\ \iff \alpha_t &= l \cdot ([\alpha]_S \cdot [\text{S}_t] + [\alpha]_I \cdot [\text{I}_t]) \\ \stackrel{(9),(10),(11)}{\iff} \alpha_t &= l \cdot \left(\frac{\alpha_0}{l \cdot [\text{S}_0]} \cdot [\text{S}_t] + \frac{\alpha_\infty}{[\text{S}_0] \cdot l} \cdot (\text{S}_0 - \text{S}_t) \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S}_0 \cdot (\alpha_t - \alpha_\infty) &= \text{S}_t \cdot (\alpha_0 - \alpha_\infty) \\ \iff \frac{\text{S}_0}{\text{S}_t} &= \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \\ \stackrel{(6)}{\iff} \ln \left(\frac{\text{S}_0}{\text{S}_t} \right) &= \ln \left(\frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \right) = k \cdot t. \end{aligned} \quad (12)$$

Bei der Auswertung des Versuches gibt es zwei Darstellungsweisen. Für dieses Beispiel wird die Darstellungsweise $\ln \left(\frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \right)$ gegen t gewählt. Der Graph steigt dabei linear. Idealerweise ist der Beginn des Graphen im Nullpunkt des Koordinatensystems. Bei dem durchgeführten Studenten-Versuch wird eine Abweichung deutlich, indem der Graph auf der Ordinatenachse statt im Nullpunkt anfängt zu steigen. Die andere Darstellungsweise ist $\ln(\alpha_t - \alpha_\infty)$ gegen t . Dabei sinkt der Graph linear. Der Vorteil dieser Darstellungsweise ist, dass sie unabhängig von der unzuverlässig zu bestimmenden Größe α_0 ist.

3 Geräte und Chemikalien

Tabelle 1: Liste der genutzten Chemikalien und Geräte.

Geräte	Chemikalien
– Messpipette (2× 10 mL, 3× 25 mL)	– 1 M NaOH-Lösung
– Erlenmeyerkolben	– 1 M HCl-Lösung
– Bechergläser	– Methyorange-Indikator-Lösung
– Rundkolben	– Saccharose-Lösung (20 %)
– Küvette (3×)	– destilliertes Wasser
– Bürette	– HCl-Lösung unbekannter Konzentration (2×)
– Küvetten- und Bürettentrichter	
– Peleusball	
– Pasteurpipette	
– Wasserbad	
– Thermostat	
– Polarimeter	
– Schifferlenmeyerkolben (4×)	
– Thermometer	

4 Durchführung

- ① Titerbestimmung
 - 10 mL 1 M HCl-Lösung und 5 Tropfen Methylorange-Indikator in Erlenmeyerkolben vorlegen
 - 1 M NaOH-Lösung in Bürette geben
 - NaOH-Lösung bis zur orange Färbung der HCl-Lösung (= Umschlagspunkt) geben und Volumen notieren (insgesamt 3 mal durchführen)
 - Mittels Titration Konzentration der unbekanntenen HCl-Lösungen bestimmen
- ② Polarimetrische Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante der protonenkatalysierten Saccharose-Hydrolyse
 - destilliertes Wasser in Küvette blasenfrei geben und mit Polarimeter Nullpunkt bestimmen
 - Für die Küvettenlösung: blasenfreie Befüllung je 25 mL HCl-Lösung 20 min im Schifferlenmeyerkolben im Wasserbad bei 30 °C temperieren → 100 mL Saccharose-Lösung 20 min im Erlenmeyerkolben im Wasserbad bei 30 °C temperieren → anschließend: zu jeder Säure 25 mL Saccharose-Lösung geben → Mischung gut durchmischen → Mischung blasenfrei in Küvette geben (Küvette etwas überfüllen) → sofort α_0 messen (60 min lang alle 10 min, zwischen 80 und 140 min alle 20 min Drehwinkel bestimmen)

- Für die Bestimmung von α_{∞} : in Rundkolben 25 mL Saccharose-Lösung und 25 mL 1 m HCl-Lösung 30 min bei 70 °C in Thermostat, dann im Wasserbad weiter bei 30 °C temperieren und Drehwinkel bestimmen

5 Messungen und Auswertung

5.1 Titerbestimmung der Maßlösung

Tabelle 2: Messwerte der Titration von 1 M HCl.

Titration	V_{NaOH} [mL]
1	10,2
2	10,2
3	9,7

Aus den Messwerten ergibt sich für das durchschnittlich verbrauchte Volumen an Maßlösung:

$$\begin{aligned}\bar{V} &= \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 V_i \text{ mL} \\ &= \frac{1}{3} (10,2 + 10,2 + 9,7) \text{ mL} \\ &= \underline{\underline{10,0\bar{3} \text{ mL}}}.\end{aligned}$$

Aus diesem Volumen kann nun der Titer der Maßlösung bestimmt werden:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{\bar{V} \cdot c_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HCl}}} \\ &= \frac{10,0\bar{3} \cdot 10^{-3} \cancel{\text{L}} \cdot 1 \text{ mol L}^{-1}}{10 \cdot 10^{-3} \cancel{\text{L}}} \\ &= \underline{\underline{1,00\bar{3} \text{ mol L}^{-1}}}.\end{aligned}$$

5.2 Titration der unbekanntenen Salzsäurelösungen

Tabelle 3: Messwerte der Titration der unbekanntenen Salzsäurelösungen.

Titration	$V_{\text{NaOH(A)}}$ [mL]	$V_{\text{NaOH(B)}}$ [mL]
1	6,0	9,50
2	6,0	9,50
3	6,0	9,50
\bar{V} [mL]	6,0	9,6 $\bar{3}$

Aus den erhobenen Werten können nun die Konzentrationen der einzelnen Salzsäurelösungen bestimmt werden:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{HCl}(A)} &= \frac{\bar{V}_{(A)} \cdot \tau}{V_{\text{HCl}(A)}} \\
 &= \frac{6,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 1,00\bar{3} \text{ mol L}^{-1}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ L}} \\
 &= \underline{\underline{0,602 \text{ mol L}^{-1}}}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c_{\text{HCl}(B)} &= \frac{\bar{V}_{(B)} \cdot \tau}{V_{\text{HCl}(A)}} \\
 &= \frac{9,6\bar{3} \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 1,00\bar{3} \text{ mol L}^{-1}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ L}} \\
 &\approx \underline{\underline{0,967 \text{ mol L}^{-1}}}.
 \end{aligned}$$

5.3 Polarimetrie und Katalysekonstante

Tabelle 4: Ermittelte Messwerte der Drehwinkel während der Reaktion.

Probe A $\alpha_o = 13,05$			Probe B $\alpha_o = 12,95$		
		$\alpha_\infty = -3,90$			
t [min]	α_t	$\ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)$	t [min]	α_t	$\ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)$
10	11,10	0,12222	10	10,90	0,12972
20	10,95	0,13227	20	9,91	0,19896
30	9,99	0,19910	30	8,99	0,26790
40	8,50	0,31257	40	5,99	0,53283
50	7,25	0,41883	50	4,50	0,69612
60	6,50	0,48846	60	3,50	0,82287
80	5,00	0,64422	80	1,10	1,21491
100	3,80	0,78905	100	0,10	1,43806
120	2,10	1,03851	120	-0,10	1,48935
140	1,50	1,14387	140	-0,21	1,51872

Aus den erhobenen Werten ergeben sich folgende Auftragungen:

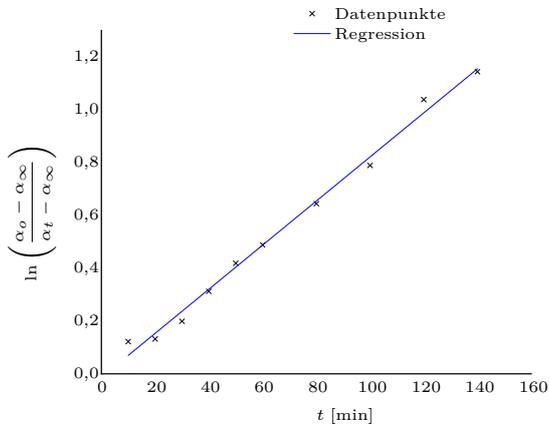


Abbildung 2: Auftragung von $\ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)$ gegen t für Probe A.

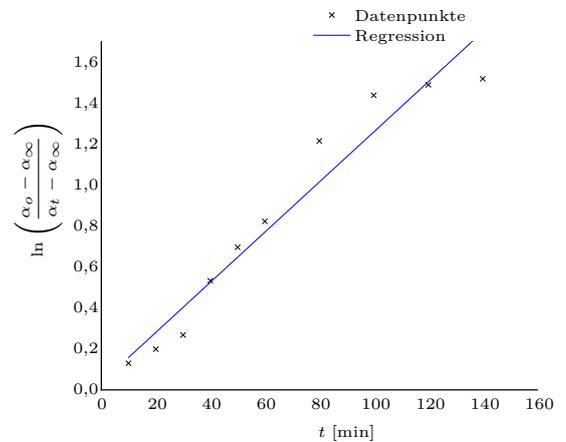


Abbildung 3: Auftragung von $\ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)$ gegen t für Probe B.

Nun können aus diesen Grafiken die Regressionsvorschriften und damit die Geschwindigkeitskonstanten abgelesen werden. Für Probe A ergibt sich also:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)(t) &= 0,00835 \cdot t - 0,01372 \\ \implies k_{(A)} &= 0,00835 \text{ s}^{-1}. \end{aligned}$$

Für Probe B ergibt sich aus der Regression:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right)(t) &= 0,01223 \cdot t + 0,03575 \\ \implies k_{(B)} &= 0,01223 \text{ s}^{-1}. \end{aligned}$$

Ferner können nun aus den Geschwindigkeitskonstanten durch Nutzung von (7) die Katalysekonstanten der Proben ermittelt werden:

$$\begin{aligned} k_{\text{kat}(A)} &= \frac{k_{(A)}}{c_{\text{HCl}(A)}} \\ &= \frac{0,00835 \text{ s}^{-1}}{0,602 \text{ mol L}^{-1}} \\ &\approx \underline{\underline{0,014 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}}}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_{\text{kat}(B)} &= \frac{k_{(B)}}{c_{\text{HCl}(B)}} \\ &= \frac{0,01223 \text{ s}^{-1}}{0,967 \text{ mol L}^{-1}} \\ &\approx \underline{\underline{0,013 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}}}. \end{aligned}$$

6 Fehlerbetrachtung

6.1 Abweichung der Katalysekonstanten

Es wird die prozentuale Abweichung der Katalysekonstante $k_{\text{kat}(B)}$ von $k_{\text{kat}(A)}$ betrachtet:

$$\left| \frac{0,013 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1} - 0,014 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}}{0,014 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}} \right| \cdot 100 \% = \underline{\underline{7,14 \%}}$$

6.2 Diskussion möglicher Fehler

Auffallend war, dass sich die dunkle Farbe der sichtbaren Fläche im Polarimeter immer wieder verändert hat, was zur Folge haben kann, dass die abgelesenen Werte in Korrelation zueinander Abweichungen zeigen. Außerdem ist die Skala des Polarimeters relativ grob eingeteilt, was ein Ablesen auf zwei Dezimalstellen nur schwer möglich macht. Daher musste die zweite Nachkommastelle jeder Zeit abgeschätzt werden, konnte aber nicht genau bestimmt werden.

Ebenso können Fehler durch die Temperierung auftreten. So mussten die Küvetten beispielsweise aus dem Wasserbad entfernt werden, um die Drehwinkel zu messen. In dieser Zeit konnten die Lösungen aber, wenn auch nur minimal, abkühlen, was durchaus die stark temperaturabhängigen Gleichgewichtskonstanten beeinflussen konnte.

Außerdem konnte das Wasserbad nur ungleichmäßig durchmischt werden, was zur Folge hatte, dass die Temperatur direkt neben dem Heizelement mit 35°C höher war als am entfernten Rand des Beckens mit $33,2^\circ\text{C}$. Das hatte zur Folge, dass die Küvette mit Probe *A*, welche weiter von Heizelement entfernt war als die andere weniger temperiert wurde und somit auch anderes Verhalten bezüglich der Gleichgewichtskonstante zeigte.

Fehler können auch bei der Titration unterlaufen sein. Bei dieser wurde der Äquivalenzpunkt allein durch die Beobachtung eines Farbumschlages bestimmt, was durch die Subjektivität der Farbwahrnehmung bereits von Grund auf fehlerbehaftet ist. Es ist also davon auszugehen, dass geringfügige Fehler beim Bestimmen des Titers aufgetreten sind, welche sich wiederum auf die Bestimmung der Katalysekonstante auswirkten. Allerdings ist dieser Fehler eher gering einzuordnen, da er während der Berechnungen minimal bleibt und keine große Tragkraft hat.

Durch eine Ungenauigkeit der Regressionsgeraden könnte ebenso ein Fehler entstehen, was aber in diesem Versuch nahezu ausgeschlossen werden kann, da die Werte von R^2 bei 0,99282 (Probe *A*) bzw. 0,94299 (Probe *B*) liegen.

Aus diesen Werten für R^2 kann aber dennoch gefolgert werden, dass die Katalysekonstante der Probe *A* näher an der tatsächlichen liegt, da das Bestimmtheitsmaß dieser Regression deutlich höher ausfällt, als das der Probe *B*.

Literatur

- ChemgaPedia, *Einführung in die Kinetik*, URL: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/13/vlu/kinetik/grundlagen/kinetik_einfuehrung.vlu.html (besucht am 09.11.2018)
- *Einführung in die kinetischen Verfahren in der Pharmazie*, URL: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/13/vlu/kinetik/pharmakokinetik/kinetische_verf_einf.vlu/Page/vsc/de/ch/13/pc/kinetik/pharmakokinetik/kinetische_verfahren/reaktionsordnung.vscml.html (besucht am 09.11.2018)
- *Reaktionsgeschwindigkeit*, URL: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/13/vlu/kinetik/grundlagen/reaktionsgeschwindigkeit.vlu/Page/vsc/de/ch/13/pc/kinetik/grundlagen/rg_def.vscml.html (besucht am 09.11.2018)
- Tietze, Remo, *Rohrzuckerinversion - Versuchsanleitung*, 2017, URL: <http://theory.chm.tu-dresden.de/PC/teach/practical/Modul-PCI/K5-2.pdf> (besucht am 15.11.2018)
- TU Dresden Philosophische Fakultät, *Selbstständigkeitserklärung für schriftliche Arbeiten*, URL: <https://tu-dresden.de/gsw/phil/ressourcen/dateien/fak/pa/form/Selbstndigkeitserklärung.pdf?lang=de> (besucht am 29.09.2018)

Erklärung zur selbstständigen Arbeit

Wir versichern, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben. Wir reichen sie erstmals als Prüfungsleistung ein. Uns ist bekannt, dass ein Betrugsversuch mit der Note "nicht ausreichend" (5,0) geahndet wird und im Wiederholungsfall zum Ausschluss von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen führen kann.⁵

Dresden, 16. November 2018

.....

████████████████████

.....

████████████████████

⁵TU Dresden Philosophische Fakultät, *Selbstständigkeitserklärung für schriftliche Arbeiten*

– Anhang –

→ Titrationvolumina an NaOH (1 mol/l) zur Titelerstimmung:
(Vorlage: 10 ml 1M HCl + 5 Tr. Indikatorlösung)

Titration	V_{NaOH} in ml
1	10,2
2	10,2
3	9,7

$$V_0 = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \underline{\underline{10,03 \text{ ml}}}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{V_0(\text{NaOH}) \cdot c(\text{HCl})}{V(\text{HCl})} = \underline{\underline{1,003 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}}$$

$$\gamma = \frac{c(\text{st})}{c(\text{soln})} = \underline{\underline{1,003 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}}$$

→ Titrationvolumina an NaOH (1M) zur Bestimmung der HCl-Lösung: (Vorlage: 10 ml HCl + 5 Tr. Indikatorlösung)

Lösung:	k 5.2 a 1 (HCl)	k 5.2 a 2 (HCl)
Titration	V_{NaOH} in ml	V_{NaOH} in ml
1	6	9,5
2	6	9,5
3	6	9,9
V_0 in ml	6	9,63

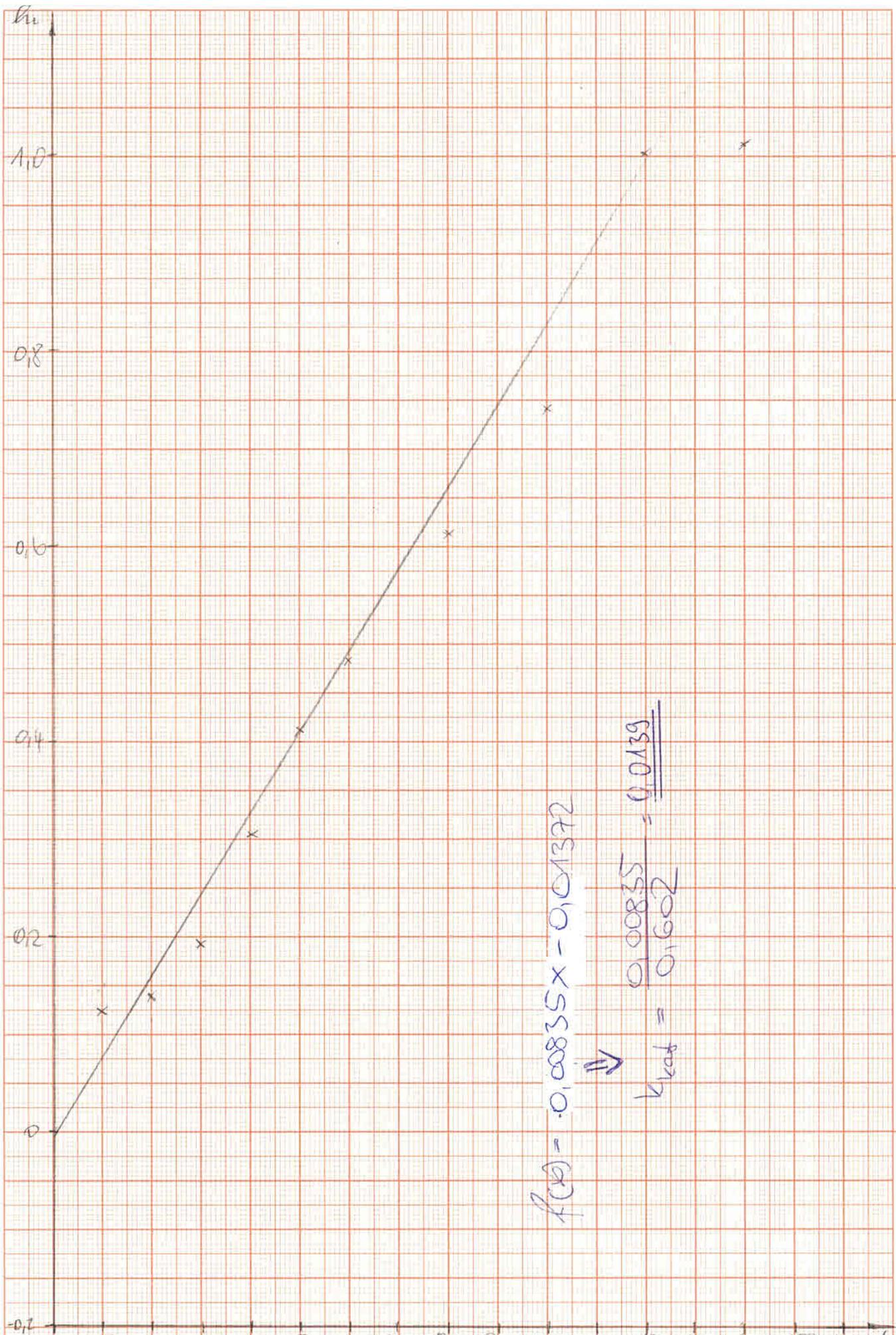
$$\hookrightarrow \text{für Lösung k 5.2 a 1: } c(\text{HCl}) = \frac{V_0(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) \cdot \gamma}{V(\text{HCl})} = \underline{\underline{0,60 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}}$$

$$\hookrightarrow \text{für Lösung k 5.2 a 2: } c(\text{HCl}) = \frac{V_0(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) \cdot \gamma}{V(\text{HCl})} = \underline{\underline{0,96 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}}$$

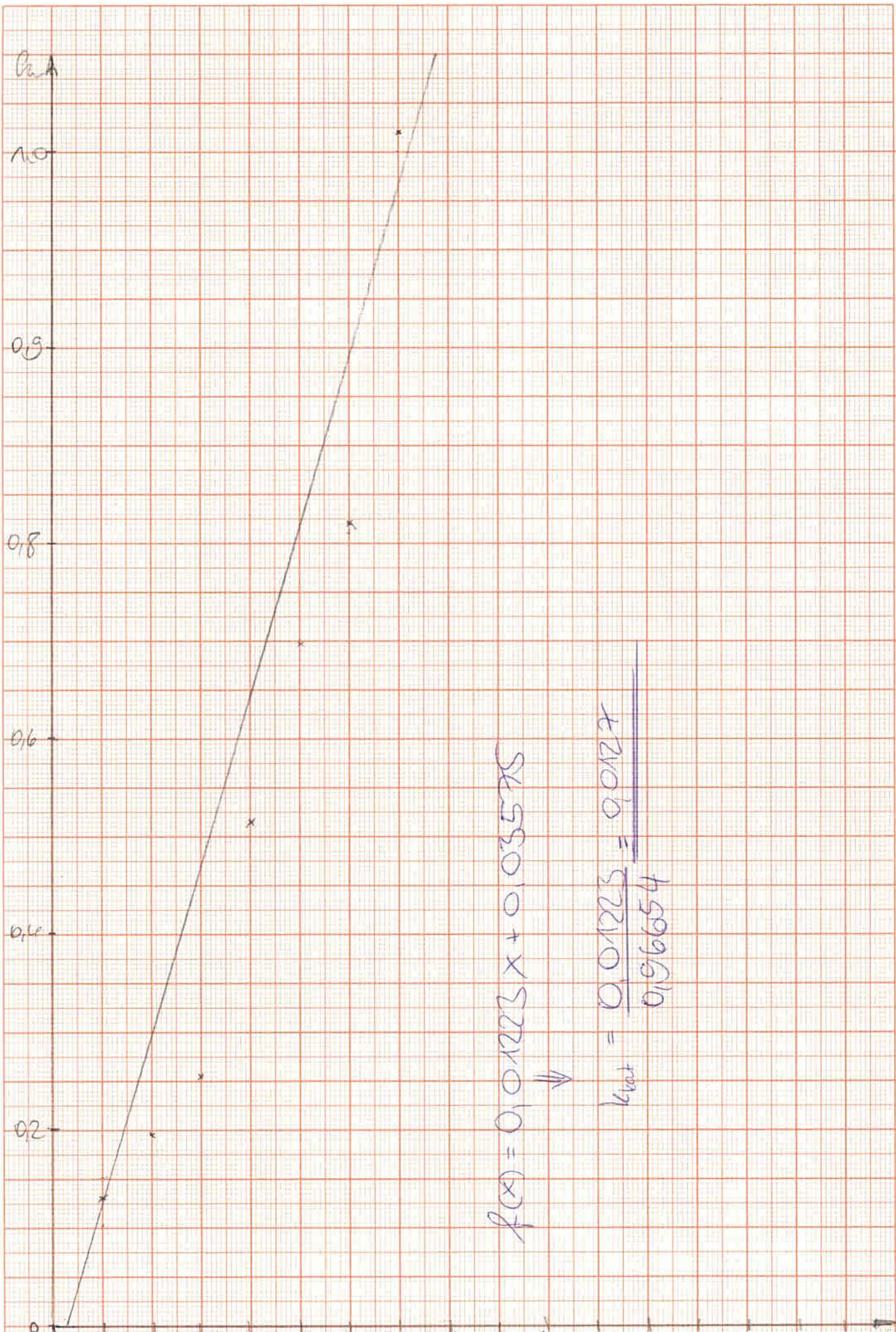
→ Polarimeter: 25 ml 20% Saccharose + 25 ml HCl

Probe K52a1 $\alpha_0 = 13,05$			Probe K52a2 $\alpha_0 = 12,95$		
t [min]	α_{K52a1}	$\ln \left(\frac{\alpha_0 - \alpha_t}{\alpha_0 - \alpha_{\infty}} \right)$	t [min]	α_{K52a2}	$\ln \left(\frac{\alpha_0 - \alpha_t}{\alpha_0 - \alpha_{\infty}} \right)$
10	11,1	0,1222	10	10,9	0,1297
20	10,95	0,1323	20	9,91	0,1989
30	9,99	0,1991	30	8,99	0,2679
40	8,5	0,3126	40	5,99	0,5328
50	7,25	0,4188	50	4,5	0,6961
60	6,5	0,4885	60	3,5	0,8229
80	5	0,6442	80	1,1	1,2149
100	3,8	0,7891	100	0,1	1,4381
120	2,1	1,0385	120	-0,1	1,4894
140	1,5	1,1439	140	-0,21	1,5187

$$\alpha_{\infty} = -3,9$$



Verwechsl. 2



Wunsch K 5.2