

A33 - Spezifische Drehung von gelösten

Polyzucker; Polyzuckerinversion

Durchführung: 28.6.10

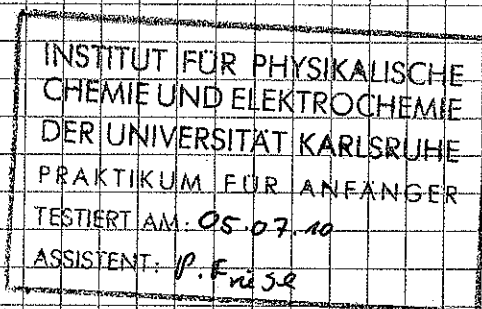
Abgabe: 5.7.10

Gruppe B12:

Constantin Koll

Zan Reiner

• Im Plot 7 habt ihr eine gemischte Einheit von der Dichte  $\rho$



INSTITUT FÜR ANORGANISCHE  
CHEMIE UND ELEKTROCHEMIE  
DER UNIVERSITÄT KÖLN  
P. A. T. K. A. M. A. R. T. A. N. D. E.  
KÖLN

## Grundlagen:

Strahlt man allgemein linear polarisiertes Licht auf einen Stoff, so drehen die einzelnen Moleküle die Ebene der Polarisation. Da die Moleküle allgemein zufällig orientiert sind, gleicht sich der Effekt statistisch über alle Moleküle aus. Besteht der Stoff aus doppelten Molekülen, ~~so~~ welche keine Drehungsebene besitzen, so kann der Effekt nicht ausgeglichen werden, und es gilt für den Drehwinkel  $\alpha$  der Polarisationsebene:

$$\alpha = \alpha^* \cdot l \cdot c \quad (1)$$

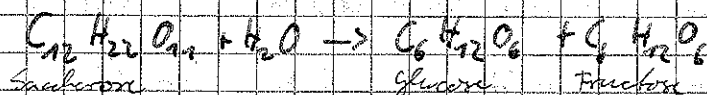
mit:  $l$ : Länge des Durchstrahlten Schicht in dm (2 dm im Versuch)

$c$ : Massendichte des optisch aktiven Stoffes in g/ml

$\alpha^*$ : spezifischer Drehwinkel in  $\frac{\text{Grad}}{\text{dm} \cdot \text{g}}$

( $\alpha$  hängt von der Wellenlänge ab, weshalb man im Versuch monochromatisches Licht der Wellenlänge 589 nm verwendet).

Im Versuch wird ~~das~~ der Zerfall von Saccharose in Glucose und Fructose in wässriger Lösung untersucht:



Die Reaktion ist pseudo 1. Ordnung (Konzentration von Wasser bleibt näherungsweise konstant), es gilt also:

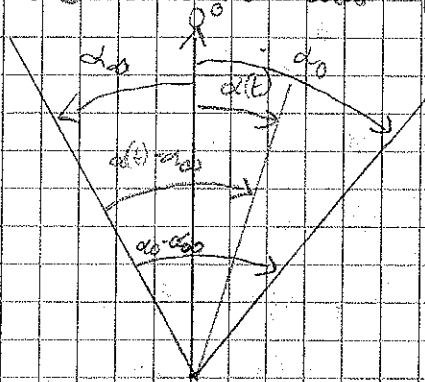
$$\ln\left(\frac{c(t)}{c_0}\right) = -kt \quad (2)$$

mit:  $c(t)$ : Konzentration Saccharose zum Zeitpunkt  $t$ .

$c_0$ : Anfangskonzentration

$k$ : Geschwindigkeitskonstante der Reaktion

Polarisationsdrehung die Polarisationsebene von links nach rechts, Zuckersucker nach links. Es ergibt sich bei dieser Reaktion also folgendes optisch undeutliche Bild:



$\alpha_0$ : Drehwinkel für  $t=0$

$\alpha$ : Drehwinkel zur Zeit  $t$

$\alpha_{\infty}$ : Drehwinkel nach Abgelauter Reaktion ( $t \rightarrow \infty$ )

Man erkennt also folgende Proportionalitäten:

$\epsilon_0 \sim \alpha_0 - \alpha_{\infty}$ ,  $\epsilon(t) \sim \alpha(t) - \alpha_{\infty}$  mit jeweils gleichem Proportionalitätsfaktor. Somit ergibt sich für (2):

$$\ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_{\infty}}{\alpha_0 - \alpha_{\infty}}\right) = -k t \quad (3) \quad \checkmark$$

### Durchführung:

Die Stoffprobe wurde in eine Probe der Länge  $z$  das ein eingefüllt, sodass keine Blasen darin sind, und möglichst keine Schlieren.

Die Probe wird in ein Polarisimeter eingesetzt und es wird kurz gewartet, bis sie die Temperatur im das temperierte (ca.  $20^\circ\text{C}$ )

Polarisimeter angepasst hat. Dann wird durch ein Objektiv

am Polarisimeter geschaut und mit einem Drehregler die

Polarisationsfilter im Gerät verdreht, bis zwei zu sehende

Wellenlinien gleichbedeutend erscheinen. An zwei Skalen, die

man ebenfalls durch das Objektiv sieht, wird jetzt

der Drehwinkel der Polarisationsebene abgelesen

(Skala 1: Winkel, Skala 2: Winkel  $+180^\circ$ ).

Zunächst wird ohne optisch aktive Probe die Verdrehung der Polarisationsebene des Geräts zum Nullpunkt bestimmt.

Dieser Wert muss später von den gemessenen Werten abgezogen werden.

## 1. Teil: Spezifische Drehung von D-Glucose

Es werden 20 g Zuckerwasser abgemessen und in Wasser gelöst, sodass eine Massefraktion von 20 g/100 ml entsteht. Durch Verdünnung werden aus dieser weitere Lösungen mit den Massefraktionen 15 g, 10 g, 5 g pro 100 ml hergestellt. Von allen vier Lösungen wurde der Drehwinkel bestimmt.

## 2. Teil: Polarisationsinversion

Es wurde eine D-Glucose-Lösung mit Wasser und einer Massefraktion von 8 g/50 ml hergestellt und 25 ml 2 M HCl unter Rühren hinzugegeben. Ein Teil wurde ins Polarisometer gegeben und nach dem Temperieren zum Zeitpunkt  $t=0$  eine Messung gestartet, bei der eine Stunde lang alle 5 min der Drehwinkel der Polarisations Ebene notiert wird.

Der andere Teil wird währenddessen 20 min erwärmt und anschließend abgekühlt (Deckglas im Wasser gestellt). Nachdem die andere Messung gemacht war konnte damit  $t=0$  bestimmt werden, weil durch das Erhitzen die Reaktion sehr schnell und damit fast quasi vollständig abgelaufen ist.

## Fragebogen:

### Aufgabe 1:

Wenn Skala 1  $\alpha_1$  angezeigt und Skala 2  $\alpha_2$ , so wird als Winkel  $\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_1 + (\alpha_2 - 180^\circ))$  genommen.

Gemeinsame Winkel:

Konz. dichte:	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$
20 g/100 ml	27,24°	202,26°	27,25°
15 g/100 ml	10,93°	131,02°	11,005°
10 g/100 ml	7,04°	187,03°	7,035°
5 g/100 ml	1,36°	191,33°	1,375°

Nach Gleichung (1) ergibt eine Auftragung von  $\alpha$  über die Konzentration eine Gerade. Die Größe der Steigung liefert  $\alpha^*$  (da  $l = \underline{\underline{2}} \text{ dm}$ ). Da Verschiebung der Gerade nach oben oder unten für die Steigung irrelevant ist, wird hier auf ein Abweichen der Verschiebung des Nullpunktes der Polarisationsebene verzichtet.

Als Konzentrationsfehler werden wegen Wäage- und Verdünnungsfehler 5% angenommen.

Der Fehler des Winkels wird trotz der genauen Skala wegen der ungenauen Bestimmung der Gleichzeitigkeit, insbesondere bei leicht durch Schlieren etc. gestörten Sicht auf  $\pm 0,2^\circ$  abgeschätzt.

Die Auftragung inkl. Fehlerbalken und lineare Regression im Origin (s. Plot 1) liefert folgenden Wert für die Steigung:

$$(133,19 \pm 1,78885) \Rightarrow \alpha^* = (66,60 \pm 0,894) \frac{\text{ml}}{\text{dm} \cdot \text{g}}$$

In der Literatur<sup>(\*)</sup> findet sich für Saccharose  $\alpha_D^{*20} = 66,5^\circ \frac{\text{ml}}{\text{dm} \cdot \text{g}}$  (also auch in Naturlich und bei 20°C). Der Literaturwert liegt also im Fehlerfenster des Messwertes. ✓

(\*) Brockhaus ABC Chemie; Volant Hans Döbereiner, Frankfurt und Zürich 1965.

## Aufgabe 2:

In dieser Aufgabe ist die Verdrehung des Nullpunktes  $\alpha_{APP}$  ausschlaggebend. Sie wurde gemessen mit:

$$\alpha_{1,APP} = 354,16^\circ, \alpha_{2,APP} = 174,13^\circ \Rightarrow \alpha_{APP} = (-5,825 \pm 0,20)^\circ$$

(es wurde der selbe Fehler wie in Aufgabe 1 angenommen).

Für  $\alpha_0$  wurde gemessen:

$$\alpha_{1,0} = 343,50^\circ, \alpha_{2,0} = 165,54^\circ \Rightarrow \alpha_0 = (-4,655 \pm 0,40)^\circ$$

(doppelter Fehler wegen der Abgleichung von  $\alpha_{APP}$ ).

In der Literatur <sup>(2)</sup> findet sich:

$$\text{für Glucose: } \alpha_{D,G}^{*20} = 52,5^\circ \frac{\text{ml}}{\text{dl} \cdot \text{g}}$$

$$\text{für Fructose: } \alpha_{D,F}^{*20} = -92,4^\circ \frac{\text{ml}}{\text{dl} \cdot \text{g}}$$

Da die 8g/75ml Polysaccharid wasserlösliche in je 4g/75ml Zucker gelöst ergibt sich für uns als Literaturwert ~~...~~  $\alpha_{0,L}$ :

$$\alpha_{0,L} = (\alpha_{D,G}^{*20} + \alpha_{D,F}^{*20}) \cdot \frac{4\text{g}}{75\text{ml}} \cdot 2\text{dm} = -4,256^\circ$$

Der Literaturwert liefert also wieder - was von auch heraus - im Fehlerbereich des Messwertes. ✓

In Übung findet sich eine Tabelle der Messwerte der einstufigen Messreihe, in der auch  $\ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_0}{\alpha_0 - \alpha_0}\right)$  aufgelistet ist, inkl.

Fehler, der sich nach:

$$\Delta \ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_0}{\alpha_0 - \alpha_0}\right) = \sum_{x \in \{\alpha(t), \alpha_0, \alpha_0\}} \left| \frac{\partial \ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_0}{\alpha_0 - \alpha_0}\right)}{\partial x} \right| \cdot \Delta \alpha = \left( \frac{1}{|\alpha(t) - \alpha_0|} + \frac{1}{|\alpha_0 - \alpha_0|} + \frac{1}{|\alpha_0 - \alpha(t)|} + \frac{1}{|\alpha_0 - \alpha_0|} \right) \Delta \alpha$$

mit  $\Delta \alpha = 0,40^\circ$  (s. o.) ergibt. ✓

Nach (3) liefert die Auftragung von  $\ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_0}{\alpha_0 - \alpha_0}\right)$  über  $t$  und linearer Fit im Origin (s. Plot 2, als St werden 15 s angenommen, da man wie vedelt bei 5 min sofort die Gleichschichtigkeit einstellen konnte) als negativer Wert der Steigung die Geschwindigkeitskonstante  $k$  der Reaktion:

$$k = (0,00217 \pm 1,165 \cdot 10^{-4}) \frac{1}{\text{min}} \quad \checkmark$$

<sup>(1)</sup>: Berger, Walter: Lehrbuch der Organischen Chemie; Hugel, Auflage 23, Stuttgart und Weinheim 1938

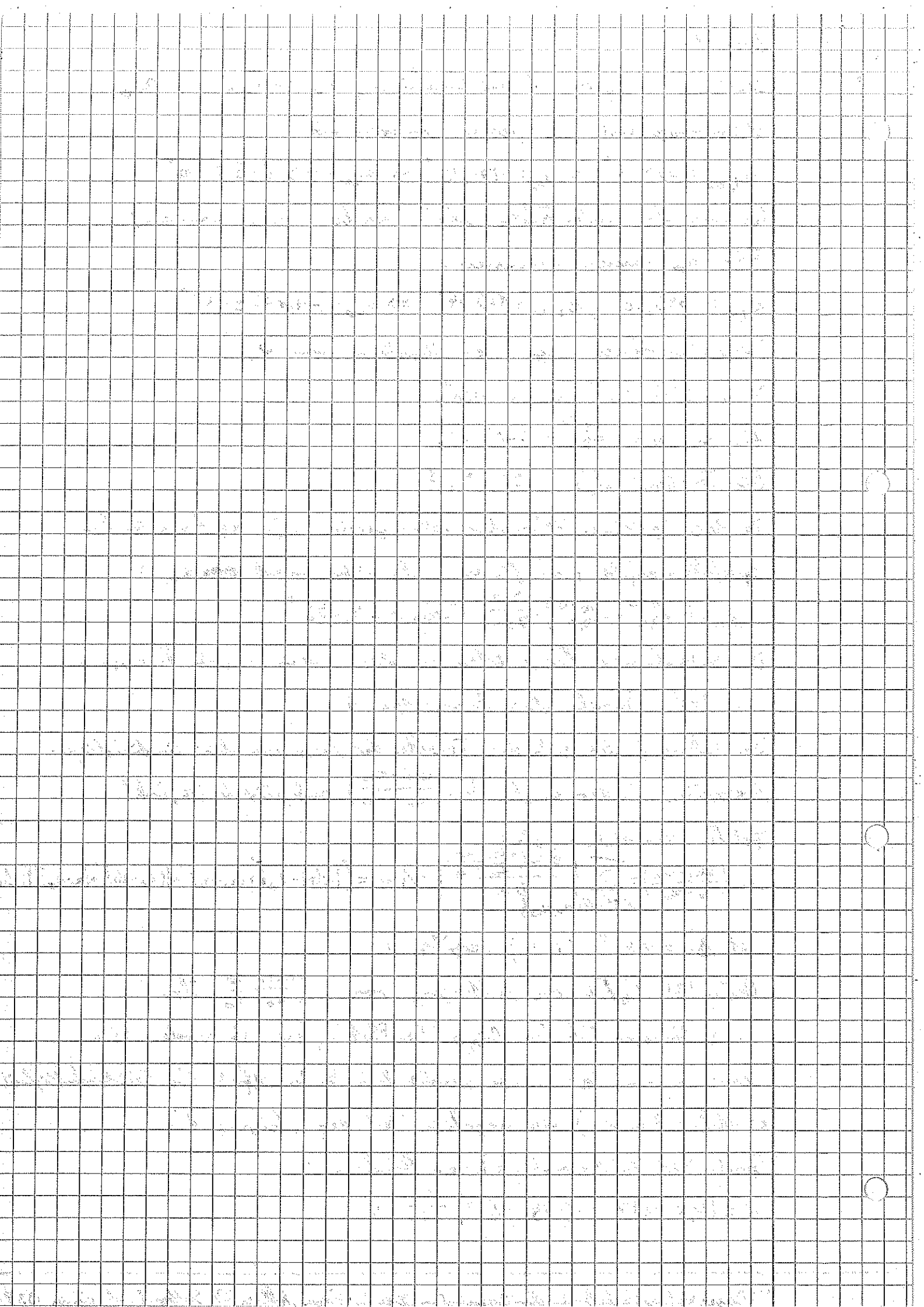
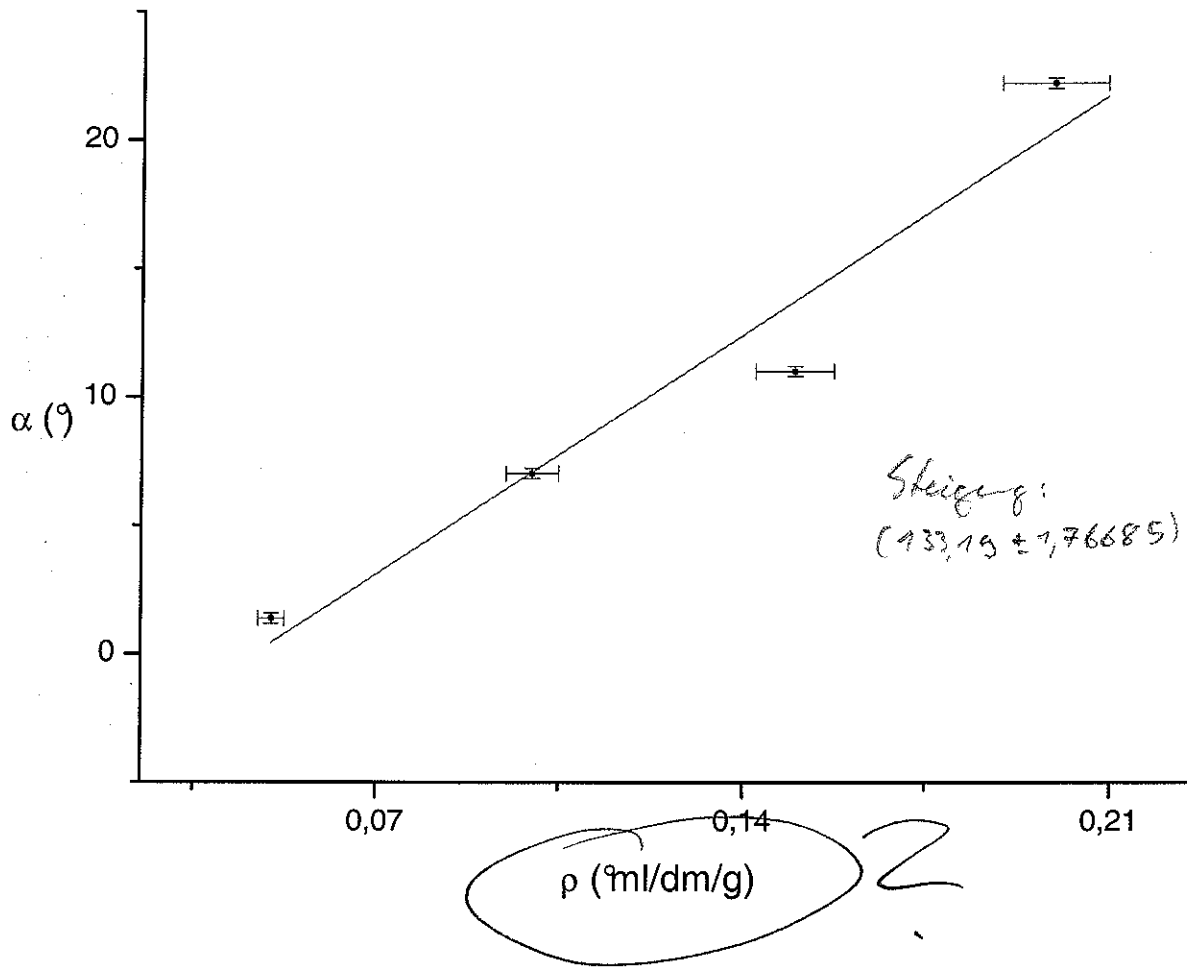




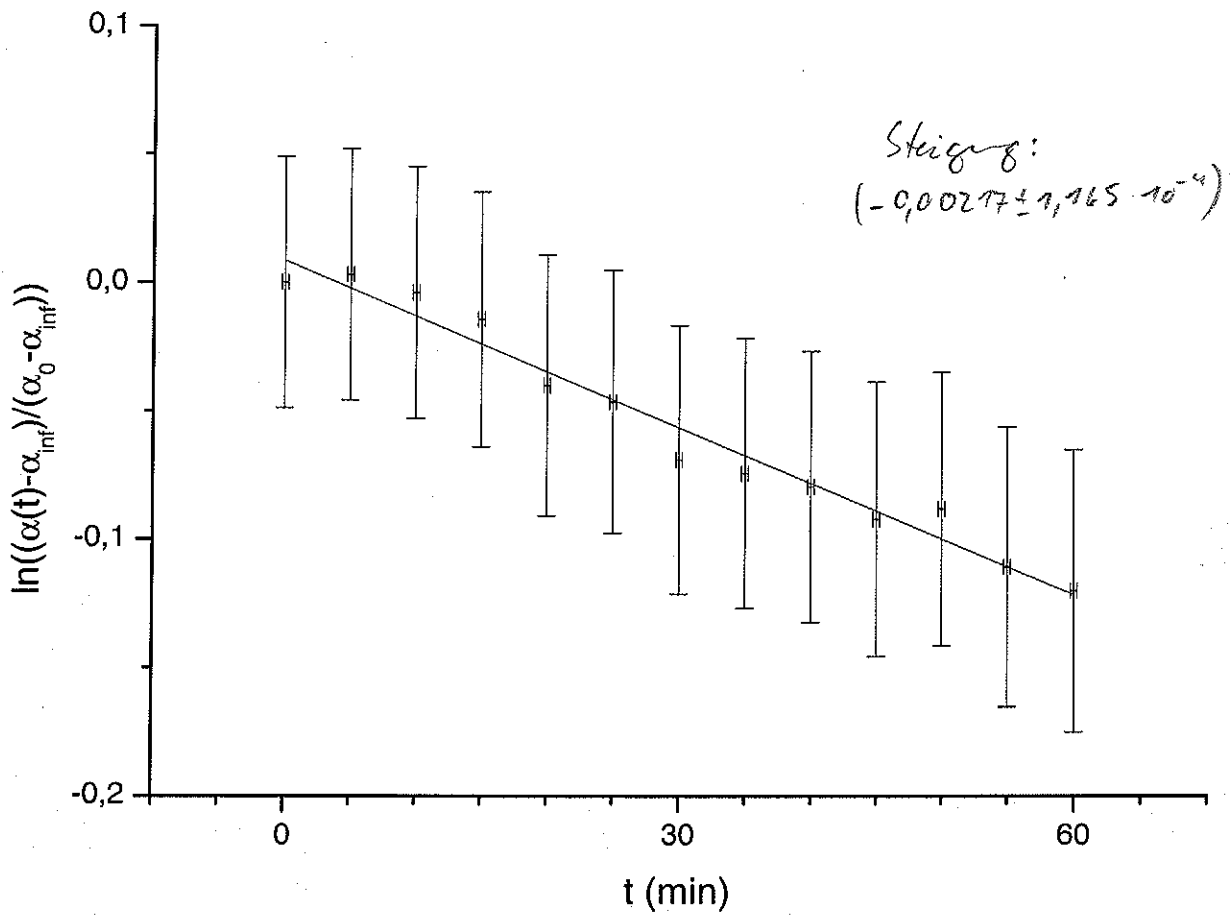
Tabelle: Messwerte der Messreihe über eine Stunde:

$t$ [min]:	$\alpha_1$ [°]:	$\alpha_2$ [°]:	$\Delta t$ [s] (aus oben abgelesen):	$\ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_{\infty}}{\alpha_0 - \alpha_{\infty}}\right)$ :	$\Delta \ln\left(\frac{\alpha(t) - \alpha_{\infty}}{\alpha_0 - \alpha_{\infty}}\right)$ :
0	5,9	185,92	11,735 = $\tau_0$	0	0,04881025
5	5,95	185,97	11,785	0,003046	0,04881025
10	5,84	185,85	11,67	-0,00397372	0,04900459
15	5,66	185,69	11,5	-0,01444179	0,04952027
20	5,25	185,28	11,09	-0,04014854	0,05080978
25	5,15	185,18	10,99	-0,04652002	0,05113455
30	4,8	184,83	10,64	-0,06914542	0,05230467
35	4,72	184,75	10,56	-0,07438961	0,05257969
40	4,64	184,67	10,48	-0,07966145	0,05285761
45	4,45	184,48	10,29	-0,0922946	0,05352961
50	4,51	184,54	10,35	-0,08828791	0,05331556
55	4,18	184,2	10,015	-0,1108668	0,05453306
60	4,04	184,07	9,88	-0,12011186	0,05503956

Plot 1:



Plot 2:



1

$110: 354 + 0,18 = 354,18^\circ$

2816/10

$174,19^\circ$

20g: ~~18,24~~  $22,24^\circ$

$20,26^\circ$

15g:  $10,99^\circ$

$19,12^\circ$

10g:  $7,4^\circ$

$187,3^\circ$

5g:  $1,36^\circ$

$181,39^\circ$

2

7,17g Zucker

t [min]	$\alpha$ [°]	$\alpha + 180^\circ$ ; $\alpha$ [°]
<del>0</del>	5,90	185,32
5	5,95	185,37
<del>10</del>	5,84	185,35
15	5,66	185,69
20	<del>5,25</del>	185,29
25	5,15	185,18
30	4,80	184,83
35	4,72	184,75
40	4,64	184,67
45	4,55	184,48
50	4,51	184,54
55	4,18	184,20
60	4,04	184,07

$\alpha_\infty$  [°]       $\alpha_\infty + 180^\circ$   
~~35~~ 349,50      169,54

gesehen  
H. W.

