M1 | Ausgangshypothese und Versuchsprinzip

Basierend auf dem Modell der Stoßtheorie dürfen wir annehmen, dass die Konzentration jedes gelösten Stoffes für die Reaktionsgeschwindigkeit relevant sein könnte. Dies prüfen wir an der gut zu beobachtenden Reaktion einer Natriumthiosulfat-Lösung (enthält Thiosulfat-Ionen $S_2O_3^{2-}(aq)$) mit Salzsäure. Die für die Betrachtung relevante Reaktionsgleichung lautet vereinfacht:

$$S_2O_3^{2-}(aq) + 2\,H^+(aq) \rightarrow SO_2(g) + S(s) + H_2O(l)$$

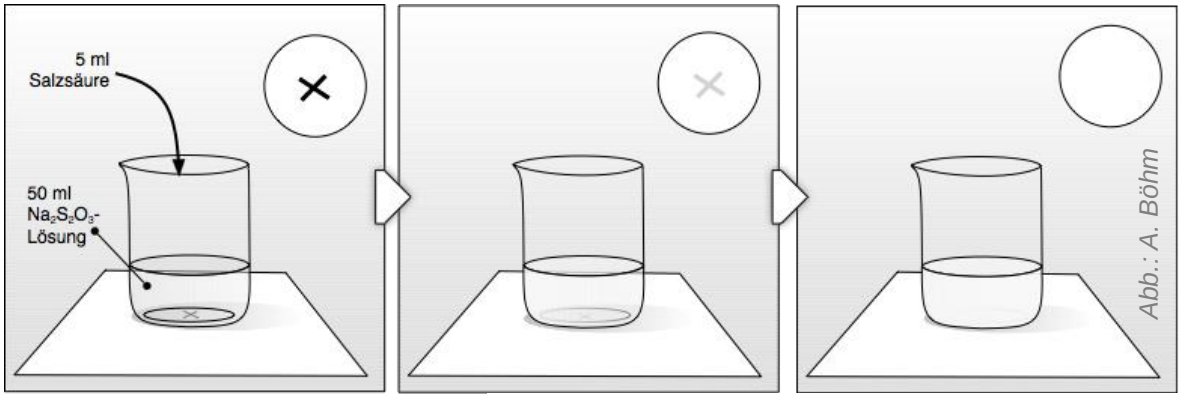


Abb. 1: Das Kreuz verschwindet, A. Böhm 2018

Der entstehende unlösliche Schwefel trübt die Lösung immer mehr, bis sie schließlich undurchsichtig ist. Im Experiment bestimmt man jeweils die Zeit, die vergeht, bis man nicht mehr durch die Lösung hindurchschauen kann. Hierzu wird das Reaktionsgefäß auf ein Papier mit einem schwarzen Kreuz gestellt. Zu Beginn des Versuchs ist das Kreuz durch die klare Flüssigkeit problemlos zu sehen. Ab einem bestimmten Trübungsgrad, bei dem immer die gleiche Menge Schwefel vorliegt, ist das Kreuz nicht mehr zu erkennen.

Die Menge an entstandenem Schwefel im gemessenem Zeitraum gibt Auskunft über die Menge z. B. an verbrauchten Thiosulfat-Ionen oder H^+-Ionen, also über die Reaktionsgeschwindigkeit.

Links auf Videos des Versuchs online und eine Arbeit von Schülern, die ein Smartphone zur Messung einsetzen.

(Stand April 2020)

1. Diskutieren Sie, ob die Ausgangshypothese (M1) gerechtfertigt ist.
2. Ergänzen Sie in der Tabelle 1 (M2) die fehlende Konzentrationen und erklären Sie, inwiefern die Werte der letzten Spalte ein Maß für die Reaktionsgeschwindigkeit darstellen.
3. Stellen Sie die Messwerte in den Koordinatensystemen (Abb. 2, M2) graphisch dar und erklären Sie die Kurvenverläufe.
4. Erläutern Sie, welche Ungenauigkeiten die Zeitmessung „*Bis zur Trübung*“ beinhaltet.
5. Stellen Sie dar, wie man den Versuch abwandeln muss, um zu prüfen, ob die Konzentration der Säure einen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit hat.

M2 | Messwerte bei der Veränderung der Konzentration der Thiosulfat-Ionen[1]

Für die Untersuchung des Einflusses der Eduktkonzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit wird der Versuch zunächst mit fünf verschiedenen Thiosulfat[2]-Lösungen durchgeführt. Die Konzentration der Stammlösung beträgt 0,2mol/L. Die Stammlösung wird im ersten Versuch unverdünnt verwendet und kommt in jedem weiteren Versuch verdünnt zum Einsatz.

Da bei der Reaktion toxisches Schwefeldioxid entsteht und der Versuch hinreichend dokumentiert ist, wollen wir in diesem Fall auf Messwerte anderer zurückgreifen.

Versuchs-ansatz	Volumen der $Na_2S_2O_3$-Lösung (c = 0,2 mol/L)	Volumen des Wassers	V(Salzsäure) (c = 2 mol/L)	c($Na_2S_2O_3$-Lösung) vor Säurezugabe	c($Na_2S_2O_3$-Lösung) nach Säurezugabe[3]	t_R in sec (gestoppte Reaktionszeit)	t_R^{-1} in sec^{-1} (Maß für die Reaktionsgeschwindigkeit)
1	50 ml	-	5 ml	0,2 mol/L	$0,\overline{18}$ mol/L	24	0,042
2	40 ml	10 ml	5 ml			29	0,034
3	30 ml	20 ml	5 ml			37	0,027
4	20 ml	30 ml	5 ml			56	0,018
5	10 ml	40 ml	5 ml	0,04 mol/L	$0,0\overline{36}$ mol/L	125	0,008

Tab. 1: Im Experiment real ermittelte Messwerte zum Versuch, A. Böhm 2018, gerundet durch G. von Borstel

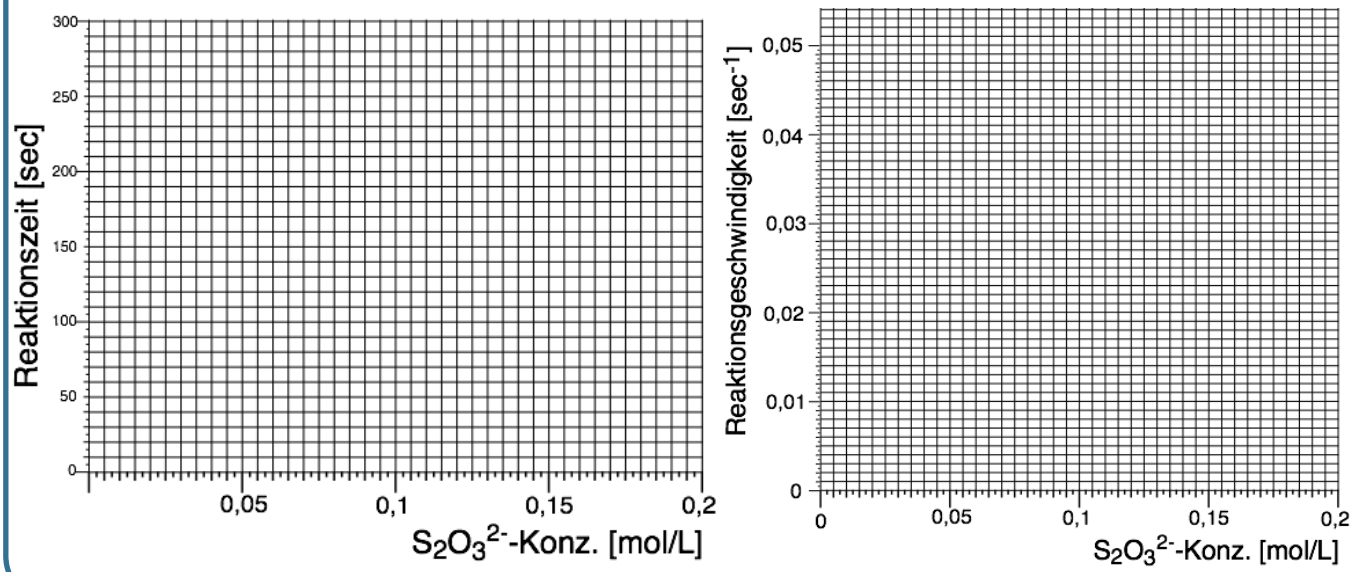


Abb. 2: Koordinatensysteme zur graphischen Veranschaulichung der Messergebnisse, A. Böhm 2018

M3 | Versuchsergebnisse bei Veränderung der Konzentration der Säure

Versuche belegen, dass die Reaktionsgeschwindigkeit **für diese Reaktion** auch **proportional zur Konzentration der Salzsäure-Lösung** ist.

[1] Eine Versuchsbeschreibung mit Gefährdungsbeurteilung findet man Stand April 2020 im Portal DEGINTU der DGUV, zu der alle dt. Schulen nach Anmeldung einen kostenlosen Zugang erhalten: https://degintu.dguv.de/login.

[2] „Thio“ (von griechisch theion ‚Schwefel‘) ist ein Präfix, das bei chemischen Verbindungen verwendet wird, in denen Sauerstoffatome durch Schwefelatome ersetzt wurden.

[3] Beispiel: gilt c=0,02mol/L so sind in 50ml 0,01mol enthalten. Verdünnt man dies mit 5mL so sind 0,01mol in 55mL enthalten. c(nach Verdünnung) = $\frac{c(vorher)*50}{55}$.