

Cand. B. Eng. Daniel König

Erstprüfer: Prof. Dr. V. Birke
Zweitprüfer: Prof. Dipl. Ing. H. Burmeier

Umweltfreundliche Zerstörung von persistenten polychlorierten aromatischen Kohlenwasserstoffen

—

Zur Kinetik der mechanochemischen reduktiven Dehalogenierung von 1,3-Dichlorbenzol



Die Bekämpfung persistenter und vor allen Dingen auch polychlorierter Schadstoffe ist nach wie vor ein Themengebiet, in dem nach einer effektiven, umweltfreundlichen und dabei preiswerten Methode gesucht wird.

Die Möglichkeiten, die bereits bestehen und in einem industriellen Maßstab einsetzbar sind, sind begrenzt und bedeuten oft einen hohen Kostenaufwand. Bis sich die neueren Verfahren, zum Beispiel der mechanochemische Abbau, in größerem Ausmaße wirklich einwandfrei und problemlos überall einsetzen lassen, sind die bisherigen Methoden zur Eindämmung und Beseitigung von polychlorierten Schadstoffen weiterhin zu verwenden.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Verhalten bei der mechanochemischen Dehalogenierung von 1,3-DCB mit einer Kugelmühle (Abb. 1) anhand verschiedener Abbaukurven vergleichend zu betrachten. Sie wurde bei 450 rpm, 500 rpm, 540 rpm und 580 rpm betrieben.

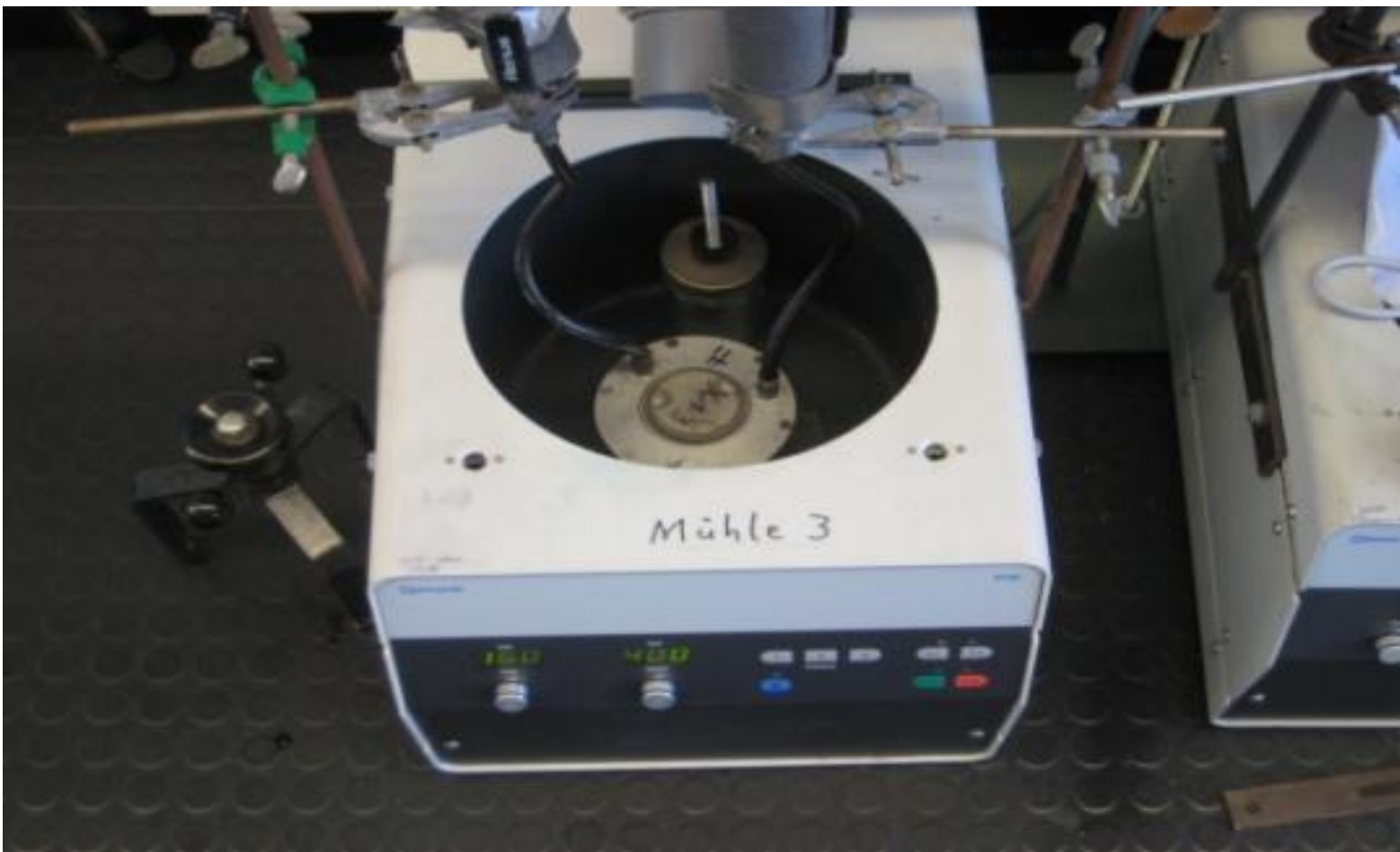


Abb.1: Kugelmühle der Firma Retsch

Folgende Reaktionsmechanismen sind bei diesen Abbauversuchen zu beobachten.

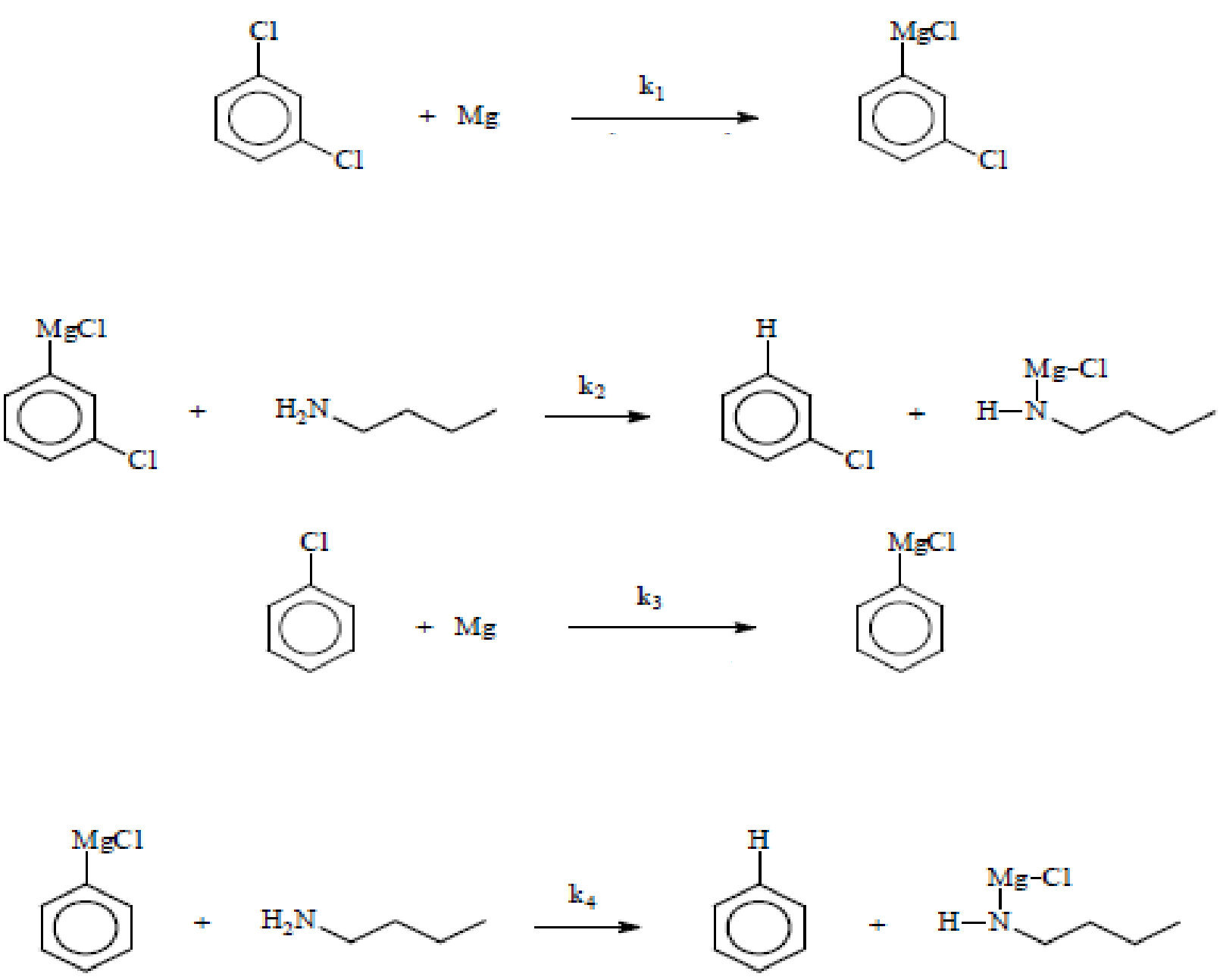


Abb. 2: Reaktionsmechanismen

In Verbindung mit den angenommenen Reaktionsmechanismen wird ein Differentialgleichungssystem aus 5 Gleichungen als Grundlage zur Erstellung der Kurven verwendet. Die Geschwindigkeitskonstanten (k) in den Gleichungen zeigen die ablaufende Reaktion an (siehe Abb. 2).

$$\begin{aligned} \frac{dc_{DCB}}{dt} &= -k_1 \cdot c_{DCB} \cdot S & S &= k_5 \cdot \frac{1}{1 + \exp(-k_6(t - k_7))} \\ \frac{dc_{ClArMgCl}}{dt} &= k_1 \cdot c_{DCB} \cdot S - k_2 \cdot c_{ClArMgCl} \\ \frac{dc_{MCB}}{dt} &= k_2 \cdot c_{ClArMgCl} - k_3 \cdot c_{MCB} \cdot S \\ \frac{dc_{ArMgCl}}{dt} &= k_3 \cdot c_{MCB} \cdot S - k_4 \cdot c_{ArMgCl} \\ \frac{dc_{Benzene}}{dt} &= k_4 \cdot c_{ArMgCl} \end{aligned}$$

Abb. 3: Differentialgleichungssystem

Das mathematische Modell wird zusammen mit den Messergebnissen der Versuche für die Berechnung der Geschwindigkeitskonstanten und Erstellung der Kurven in das Datenfitprogramm Easy-Fit 5.13 eingesetzt. In Abbildung 3 sind die Datenfits für die vier zu vergleichenden Drehzahlen dargestellt.

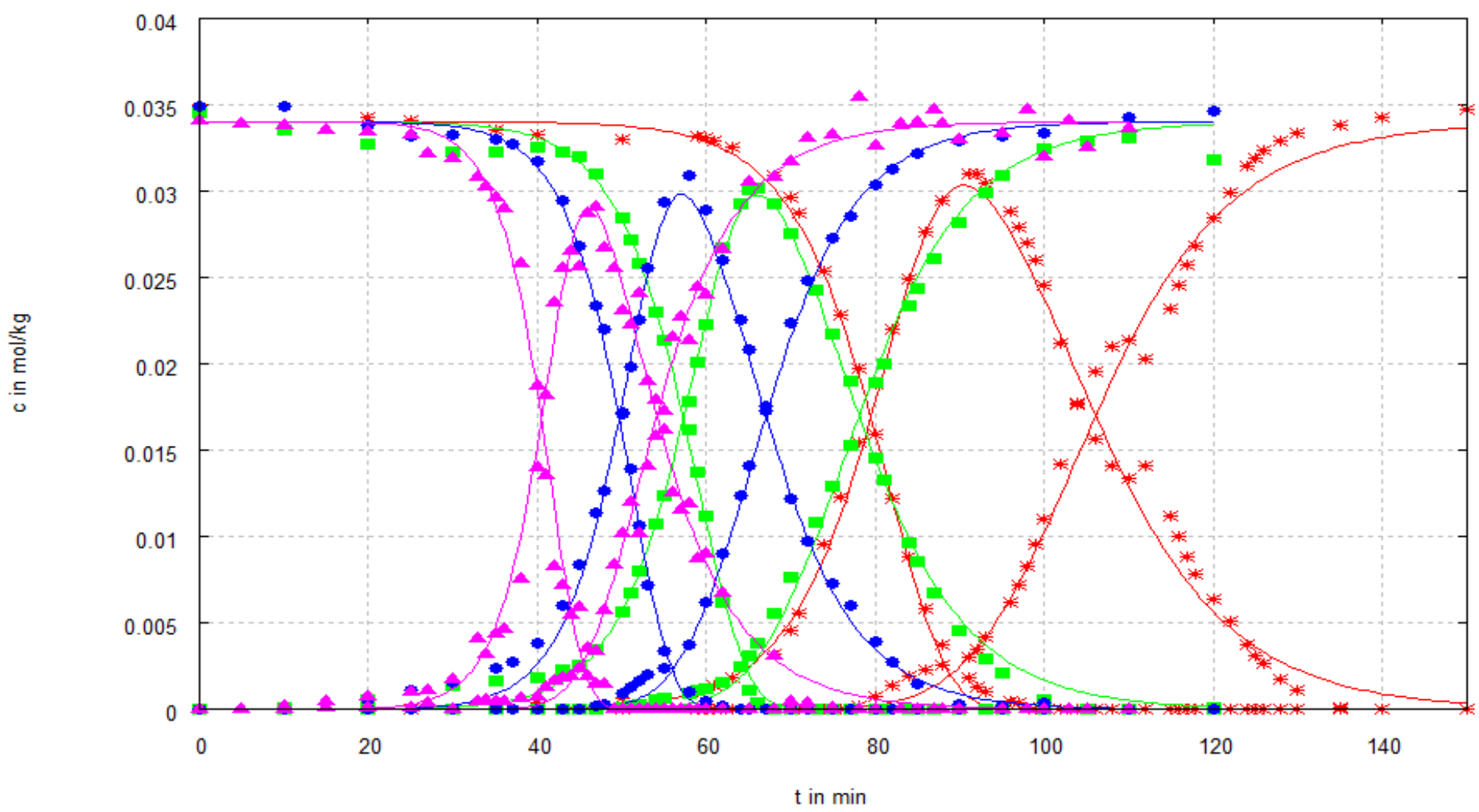


Abb. 4: Datenfits der Abbaureihen aller vier Drehzahlen

Durch den Vergleich der Fits wird bewiesen, dass es einen klaren Zusammenhang zwischen der Drehzahlerhöhung und der Verkürzung der Zeit gibt, bis die Dehalogenierung abgeschlossen ist. In welchem Grad diese Verkürzung vor sich geht, kann noch nicht genau gesagt werden, sie ist unregelmäßig Auch bei den Geschwindigkeitskonstanten konnten diverse Auffälligkeiten festgestellt..

Die Untersuchung zeigt, dass eine Optimierung des Versuchs durch das Anpassen der Drehzahl für zukünftige, größer dimensionierte Anlagen einen wichtigen Schritt in der Entwicklung umweltfreundlicherer Methoden zum Abbau persistenter polychlorierter organischer Schadstoffe bedeutet.