

# EINSATZ INNOVATIVER PHOTOREAKTOREN ZUR WERTSTOFFGEWINNUNG UND ABWASSERBEHANDLUNG.



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL



FH MÜNSTER  
University of Applied Sciences

JOHANNES ROBERT<sup>1</sup>, THOMAS JÜSTEL<sup>1</sup>, HANS-WILLI KLING<sup>2</sup>,  
VOLKMAR JORDAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FACHHOCHSCHULE MÜNSTER, <sup>2</sup>BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

## EINFÜHRUNG

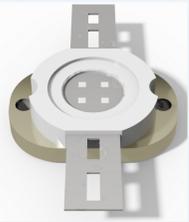


ABBILDUNG 1:  
Typische 5 W  
LED Einheit.

Durch die Leistungssteigerung und die Erreichbarkeit immer kürzerwelliger Strahlung sind LEDs in den vergangenen Jahren zu attraktiven Lichtquellen für Photoreaktoren geworden [1]. Besonders durch die hohen Leistungsdichten bei vergleichsweise schmalbandiger Emission und durch die gerichtete Strahlung sind innovative und effiziente Reaktordesigns möglich geworden.

## KINETISCHER ANSATZ

$$r = \frac{1}{\nu_i} \frac{\partial c_i}{\partial t} \quad (1)$$

$$= k^\dagger \cdot \Theta_i \quad (2)$$

$$= \frac{k^\dagger \cdot K_i \cdot c_i}{1 + \sum_{j=1} K_j \cdot c_j} \quad (3)$$

$$\approx k_{\ddagger} \cdot c_i \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow K_j \cdot c_j \ll 1 \quad (5)$$

## ZUSAMMENFASSUNG

1. UV-LEDs ermöglichen kostengünstige und leistungsfähige Designs für Photoreaktoren. Als Modellreaktion diente der Abbau von Methylenblau an TiO<sub>2</sub> [2].
2. Für den kontinuierlichen Einsatz ist in vielen industriellen Prozessen eine Abtrennung des Katalysators erforderlich.
3. Reaktionen in TiO<sub>2</sub> SUSPENSIONEN verlaufen vergleichsweise schnell, jedoch stellt Abtrennung des Katalysators eine eigenständige Unit Operation dar.
4. Durch IMMOBILISIERUNG des Katalysators, beispielsweise durch Beschichtung der Reaktorinnenwand, gelingt die Abtrennung ohne zusätzlichen Aufwand. Bei gleicher Leistungsaufnahme fand die Reaktion jedoch langsamer statt.
5. Durch KOMBINATION geeigneter Lichtquellen mit neuen Reaktordesigns werden Leistungssteigerungen erwartet.

## LITERATUR

- [1] Kai Dai et al. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 22(4):1035–1040, 2013.  
[2] Ammar Houas et al. *Applied Catalysis B: Environmental*, 31(2):145 – 157, 2001.

## DANK

Ein besonderer Dank gilt der DAfP für die Möglichkeit zur Präsentation und den interdisziplinären Austausch.

## INTEGRATIONSKONZEPTE

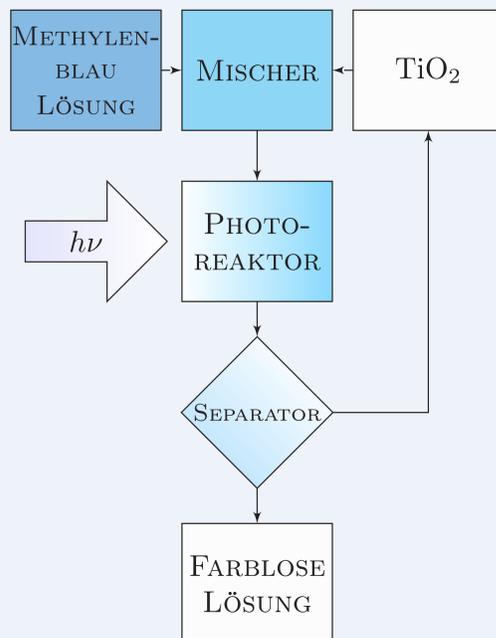


ABBILDUNG 2: Wird in einem Reaktorkonzept suspendierter Photokatalysator verwendet, ist die Abtrennung und Rückführung des Katalysators erforderlich.

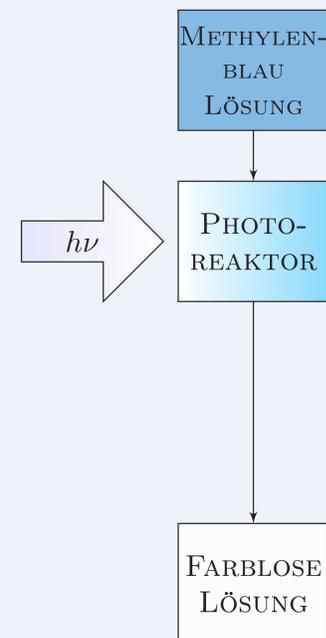


ABBILDUNG 3: Reaktorkonzepte mit immobilisiertem Photokatalysator verzichten auf mechanische Abtrennung, erschweren jedoch gleichzeitig den Lichteintrag.

## REAKTORDESIGNS UND BEWERTUNG



ABBILDUNG 4: CAD Entwurf zur Anordnung typischer 5 W LED Zellen (links); Fertiggestelltes Bauteil bei der Bestrahlung eines 100 mL Laborkolbens mit TiO<sub>2</sub> Suspension (rechts).

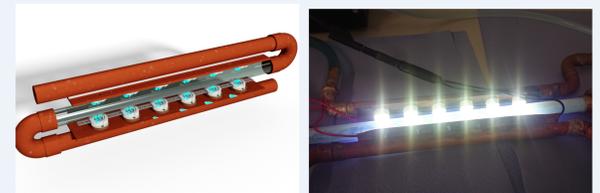


ABBILDUNG 6: Rohrreaktor zur Bestrahlung einer Suspension im kontinuierlichen Betrieb. CAD Entwurf (links), Reaktor in Betrieb (rechts).

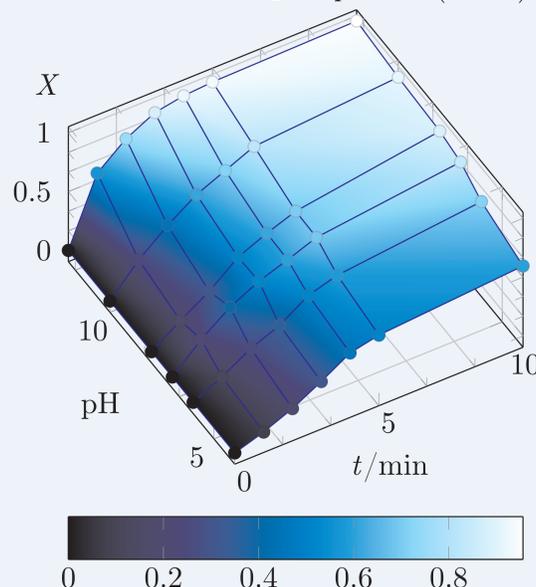


ABBILDUNG 5: Abbau von Methylenblau: Umsatz  $X$  gegen Zeit  $t$  bei unterschiedlichen pH-Werten.

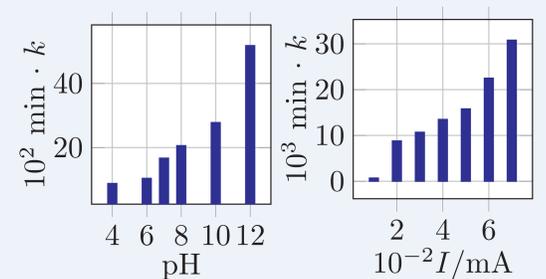


ABBILDUNG 7: Reaktionskonstanten  $k$  über pH-Wert (links) und Stromaufnahme  $I$  der LEDs bei Betriebsspannung von 7 V und pH=7 (rechts).

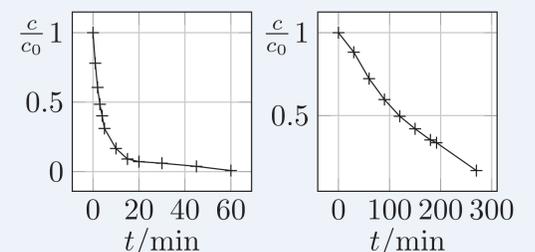


ABBILDUNG 8: Normierte Methylenblaukonzentration  $c \cdot c_0^{-1}$  über Zeit  $t$  bei bestrahlter TiO<sub>2</sub> Suspension (links) und mit TiO<sub>2</sub> beschichteter Innenwand (rechts).