

Photochemischer Abbau von Sulfamethoxazol mit Phosphor-konvertierten Xenon-Entladungslampen

Anke Nietsch, Christian Jung



Abbildung 1: Versuchsaufbauten zum photochemischen Abbau von Mikroverunreinigungen; links: Annularreaktor mit Amalgamstrahler; rechts: Tauchschacht mit neuartiger Xenon-Entladungslampe

Ausgangslage

Der Eintrag von Antibiotika in die Umwelt wird mit zunehmender Sorge betrachtet, da er zur Bildung gefährlicher Resistenzen führen kann. Zum Abbau von Mikroverunreinigungen wie Antibiotika kann energiereiche UVC-Strahlung eingesetzt werden, die mittels elektrischer Entladungen in Quecksilberdampf erzeugt wird. Aufgrund der Giftigkeit von Quecksilber ist ein Ersatz für diese Art der Strahlungserzeugung wünschenswert.

UVC-Strahlung lässt sich auch mit Xenon-Entladungslampen und somit ohne Quecksilber erzeugen. Die aus Xenonplasmen emittierte, extrem kurzwellige UVC-Strahlung kann mit speziellen Phosphoren in weniger energiereiche UVC-Strahlung konvertiert werden, um effizientere Wirkung zu erzielen. Phosphor-konvertierte Xenonstrahler könnten somit zur umweltfreundlichen Beseitigung von Mikroverunreinigungen genutzt werden.

Zielsetzung

Ziel der laufenden Studie ist es, die Wirksamkeit und den Energiebedarf Phosphor-konvertierter Xenonstrahler in photochemischen Aufbereitungsverfahren im Vergleich zu Leuchtmitteln im Stand der Technik zu testen. Als Verfahren werden die Photolyse, d.h. die alleinige Anwendung von UVC-Strahlung und der zusätzliche Einsatz von Wasserstoffperoxid (Photooxidation) vergleichend erprobt.

Lichtquellen und Photoreaktoren

Als Photoreaktoren werden ein Annularreaktor mit Amalgamstrahler und ein Tauchschacht-Reaktor mit Xenon-Entladungslampen mit Emissionsmaxima von 235 nm bzw. 242 nm eingesetzt (vgl. Abbildung 1). Die Strahlungsleistung der Leuchtmittel wird mittels chemischer Aktinometrie bestimmt und der Abbau in Bezug auf die eingestrahlte Energie pro Volumen (Q) bewertet.

Modelluntersuchung und Ergebnisse

Das Antibiotikum Sulfamethoxazol wird in der Tierzucht eingesetzt und gelangt über die Gülle in die Umwelt. Bedenkliche Mengen der Substanz werden in Kläranlagen festgestellt.

Für die Studie wird Trinkwasser (TW) bzw. Wasser aus einem Klärwerkrücklauf (KR) mit Sulfamethoxazol angereichert. Bei den Experimenten zur Photooxidation wird Wasserstoffperoxid in der zum vollständigen Abbau theoretisch erforderlichen Menge zugegeben.

Zur Auswertung der Abbauxperimente wird Sulfamethoxazol einerseits spezifisch erfasst und andererseits der organisch gebundene Kohlenstoff (TOC) als Maß für die gesamte organische Belastung verfolgt.

Der TOC-Abbau weist den für größere Moleküle typischen sigmoiden bis exponentiellen Verlauf auf (s. Abbildung 3). Die vollständige Abbaubarkeit des TOC belegt, dass alle auftretenden Zwischenprodukte zu (harmlosen) Mineralstoffen degradiert werden.

Die bisherigen Untersuchungen (s. Abbildung 2 + 3) belegen, dass mit den Phosphor-konvertierten Lampen deutlich weniger Energie für vergleichbare bzw. bessere Reinigungsergebnisse erforderlich ist.

Besonders deutlich werden die Unterschiede bei der Photolyse. Mit einem Amalgamstrahler wird Sulfamethoxazol nur mit höherem Energieeinsatz und der TOC nur wenig abgebaut, mit den neuen Leuchtmitteln läuft der Abbau bzgl. beider Parameter effizient.

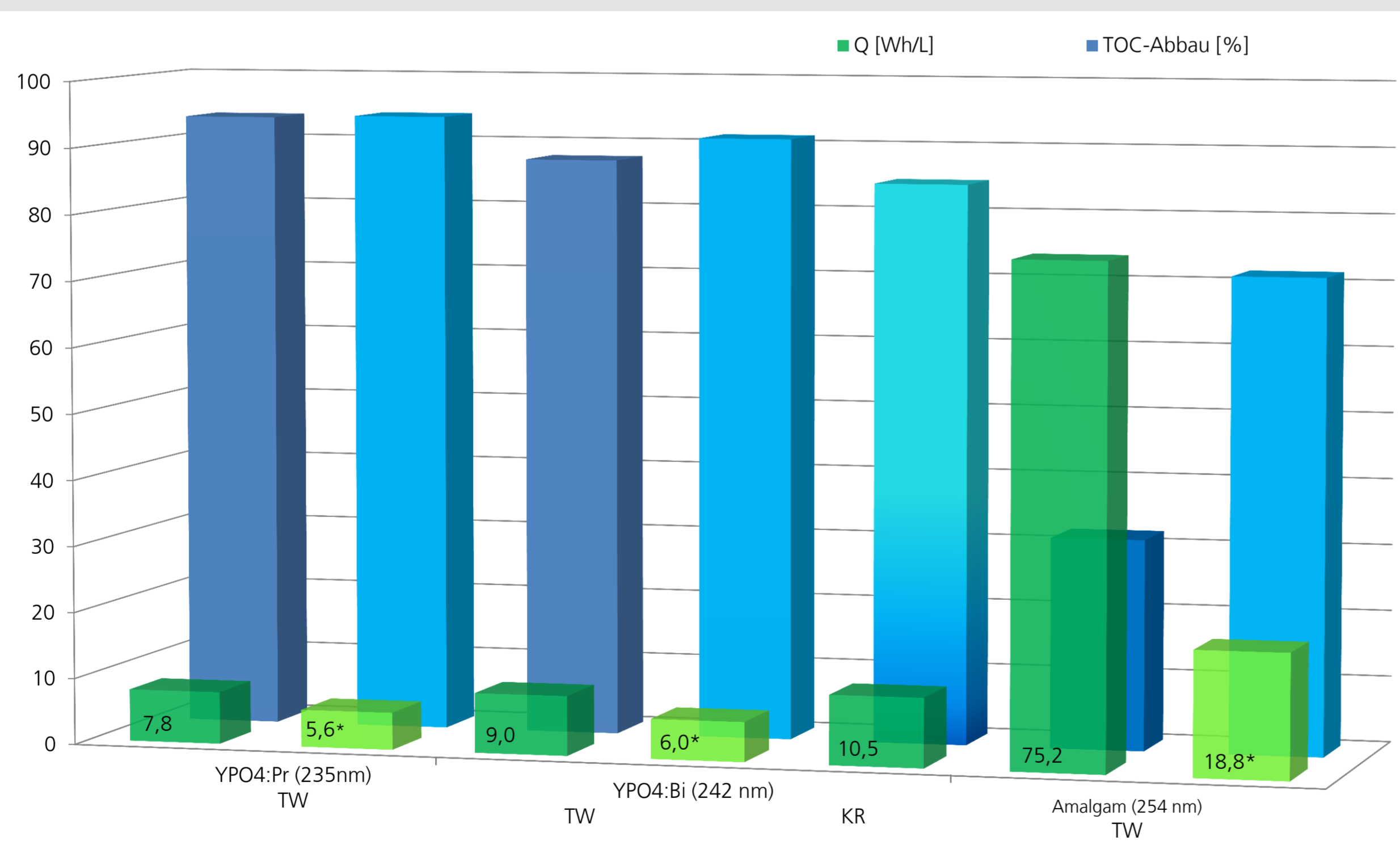


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen eingebrachter Strahlungsenergie und TOC-Abbau bei der Photolyse und Photooxidation* von Sulfamethoxazol

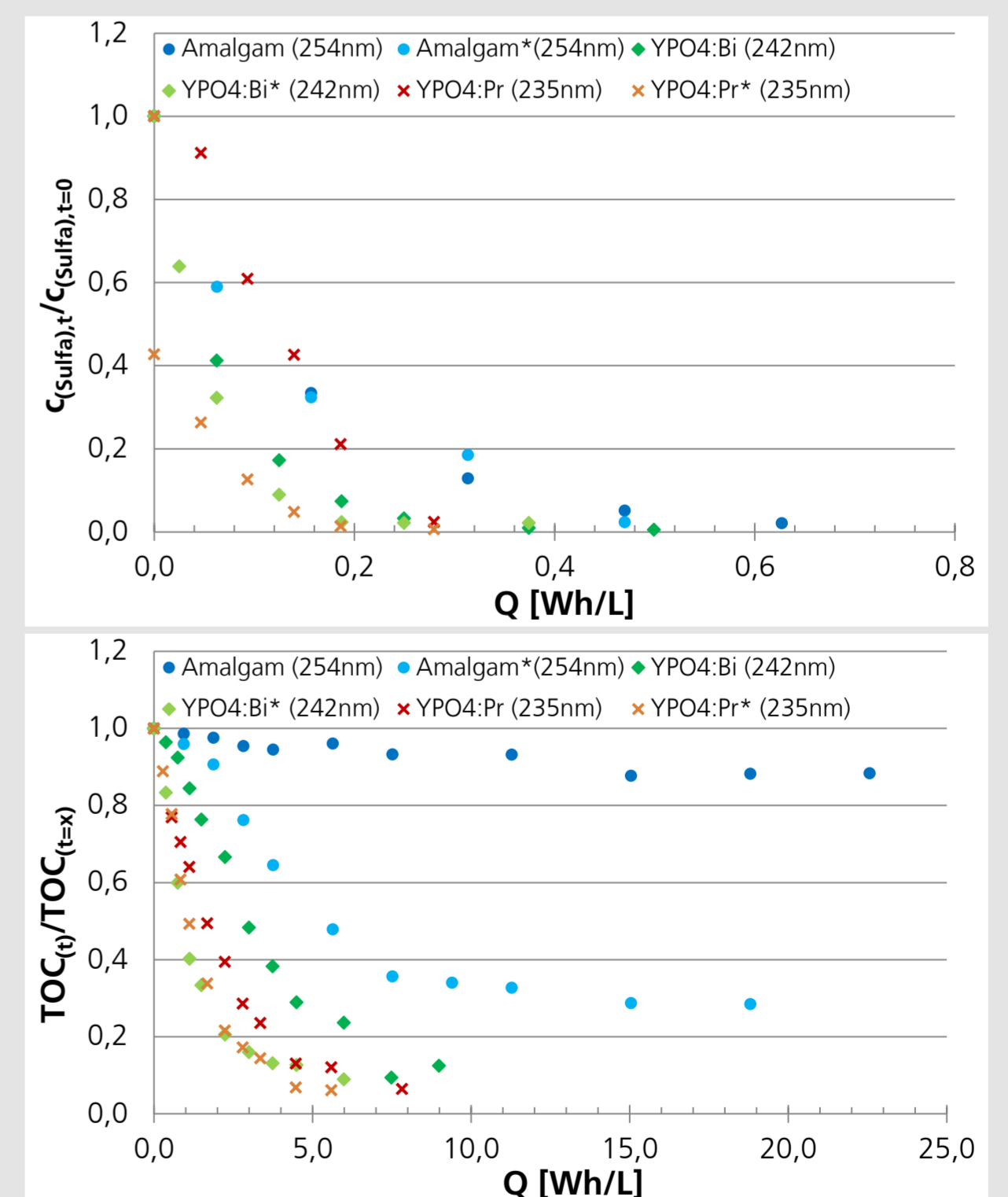


Abbildung 3: Abbau von Sulfamethoxazol (oben) bzw. aller organischen Stoffe (TOC, unten) bei der Photolyse und Photooxidation*

Kontakt: Institut für Solarforschung | Abteilung Solare Verfahrenstechnik | 51147 Köln | Christian Jung

Telefon: 02203/601 2940 | E-Mail: christian.jung@dlr.de