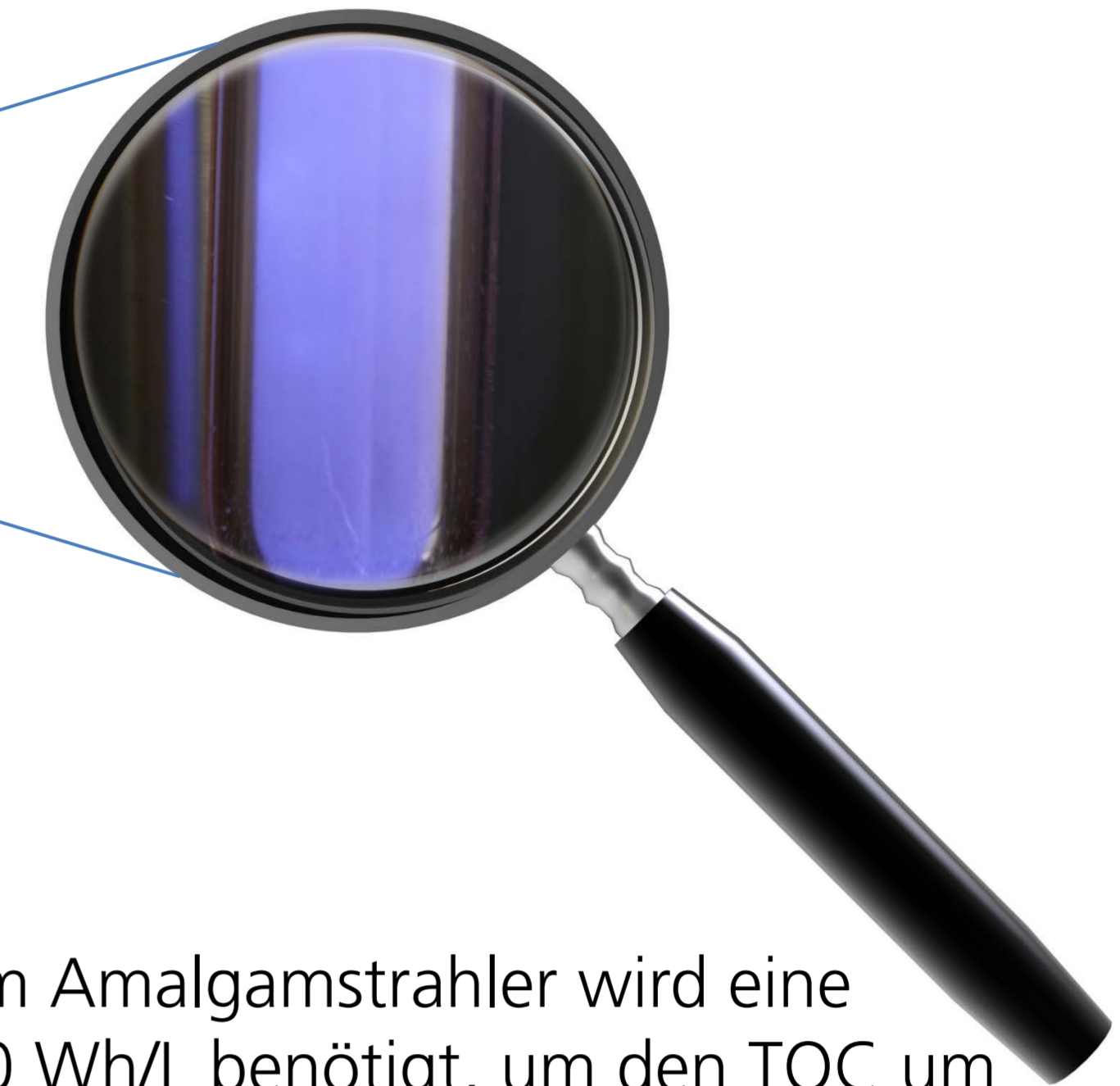


Photochemischer Abbau von Sulfamethoxazol mit Phosphorkonvertierten Xenon-Entladungslampen

Anke Nietsch*, Christian Jung



Abbildung 1: Versuchsaufbau zum Abbau von Antibiotika (hier: Sulfamethoxazol). Links klassischer UVC Strahler, rechts Phosphor-konvertierten Xenon-Entladungslampen.



Motivation und Ziel

In die Umwelt eingetragene Antibiotika werden mit zunehmender Sorge betrachtet, da diese zur Bildung gefährlicher Resistenzen führen können. Zur Behandlung von belastetem Wasser kann UVC-Strahlung eingesetzt werden, die bisher durch elektrische Entladungen in Quecksilberdampf erzeugt wird. UVC-Strahlung lässt sich auch mit Xenon-Excimerlampen und somit ohne toxisches Quecksilber generieren. Die aus Xenon-Excimeren emittierte Strahlung ist mit 172nm extrem kurzwellig. Mit speziellen Phosphoren kann sie in längere Wellenlängen konvertiert und somit effizienter zur Wasserbehandlung eingesetzt werden.

Durchführung und Ergebnisse

Für den Lampenvergleich wird ein Annularreaktor mit Amalgamstrahler und ein Tauchschicht-Reaktor mit Xe/Phosphor-Lampe (s. Abbildung 1) im Rezirkulationsbetrieb eingesetzt. Die UV-Leistung der Leuchtmittel wird mittels chemischer Aktinometrie bestimmt, um die Experimente bezogen auf die pro Volumen eingestrahle Energie (Q) zu vergleichen.

Als Behandlungsverfahren werden die Photolyse, d.h. die alleinige Anwendung von UVC-Strahlung, mit der Photooxidation bzw. dem zusätzlichen Einsatz von Oxidationsmitteln vergleichend erprobt. Als Modell dient Trinkwasser, welches mit 20 mg/L Sulfamethoxazol angereichert wird. Vor und während der Bestrahlung wird die Ausgangsverbindung mittels HPLC und der organisch gebundene Kohlenstoff (TOC) als Maß für die gesamte organische Belastung analysiert.

Der Abbau weist einen für größere Moleküle typischen sigmoiden bis exponentiellen Verlauf des TOC auf (s. Abbildung 3, rechts). Der vollständige Abbau des TOC belegt, dass alle auftretenden Zwischenprodukte zu (harmlosen) Mineralstoffen degradiert werden. Mit den Phosphor-konvertierten Lampen (YPO₄:Bi und YPO₄:Pr) wird deutlich weniger Energie für vergleichbare bzw. bessere Reinigungsergebnisse als mit dem Amalgamstrahler benötigt (s. Abbildung 2 und Abbildung 3).

Diskussion

Bei der Photolyse mit dem Amalgamstrahler wird eine Strahlungsenergie von 30 Wh/L benötigt, um den TOC um 20 % zu reduzieren (s. Abbildung 3, extrapoliert). Mit den YPO₄:Bi und YPO₄:Pr konvertierten Xe-Lampen sind 2 bzw. 1 Wh/L nötig. Für eine 90 %ige TOC-Reduzierung mittels der Xe-Lampen ist eine Strahlungsenergie von 10 bzw. 6 Wh/L erforderlich. Durch den zusätzlichen Einsatz von Wasserstoffperoxid kann der TOC mit dem Amalgamstrahler mit 18 Wh/L nur zu 70% abgebaut werden. Bei den Xe-Excimerlampen (YPO₄:Bi und YPO₄:Pr) um 90% reduziert werden mit 10 bzw. 6 Wh/L und bei der Photooxidation 6 bzw. 4 Wh/L.

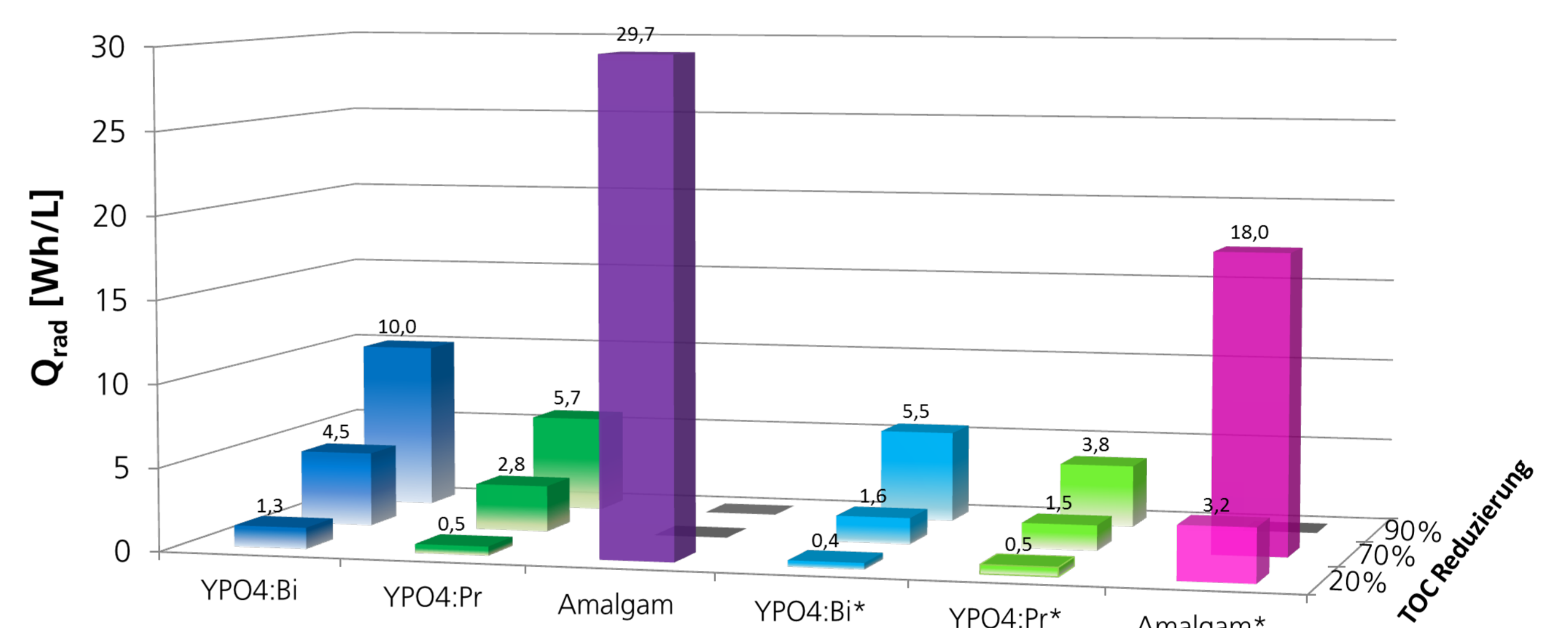


Abbildung 2: Erforderliche Strahlungsenergie der verschiedenen Leuchtmittel bei 20, 70 und 90 % TOC Reduzierung beim Abbau von Sulfamethoxazol mittels Photolyse und Photooxidation (*)

Zusammenfassung

Mit YPO₄:Bi oder YPO₄:Pr konvertierte Xe-Excimerlampen degradieren Sulfamethoxazol und dessen Intermediate in Bezug auf die Strahlungsenergie und die aufzuwendende elektrische Energie effizienter als Amalgamlampen. Bei der Photolyse können mehr als 95 % CO₂ und bei der Photooxidation 85 % CO₂ eingespart werden bei gleicher Reinigungsleistung und identischem Wirkungsgrad.

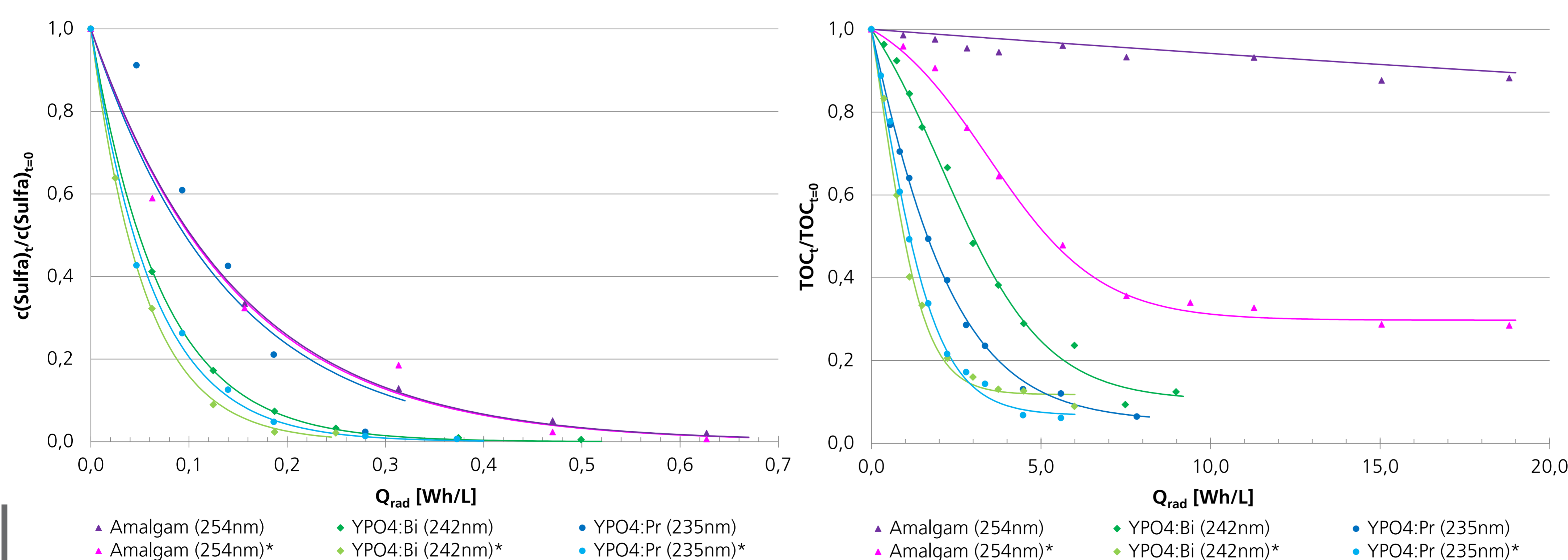


Abbildung 3: Abbau des Sulfamethoxazols (links) bzw. aller organischen Stoffe (TOC, rechts) bei der Photolyse und Photooxidation (*) in Abhängigkeit von der pro Volumen eingetragenen Strahlungsenergie



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Projektes Fluoro-UV (01LY1303C).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt www.DLR.de/sf www.DLR.de/energie
Institut für Solarforschung | Solare Verfahrenstechnik | Linder Höhe | 51147 Köln |
* Telefon +49 2203 601-2415 | Telefax +49 2203 601-4141 | anke.nietsch@dlr.de

