

Photochemischer Abbau von Ibuprofen mit Phosphorkonvertierten Xenon-Entladungslampen

Anke Nietsch, Christian Jung

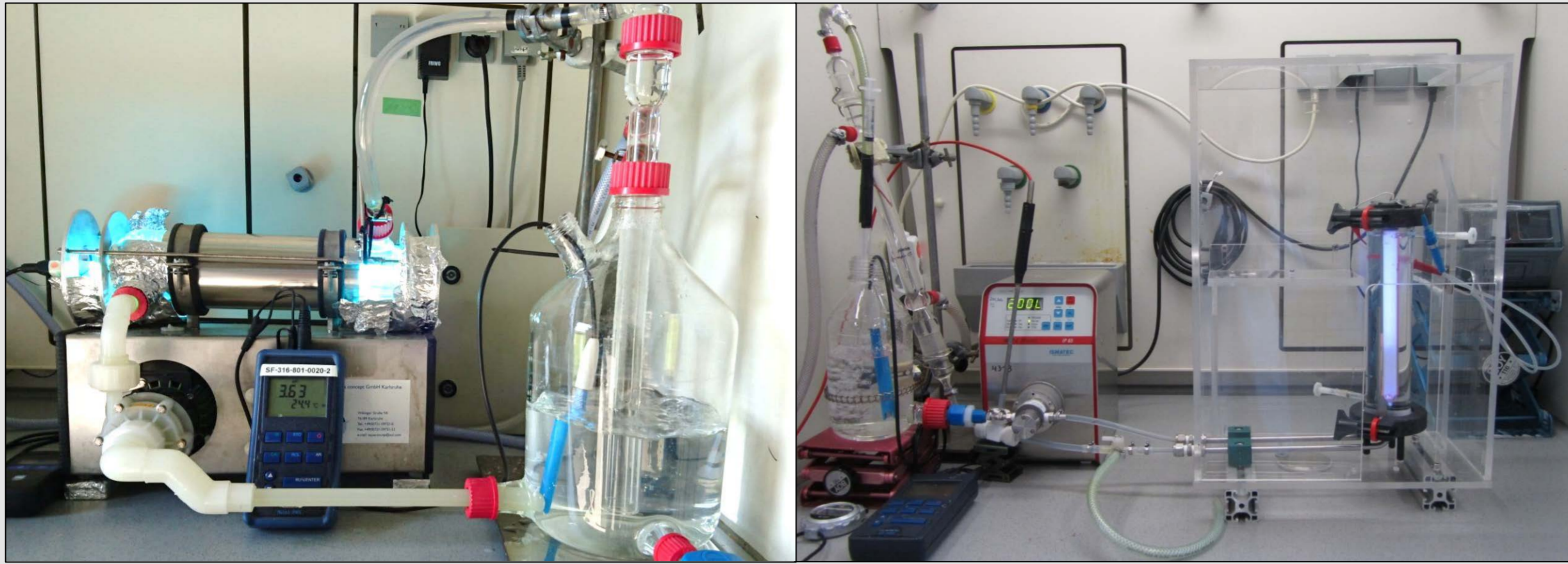


Abbildung 1: Versuchsaufbau zum Abbau von Schmerzmitteln (hier: Ibuprofen)
Links klassischer UVC Strahler, rechts Phosphor-konvertierte Xenon-Entladungslampe

Motivation und Ziel

Der Eintrag anthropogener Spurenstoffe in die Umwelt ist unerwünscht. Problematisch sind bspw. in Abwässern enthaltene Medikamentenrückstände. Die Reinigung gelingt mit UVC-Strahlung, die bisher bspw. mit Quecksilber-haltigen Amalgamstrahlern erzeugt wird. Xenon-Excimerlampen liefern UVC-Strahlung ohne toxisches Quecksilber. Die aus Xenon-Excimeren emittierte Strahlung ist mit 172nm extrem kurzwellig. Mit neuen speziellen Phosphoren kann sie in längere Wellenlängen konvertiert und somit effizienter zur Wasserbehandlung eingesetzt werden.

Durchführung und Ergebnisse

Die neuen Xe-Phosphor-Lampen werden in einem Tauschschicht-Reaktor mit einem Amalgamstrahler im Annularreaktor im Rezirkulationsbetrieb verglichen (s. Abbildung 1). 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. Eine Ibuprofenlösung (20mg/L) dient dabei als Modellabwasser. 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 von Ibuprofen 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 & YPO₄:Pr) wird deutlich weniger Energie als mit dem Amalgamstrahler benötigt (s. Abbildung 2 und Abbildung 3), d. h. vergleichbare bzw. bessere Reinigungsergebnisse werden mit den neuen Lampen und ohne den Einsatz von Quecksilber erreicht.

Diskussion

Bei der Photolyse mit dem Amalgamstrahler wird eine Strahlungsenergie von 17Wh/L benötigt, um den TOC um 20% zu reduzieren (s. Abbildung 3, extrapoliert). Mit den YPO₄:Bi & YPO₄:Pr konvertierten Xe-Lampen sind 2 bzw. 1Wh/L nötig. Für eine 90%ige TOC-Reduzierung mittels der Xe-Lampen ist eine Strahlungsenergie von 4 bzw. 2Wh/L erforderlich. Durch den zusätzlichen Einsatz von Wasserstoffperoxid kann der TOC mit dem Amalgamstrahler mit 11Wh/L zu 90% abgebaut werden. Bei den Xe-Excimerlampen (YPO₄:Bi & YPO₄:Pr) mit 10 bzw. 6Wh/L und bei der Photooxidation 6 bzw. 4Wh/L.

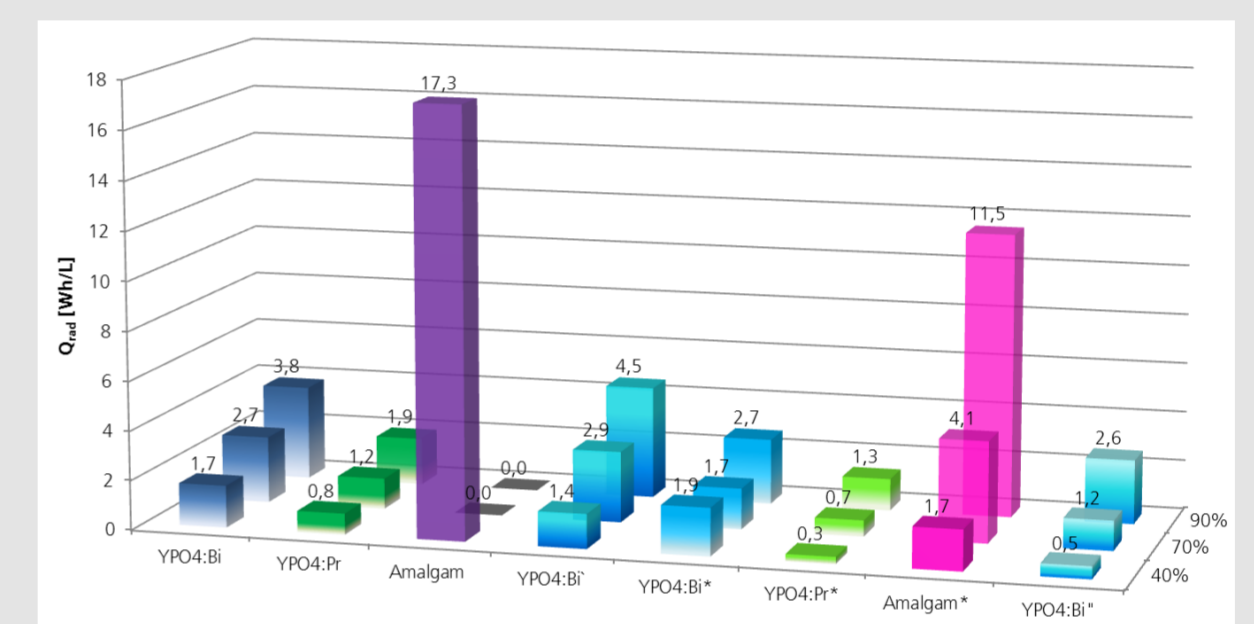


Abbildung 2: Erforderliche Strahlungsenergie der verschiedenen Leuchtmittel bei 40, 70 & 90% TOC Reduzierung beim Abbau von Ibuprofen mittels Photolyse & Photooxidation*

Zusammenfassung

Mit YPO₄:Bi oder YPO₄:Pr konvertierte Xe-Excimerlampen degradieren Ibuprofen und dessen Intermediate in Bezug auf die Strahlungsenergie und die aufzuwendende elektrische Energie effizienter als Amalgamlampen. Bei der Photolyse können mehr als 91% CO₂ und bei der Photooxidation 80% CO₂ eingespart werden bei gleicher Reinigungsleistung und identischem Wirkungsgrad.

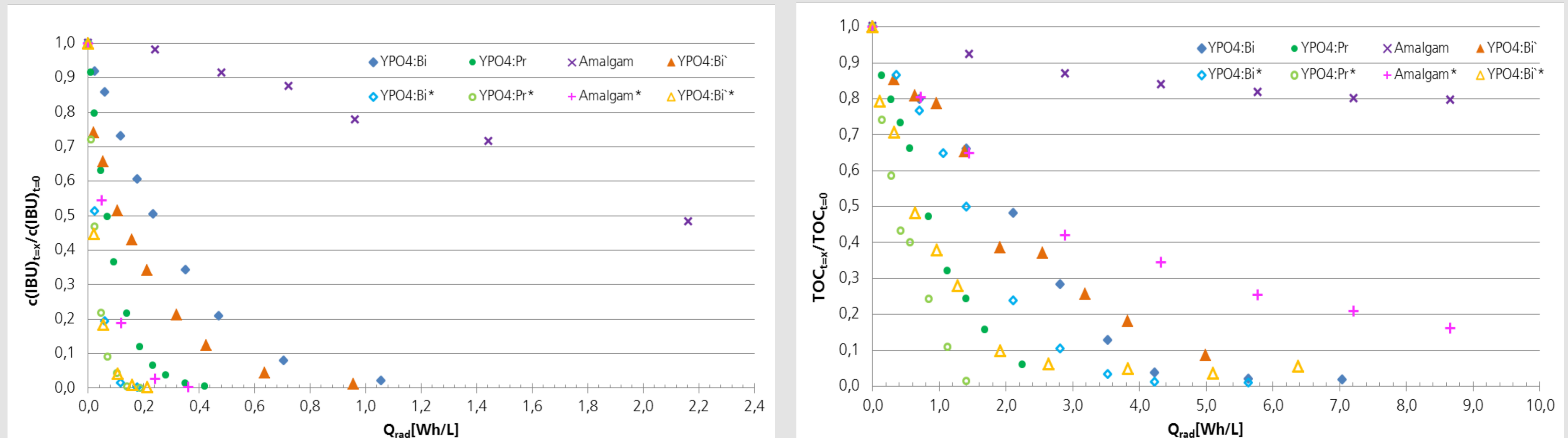


Abbildung 3: Abbau Ibuprofen (oben) bzw. aller organischer Stoffe (TOC, unten) bei der Photolyse & Photooxidation* in Abhängigkeit von der pro Volumen eingetragenen Strahlungsenergie

Kontakt: **Institut für Solarforschung** | Abteilung Solare Verfahrenstechnik | 51147 Köln | Anke Nietsch

Telefon: 02203/601 2415 | E-Mail: Anke.Nietsch@dlr.de