

Adsorption von Inhalationsanästhetika aus Umgebungsluft

Jan Hojak¹, Dirk Bucher¹, Christoph Pasel¹, Dieter Bathen^{1,2}

¹ Thermische Verfahrenstechnik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg

² Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA), Bliersheimer Str. 60, 47229 Duisburg

Motivation & Zielsetzung

In der klinischen Anästhesie werden die halogenierten Ether Isofluran, Desfluran und Sevofluran als Inhalationsanästhetika verwendet. Aufgrund von Leckagen an Geräten und der Expiration der Patienten treten sie in der Raumluft von Operationssälen und Aufwächrräumen auf. Da diese Substanzen bereits in geringen Konzentrationen Ermüdungserscheinungen beim klinischen Personal hervorrufen, ist eine Abtrennung aus der Raumluft erforderlich. Hierzu eignen sich prinzipiell adsorptive Prozesse.

Bislang wurde die Adsorption von Inhalationsanästhetika an kommerziellen Adsorbentien aus trockener Luft untersucht. Um den Einfluss der Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen, wird in diesem Forschungsprojekt erstmalig auch die Mehrkomponentenadsorption von Wasser und Inhalationsanästhetikum experimentell untersucht. Die relative Feuchte soll dabei wie in der Raumluft von Operationssälen im Bereich von 50 % bis 60 % liegen.

Experimentelles

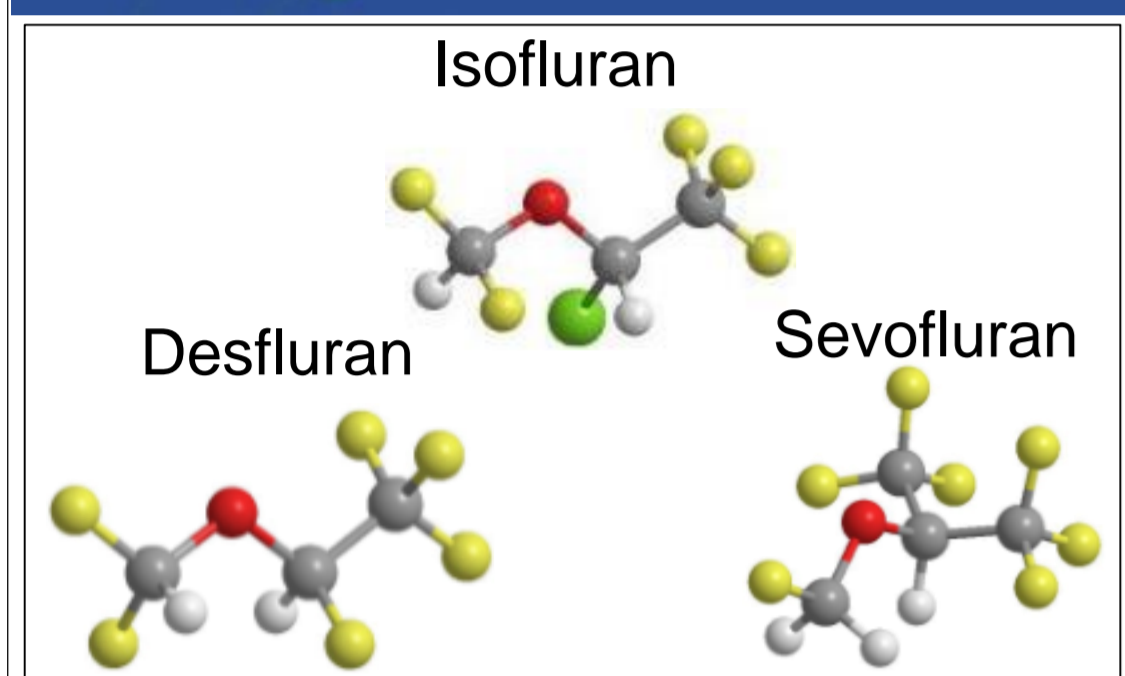


Abbildung 1: Adsorptivmoleküle
Grau – C; weiß – H; rot – O;
grün – Cl; gelb – F

Tabelle 1: Ausgewählte Stoffeigenschaften

	Dipolmoment	Molare Dichte (l)	Kritischer Durchmesser	Siedepunkt
Isofluran C ₄ H ₇ ClF ₂ O	1,67 D	7,860 mol/l	5,4 Å	48,5 °C
Desfluran C ₄ H ₇ F ₃ O	-	8,720 mol/l	5,3 Å	22,8 °C
Sevofluran C ₄ H ₈ F ₂ O	2,33 D	7,596 mol/l	7,1 Å	58,5 °C



Abbildung 2: Foto der gekapselten Versuchsanlage



Abbildung 3: Prozessschema

Zeitlicher Verlauf eines typischen Experimentes

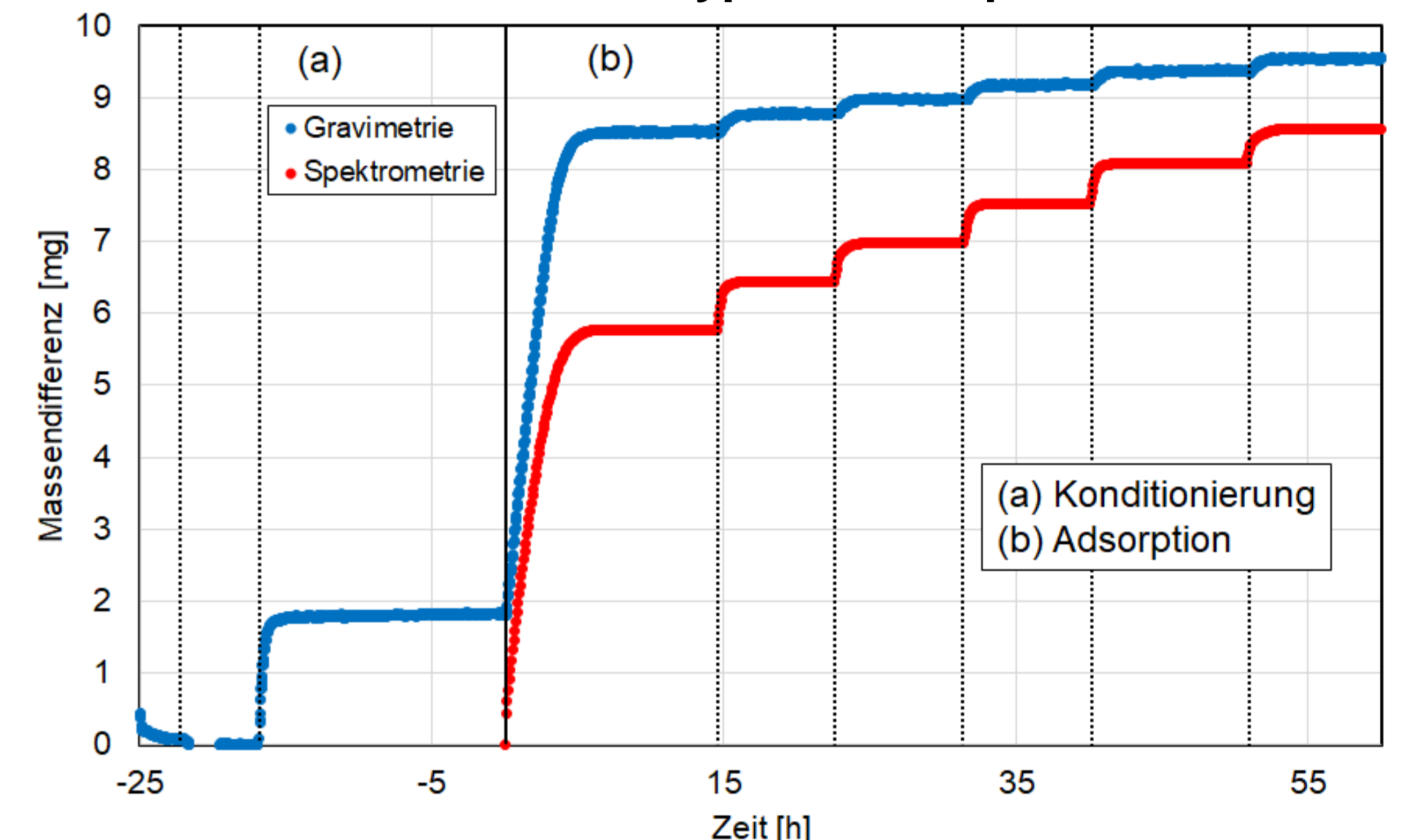


Abbildung 4: Segmente eines typischen Versuches:
(a) Konditionierung und Beladung mit Wasser
(b) Adsorption der Inhalationsanästhetika bei 25 °C

Ergebnisse & Diskussion

Adsorption aus trockenem Trägergas:

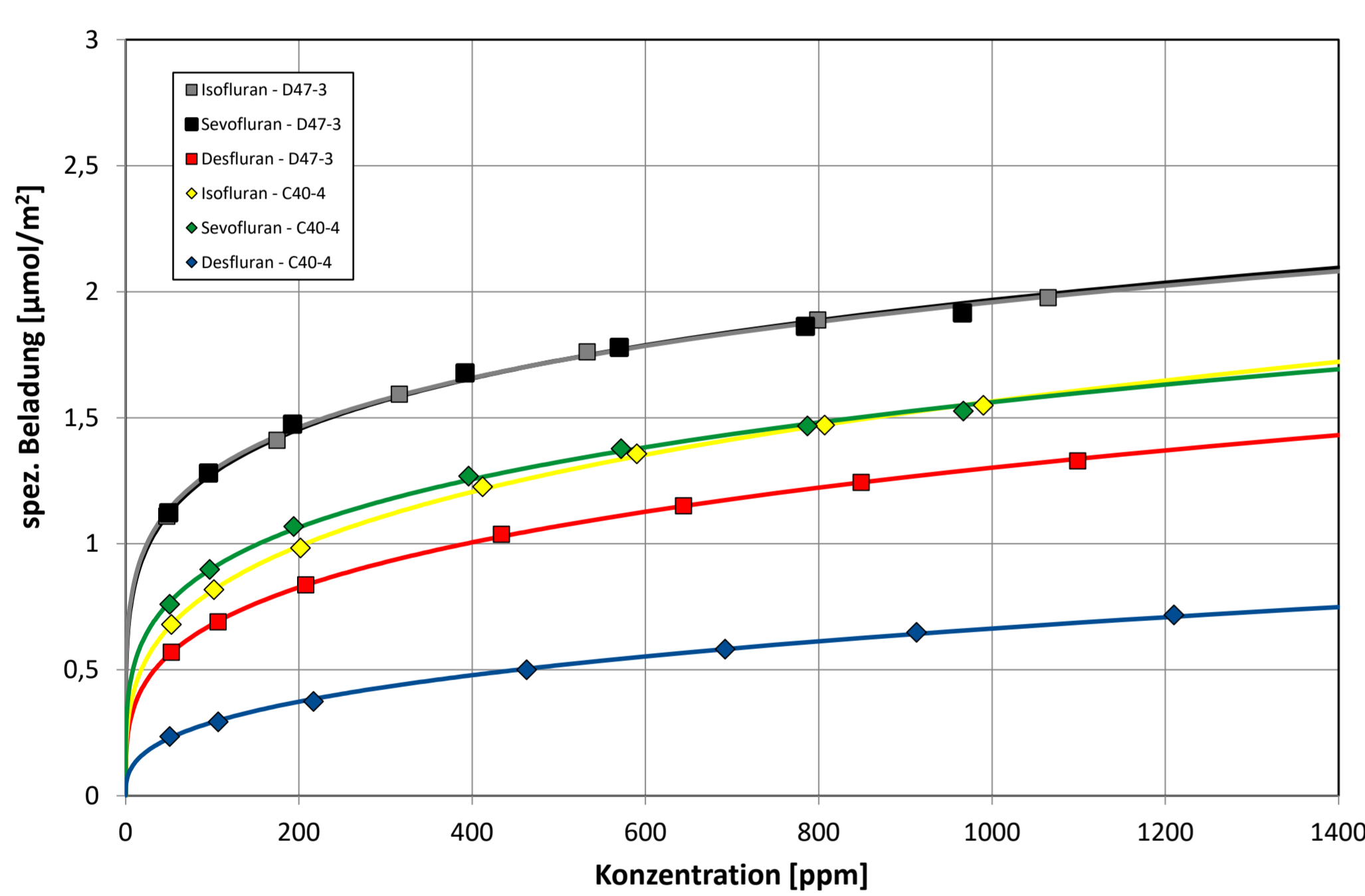


Abbildung 5: Adsorptionsisothermen der Flurane an Aktivkohlen

- Aktivkohlen eignen sich zur Adsorption von Inhalationsanästhetika
- Die mikroporöse Aktivkohle D47-3 zeigt höhere Kapazitäten als C40-4
- Desfluran zeigt die geringsten Adsorptionskapazitäten
- Leichter Rückgang der Adsorptionskapazität bei 50 % r.F.
- Starker Rückgang der Kapazität an D47-3 bei 60 % r.F.
- IAST beschreibt die Mehrkomponentenadsorption nur unzureichend

Adsorption aus feuchtem Trägergas:

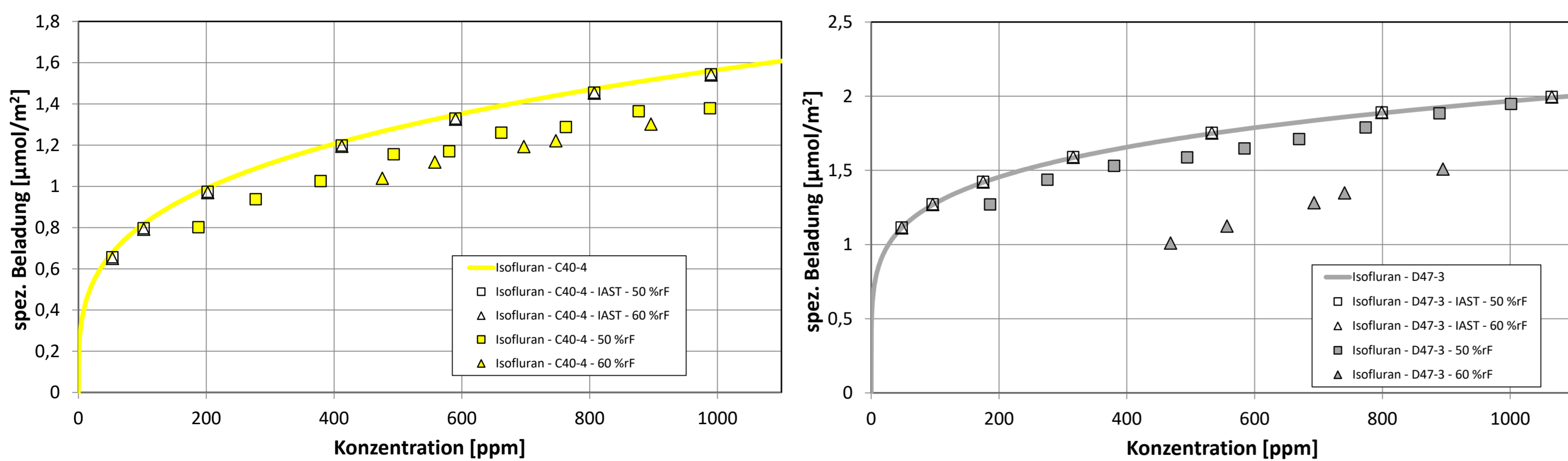


Abbildung 6: Gemessene Adsorptionsisothermen von Isofluran an Aktivkohlen in trockener und feuchter Atmosphäre sowie mit IAST berechnete Werte



Abbildung 7: Shimadzu GCMS-QP2010 Ultra

Gaschromatograph-Massenspektrometer:

- Messintervall: 4 min
- Keine Beschränkung auf bestimmte Stoffklassen
- Auftrennen und analysieren von Gemischen möglich
- Kalibration auf Probegas erforderlich



Abbildung 8: TESTA FID 2010 T

Flammenionisationsdetektor:

- Messintervall: 1 s
- Nur Kohlenwasserstoffe
- Kalibration auf Propan
- Responsefaktoren benötigt
- Magnetschwebewaagen ermöglichen die genaue Bestimmung unbekannter Responsefaktoren

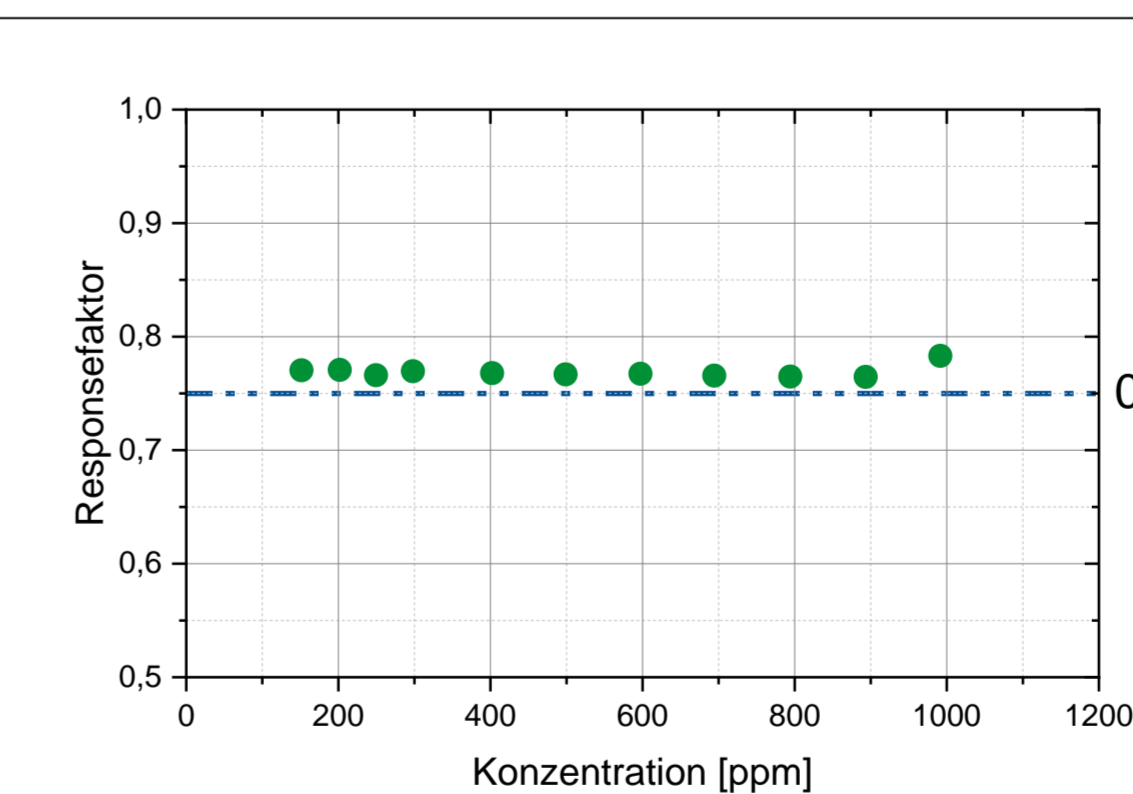


Abbildung 9: Vermessener Responsefaktor von Diethylether (R_{TESTA}=0,75)

Bestimmung von Responsefaktoren

$$R = \frac{\eta_{\text{Kohlenstoff, Propan}} \cdot X_{\text{FID, gemessen}}}{\eta_{\text{Kohlenstoff, Messgas}} \cdot X_{\text{MSW, berechnet}}}$$

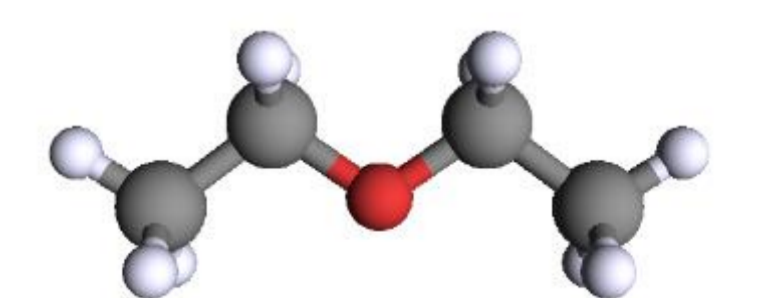


Abbildung 10: Moleküldarstellung Diethylether

Resümee und Ausblick

Inhalationsanästhetika adsorbieren an Aktivkohlen vorwiegend in Mikroporen im Bereich des kritischen Moleküldurchmessers. Dispersionswechselwirkungen sind hierbei dominierend. Energetisch günstige Adsorptionsplätze werden bei der Koadsorption von Wasser besetzt, sodass die Kapazität für Isofluran in feuchter Atmosphäre unterhalb jener in trockener Atmosphäre liegt.

Im weiteren Projektverlauf sollen alle drei Anästhetika in feuchter Atmosphäre vermessen sowie weitere Adsorbentien untersucht werden. Speziell an diesen Anwendungsfall angepasste Adsorbentien stehen hierbei im Fokus. Eine Option könnten neuartige Bornitrid-Materialien sein, da ihre Porenstruktur und Oberflächenchemie gezielt beeinflusst werden kann.

Danksagungen

Der Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Duisburg-Essen bedankt sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung (INST 20876/103 und Ba 2012/13-1) und bei der Firma CarboTech AC GmbH für die Bereitstellung der Aktivkohlen.

Gefördert durch

