

Anwendungsmöglichkeiten von Kaltplasmen in Schweinebeständen

Ronny Brandenburg, Veronika Hahn, Michael Schmidt,
Eric Timmermann, Bernd Deutsch* und Jürgen F. Kolb
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP)
**PlasmaComplete GmbH Adelebsen*

56. Tagung des Arbeitskreises Tiergarten
23. - 25.4.2026



Plasma: Der „vierte Aggregatzustand“



Festkörper



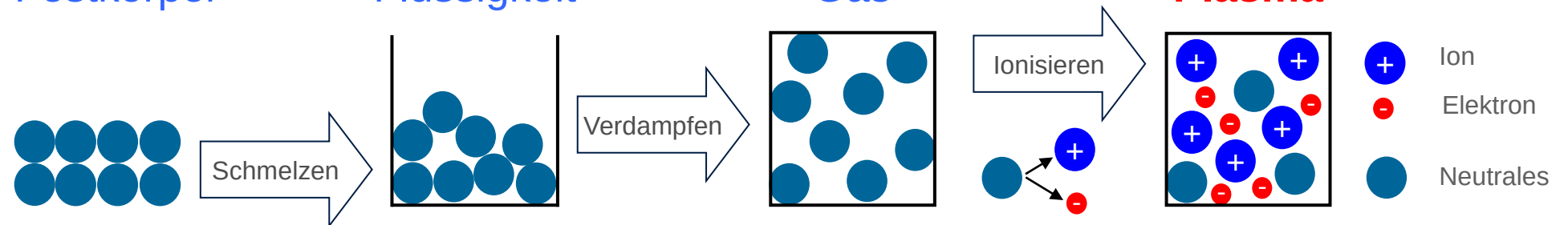
Flüssigkeit



Gas

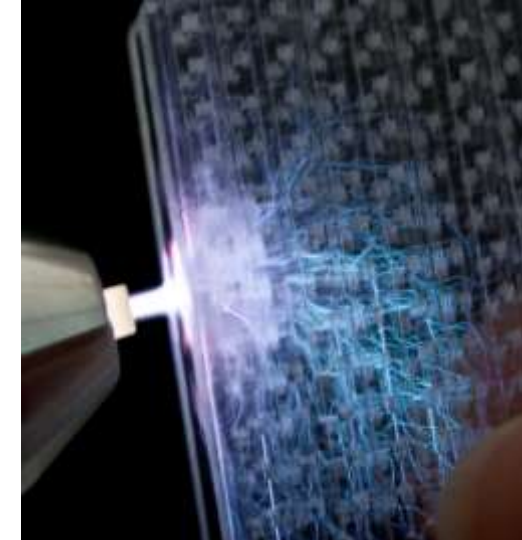
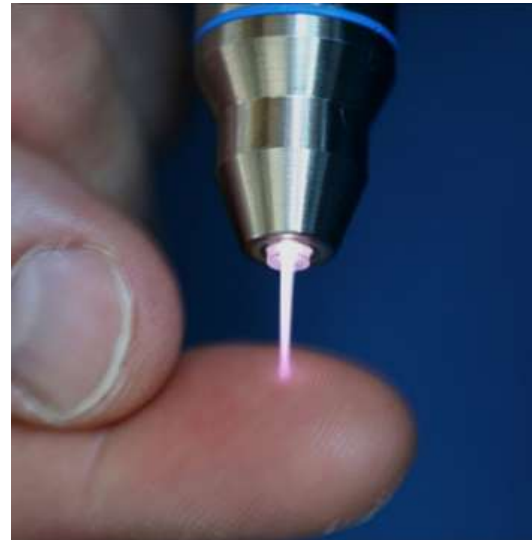
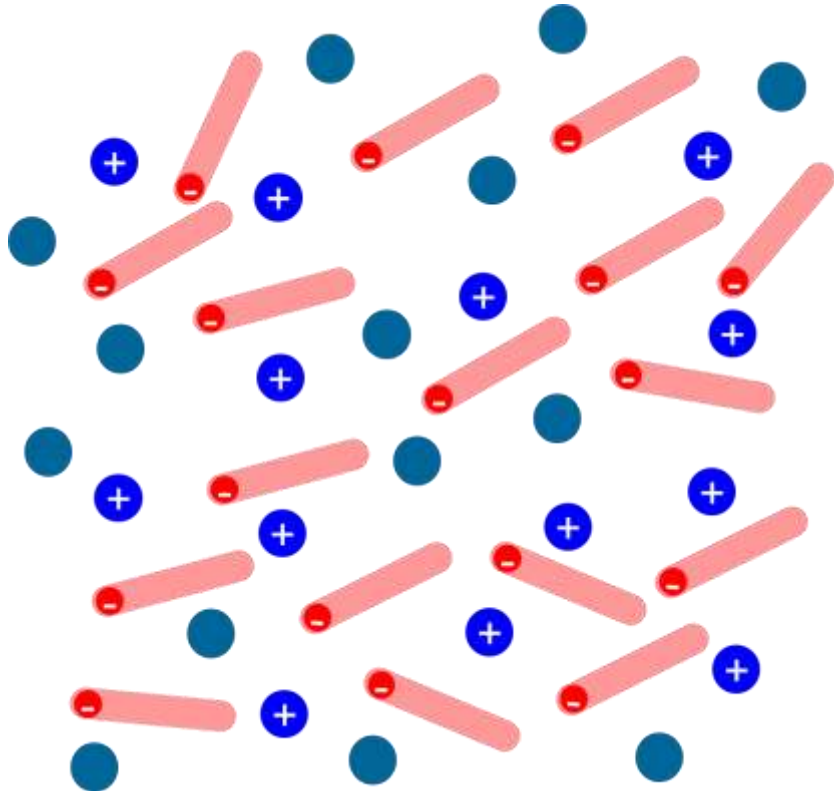


Plasma



99 % der sichtbaren Materie befinden sich im Plasmazustand

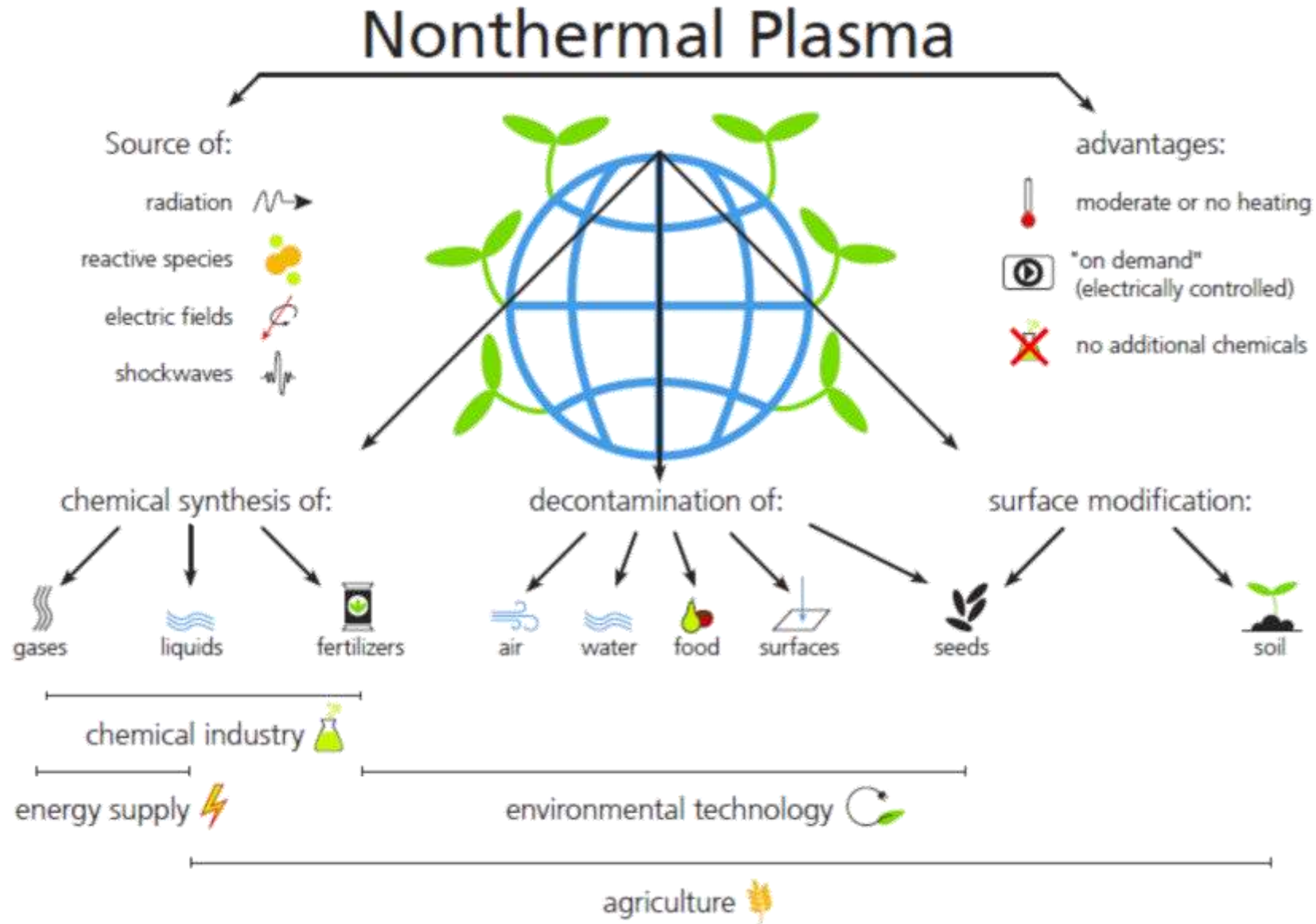
Nicht-thermisches Plasma



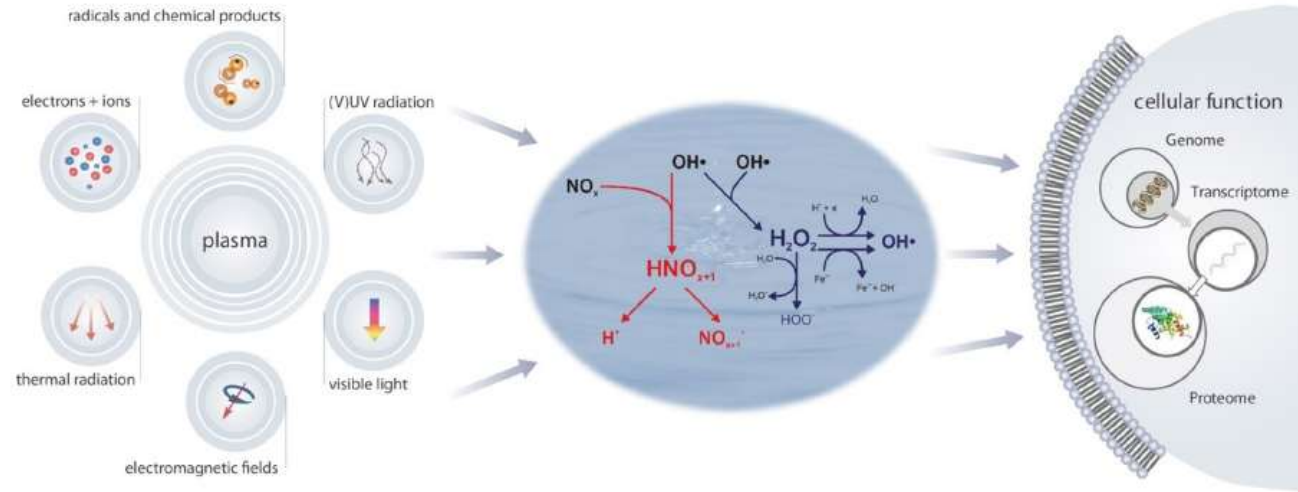
Energieaufnahme im elektrischen Feld erfolgt i.W. durch die leichteren Elektronen, deren mittlere kinetische Energie ("Temperatur") höher als die der schweren Ionen und Neutralteilchen ist

- "Kaltplasma" → Gastemperatur moderat ($< 50\text{ °C}$)
- Energiereiche Elektronen → Reaktive Spezies

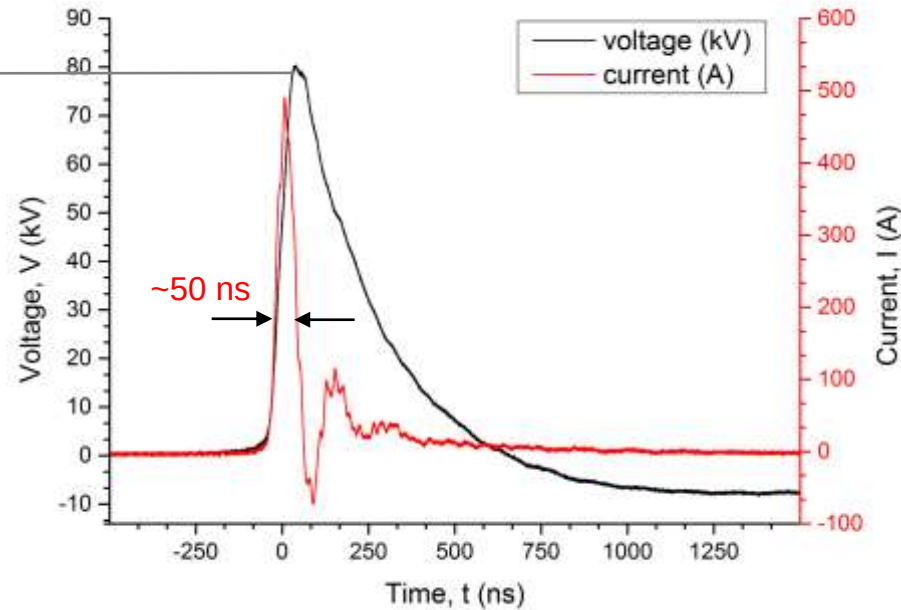
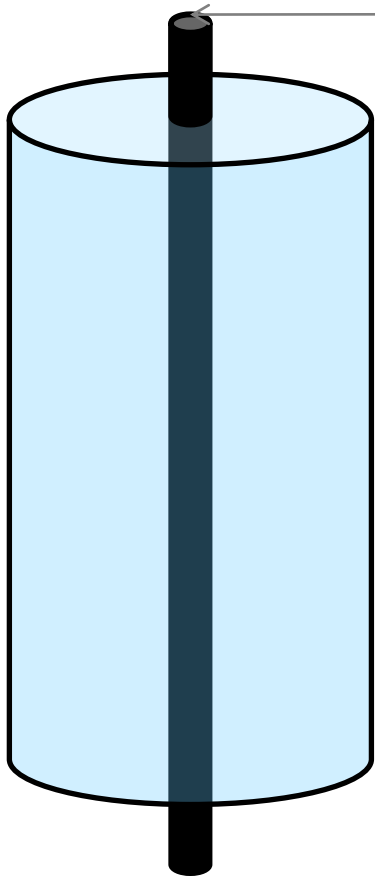
Nicht-thermische Plasmen: Eigenschaften und Anwendungsbereiche



Plasmamedizin: Therapeutische Anwendungen (Dermatologie, Wunden)



Erzeugung von Plasmen in Flüssigkeiten (z.B. Wasser)



- Wasserreinigung
z.B. Legionellen, pharmazeutische Rückstände, Kontrastmittel
- Chemische Synthesen
z.B. Nanoröhren, Graphene

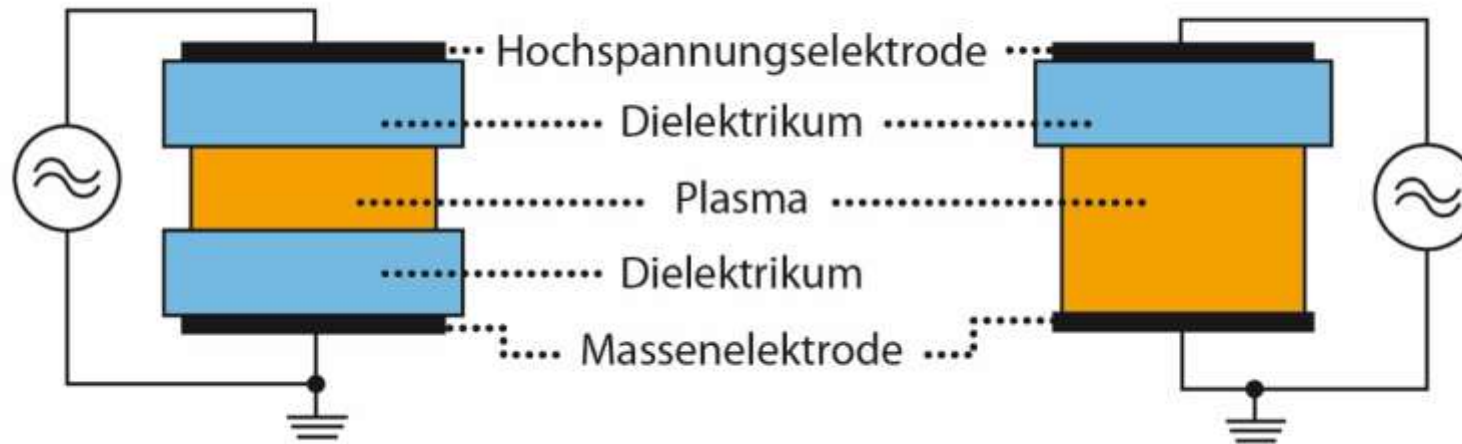
Corona discharge in
methylene blue
solution of
 $\sigma = 23 \mu\text{S/cm}$



47 mm

138 mm

Barrierenentladungen



Werner Siemens
Poggendorfs Ann. Physik
102, 66 (1857)

Isolator im Entladungsspalt:

→ Lokale Aufladung

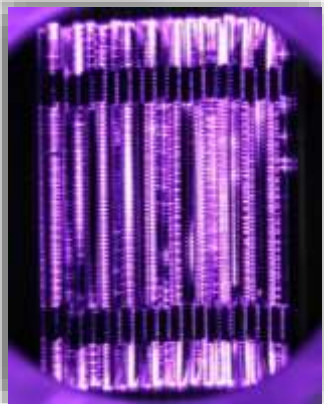
→ Gegenfeld

→ Auslöschung

→ Kein Übergang zum Funken

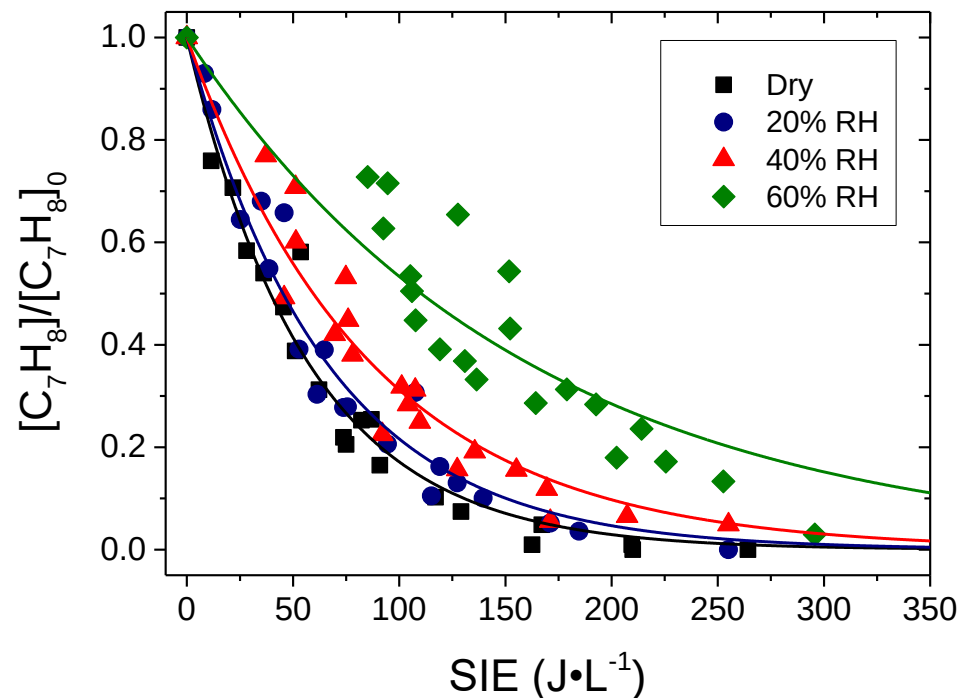


Abbau von VOCs (Beispiel Toluol) mit Barrierenentladung



$$\text{SIE (J} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{P \text{ (W)}}{\text{flowrate (L} \cdot \text{s}^{-1})}$$

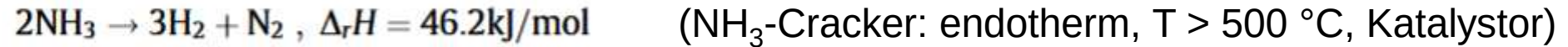
$$\frac{[\text{VOC}]}{[\text{VOC}]_0} = e^{-k_E \cdot \text{SIE}}$$



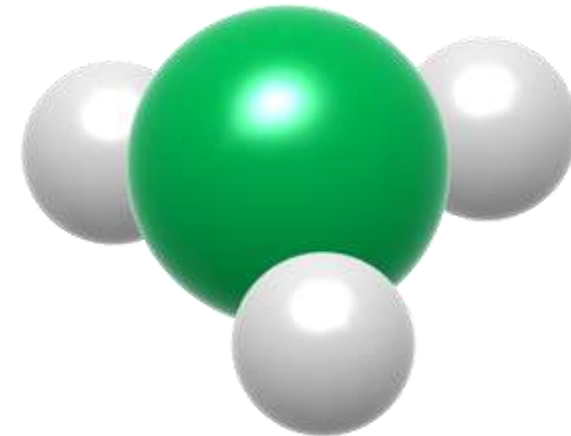
Concentration (ppm)	$k_E \text{ (L} \cdot \text{J}^{-1})$			
	Dry	RH 20 %	RH 40 %	RH 60 %
50 ppm	$1.76 \cdot 10^{-2}$	$1.53 \cdot 10^{-2}$	$1.17 \cdot 10^{-2}$	$0.63 \cdot 10^{-2}$
100 ppm	$1.22 \cdot 10^{-2}$	$0.82 \cdot 10^{-2}$	$0.64 \cdot 10^{-2}$	$0.39 \cdot 10^{-2}$
200 ppm	$0.62 \cdot 10^{-2}$	$0.45 \cdot 10^{-2}$	$0.37 \cdot 10^{-2}$	$0.24 \cdot 10^{-2}$

Oxidativer Abbau über Radikalkettenreaktionen bis zu CO, CO₂ und Wasser

Ammoniak-Abbau mit Plasma



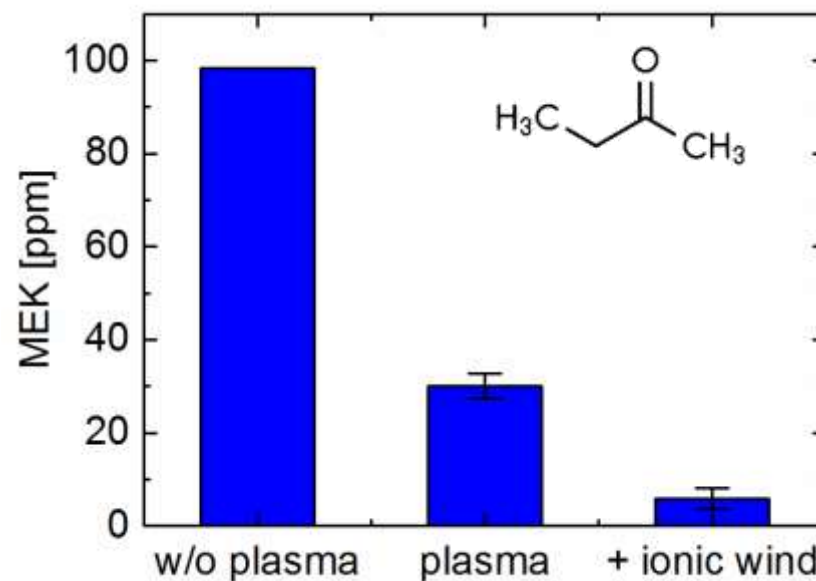
- Abbau sowohl im Luftplasma als auch in Plasmen an Wasseroberflächen möglich
- Sowohl direkte Dissoziation durch Elektronenstoß als auch sekundäre Prozesse über Radikale diskutiert
- Abbau- und Nebenprodukte: NO_x, N₂, H₂O, H₂O₂, NH₄NO₃, HNO₃
- Entfernung aus Tiergülle oder Gaswäschelösungen ebenfalls demonstriert



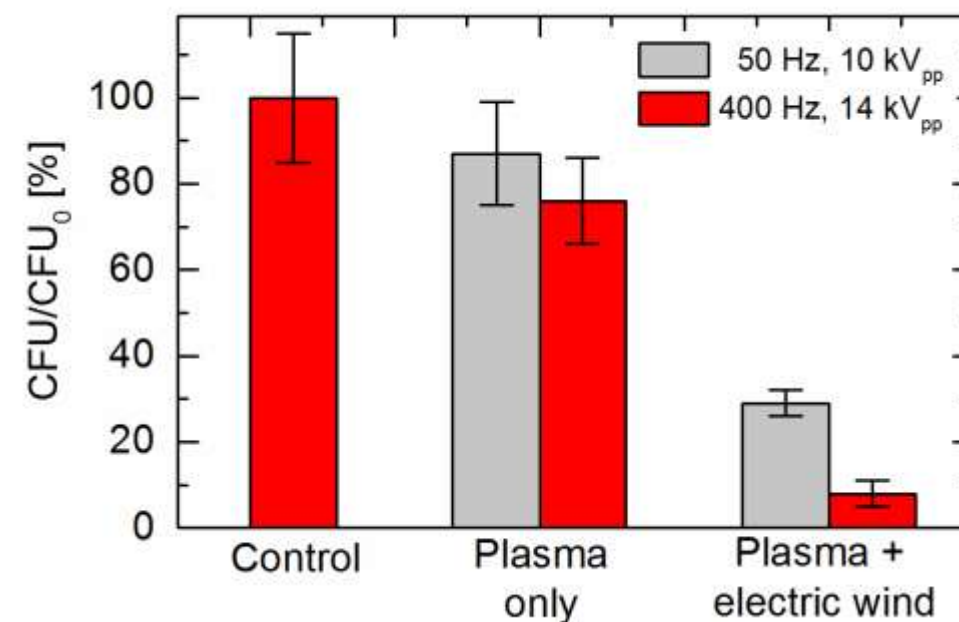
Aerosolabbau und biologische Dekontamination



Effect on Methyl etherketon (MEK)



Effect on airborne bacteria (*E. coli*)



CFU: colony forming units

Optionen für die Luftreinhaltung

Breites Spektrum an Schadstoffen adressiert:

- Feinstaub/Aerosole
- Mikroorganismen/Viren
- Chemische Verbindungen
(NO_x, SO_x, VOCs, Merkaptane, Ammoniak)

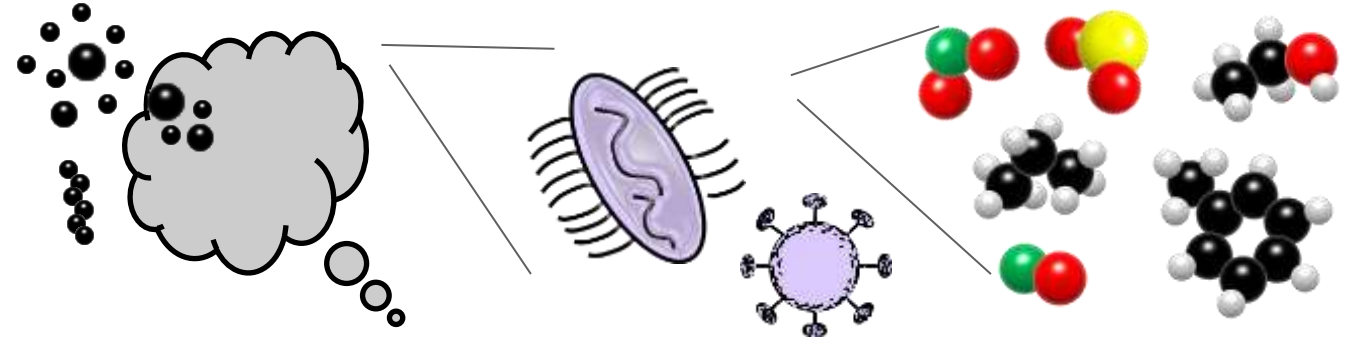
- End-of-Pipe-Verfahren mit geringen Druckverlusten
- Elektrische Steuerung „on demand“

In Industrie etabliert:

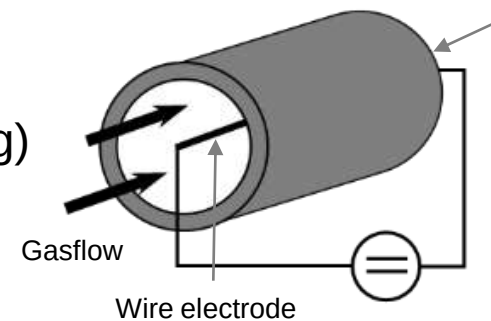
- “Elektrofilter” (Koronaentladung)
- Photooxidation (VUV-Lampen)
- Niedertemperaturoxidation (Ozon/Barrierentladung)
(mehr als 16.500 Tonnen NO_x pro Jahr in USA)
- Geruchsbeseitigung (Barrierentladung)

Weitere Anwendungen

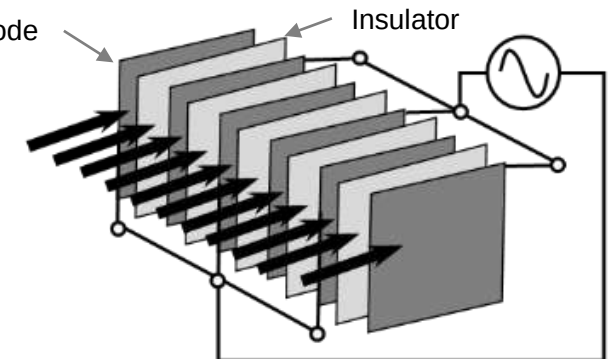
- Elektronenstrahlerzeugte Plasmen
(Pilotanlagen zur Abgasbehandlung)
- Umluftlösungen in Gastronomie und Privathaushalte
für Gerüche und bessere Raumlufthygiene



Cylindrical corona discharge



Planar DBD reactor



DBD:
Dielectric Barrier Discharge

Resumé

- Nicht-thermische Plasmen als vielfältig einsetzbare Technologie
 - Medizinische Anwendungen
 - Wasseraufbereitung
 - Lufthygiene
 - Landwirtschaft (Dünger, Pflanzenwachstum, ...)

- Anwendungen in der Luftreinigung
 - Breites Wirkungsspektrum (Partikel, Aerosole, VOCs/Gerüche, Bakterien)
 - Wirkung geht über Filtration hinaus
 - Sowohl zentral (Abluft) als auch dezentral (“Inselfilter”) umsetzbar
 - Steigerung des Tierwohls
 - Umwandlung von Ammoniak in Stickstoff oder HNO_3 (Dünger)

- Plasmasysteme sehr gut skalierbar auf unterschiedliche Gasdurchsätze und bestehen auch in Tierställen

Contact



Leibniz Institute for Plasma Science and Technology

Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Themenleiter „Clean Air“: Ronny Brandenburg

Phone: +49 - 3834 - 554 3818

E-mail: brandenburg@inp-greifswald.de, Web: www.leibniz-inp.de