

Atmosphärendruckplasmen Neue Verfahren zur Oberflächendekontamination von Lebensmitteln und Verpackungen



Jörg Ehlbeck

Leibniz Institute for Plasma Science and Technology e.V. (INP)

Felix-Hausdorff-Straße 2,

17489 Greifswald,

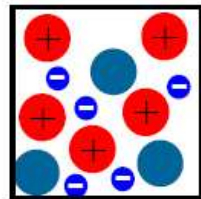
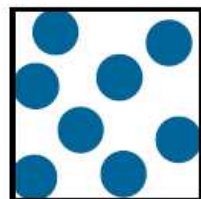
Germany

Telefon: +49 - 3834 - 554 458, Fax: +49 - 3834 - 554 301

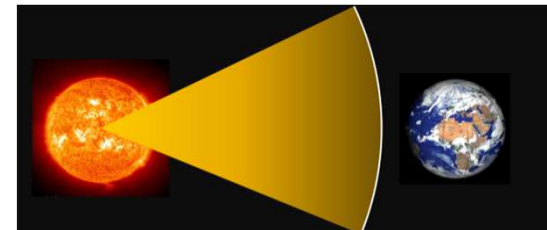
E-Mail: ehlbeck@inp-greifswald.de

Web: www.inp-greifswald.de

Was ist ein Plasma?



Energiezufuhr



1. Übersicht, Stand der Technik

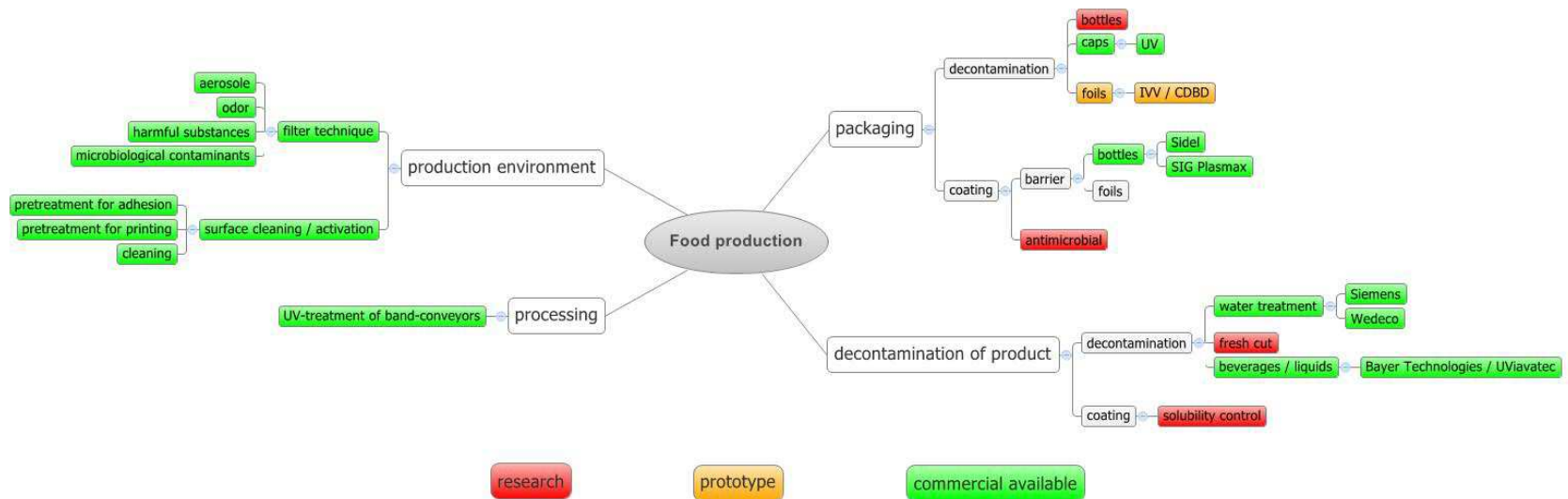
- 1. Anwendungsfelder in der Lebensmittelverarbeitung**
- 2. Umsetzungsbeispiele**
- 3. Sicherheitsüberlegungen und rechtliche Aspekte**

2. Plasmaverfahren

3. Beispiele aus der Forschung

- 1. Verpackungen**
- 2. Obst, Gemüse und Salat**
- 3. Gewürze und Saatgut**
- 4. Fleisch**

4. Zukünftige Herausforderungen



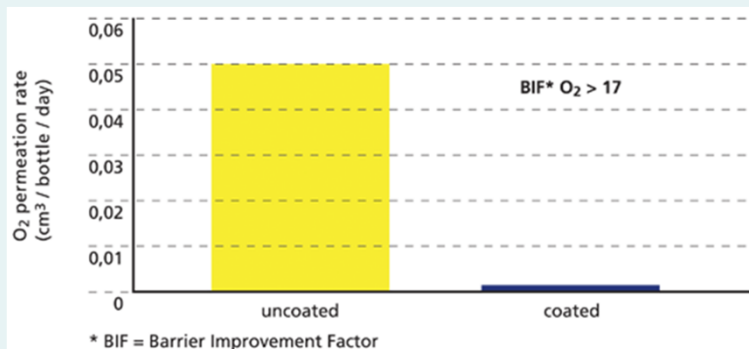
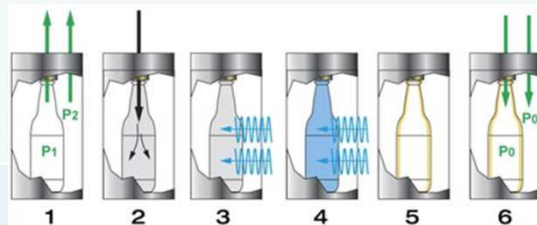
Welche Probleme sollen mittels Plasma gelöst werden?

- Dekontamination (Feinstreinigung, Desinfektion, Sterilisation)
- Beschichtung (Barriere-, Design-, Verschleisschutzschichten)
- Oberflächenaktivierung (Bedruckbarkeit, Verklebbarkeit)

Umsetzungsbeispiele - Barrierschichten

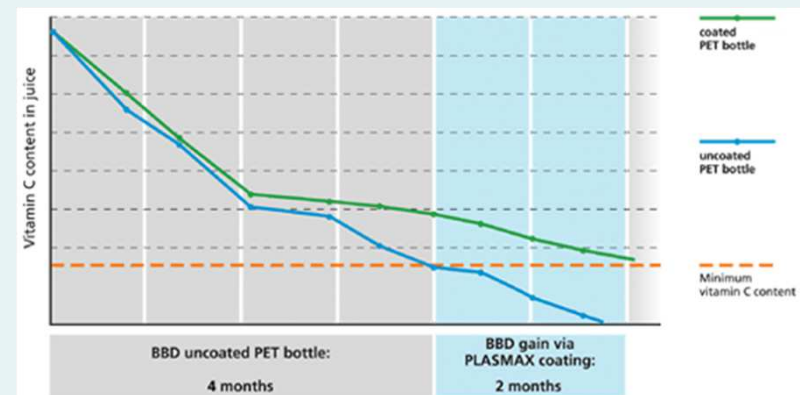
Barrierschicht aus wasserstoffhaltigem amorphem Kohlenstoff

Actis™
Sidel / Tetra Laval Gruppe



Barrierschicht aus Glas (SiO_x)

HiCotec
Schott & Sig Corpoplast



Barrier®M Ultraviolet Drinking Water Disinfection Systems



Uvivatec – Bayer Technologies



Dr. M. Poggel, Dr. S. Schmidt,
Bioprocess Technology



Kalte Verbrennung von Fetten in einer Küchenabzugshaube

Heraeus Noblelight GmbH



UVATEC, Hönle AG



Xeraline, OSRAM

Beispiel: Crème brûlée



....Da bei letzterer Methode die Gasflamme direkt auf die Crème gerichtet ist und Brennprodukte des Gases und v. a. seiner Verunreinigungen sich auch teilweise auf der Crème wiederfinden [...], ist sie unter Puristen umstritten. Da es die günstigste und einfachste Methode ist, erfreut sie sich jedoch steigender Beliebtheit. (aus Wikipedia)

Betrieb mit Edelgas, Energiezufuhr elektrisch,
keine thermischen oder sichtbaren Veränderungen,

→ Novel Food / Nachweis der substantiellen Äquivalenz
→ UV-Bestrahlungsverbot?

- Stellungnahme der SKLM (DFG) zum Thema Plasma
- Opinion on the use of plasma processes for treatment of foods, accepted for publication in Molecular Nutrition & Food Research

1. Übersicht, Stand der Technik

1. Anwendungsfelder in der Lebensmittelverarbeitung
2. Umsetzungsbeispiele
3. Sicherheitsüberlegungen und rechtliche Aspekte

2. Plasmaverfahren

3. Beispiele aus der Forschung

1. Verpackungen
2. Obst, Gemüse und Salat
3. Gewürze und Saatgut
4. Fleisch

4. Zukünftige Herausforderungen

Classification of antimicrobial plasma treatments				
class	subclass	description	Antimicrobial effect	examples
direct	-	Plasma is in direct contact, interaction is based on radiation, charged particles, radicals and toxic substances	Combination of all	Jet- plasmas DBD
semidirect	-	Distance between plasma and substrate is much larger than the mean free path length. No interaction with charged particles. Effect is caused by radiation, long living radicals, metastables or stable toxic substances	No charged particles No short living radicals No excited molecules or atoms	• SDBD with some distance • Sterrad process, hydrogen peroxide activation by plasma
indirect	Radiative	Typical irradiation with UV or VUV-light. No interaction with plasma particles	Radiation induces damages of DNA strains	UV-lamps
	Chemical	Effect is caused by long living radicals, metastables or stable toxic substances	Toxic interaction, oxidation	• Ozone generator for e.g. drinking water purification • Plexc processed air (PPA)

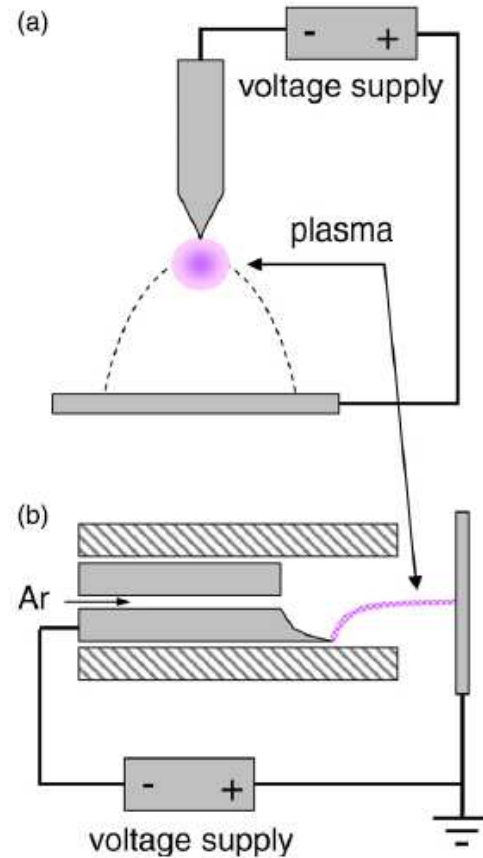


Figure 2. Point-to-plate electrode arrangements for generating a negative dc corona discharge. (a) Plasma is generated at the point of the negative electrode. (b) A thin plasma channel occurs between a pointed negative electrode and a grounded one due to a sufficient argon flow (according to [Scholtz et al \(2010\)](#) and [Bussiahn et al \(2010\)](#)).



Tesafilm



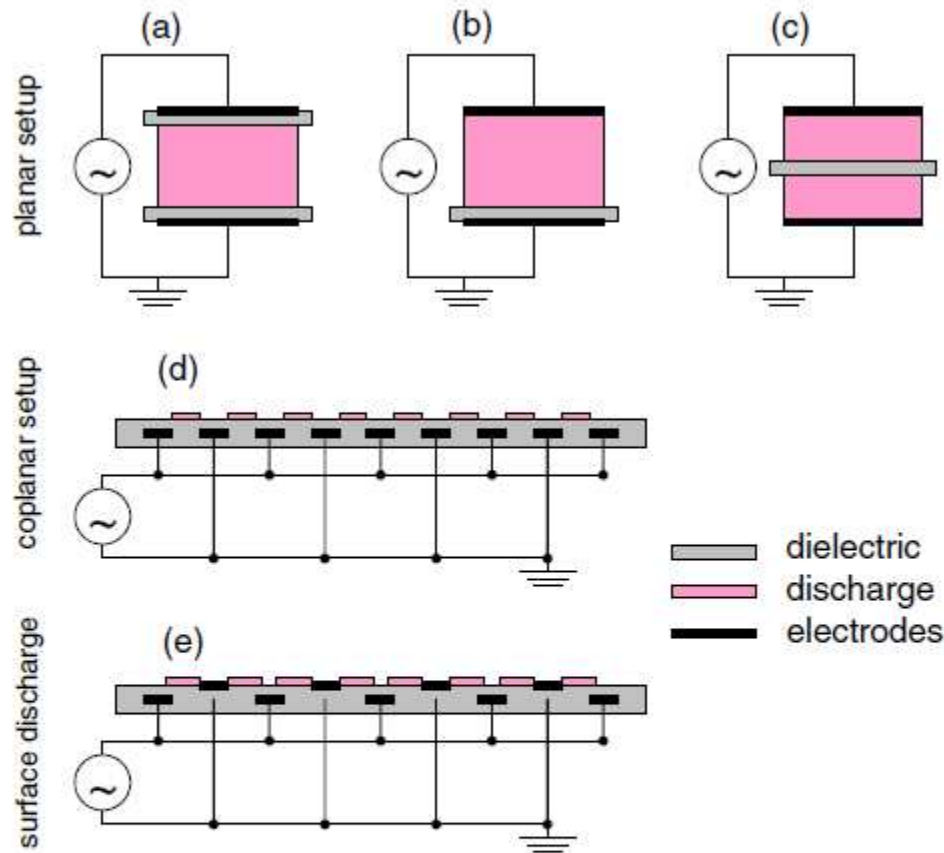
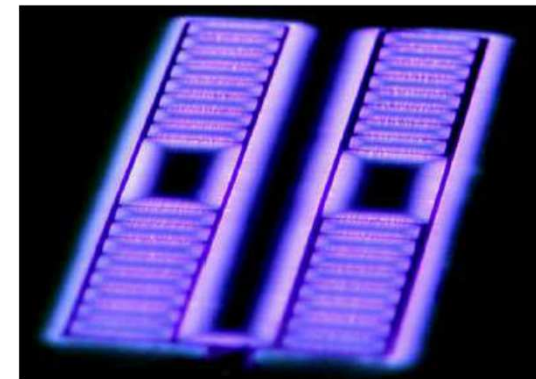
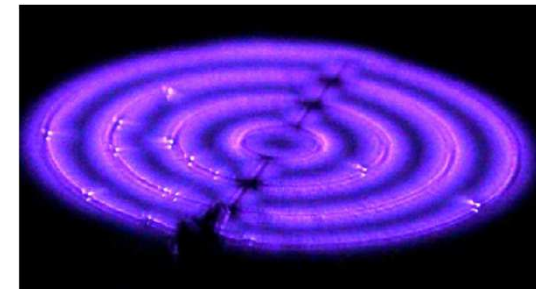
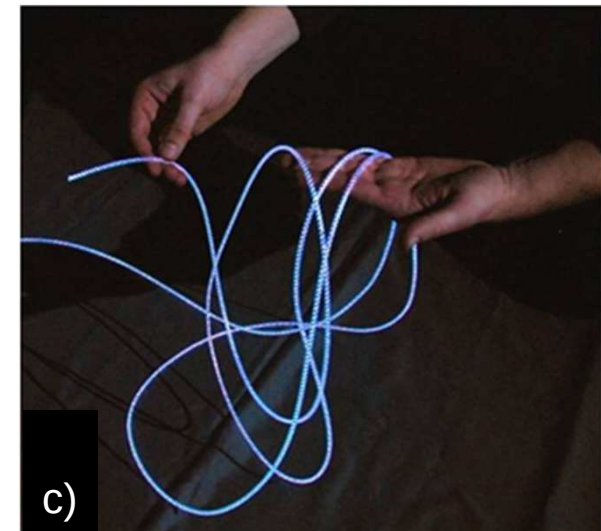
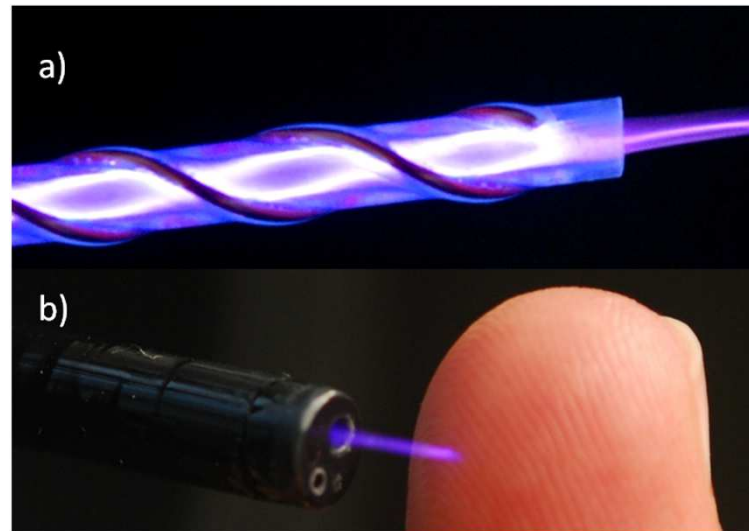
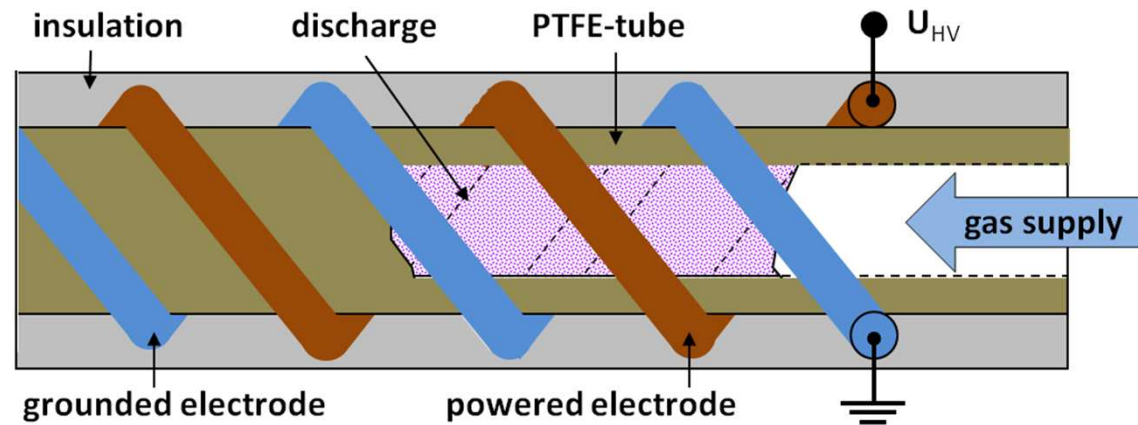


Figure 4. Typical electrode arrangements for DBDs. (a) Planar with dielectric at both electrodes, (b) Planar with only one electrode covered with dielectric, (c) Planar with dielectric in the discharge gap, (d) Coplanar setup where both electrodes are embedded inside the dielectric, (e) Setup for surface discharge generation with one electrode embedded in dielectric (according to [Wagner et al \(2003\)](#)).

ConPlas





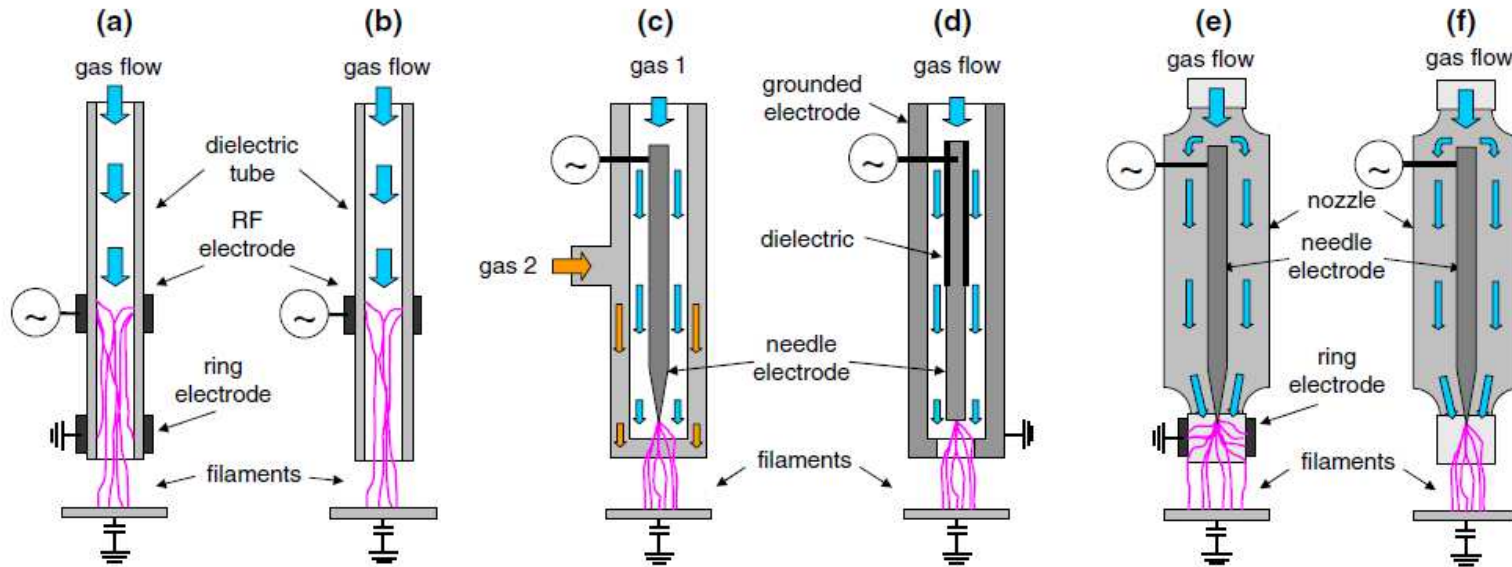


Figure 9. Principle designs for APPJs (a) using one powered and one grounded ring electrode, (b) without grounded ring electrode, (c) as a combination of two tubes where the inner tube is streamed with a noble gas for discharge ignition and the outer tube with a precursor, (d) composed of two coaxial electrodes with a dielectric in between (e) consisting of an inner RF-driven needle electrode and a grounded ring electrode, (f) without grounded ring electrode.



neoplascontrol
solutions for your operations in gases and plasmas

neoplas
tools
surface modifications

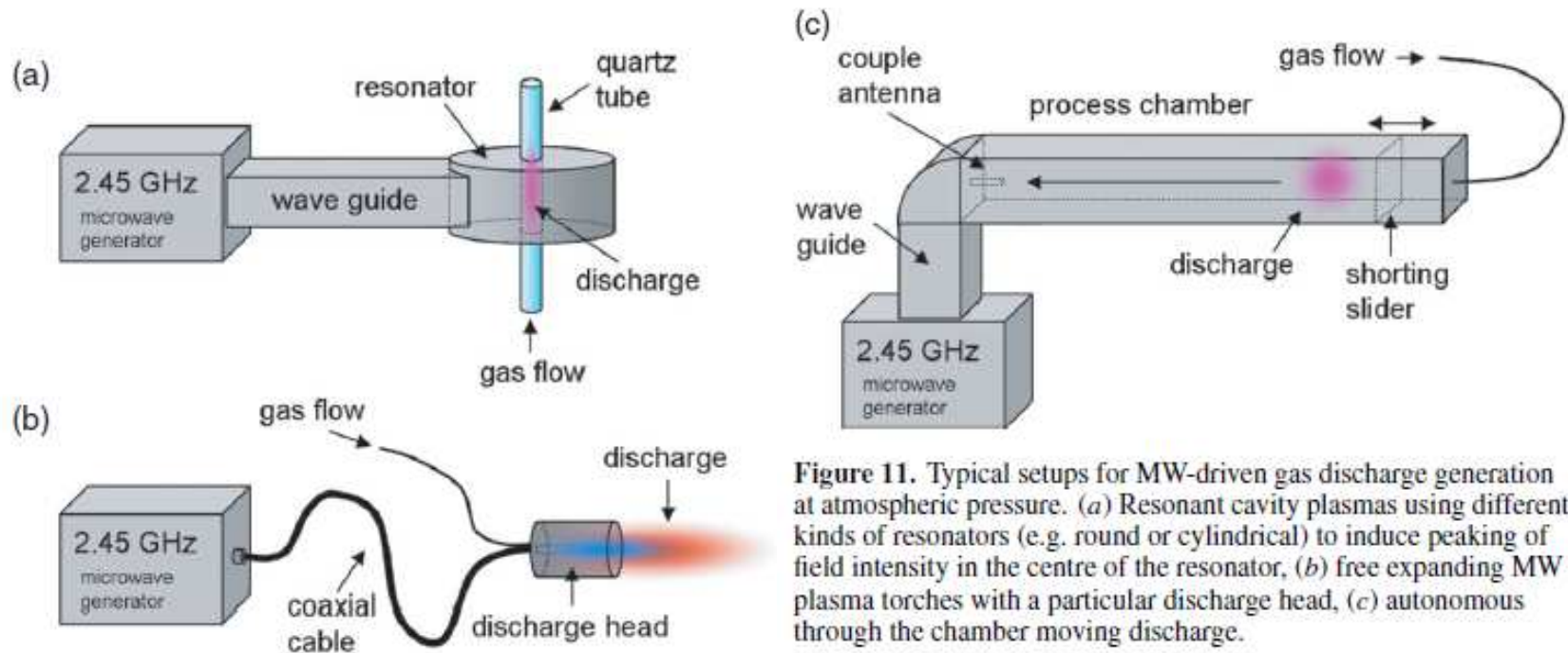
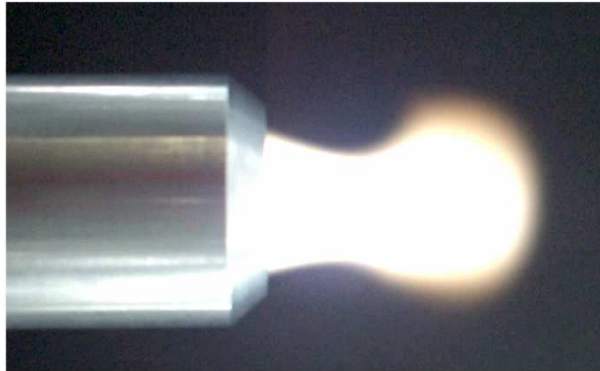


Figure 11. Typical setups for MW-driven gas discharge generation at atmospheric pressure. (a) Resonant cavity plasmas using different kinds of resonators (e.g. round or cylindrical) to induce peaking of field intensity in the centre of the resonator, (b) free expanding MW plasma torches with a particular discharge head, (c) autonomous through the chamber moving discharge.

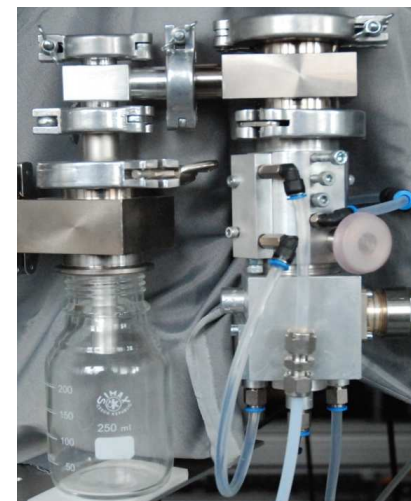
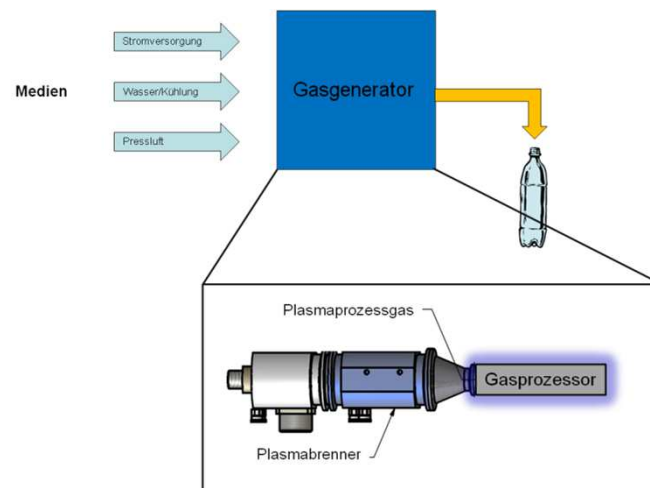
Plasmatorch: PLEXC



Umsetzung:
Batch-Verfahren
für Medizinprodukte



Umsetzung inline für kaltaseptische Abfüllung



InterLabTec 2013, Wappenhalle München

1. Übersicht, Stand der Technik

1. Anwendungsfelder in der Lebensmittelverarbeitung
2. Umsetzungsbeispiele
3. Sicherheitsüberlegungen und rechtliche Aspekte

2. Plasmaverfahren

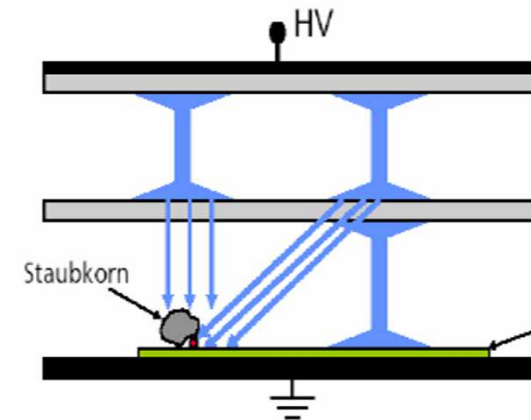
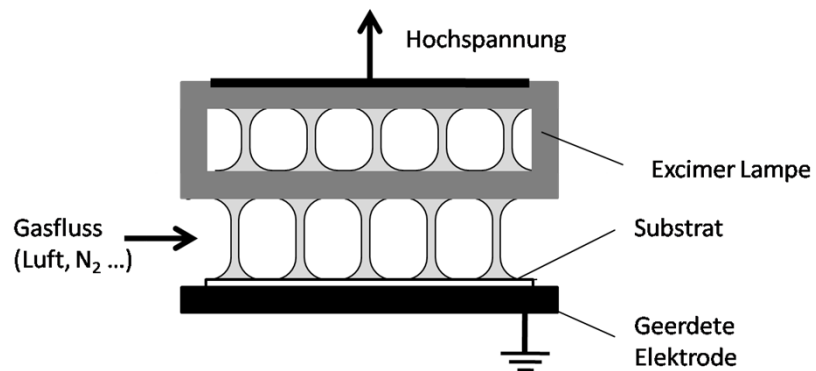
3. Beispiele aus der Forschung

1. Verpackungen
2. Obst , Gemüse und Salat
3. Gewürze und Saatgut
4. Fleisch

4. Zukünftige Herausforderungen

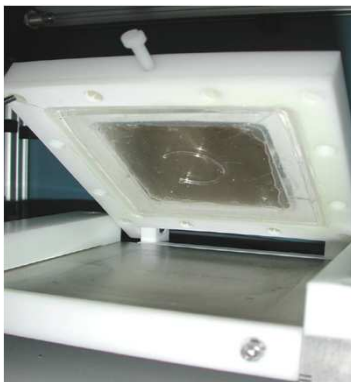
Verpackungen – Folien (CDBD)

Cascaded dielectric barrier discharge (CDBD)

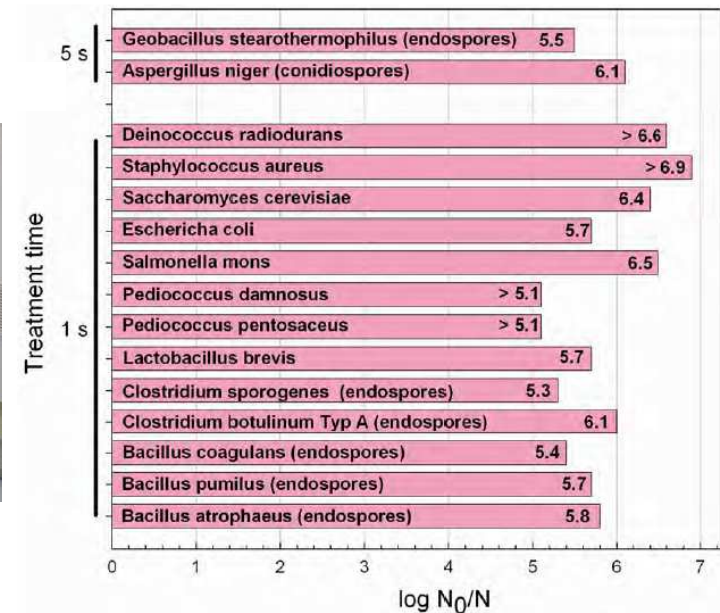


CDBD; 282 nm Excimer; Power 130 W; laboratory air; 2 mm

Patent Fraunhofer ILT



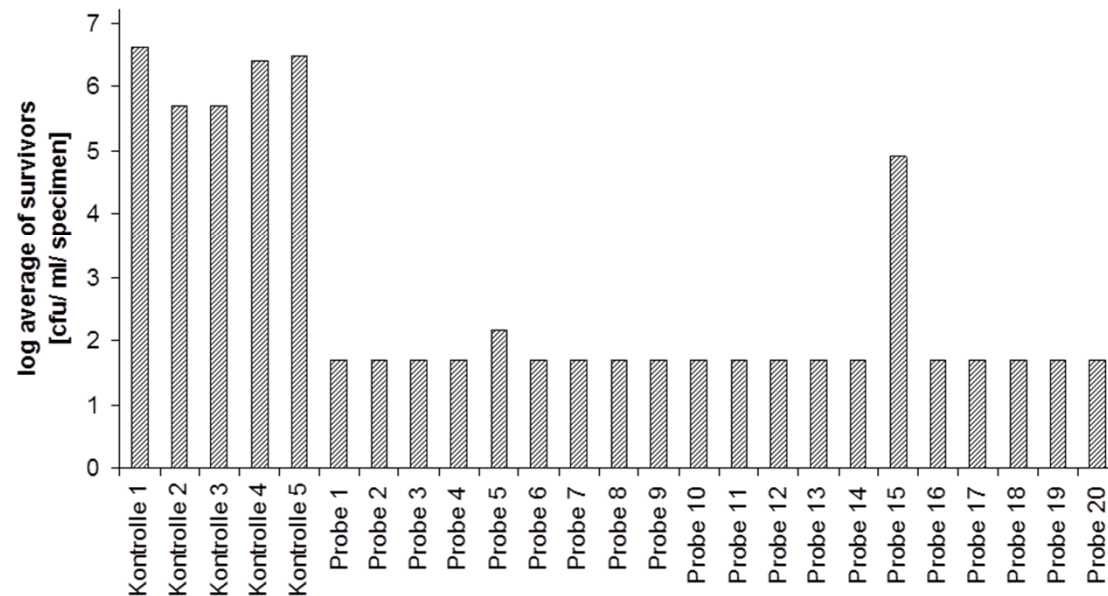
Prototyp Fraunhofer IVV



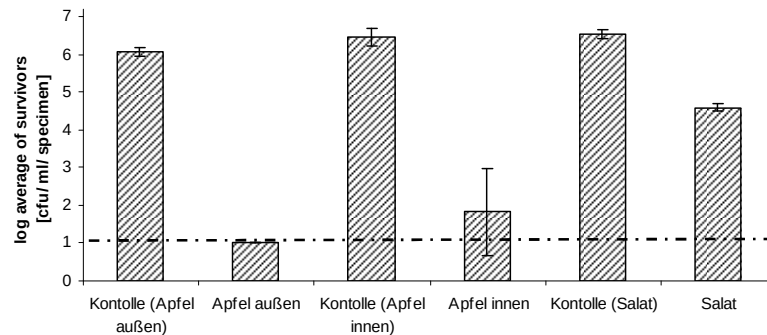


PPA-Technik (Plasma Processed Air)

B. atrophaeus Endosporen
20 s mit plasmaprozessierter Luft behandelt

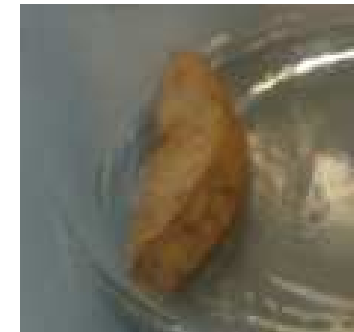
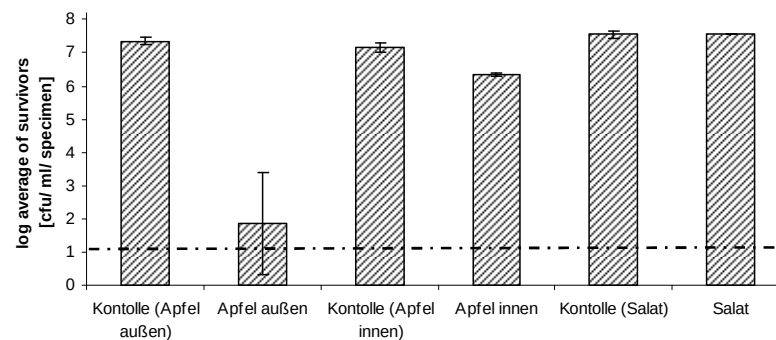


E. coli on fresh-cut food treated with microwave plasma excited air for 15 minutes



Reduktion von 1,93 bis 5,07 log₁₀

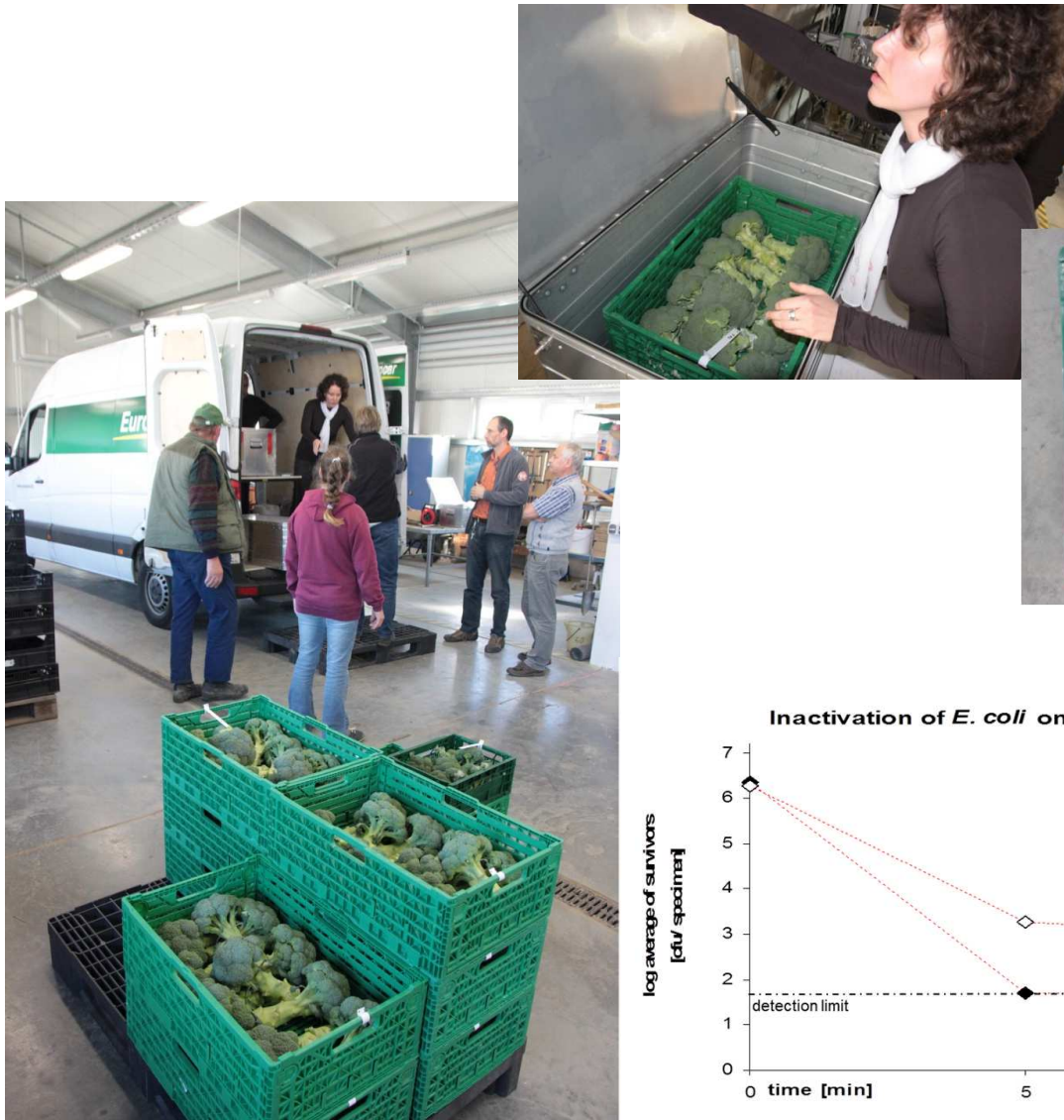
B. atrophaeus endospores on fresh-cut food treated with microwave plasma excited air for 15 minutes



Reduktion von 0 bis 5,48 log₁₀

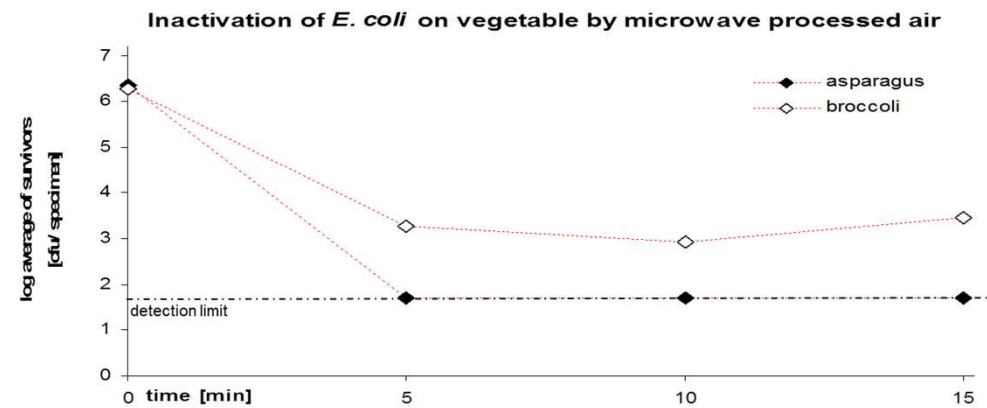


Obst, Gemüse und Salat – Brokkoli (PPA)



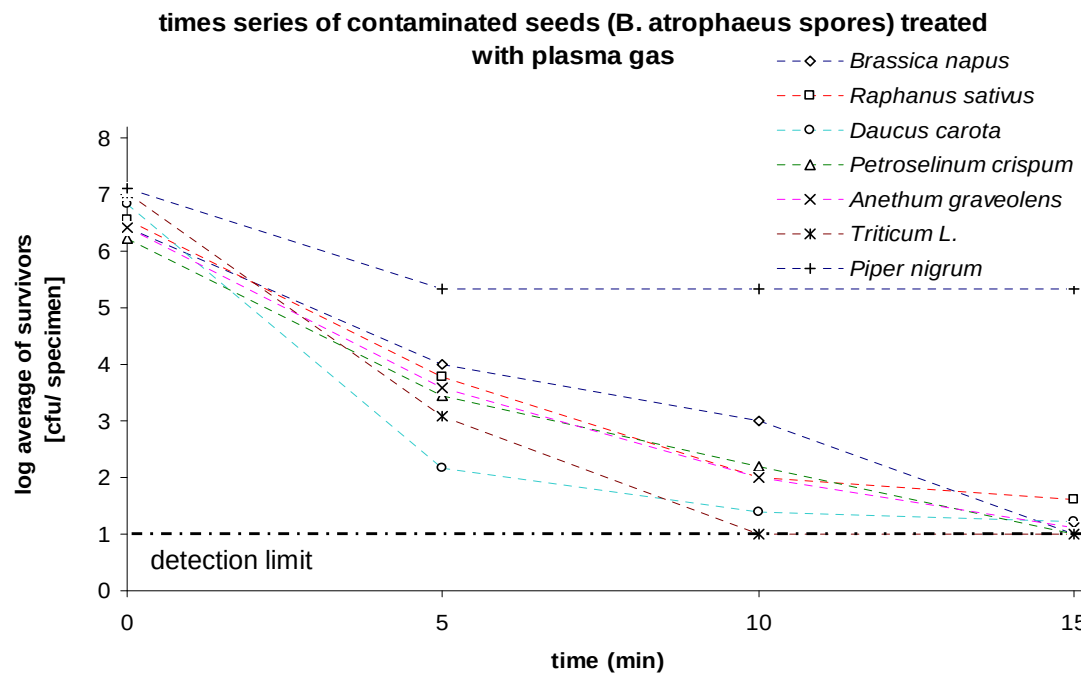
In Kooperation mit dem
GKZ Gülzow

unbehandelt behandelt



Anwendung von Plasmaverfahren zur schonenden Haltbarmachung am Beispiel verderblicher Lebensmittelprodukte in der Nachernte (FriPlas)

- mit dem Plasma angeregtem Gas wurde das Saatgut behandelt
- Plasma-Parameter: 7 Sekunden Plasma (16 slm Luft)
- Inkubationszeiten: 5', 10', 15'



Reduktionsfaktoren:

Raps – 5,41 $\log_{10}$

Radishes – 4,95 $\log_{10}$

Möhre – 5,63 $\log_{10}$

Petersilie – 5,23 $\log_{10}$

Dill – 5,3 $\log_{10}$

Weizen – 6,02 $\log_{10}$

Pfeffer – 1,77 $\log_{10}$

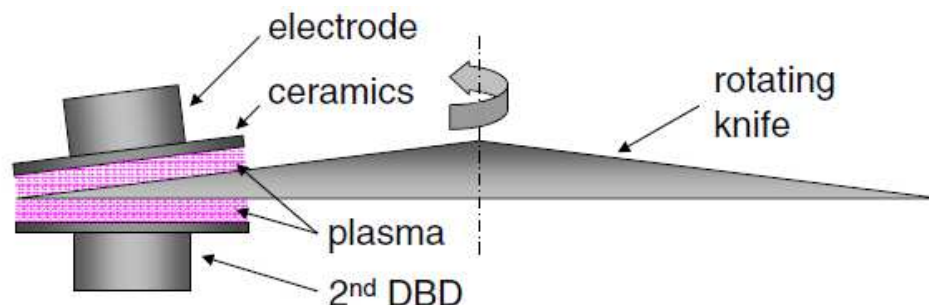


Figure 7. Sketch of the experimental setup for plasma surface decontamination of a circular knife used for slicing in the meat industry (according to [Leipold et al \(2010\)](#)).

PlasmaLabel (JE Plasma Consult)

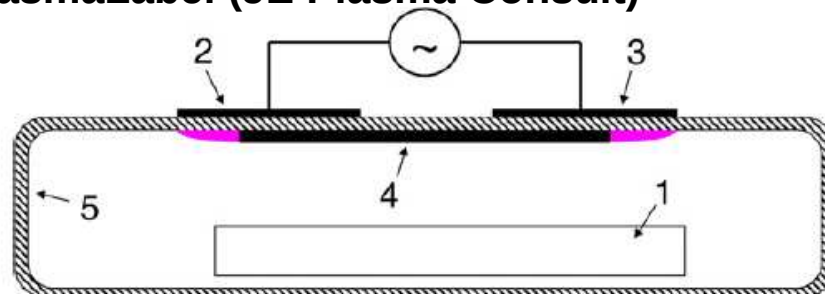
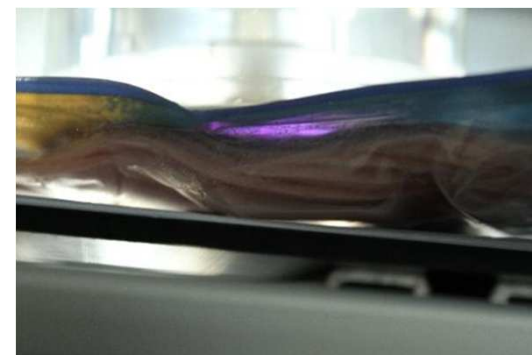
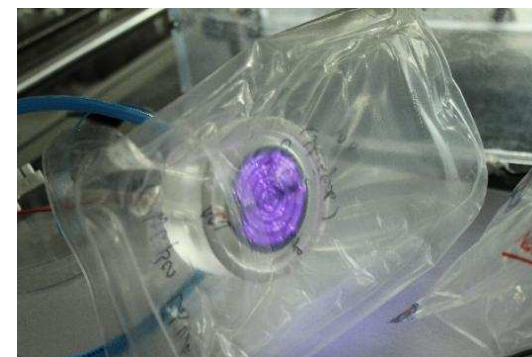


Figure 8. Scheme of PlasmaLabel concept with the goods to be disinfected (1) inside the closed package (5), two powered electrodes outside the package (2 and 3) and an inner electrode (4) (according to [Schwabedissen et al \(2007\)](#)).

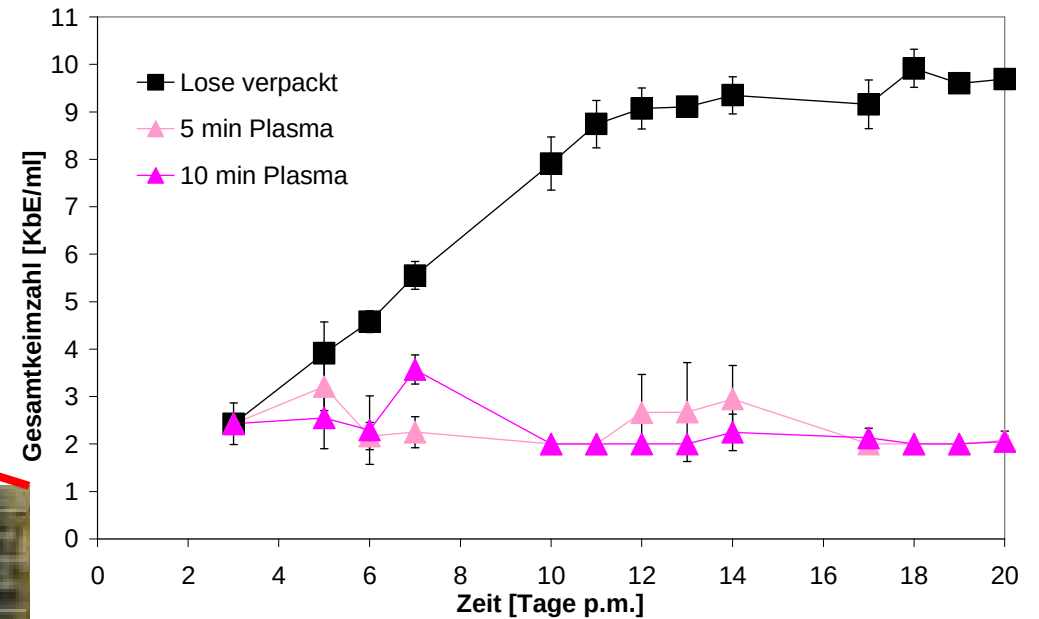
PlasmaElectrode (INP)



Fleisch – Indirekte Plasmabehandlung (PPA)



Schweinefleisch



1. Übersicht, Stand der Technik

1. Anwendungsfelder in der Lebensmittelverarbeitung
2. Umsetzungsbeispiele
3. Sicherheitsüberlegungen und rechtliche Aspekte

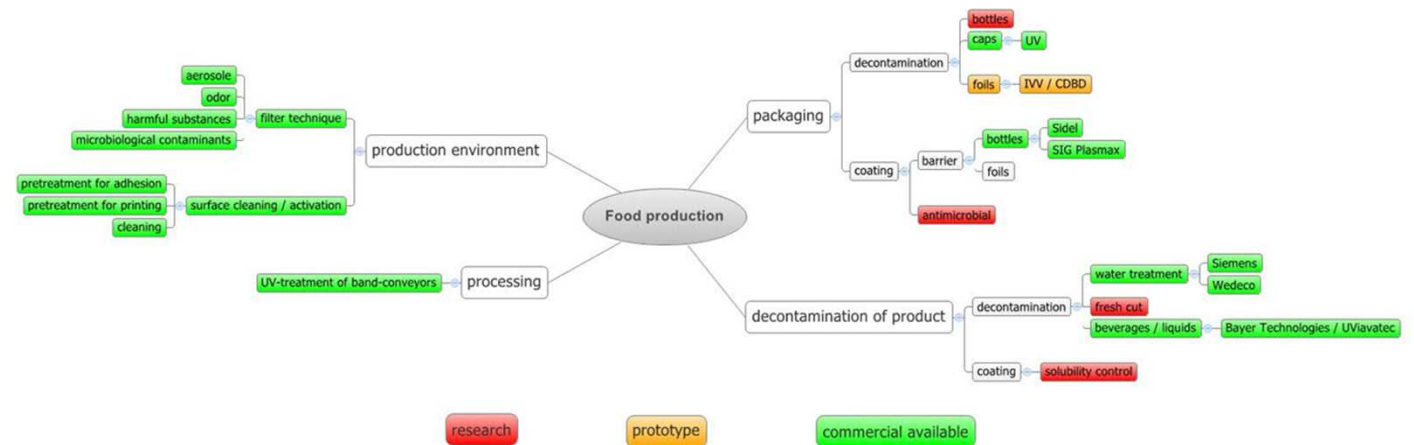
2. Plasmaverfahren

3. Beispiele aus der Forschung

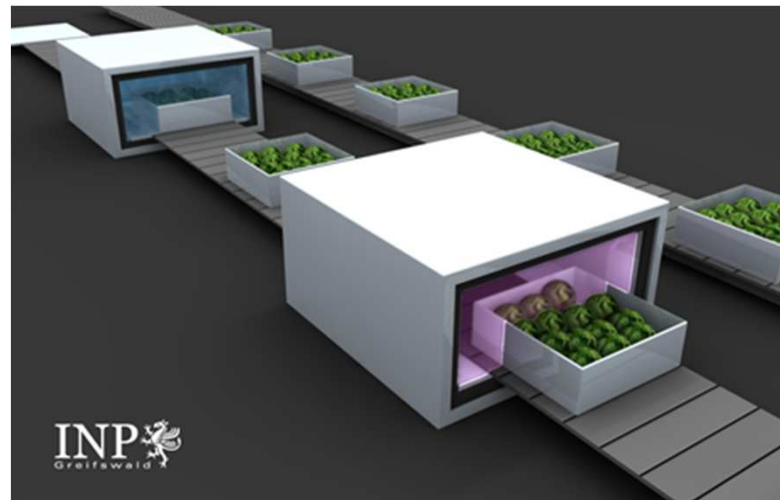
1. Verpackungen
2. Obst , Gemüse und Salat
3. Gewürze und Saatgut
4. Fleisch

4. Zukünftige Herausforderungen

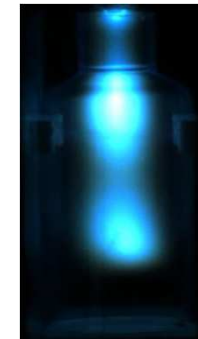
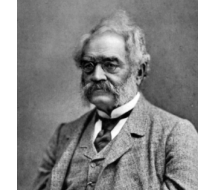
Stand



Perspektiven



- **Plasmatechnik wird bereits seit über 120 Jahren für die Trinkwasseraufbereitung genutzt**
 - z. B. Ozon-Generator seit 1857
- **Die Behandlung von thermolabilen Produkten ist nicht beschränkt auf 'kalte' Plasmen**
 - Blitzlampen
 - Plasma processed air (PPA)
 - Plasma processed water (PPW)
- **Dekontaminierende Wirkung des Plasmas auf vielen Produktoberflächen nachgewiesen**
 - Brokkoli, Spargel, Möhre
 - Apfel, Kirsche
 - Pfeffer, Raps, Getreide
 -
- **Herausforderungen**
 - Industriellen Umsetzung
 - Nachweis der Unbedenklichkeit

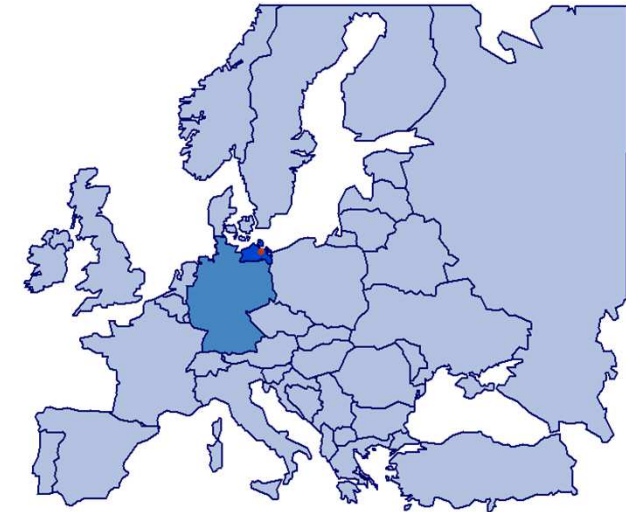


Kontakt

Co-workers:

M. Andrasch (INP)
M. Baier (ATB)
R. Brandenburg (INP)
A. Fröhling (ATB)
M. Geyer (ATB)
F. Grzegorzewski (ATB)
U. Krohmann (INP)
T. Neumann (INP)
M. Polak (INP)
L. Kantz (INP)
K. -U. Katroschan (GKZ)
K. Oehmigen (INP)
O. Schlüter (ATB)
U. Schnabel (INP)
M. Stieber (INP)
T. von Woedtke (INP)
K.-D. Weltmann (INP)
J. Winter (INP)

....



Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Adresse: Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Telefon: +49 - 3834 - 554 300, Fax: +49 - 3834 - 554 301

E-Mail: welcome@inp-greifswald.de, Web: www.inp-greifswald.de

Teile der dargestellten Arbeiten wurden in den Projekten FriPlas (BMELV) und Endoplas (BMBF) erarbeitet.

Jörg Ehlbeck

Atmosphärendruck MW-Plasma



Jörg Ehlbeck

INP
Greifswald