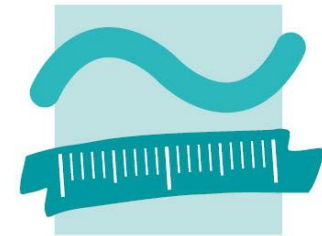


Verfahren zur Dekontamination von Fleisch - Wirkprinzip und Leistung von In situ-Elektrolyse-Verfahren

Prof. Dr. Herbert Weber
Beuth Hochschule für Technik Berlin
FG Lebensmitteltechnologie
eMail: dr.web@t-online.de



Studiere Zukunft!

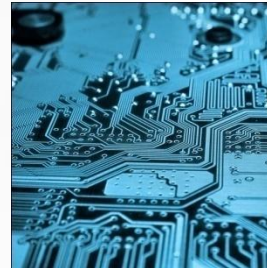


BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

www.beuth-hochschule.de

zuvor
TFH Berlin
(Technische Fachhochschule)

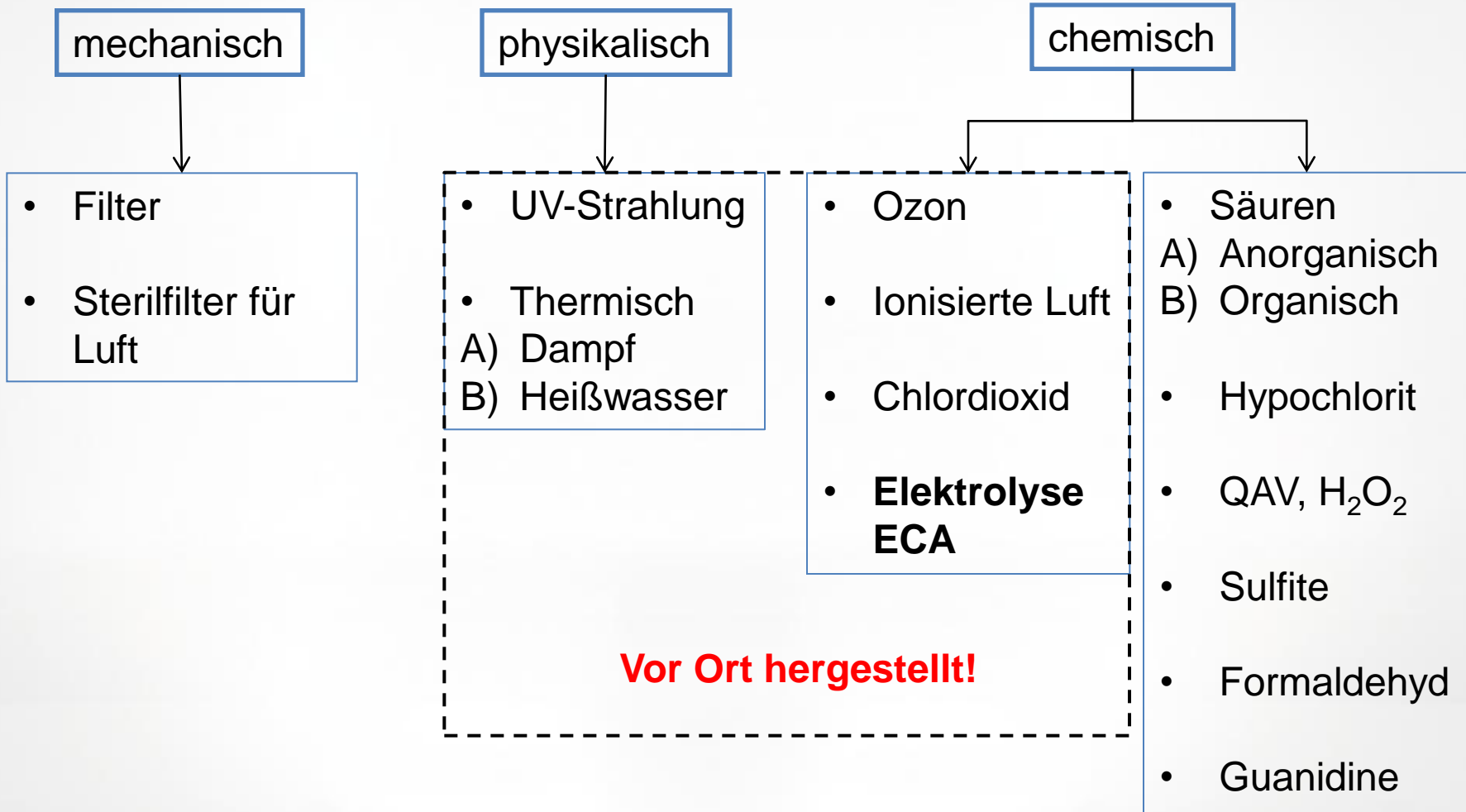


Gliederung

1. Elektro-Chemische Aktivierung (ECA) - Grundlagen
2. Anwendungsbereiche außerhalb der Fleischindustrie
3. Applikationen in der Fleischindustrie
 - Flächendesinfektion
 - Kistenwaschanlagen
 - Messersterilisation
 - Schlachtroboter
 - (Luftentkeimung, Wurstkühlung, Peitschenbedüsung)
4. Grenzen
 - Rechtlich (teilweise Produktkontakt; Biozid), Korrosion, Zehrung
 - Rückstände
5. Fazit

ECA-Gundlagen

Verfahren zur Dekontamination



Historie der Elektrolyseverfahren

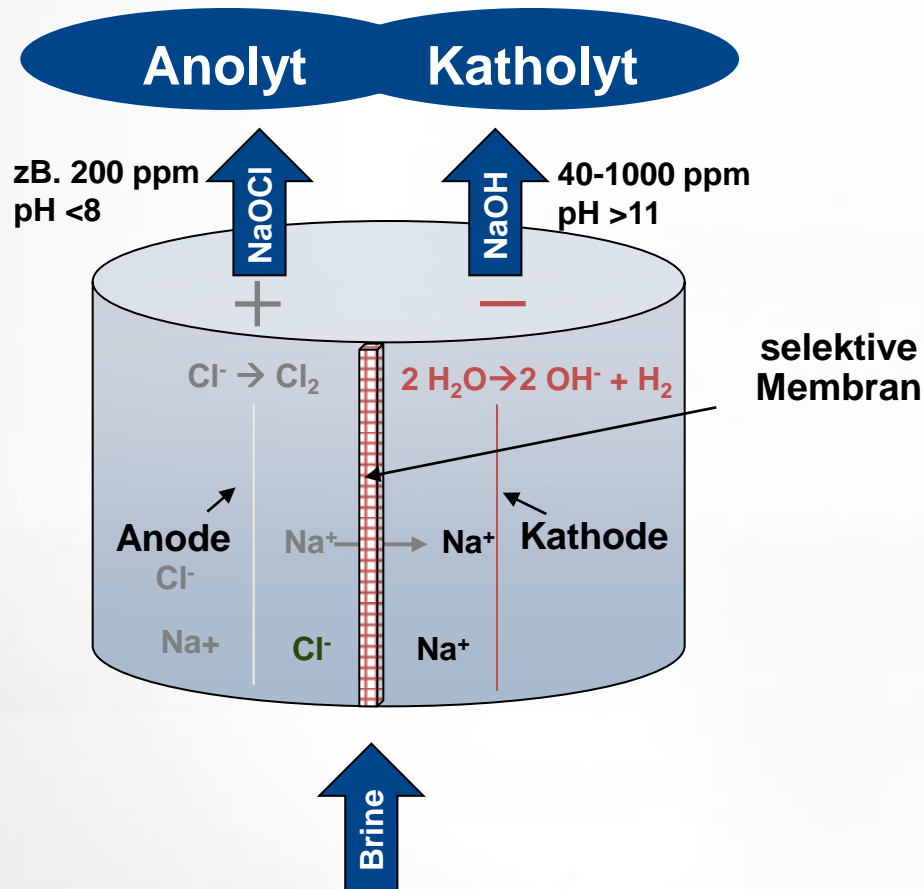
- Die Technik der Elektrodialyse besteht seit 1896
- Ab 2000: Entwicklung leistungsfähiger Membranen und Optimierung der Elektrolyse-Generatoren
- Inzwischen gibt es viele Anwendungen, Veröffentlichungen und eine steigende Zahl von Patentanmeldungen
- In-Situ-Elektrolyse Verfahren sind heute in verschiedenen Branchen weltweit im Einsatz
- Die durch Elektrolyse erzeugte Dekontaminationswirkung – hypochlorige Säure, HOCl - steht im Wettbewerb mit anderen Substanzen, z.B. Natriumhypochlorid (Salz)

Was ist ECA?

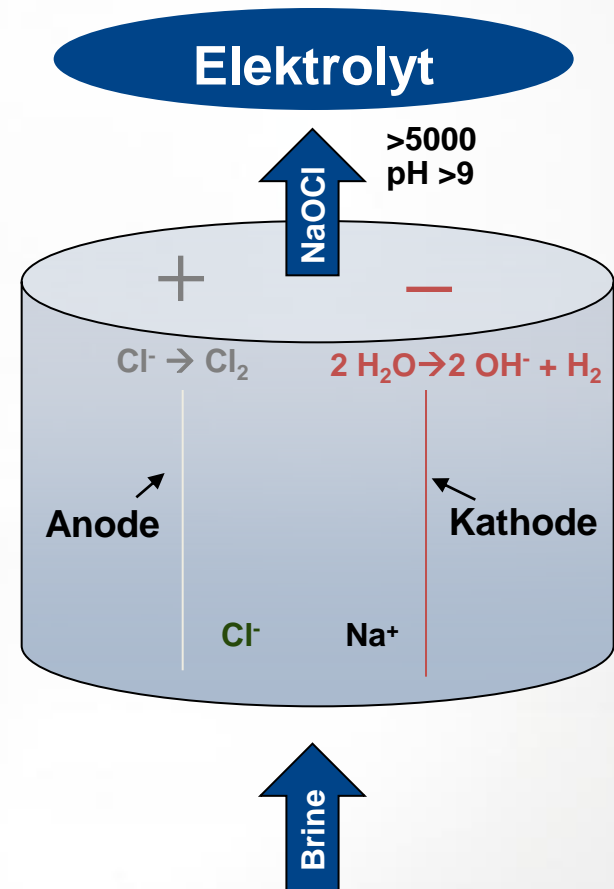
- Produktion einer **Elektro-Chemisch-Aktivierten** Lösung
 - Desinfektionsmittel ist NaOCl
- Ausgangslösung ist eine NaCl-Lösung
- Eine verdünnte NaCl-Lösung passiert ein elektrisches Feld
- Bei Teilung der Elektrodenkammern entstehen ein Anolyt und ein Katholyt
- Bei einer Einkammer-Elektrolysezelle entsteht ein Elektrolyt

Aufbau einer ECA-Anlage

Elektrodiaphragmanalyse

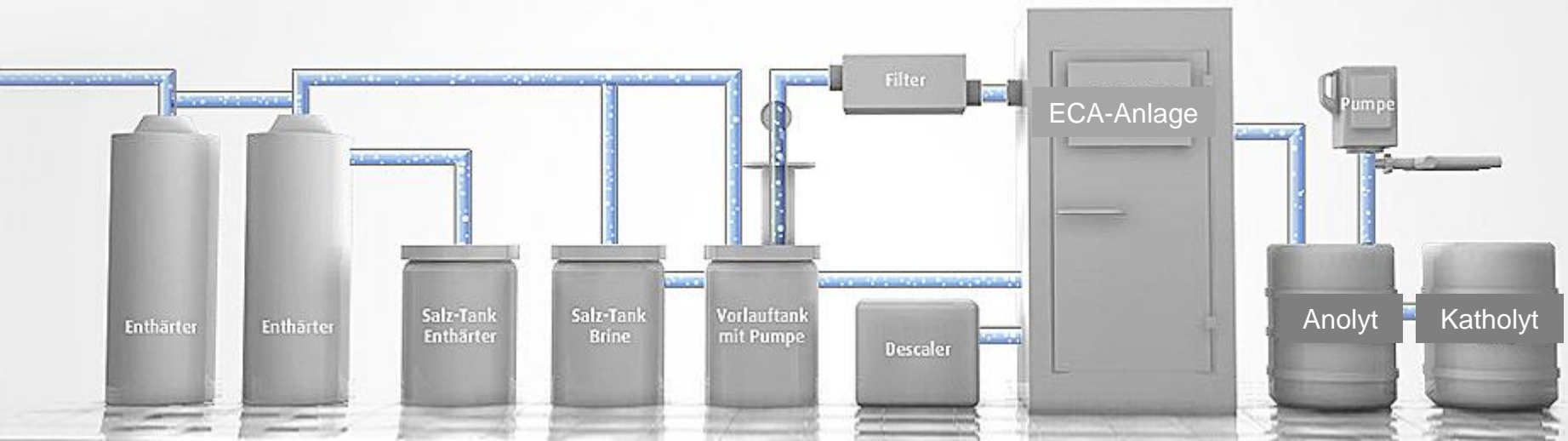


Klassische Elektrolyse



Schematischer Aufbau einer ECA-Anlage

- benötigte Mengen werden „just in time“ vor Ort produziert
- Verbrauchsmaterialien:
Strom, Wasser, handelsübliches Kochsalz und eine Descalerlösung



Installation

ECA-Anlage und Vorschaltmodul



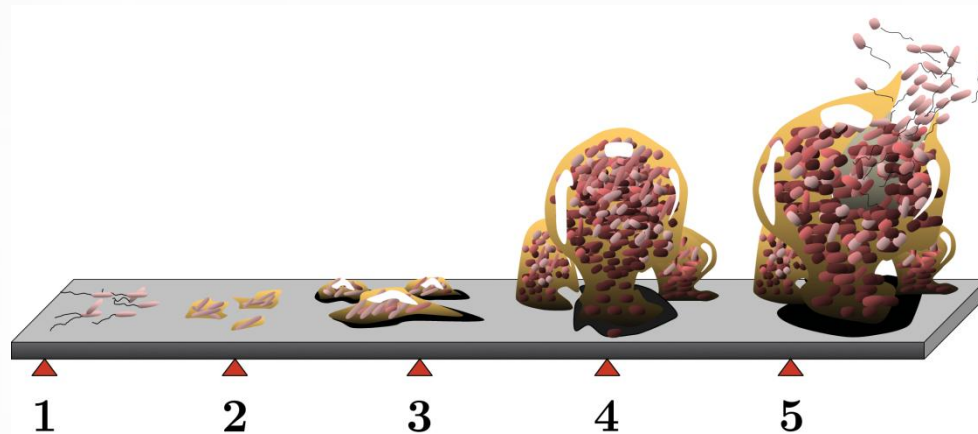
Membranzellen-Elektrolyse von NaCl

- Elektrolyse einer Kochsalz-Lösung*
 - Elektrochemisch Aktiviertes Wasser – ECA-Wasser
 - Elektroionisiertes Wasser – EW
 - Electrolyzed Oxidizing Water – EOW
 - Electrochemical Activated Water – ECA-Water
 - Mixed Oxidants – MiOx

→ **Einsatz zur Dekontamination und Biofilm-Prophylaxe bzw. –Beseitigung**

*Siepert, Johannes A.: Desinfektionsmittel erzeugt mit Membranzellen-Elektrolyse – eine Bestandsaufnahme. BRAUINDUSTRIE 2/2011 16.

Die fünf Phasen des Biofilmwachstums



- Phase 1: Erstmalige Besiedlung;
- Phase 2: irreversible Fixierung an der Oberfläche;
- Phase 3: Akkumulation von Nährstoffen;
- Phase 4: sekundäre Besiedlung und Reifung;
- Phase 5: Dispersion

nach Monroe, 2007, modifiziert

Elektrochemische Aktivierung (ECA)

Nachweis der positiven Wirkung aus verschiedenen Branchen

Angaben aus der der Literatur, zitiert nach Fischer, 2011

- In der **Landwirtschaft** (Al-Haq et al., 2001, 2002; Bari et al., 2003; Ongeng et al., 2006)
- In der **Viehhaltung** (Al-Haq et al., 2005),
- In der **Lebensmittelindustrie** (Bach et al., 2006; Liu et al., 2006; Rico et al., 2008)
- im **Gesundheitsbereich** (Miyamoto et al., 1999; Vorobjeva et al., 2004; Martin und Gallagher, 2005)
- Einsatz als **Pflanzenschutzmittel** für die Blumenzucht (Buck et al., 2003)
- Desinfektion von **Eiern** (Bialka et al., 2004),
- Desinfektion von **Austern** (Ren und Su, 2006),
- Desinfektion von **Endoskopen** (Lee et al., 2004),
- Desinfektion von **Dentaleinheiten** (Marais und Brozel, 1999)

Praktische Anwendungen in der Lebensmittelindustrie

- In-Prozess-Dekontaminationen
- Biofilm-Prophylaxe bzw. -Beseitigung
- Desinfektion von Prozessoberflächen
- Betriebswasserbehandlung
- Reinigungsprozesse (CIP)
- Packmittel-Desinfektion
- u.a.

Differenzierungsmöglichkeiten der verschiedenen ECA-Produkte

- (1) Reinheit des Elektrolyseproduktes?
- (2) pH-unabhängige Wirkung?
- (3) Risiko der Korrosion bei unsachgemäßer Anwendung?
- (4) Service und kompetente Betreuung ist unabdinglich beim Einsatz von ECA in Bezug auf Wirkung und Korrosion?
- (5) Biozid-Richtlinie 98/8/EG?

Tabelle über aktive Substanzen und Nebenprodukte

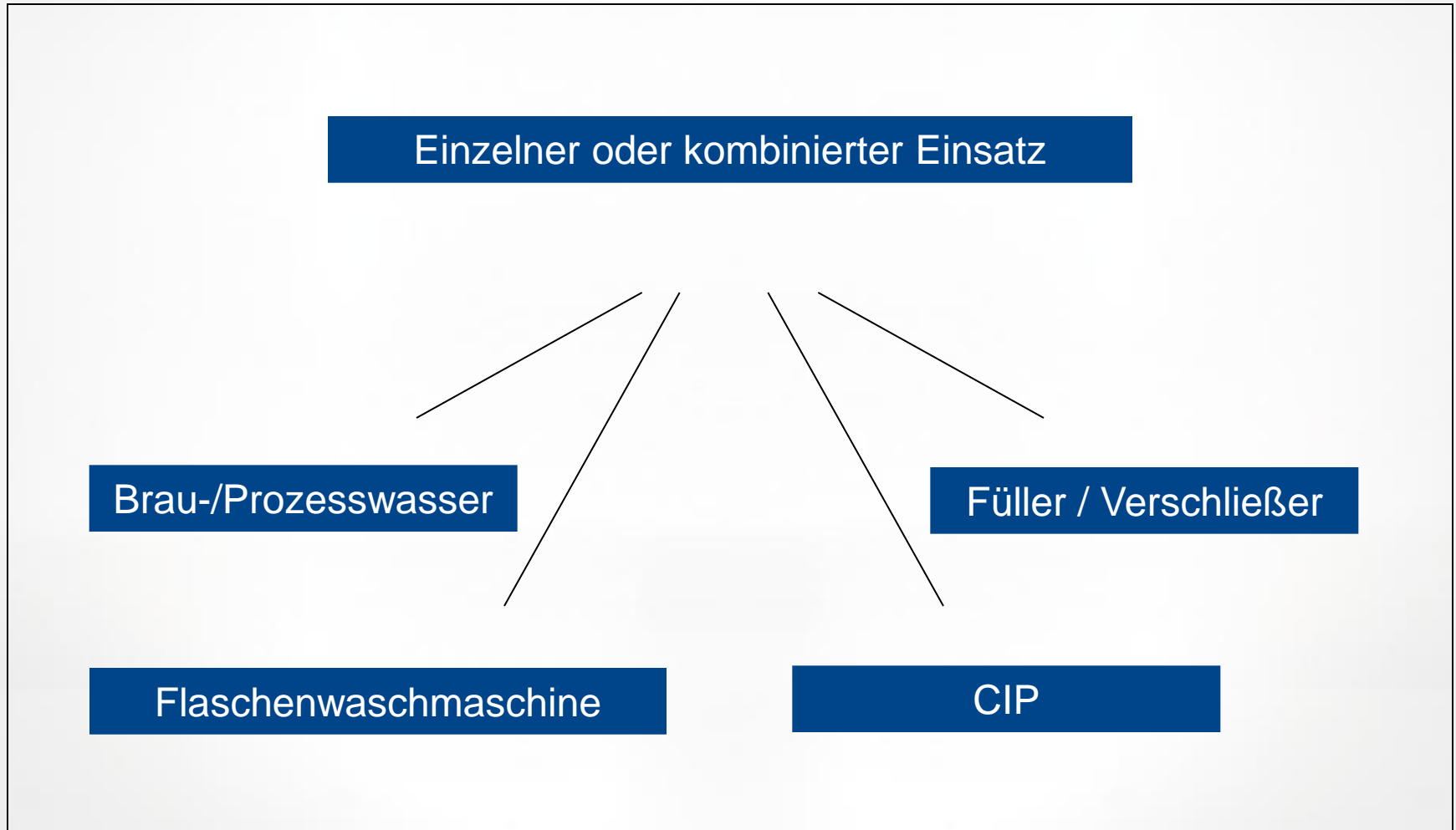
	Chlor	Chlordioxid	Ozon	UV
Aktive Substanzen	HOCl, ClO ⁻ , Cl ₂ , metastabile Ionen, Radikale	Chlordioxid	Ozon, Radikale	UV-C
Mögl. Nebenprodukte	Chlorit, Chlorat, THMs, AOX	Chlorit, Chlorat	THMs, Bromat	Nitrit

Anwendungsbereiche außerhalb der Fleischindustrie

Anwendungen außerhalb der Fleischindustrie

- a) Brau- und Getränkeindustrie (Trinkwasser, Füllerbedüsung, CIP)
- b) Einsatz an Endoskop-Reinigungs- und Desinfektionsautomaten zur Behandlung des letzten Spülwassers
- c) Einsatz bei Zahnärzten (Patientenstühle, Wasserversorgung)
- d) Dekontamination von Wasserspendern

Brau- und Getränkeindustrie



Füllerbedüsung - Vorgaben

- Voraussetzungen
 - Abfüllung eines natürlichen Mineralwassers nach Mineral- und Tafelwasserverordnung, nicht karbonisiert, PET-Flaschen
 - Keine aseptische Abfüllung
- Ziele
 - bessere Umfeldhygiene im Bereich des Füllers durch die Füllerbedüsung
 - Permanenter Einsatz während der Produktion natürlichen Mineralwassers
 - Verzicht auf die herkömmlichen täglichen Desinfektionen
 - Signifikante Erhöhung der Füllerlaufzeit
 - Mindestens 72 Stunden durchlaufende Produktion von kohlensäurefreiem, stillem Mineralwasser ohne Zwischendesinfektion

Füllerbedüsung - Ergebnisse

Bestätigung von den Anwendern und unabhängigen Instituten:

- **Nachhaltige Verbesserung der mikrobiologischen Situation des Füllers**
- Verzicht auf die tägliche Zwischendesinfektion
- keine sensorische Beeinträchtigung des Produktes
- kein Entstehen von sekundären Reaktionsprodukten
- Dauerhafte Abfüllung von 5 bis 7 Tagen ohne Zwischendesinfektion bestätigt
- Ergebnis übertrifft die ursprüngliche Zielvorgabe von „72 h ohne Desinfektion“ deutlich
- deutliche monetäre Einsparungen
- mehr Output

Anwendungen von ECA-Lösungen in einer Zahnklinik in Dublin*

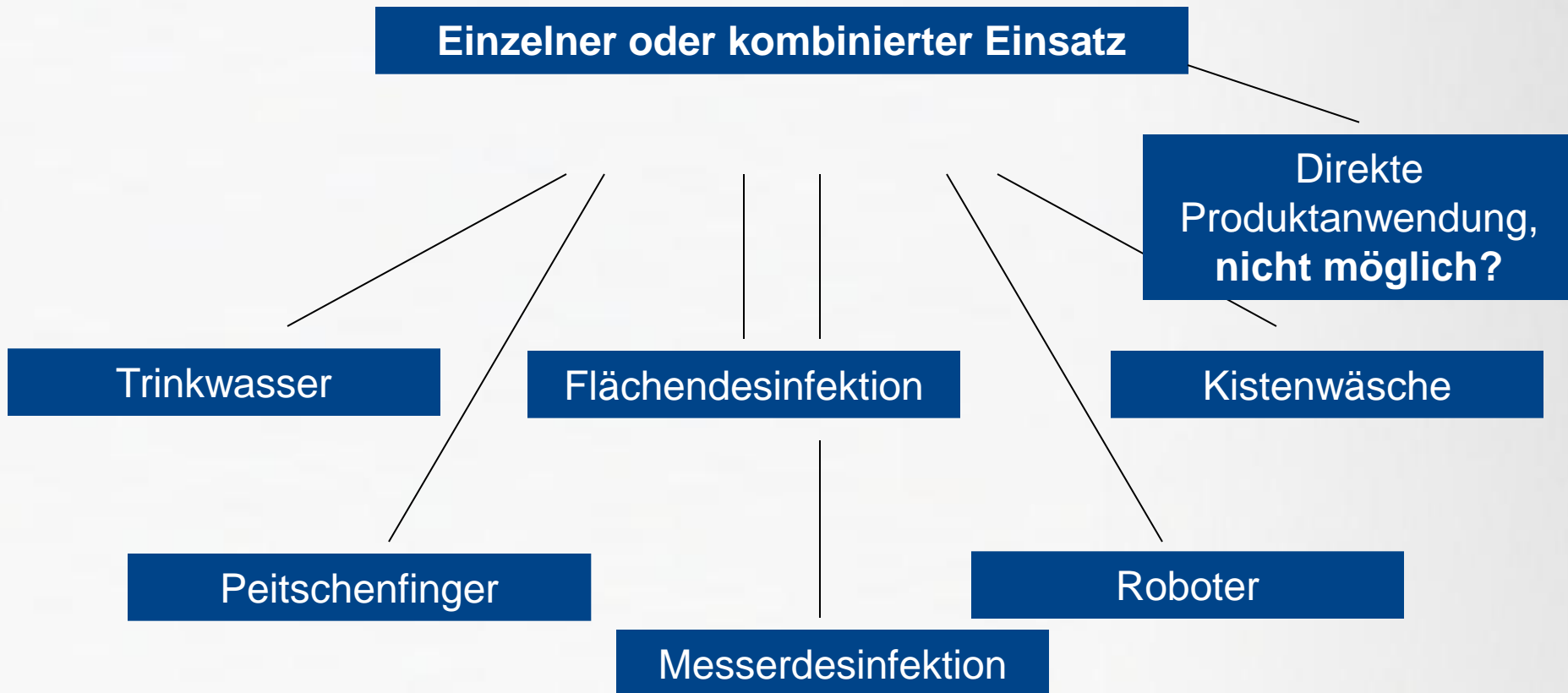
Zentralisierung und Automatisierung der Trinkwasserdesinfektion

- Beschrieben werden Erfahrungen mit ECA-Lösungen
 - Erfolg der Maßnahmen, Voraussetzungen für den Erfolg, Auswirkungen auf das Material, Toxizität des Desinfektionsmittels
- **Kernaussage der 2-jährigen Studie**
 - der Einsatz einer 2,5mg/l konzentrierten ECA-Lösung (Stammlösung 200mg/l; Redoxspannung +900mV (± 100 mV)) als zentrales Desinfektionsmittel unter konstanten Wasserbedingungen ist als Erfolg zu sehen. Da die Lösung so effektiv ist, sind höhere Konzentrationen als 1-2mg/l freies Chlor nicht nötig
- Reduktion auf <1-18 KBE/ml bei den über die zentralisierte und automatisierte Trinkwasserdesinfektion betriebenen Einheiten
 - Nicht behandelte Einheiten wiesen einen Durchschnittswert von 88 KBE/ml auf

*Rogers et al. (2006), Coleman et al. (2007), O'Donnell et al. (2009) und Boyle et al. (2010), zitiert nach Fischer (2011).

Applikationen in der Fleischindustrie

Optimum: Ganzheitlicher Ansatz



Einsatz in der fleischverarbeitende Industrie

- Flächendesinfektion
- Reinigung und Desinfektion im Bereich der Förderbänder
- Verbesserte Hygienesicherheit im Kühlprozess
- Reduzierung des Keimniveaus von Kühlwasser und Wurstoberflächen
(rechtlich derzeit nicht zulässig)
- Höhere Produktsicherheit innerhalb des MHD
- Einsparung von Chemikalien, Wasser und Energie



Ansätze + Benefits

(1) Trinkwasser-/Prozesswasseroptimierung

- ⇒ Eliminierung von Biofilmen im wasserführenden System
- ⇒ Sicherung einer gleichbleibend hohen Qualität des Wassers

(2) Flächendesinfektion

(3) Kühlwasseroptimierung

- ⇒ Reduzierung des Keimniveaus im Kühlwasser
- ⇒ Höhere Produktsicherheit innerhalb des MHD
- ⇒ Einsparung von Chemikalien, Wasser und Energie

Ansätze + Benefits

(4) Kistenwaschanlage

⇒ **Kaltdesinfektion**

⇒ Eliminierung von hohen Temperaturen

⇒ Dampfschwaden, Bildung von Kondenswasser und somit Kreuzkontaminationen und Entstehung von Schimmelpilzsporen werden verhindert

⇒ besserer, gesicherter mikrobiologischer Status

⇒ Energieeinsparung und bessere Materialverträglichkeit durch niedrigere Temperaturen

(5) Peitschenfingerdesinfektion

⇒ optimiertes Düsensystem in Nasspeitsche hält die Peitschenfinger „ohne Befund“

⇒ vollständige Eliminierung des Kreuzkontaminationsrisikos durch die Nasspeitsche

Ansätze + Benefits

(6) Messerdesinfektion/-sterilisation

- ⇒ **Kaltdesinfektion**
- ⇒ besserer, gesicherter mikrobiologischer Status
- ⇒ Energieeinsparung und bessere Materialverträglichkeit durch niedrigere Temperaturen
- ⇒ Schärfe der Messer wird durch niedrigere Temperatur im Prozess deutlich erhalten
- ⇒ keine Koagulation von Eiweiß

(7) Optimierung von Schlachtrobotern

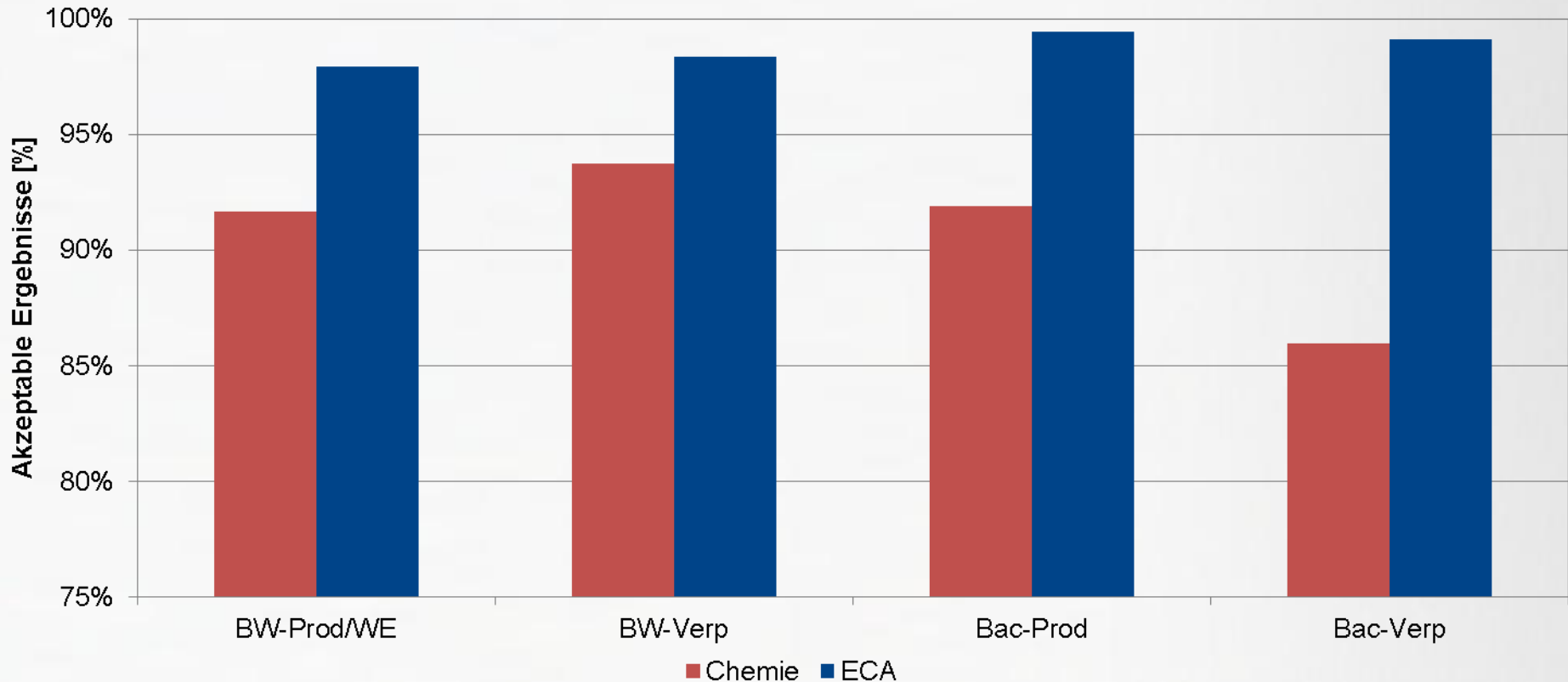
- ⇒ **Kaltdesinfektion**
- ⇒ besserer, gesicherter mikrobiologischer Status
- ⇒ deutliche Energieeinsparungen
- ⇒ Eliminierung von Kreuzkontaminationsrisiken

Flächendesinfektion - Ergebnisse

Applikation: kontinuierliche Beimischung der Hochdruck-Heißwasserleitungen mit ECA

Gesamtprobenumfang: ca. 300

Vergleich Chemie / ECA

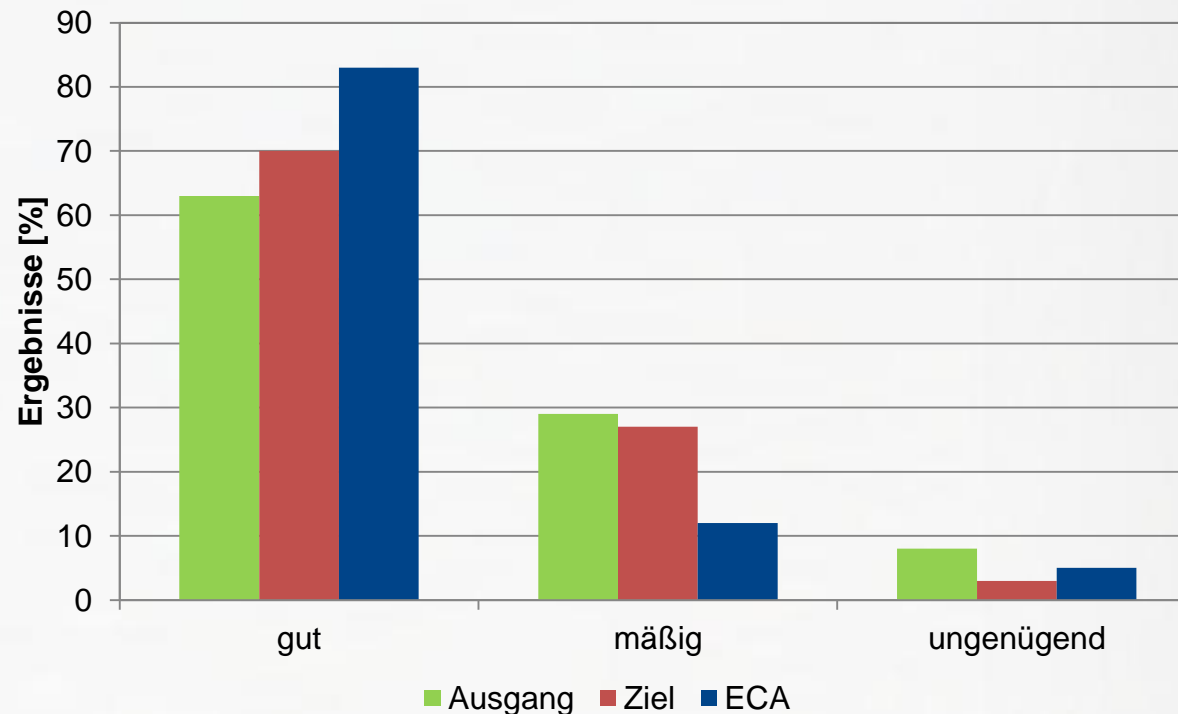


Flächendesinfektion - weitere Ergebnisse

Vorgabe des Anwenders

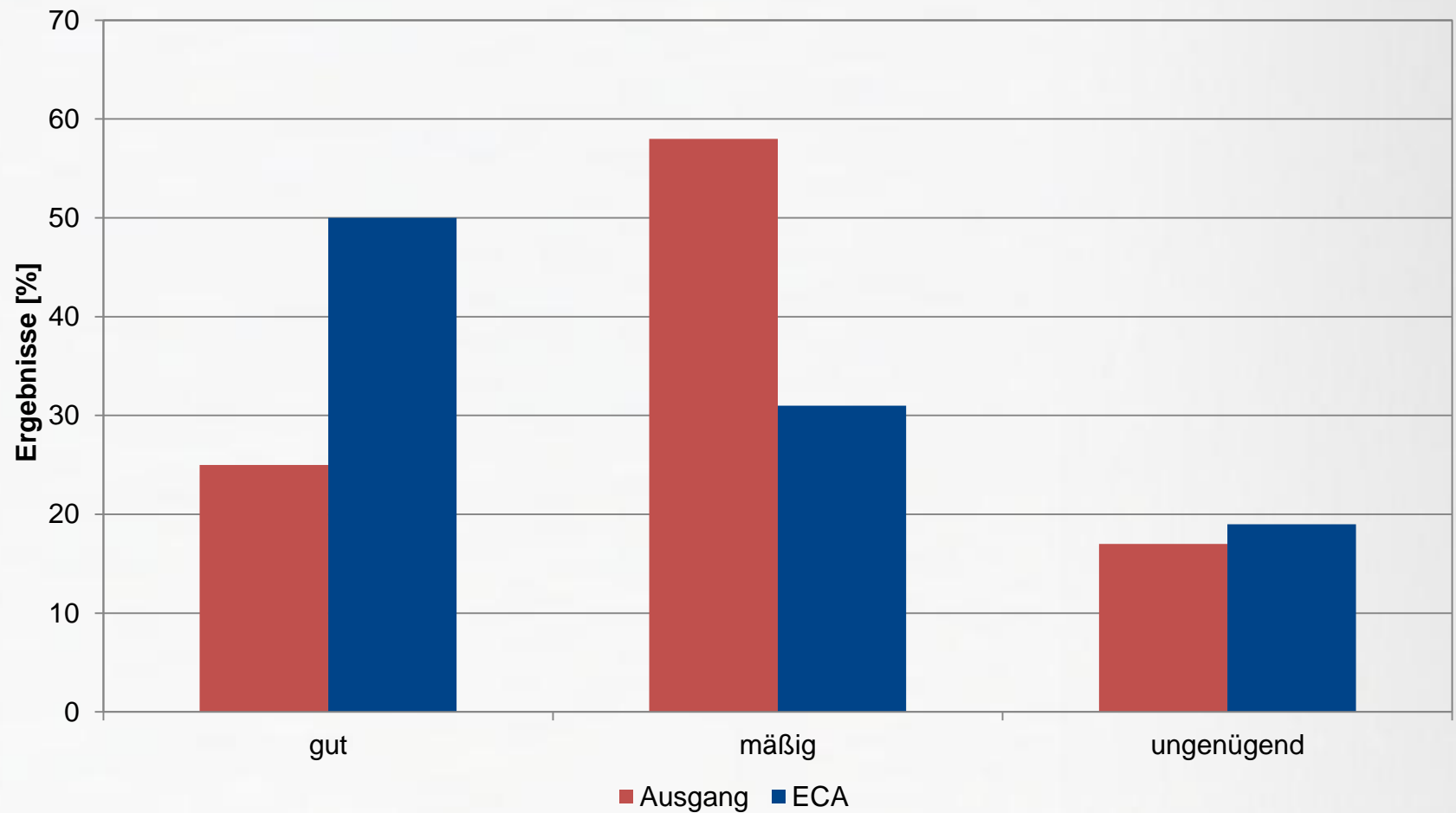
- ⇒ mind. 70% der Ergebnisse „gut“
- ⇒ max. 27% „mäßig“
- ⇒ max. 3% „ungenügend“

Probenumfang: ca. 400



Kistenwaschanlage - Ergebnisse

Probenumfang: ca. 90



Testergebnisse Schlachtröbter

Enddarmbohrer, Schlossknochenöffner, Bauchdeckenöffner

Bauchdeckenöffner	82 °C	ECA 40 °C
	Gesamtkeimzahl KbE/ 20 cm ²	
Proben 7:00h Mittelwert	152	89
Proben 10:00h Mittelwert	306	121
Proben 14:00h Mittelwert	257	81

Probenumfang ca. 100

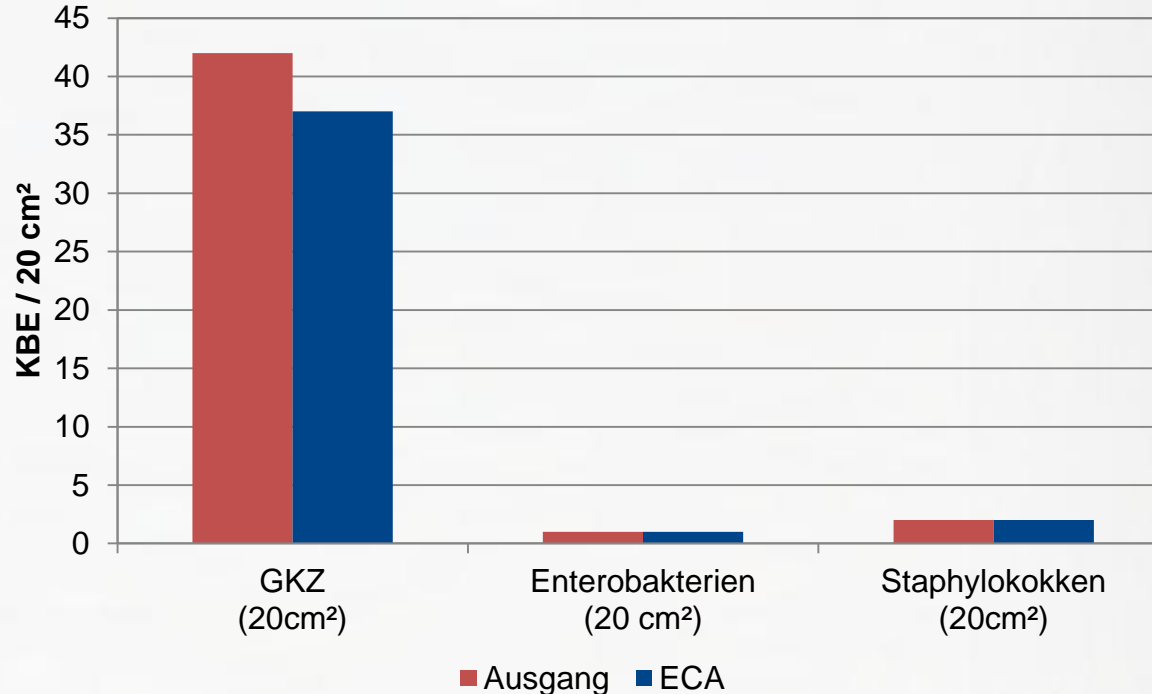
- Vergleichbare Ergebnisse auch für Enterobacteriaceae und Staphylokokken bei Darmbohrer und Schlossknochenöffner

Testergebnisse Messerdesinfektion in der Fleischindustrie

Messersterilisationsbecken mit 82 °C wurde durch Kaltdesinfektion mit ECA ersetzt.

Zielvorgabe des Anwenders aus der Fleischindustrie

⇒ mind. gleichbleibende Ergebnisse



Grenzen der Anwendung von ECA in der Dekontamination

Grenzen

ECA-Produkte enthalten desinfizierende Oxidantien, z.B. Chlor und einen erheblichen Salzanteil

- Chlor und andere Oxidantien fallen unter die Biozid-Verordnung (98/8/EG)
Der Einsatz von Bioziden auf Lebensmitteln ist **nicht erlaubt**
- Bildung von unerwünschten Rückständen auf dem Lebensmittel
- Gefahr der Korrosion wird durch das enthaltene Salz erhöht
- Wirkung kann möglicherweise durch organische Belastung verringert werden

Analyse auf Rückstands- und Umwandlungsprodukte bei ECA-Anwendungen in der Fleischbranche

- Es wurden unter realen Produktionsbedingungen hergestellte Fleischproben entnommen
- Durchführung der Untersuchung
 - Fleisch wurde in eine Kiste gelegt, die durch KDWM gelaufen und mit ECA desinfiziert wurde (A).
 - Fleisch wurde auf eine gereinigte und mit ECA desinfizierte Oberfläche gelegt (B).
 - Fleisch wurde von einem mit ECA desinfizierten Messer geschnitten (C).
 - Fleisch wurde in 10 ppm NaOCl (ECA) getaucht, 5min. Einwirkzeit (D)
- Vergleichsuntersuchungen mit Trinkwasser unter gleichen Bedingungen.

Ergebnisse der Analyse auf Rückstands- und Umwandlungsprodukte



CHEMISCHES LABOR
DR. WIRTS + PARTNER
SACHVERSTÄNDIGEN GMBH



CHEMISCHES LABOR
DR. WIRTS + PARTNER
SACHVERSTÄNDIGEN GMBH



CHEMISCHES LABOR
DR. WIRTS + PARTNER
SACHVERSTÄNDIGEN GMBH



CHEMISCHES LABOR
DR. WIRTS + PARTNER
SACHVERSTÄNDIGEN GMBH

Seite vom Prüfauftr	2/2					
Seite vom Prüfauftr	2/2					
PRÜFER						
Problem	Seite vom Prüfauftr	2/2 16.11.2010				
Verpack	Prüfauftrags-Nr.	3103769-F IL				
Becohre	PRÜFER					
Geruoh	Problem					
Geruoh	Verpack	Seite vom Prüfauftr	2/2 16.11.2010			
Geruoh	Becohre	PRÜFER	Prüfauftrags-Nr.	3103769-F IL		
Geruoh	Problem					
Geruoh	Verpack					
Geruoh	Becohre					
Geruoh	PRÜFERGEBNISSE		Prüfdatum:	14.10.2010		
Geruoh	Problemmenge:			4 Packungen		
Geruoh	Verpackung:			ohne Mängel		
Geruoh	Becohreibung:			rohes Muskefleisch mit geringem, anhaftendem Fettanteil		
Bakteri	Geruoh	Geruoh am 14.10.2010 (1) :		spezifisch, frisch, schwach säuerlich, ohne Chlorgeruch		
Labomu	Geruoh	Geruoh am 21.10.2010 (2) :		spezifisch, intensiver nach Fleisch als am 14.10., ohne Chlorgeruch		
Datum	Datum	Geruoh am 28.10.2010 (3) :		spezifisch, intensiver nach Fleisch als am 21.10., kein Verderb, ohne Chlorgeruch		
Gesamt	Geruoh	Geruoh am 04.11.2011 (4) :		spezifisch, nach Fleisch, kein Verderb, ohne Chlorgeruch, Fleischsaft trüb, geringe Farbtintensität des Fleisches		
Enterob	Bakteri					
E. coli	Labomu					
Staphy	Datum					
Chemis	Gesamt					
Labomu	Enterob					
Datum	Enterob					
Trihalog	Enterob					
Chlorof	Chemis	Bakteriologische Untersuchungen				
Bromdi	Labomu	Labornummer	1	2	3	4
Datum	Staphy	Datum	14.10.2010	21.10.2010	28.10.2010	04.11.2010
Dibrom	Trihalog	Gesamtkoloniezahl	6,5 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁷	4,3 x 10 ⁷	1,6 x 10 ⁷
Bromof	Chlorof	Enterobakteriaeeae	< 50	< 50	< 50	3,1 x 10 ⁷
Zeichner	Labomu	E. coli	< 10	< 10	< 10	< 10
Dibrom	Datum	Staphykokokus aureus	< 10	< 10	< 10	< 10
Bromof	Trihalog					
Chlorof	Chemis	Chemisch-physikalische Untersuchungen				
Bromdi	Labomu	Labornummer	1	2	3	4
Datum	Datum	Datum	14.10.2010	21.10.2010	28.10.2010	04.11.2010
Bromof	Trihalogenmethane		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Zeichner	- Chloroform	SPME-GCMS	< 5	< 5	< 5	< 5
Dibrom	- Bromdichlormethan	SPME-GCMS	< 1	< 1	< 1	< 1
Bromof	- Dibromchlormethan	SPME-GCMS	< 1	< 1	< 1	< 1
	- Bromoform	SPME-GCMS	< 1	< 1	< 1	< 1
	Zeichenerklärung:	u = Unterauftrag	s = säurebetriebes Verfahren			

Bei allen – zu Testzwecken – durchgeführten Versuchen konnten keine Umwandlungsprodukte auf Bedarfsgegenständen und auf dem Lebensmittel nachgewiesen werden

12. BfR-Forum Verbraucherschutz

Vorkommen und Bedeutung von Zoonosen als Krankheitserreger für den Menschen.

- *Verbesserung der Lebensmittelhygiene und der Lebensmittelsicherheit durch In-situ-Elektrolyse Verfahren?*

Zukunft braucht Mut und Klarheit!

Lothar Späth (* 16. November 1937 in Sigmaringen)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dank an

Dr. Andreas Laborius
Husum und Regensburg

Sebastian Fischer
Berlin, Greifswald, Bonn (ab 01.07.12)

Literaturhinweise

- Braitinger, M., Braitinger, C.: Influenzverfahren – praktische Erfahrungen zur Keimzahlreduktion im Getränkebereich. Vortrag Beuth Hochschule für Technik Berlin (2011).
- Fischer, S.: Ökobilanz und Kostenanalyse von Dentaleinheiten am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ZZMK) unter Berücksichtigung zu validierender alternativer Desinfektionsverfahren, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (2011).
- Heeg, P.: Anwendungsmöglichkeiten von NADES in der Medizin. Fa. aquagroup, Regensburg, 3. Treffen des Wissenschaftlichen Beirats (2012).
- Robinson, G. M.; S. W-H. Lee; J. Greenman; V. C. Salisbury und D. M. Reynolds: Evaluation of the efficacy of electrochemically activated solutions against nosocomial pathogens and bacterial endospores. Letters In Applied Microbiology, 50(3):289–294 (2010).
- Weber, H.: Mikrobiologie der Lebensmittel - Grundlagen, Behr's Verlag, Hamburg, 2010.