
"Alternative Oberflächen und Biomonitoring"

Projektergebnisse

Expertentreffen - HyPro

Marc Mauermann

Fraunhofer-Anwendungszentrum

Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik

Waiblingen, 12.06.2008



Fraunhofer Anwendungszentrum
Verarbeitungsmaschinen
und Verpackungstechnik

Vortragsinhalt



- ➔ Projektziel
- ➔ Vorgehen / Methoden / getestete Materialien
- ➔ Ergebnisse
- ➔ Zusammenfassung / Ausblick

Gemeinsame Projektbearbeitung mit:

Institut für Lebensmittel-
und Bioverfahrenstechnik



Projektlaufzeit:

01.04.06 – 29.02.08

Projektziel

- ➔ Ziel des Vorhabens war die Untersuchung und Bewertung der reinigungstechnischen Eigenschaften und weiterer technischen Oberflächeneigenschaften von ausgewählten Antihalt - Oberflächenmodifikationen (Marktscreening) im Vergleich zu Edelstahl.

Oberflächeneigenschaften

Durchgeführte Untersuchungen

- ➔ Verschmutzungsneigung / Reinigungsverhalten
- ➔ Rauigkeit, Oberflächenenergie
- ➔ chemische Beständigkeit (Alterung)
- ➔ Verschleißbeständigkeit

Herstellerangaben

- ➔ Wärmeausdehnung
- ➔ max. Anwendungstemperatur

Gestetete Oberflächen- modifikationen

Silane – Siliziumwasserstoff-
verbindungen

Organisch: kohlenstoffhaltig

Edelstahlreferenz:

1.4301 2B

Getestet:

46 Oberflächenmodifikationen

Antihafschichten – „Easy to clean“ – hydrophobe Schichten

- ➔ Kunststoffbeschichtungen
 - PTFE, PFA, FEP, Fluorpolymere mit verschiedenen Bindeharzen
 - PEEK

- ➔ Physikalische/chemische Beschichtungen aus der Gasphase (PVD/CVD)
 - Amorpher Kohlenstoff (DLC / a-C:H:X / ta-C /a-C:X)
 - Kristalliner Kohlenstoff
 - CrN, plasmanitrierte Oberflächen, Metalle

- ➔ Nanokompositbeschichtungen
 - Anorgan./org. Hybridbeschichtungen (z.B. Silane)

Bestimmung der Verschmutzungsneigung und Reinigbarkeit

Verschmutzen der Oberfläche,
Verschmutzung mit Tracer

Anfangsverschmutzung
AV

Standardisiertes Reinigen,
Reinigungsverfahren

Reinigungsrate

Bestimmung der Restverschmutzung,
Detektionsmethode

Restverschmutzung
RV

Verschmutzungen für Reinigungstests

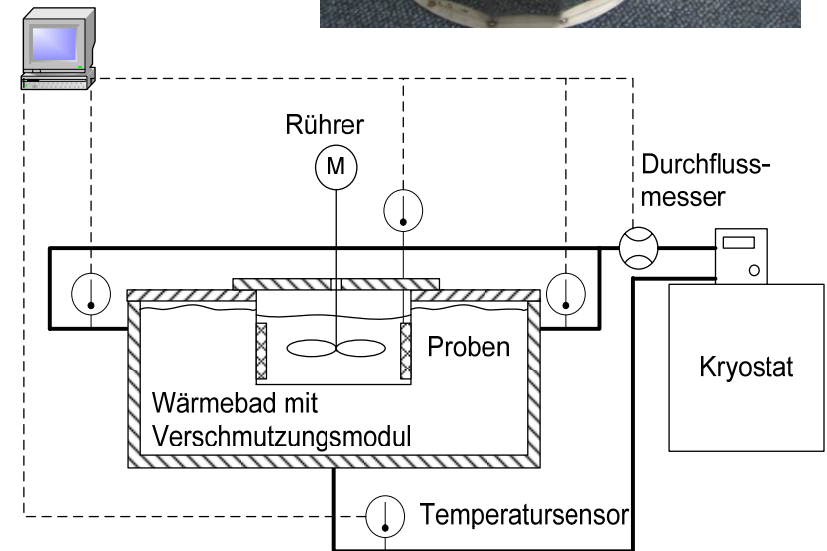
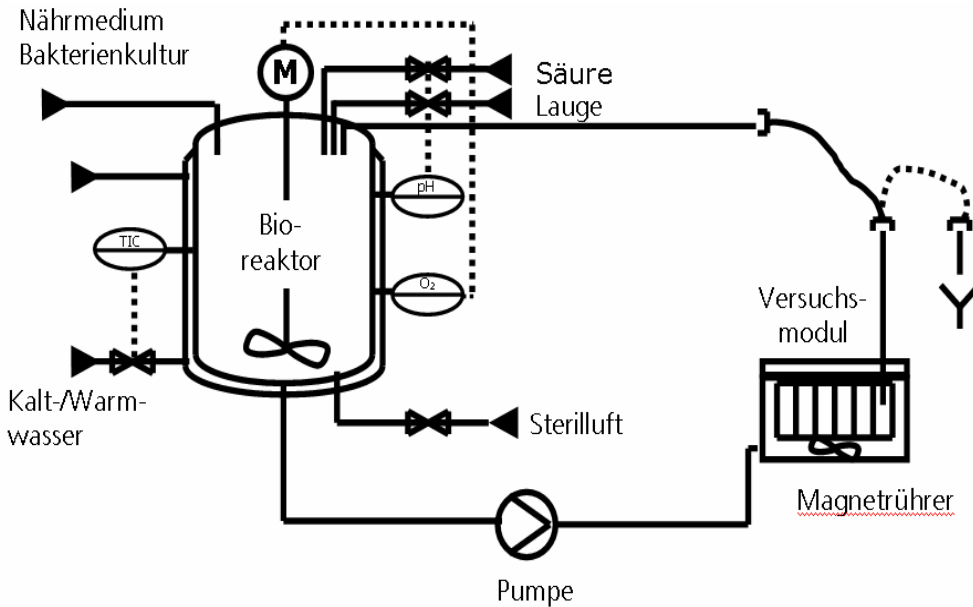
- ➔ Molkeprotein (Milei80)
- ➔ Kartoffelstärke
- ➔ Pseudomonas fluoreszens

Probenverschmutzung

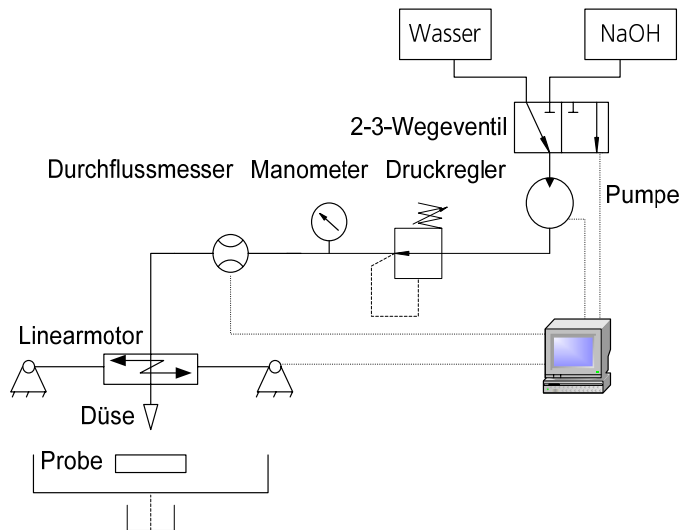
- Mikroorganismen

- Molkenprotein

- Stärke



Probenreinigung



Reinigungsversuchsstand

➔ Sprührefinigung

Reinigungsparameter

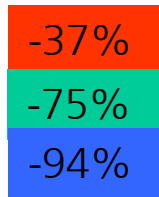
- ➔ Lechler-Flachstrahldüse: 75°; 0,55 l/min
- ➔ Düsenabstand: 150mm; Druck: 10 bar
- ➔ Konzentration NaOH: 2 %; 20°C;

Reinigungszyklus:

- ➔ 1x NaOH – 20 s Einwirkzeit – 1 x Nachspülen dest. Wasser
- ➔ Vorschubgeschwindigkeit: 450 U/min

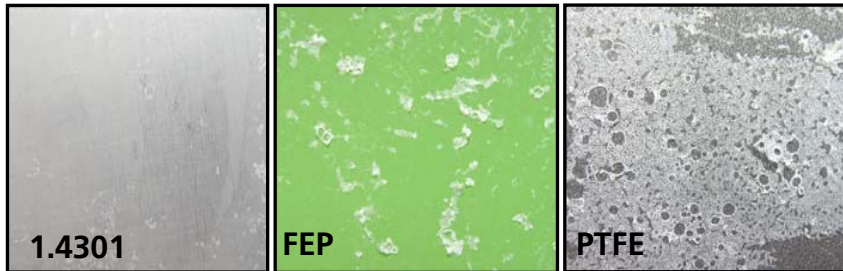
Untersuchungsergebnisse

Belagbildung

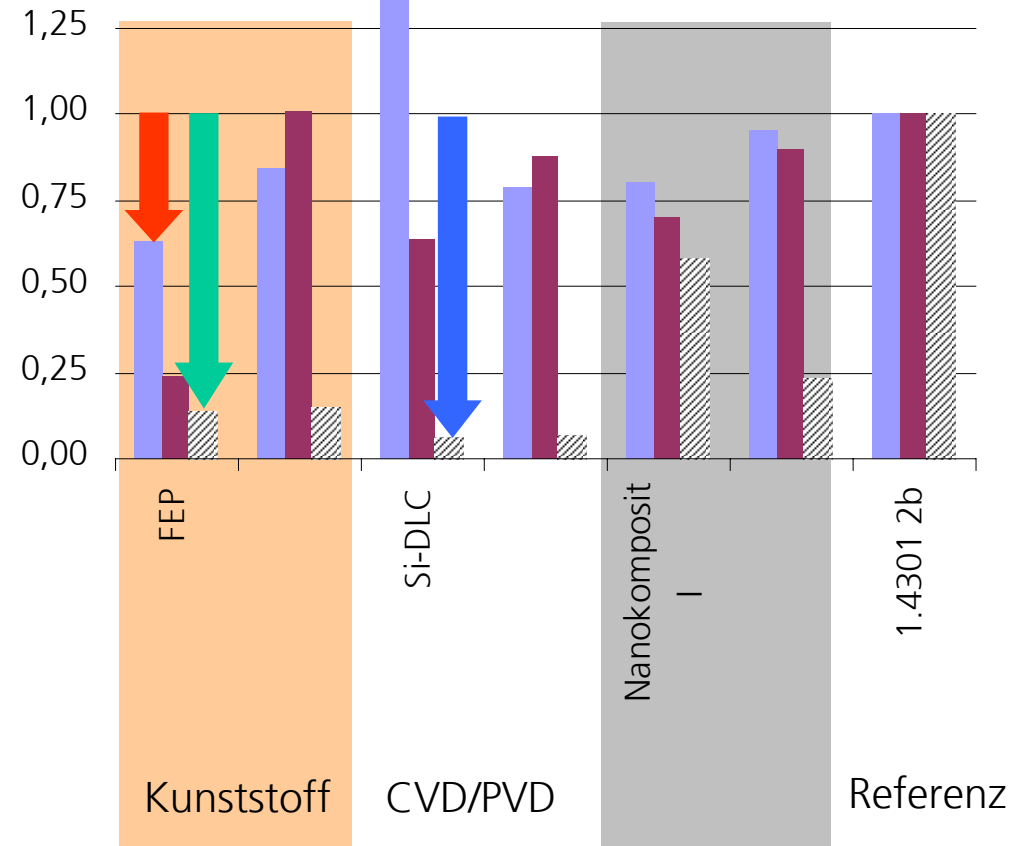


$$\frac{\text{Verschmutzungsmenge Oberflächenmodifikation}}{\text{Verschmutzungsmenge Edelstahl}}$$

- Molkenprotein
- Stärke
- Pseudomonas fluoreszens



Anfangsverschmutzung normiert



Untersuchungs- ergebnisse

Reinigung

-50%

-84%

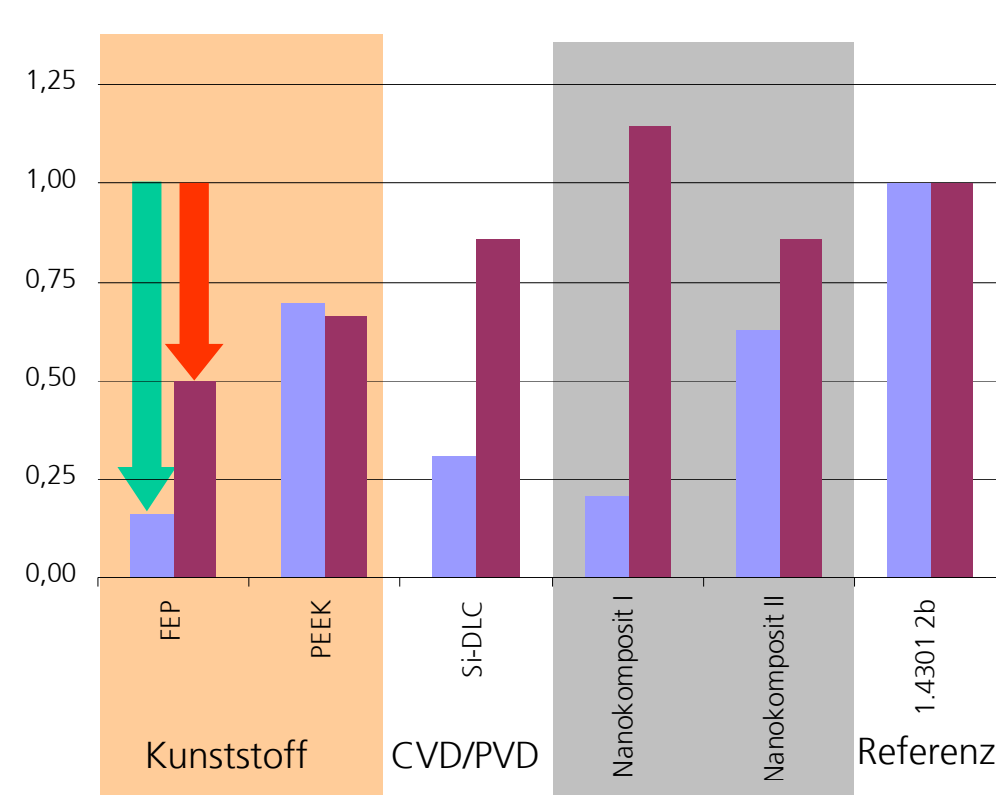
$$\frac{\text{Verschmutzungsmenge Oberflächenmodifikation}}{\text{Verschmutzungsmenge Edelstahl}}$$

■ Molkenprotein

■ Stärke

Einmalige Reinigung

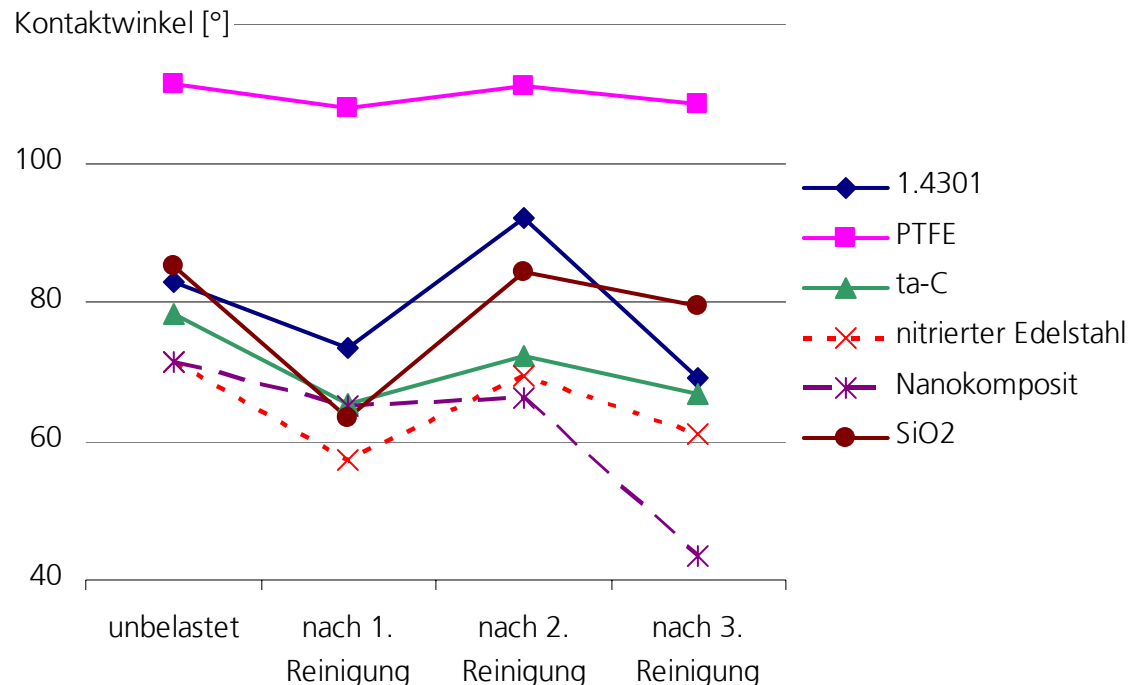
Restverschmutzung normiert



Untersuchungs- ergebnisse

Chemische Beständigkeit

- ➔ Untersuchung der Auswirkung von Reinigungsprozessen auf die Oberflächeneigenschaften durch Messung Kontaktwinkel und Topografie
- ➔ 3 fache Reinigung mit 2% NaOH und 2% HNO₃ bei 80°C



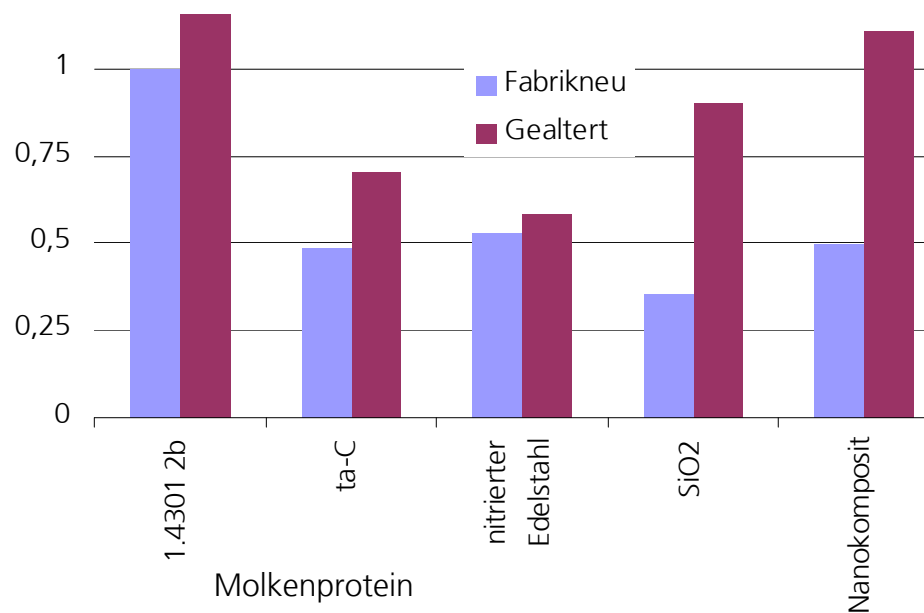
Änderung Kontaktwinkel	
1.4301	-14°
PTFE	-3°
ta-C	-11°
nitrierter Edelstahl	-10°
SiO ₂	-5°
Nanokomposit	-27°

Untersuchungs- ergebnisse

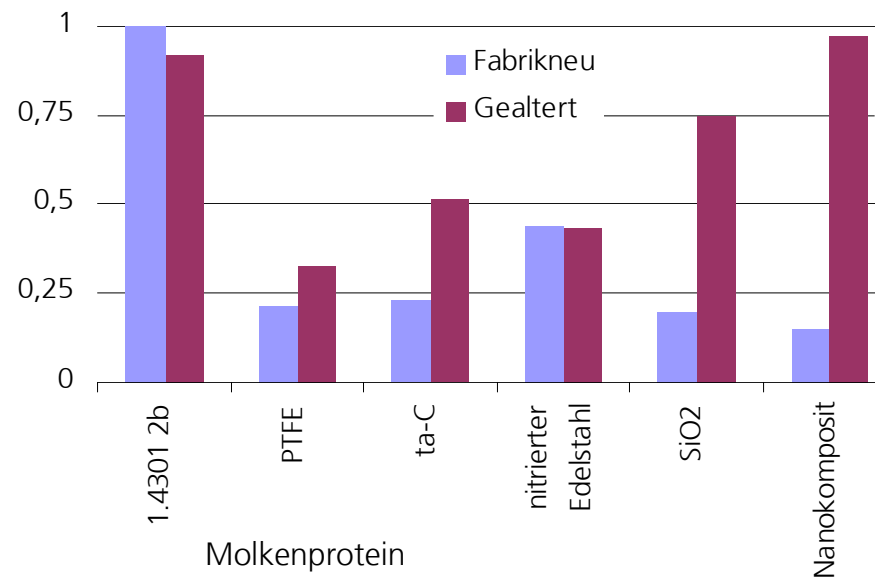
Reinigungsuntersuchungen nach
chemischer Belastung

$$\text{normierte AV / RV} = \frac{\text{Verschmutzungsmenge Oberflächenmodifikation}}{\text{Verschmutzungsmenge Edelstahl-Fabrikneu}}$$

normierte Anfangverschmutzung



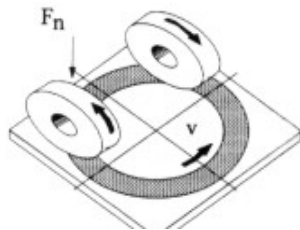
normierte Restverschmutzung



Chemische Belastung beeinflusst die reinigungstechn. Eigenschaften

Untersuchungs- ergebnisse

Verschleißbeständigkeit



GETESTET: adhäsiver, abrasiver und erosiver Verschleiß

Ergebnisse: Taber Abraser Test (abrasiver Verschleiß)

Umdrehungen	Masseverlust in mg				
	Edelstahl	Nitrierter Edelstahl	Si-DLC	PTFE- Bindeharz	Nanokom- posit
100	4	2	5	9	7
200	4	1	4	8	3
300	2	1	2	8	3
400	2	1	2	8	2
500	2	1	1	6	2
600	2	0	1	8	3
700	3	0	2	7	2
800	2	1	0	4	1
900	2	1	2	4	2
1000	1	0	0	3	2
Summe	24	8	19	65	27

Die getesteten Systeme zeigen bei adhäsivem, abrasivem und erosivem Verschleiß unterschiedliche Beständigkeiten.

Zusammenfassung

- ➔ CVD/PVD bei MO sehr gute Ergebnisse
- ➔ Niederenergetische Oberflächen sind bei Molkenproteinverschmutzung leichter zu reinigen
- ➔ Untersuchungen mit stärkehaltiger Verschmutzung zeigen vergleichbare Tendenz

- ➔ Problembezogene Beschichtungsauswahl notwendig
- ➔ Unterscheidung von Verschmutzungsneigung (Belagbildung) und Reinigbarkeit notwendig
- ➔ Kein **beschreibbarer** Einfluss der Oberflächenenergie (gesamt / polar / dispers / Verhältnis) nachweisbar

	Reinigungsrate	Ra [μm]	γ_{ges} [mN/m]	γ_{pol} [mN/m]
CrN	71%	0,13	42	0,04
ta-C	67%	0,11	40	9,86
1.4301	42%	0,14	38	6,6
PTFE	65%	1,6	18	0,32

Molkenprotein



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das Forschungsvorhaben (14745 BR/1) wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.

Wir danken dem **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW)** für die Bereitstellung der finanziellen Projektmittel. Weiterhin danken wir für die freundliche Unterstützung der AiF sowie der **Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V.**, München.