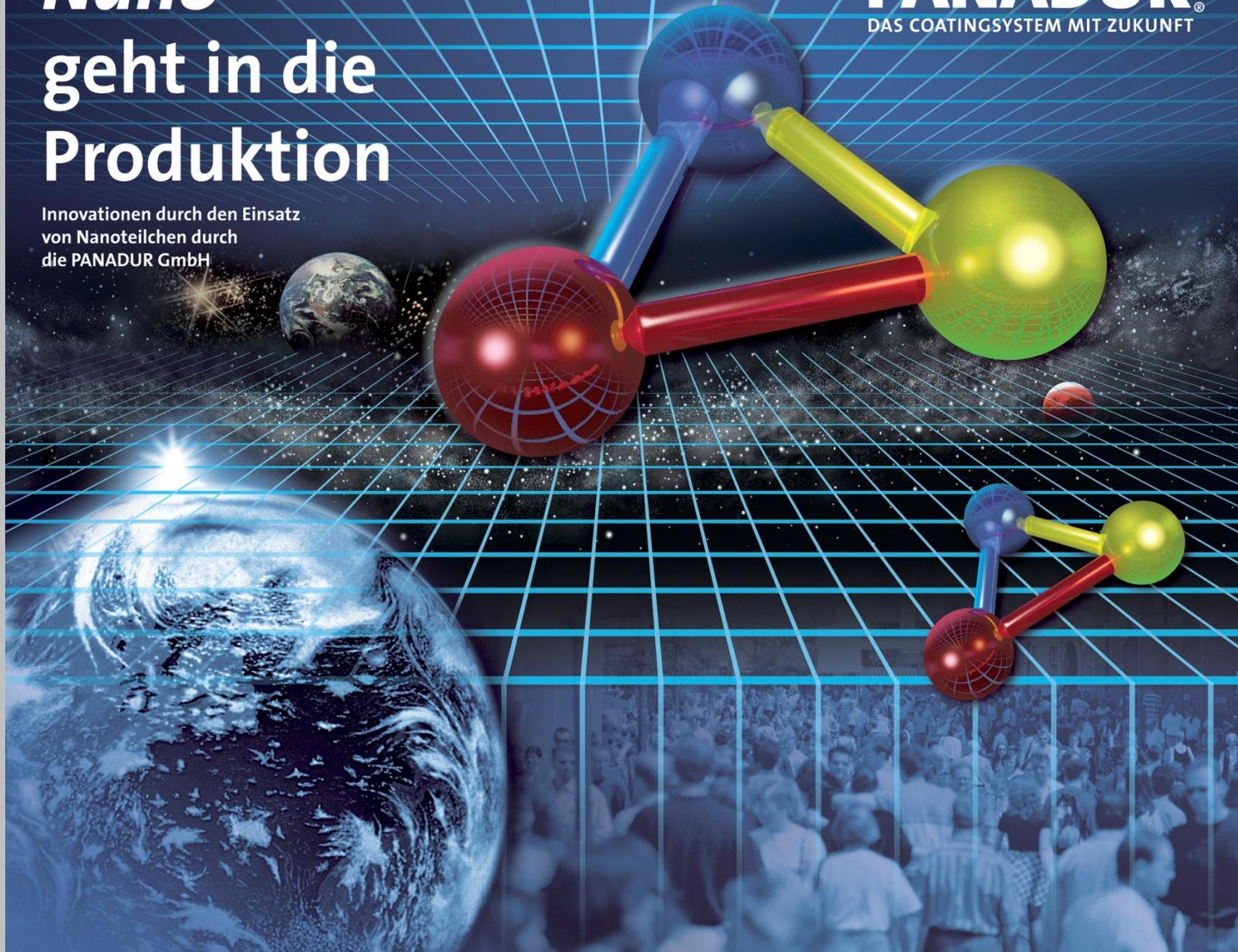


# *Nano* geht in die Produktion

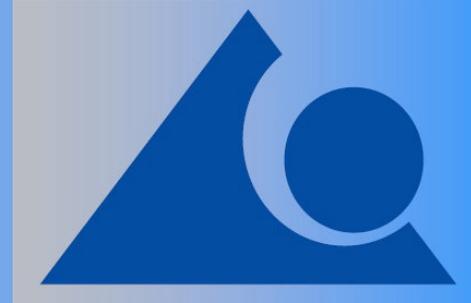
Innovationen durch den Einsatz  
von Nanoteilchen durch  
die PANADUR GmbH

**PANADUR**<sup>®</sup>  
DAS COATINGSYSTEM MIT ZUKUNFT



3. Merseburger Rapid Prototyping Forum  
16.09.2009 Hochschule Merseburg (FH)

weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage:  
[www.rp-netzwerk.de](http://www.rp-netzwerk.de) → Rapid Prototyping Forum 2009



# Oberflächengestaltung und – funktionalisierung durch PANADUR „Intelligent Surfaces“

**PANADUR GmbH**

Am Sülzegraben 17, 38820 Halberstadt

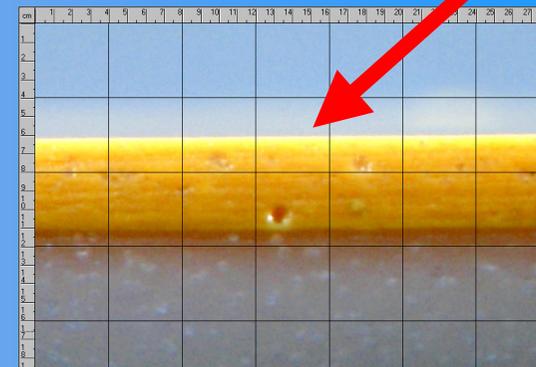
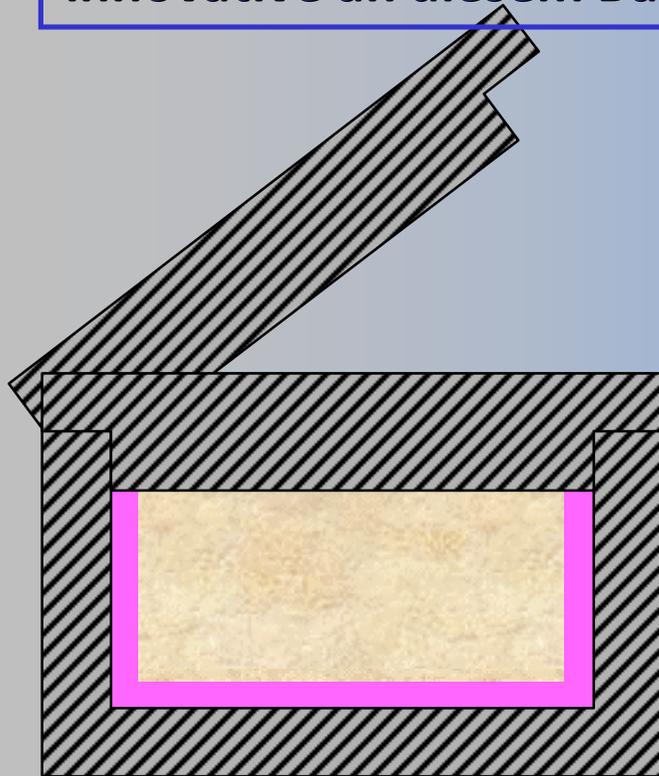
Tel.: +49 (0)3941/6240-0 Fax: +49 (0)3941/6240-20

[www.panadur.de](http://www.panadur.de), [info@panadur.de](mailto:info@panadur.de)

# PANADUR<sup>®</sup> IMC-Verfahren

PANADUR<sup>®</sup> In-Mould-Coating IMC ist ein modular aufgebautes und flexibles System zur Oberflächenbeschichtung von Kunststoff-Formteilen direkt im Werkzeug.

Der Einsatz von Nanopartikeln und das Applizieren sehr schneller aliphatischer Systeme im Formgebungsprozess sind das absolut innovative an diesem Baukasten-System.



# Prozessschritte bei IMC-Verarbeitung

Trenn-  
mittel  
sprühen



IMC  
sprühen



Träger-  
material  
applizieren



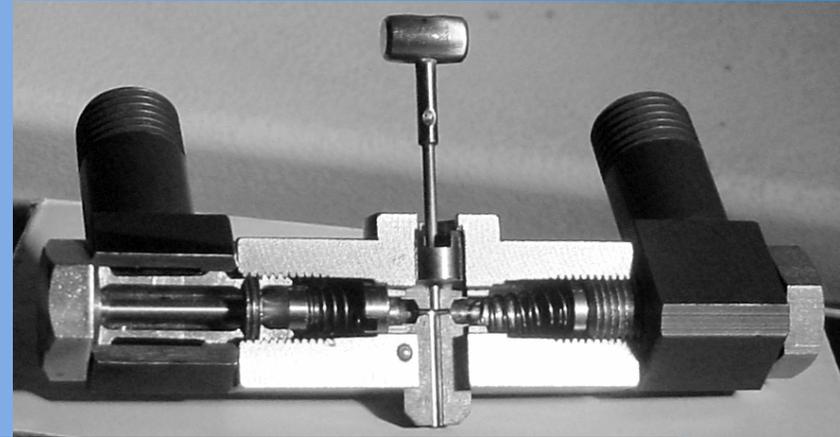
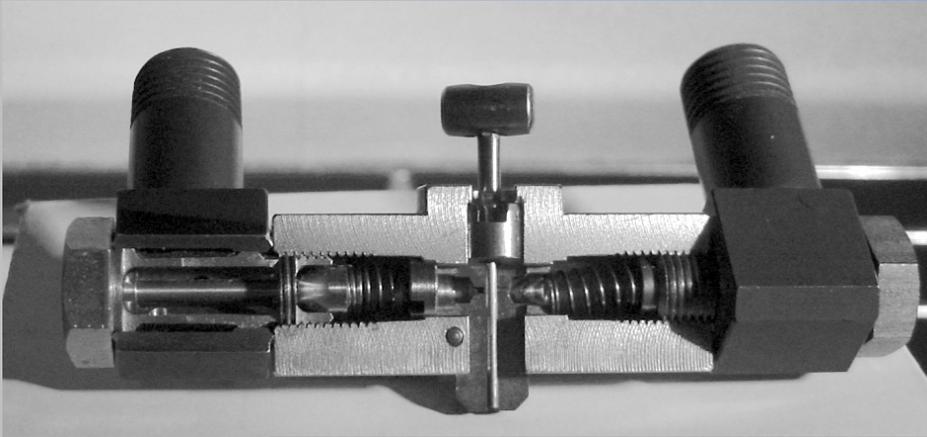
Ent-  
formen



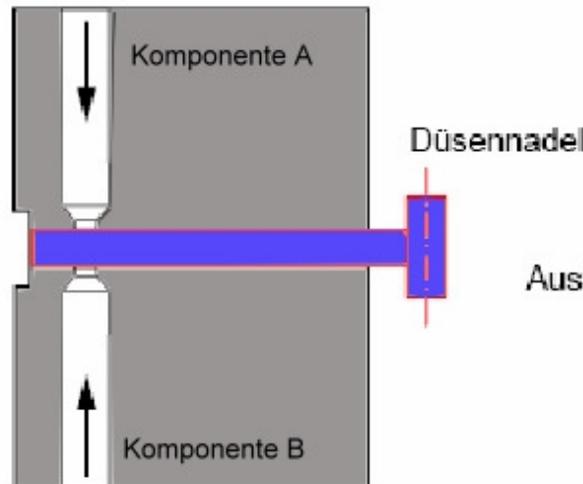
# ISOTHERM PSM 700



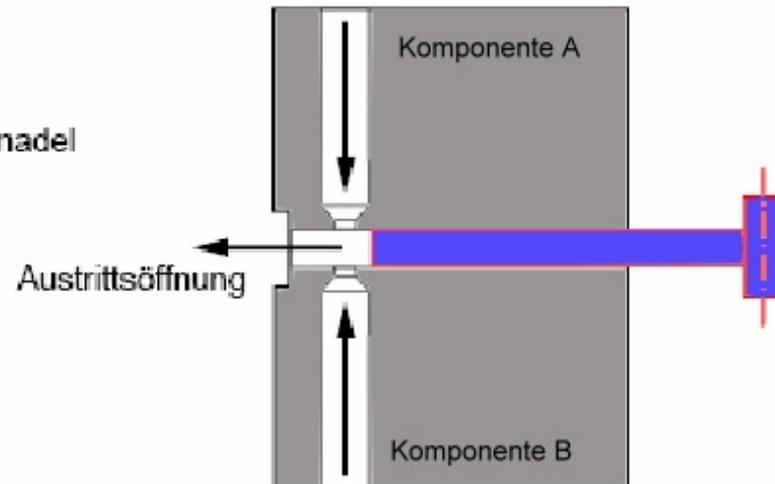
# Prinzip der Sprühtechnik



Mischkammer geschlossen



Schuss-Situation  
Mischkammer offen



# Sprühbild

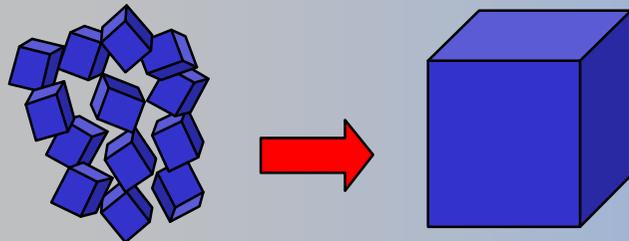


Vom  
Design  
zur  
**FUNKTIONALITÄT!**

# Herstellung von Nanopartikeln

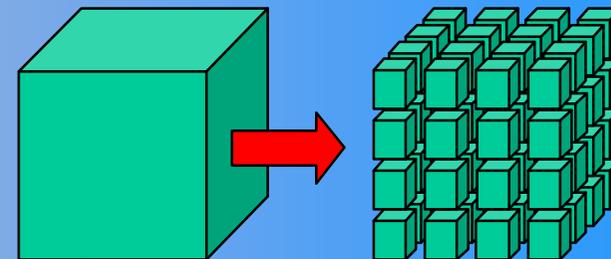
## BOTTOM – UP – Prozess

- Chemische Erzeugung der Partikel durch gezieltes Wachstum
  - Flammhydrolyse
  - Sol-Gel-Prozess
- **Umweltproblematisch** (evtl. frei werdende Nanopartikel)
- Reaktionsbedingungen steuern Partikelgrößenverteilung



## TOP – DOWN – Prozess

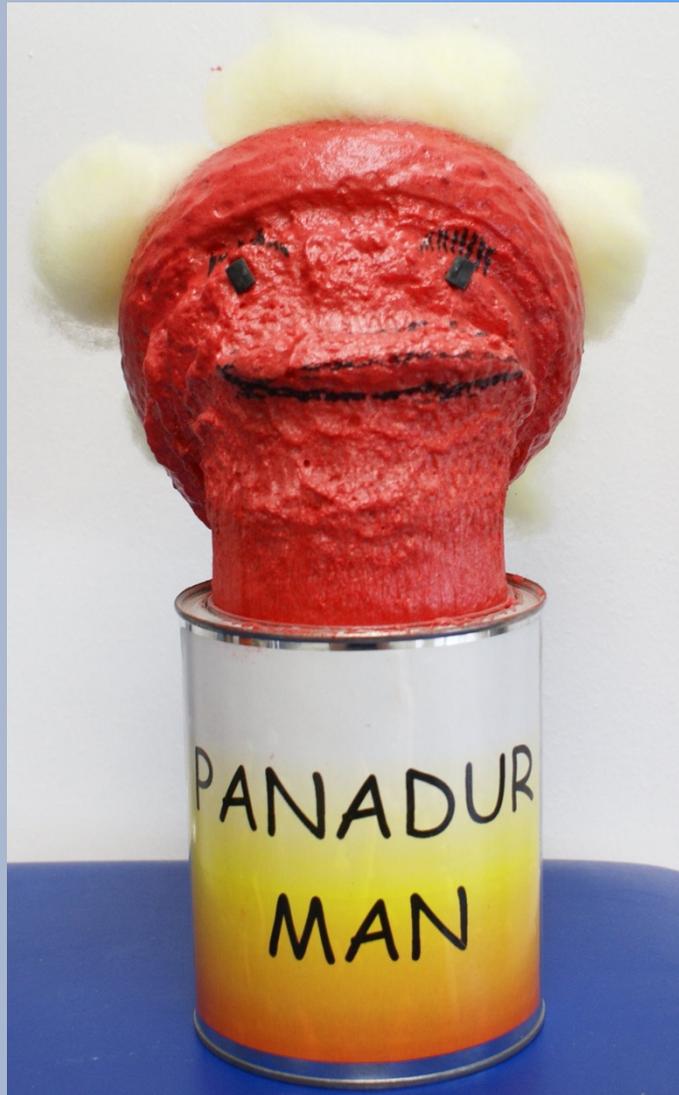
- Mechanische Zerlegung von Aggregaten & Agglomeraten
- **Umweltfreundlich**
  - 100% Polymermatrix
- Energieeintrag steuert Partikelgrößenverteilung



**Mikrostrukturierte  
Oberfläche**

**Antimikrobielle  
Ausstattung**

**Erhöhter  
Brandschutz**



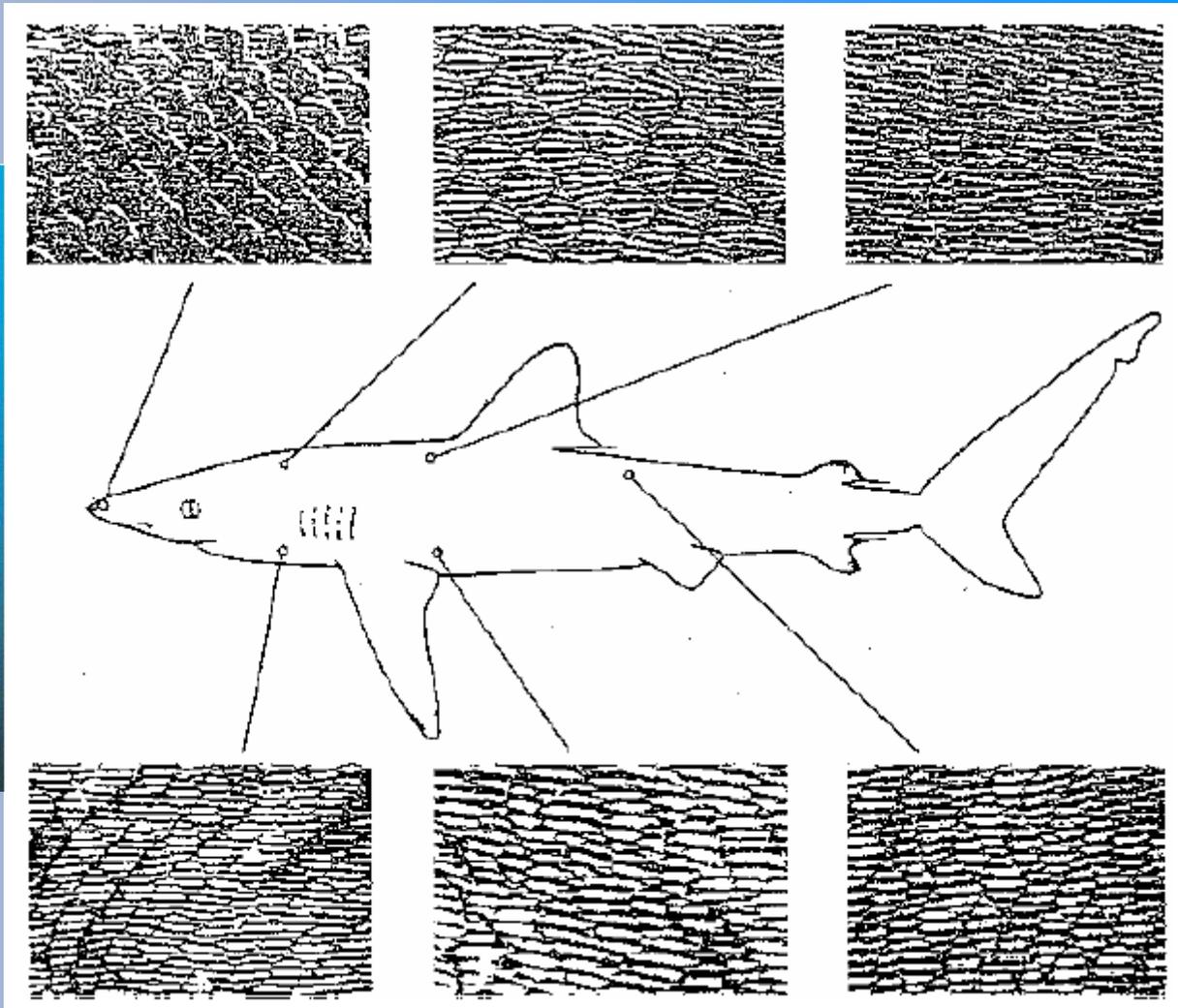
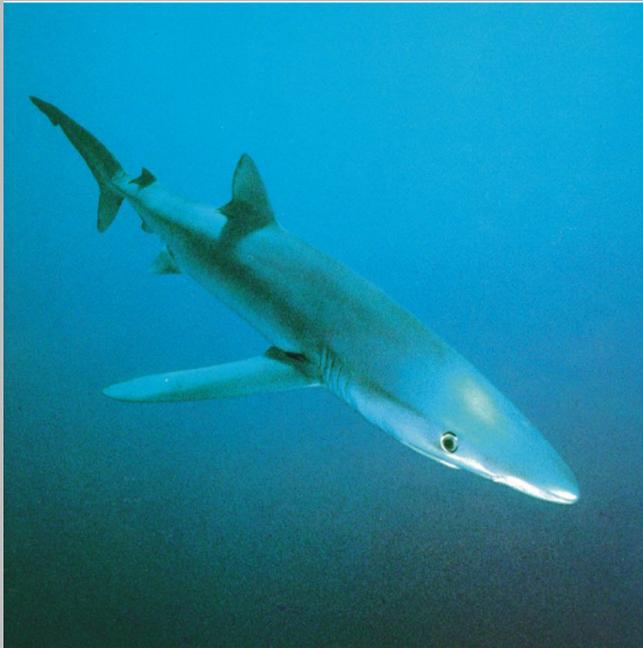
**Salzbeständigkeit**

**Kratzfestigkeit**

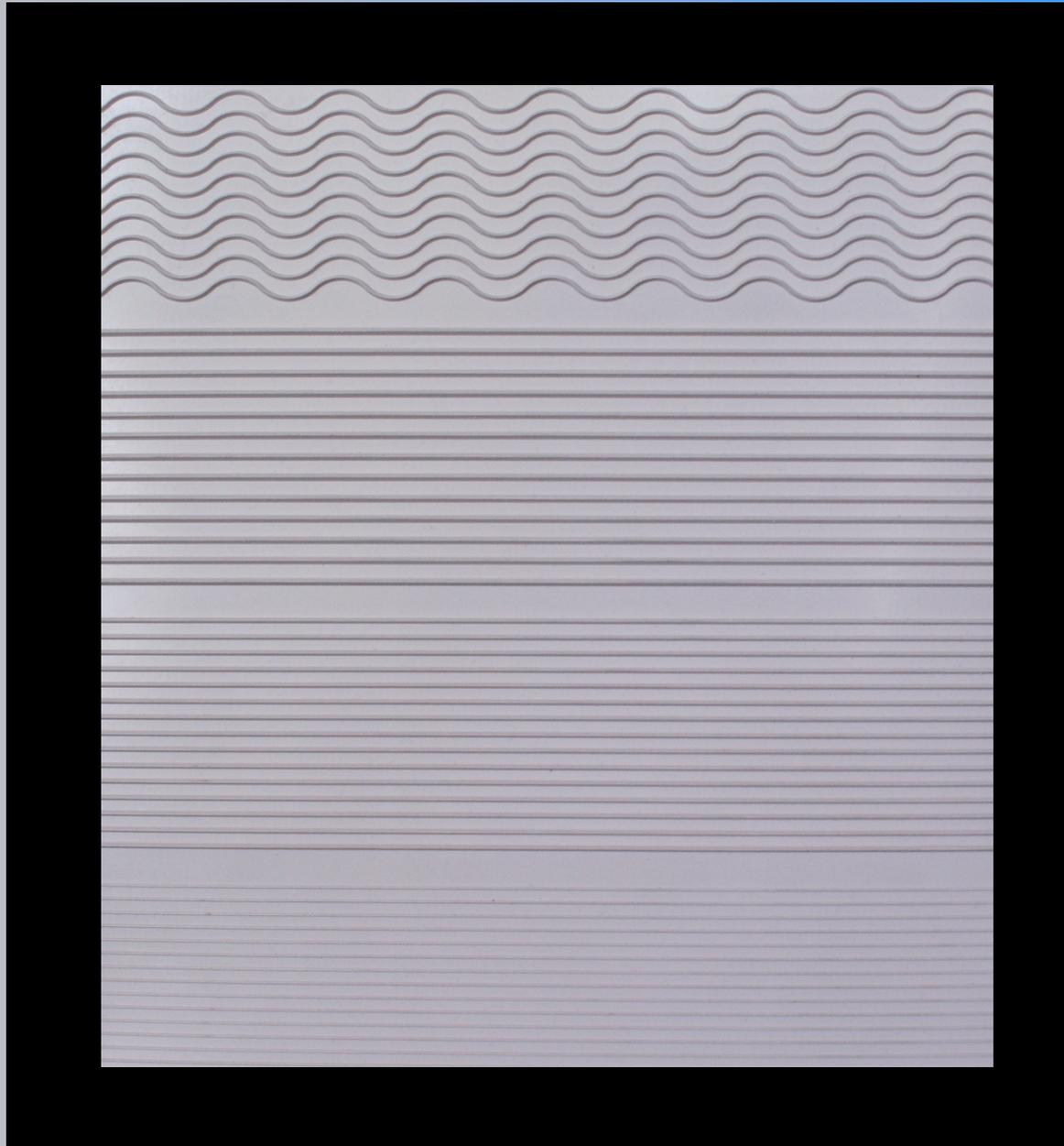
**Ableitung der  
elektrostatischen  
Aufladung**

**Nachleuchten**

# Mikrostrukturierte Oberfläche



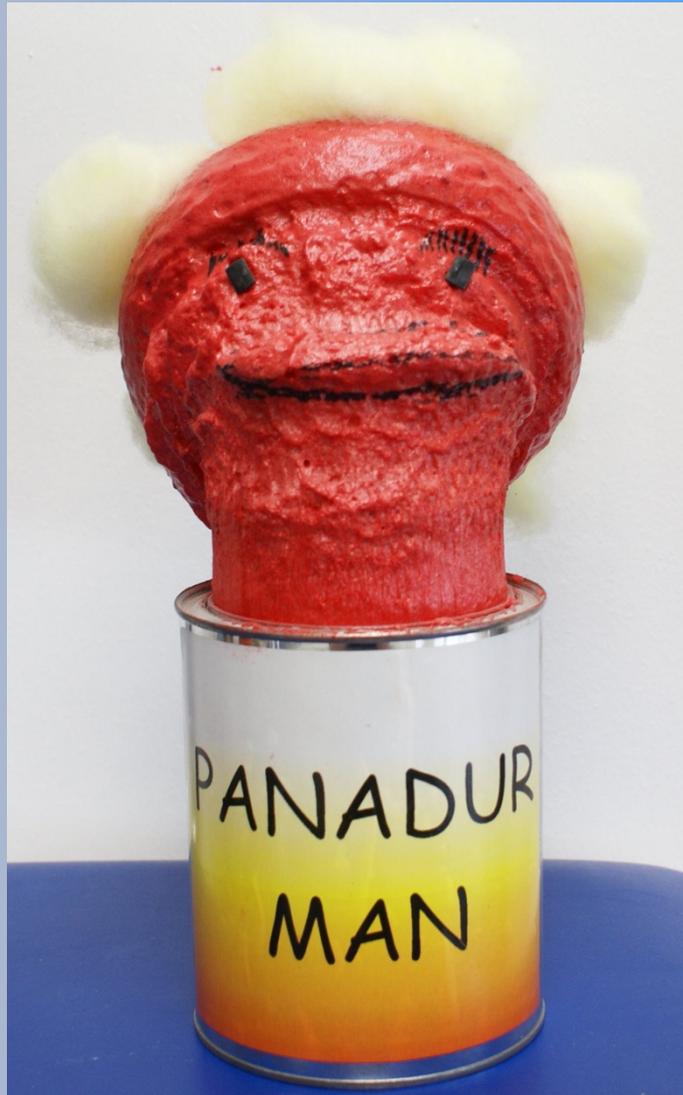
# Mikrostrukturierte Oberfläche



**Mikrostrukturierte  
Oberfläche**

**Antimikrobielle  
Ausstattung**

**Erhöhter  
Brandschutz**



**Salzbeständigkeit**

**Kratzfestigkeit**

**Ableitung der  
elektrostatischen  
Aufladung**

**Nachleuchten**

# MOTIVATION

Montag, 31. März 2008

WISSENSCHAFT

DIE WELT Seite 27

## Fünf Minuten MATHE

### Berliner Formel für viele Zwecke

Eine faszinierende Stärke der Mathematik ist, dass sie immer wieder gemeinsame Lösungen für ganz unterschiedliche Probleme anbieten kann. So standen etwa Anfang der 90er-Jahre Berliner Mathematiker vor einem ziemlich schwierigen Problem bei der Hyperthermie, einer Methode der Krebstherapie. Es ging um die genaue Berechnung von Radiowellen von 100 Megahertz, die zur Erwärmung von tief liegenden Tumoren genutzt werden. Zunächst dachte man, dass Elektrotechniker der Stanford University das Problem bereits im Griff hätten. Doch das war ein Irrtum. Deren Methode war falsch. Der Fall, dass die Wellenlänge ungefähr die Maße des Körpers hat, war nämlich nicht hinreichend studiert worden. Dies haben dann Mathematiker der FU Berlin und der ETH Zürich in einigen Jahren harter Arbeit gelöst.

Etwa zehn Jahre später kamen in der Nanotechnologie die sogenannten photonischen Kristalle auf. Das sind neuartige Materialien, die durch raffinierte Mikrostrukturen ganz besondere Eigenschaften bekommen können. Der Münchner Nobelpreisträger Theodor Hänsch hat zum Beispiel solche Kristalle in seinen Apparaten genutzt. Auch hier war die mathematische Aufgabe, elektrische Felder extrem genau im Computer zu simulieren. Zwar treten dabei etwa eine Million Mal höhere Frequenzen (100 Terahertz) auf als bei der Krebstherapie; aber die Wellenlänge hat wieder ungefähr die Maße der Mikrostruktur dieser Kristalle. Und genau deshalb konnten die Berliner Mathematiker die Lösung aus der Krebsmedizin „recyceln“. So waren sie weltweit die Ersten, die eine derartig fortschrittliche Technologie nicht nur richtig, sondern auch hinreichend schnell im Computer berechnen



Escherichia-coli-Bakterien waren bislang vergleichsweise harmlose Krankheitserreger. Doch sie werden immer aggressiver und verursachen neuerdings auch Blutvergiftungen

FOTO: PA/OKAPA

## Aus harmlosen Bakterien werden gefährliche Killer

Auch außerhalb von Krankenhäusern treten immer häufiger Krankheitserreger auf, die gegen Antibiotika resistent sind

Von Anja Garms

HAMBURG - Es begann mit einer harmlos aussehenden kleinen Quaddel am Fuß. Nichts, worüber man sich Sorgen macht. Doch nach einigen Tagen war die Quaddel immer noch da. Nicht nur das: Sie war größer geworden und schmerzte.

MRSA-Infektionen nur in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen Probleme, überall dort, wo viele Antibiotika eingesetzt werden. Der Mann hatte sich offensichtlich außerhalb eines Krankenhauses angesteckt. Diese „in der Gemeinschaft erworbenen“ MRSA-Infektionen, sogenannte

lässt sich der CA-MRSA vom verwandten Krankenhauskeim gut unterscheiden. „Zum einen ist der CA-MRSA nicht so breit resistent wie der Krankenhauskeim“, so Witte, „zum anderen bildet er bestimmte Toxine und hat noch andere typische Merkmale, die sich im Erbgut nachweisen lassen.“ Was die CA-

nal Institute of Allergy and Infectious Diseases in Hamilton (Montana) im Journal „Nature Medicine“. Diese „phenol-löslichen Module“ (PSM) werden in den CA-MRSA-Keimen in hoher Zahl nachgewiesen. Beim herkömmlichen Krankenhauskeim sind sie aber nur in geringer Menge zu fin-

Antibiotika-Alternativen, doch Otto hält es für möglich, dass der Keim auch noch Resistenzen gegen diese Wirkstoffklassen entwickelt. „Dies wäre eine Katastrophe für die öffentliche Gesundheitspflege, da uns die Antibiotika gegen Staphylococcus aureus ausgehen und ein Impfstoff nicht in Sicht ist. Die CA-

## Der Mond wird zum Friedhof für Erdlinge

SAN FRANCISCO - Wer seine letzte Ruhe auf dem Mond finden will, dem kann jetzt geholfen werden: Ab 2009 will das Unternehmen Celestis in Zusammenarbeit mit Odyssey Moon Limited und Astrobotics Technology einen Service anbieten, bei dem die Asche von Verstorbenen mit einer Rakete auf den Mond geschossen wird. Dieser Service erweise denjenigen eine besondere Ehre, die davon träumten, „die Präsenz der Menschheit bis zu den Sternen auszudehnen“, heißt es in einer Erklärung des Unternehmens. Billig ist der Service indes nicht: Die Beförderung von nur einem Gramm Asche soll 10 000 Dollar, umgerechnet 6370 Euro, kosten.

Vor zehn Jahren hatte Celestis der US-Raumfahrtbehörde Nasa eine Kapsel mit der Asche des US-Astronauten Eugene Shoemaker übergeben. Er ist der erste Mensch, dessen Asche auf dem Erdtrabanten verstreut wurde. Das Unternehmen, das mehrere Konkurrenten auf diesem Bestattungsmarkt hat, schickte bereits mehrfach die Asche Verstorbener in die Erdumlaufbahn. Die nächste Mission dieser Art ist für Juni geplant. AFP

## WISSENSCHAFT

PHYSIK

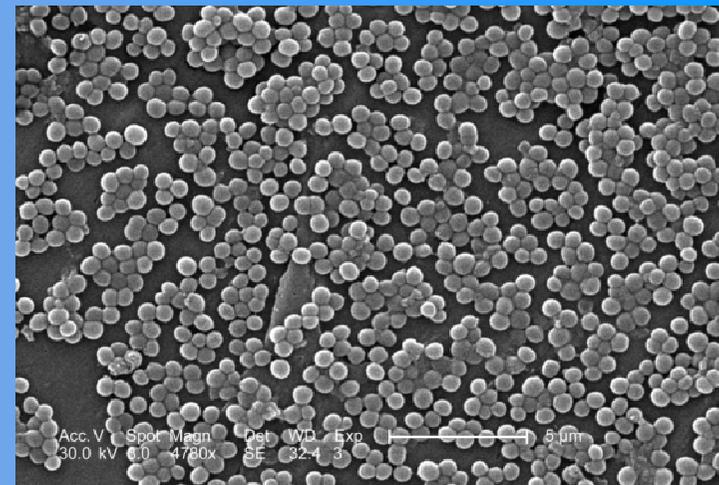
### Dehnbare Siliziumchips

US-Forscher haben flexible Siliziumschaltkreise entwickelt, die sich dehnen und falten lassen. Sie könnten in Spezialkleidung zur Gesundheitsüberwachung oder an Tragflächen von Flugzeugen eingesetzt werden, berichtet Studienleiter John Rogers von der Universität von Illinois im Fachjournal „Science“. Dehnen, Biegen oder Stauchen beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit der Elektronik nicht. Silizium ist normalerweise ein

# MRSA – der Krankenhauskeim

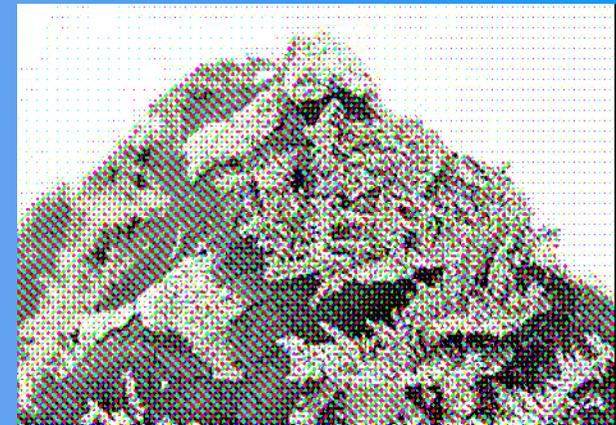
- MRSA = multiresistenter Staphylococcus aureus
- Resistenz gegen eine Vielzahl von Antibiotika
- Jährlich 30.000 registrierte Infektionen in Deutschland, davon 1.500 tödlich (100.000 Tote in Europa)
- Übergreifen auf Landwirtschaft

**→ Silber greift in den Stoffwechsel der Bakterien ein, so dass keine Resistenz ausgebildet werden kann!**



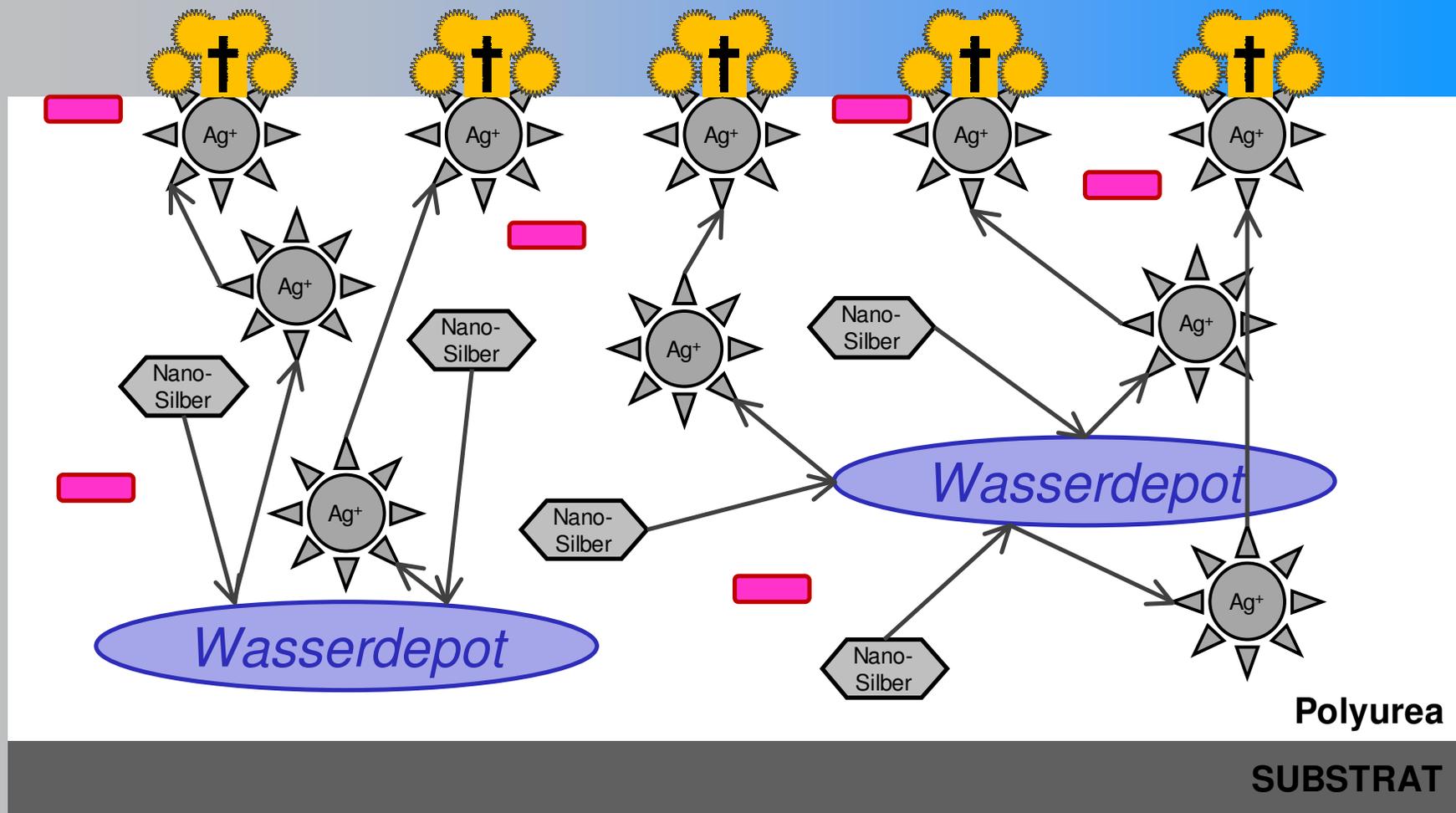
# Silber: Heil-/Konservierungsmittel

- Antibakterielle Wirkung von Silber bereits seit Jahrtausenden bekannt (schon die Perser nutzten Silberbecher zum Trinken)
- Ende des 19. Jahrhunderts wurden Silber und seine Verbindungen als Desinfektionsmittel genutzt
- 1910: krankhafte Organismen werden durch Silber in 3 – 4 min getötet; Konzentration 25 ppm
- 1970: Silber kann bis zu 650 verschiedene Bakterienarten töten; Antibiotika nur 1/10
- Bio-Mediziner Becker entdeckt, dass Silber das Wachstum von Knochenzellen stimuliert und Krebszellen tötet
- Katalytische Anregung der Abwehrreaktionen des Organismus
- Strukturierung von Körperflüssigkeit (Wasser)



# Querschnitt PANADUR<sup>®</sup> antimikrobiell

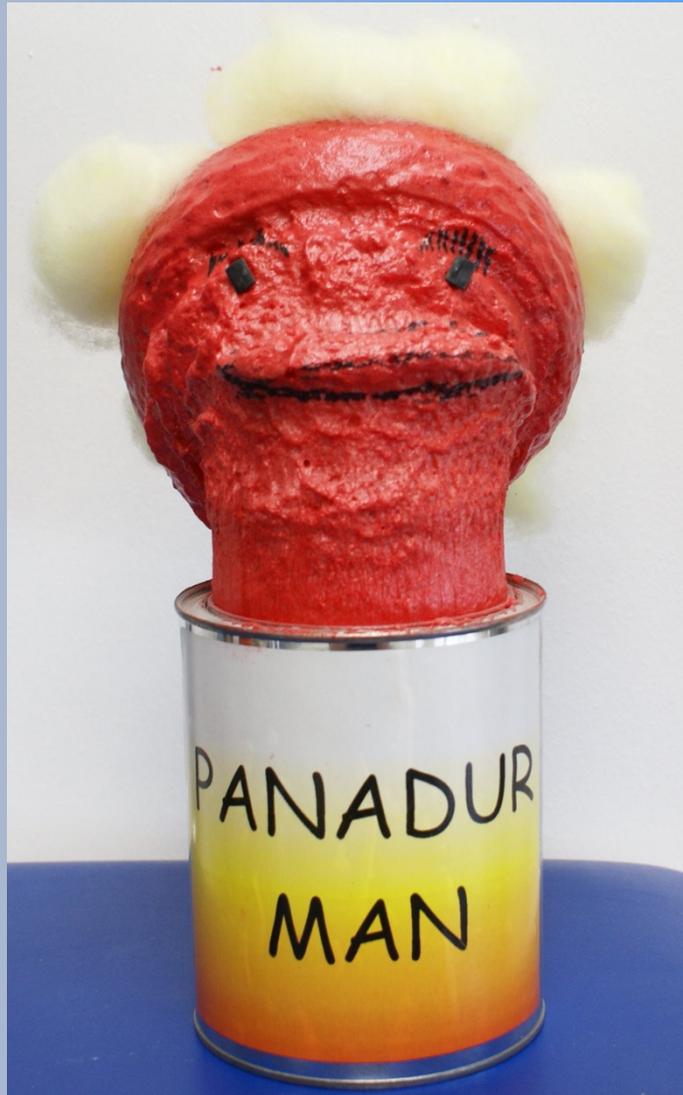
Silber-Ionen blockieren Enzym für die Atmung der Bakterie → „Ersticken“



**Mikrostrukturierte  
Oberfläche**

**Antimikrobielle  
Ausstattung**

**Erhöhter  
Brandschutz**



**Salzbeständigkeit**

**Kratzfestigkeit**

**Ableitung der  
elektrostatischen  
Aufladung**

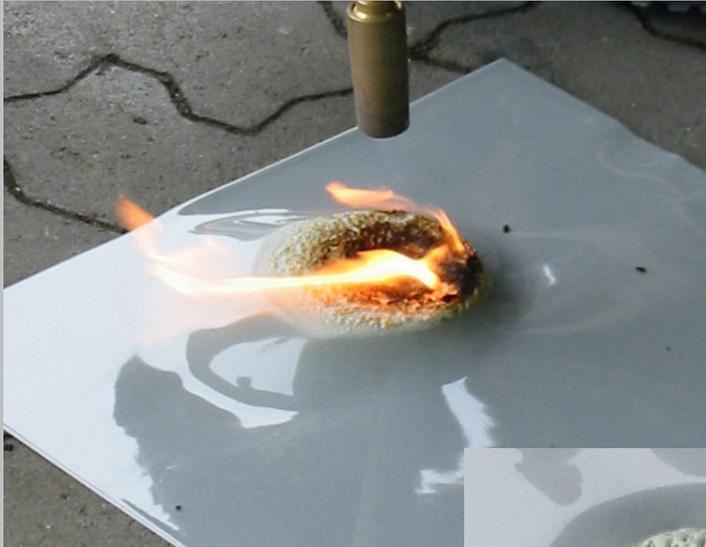
**Nachleuchten**

# Knochenasche zum Brandschutz

- Knochenasche =
  - 80% Hydroxylapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$
  - + 20% Calciumcarbonat  $\text{CaCO}_3$
- Hydroxylapatit ist in Knochen zu einem Anteil von etwa 40%, im Zahnbein zu ca. 70% und im Zahnschmelz sogar zu 97% enthalten
- Im Brandfall Ausbildung einer keramischen Schutzschicht bei gleichzeitiger Wasserabspaltung
- Kombination mit  $\text{SiO}_2$



# Beispiel: Brandschutz



## DIN 5510-2

- Einteilung nach:
  - Brennbarkeitsklasse
  - Rauchentwicklungsklasse
  - Tropfbarkeitsklasse



Ohne PANADUR® IS

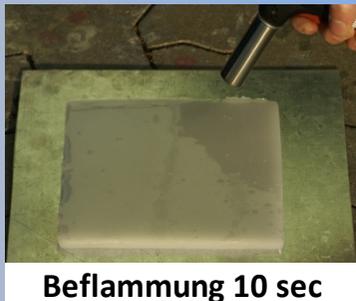
Beflammung mit ca. 1.500 °C aus 10 cm  
Entfernung für 120 Sekunden  
(selbstverlöschender Effekt)

# PANADUR® firewall – nanobasierter, ökologischer Brandschutz

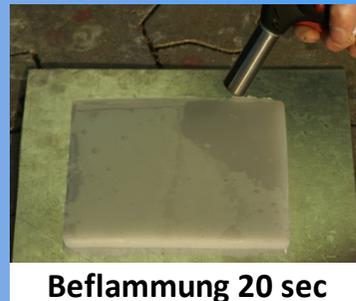
**B  
R  
A  
N  
D  
V  
E  
R  
S  
U  
C  
H**



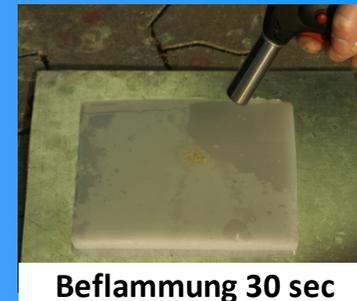
Brandversuchsprobe



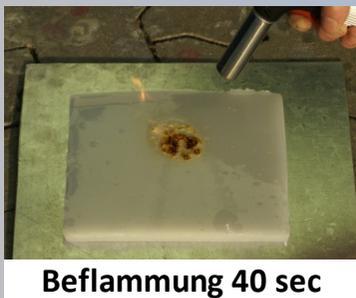
Beflammung 10 sec



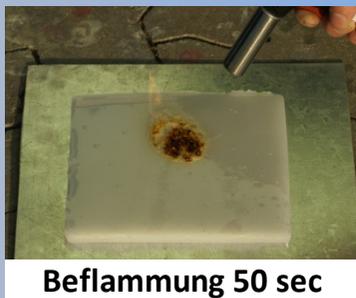
Beflammung 20 sec



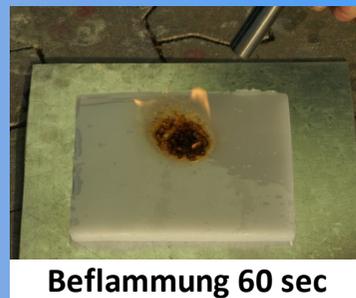
Beflammung 30 sec



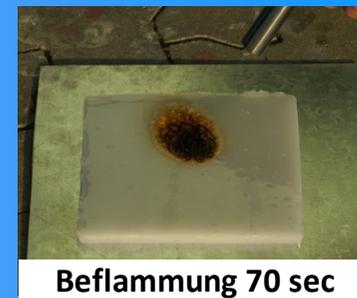
Beflammung 40 sec



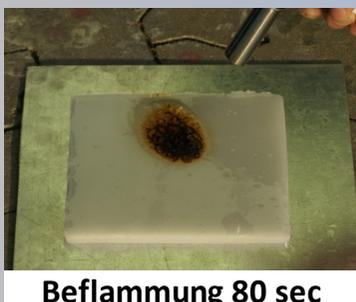
Beflammung 50 sec



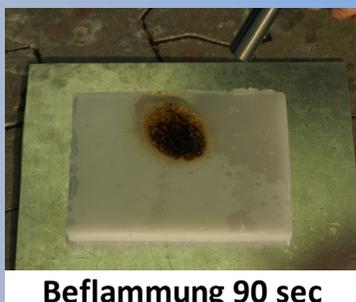
Beflammung 60 sec



Beflammung 70 sec



Beflammung 80 sec



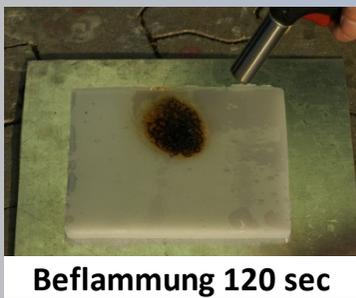
Beflammung 90 sec



Beflammung 100 sec



Beflammung 110 sec



Beflammung 120 sec



Nachbrennen 10 sec



Verlöschen nach 20 sec

# **PANADUR® firewall – nanobasierter, ökologischer Brandschutz**

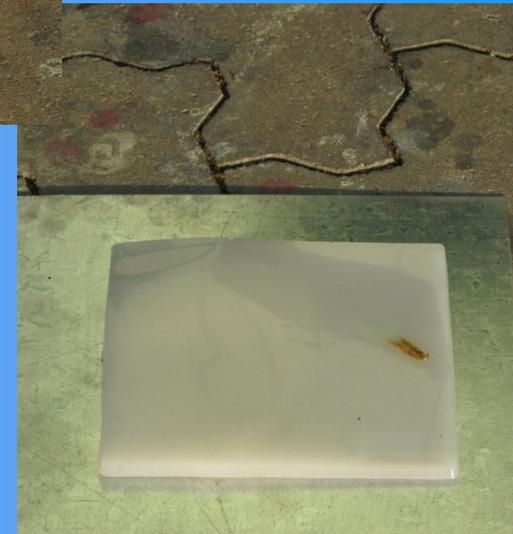
## **BRANDTEST Bügeleisen & Zigarette**



Bügeleisen und  
Zigarette sind  
häufige  
Gefahrenquellen.



Gesamttestdauer:  
= Brenndauer einer Zigarette  
= 570 Sekunden  
• Gluttemperatur = 780-910 °C  
• Bügeleisen = 250 °C

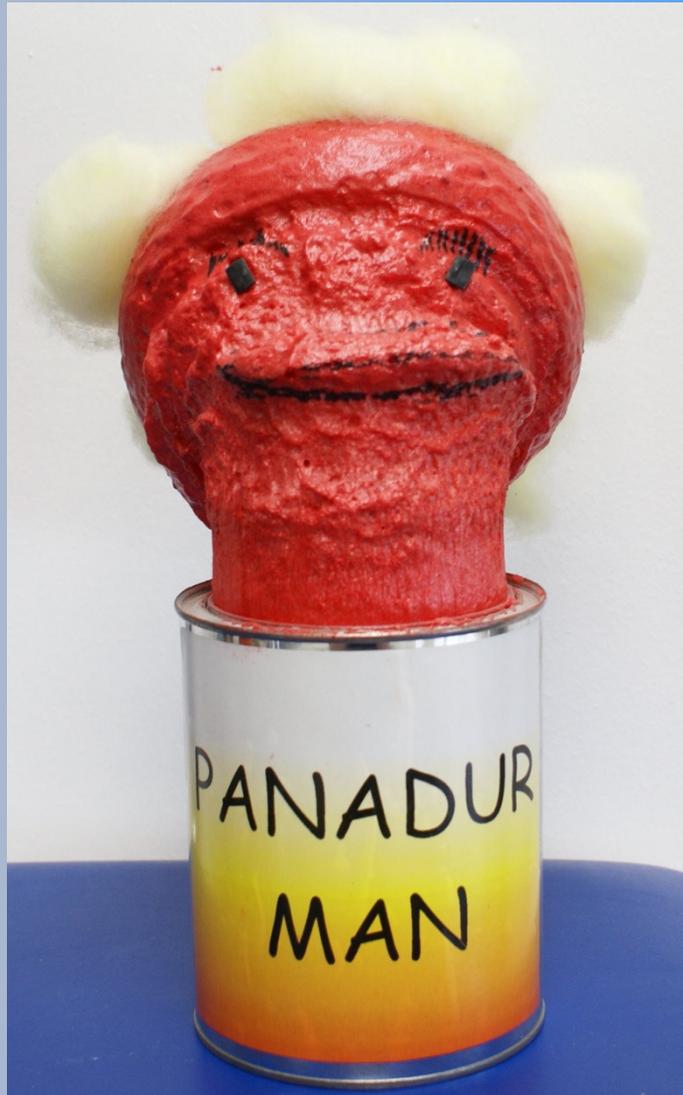


## **Ohne Folgen für PANADUR® firewall!**

**Mikrostrukturierte  
Oberfläche**

**Antimikrobielle  
Ausstattung**

**Erhöhter  
Brandschutz**



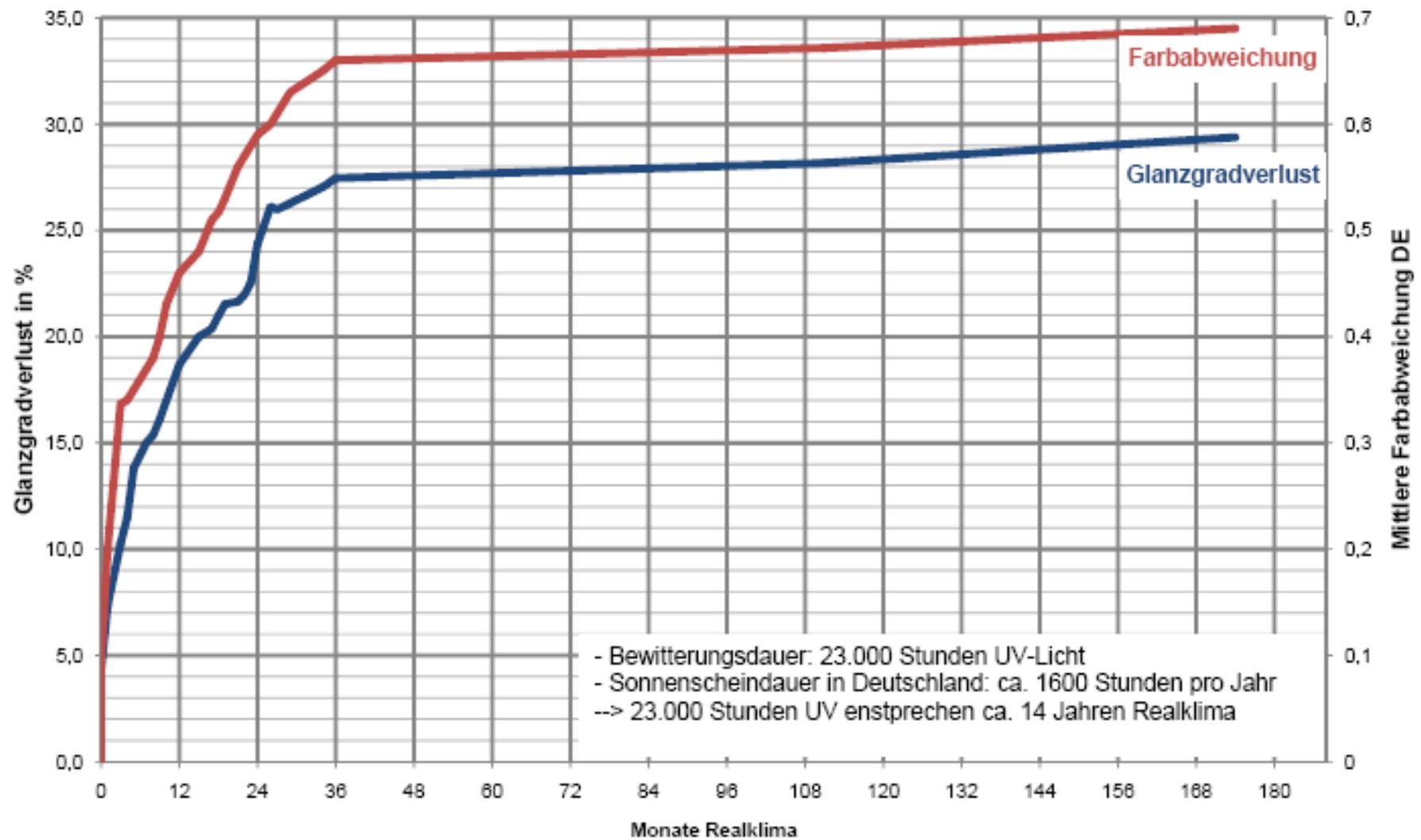
**Salzbeständigkeit**

**Kratzfestigkeit**

**Ableitung der  
elektrostatischen  
Aufladung**

**UV-Stabilität**

## UV-Stabilität PANADUR® Intelligent Surface





**Markt**





# PANADUR IS (Intelligent Surface)

## IMC Design

IMC RAL

IMC Pearlescent

IMC NCS

IMC Effect

## IMC Functional

IMC anti-microbial

IMC firewall

IMC thermochrome

IMC supersoft

IMC anti-scratch

IMC anti-ice

IMC IR-absorb

IMC heat conductive

## IMC Integral

IMC RFID

IMC Photonic

*Erläuterung:*

INNOVATION 2009

Entwicklungen bis 2008

In der Entwicklung

# S U M M A R Y

- PANADUR® IS ist ein modular aufgebautes System zur Oberflächenbeschichtung von Kunststoff-Formteilen.
- PANADUR® IS realisiert durch den Einsatz von Nanoteilchen völlig neue innovative Eigenschaften – Vom Design zur Funktionalität!
- PANADUR® antimikrobiell ist zum Patent angemeldet (DE 10 2009 014 685.7)
- Das PANADUR® In-Mould-Coating-Verfahren wurde patentrechtlich unter dem Titel „Beschichtungsstoff für In-Mould-Coating (IMC) auf der Basis eines aminofunktionellen Reaktionspartners für Isocyanate“ (DE 102005023378 und DE 102006019137) geschützt und außerdem als PCT-Patent (PCT/EP2006/004526 ) angemeldet.
- Volkswirtschaftlicher Nutzen:
  - Bundesregierung schätzt (2006): bis zu 800.000 Neuansteckungen
  - Mehraufwand in medizinischer Betreuung durch Neuansteckung 1,5 Mrd. € in Dtl. (2007)
  - 2008 – 40 Schweinemastanlagen überprüft; davon 28 positiv getestet
- PANADUR® – Die Zukunft erfinden!

# Technikum

Die Zukunft erfindet!  
NANO GEHT IN DIE PRODUKTION

**NANOTECHNOLOGIEZENTRUM der PANADUR GmbH, Halberstadt**



**Herzlichen Dank für Ihr  
Interesse am**



**IMC-System**

**Weitere Informationen finden  
Sie unter:**

[www.panadur.de](http://www.panadur.de)  
[www.isootherm.ch](http://www.isootherm.ch)  
[www.inmouldnano.net](http://www.inmouldnano.net)

