



Österreichische Gesellschaft  
für Thermografie



# Kunststofffenster

## Mögliche Massnahmen zur Erhöhung der Wärmedämmung

*Thermografieforum Eugendorf 2015  
Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger*

## Übersicht



- Kuzvorstellung AMX / Projekte
- Kunststoffenster Wärmedämmung  
Anforderung / Zielsetzung
- Potential Vakuumfenster →  
Nachweisprüfung
- Produktionsverfahren
- Einsatz Nanopartikel / Al-Beschichtung
- Zusammenfassung

# Kurzvorstellung AMX



- Technisches Büro / Ingenieurbüro
- Ideenlieferant & Engineering für Dritte
  - ✓ Maschinenbau
  - ✓ Kunststofftechnologie

# AMX - Extrusion



- Technologieentwicklung / langjährige Entwicklungsleitung / > 100 Patente
  - Extrusionswerkzeuge
  - Extrusionsmaschinen für den Weltmarkt
    - ✓ Marktführerschaft – Technologie  
Energieeinsparung
    - ✓ Auszeichnungen:
      - ❖ Gold Solvin Innovation Award 2007
      - ❖ Nominierung Staatspreis Consulting 2008, 2013
      - ❖ Nominierung Solvin Award 2010

# AMX - Extrusion



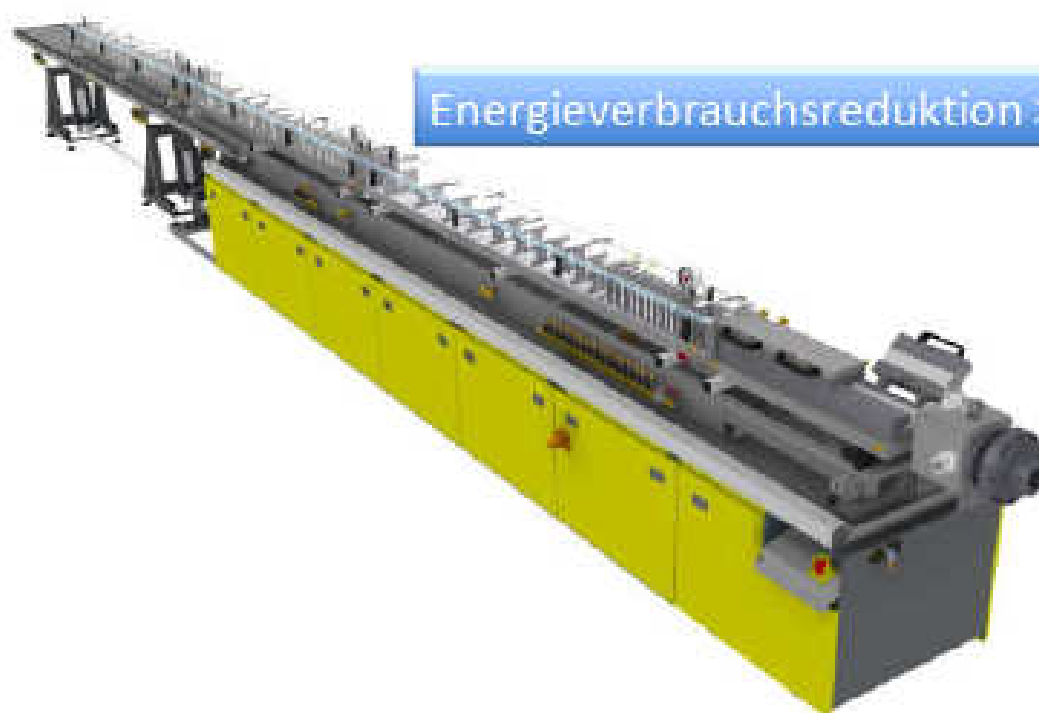
➤ Größte Extrusions-Investition in China



5 Thermografieforum Eugendorf 2015

Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

# Energy Saver



Energieverbrauchsreduktion > 90 %

6

Thermografieforum Eugendorf 2015

Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

# Energy Saver



7

*Thermografieforum Eugendorf 2015*

*Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger*

# Cutter



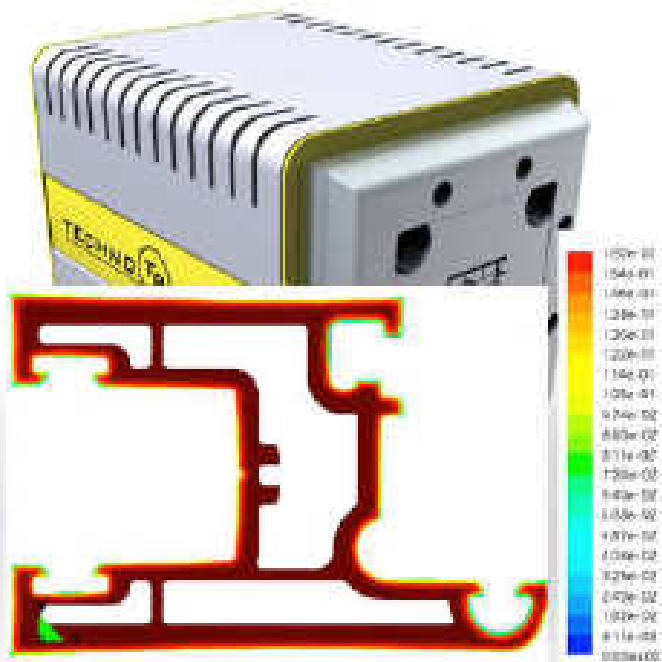
8

*Thermografieforum Eugendorf 2015*

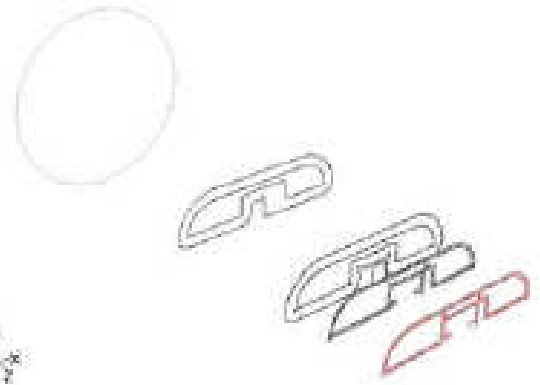
*Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger*

# Schmelzefluss

## ➤ Extrusionswerkzeuge



9 Thermografieforum Eugendorf 2015



Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

# Racing Cart RM1

## ➤ Entwicklung sämtlicher Kunststoffteile



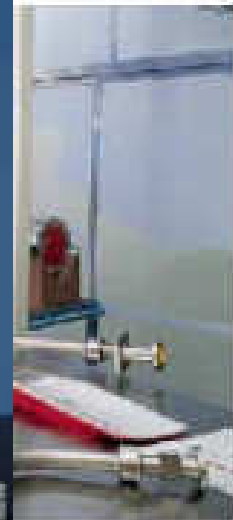
10 Thermografieforum Eugendorf 2015

Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

# Feed Lines Ariane V



- Mitwirkung zum Projektstart
  - „Kryo Feed-lines der SDP-AG“



11 Thermografieforum Eugendorf 2015

Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

## Anforderung / Zielsetzung

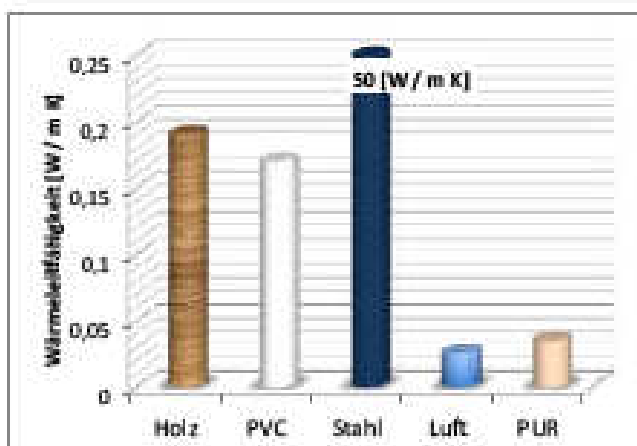


- Fenster mit bestmöglicher Wärmedämmung
- niedrigstem Uf-Wert
- kostengünstig → niedrige Herstellkosten
- 100 % recyclingfähig
- kleine Systembreite

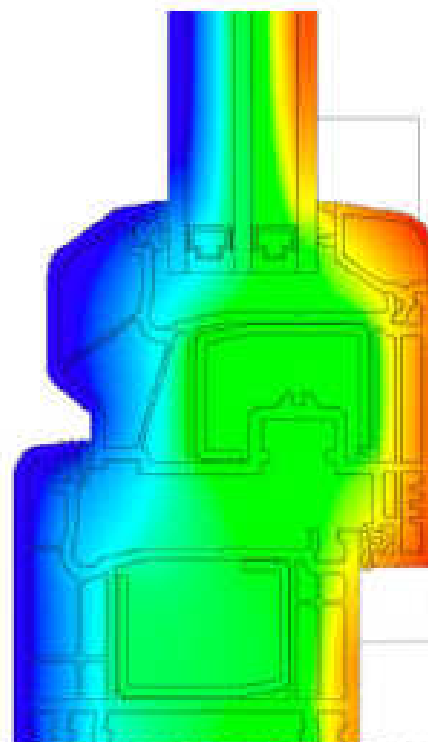
# ein bisschen Physik

## ➤ Wärmeübertragung

- ✓ Wärmeleitung
  - Profil, Armierung, Luft
- ✓ Konvektion der Luft



13 Thermografieforum Eugendorf 2015

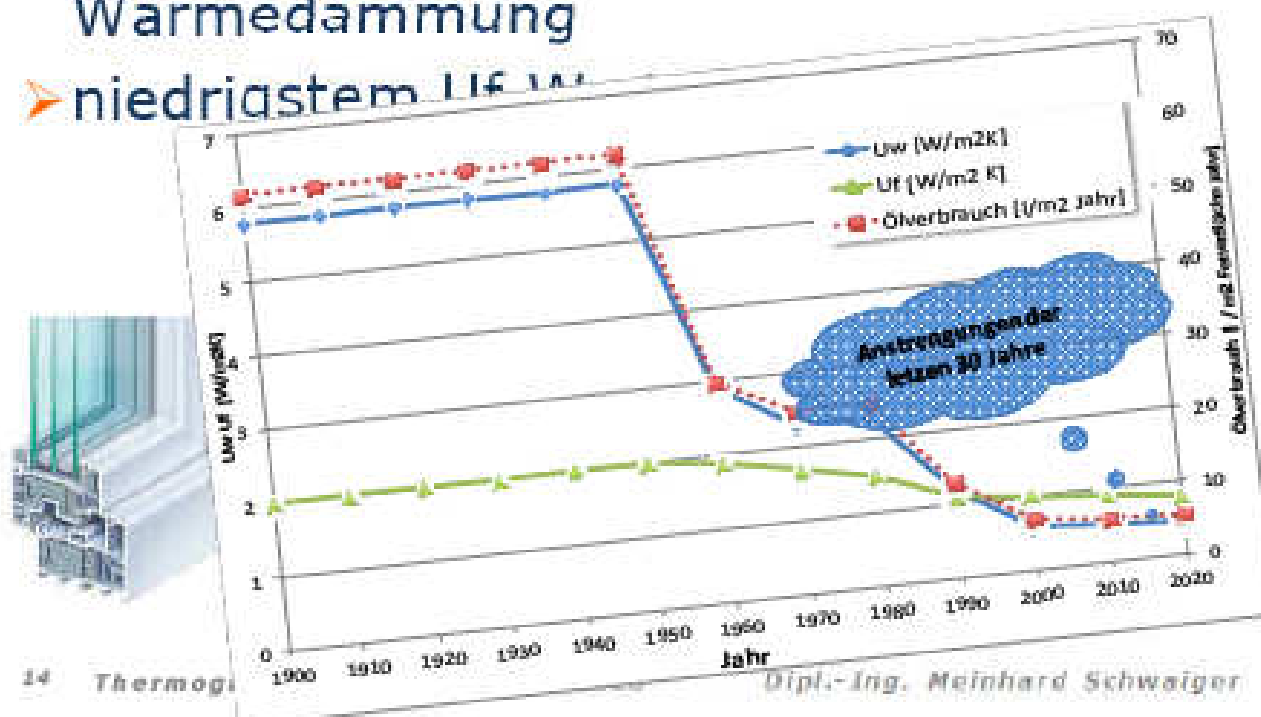


Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

# Anforderung / Zielsetzung

## ➤ Fenster mit bestmöglicher Wärmedämmung

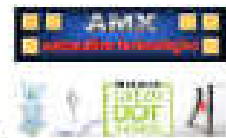
## ➤ niedrigstem Uf-Wert



14 Thermog...

Dipl.-Ing. Meinhard Schwaiger

## Kunststoffenster Wärmedämmung



### State of the art options:

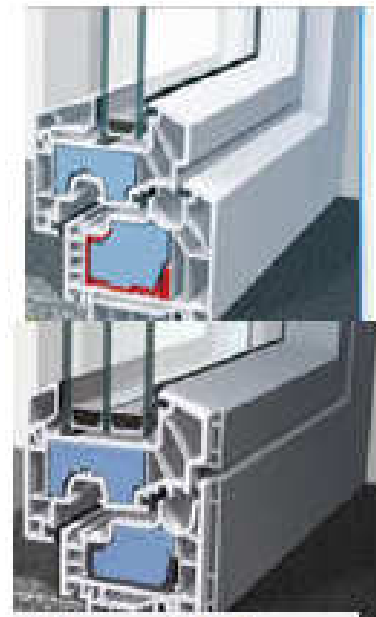
- ✓ Increase number of inner webs
- ✓ Increase profile width
- ✓ Foam core
- ✓ Substitute steel reinforcement  
→ by composite reinforcement

### disadvantage:

costs ↑

weight ↑

benefit ↓



$U_w \approx 1,1 \dots$   
 $0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$

15

## Potential Vakuumfenster



### ➤ Analogie zur Thermoskanne

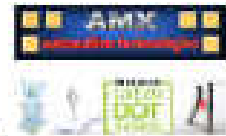
- Vakuumisolierkammer
  - ☛  $\lambda_{\text{Vacuum}} \sim 0,00 \dots \text{ W/m K}$
- Reduzierung Wärmestrahlung (Reflexion)
- Verzicht auf Materialmix (PVC, PU, GFK)
  - ☛ 100% recyclierbar



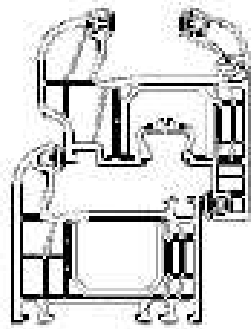
16



# Potential Vakuumfenster

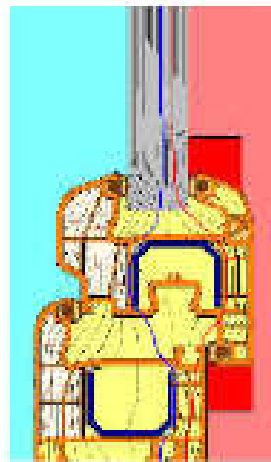


Original



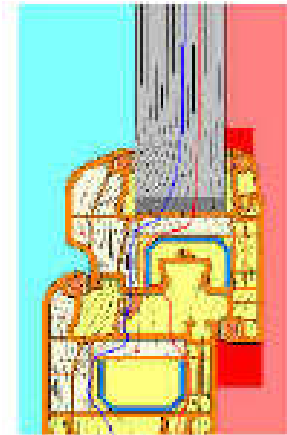
$U_f=1.5$   
[W/m<sup>2</sup>K]

Vacuum



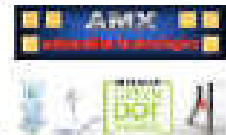
$U_f=1.1$   
[W/m<sup>2</sup>K]

Vacuum  
+ Middle gasket



$U_f=0.9$   
[W/m<sup>2</sup>K]

# Potential Vakuumfenster



Vacuum

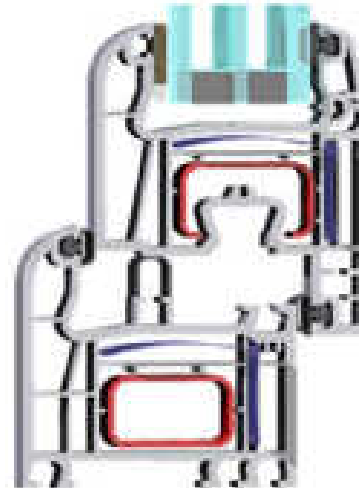
- + Middle gasket
- + dripple glass
- + profile modification



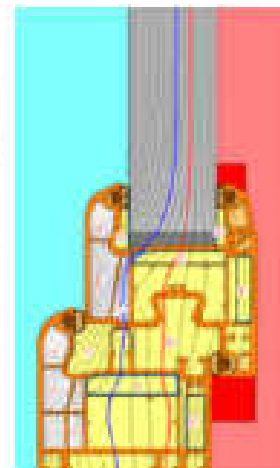
$U_f=0.7$   
[W/m<sup>2</sup>K]

Vacuum

- + Middle gasket + dripple glass + profile modification + infrared barrier



$U_f=0.6$   
[W/m<sup>2</sup>K]



# Potential Vakuumfenster



## Vacuum

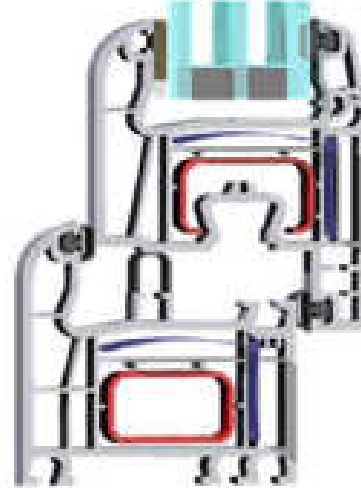
- + Middle gasket
- + drip glass
- + profile modification



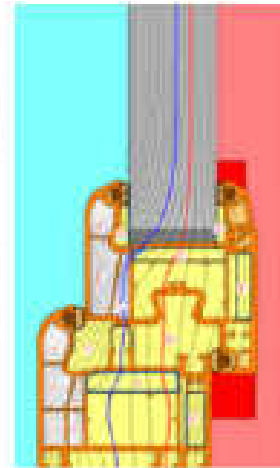
$U_f=0.7$   
[W/m<sup>2</sup>K]

## Vacuum

- + Middle gasket + drip glass + profile modification + infrared barrier

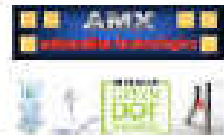


$U_f=0.6$   
[W/m<sup>2</sup>K]



19

# Nachweisprüfung



70 mm profile system



Thermal insulation test according to  
EN12412 "Heat Chamber"

20

# Nachweis

MA 301 - VFA 2010-0470.01

Wien, 06. April 2010



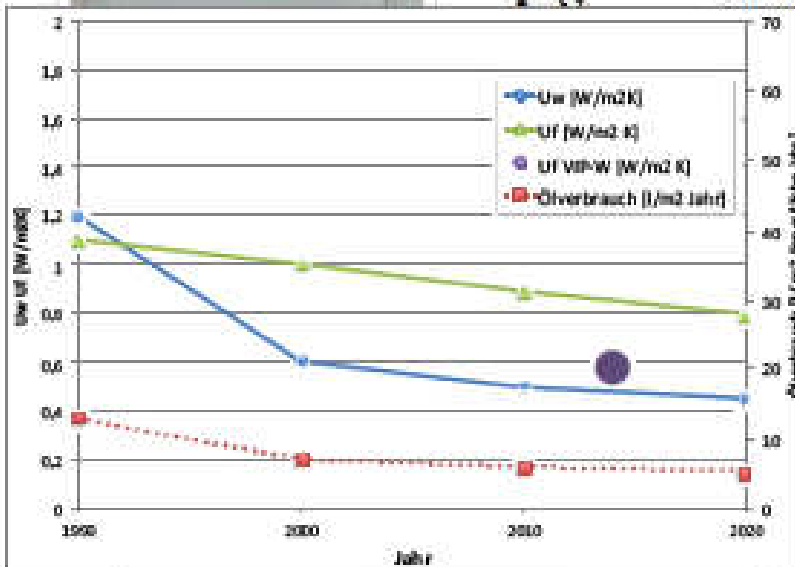
## Profil

- 70
- 51
- 51

## Prüfbericht

1001 00

### Wärmedämmung von teilweise charakterisierten und bewehrten Kunststofffenstereprofilen



AMC Automation Technologies GmbH  
14. Februar 2010

Zur Feststellung (Hersteller: [redacted]) wurde der MA 301 von Auftraggeber am 8. April 2010 zur Prüfung abgefordert.

Erstellung des Wärmeleitwertes (Uw) nach EN ISO 10271, Teil 2 (Kunststofffenster).

Für die mit dem Hersteller vereinbarte, einseitig hergestellten Fensterprofile ergibt sich ein mittlerer Wärmeleitwert  $U_w = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Der Bericht umfasst 06 Blätter und 1 Anlage (2 Seiten).

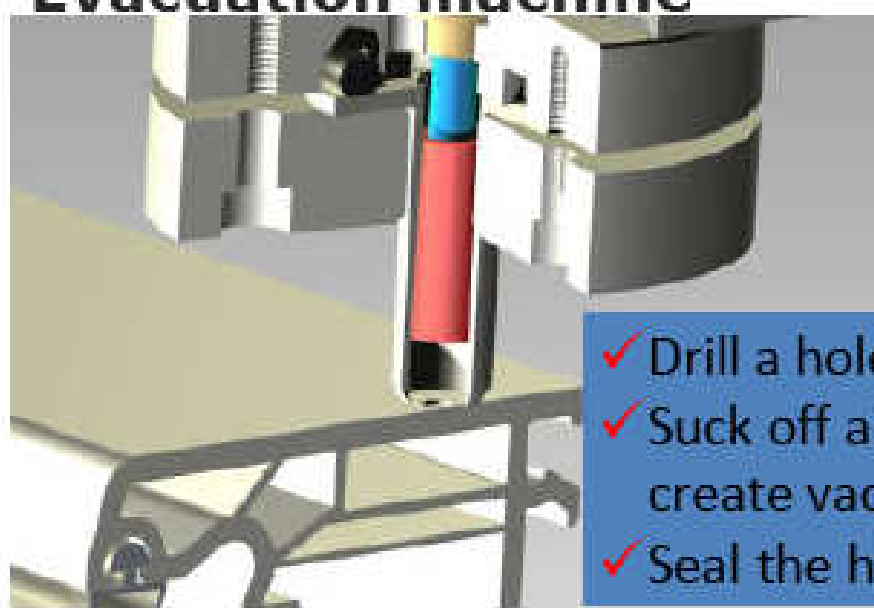
Informationen über Produkte, Verfahren und Dienstleistungen von AMC Automation Technologies GmbH sind ausschließlich über die Website [www.amc-automation.com](http://www.amc-automation.com) zu erhalten. Die Inhalte dieser Website sind urheberrechtlich geschützt und dürfen ohne schriftliche Genehmigung von AMC Automation Technologies GmbH nicht weitergegeben werden.

# Produktionsverfahren



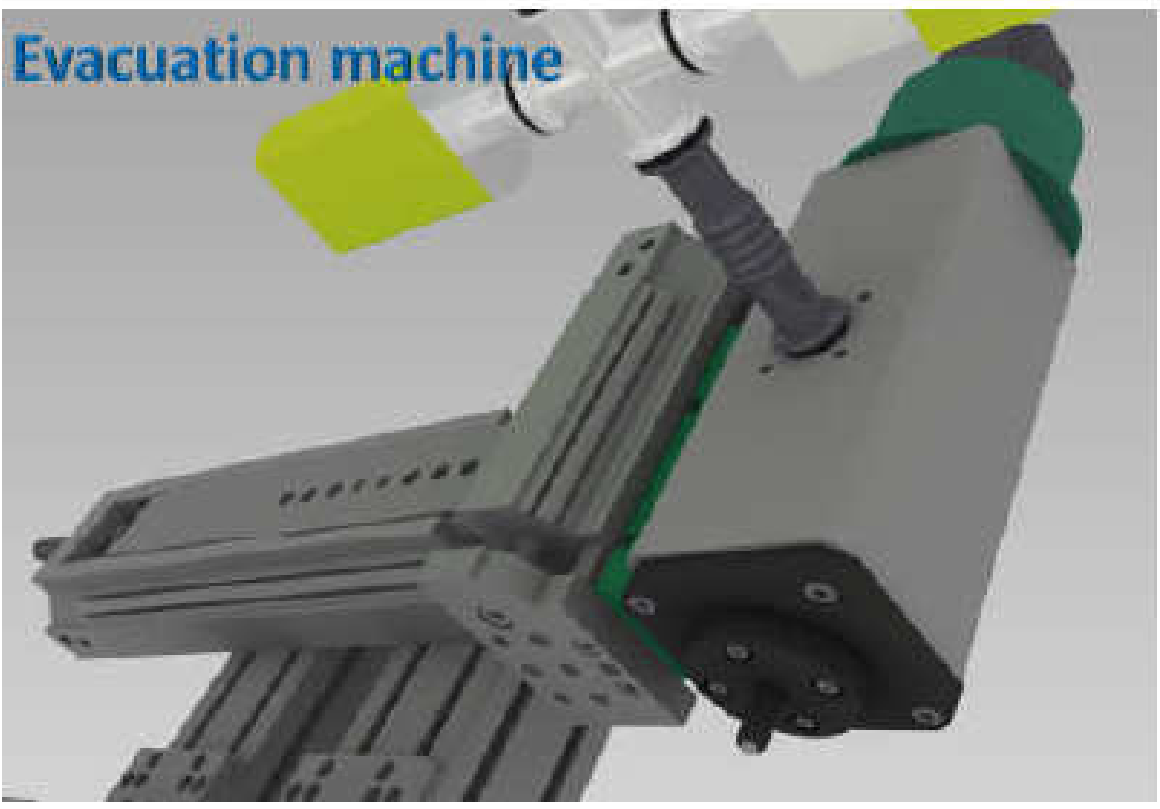
## New development

### Evacuation machine



- ✓ Drill a hole
- ✓ Suck off air → create vacuum
- ✓ Seal the hole

## Evacuation machine



# Poduktionsve

## Evacuation process

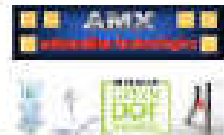


# Produktionsverfahren

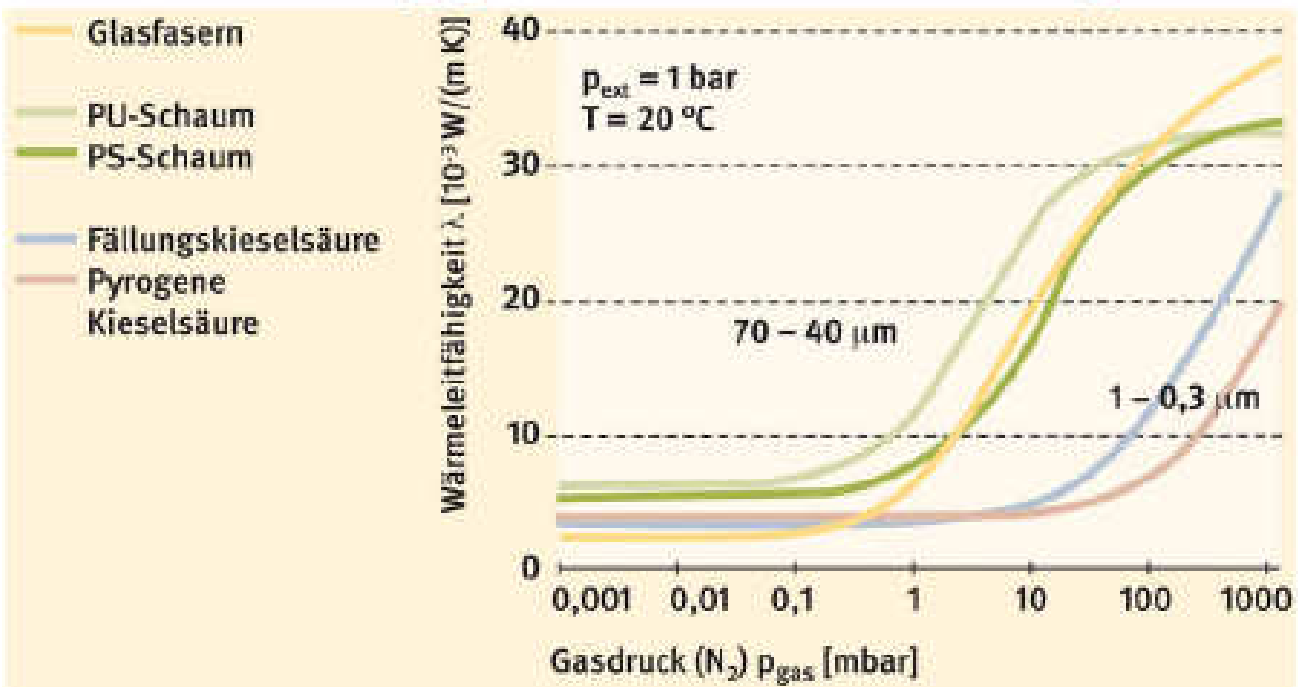


25

# Produktionsverfahren



## Druckabhängigkeit → Wärmeleitfähigkeit

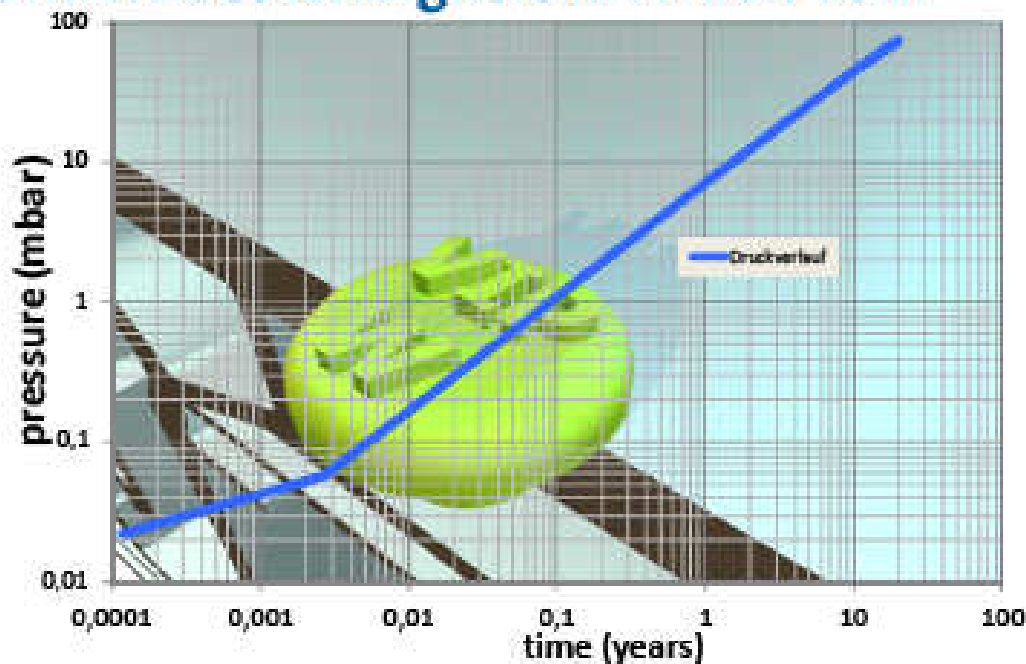


26

# Produktionsverfahren



## Vakuumbeständigkeit im PVC-Profil

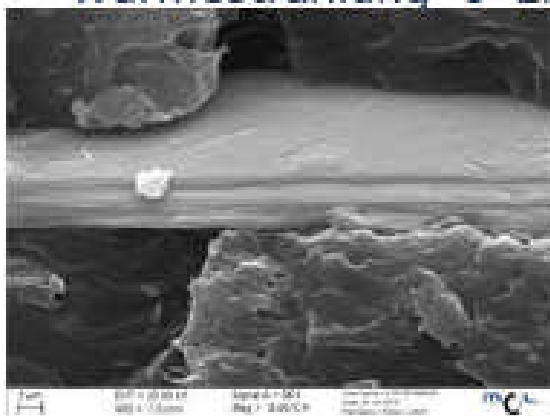


27

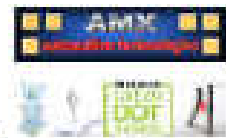
## Einsatz Nanopartikel / Al-Beschichtung



- Zielsetzung, gezielte Modifikation der Rezeptur mittels Nanopartikel:
  - Verbesserung der Gasdichtheit → Permeabilität
  - Verringerung Wärmedurchgang infolge Wärmestrahlung → Emissionsgrad (=1/Reflexion)



# Einsatz Nanopartikel / Al-Beschichtung



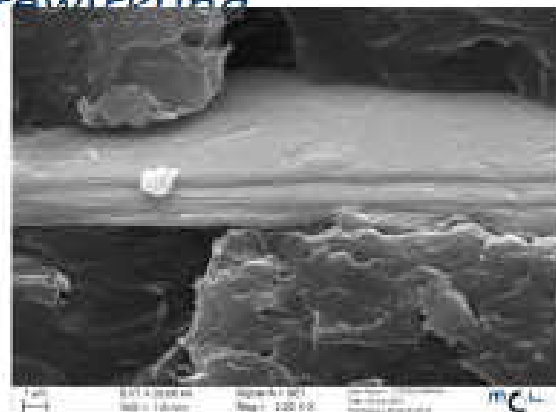
## ➤ PVC-Nanopartikel

- Schichtsilikat **Nanofil® 116 (Schichtsilikat)**
- Al-Partikel **STAPA WM ... (/80) Aluminium**

## ➤ Blättchenförmige Partikel

## ➤ Erhöhung der Barrierewirkung

## ➤ „Spiegelwirkung“

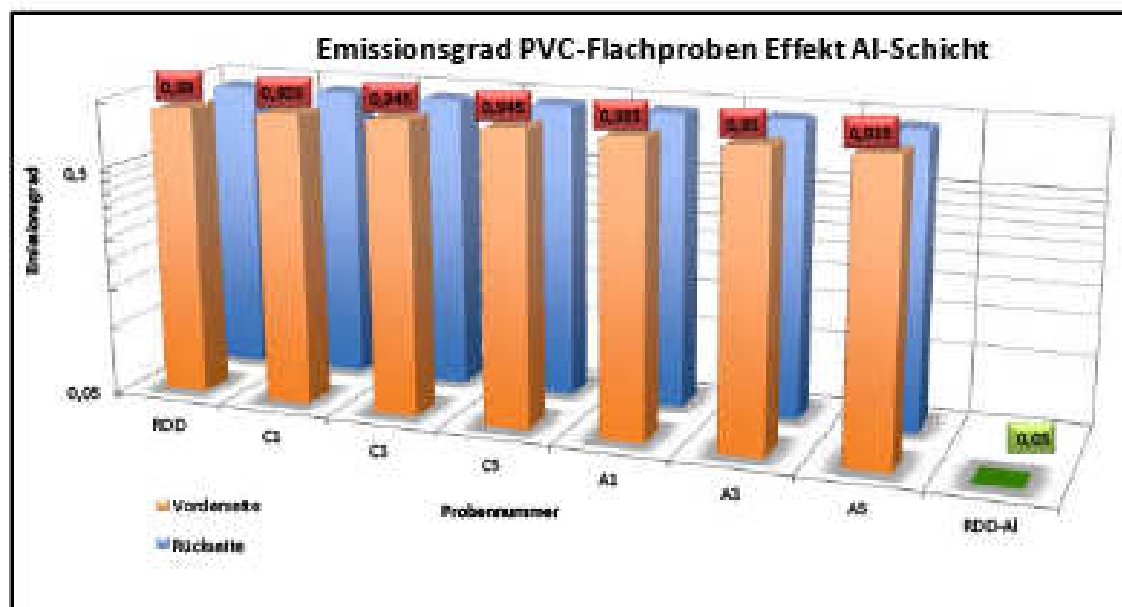


# Einsatz Nanopartikel / Al-Beschichtung

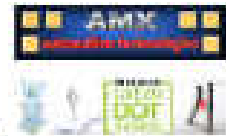


## ➤ PVC-Nanopartikel Ergebnis

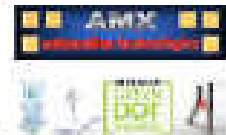
- Emissionsgrad



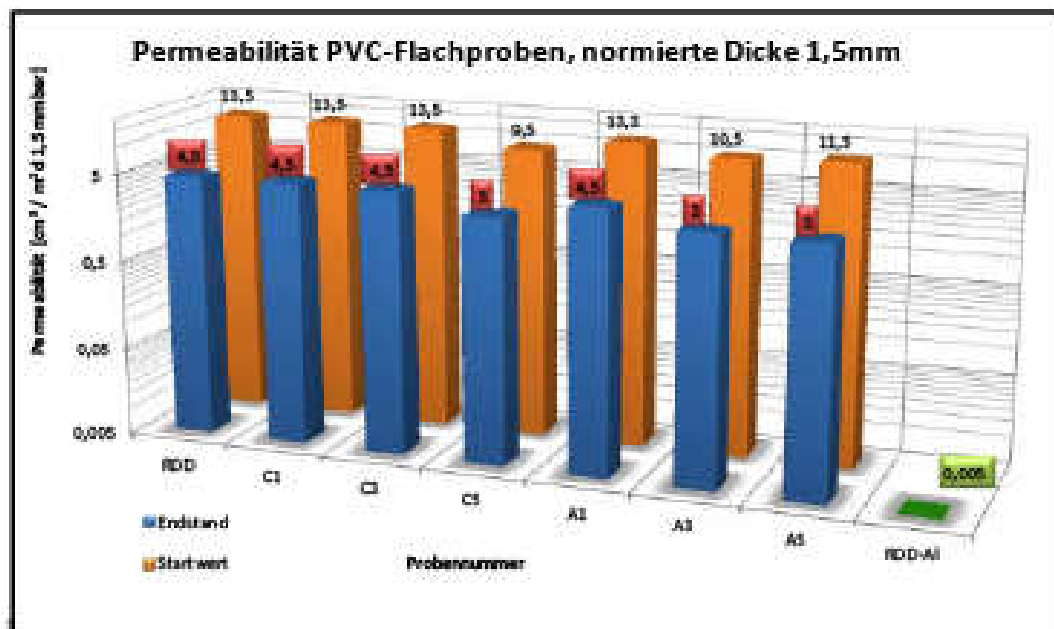
# Messung Emissionsgrad



# Messung Permeabilität



- PVC-Nanopartikel Ergebnis
  - Permeabilität / Gasdurchlässigkeit





## ➤ PVC-Nanopartikel Ergebnisbeurteilung

- Permeabilität → keine Verbesserung
- Emissionsgrad → keine Verbesserung

## ➤ Al-Beschichtung

- Permeabilität:  $< 0,005$   
(anstatt 3) [ $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$  (1,5 mm)]
- Emissionsgrad:  $\epsilon < 0,05$  (anstatt 0,93)

| Vakuumdichtheit bei 10 % Druckverlust (10% Gasvolumenstrom) |   |                |          |             |
|---|---|----------------|----------|-------------|
| R-D-D-Al  | 0,005 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$   | PVC+Al         | 8000,0 d | 21,9 Jahre  |
| CS / A3 / A5  | 3 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$       | PVC+Nanofiller | 13,3 d   | 0,037 Jahre |
| Literatur* )O2  | 0,44064 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$ | Literaturwert  | 90,78 d  | 0,25 Jahre  |

\* ) Goodfellow: [www.goodfellow.com/0/Polyvinylchlorid-unplastifiziert.html](http://www.goodfellow.com/0/Polyvinylchlorid-unplastifiziert.html)

