# Bauchemie von Titanzink und dessen Korrosionsschutz

Dateiname

# Gliederung

- 1. Warum eignet sich Zink fürs Dach?
- 2. Außenhaut
- 3. Unterseite
- 4. Ein 100-jähriges Zn-Blech
- 5. Zusammenfassung

Dateiname

# Organigramm der Kompetenzen

## Labor-Services
M. Diedering

Allianz | DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19907-01-00

| München 1100<br>S. Löhe 169 | Leipzig 1200<br>M. Diedering 143 | Saarland 1300<br>K. Nagel |
|---|---|---|
| Analytikum 1110<br>Dr. G. Weseloh | Analytikum 1210<br>S. Lippmann 146 | - |
| Chemie- & Korrosion 1115<br>N. N. | - | - |
| Elektroniklabor 1120<br>A. de Marné 161 | - | - |
| Gaslabor 1125<br>Dr. G. Weseloh | - | - |
| Materialographie 113 | Materialografie 1230<br>M. Diedering 163 | - |
| Mikroskopie 1135<br>B. Dausend 181 | Mikroskopie 1235<br>T. Händler 143 | - |
| ParticleCheck 1137<br>C. v. Lavergne 219 | - | - |
| Physik 1138<br>N. N. | - | - |
| - | - | Prüffeld 1339<br>N. N. |
| - | Umweltsimulation 1240<br>S. Schindler | - |
| Werkstatt 1145<br>B. Bäumel 188 | Werkstatt 1245<br>D. Manuel 195 | Werkstatt 1345<br>P. Becker |
| Werkstoffprüfung 1150<br>E. Moya-Lopez | Werkstoffprüfung 1250<br>R. Bourdos - | Werkstoffprüfung 1350<br>K. Nagel |
| ZfP 1155<br>J. Schurgasz 216 | ZfP 1255<br>- | - |

## Experten-Services
Dr. J. Nickl

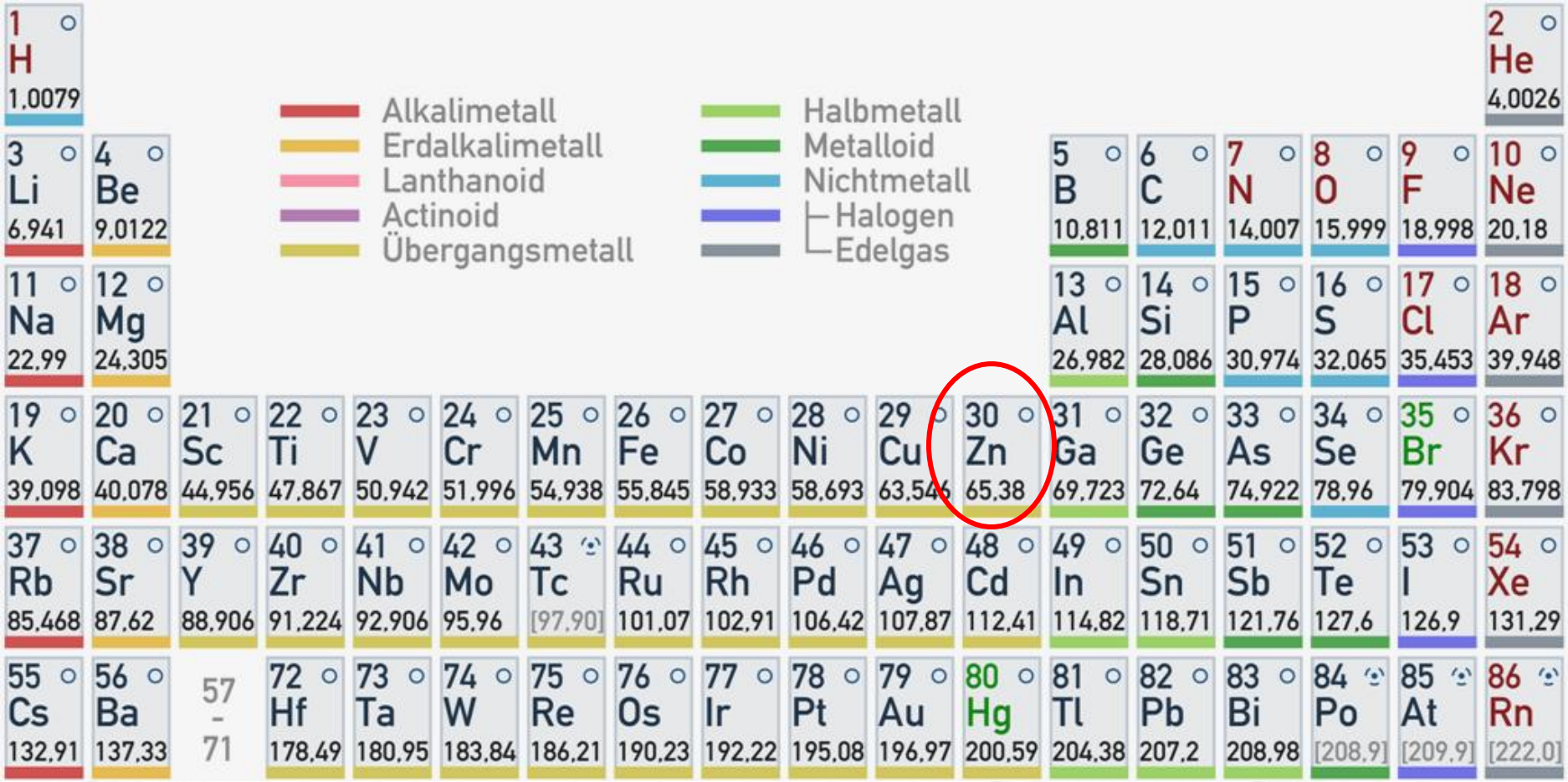
| | |
|---|---|
| Airbag 3105<br>Dr. J. Nickl 151 | Korrosion 3150<br>N. N. |
| Batterien 3110<br>Dr. J. Nickl 151 | Kunststofftechnik 3155<br>M. Ziegltrum 150 |
| Baustoffe 3115<br>Dr. J. Nickl 151 | Medizintechnik 3170<br>N.N. |
| Composites 3120<br>Dr. Loibl 221 | metallische Gefüge 3175<br>S. Löhe 169 |
| Fraktografie 3125<br>M. Diedering 163 | Oberflächentechnik 3180<br>Dr. G. Weseloh |
| industrielle Prozesse 3135<br>Dr. J. Nickl, Dr. Klose | Umweltsimulation 3190<br>S. Schindler |
| Innovationsmanag. 3137<br>Dr. P. Klose | zerstörungsfr. Prüfung 3195<br>Dr. Loibl 221 |
| Katalyse 3140<br>Dr. J. Nickl 151 | |
| Keramik 3145<br>N.N. | |
| Kleben 3147<br>M. Schindler | |
| Leichtbau 31??<br>Dr. P. Klose | |

## academy
Dr. J. Nickl

- Office 5110<br>B. Schneider 217
- Ausbildung 5130<br>N.N.
- Symposien 5140<br>N.N.
- Seminare 5150<br>Dr. J. Nickl 151
- TZM 5160<br>S. Löhe 169
- Allianz Kolloquien 5180<br>Dr. J. Stoiber AZT
- Vorträge 5170<br>Dr. J. Nickl 151

Dateiname

# 1.1 Zink
# im Periodensystem der Elemente



# 1.1 Warum Zink? Ökonomie

| Material | €/m² [3] | Dichte | Nutzungsdauer Ø Jahre[1] | Nutzungskosten €/m²/Jahr[2] |
|---|---|---|---|---|
| Pappe, zwei-lagig | 21 | - | 22 | 0,82 |
| Stahl, Zn 55 µm | 21-25 | - | 30 | 0,30 |
| Aluminium 26 | 2,7 | 30 | 0,43 | |
| Reetdach | 100 | - | ca. 25 | - |
| PVC | | 2 | 35 | 0,34 |
| Lärchenschindel | | | 40 | 1,20 |
| Asbestzement | 30 | | 40 | 0,75 |
| Zink | 40 | 7,6 | 45 | 0,57 |
| Ziegel | 25-50 | | 55 | 0,24 |
| Beton | 18 | | | |
| Schiefer | 90 | | 60 | 1,50 |
| Kupfer | 90 | 8,9 | 75 | 1,20 |
| Gold 20 µm - | 19,3 | 500[3] | 24,0 | |

~1,5 Generationen

[1] Hauptverband der SV Österreichs, Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile, SV-Landesverband Steiermark und Kärnten, 2006 [GWP Signatur Bau23]
[2] eigene Schätzung auf Weltmarkt-Rohstoff-Kurs Ende Jan. 2009 und Schätzungen F. Geyer
[3] eigene Schätzungen

Dateiname

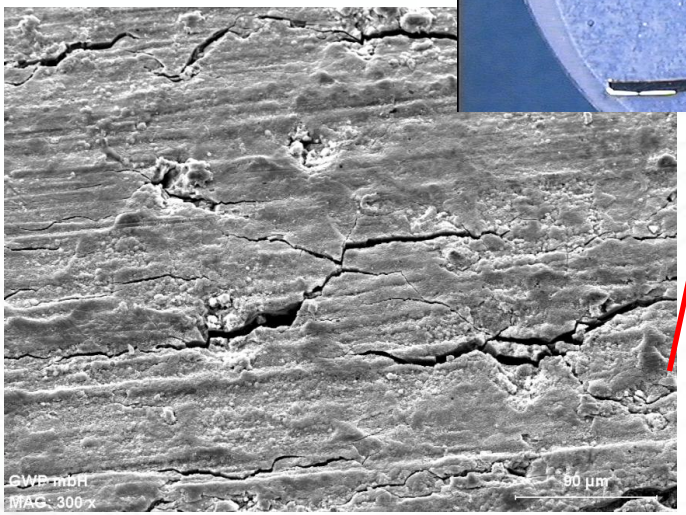
# 1.1 „Titanzink“

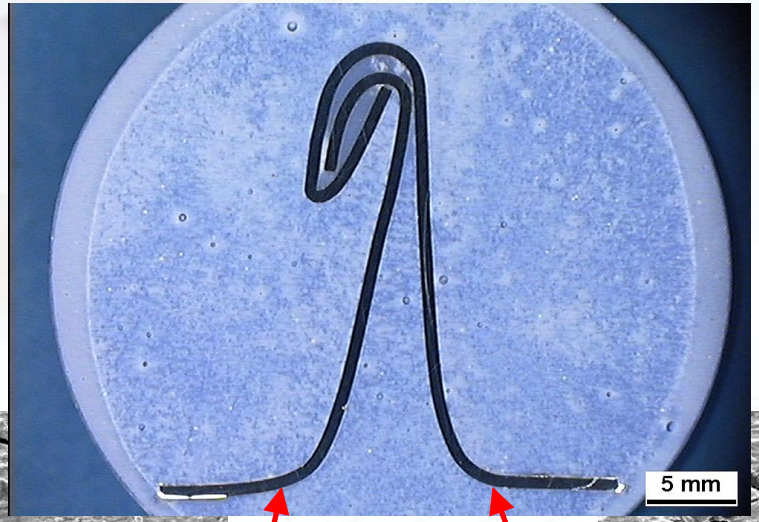
- Rein-Zink: Längenänderung $\alpha \approx 29 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$
- Titan & Kupfer zu legieren:
  - weniger Kaltsprödigkeit
  - geringere Längenänderung $\alpha \approx 20 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$
  - kompensiert korrosionsfördernde Spuren
- Korrosionsrate $\approx 1\ \mu m\ a^{-1}$
- Abschwemmrate $\approx 3\ g\ m^{-2}\ a^{-1}$
- Ausdehnung längs/quer: bis 30 % Differenz
- Gute Lötbarkeit Grobkornbildung Titanzink > 300 °C

Dateiname

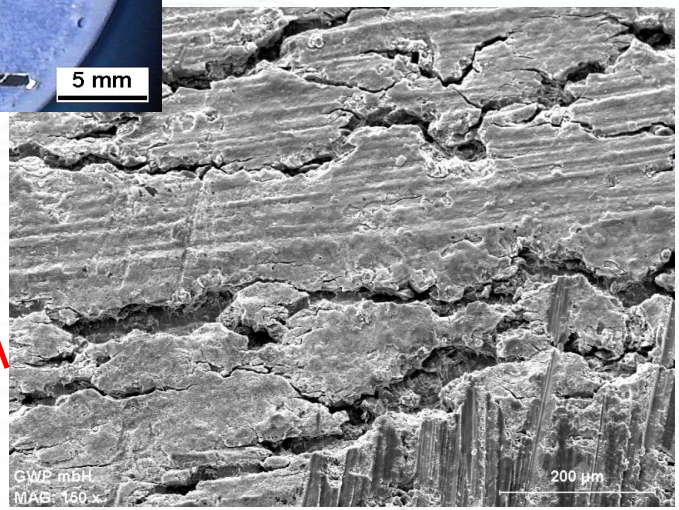
# 1.1 Titanzink Verarbeitung

Großer Radius




Kleiner Radius



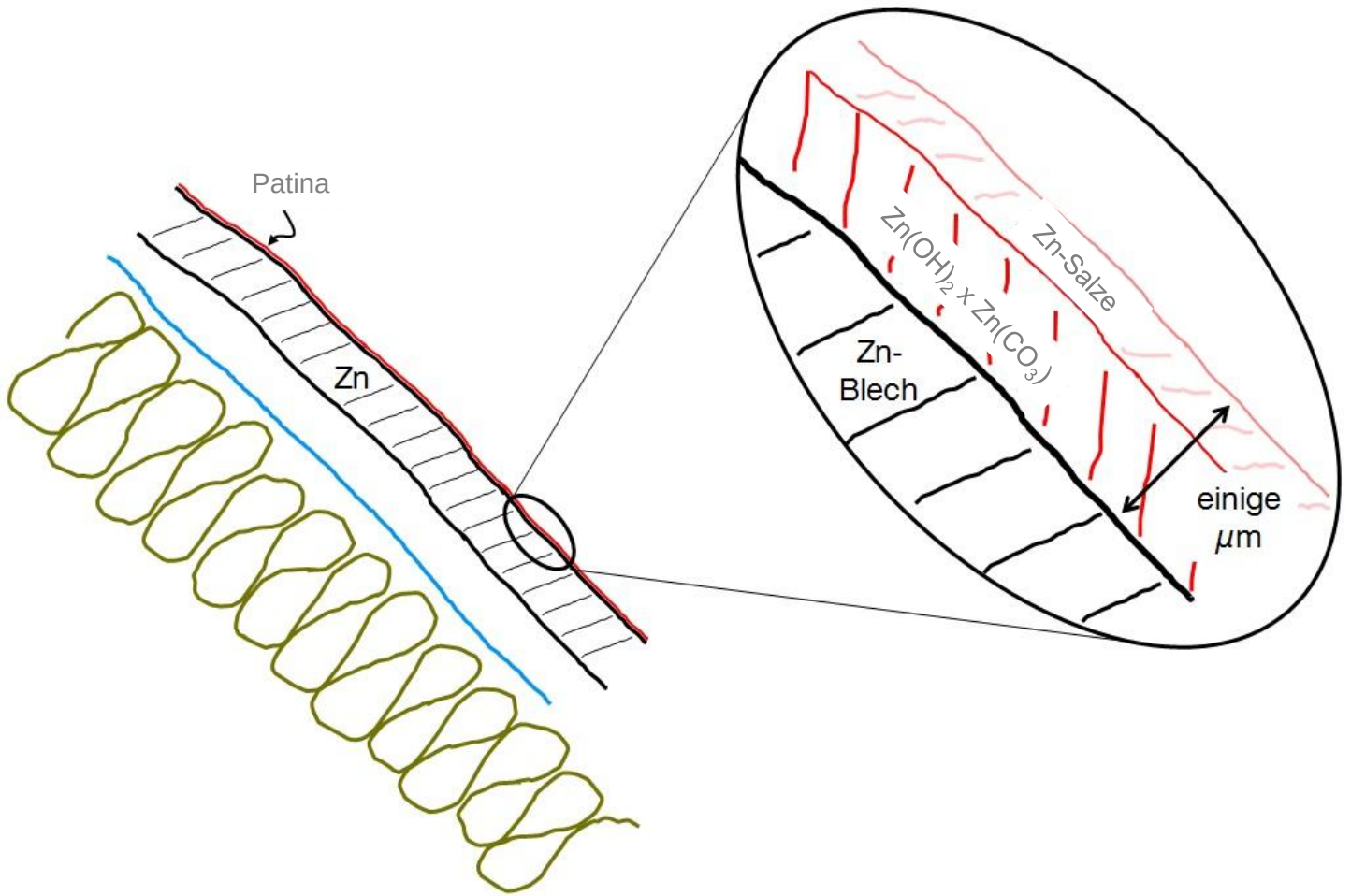

Dateiname

# 1.2 Chemie der Patina
# Beständigkeit = Schutzschicht

| Material | Schutzschicht Beschreibung | Schutzschicht chemisch |
|---|---|---|
| Zink & Titanzink | basische Carbonate | $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ |
| | | $Zn_6Al_2(CO_3)(OH)_{16} \cdot 4\ H_2O$ |
| | | $Zn_5(OH)_8Cl_2$ |
| Bitumen-Pappe | wachsartig | Asphaltene |
| PVC-Bahnen | wachsartig | Chlor-Kohlenwasserstoff |
| Edelstahl | Chrom-Oxid | $CrO_x$ ($Cr^{+3}{}_2O_3$, $Cr^{+6}O_3$) |
| Aluminium | Eloxal, Al-Oxid | $Al_2O_3$ |
| Asbestzement | Calzium-Silikat | - |
| Zinn | Oxide | $SnO_2$ |
| Ziegel | Alumo-Silkate etc. | $SiO_2 * Al_2O_3$ |
| Blei | Karbonate & Sulfate | $PbSO_4$, $PbCO_3$ |
| Kupfer | Kupfer-(carbonat-sulfat-chlorid)-hydroxid-Gemische | |
| | Acetate (Grünspan) | $Cu(Ac)_2$ |
| Gold | reines Gold | $Au^0$ |

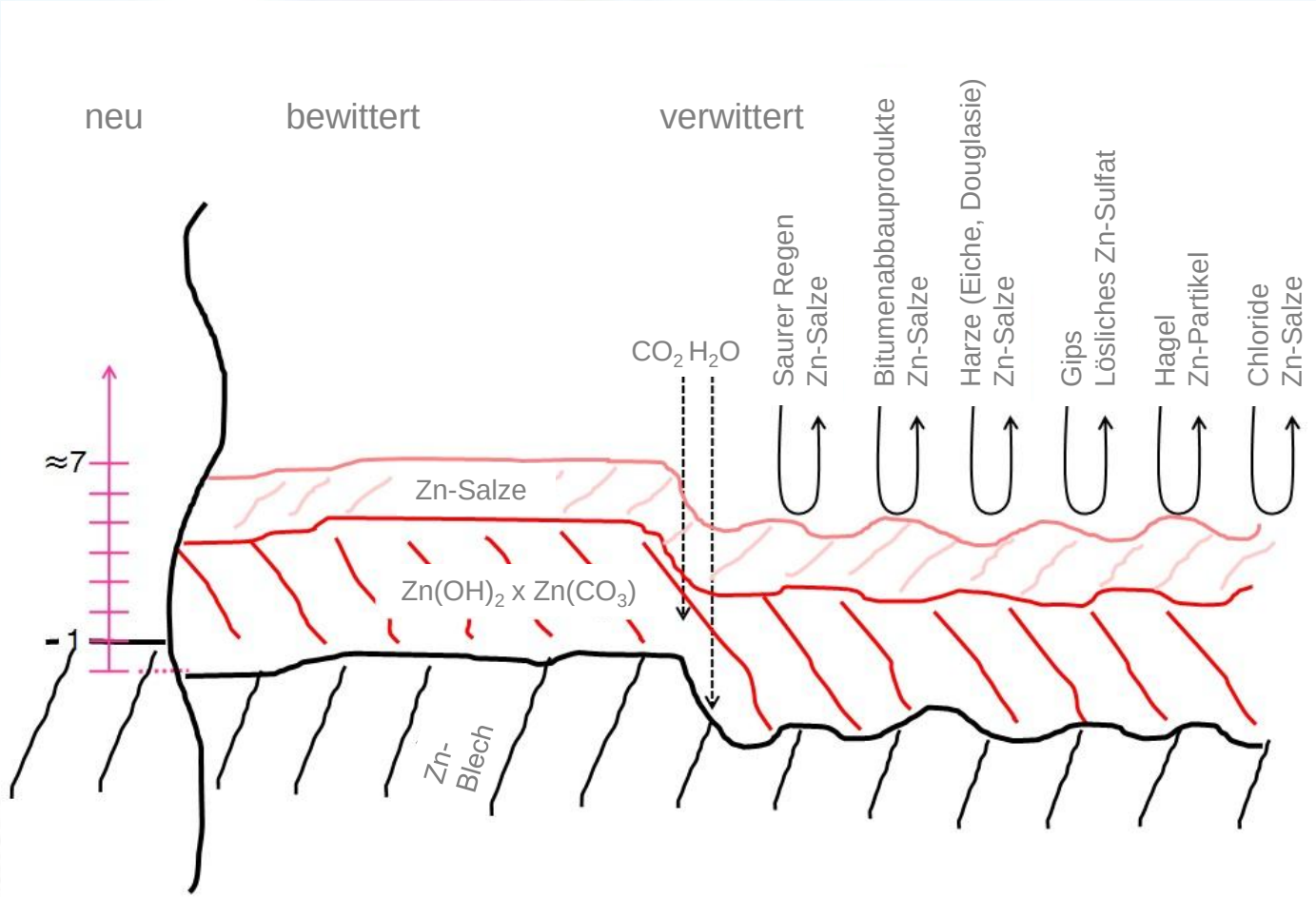
Dateiname

# 1.2 Chemie der Patina bei Zink: basische Carbonate



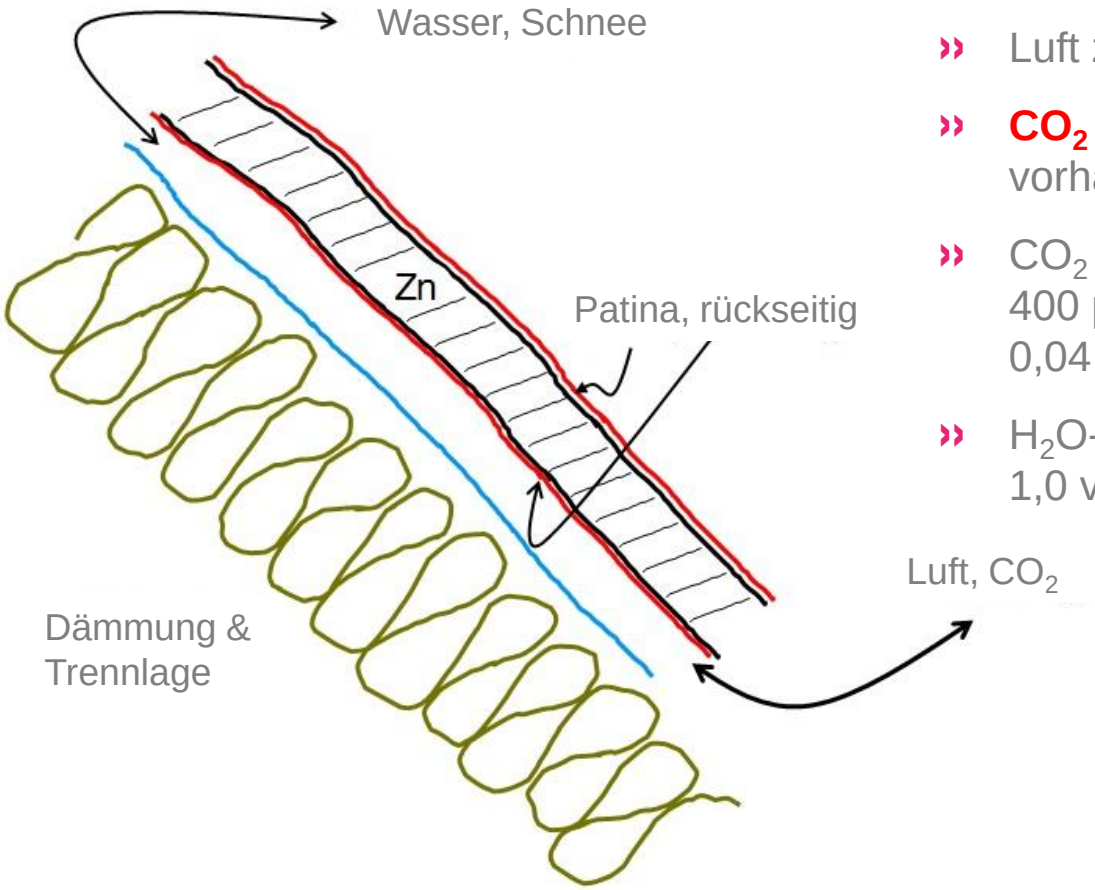

Dateiname

# 2.1 Bewitterung Abträge durch?




Dateiname

# 3.1 Unterseite „$CO_2$ überall“ = gut

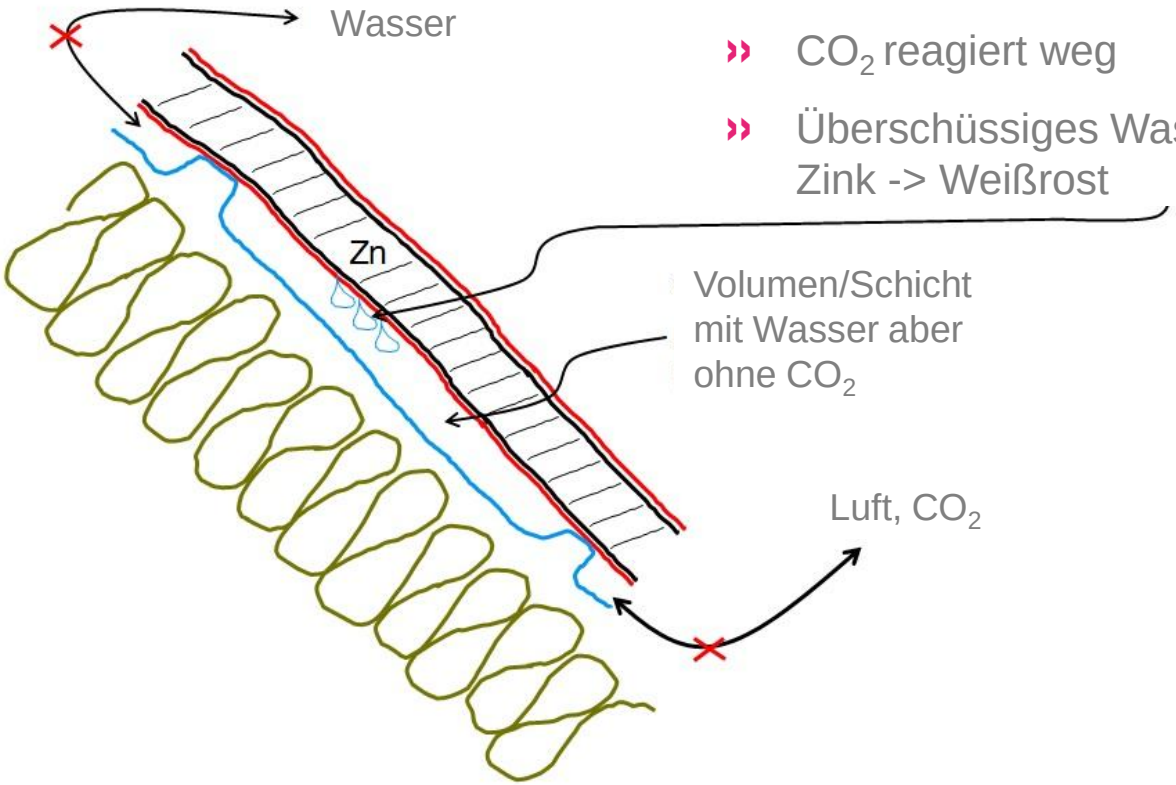



- Hinterlüftung funktioniert
- Luft zirkuliert
- **$CO_2$** ausreichend an Zinkoberflächen vorhanden
- $CO_2$ –Konzentration ca. 400 ppm, oder 0,04 v%
- $H_2O$-Konzentration ca. 10.000 ppm, oder 1,0 v%

Dateiname

# 3.1 Unterseite
# $CO_2$-Mangel = Weißrost

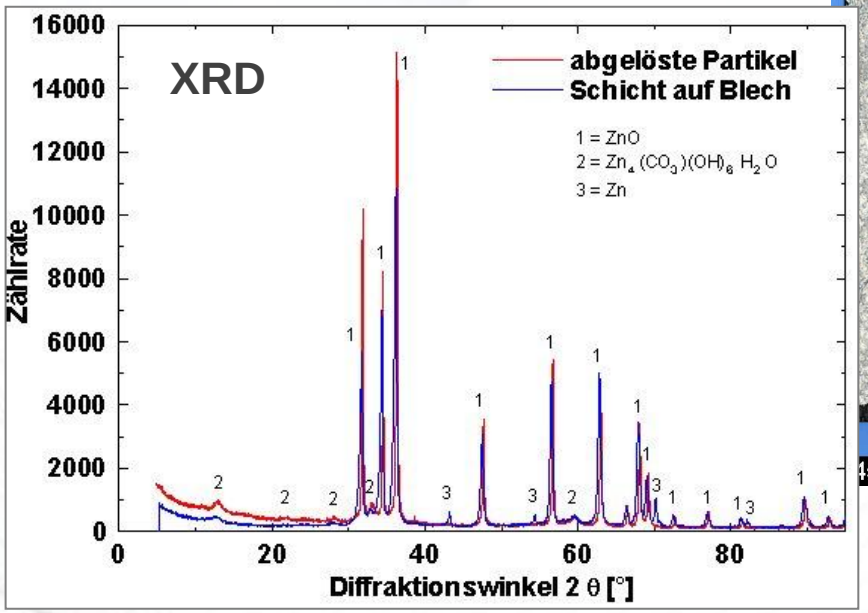
- Hinterlüftung funktioniert nicht
- Abgeschlossenes Volumen
- $CO_2$ reagiert weg
- Überschüssiges Wasser ohne $CO_2$ wirkt auf Zink -> Weißrost

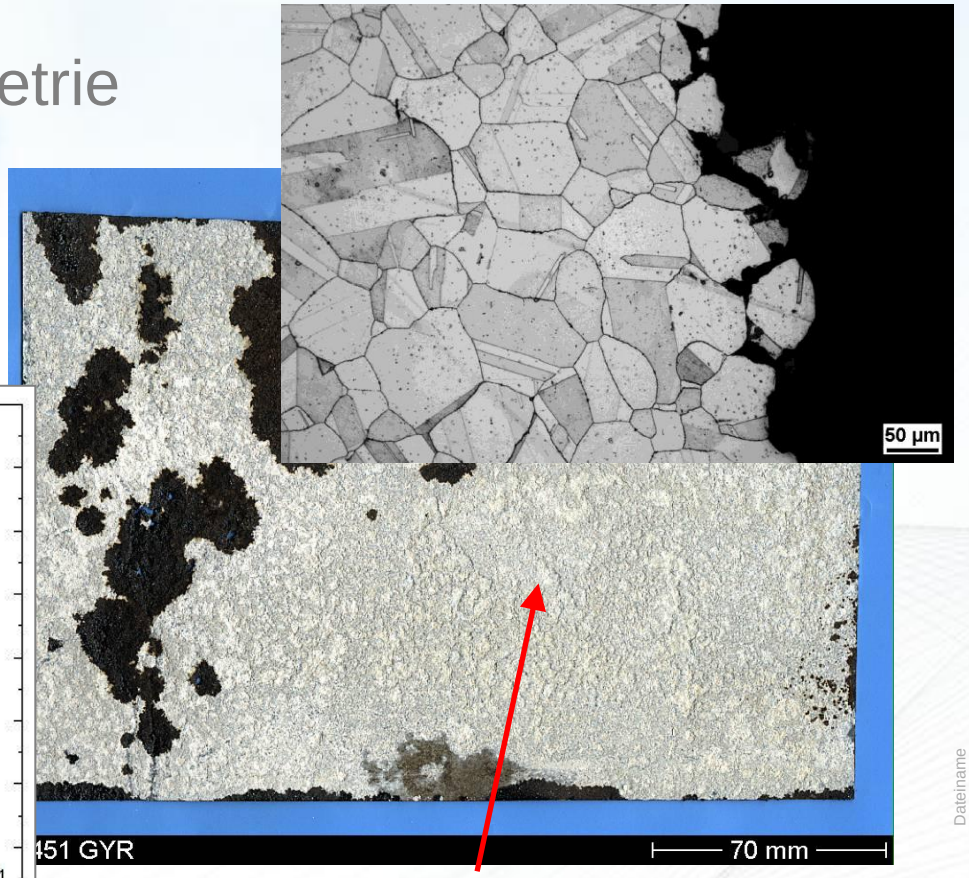



Dateiname

# 3.1 Unterseite
# Beispiel Weißrostanalyse

- Röntgen-Pulverdiffraktometrie
- Korrosionsprodukte sind Carbonat-frei → keine Schutzwirkung

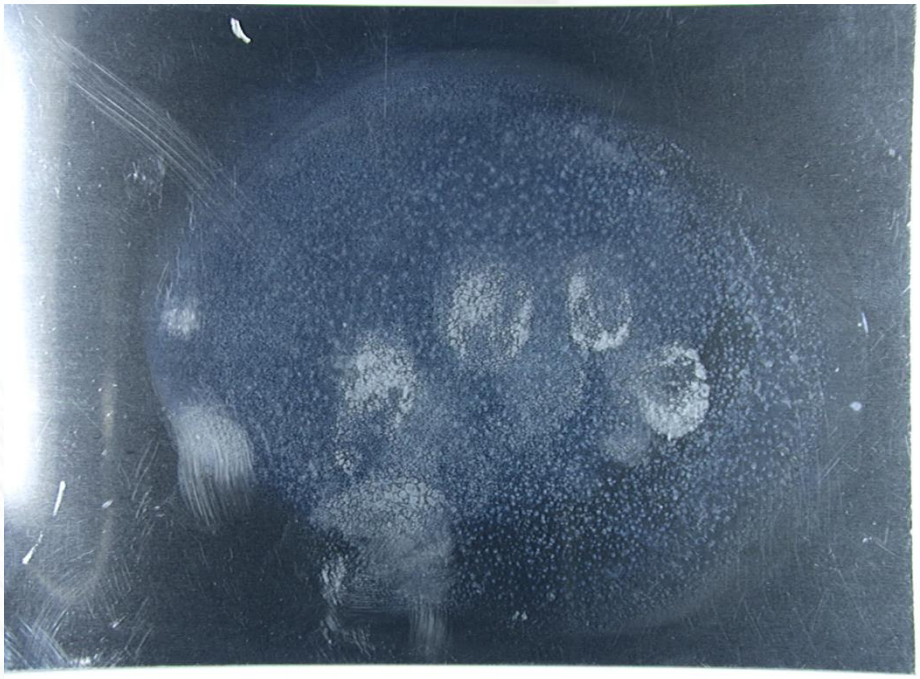



Weißer Belag: Zinkoxid, -hydroxyd; Carbonat-frei

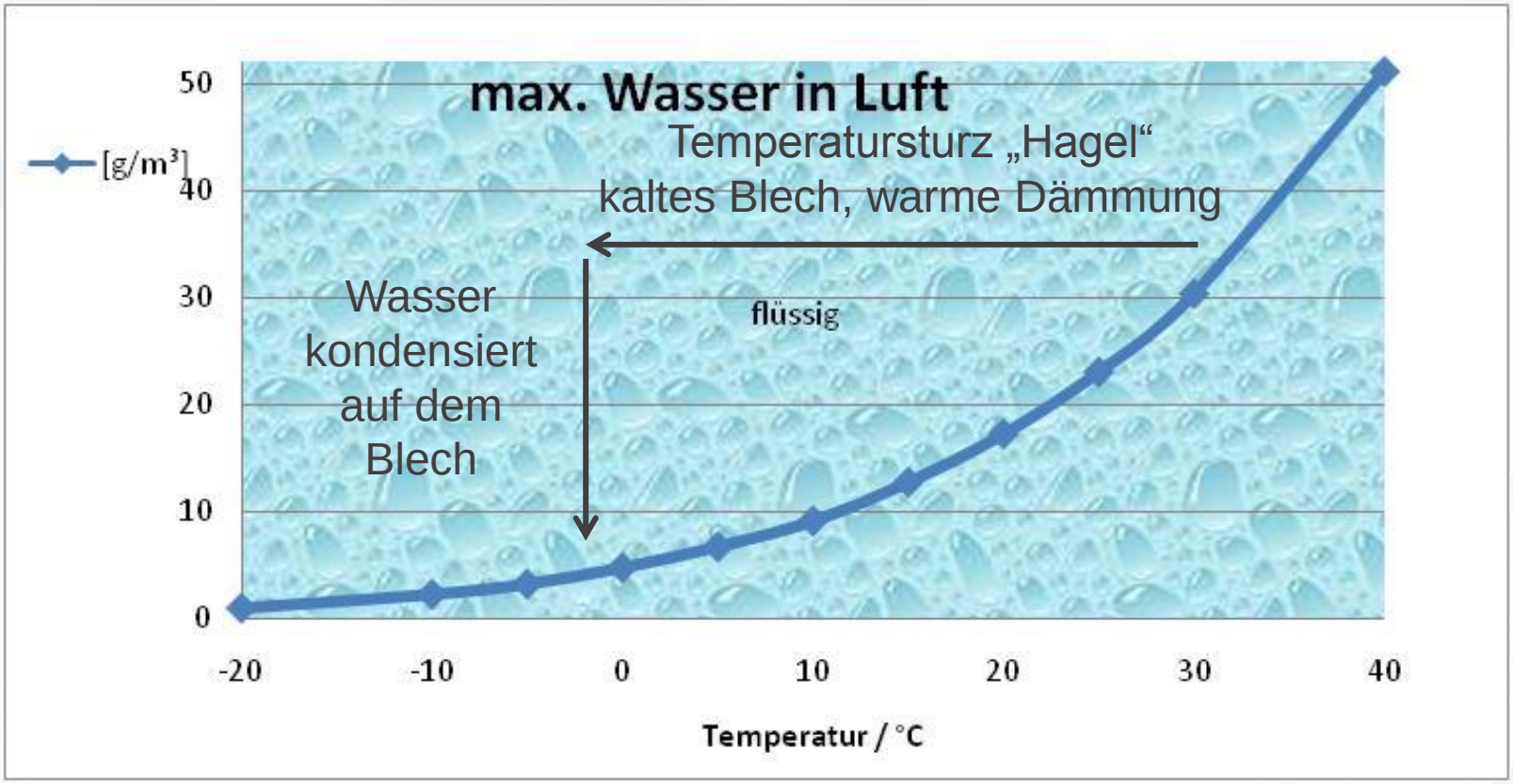
# 3.1 Unterseite
# Beispiel Weißrost provoziert

- neuwertiges Blech über Wasserdampf, ohne Luftaustausch 6h



- neuwertiges Blech über Wasserdampf, „geringer“ Luftzutritt 6 h

# 3.1 Unterseite
# Taupunktumschlag = „Wasserpumpe“




» Beispiel: Volumen 5 L, ΔT 30 -> 0 °C ergibt ca. 3 Tropfen Wasser oder einen Wasser-Film von 14 µm/m²

Dateiname

# 3.1 Unterseite
# Gefahr feuchte Schalung

Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Kallenberger, zid

- Viel Wasser, wenig $CO_2$

Dateiname

# 3.1 Unterseite Gefahr Übergang

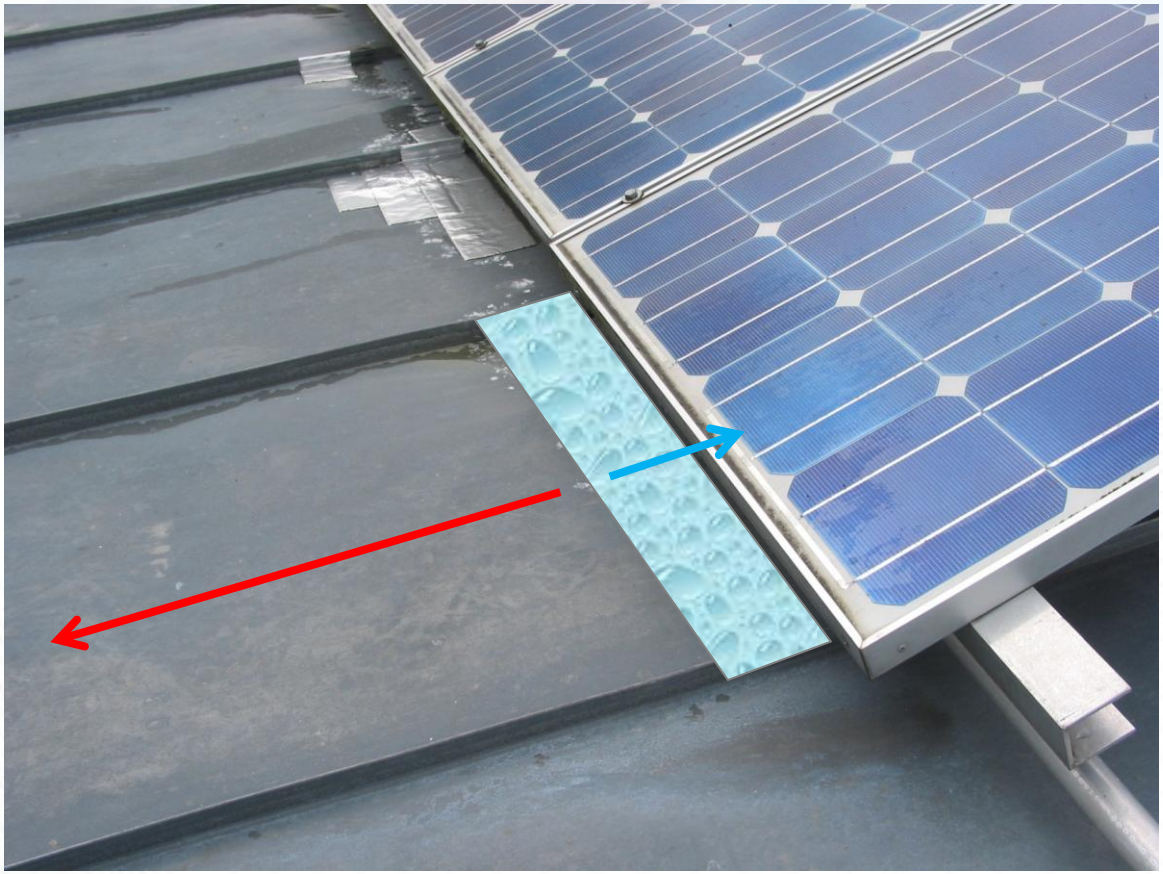


Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Kallenberger, zid

- Beschattetes Blech
- Am Übergang warm/kalt Kondensation an Unterseite möglich
- Wassertransport in der Dämmung
- Weißrost-Bildung

Dateiname

# 3.2 Hinterlüftung Abstandsbahnen

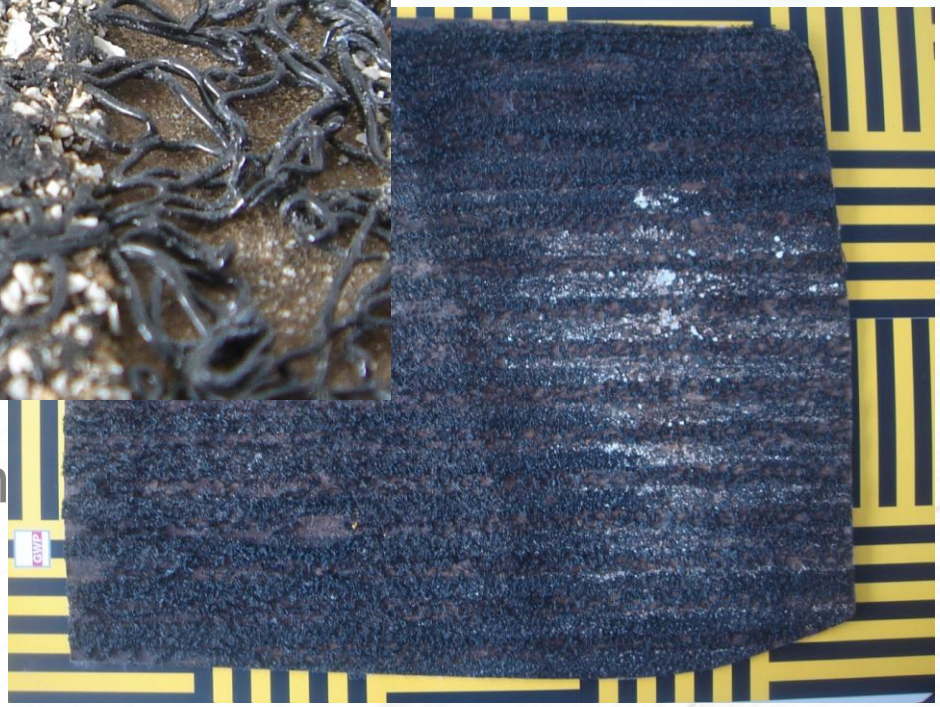
- Luft-$CO_2$muss an Unterseite kommen
- Lösungen sind Noppen- oder Gewirkbahnen
- Erzeugte Volumina bei typischerweise 8mm Abstand -> 5 L/$m^2$
- Drainageeffekt für eindringendes Wasser

**Unklar**

- Luft-Zirkulation ausreichend?
- Wasserdampfdiffusion hoch?
- Zeitstandfestigkeit?
- Drainageeffekt?
  0,1 $L_{Wasser}/m^2_{Bahn}$ entspricht ca. 0,1 mm Wasserfilm, der bei Kapillaren im Gefälle nicht mehr fließt

Dateiname

# 3.2 Schäden Abstandsbahnen



- Flächenhafte Kompression auf Bitumenstreifen
- Weißrost im Kontakt

Dateiname

# 3.3 Unterseite
# Bituminöse Trennlagen

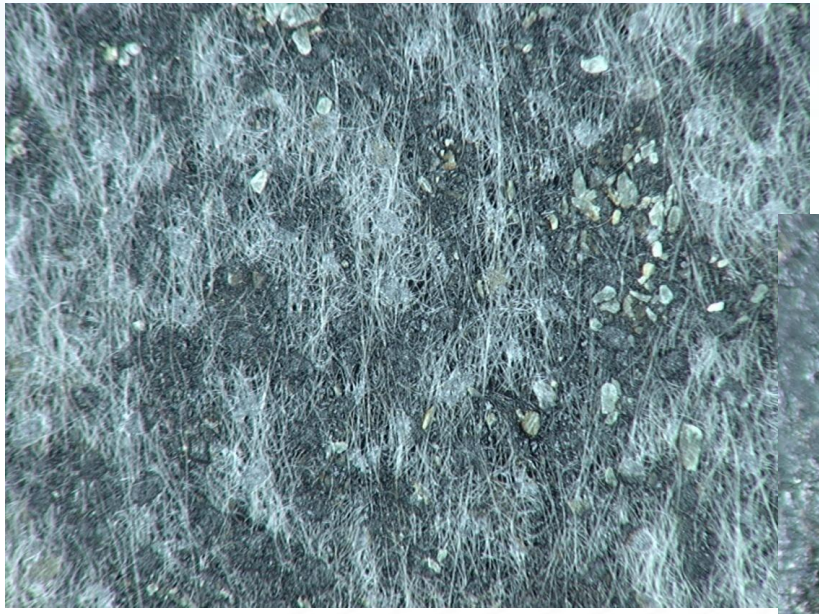
- Weißrost an Unterseite und weiße Ablagerung auf Unterlage

Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Kallenberger, zid

Dateiname

# 3.3 Unterseite
# Bituminöse Trennlagen

- Neu, Seite zu Zink



- Ausgebaut, zu niedriger Erweichungspunkt
- Verklebungsgefahr
- Gefahr des abgeschlossenen Volumens

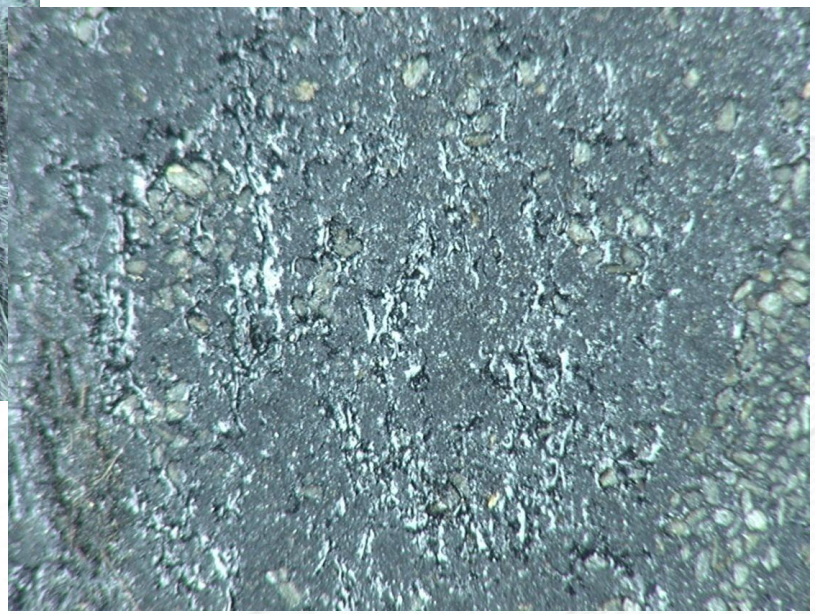


Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Kallenberger, zid

Dateiname

# 3.3 Unterseite Bituminöse Trennlagen

- Ausgebaut, Seite zu Schalung

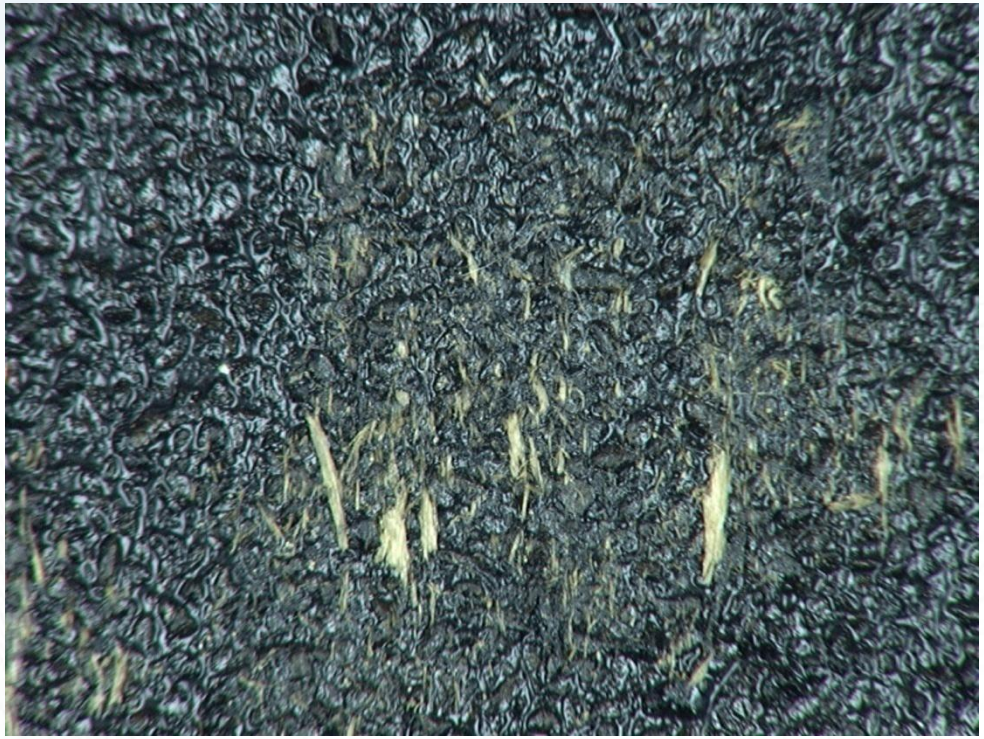


Foto mit freundlicher Genehmigung von Dr. Kallenberger, zid

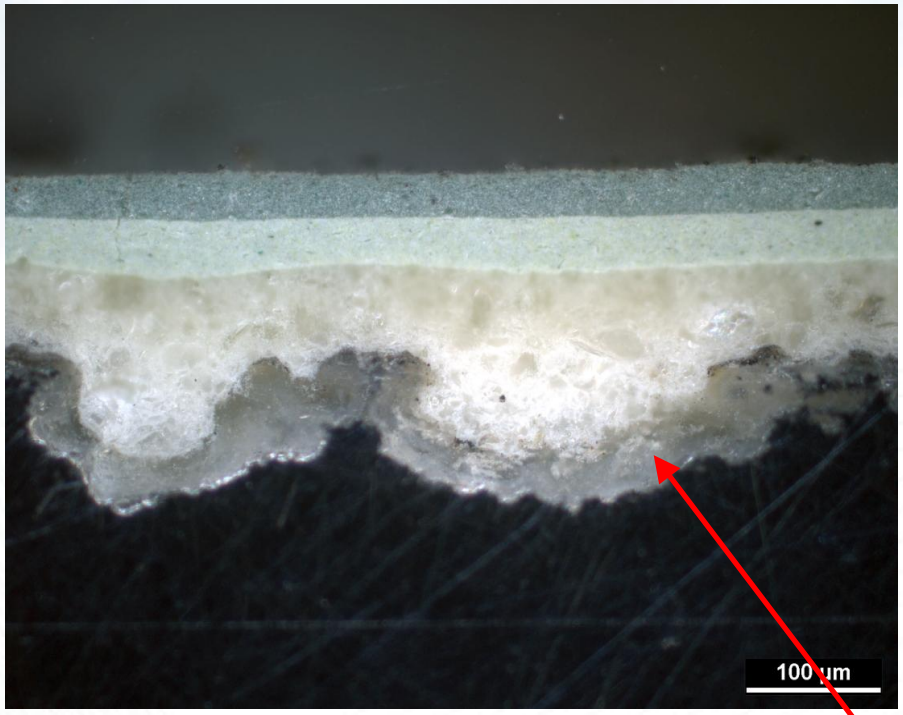
- Zu niedriger Erweichungspunkt mit flächiger Verklebung zum Holz
- Bei beidseitigem Verkleben thermisches „Atmen“ nicht mehr möglich → Blechbrüche?

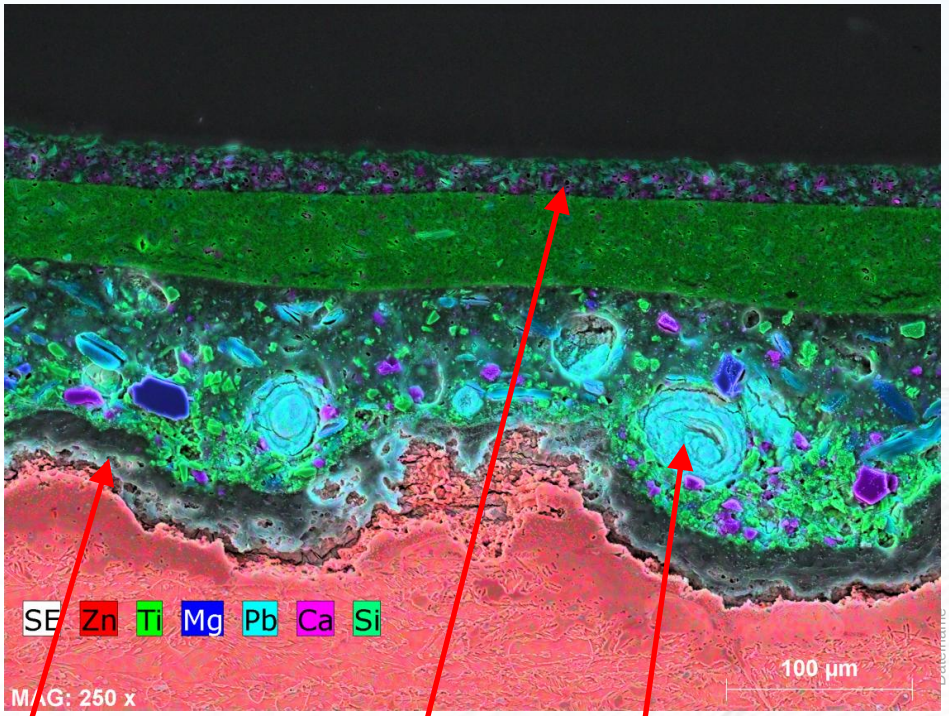
Dateiname

# 4. Analytik
# 100 Jahre altes Blech aus Paris

» Schliff im Lichtmikroskop

» Schliff im Rasterelektronenmikroskop mit EDX-Element-Mapping




$Zn(OH)_2 \cdot Zn(CO_3)$

Mennige-Reste

neueste Acryl-Beschichtung

# 5. Zusammenfassung
# Das Periodensystem der Elemente: betrachtete Elemente

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 H 1,0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4,0026 |
| 3 Li 6,941 | 4 Be 9,0122 | | | | | | | | | | | 5 B 10,811 | 6 C 12,011 | 7 N 14,007 | 8 O 15,999 | 9 F 18,998 | 10 Ne 20,18 |
| 11 Na 22,99 | 12 Mg 24,305 | | | | | | | | | | | 13 Al 26,982 | 14 Si 28,086 | 15 P 30,974 | 16 S 32,065 | 17 Cl 35,453 | 18 Ar 39,948 |
| 19 K 39,098 | 20 Ca 40,078 | 21 Sc 44,956 | 22 Ti 47,867 | 23 V 50,942 | 24 Cr 51,996 | 25 Mn 54,938 | 26 Fe 55,845 | 27 Co 58,933 | 28 Ni 58,693 | 29 Cu 63,546 | 30 Zn 65,38 | 31 Ga 69,723 | 32 Ge 72,64 | 33 As 74,922 | 34 Se 78,96 | 35 Br 79,904 | 36 Kr 83,798 |
| 37 Rb 85,468 | 38 Sr 87,62 | 39 Y 88,906 | 40 Zr 91,224 | 41 Nb 92,906 | 42 Mo 95,96 | 43 Tc [97,90] | 44 Ru 101,07 | 45 Rh 102,91 | 46 Pd 106,42 | 47 Ag 107,87 | 48 Cd 112,41 | 49 In 114,82 | 50 Sn 118,71 | 51 Sb 121,76 | 52 Te 127,6 | 53 I 126,9 | 54 Xe 131,29 |
| 55 Cs 132,91 | 56 Ba 137,33 | 57 - 71 | 72 Hf 178,49 | 73 Ta 180,95 | 74 W 183,84 | 75 Re 186,21 | 76 Os 190,23 | 77 Ir 192,22 | 78 Pt 195,08 | 79 Au 196,97 | 80 Hg 200,59 | 81 Tl 204,38 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 208,98 | 84 Po [208,9] | 85 At [209,9] | 86 Rn [222,0] |

# 5. Zusammenfassung

- Rückseitenkorrosion fast ausschließlich durch $CO_2$-Mangel am Zn-Blech
- Luft-$CO_2$ muss überall hinkommen
- Rückseitenschutz durch Lackierung des Zn-Bleches möglich
- Trennlagen weglassen,
  lockere Brettschalung mit Hinterlüftung genügt
- Nachdenken & Wissen nutzen

Dateiname

# Experten-Profil Dr. Julius Nickl

## Senior-Experte „industrielle Prozesse & Produkte“

### Kompetenzfelder

- über 500 Schäden in der Industrie materialwissenschaftlich analysiert, einschließlich > 20 Rückrufaktionen in Automotive
- über 100 werkstofftechnische Innovationen von Kunden begleitet
- über 50 neue Produkte entwickelt: Katalysatoren, Plagiatsschutz, Airbags, Legierungen, Diamanten, Beschichtungen, Korrosionsschutz, Klebungen, Analytik
- mehr als 25 Jahre Erfahrung bei werkstofftechnischen Prozessen der Industrie – Analytik, Maschinenbau, Chemie, Elektrotechnik, Oberflächen, Metall- & Kunststoffverarbeitung, Baustoffe, Katalyse …
- Führung eines Labors mit 25 Mitarbeitern; anerkannter Experte zur instrumentellen Analytik,

### Branchen

- Automotive, Chemie, Elektrotechnik, Luftfahrt, Maschinenbau, Medizintechnik, Baustoffe
- 2.000 Kunden betreut

### Projekterfahrung (Auswahl)

- Airbag-Emissionen: Erzeugung des Industrie-Standards zur Messung von Gasen, Stäuben und Akustik (AK-LV)
- Scotland Yard beauftragte die Überprüfung des Airbags vom Unfallauto Lady Di
- Schienenfahrzeuge: technische Beiträge zur Struktursanierung
- Baustoffe: Gerichtsgutachten zu Korrosion, Bitumen, Kunststoff-Bahnen
- Photovoltaikmodule: giftige Stäube bei Brand
- Li-Ionen-Batterien: Emission von explosionsgefährlichen Gasen uns giftigen Stäuben
- Bierlagertanks: Gutachten zur Korrosion
- Vergoldung von Steckern mit zu hohem Übergangswiderstand: Prozessaudit Galvanik
- Lumineszierende Nanopartikel für Plagiatsschutz auf Metallen
- Gutachter für Gerichte

### Berufliche Erfahrung

- Berufsstart 1993: Gründung Gas- & Katalyselabor in GWP für Auftragsentwicklungen
- 20 Jahre Geschäftsführer eines wachsenden Labor- und Experten-Dienstleisters mit 30 Mitarbeitern
- Kooperationslabor Schadensanalyse mit der ALLIANZ AZT Zentrum für Technik 2008
- GWP academy gegründet 2010
- Gründungen von weiteren Standorten und des spin offs „C&CS“ 2013

### Ausbildung

- Chemiestudium in München (LMU) und Berlin (Fritz-Haber-Institut)
- Promotion ETH Zürich, Schweiz: heterogene Katalyse
- Post-Doc Berkeley Laboratories, San Francisco, U.S.A.: Modell-Zeolithe