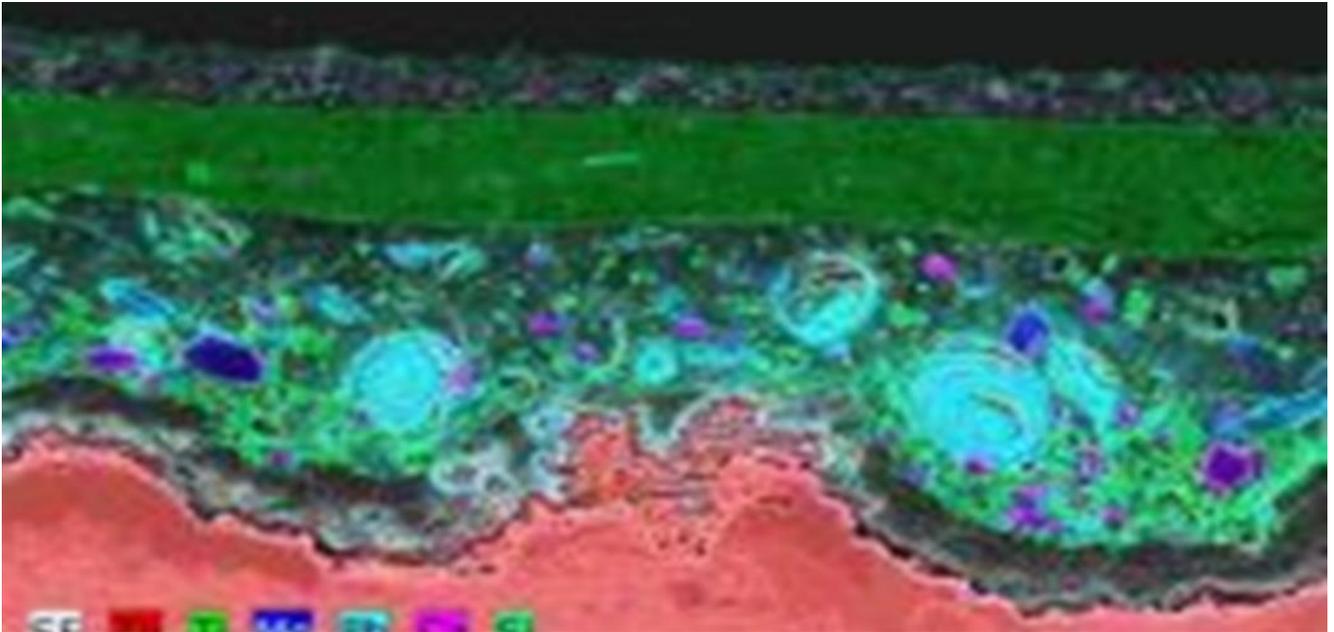




# TITANZINK AUF DEM DACH WEISSROSTGEFAHR



- ▶ WISSEN SCHAFFT FORTSCHRITT®
- ▶ **GWP WHITE PAPER WST 001**
- ▶ **AUTOREN**

Dr. Julius Nickl  
Dipl. Chemiker  
Geschäftsführer  
Senior-Experte  
julius.nickl@gwp.eu

Das Titelbild zeigt einen materialografischen Schliff durch ein korrodiertes und später mehrfach beschichtetes, 100-jähriges Zink-Blech.

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Auf den Dächern wird eine Vielzahl an Werkstoffen – Metalle, Bitumen, Kunststoffe, Keramik – eingesetzt. Metalle lassen sich leicht verlegen und haben eine interessante Optik.

Zink ist häufig eingesetzt, was am günstigen Preis, an der leichten Verarbeitung und an der Haltbarkeit liegt. Schäden treten erst an Zinkbahnen auf, seitdem der Dachaufbau komprimiert wird und stark hinterlüftete Bleche verunmöglicht werden. Schäden sind der typische Weissrost, der durch Beachtung einer kondenswasserfreien Rückseite zu vermeiden ist.

In diesem white paper zeigen wir Ursachen, Analysen und Abstellmaßnahmen gegen den Weissrost.

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung .....	2
2	Warum eignet sich zink fürs dach? .....	3
2.1	Zink im Periodensystem der Elemente .....	3
2.2	Warum gerade Zink? .....	3
2.3	Titanzink – die Eigenschaften .....	4
2.4	Titanzink Verarbeitung .....	4
3	Chemie der Patina - Beständigkeit .....	4
3.1	Schutzschicht auf der Unterseite nötig – existierende Schichten in der Praxis .....	4
3.2	Chemie der Platina bei Zink: die stabilen basischen Carbonate .....	5
3.3	Chemie der Bewitterung – Abträge durch welche Umwelteinflüsse? .....	6
3.4	Eine gute belüftete Unterseite – „CO2 überall“ = gut .....	6
3.5	Unterseite mit CO2-Mangel = Weißrost .....	7
3.6	Zur Unterseite ein Beispiel: Weißrost provoziert .....	8
3.7	Unterseite Taupunktumschlag = „Wasserpumpe“ .....	8
3.8	Unterseite Gefahr feuchte Schalung .....	9
3.9	Unterseite Gefahr Übergang .....	9
3.10	Hinterlüftung Abstandsbahnen .....	10
3.11	Schäden Abstandsbahnen .....	10
3.12	Unterseite bituminöse Trennlagen .....	11
4	Analytik: Ein 100 Jahre altes Blech aus Paris .....	13
5	Zusammenfassung .....	13
6	Anhang .....	14
6.1	Literaturverzeichnis .....	14
6.2	Abbildungen .....	14
7	Versionskontrolle .....	14

## 2 WARUM EIGNET SICH ZINK FÜRS DACH?

### 2.1 Zink im Periodensystem der Elemente

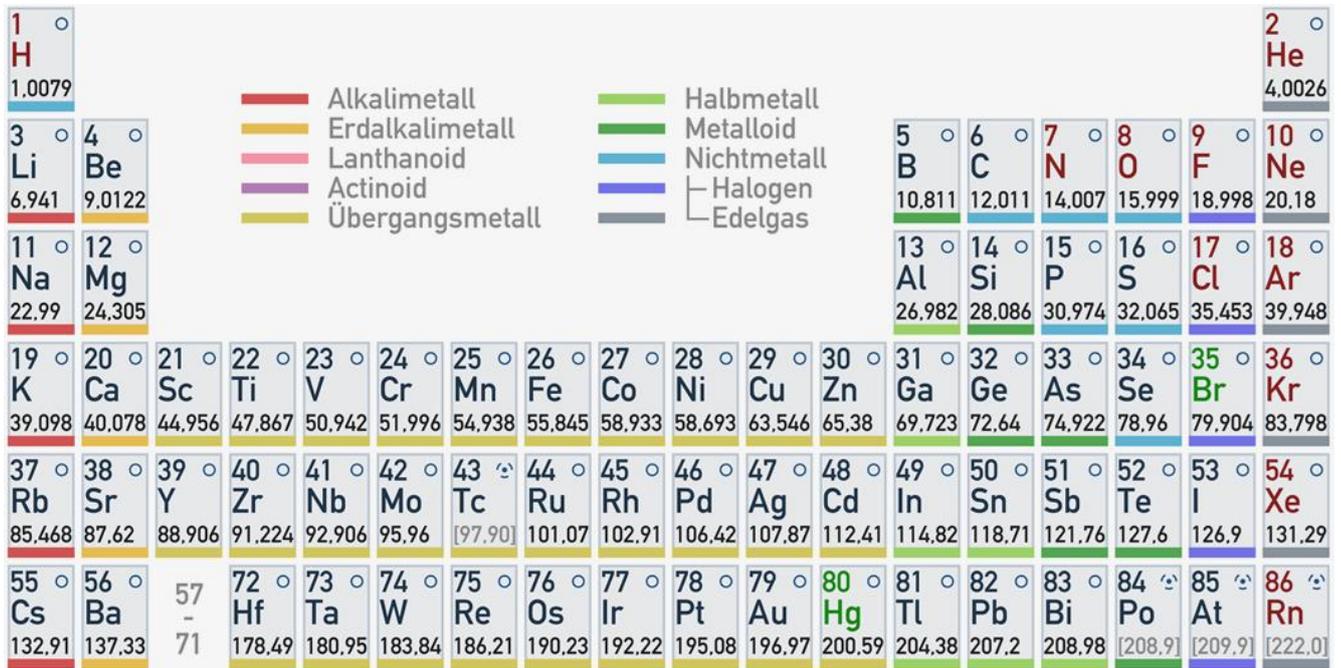


Abbildung 1: Das PSE-Periodensystem der Elemente mit dem markierten Element Zink

### 2.2 Warum gerade Zink?

Ökonomie: für wenig Geld eine gute Haltbarkeit

Material	€/m <sup>2</sup> [3]	Dichte	Nutzungsdauer Ø Jahre <sup>[1]</sup>	Nutzungskosten €/m <sup>2</sup> /Jahr <sup>[2]</sup>
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 <sup>[3]</sup>	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

Abbildung 2: Gegenüberstellung von Dachwerkstoffen und der geschätzten Haltbarkeit

Betrachtet man in der Praxis die „Lebensdauer“ eines Hauses oder eines Umbaues, so drängt sich der Eindruck auf, dass nach eineinhalb Generationen abgerissen, umgebaut oder verkauft wird.

### 2.3 Titanzink – die Eigenschaften

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

### 2.4 Titanzink Verarbeitung

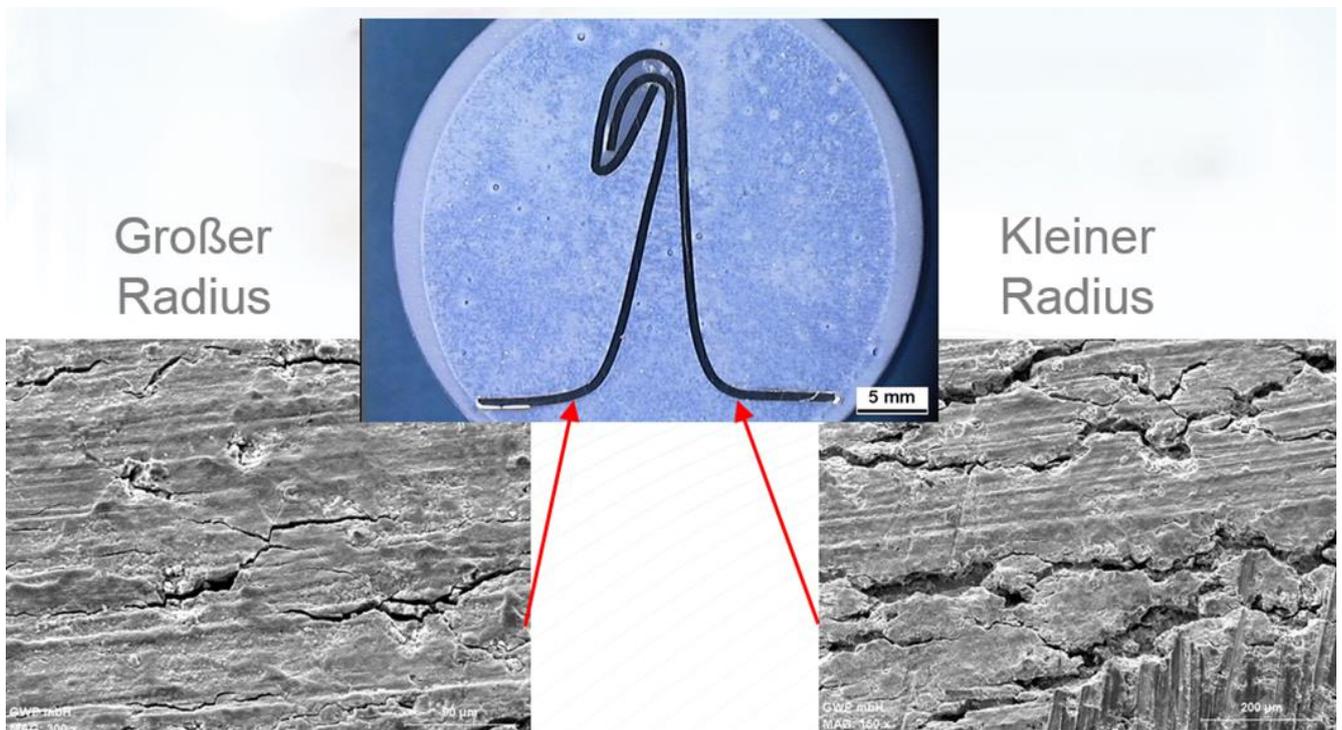


Abbildung 3: Verarbeitung von Scharen/Bahnen hier im Schnitt/Schliff; darunter die Oberflächen von der äußeren Oberfläche von Biegestellen

Vorsicht ist geboten bei engen Radi, da die Patina aufbricht.

## 3 CHEMIE DER PATINA - BESTÄNDIGKEIT

### 3.1 Schutzschicht auf der Unterseite nötig – existierende Schichten in der Praxis

Tabelle 1: Metalle und Materialien: ihre natürlichen Schutzschichten

Material	Schutzschicht	Schutzschicht	chemisch
Zink	Basische Karbonate	$\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$	
Titanzink		$\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$	
		$\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \times 4 \text{ H}_2\text{O}$	
		$\text{Zn}_5(\text{OH})_8\text{Cl}_2$	

Bitumen-Pappe	wachsartig	Asphaltene	
PVC-Bahnen	wachsartig	Chlor-Kohlenwasserstoff	
Edelstahl	Chrom-Oxid	CrOx (Cr+3203, Cr+603)	
Aluminium	Eloxal	Al-Oxid	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Asbestzement	Calzium-Silikat	-	
Zinn	Oxide	Zinn-Oxide	SnO <sub>2</sub>
Ziegel	Alumo-Silkate etc.	-	SiO <sub>2</sub> * Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Blei	Karbonate & Sulfate	PbSO <sub>4</sub> , PbCO <sub>3</sub>	
Kupfer	Kupfer-(carbonat-sulfat-chlorid)-hydroxid-Gemische Acetate (Grünspan)		Cu(Ac) <sub>2</sub>
Gold	reines Gold		Au <sup>0</sup>

### 3.2 Chemie der Platina bei Zink: die stabilen basischen Carbonate

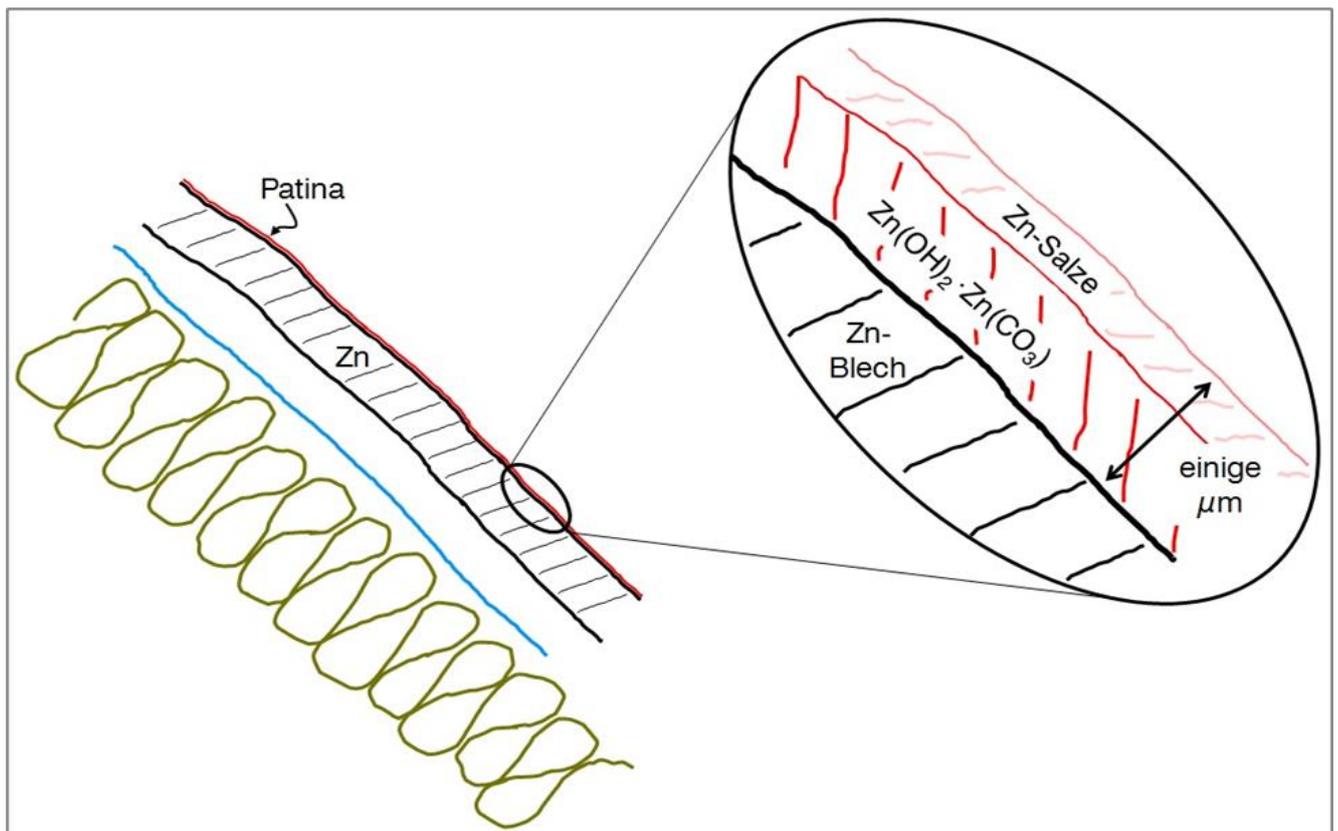


Abbildung 4: Oberste Schicht in der Explosionszeichnung

### 3.3 Chemie der Bewitterung – Abträge durch welche Umwelteinflüsse?

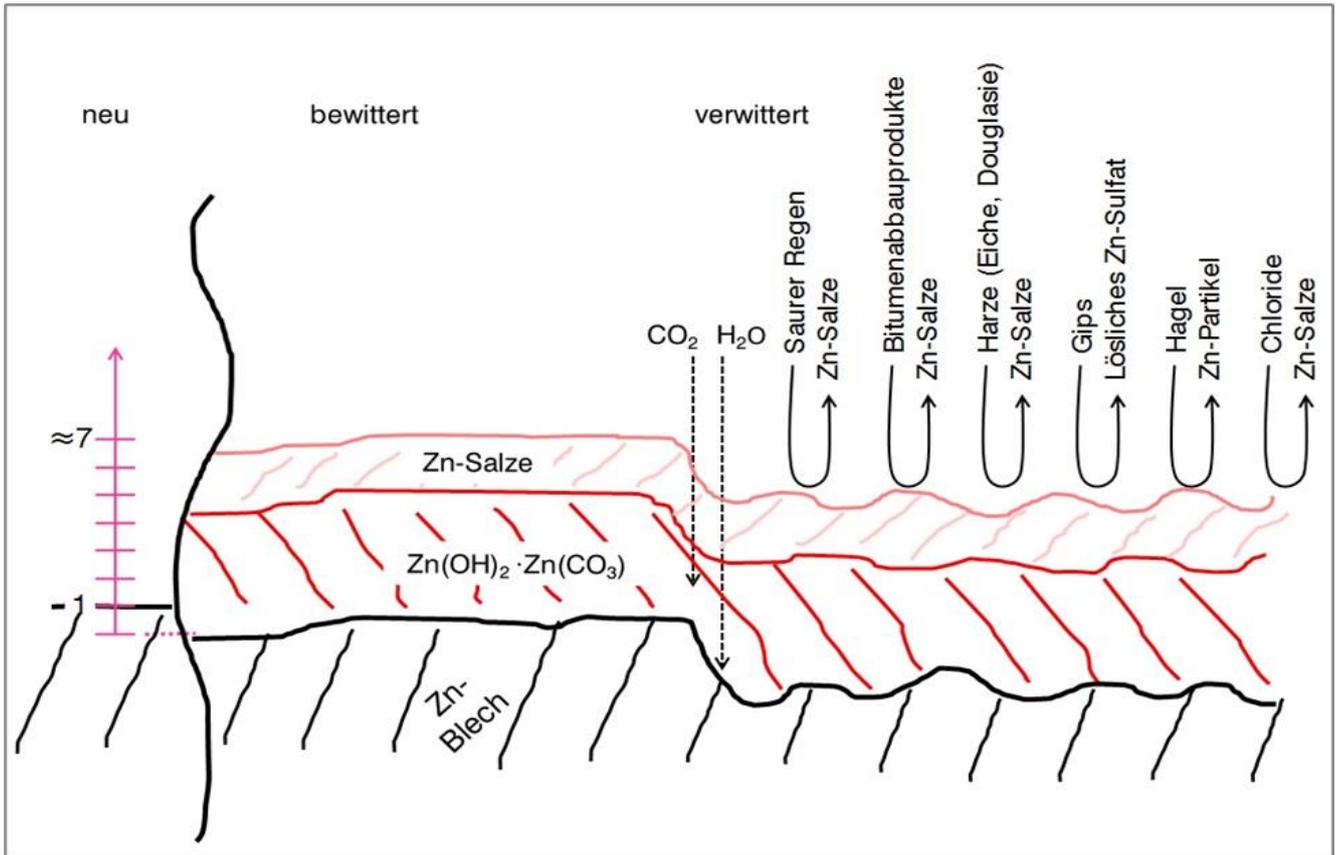


Abbildung 5: Im Feld vorkommende Belastungen für die Schutzschicht - schematisch mit Abtragsgrenzen

### 3.4 Eine gute belüftete Unterseite - „CO<sub>2</sub> überall“ = gut

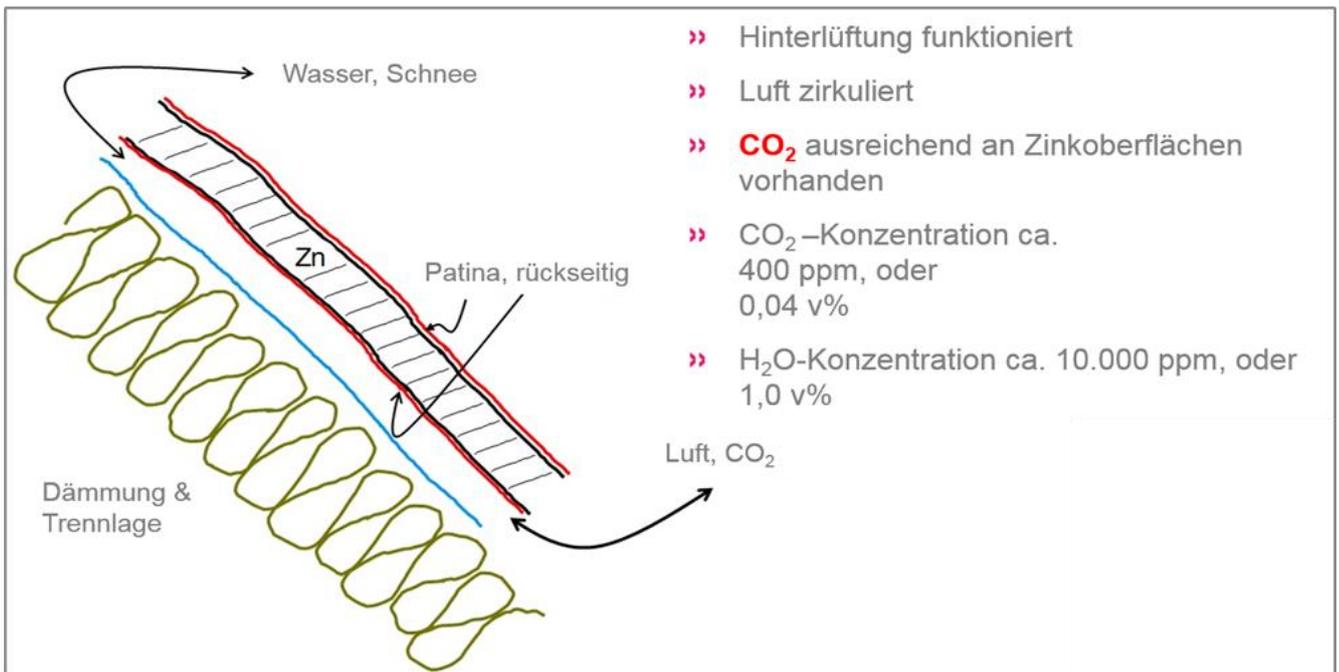


Abbildung 6: Basisches Carbonat auch auf der Unterseite nötig

### 3.5 Unterseite mit CO<sub>2</sub>-Mangel = Weißrost

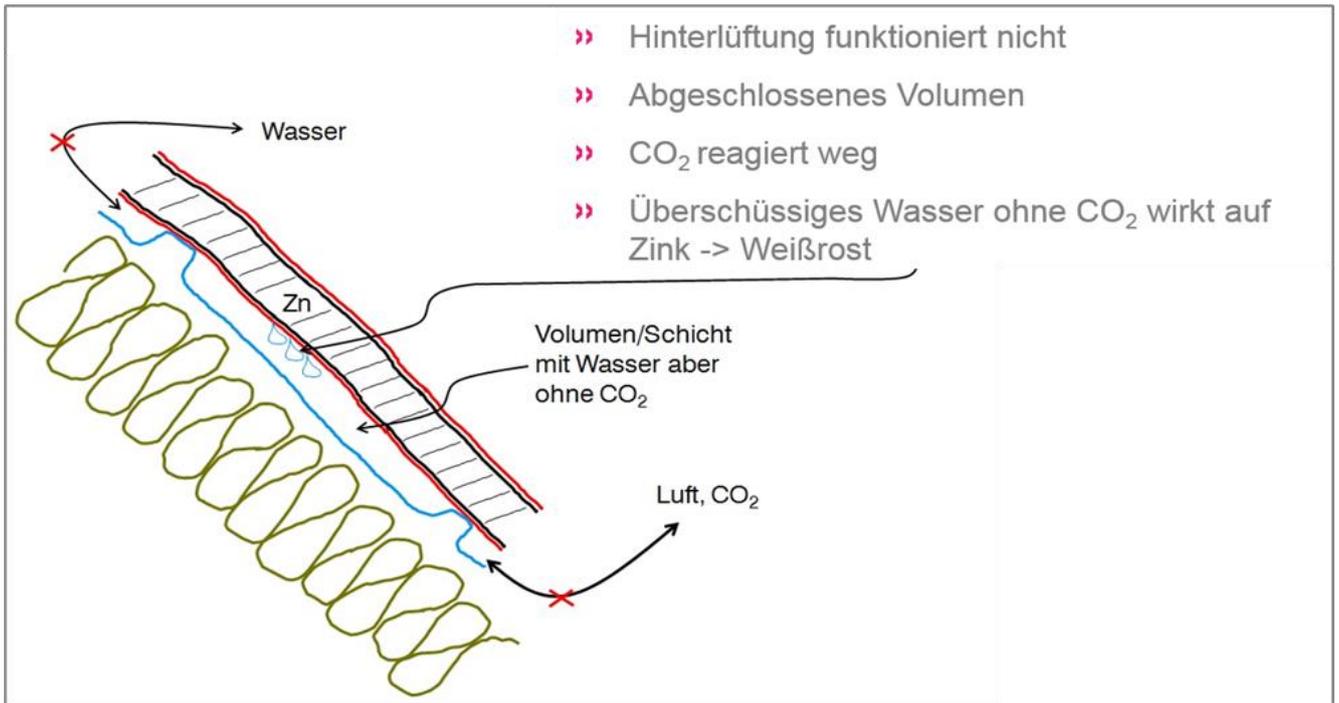


Abbildung 7: CO<sub>2</sub>-Mangel - die Auswirkungen

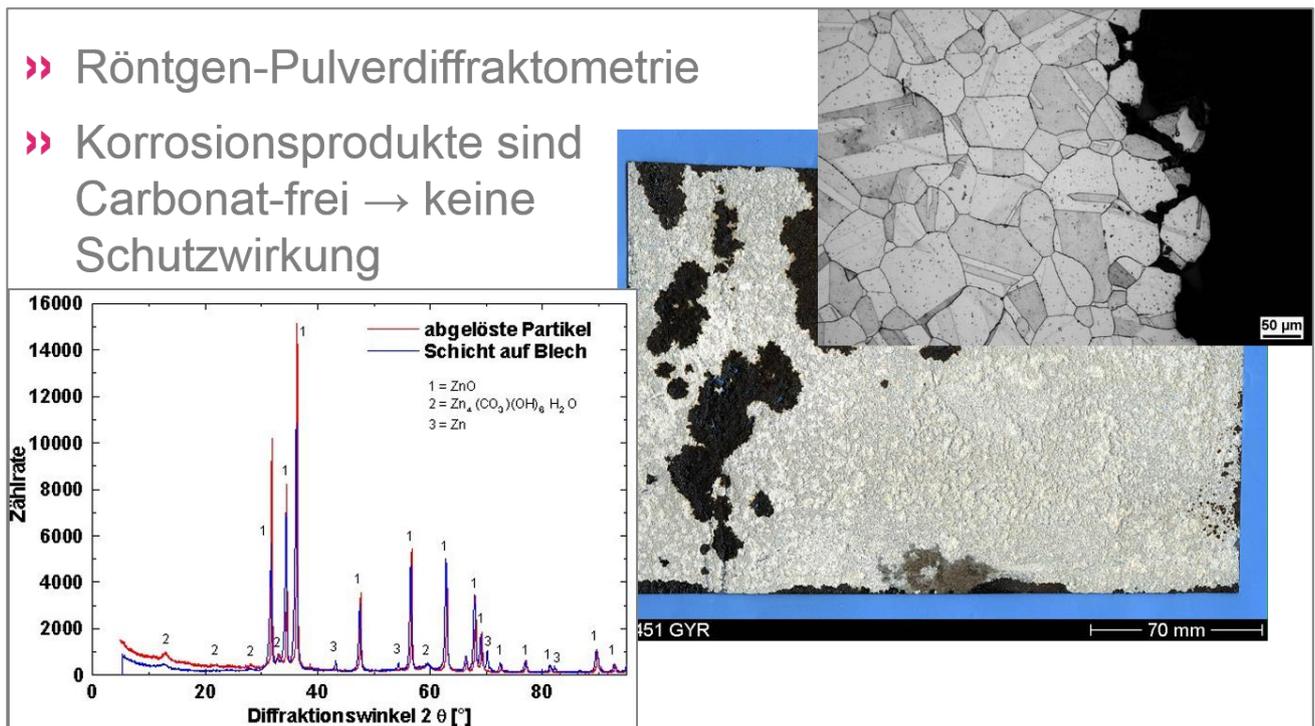


Abbildung 8: Werkstofftechnische Untersuchung der korrodierten Unterseite im Analytikum mit Röntgenbeugungsdiffraktogramm und Schlifffanalyse

### 3.6 Zur Unterseite ein Beispiel: Weißrost provoziert

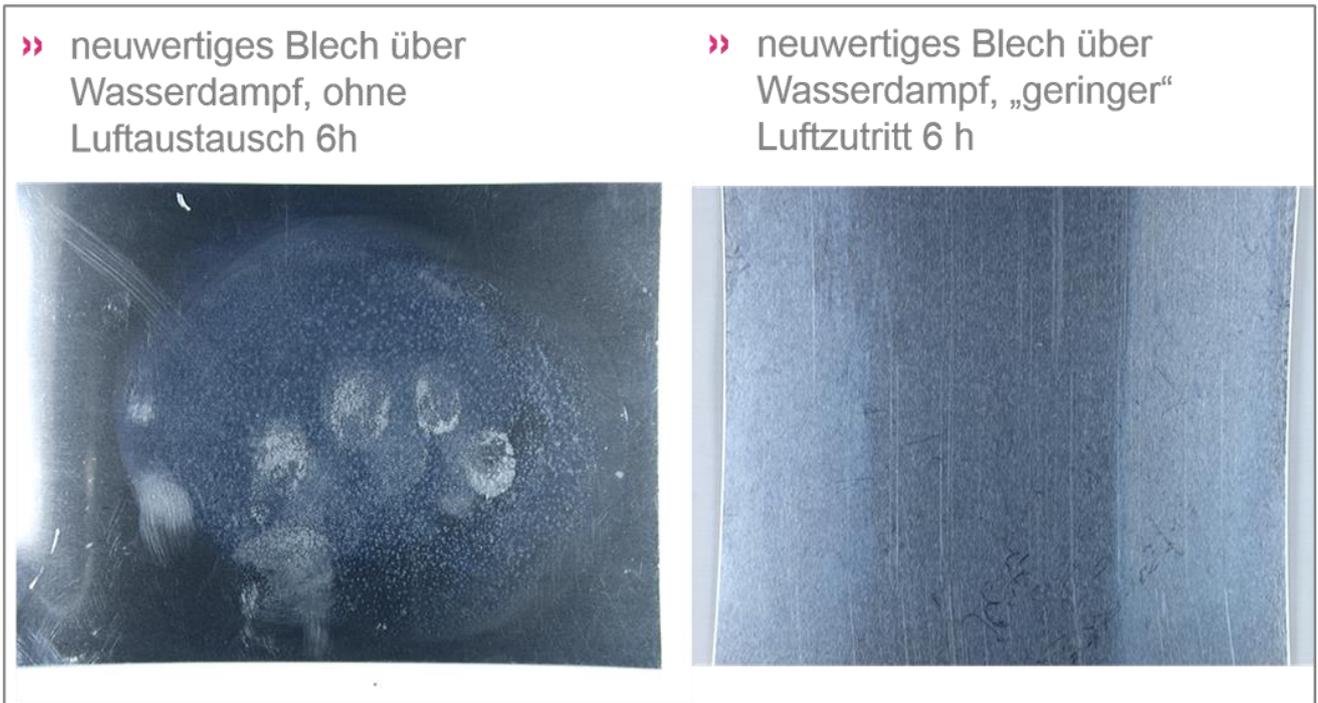


Abbildung 9: Experimente im Labor zur "schnellen" Korrosion

### 3.7 Unterseite Taupunktumschlag = „Wasserpumpe“

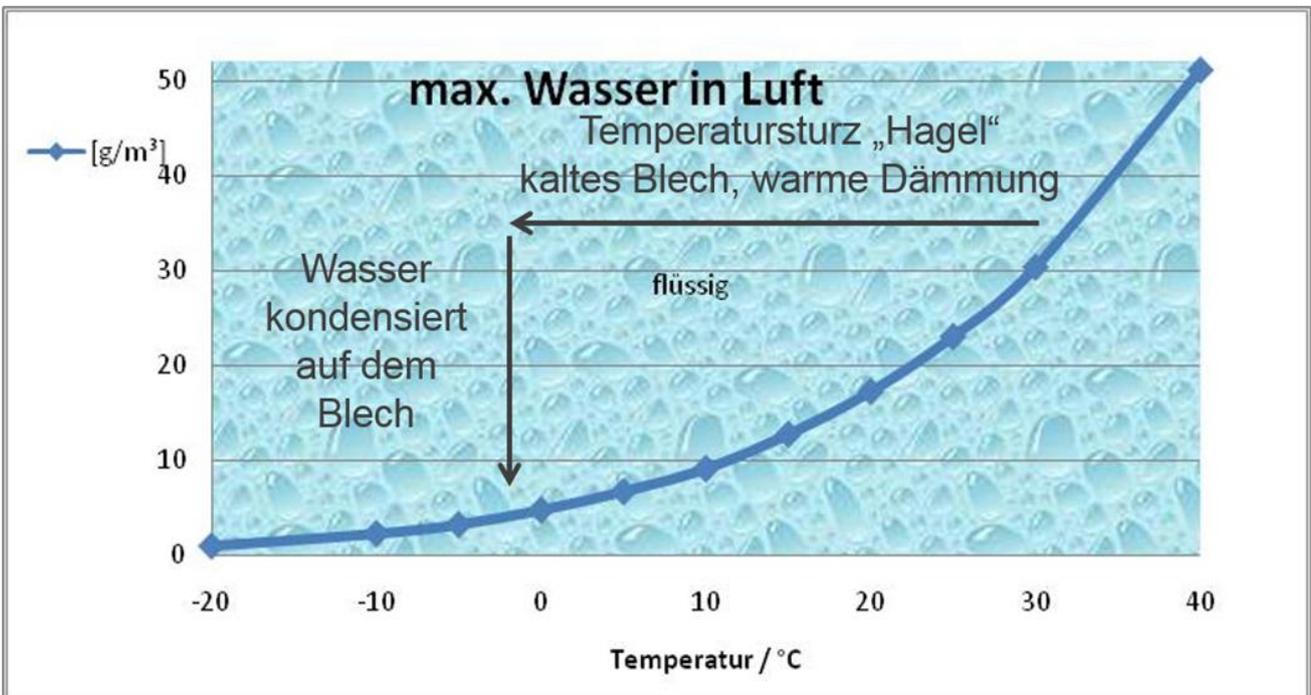


Abbildung 10: Zusammenhang Temperatur / Luft / Wassergehalt

- ▶ Beispiel: Volumen 5 L,  $\Delta T$  30  $\rightarrow$  0 °C ergibt ca. 3 Tropfen Wasser oder einen Wasser-Film von 14  $\mu\text{m}^2$

### 3.8 Unterseite Gefahr feuchte Schalung



Abbildung 11: "Patschnasse" Holzbretter unter Zinkblech gefunden; Feuchte kann aus ungetrocknetem Holz nicht im verbauten Zustand entweichen

### 3.9 Unterseite Gefahr Übergang

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

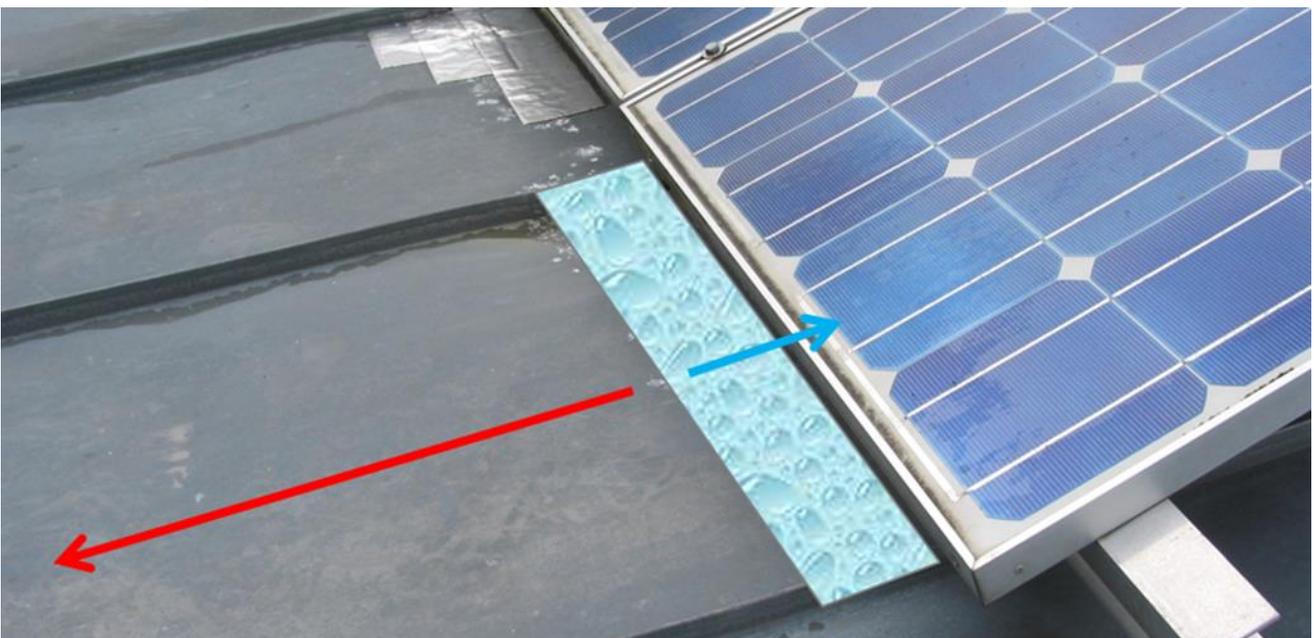


Abbildung 12: Verstärkte Korrosion an Temperatursprüngen

### 3.10 Hinterlüftung Abstandsbahnen

- ▶ Luft-CO<sub>2</sub> muss an Unterseite kommen
- ▶ Lösungen sind Noppen- oder Gewirkbahnen
- ▶ Erzeugte Volumina bei typischerweise 8mm Abstand -> 5 L/m<sup>2</sup>

Drainageeffekt für eindringendes Wasser

- ▶ Luft-Zirkulation ausreichend?
- ▶ Wasserdampfdiffusion hoch?
- ▶ Zeitstandfestigkeit?
- ▶ Drainageeffekt?

$0,1 \text{ L}_{\text{Wasser}}/\text{m}^2_{\text{Bahn}}$  entspricht ca. 0,1 mm Wasserfilm, der bei Kapillaren im Gefälle nicht mehr fließt

### 3.11 Schäden Abstandsbahnen

- ▶ Flächenhafte Kompression auf Bitumenstreifen
- ▶ Weißrost im Kontakt



Abbildung 13: Beispiel einer versagenden "Sauerkraut"-Bahn

### 3.12 Unterseite bituminöse Trennlagen



Abbildung 14: Mangelnder Luftaustausch führt zu Korrosion "Weissrost"

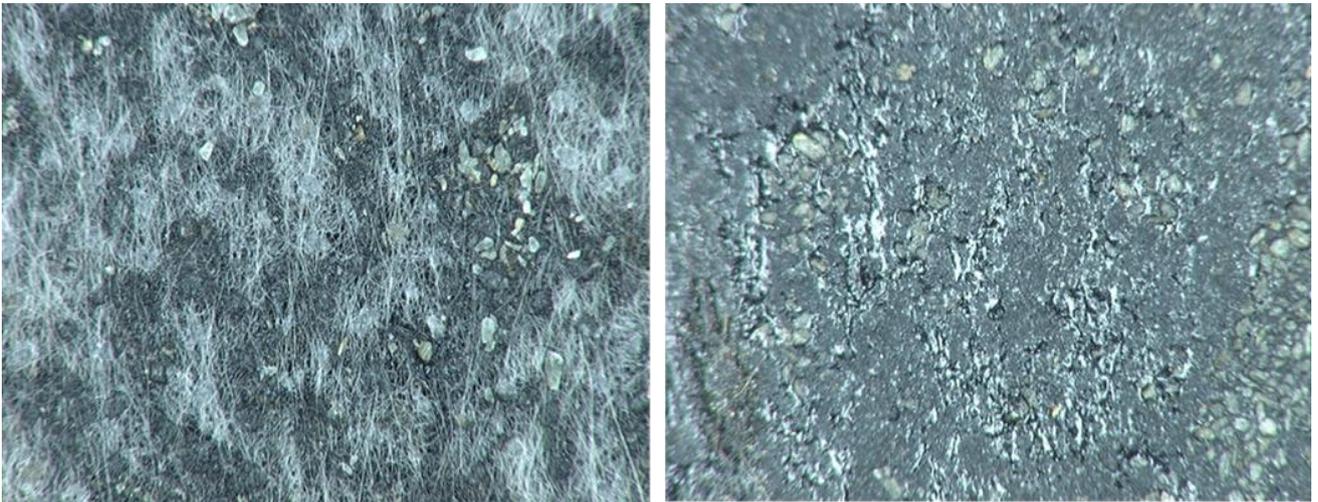


Abbildung 15: Beispiele für "verklebte" Bahnen mit dem Blech

Ausgebaut, zu niedriger Erweichungspunkt

- ▶ Verklebungsfahrer
- ▶ Gefahr des abgeschlossenen Volumens

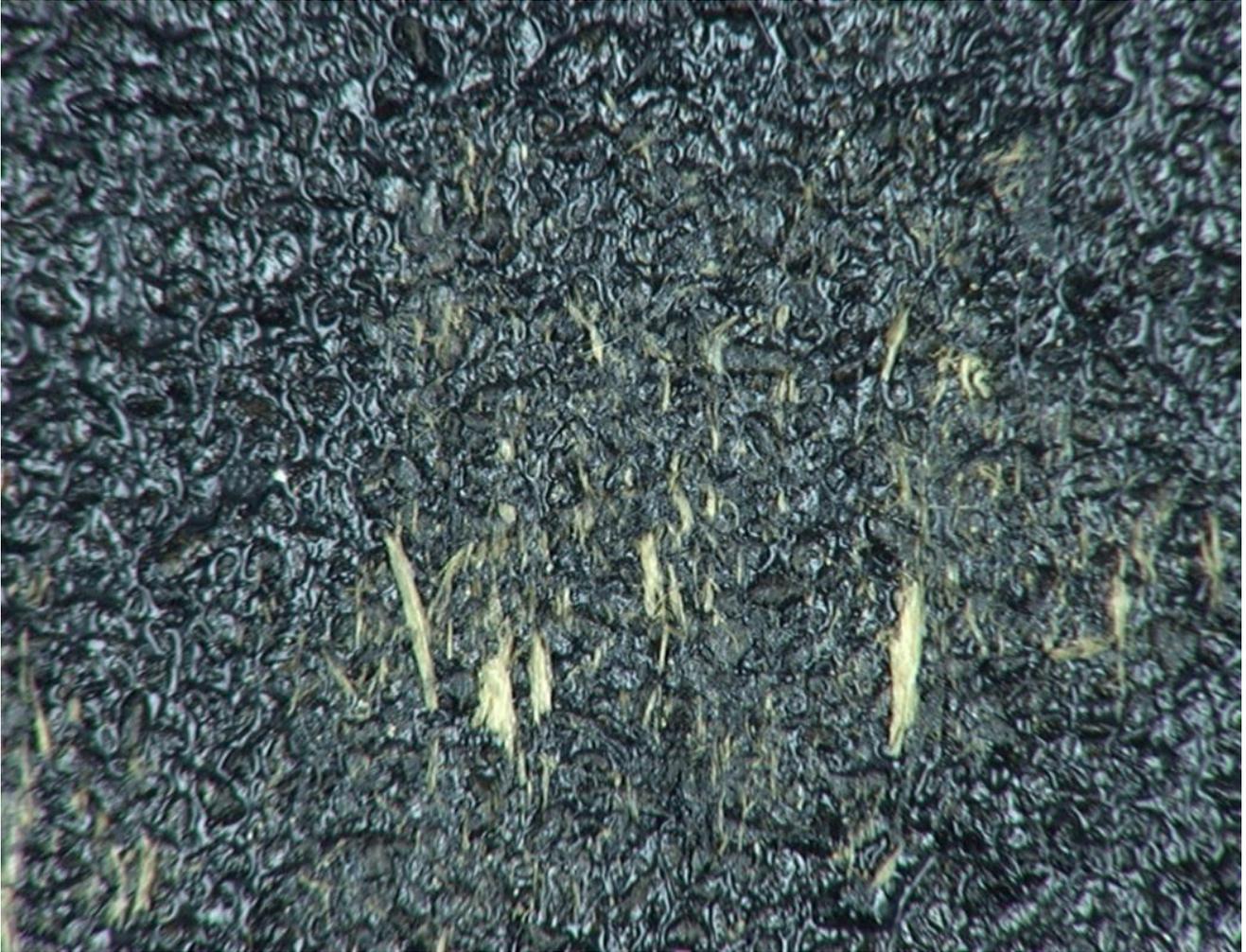


Abbildung 16: Beispiele für "verklebte" Bahnen mit dem Holz

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

## 4 ANALYTIK: EIN 100 JAHRE ALTES BLECH AUS PARIS

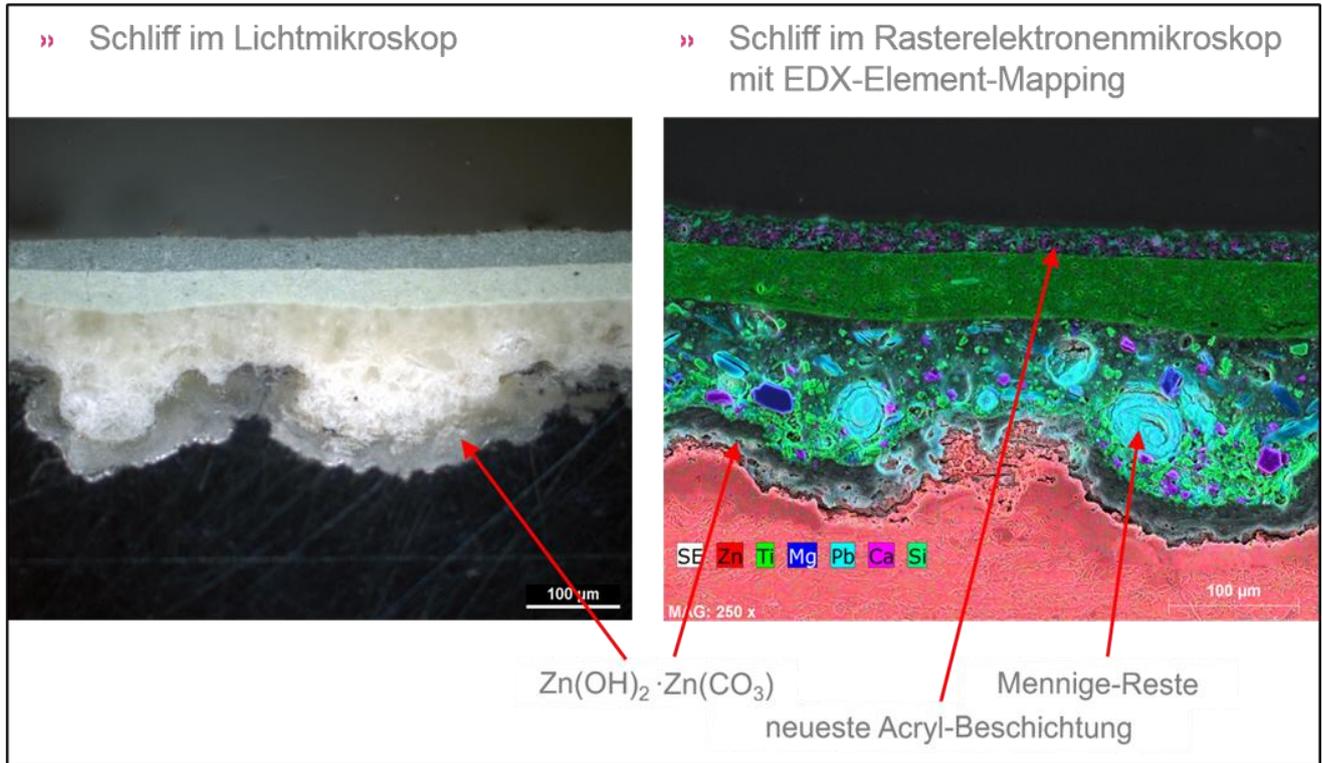


Abbildung 17: Werkstofftechnische Untersuchung im Schliff

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

- ▶ Rückseitenkorrosion fast ausschließlich durch CO<sub>2</sub>-Mangel am Zn-Blech
- ▶ Luft-CO<sub>2</sub> muss überall hinkommen
- ▶ Rückseitenschutz durch Lackierung des Zn-Blechtes möglich
- ▶ Trennlagen weglassen, lockere Brettschalung mit Hinterlüftung genügt
- ▶ Nachdenken & Wissen nutzen

1 H 1.0079																	2 He 4.0026	
3 Li 6.941	4 Be 9.0122																	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.305																	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 La 138.905	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]	

Abbildung 18: Alle berührten Elemente sind hier markiert

## DANKSAGUNG

Die GWP dankt ihren über 2.000 Auftraggebern für die Ermöglichung der gewachsenen Experten- & Laborlandschaft der GWP.

- ▶ Dr. Julius Nickl  
Berichtserstatter und  
Interne Prüfung

## 6 ANHANG

### 6.1 Literaturverzeichnis

ohne

### 6.2 Abbildungen

Abbildung 1: Das PSE-Periodensystem der Elemente mit dem markierten Element Zink .....	3
Abbildung 2: Gegenüberstellung von Dachwerkstoffen und der geschätzten Haltbarkeit .....	3
Abbildung 3: Verarbeitung von Scharen/Bahnen hier im Schnitt/Schliff; darunter die Oberflächen von der äußeren Oberfläche von Biegestellen .....	4
Abbildung 4: Oberste Schicht in der Explosionszeichnung .....	5
Abbildung 5: Im Feld vorkommende Belastungen für die Schutzschicht - schematisch mit Abtragraten .....	6
Abbildung 6: Basisches Carbonat auch auf der Unterseite nötig .....	6
Abbildung 7: CO <sub>2</sub> -Mangel - die Auswirkungen .....	7
Abbildung 8: Werkstofftechnische Untersuchung der korrodierten Unterseite im Analytikum mit Röntgenbeugungsdiffraktogramm und Schlifffanalyse .....	7
Abbildung 9: Experimente im Labor zur "schnellen" Korrosion .....	8
Abbildung 10: Zusammenhang Temperatur / Luft / Wassergehalt .....	8
Abbildung 11: "Patschnasse" Holzbretter unter Zinkblech gefunden; Feuchte kann aus ungetrocknetem Holz nicht im verbauten Zustand entweichen .....	9
Abbildung 12: Verstärkte Korrosion an Temperatursprüngen .....	9
Abbildung 13: Beispiel einer versagenden "Sauerkraut"-Bahn .....	10
Abbildung 14: Mangelnder Luftaustausch führt zu Korrosion "Weissrost" .....	11
Abbildung 15: Beispiele für "verklebte" Bahnen mit dem Blech .....	11
Abbildung 16: Beispiele für "verklebte" Bahnen mit dem Holz .....	12
Abbildung 17: Werkstofftechnische Untersuchung im Schliff .....	13
Abbildung 18: Alle berührten Elemente sind hier markiert .....	13

## 7 VERSIONSKONTROLLE

Revision Datum	Autor	REV	Bemerkung
2021-12-21	JAN	00	Erstellung
2022-01-13	BeO	02	redaktionelle Überarbeitung



# WISSEN SCHAFFT FORTSCHRITT®

- ▶ Qualität sichern
- ▶ Entwicklungen begleiten
- ▶ Schäden analysieren
- ▶ Wissen weitergeben

## LABOR-SERVICES

- ▶ Analytik
- ▶ Werkstoffprüfung
- ▶ Metallografie
- ▶ Mikroskopie
- ▶ Airbag-Labor
- ▶ Zerstörungsfreie Prüfung
- ▶ Physikalische Prüfung
- ▶ Brandprüfungen
- ▶ Werkstatt
- ▶ ParticleCheck
- ▶ Kunststoff-Labor
- ▶ Umweltsimulation
- ▶ Sprengstofflabor

## SCHADENSANALYSE & ENTWICKLUNGSBEGLEITUNG

- ▶ Airbag
- ▶ Automotive
- ▶ Kunststoffe
- ▶ Katalyse
- ▶ Batterien
- ▶ Bauwirtschaft
- ▶ Chemie
- ▶ Elektrotechnik
- ▶ Maschinenbau
- ▶ Luftfahrt
- ▶ Medizintechnik



Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19907-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.

