

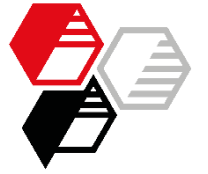
Neuburger Kieselerde in wässrigem Korrosionsschutz Primer 2K Epoxid, grau

z. B. für Schienenfahrzeuge der Deutschen Bahn AG



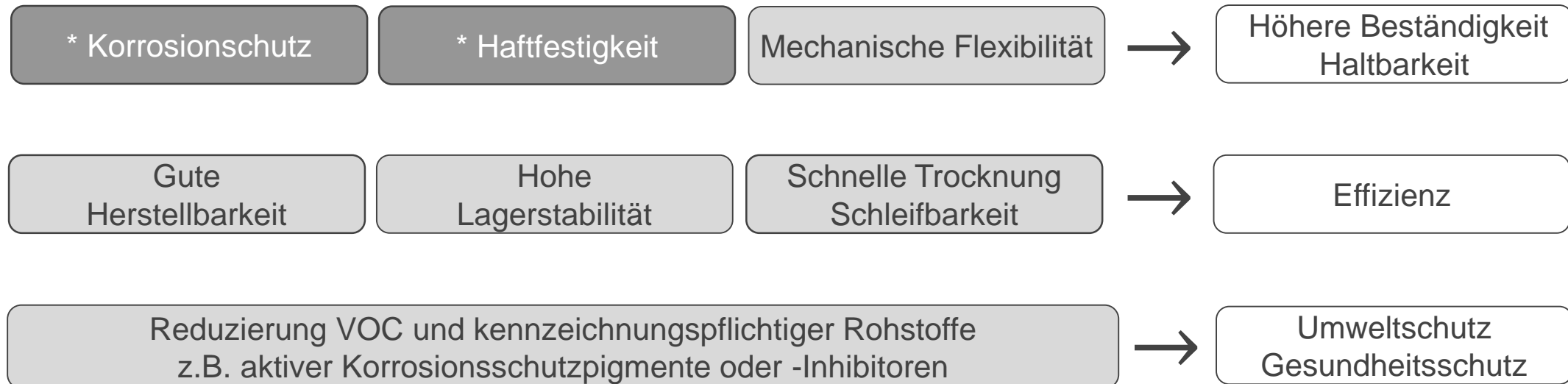
Inhalt

- Einleitung
- Experimentelles
- Ergebnisse
 - Erkenntnisse Vorstudie
 - Optimierung Füllstoffpaket
 - Herstellbarkeit
 - Lagerstabilität
 - Mechanische Flexibilität - Tiefung
 - Korrosionsschutz
- Zusammenfassung
- Anhang



Status Quo

- 2K Epoxid-Primer zählen zu den leistungsstärksten Grundbeschichtungen im Korrosionsschutz
- Umweltfreundliche Formulierungen auf Wasserbasis bereits im Markt verfügbar
- Sehr hohe Anforderungen über die Erfüllung der für Primer bisher typischen * Schlüsselkriterien hinaus



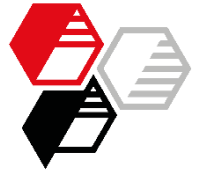


Zielsetzung

- Auswahl marktüblicher Rezeptur mit bereits gutem Eigenschaftsprofil im Korrosionsschutz
- Systematische Variation der Füllstoffzusammensetzung der Rezeptur
- Identifikation Nass- / Trockenlackeigenschaften mit größtem positiven Füllstoffeinfluss
- Optimierungsansätze unter Verwendung des funktionellen Füllstoffes **Neuburger Kieselerde**

→ Leistungsfähigere, haltbarere 2K-Epoxid-Schutzbeschichtungen konform hoher Anforderungen z. B. gemäß der DBS 918300 für Schienenfahrzeuge der Deutschen Bahn AG.

DB
konform
?



Basisrezeptur

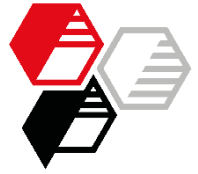
Komponente A		Gewichtsteile	
Pigmentpräparation	Wasser deionisiert	11,94	
	Additol VXW 6208	Dispergieradditiv	3,52
	Additol VXW 6393	Entschäumer	0,16
	Texanol	Lösemittel, Koaleszenzmittel	0,64
	Kronos 2190	Weißpigment	21,85
	Bayferrox 3920	Gelbpigment	0,43
	Bayferrox 306	Schwarzpigment	1,17
	Talkum	Füllstoff	9,06
	Schwerspat	Füllstoff	24,62
	Additol VXW 6388	Rheologieadditiv	0,64
	Methoxypropanol	Lösemittel	1,07
	Beckocure EH 2261w/41WA	Härter, aliphatische Polyaminaddukt-Dispersion HEW 1100 g/mol	24,90
	Summe		100,00
Komponente B			
Beckopox EP 387/w/52WA	Bindemittel, Epoxidfestharz-Dispersion EEW 1000 g/mol	49,80	
Mischungsverhältnis Amin/Epoxid		1 : 2	
Stöchiometrisches Vernetzungsverhältnis Amin/Epoxid		0,49	
Festkörper m/m [%]		64,1	
PVK		32,0	

Wässrige 2K Epoxid-
Korrosionsschutzbeschichtung

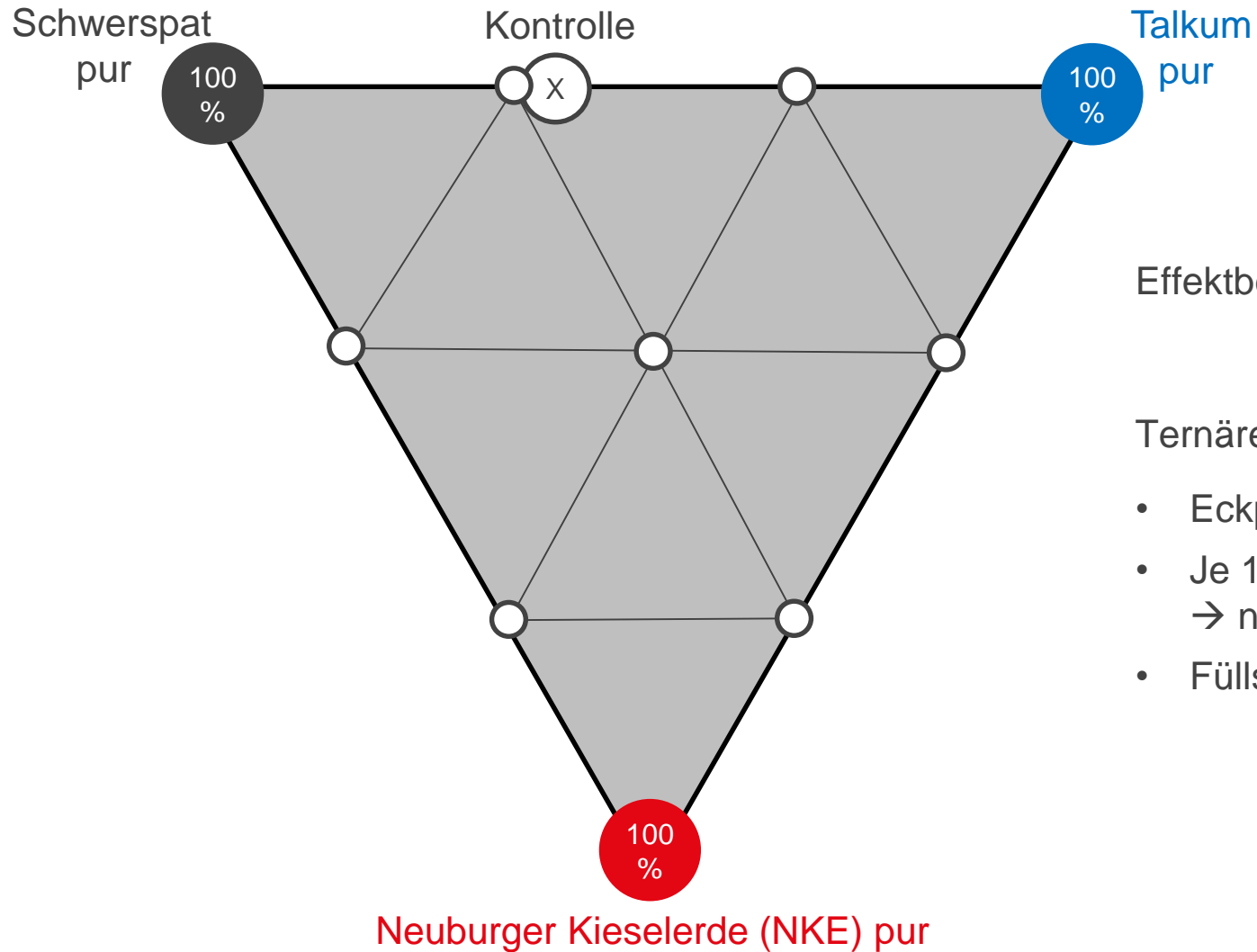
Fa. Allnex

Low VOC
Aktivpigment- / Inhibitorfrei

Schnell trocknend
Mechanisch flexibel



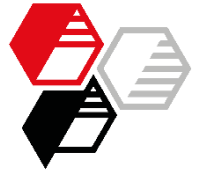
Vorstudie – Füllstoffvariation PVK-gleich



Effektbeurteilung bei konstantem Füllstoffvolumen

Ternäres Mischungsdiagramm

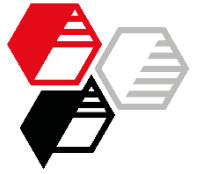
- Eckpunkt = Pur-Variante des jeweiligen Füllstoffes
- Je 1/3-Ersatz des Füllstoffvolumens → neue Varianten ○
- Füllstoffpaket Kontrollformulierung ○ X



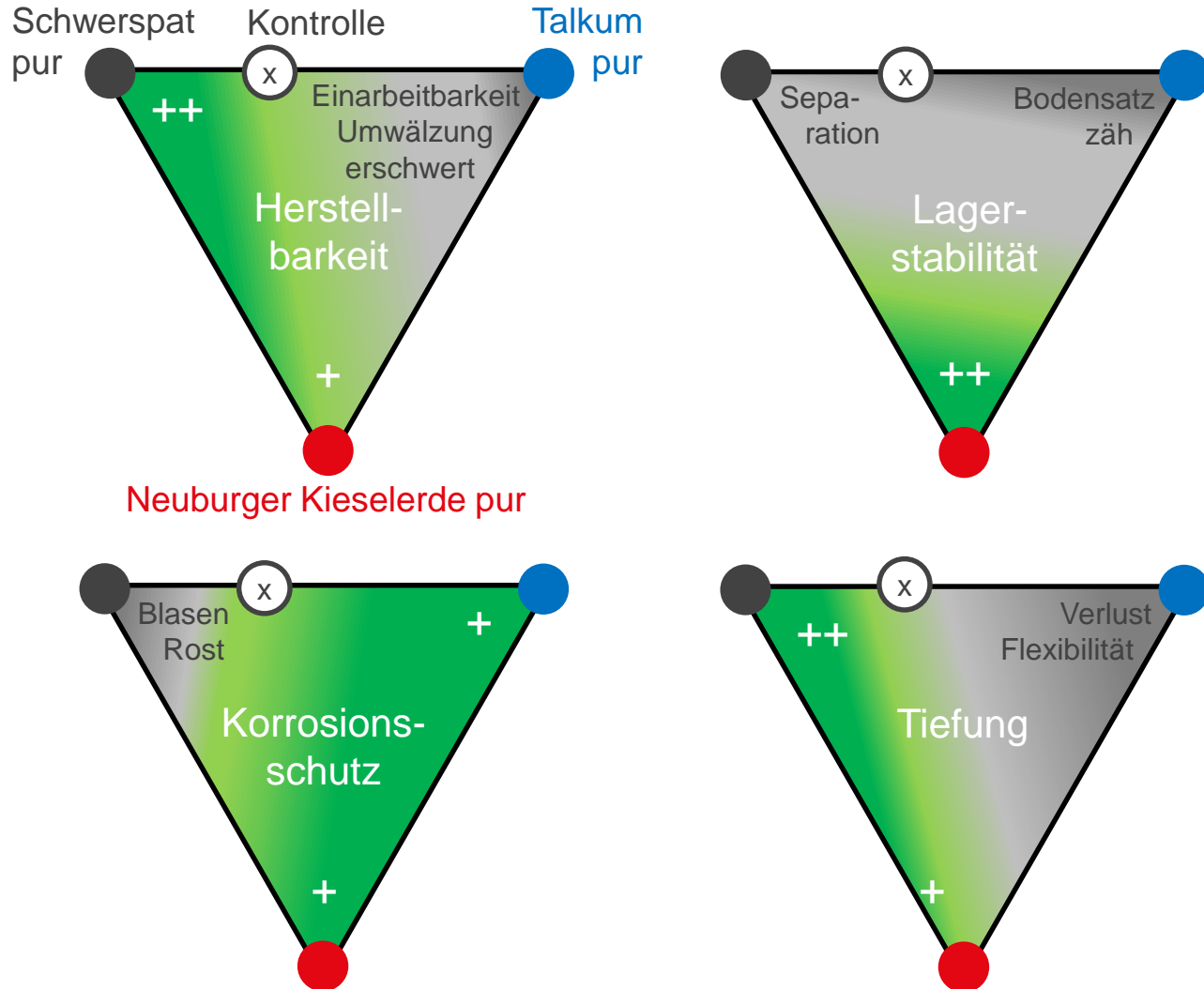
Vorstudie – Erkenntnisse


Prüfeigenschaft	Performance Kontrolle	Füllstoffeffekt bei Variation
Herstellbarkeit	★ ★ ★ ★	groß i
Lagerstabilität	★ ★ ★	groß i
Trocknung / Schleifbarkeit	★ ★ ★ ★ ★ ✓	nein i
Pendelhärte	★ ★ ★	moderat i
Tiefung	★ ★ ★	groß i
Haftfestigkeit	★ ★ ★ ★ ★ ✓	nein i
Korrosionsschutz	★ ★ ★ ★	groß i

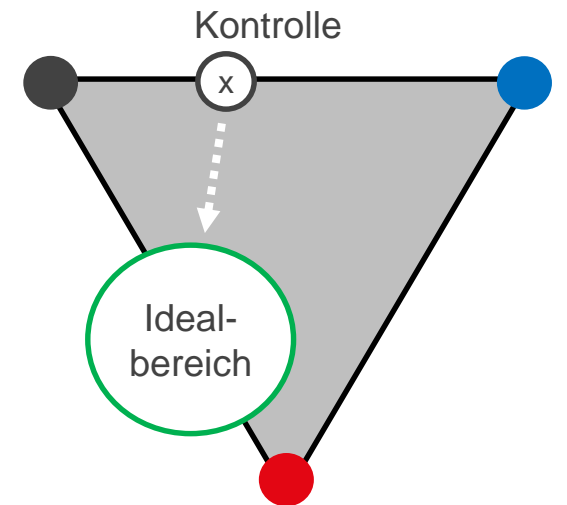
Höchstes
 Optimierungspotenzial
 bei
 Eigenschaften geringerer
 Leistungsfähigkeit
 +
 größten
positiven
 Füllstoffeffekten



Vorstudie – Lage des idealen Füllstoffpaketes



Kombination

 positiver Effekte

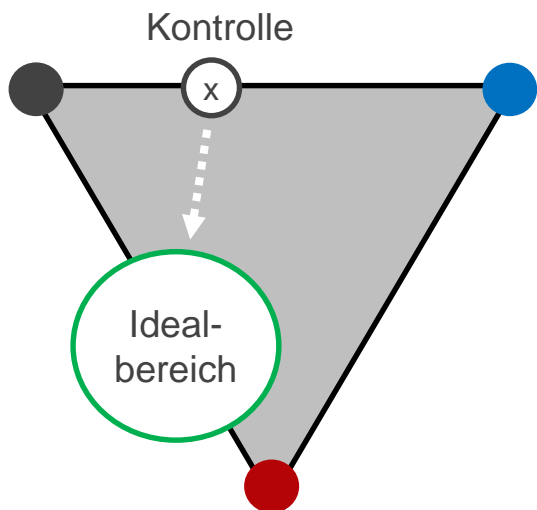




Optimierung Füllstoffpaket

Step 1: Reduzierung Anteil Schwerspat
→ 1/3 Füllstoffvolumen

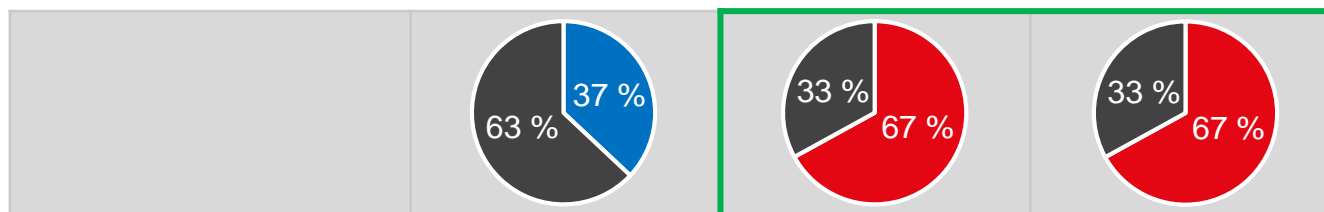
Step 2: Einsatz **Neuburger Kieselerde**
→ 2/3 Füllstoffvolumen



	Kontrolle	Aktisil AM	Sillitin V 85
--	-----------	------------	---------------

Füllstoffeinwaage

Volumenanteile

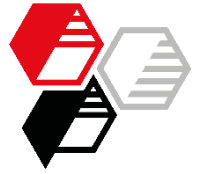


Gewichtsteile bezogen auf Formulierung

Talkum	9,06		
Schwerspat	24,62	13,00	13,00
Neuburger Kieselerde		15,37	15,37

i Füllstoffkennwerte

i Struktur **Neuburger Kieselerde**



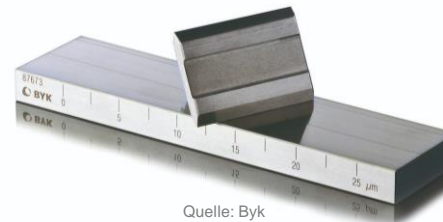
Herstellbarkeit

A-Komponente: Labordissolver mit Zahnscheibe (Cowles Blade) 30 min 8 m/s, Eiswasserkühlung



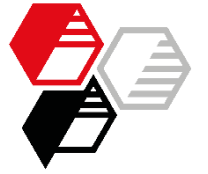
Gute Einarbeitung und Dispergierung:

- Variante mit **Sillitin V 85** 15 - 20 μm
- alle anderen 10 - 15 μm Kornfeinheit



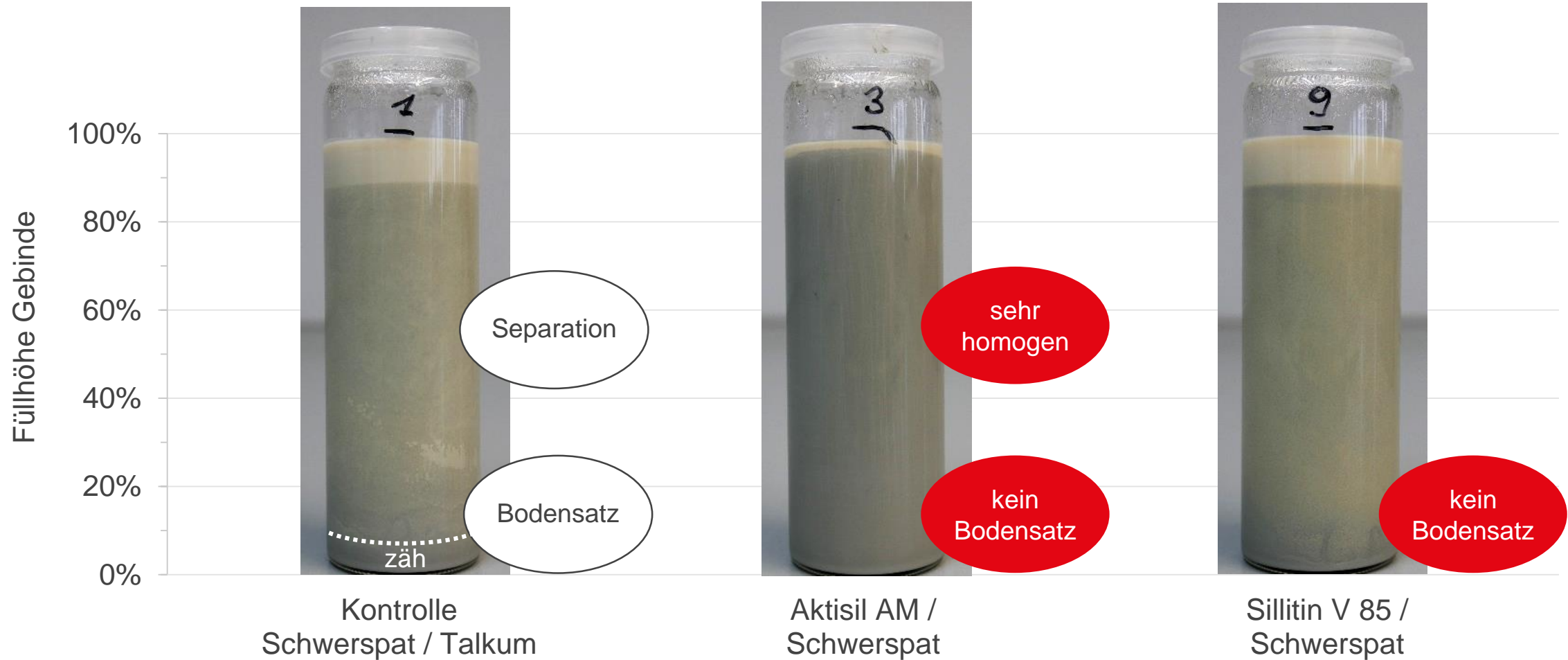
$\leq 35 \mu\text{m}$
DB konform
✓

A + B Komponente: Paddelmischer 2 min 1000 U/min



Lagerstabilität

A-Komponente 28 Tage, 40°C

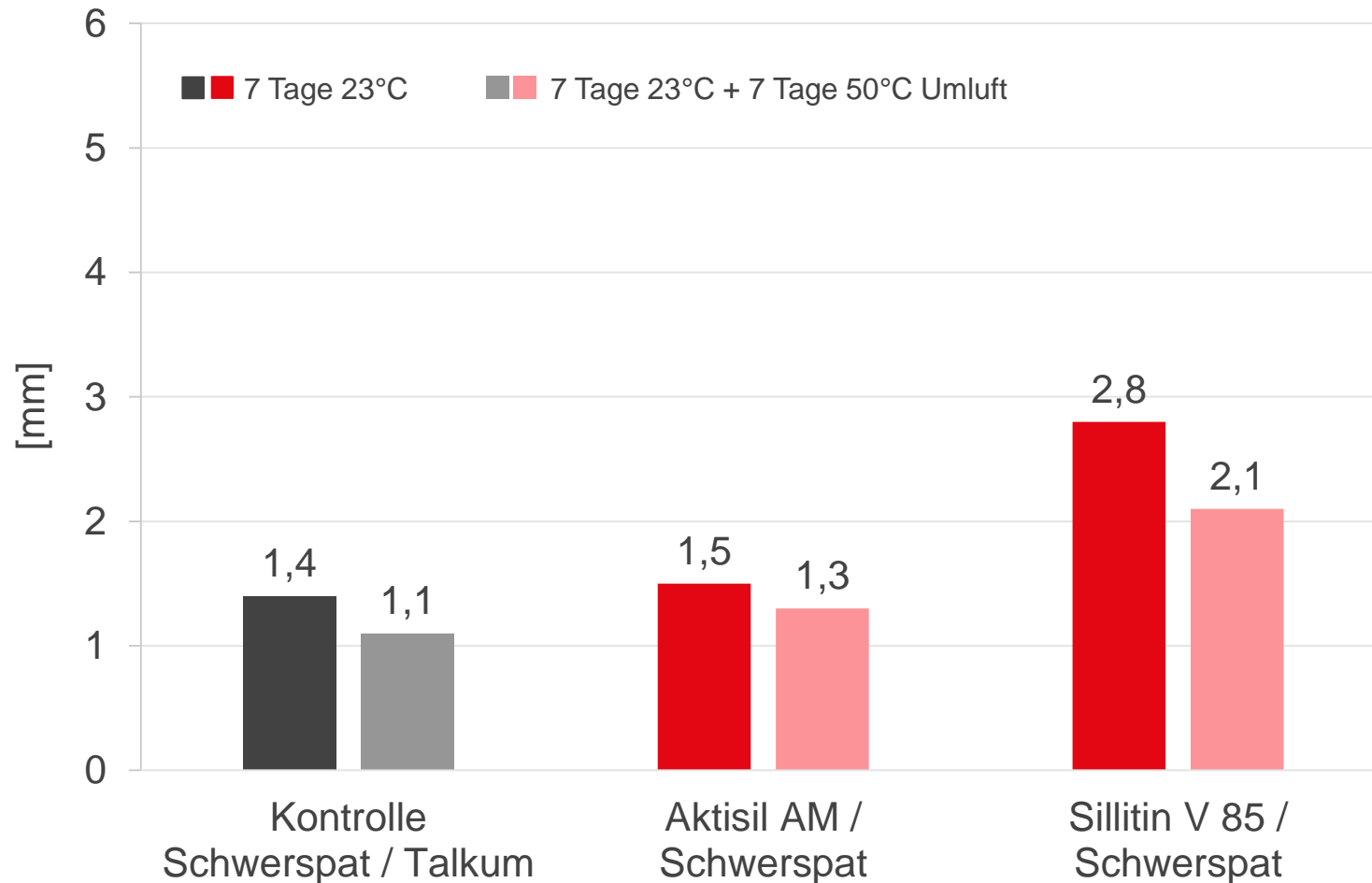




Mechanische Flexibilität – Tiefung

i Präparative Methoden

Aluminium gestrahlt

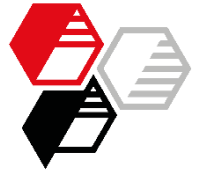


Im Gegensatz zur Kontrolle
Vorteile mit
Neuburger Kieseelerde

- Mehr Flexibilität mit

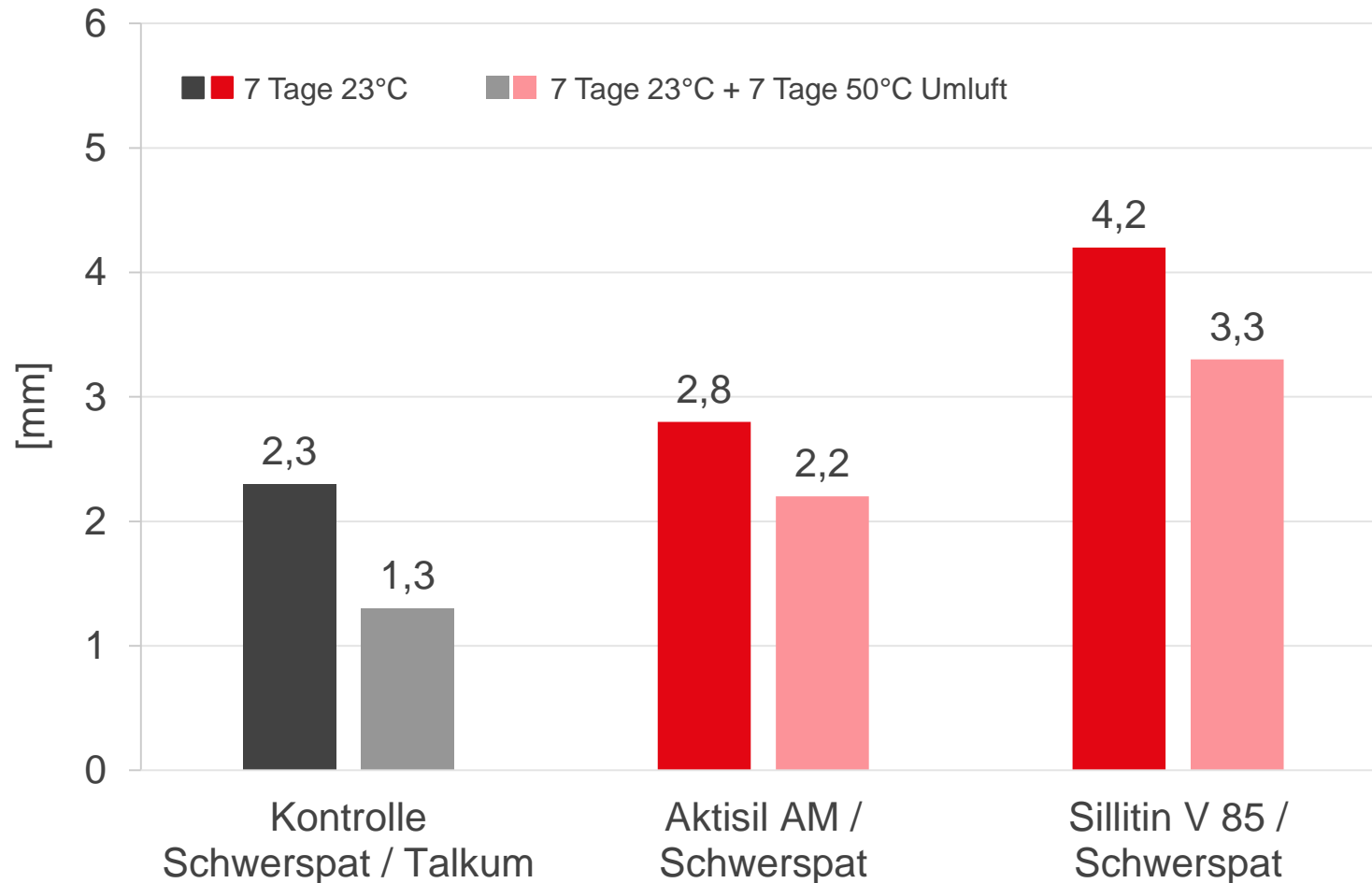
Aktisil AM
+ 10 %

Sillitin V 85
+ 100 %
= Verdopplung !



Mechanische Flexibilität – Tiefung

Stahl gestraht

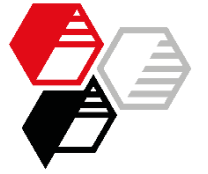


Im Gegensatz zur Kontrolle
Vorteile mit
Neuburger Kieseelerde

- Mehr Flexibilität mit

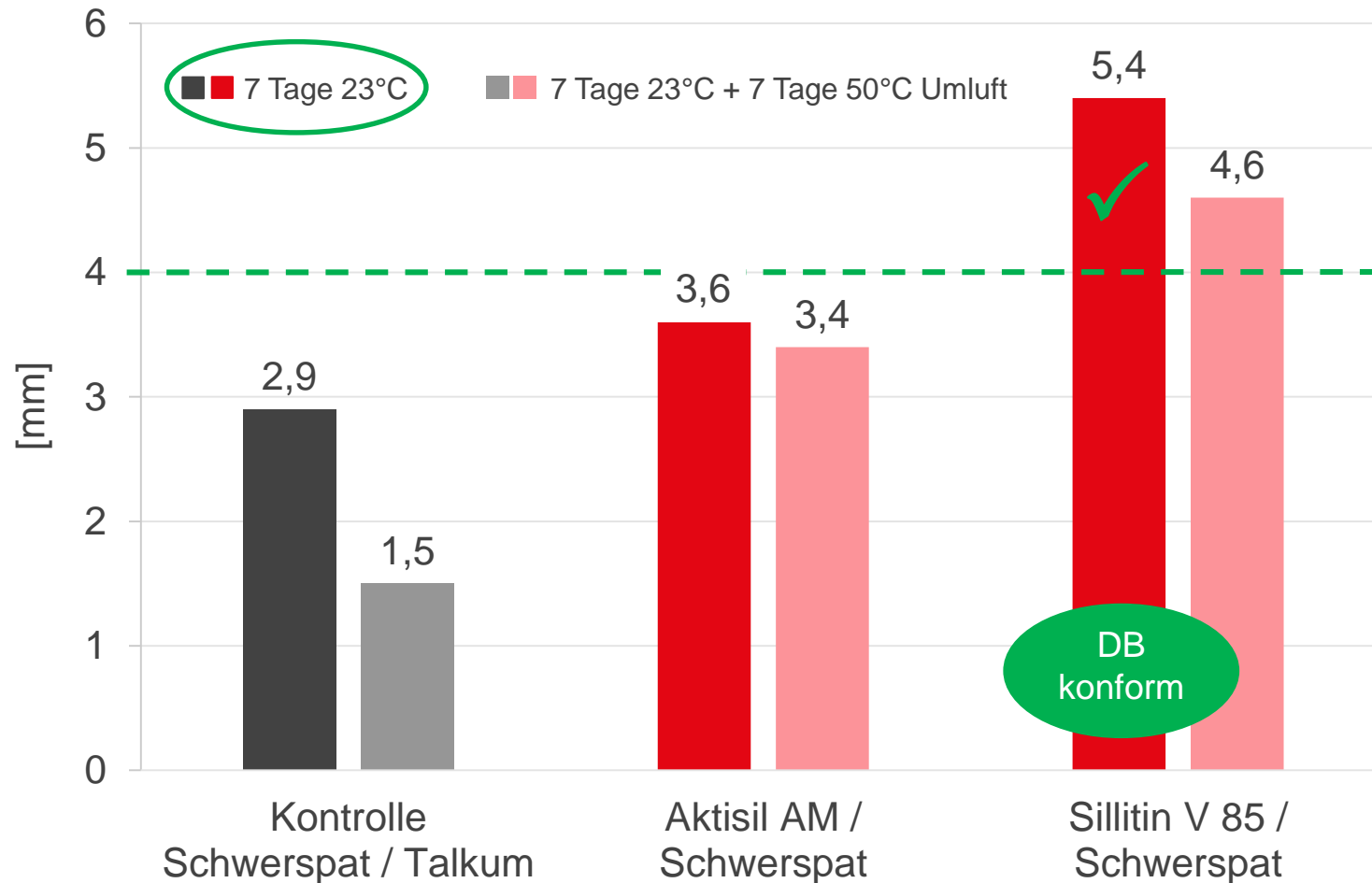
Aktisil AM
+ 20 - 70 %

Sillitin V 85
+ 80 - 150 %



Mechanische Flexibilität – Tiefung Anforderung DB ≥ 4 mm

Stahl angeschliffen



Im Gegensatz zur Kontrolle
Vorteile mit
Neuburger Kieseelerde

- Mehr Flexibilität mit
 - Aktisil AM**
+ 25 - 125 %
 - Sillitin V 85**
+ 85 - 205 %
= bis zur Verdreifachung !
Anforderung DB übererfüllt
- Nahezu Flexibilitätserhalt
nach Ofentrocknung

Korrosionswechseltest Anforderung DB = 4 Zyklen / 672 h

Gestrahlt Aluminium

Haftfestigkeit
0 h
GT ≤ 1

Blasengrad 0(S0)
Rostgrad Ri 0

Ritz
blasenfrei
Enthaftung /
Korrosion ≤ 2 mm



→ keine ✓

Gestrahlt Stahl

Haftfestigkeit
0 h
GT ≤ 1

Blasengrad 0(S0)
Rostgrad Ri 0

Ritz
Blasen ≤ 2 mm
Enthaftung /
Korrosion ≤ 2 mm



→ ~ 1,7 mm ✓

Alle Formulierungen
identische Ergebnisse:

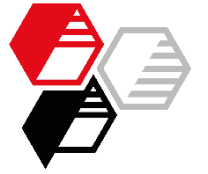
Perfekte Nass- /
Trockenhaftung

Defektfreier
Flächenschutz

Sehr hohe Schutzwirkung
an Ritzverletzung

Anforderungen DB
erfüllt

**DB
konform**
✓



Korrosionswechseltest Erhöhte Belastungszeit = 10 Zyklen / 1680 h

Gestrahlt Aluminium

Haftfestigkeit
0 h
GT ≤ 1

Blasengrad 1(S2)
Rostgrad Ri 0

Ritz
blasenfrei
Enthaftung /
Korrosion



Gestrahlt Stahl

Haftfestigkeit
0 h
GT ≤ 1

Blasengrad 2(S2)
Rostgrad max.
punktuell

Ritz
Blasen ≤ 4 mm
Enthaftung /
Korrosion



Alle Formulierungen
identische Ergebnisse:

Perfekte Nass- /
Trockenhaftung

Weiterhin hohe
Schutzwirkung
Fläche / Ritz
speziell auf Aluminium

Stark verlängerte
Beständigkeit
und Haltbarkeit





Kondenswassertest Anforderung DB = 480 h ... und verlängert bis 1000 h

Gestrahlt Aluminium

Haftfestigkeit
0 h / 24 h
GT ≤ 1

Blasengrad 0(S0)
Rostgrad Ri 0

Ritz
blasenfrei
Enthaftung /
Korrosion



Gestrahlt Stahl

Haftfestigkeit
0 h / 24 h
GT ≤ 1

Blasengrad 0(S0)
Rostgrad Ri 0

Ritz
Blasen ≤ 1 mm
Enthaftung /
Korrosion



Alle Formulierungen
identische Ergebnisse:

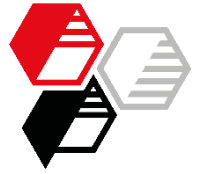
Perfekte Nass- /
Trockenhaftung

Defektfreier
Flächenschutz

Exzellente
Schutzwirkung am Ritz

Anforderungen DB
erfüllt und übertroffen





Fazit – Optimierterer Füllstoffeinsatz

- Kompensation der Nachteile einer Kombination Schwerspat / Talkum i
- Verbessertes anwendungstechnisches Eigenschaftsprofil

Ideale neue Füllstoffkombination = Schwerspat (1/3 Volumen) + **Neuburger Kieselerde** (2/3 Volumen)

- **Mit Aktisil AM**
 - ✓ Verbesserte, sehr hohe Lagerstabilität ohne Absetz- oder Separationserscheinungen
 - ✓ Ablaufsicherheit hoher Schichtdicken durch zeitlich stabile, hohe Niedrigscherviskosität
 - ✓ Beschleunigter Aufbau mechanischer Beschichtungshärte / -festigkeit
 - ✓ Hohe mechanische Flexibilität (Tiefung) auf diversen Substraten

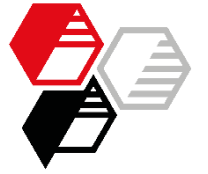
- **Mit Sillitin V 85**
 - ✓ Hohe sedimentationsfreie Lagerstabilität
 - ✓ Maximale Beschichtungsflexibilität konform Anforderungen Deutsche Bahn AG
 - ✓ Kosteneffektive Füllstoffkombination



Zudem Erhalt der sehr guten Trocknungs- / Schleifbarkeits- / Haftfestigkeits- / Korrosionsschutzeigenschaften



Mehr Performance für effizienteres, leistungsfähigeres Beschichten mit dauerhafterem Schutz



Rezepturempfehlungen

Komponente A		Gewichtsteile	[1]	[2]
Pigmentpräparation	Wasser deionisiert		11,94	11,94
	Additol VXW 6208	Dispergieradditiv	3,52	3,52
	Additol VXW 6393	Entschäumer	0,16	0,16
	Texanol	Lösemittel, Koaleszenzmittel	0,64	0,64
	Kronos 2190	Weißpigment	21,85	21,85
	Bayferrox 3920	Gelbpigment	0,43	0,43
	Bayferrox 306	Schwarzpigment	1,17	1,17
	Schwerspat	Füllstoff	13,00	13,00
	Aktisil AM	Füllstoff, Neuburger Kieselerde	15,37	
	Sillitin V 85	Füllstoff, Neuburger Kieselerde		15,37
Additol VXW 6388	Rheologieadditiv	0,64	0,64	
Methoxypropanol	Lösemittel	1,07	1,07	
Beckocure EH 2261w/41WA	Härter, aliphatische Polyaminaddukt-Dispersion HEW 1100 g/mol	24,90	24,90	
Summe		94,69	94,69	
Komponente B				
Beckopox EP 387/w/52WA	Bindemittel, Epoxidfestharz-Dispersion EEW 1000 g/mol		49,80	49,80
Mischungsverhältnis Amin/Epoxid			1 : 2	1 : 2
Stöchiometrisches Vernetzungsverhältnis Amin/Epoxid			0,49	0,49
Festkörper m/m [%]			62,8	62,8
PVK			32,0	32,0

Wässrige 2K Epoxid- Korrosionsschutzbeschichtung

- Low VOC
- Aktivpigment- / Inhibitorfrei
- Schnell trocknend und schleifbar
- Hohe mechanische Flexibilität
- Hohe Nass- / Trockenhaftfestigkeit

[1]
Ausgezeichneter Korrosionsschutz
bei herausragender Lagerstabilität

[2]
Hervorragender Korrosionsschutz
mit maximaler mechanischer
Flexibilität (Tiefung)



Wir geben Stoff für gute Ideen!

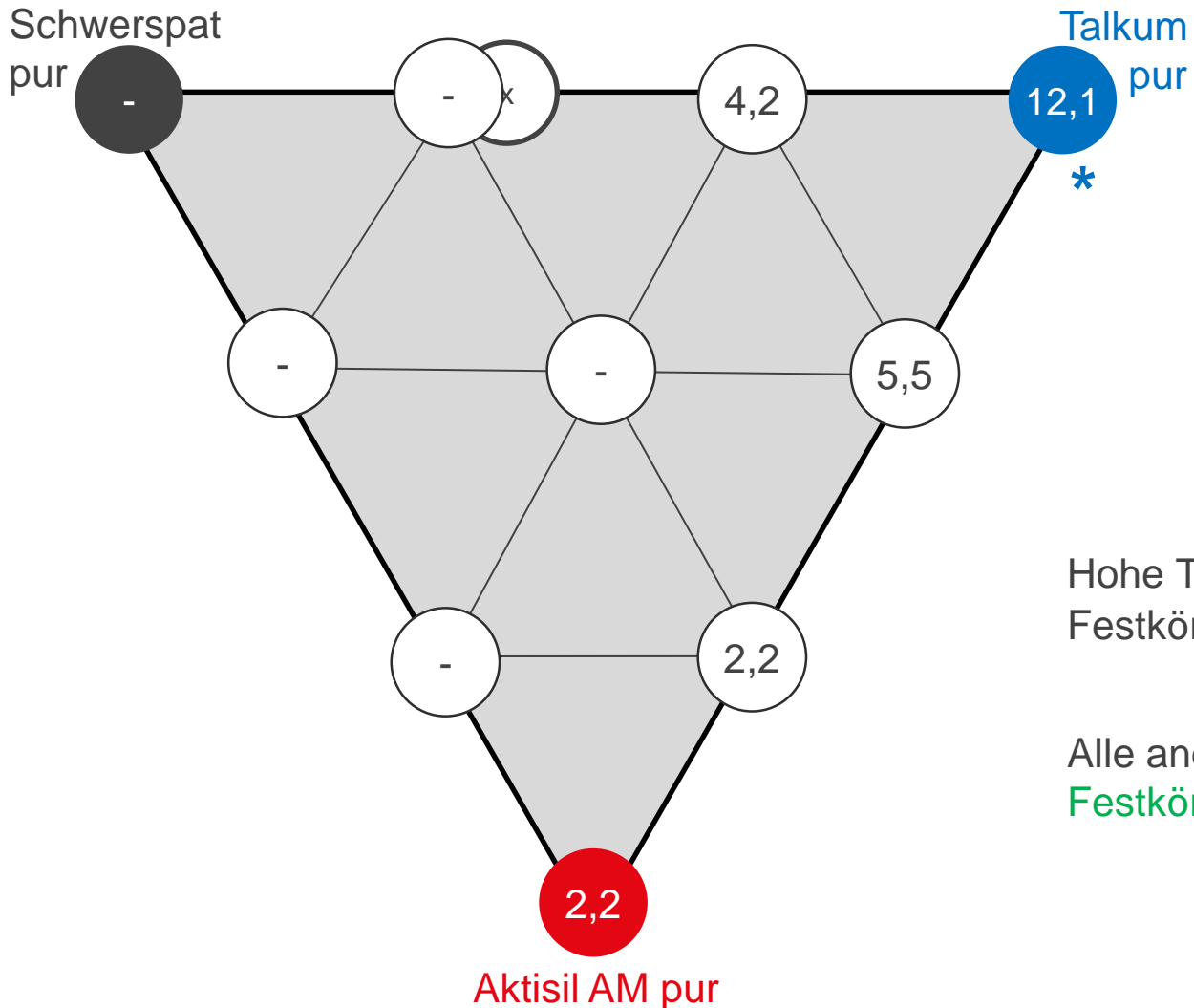
HOFFMANN MINERAL GmbH
Münchener Straße 75
DE-86633 Neuburg (Donau)

Telefon: +49 8431 53-0
Internet: www.hoffmann-mineral.de
E-Mail: info@hoffmann-mineral.com

Unsere anwendungstechnische Beratung und die Informationen in diesem Bericht beruhen auf Erfahrung und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, gelten jedoch nur als unverbindlicher Hinweis ohne jede Garantie. Außerhalb unseres Einflusses liegende Arbeits- und Einsatzbedingungen schließen einen Anspruch aus der Anwendung unserer Daten und Empfehlungen aus. Außerdem können wir keinerlei Verantwortung für Patentverletzungen übernehmen, die möglicherweise aus der Anwendung unserer Angaben resultieren.



Herstellbarkeit A-Komponente – Wasserbedarf / Festkörper



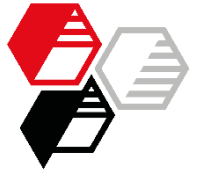
Additive Wasserzugabe in [%] für

- gute Füllstoff- / Pigmenteinarbeitbarkeit
→ Benetzbarkeit
- guten Dispergierprozess
→ Umwälzung / Thrombenbildung

Hohe Talkumdosierung* → hoher Wasserbedarf
Festkörper v/v < 45 %, Anforderung DB nicht erfüllt **X**

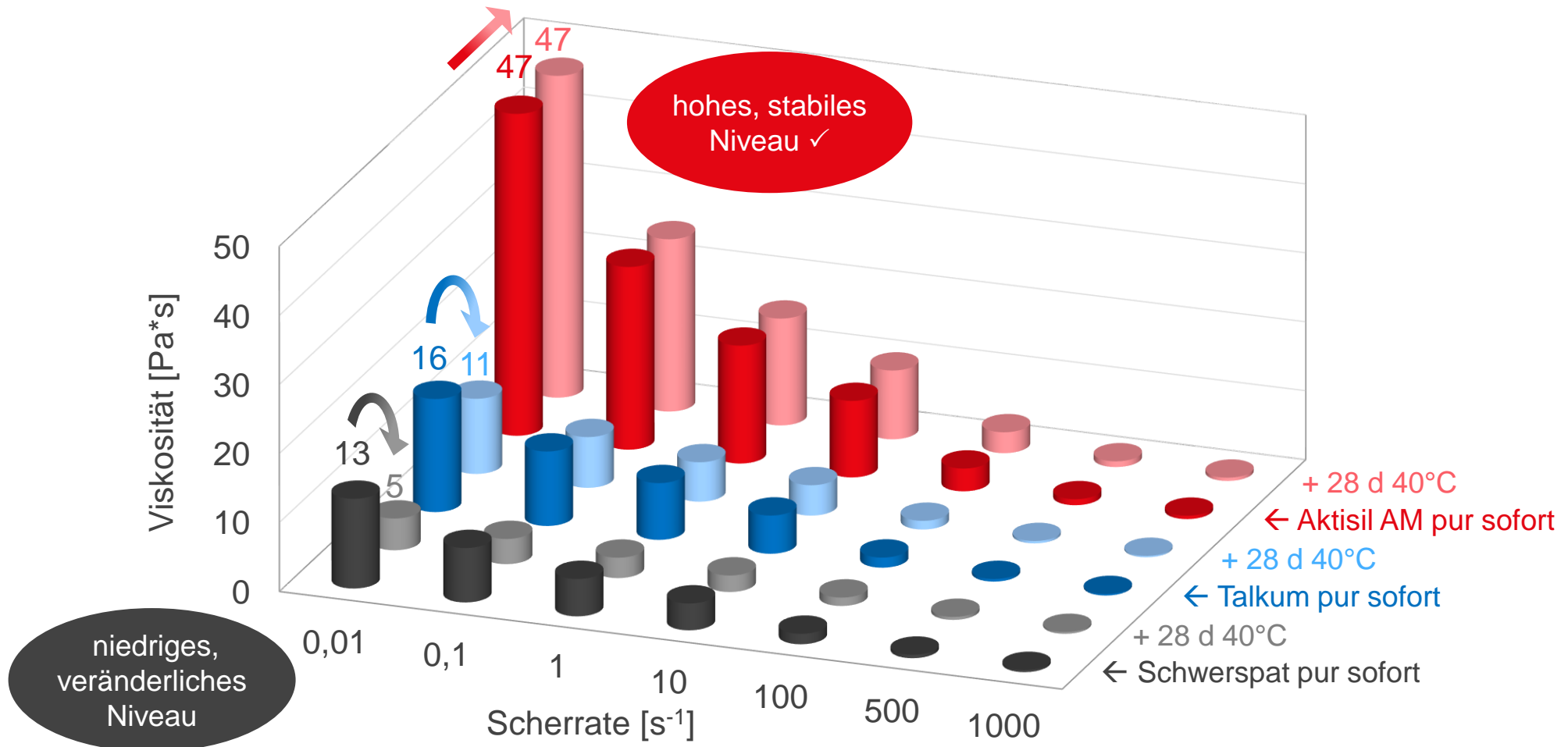
Alle anderen Varianten leichter herstellbar
Festkörper v/v ≥ 45 %, Anforderung DB erfüllt





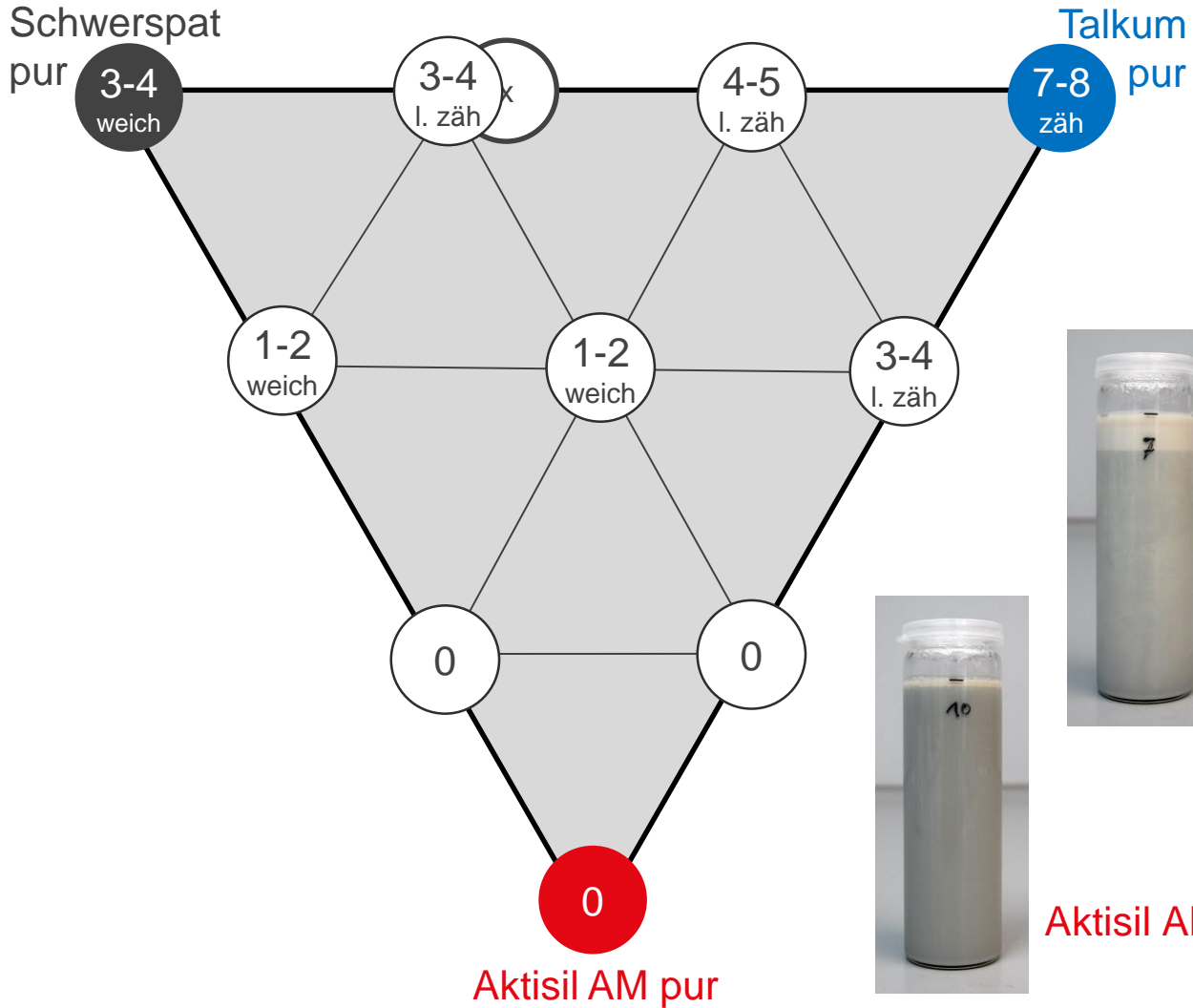
Lagerstabilität – Rheologische Stabilität mit Füllstoff pur

A-Komponente: Strukturviskose Fließkurven sofort und nach 28 d 40°C





Lagerstabilität – Separations- und Sedimentationsstabilität



Bodensatzmenge [mm]
Lagerung 28 d 40°C

Schwerspat → verstärkte Separation **X**

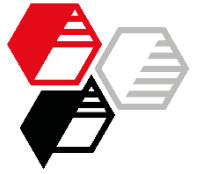


Talkum → starke Bodensatzbildung **X**



Aktisil AM → homogen und bodensatzfrei
Stabilität für Füllstoffmischungen **✓**





Trocknung / Schleifbarkeit

Trocknung Alle Varianten: vollständige Abtrocknung Beschichtungsoberfläche ≤ 2 h

Schleifbarkeit Indikator für Trocknungsgrad + frühzeitige Überlackierbarkeit Primer

DBS 918300 Deutsche Bahn, Anhang B, Blatt 2:

„Schleifbar ohne starkes „Schmieren“ und schnelles „Zusetzen“ des Schleifpapiers.
Köpfen muss möglich sein“

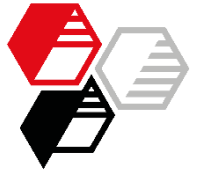


1. ≤ 16 h 23°C / 50% RF bzw.
2. 15 min Ablüften + 2 h 40°C Umluftofen

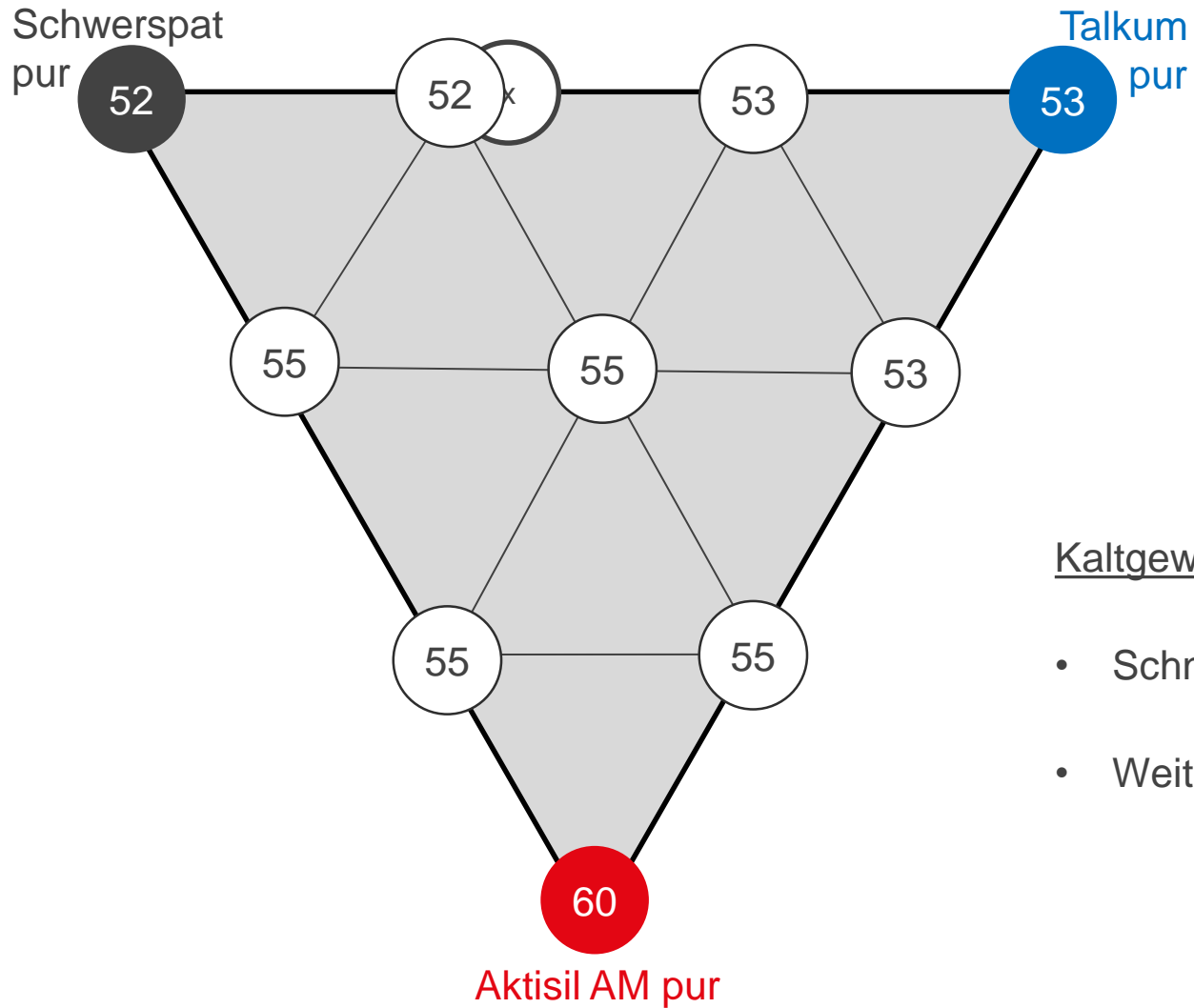
Alle Varianten:
Sehr gute Schleifbarkeit

DB
konform





Pendelhärte – König



Dämpfungzeit [s] von 6° auf 3° Auslenkung
Trocknung 7 d 23°C

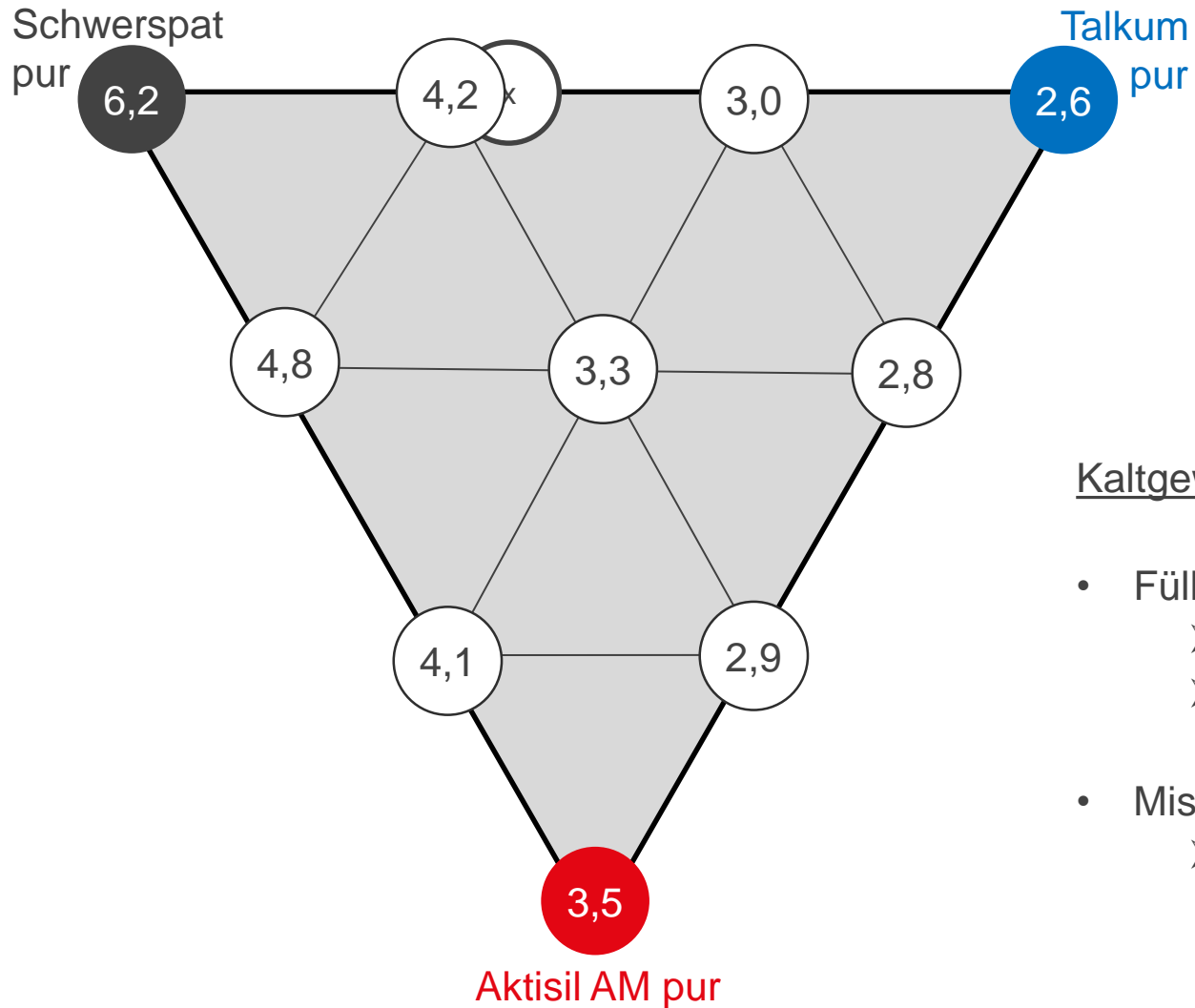
Kaltgewalzter Stahl

- Schnellere Härteentwicklung vorteilhaft durch **Aktisil AM**
- Weitere Trocknung bei 7 d 50°C Umluft → **106 s**





Mechanische Flexibilität – Tiefung Erichsen



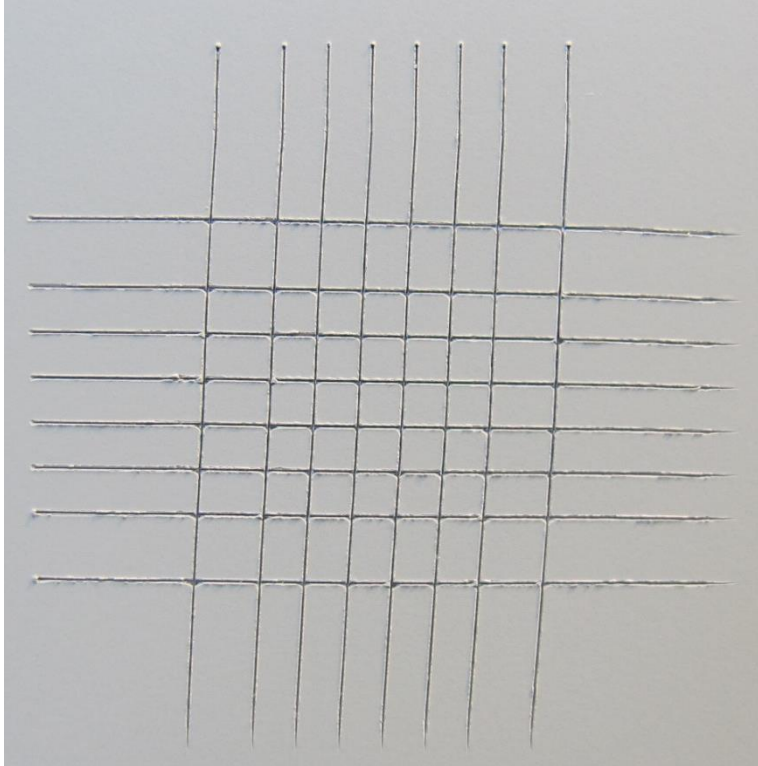
Kaltgewalzter Stahl

- Füllstoff pur
 - Schwerspat bestes ✓
 - Talkum schlechtestes Ergebnis X
- Mischungen
 - Vorzugsweise Kombination Schwerspat mit **Neuburger Kieselerde** ✓





Haftfestigkeit – Gitterschnitt 2 mm



Prüfung mit Klebebandabriss [GT]
Trocknung 7 d 23°C sowie + 7 d 50°C Umluft

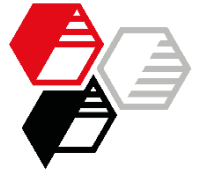
Kaltgewalzter Stahl
Angeschliffener Stahl
Gestrahlttes Aluminium
Gestrahltter Stahl

Alle Varianten herausragende Haftfestigkeit
GT ≤ 1, Anforderungen DB erfüllt



Korrosionsschutz – Füllstoffeffekte bei kritischen Bedingungen

Bsp. Zykluswechseltest / niedrige Trockenschichtdicke einschichtig



Schwerspat pur

Talkum pur

Aktisil AM pur

Kaltgewalzter
Stahl

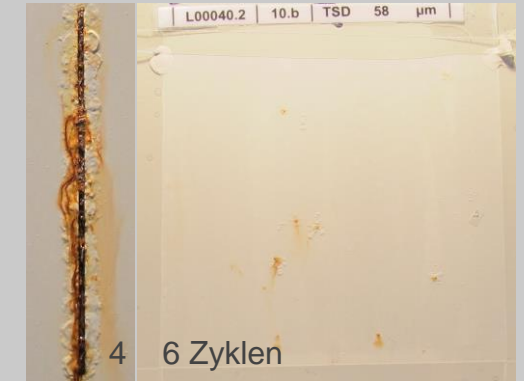


Ritzkorrosion
Enthftung

Viele
Blasen
Rostdurchbrüche

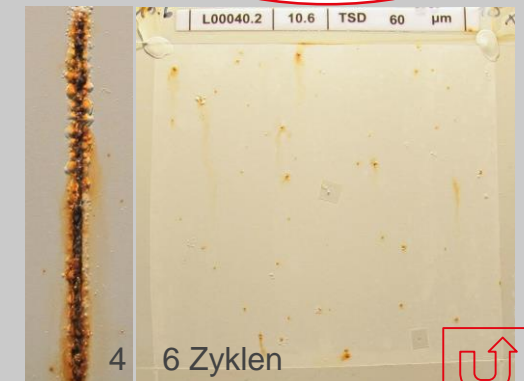
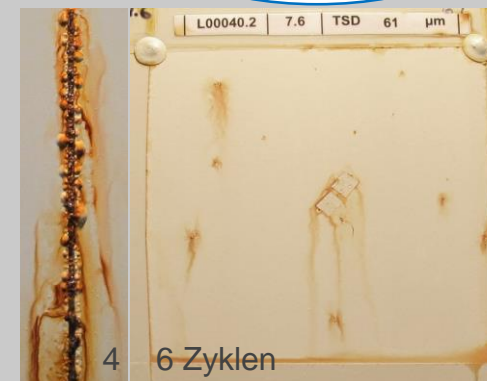
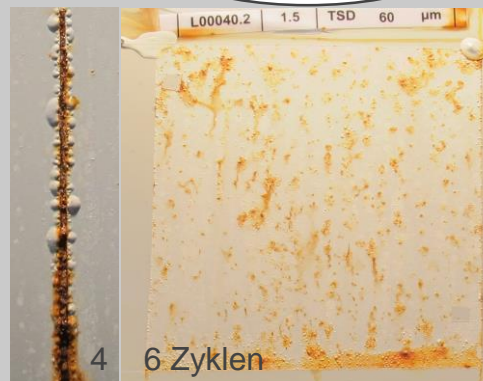


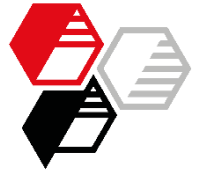
Nur vereinzelte,
größere
Punktdefekte ✓




Nur vereinzelte,
kleinere
Punktdefekte ✓

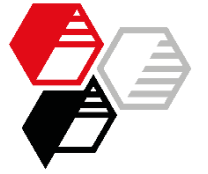
Gestrahelter
Stahl





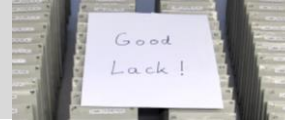
Präparative Methoden

Applikation	Einschichter verdünnt mit Wasser, Luftdruckspritzen 2 bar, Düse 2 mm Trockenschichtdicke ~ 95 µm (Anforderung DB 80 µm)			
Substrate	<p style="text-align: center;">Gestrahlt Aluminium</p>  <p style="text-align: center;">AlMg2Mn0,8 Rauheit $R_a \sim 5 - 8 \mu\text{m}$ Dicke 1,0 mm 10 x 20 cm</p>	<p style="text-align: center;">Gestrahlt Stahl</p>  <p style="text-align: center;">Vorbereitung Sa 2 ½ Rauheit „fein (G)“ Dicke 1,0 mm 10 x 20 cm</p>	<p style="text-align: center;">Angeschliffener Stahl</p>  <p style="text-align: center;">DC04 Dicke 0,8 mm 10 x 20 cm</p>	<p>Konditionierung: variabel → Tiefungsprüfung</p> <p>14 Tage 23°C → Korrosionswechseltest DIN EN ISO 11997-1 Zyklus B</p>  <p>Blech beschichtet Ritz 1 mm Sikkens</p>
Anforderung DB →	Korrosionsprüfung	Korrosionsprüfung	Tiefungsprüfung	→ Kondenswassertest DIN EN ISO 6270-2 CH 



Vorgaben Korrosionsprüfungen – Anforderungen DB

Korrosionswechseltest 4 Zyklen / 672 h DIN EN ISO 11997-1 Zyklus B

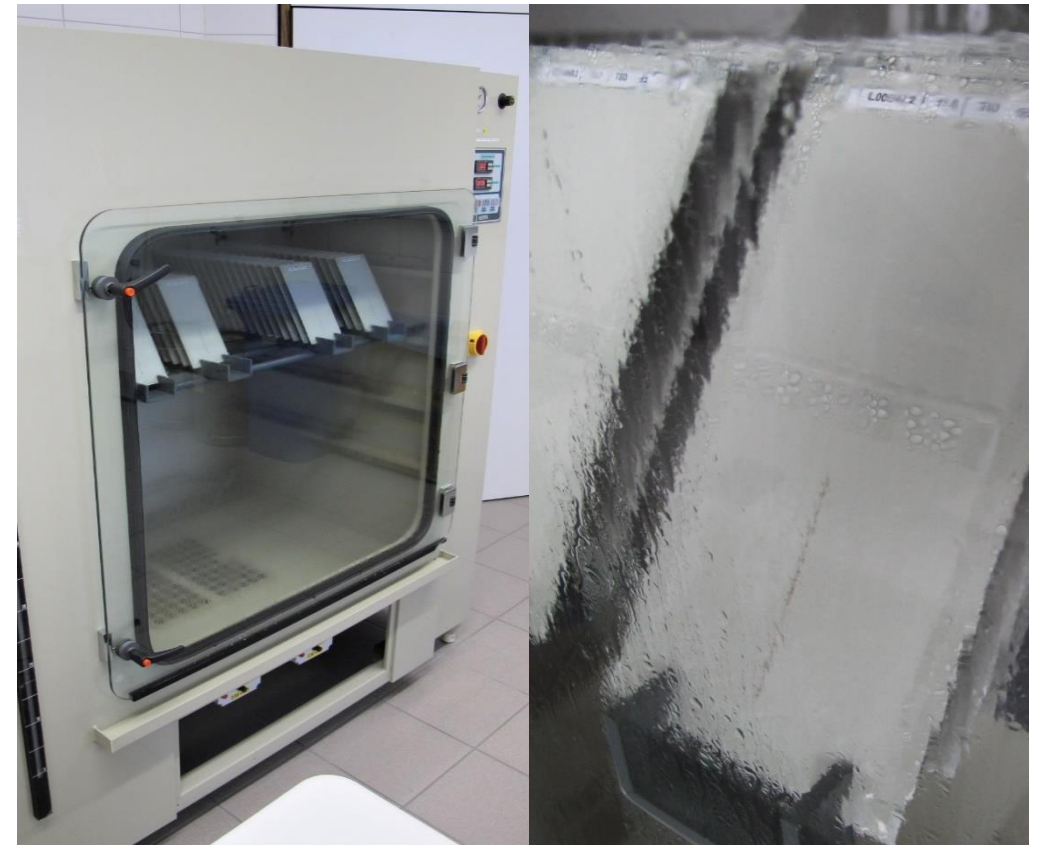


- 1 x 24 h Neutraler Salzsprühtest 35°C
 - 3 x 8 h Kondenswassertest 40°C +
16 h Konditionierung 23°C / 50% RF
 - 1 x 48 h Konditionierung 23°C / 50% RF
- } 1 Zyklus
= 1 Woche



Kondenswassertest 480 h DIN EN ISO 6270-2 CH

- Konstantklima 40°C / 100% RF





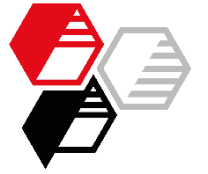
Leistungsfähigkeit Kontrollformulierung

- Hervorragende Nass-/ Trockenhaftfestigkeit auf diversen Substraten
- Gute Korrosionsbeständigkeit ohne Einsatz aktiver Schutzpigmente oder Inhibitoren

Vorliegende Füllstoffkombination Talkum / Schwerspat mindert aber maximal mögliche Leistungsfähigkeit

- Schwerspat:
 - ✓ Tiefungsergebnisse sehr gut, sofern hochdosiert
 - 👎 Lagerstabilität (Separation, Bodensatz)
 - 👎 Höherdosiert Korrosionsschutz unter kritischen Bedingungen schwierig
- Talkum:
 - +/- Kein erkennbarer Haftungsvorteil der Beschichtung vor, während und nach Korrosionsbelastung
 - 👎 Massiver Verlust an Tiefungs-Flexibilität, insbesondere nach Umlufttrocknung im Ofen
 - 👎 Höherdosiert problematisch bei Lackherstellung (Einarbeitbarkeit, Dispergierprozess) und zum Erreichen der Festkörper-Anforderungen DBS 918300
 - 👎 Lagerstabilität (zäher Bodensatz)

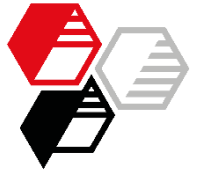




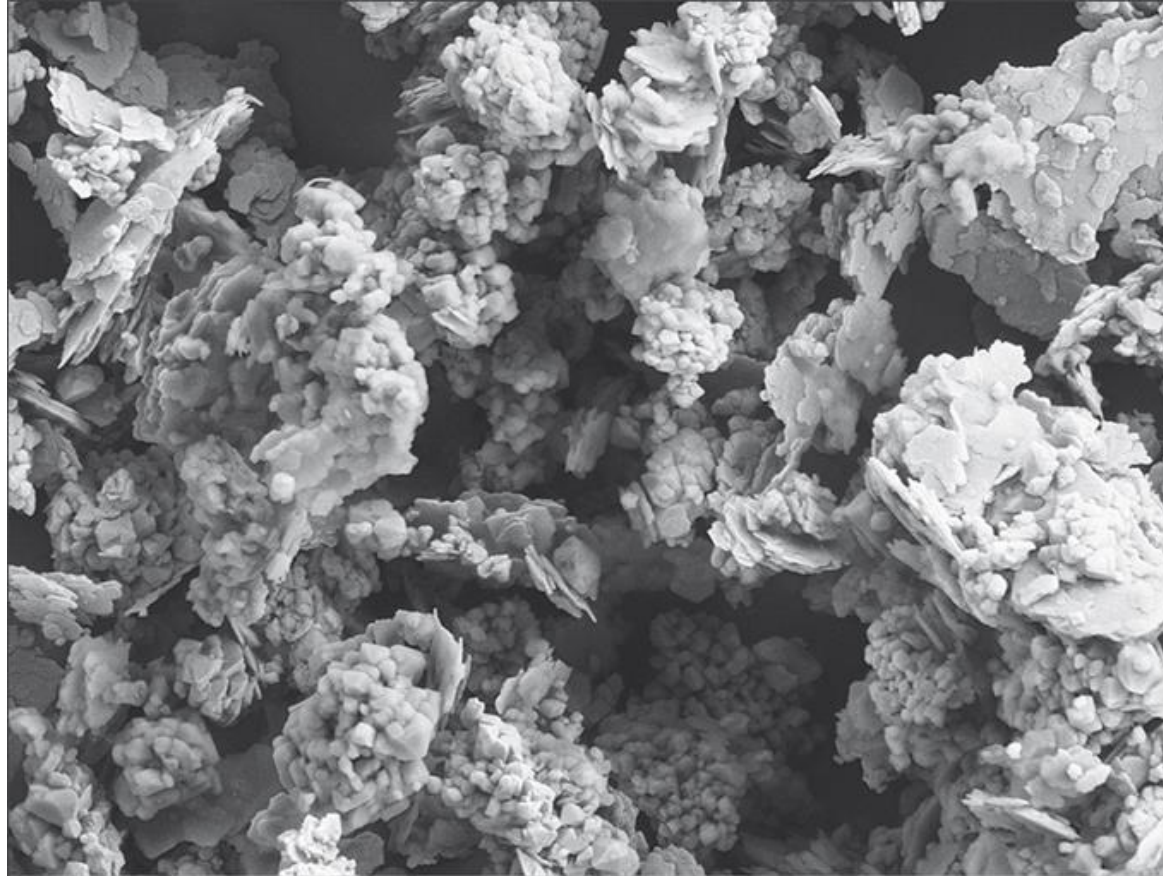
Füllstoffe und Kennwerte

	Korngröße		Ölzahl [g/100g]	Dichte [g/cm ³]	Spez. Oberfläche BET [m ² /g]	Besondere Merkmale Oberflächen- behandlung
	d ₅₀ [μm]	d ₉₇ [μm]				
Talkum	4,4	13	62	2,8	8,3	-
Schwerspat	2,9	14	14	4,4	0,8	-
Aktisil AM	2,2	10	45	2,6	9,0	amino- funktionalisiert
Sillitin V 85	4,0	18	45	2,6	8,0	-





Neuburger Kieselerde



Natürlich entstandenes Gemisch aus korpuskularer Neuburger Kieselsäure und lamellarem Kaolinit; durch physikalische Methoden nicht zu trennen. Der Kieselsäureanteil weist eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200 nm großen, aggregierten Primärpartikeln.