

Neuburger Kieselerde – Schleifbarkeit und Korrosionsschutz in einem wässrigen Grundierfüller für Schienenfahrzeuge, 2K Epoxid, gelb



- Einleitung
- Experimentelles
- Ergebnisse
 - Verarbeitungseigenschaften und Mechanik
 - Schleifbarkeit maschinell / manuell
 - Korrosionsprüfung
 - Kostenindex
- Zusammenfassung
- Anhang



Status Quo

- Der Einsatz wässriger Formulierungen ist umweltbedingt gefordert und unterliegt komplexen Anforderungen an Design, Funktionalität oder Bewitterungsstabilität.
- Der oft verwendete Mehrschichtaufbau und der gegenüber lösemittelhaltigen Systemen verlangsamte Trocknungsprozess stellen allerdings zeit- und energieintensive Prozessschritte dar.
- Zur Kompensation wäre ein ökonomischeres, schnelleres Beschichtungskonzept wünschenswert, insbesondere eine frühzeitige und schnelle Schleifbarkeit.
- Idealerweise bleibt der für die Anwendung notwendige Beitrag zum Korrosionsschutzniveau erhalten.



Ziel der Untersuchung

Ist der bekannt positive Einfluss der **Neuburger Kieselerde** auf Trocknungsverhalten und Schleifbarkeit nutzbar, Beschichtungen mit wässrigen Lacken effizienter ausführen zu können?

Beurteilt wird die Füllstoff-Leistungsfähigkeit

- Bariumsulfat ppt
- Talkum
- **Aktisil AM**
- **Aktifit AM**

Rezepturbasis: Grundierfüller für Schienenfahrzeuge, wässrig, 2K EP

Hauptanforderungen: Schleifbarkeit und Korrosionsschutz



Basisrezeptur

Komponente A			Gewichtsteile
Pigmentpaste	Wasser demineralisiert		15,1
	Additol VXW 6208	Dispergieradditiv	3,3
	Additol VXW 6393	Entschäumer	0,1
	Kronos 2190	Weißpigment	8,0
	Bayferrox 3920	Gelbpigment	2,5
	Bayferrox 130	Rotpigment	0,03
	Füllstoff	variiert	x
	Additol VXW 6393	Entschäumer	0,05
	Texanol	Lösemittel	0,6
	Additol VXW 6388	Rheologieadditiv	0,6
	Methoxypropanol	Lösemittel	1,0
	Beckocure EH 2261w/41WA	Aliph. Polyaminadduktdispersion, HEW 1100 g/mol	24,2
	TACorr MSW	Org. Korrosionsschutzinhibitor	2,0
	flashpro TAC C4E	Flugrostinhibitor	0,4
	Wasser demineralisiert		1,4
	Summe		59,3 + x
Komponente B			
	Beckopox EP 387/w/52WA	Epoxidfestharzdispersion, EEW 1000 g/mol	41,3
	Wasser demineralisiert		4,6
	Summe		45,9
Gesamt A + B			105,2 + x
Stöchiometrisches Vernetzungsverhältnis Amin/Epoxid			0,53



Füllstoffvariationen

[Gew.-T.]	Kontrolle mit Bariumsulfat ppt		Füllstoffaustausch			
		Füllstoff Dosierung erhöht	volumengleicher Ersatz			
			+ Talkum	NKE* + Talkum		NKE pur
Bariumsulfat ppt	45	75	50			
Talkum			15	15	15	
Aktisil AM				30		44
Aktifit AM					30	
PVK [%]	32	42	konstant			



Füllstoffkennwerte



Struktur der NKE* = Neuburger Kieselerde



Finale Formulierungen

Komponente A [Gew.-T.]		PVK 32 %	PVK 42 %				
		Kontrolle Bariumsulfat ppt		+ Talkum	Aktisil AM + Talkum	Aktifit AM + Talkum	Aktisil AM
Wasser demineralisiert		15,1	17,5	19,1	30,5	30,5	32,0
Additive / Pigmente		13,93	13,93	13,93	13,93	13,93	13,93
Bariumsulfat ppt		45	75	50			
Talkum				15	15	15	
Aktisil AM					30		44
Aktifit AM						30	
Additol VXW 6393		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Texanol		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Additive / Härter		28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2
Wasser demineralisiert		1,4	---	---	---	---	---
		104,3	135,3	126,9	118,3	118,3	118,8
Komponente B		45,9					
Summe A + B		150,2	181,2	172,8	164,2	164,2	164,7
Festkörpergehalt [%]	m/m	59,9	66,4	63,7	54,8	54,8	54,3
	v/v	41,4	44,7	43,9	39,8	39,8	39,5

i Präparative Methoden



Verarbeitungseigenschaften und Mechanik

Viskosität Komponente A	i	stabil	ändernd	ändernd	stabil	stabil	stabil
Lagerstabilität	i	moderat	schlecht	schlecht	gut	moderat	sehr gut ✓
Viskosität Komponente A + B	i	niedrig	sehr hoch	sehr hoch	moderat	niedrig	hoch
Pendelhärte	i	vergleichbar			höher		
Haftfestigkeit	i	sehr gut			sehr gut		
		Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt + Talkum	Aktisil AM + Talkum	Aktifit AM + Talkum	Aktisil AM
		PVK 32 %	●—————		PVK 42 %	—————●	



Schleifbarkeit maschinell – Rotation / schnell

bei 500 Umdrehungen / Minute

Trocknung vorab 16 h 23 °C	0	1	1	2 - 3 Füllstoffsynergie	3 - 4	2
+ 2 h 60 °C Umluft	1	2	3 - 4	3 - 4	4 - 5	2

bei 2000 Umdrehungen / Minute
kritischer: stärkeres Anhaften Schleifstaub

Trocknung vorab 16 h 23 °C	0	0	1	2 - 3	3 - 4	2
+ 2 h 60 °C Umluft	1	2 - 3	4	4 - 5	5 ✓	3

Bariumsulfat
ppt

Bariumsulfat
ppt

Bariumsulfat
ppt + Talkum

Aktisil AM
+ Talkum

Aktifit AM
+ Talkum

Aktisil AM

PVK 32 %

PVK 42 %

Bewertung entfernbarer Feinstaubmenge:

0 = nicht schleifbar, 5 = ideal schleifbar



Testverfahren mit Detailergebnis



Schleifbarkeit manuell – Hubbewegung / langsam

bei 50 Doppelhüben	1 Hub / Sekunde					
Trocknung vorab 2 h 40 °C Umluft	0	1	0 - 1	1	2	3
16 h 23 °C	0	2	1 - 2	2 - 3	3	4
+ 2 h 60 °C Umluft	3	3 – 4	3	4	4 - 5	5
	Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt + Talkum	Aktisil AM + Talkum	Aktifit AM + Talkum	Optimum Aktisil AM

PVK 32 %



PVK 42 %



Bewertung entfernbarer Feinstaubmenge:

0 = nicht schleifbar, 5 = ideal schleifbar



Testverfahren mit Detailergebnis



Schleifbarkeit maschinell / manuell – Gesamtbewertung

Bariumsulfat ppt → unzureichend

- höhere Rotationsgeschwindigkeit / zusätzliche forcierte Trocknungsphase praktisch wirkungslos
- akzeptable Ergebnisse erfordern manuelles Schleifen bei höherem Lastgewicht und zusätzlich höheren Trocknungstemperaturen

Kombination mit Talkum → nur mit Einschränkungen sinnvoll

- im maschinellen Schleiftest: zusätzliche Trocknungszeit bei 60°C im Umluftofen benötigt zur Verbesserung schlechter Schleifbarkeit und Reduktion von Staubanhaftungen
- bei händischem Schleifen: stärkerer Schmiereffekt in Frühphase und schlechtere Resultate als mit purem Bariumsulfat, selbst nach zusätzlicher forcierter Trocknungsphase

Neuburger Kieselerde → für beste Ergebnisse

- bessere Schleifbarkeit im frühen Trocknungsstadium
- maschinelles Schleifen mit maximalem Effekt: Talkum + **Aktifit AM**
- manuelles Schleifen mit höherer Gewichtsbelastung: **Aktisil AM** pur



Korrosionsprüfung – Bewertung nach 300 h Salzsprühtest NSS

Barrierschutz unverletzte Fläche

Haftfestigkeit 24 h	sehr schlecht	schlecht	gut - sehr gut	sehr gut	gut - sehr gut	gut
0 h = Nasshaftung	sehr schlecht	sehr schlecht	gut	✓ sehr gut	moderat	gut - moderat
Blasenresistenz	< 72 h	< 72 h	< 72 h	> 300 h	> 300 h	> 300 h
Korrosionsresistenz	sehr gering	sehr gering	gering	✓ sehr hoch = Optimum		

Schutz an Ritzverletzung Sikkens

Enthaftung	> 40 mm	10 mm	6 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm
Blasen-/ Korrosionsresistenz	moderat	sehr gering	gering	hoch	hoch	hoch
	Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt	Bariumsulfat ppt + Talkum	Aktisil AM + Talkum	Aktifit AM + Talkum	Aktisil AM

PVK 32 %



PVK 42 %



Q-Panel R 48, Trockenschichtdicke 80 µm

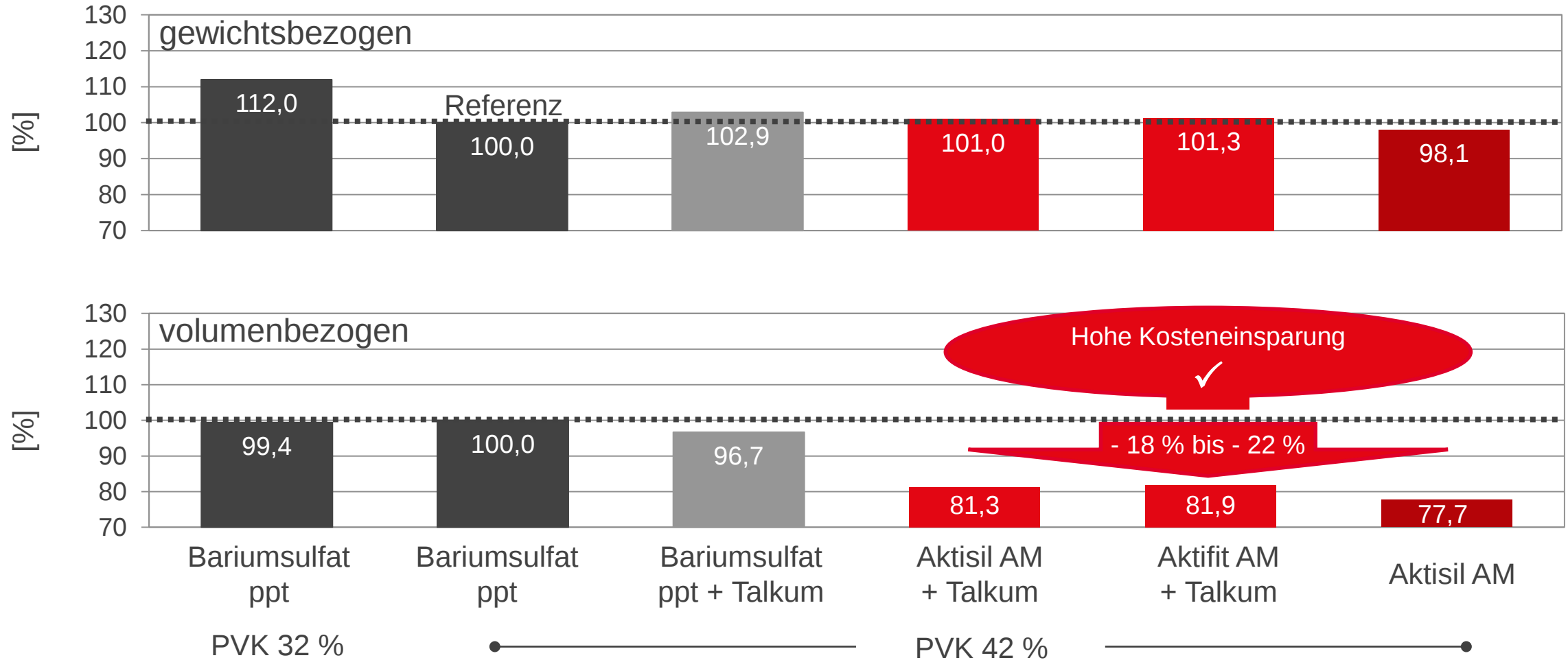


Testverfahren mit Detailergebnis



Kostenindex

Nasslack-Referenz = 100 % (Deutschland 2021)





Ergebnisse (1)

Bariumsulfat ppt

- leichte Verarbeitbarkeit, aber mangelnde rheologische Stabilität und Sedimentationsstabilität unter Lagerung
- Schleifbarkeit und Korrosionsschutz unzureichend

Kombination mit Talkum

- beschleunigt Sedimentationsneigung und Bildung harten Bodensatzes
- akzeptable Schleifbarkeit erfordert schnelle Schleifgeschwindigkeit unter geringem Lastgewicht und eine verlängerte Trocknungszeit
- Optimierung der schlechten Korrosionsschutzleistung nur hinsichtlich besserer Haftung und geringerer Delamination am Ritz. Starke Blasenbildungstendenz verbleibt und führt zu Metallkorrosion.



Ergebnisse (2)

Neuburger Kieselerde steigert das Leistungsniveau.

- sehr gute Lagerstabilität bei Einsatz von **Aktisil AM**
- schnellerer Härteaufbau nach Lackapplikation
- verbesserte Schleifbarkeit mit **Aktisil AM** und **Aktifit AM** trotz höherem Wassergehalt der Rezepturen
- exzellente, leichtere und frühere Schleifbarkeit beim maschinellen Schleifen (Talkum + **Aktifit AM**) oder manuellem Schleifen (**Aktisil AM** pur)
- kurze forcierte Trocknung verbessert Antihaftverhalten gegenüber Schleifpapier weiter
- viel bessere Korrosionsbeständigkeit und damit deutlich verlängerte Schutzdauer in der unverletzten Fläche (keine Blasenbildung oder Metallkorrosion)
- geringste Enthftungstendenz am Ritz
- herausragende Lackhaftung, selbst unter korrosiven Bedingungen (Talkum + **Aktisil AM**)



Kundenvorteile

Aktisil AM bzw. **Aktifit AM** überwinden bestehende Nachteile von typischerweise verwendeten Füllstoffen in wässrigen Grundierfüllern:

- Verbesserte Schleifbarkeit
 - ✓ Effizienter, frühzeitiger oder bei geringerer Trocknungstemperatur
 - ✓ Produktiverer, schnellerer Beschichtungsprozess
- Vermindertes Anhaften am Schleifpapier
 - ✓ Länger anhaltende Schleifleistung und Standzeit des Papiers
 - ✓ Einsparung von Wartungsarbeiten, Abfall sowie Materialkosten
- Verbesserter Korrosionsschutz
 - ✓ Höhere Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit der Beschichtung
 - ✓ Kein aktives Korrosionsschutzpigment erforderlich
- Weitere Einsparmöglichkeiten
 - ✓ Ressourcen (geringere Rohstoffdosierung)
 - ✓ Rezepturkosten



Rezepturempfehlungen – Gewichtsteile

Komponente A		[1]	[2]	[3]
Pigmentpaste	Wasser demineralisiert	30,5	30,5	32,0
	Additol VXW 6208	3,3	3,3	3,3
	Additol VXW 6393	0,1	0,1	0,1
	Kronos 2190	8,0	8,0	8,0
	Bayferrox 3920	2,5	2,5	2,5
	Bayferrox 130	0,03	0,03	0,03
	Talkum	15	15	
	Aktisil AM	30		44
	Aktifit AM		30	
	Additol VXW 6393	0,05	0,05	0,05
	Texanol	0,6	0,6	0,6
	Additol VXW 6388	0,6	0,6	0,6
	Methoxypropanol	1,0	1,0	1,0
	Beckocure EH 2261w/41WA	24,2	24,2	24,2
	TACorr MSW	2,0	2,0	2,0
	flashpro TAC C4E	0,4	0,4	0,4
Summe		118,3	118,3	118,8
Komponente B				
Beckopox EP 387/w/52WA		41,3	41,3	41,3
Wasser demineralisiert		4,6	4,6	4,6
Summe		45,9	45,9	45,9
Gesamt A + B		164,2	164,2	164,7
Stöchiometrisches Vernetzungsverhältnis Amin/Epoxid		0,53	/ Festkörpergehalt m/m 55 %	/ PVK 42 %

[1] gute Schleifbarkeit, deutlich verlängerter Korrosionsschutz mit herausragender Substrathaftung

[2] effektivste Schleifbarkeit bei maschinelltem High-Speed-Schleifen, guter Korrosionsschutz

[3] beste rheologische Stabilität und Sedimentationsstabilität unter Lagerung, frühzeitige Schleifbarkeit, vorzugsweise für manuellen Schleifprozess, guter Korrosionsschutz

Bei geringerer Korrosionsschutzanforderungen ist gute Schleifbarkeit auch mit **Sillitin Z 86** erzielbar.



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.



Weitere Informationen

- Details zu Prüfverfahren und Ergebnissen mit Bildern
 - Präparative Methoden
 - Verarbeitungseigenschaften und Mechanik
 - Details Schleifbarkeit maschinell / manuell
 - Korrosionsprüfung
- Struktur der **Neuburger Kieselerde**
- Kennwerte der verwendeten Füllstoffe



Präparative Methoden

Mischen



Komponente A

- Pigmentpaste: Dissolver mit Zahnscheibe (Cowles Blade) 30 min bei 8,0 m/s, Eiswasserkühlung
- Zugabe der verbleibenden Rohstoffe bei 4,0 m/s (Additol VXW 6388 und Methoxypropanol vorgemischt)

Komponente B

- Vermischen eines Blends aus Epoxidbindemittel und Wasser mit Komponente A für 2 min am Paddelmischer

Applikation

Substrat: kaltgewalzter Stahl Q-Panel Typ R 48

Einschichter: unverdünnt mit Kastenraker 12 mm/s automatisches Filmziehgerät

Trockenschichtdicke ~ 80 µm

Konditionierung

Trocknung bei 23°C / 50 % relative Feuchte

- Pendelhärte, Schleifbarkeit: variierte Zeiten
- Haftfestigkeit, Korrosionsprüfung: 7 Tage

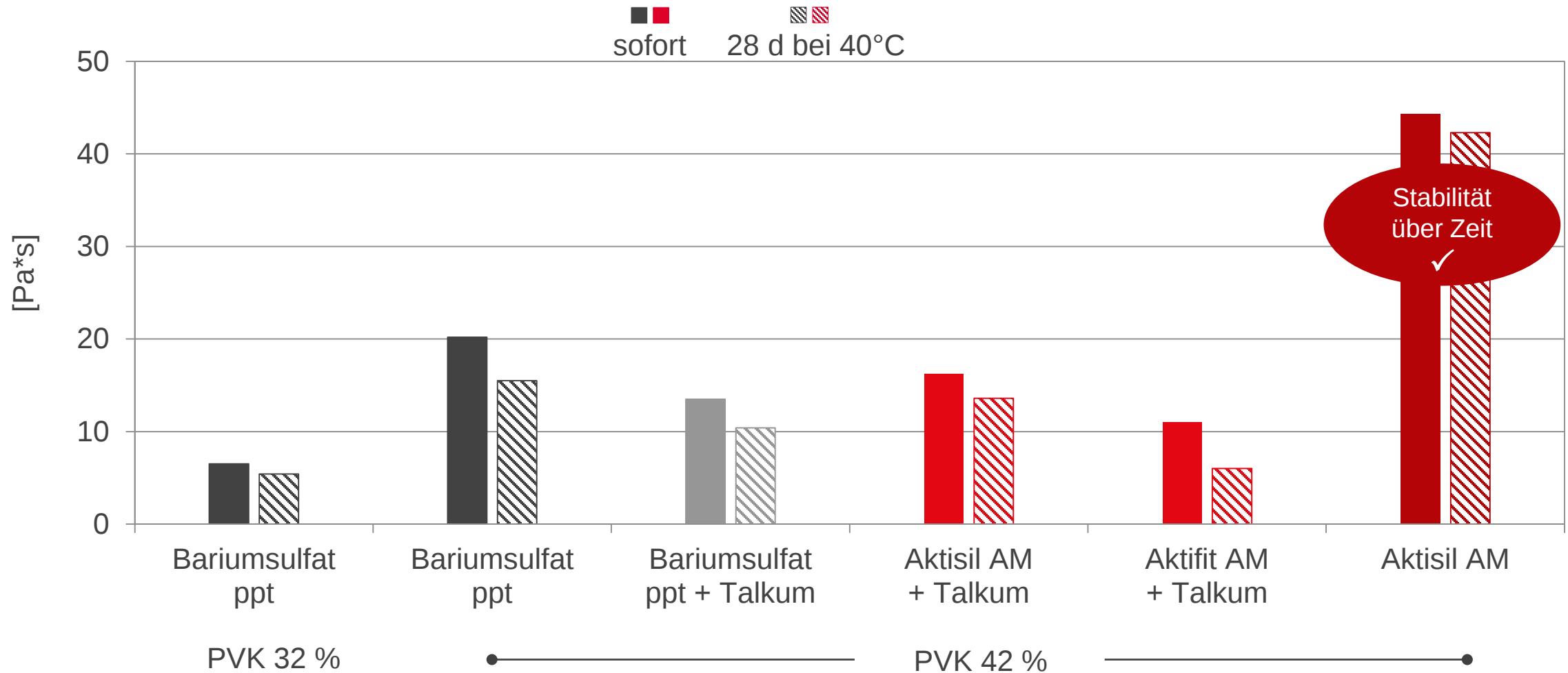




Viskosität A-Komponente und „Rheologische Stabilität über Zeit“

bei niedriger Scherrate $0,01 \text{ s}^{-1}$

MCR 300 / CC17 / 23°C

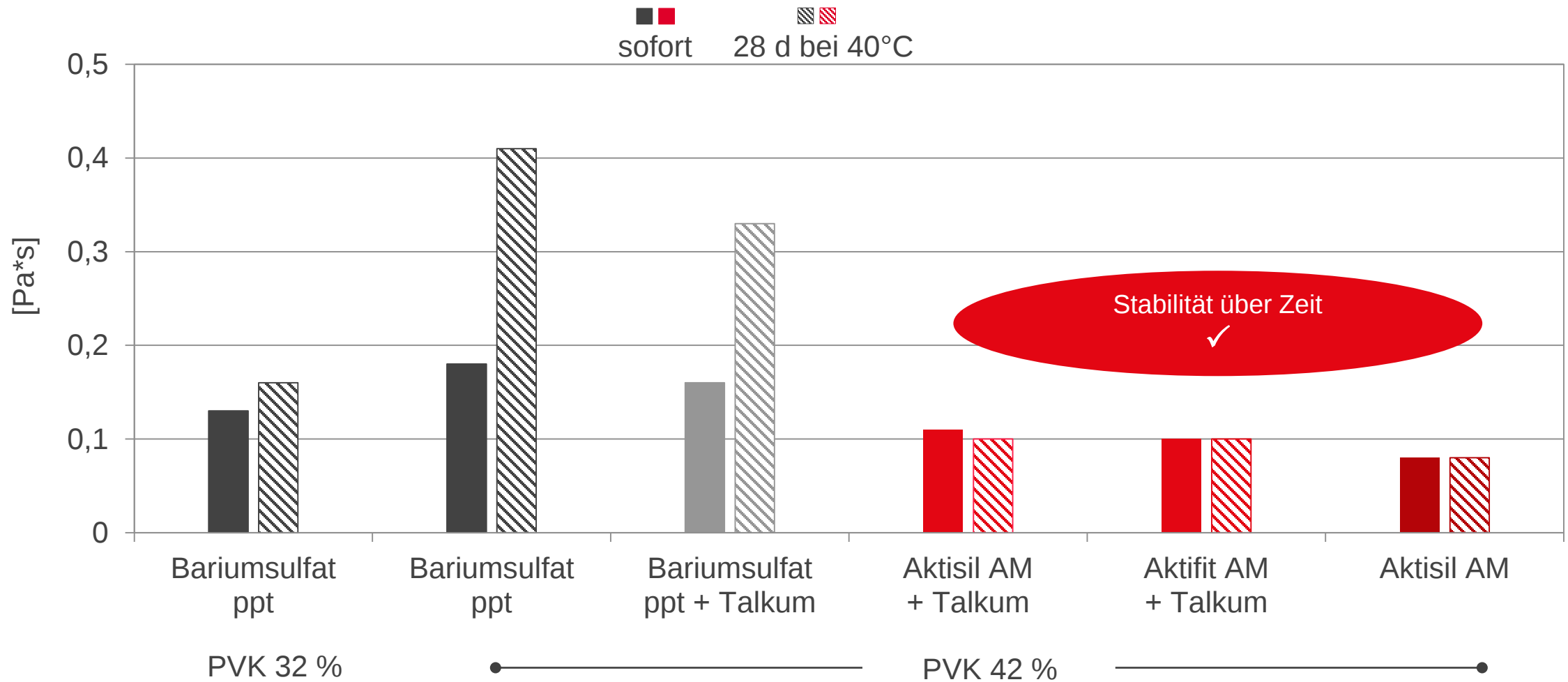




Viskosität A-Komponente und „Rheologische Stabilität über Zeit“

bei hoher Scherrate 1000 s^{-1}

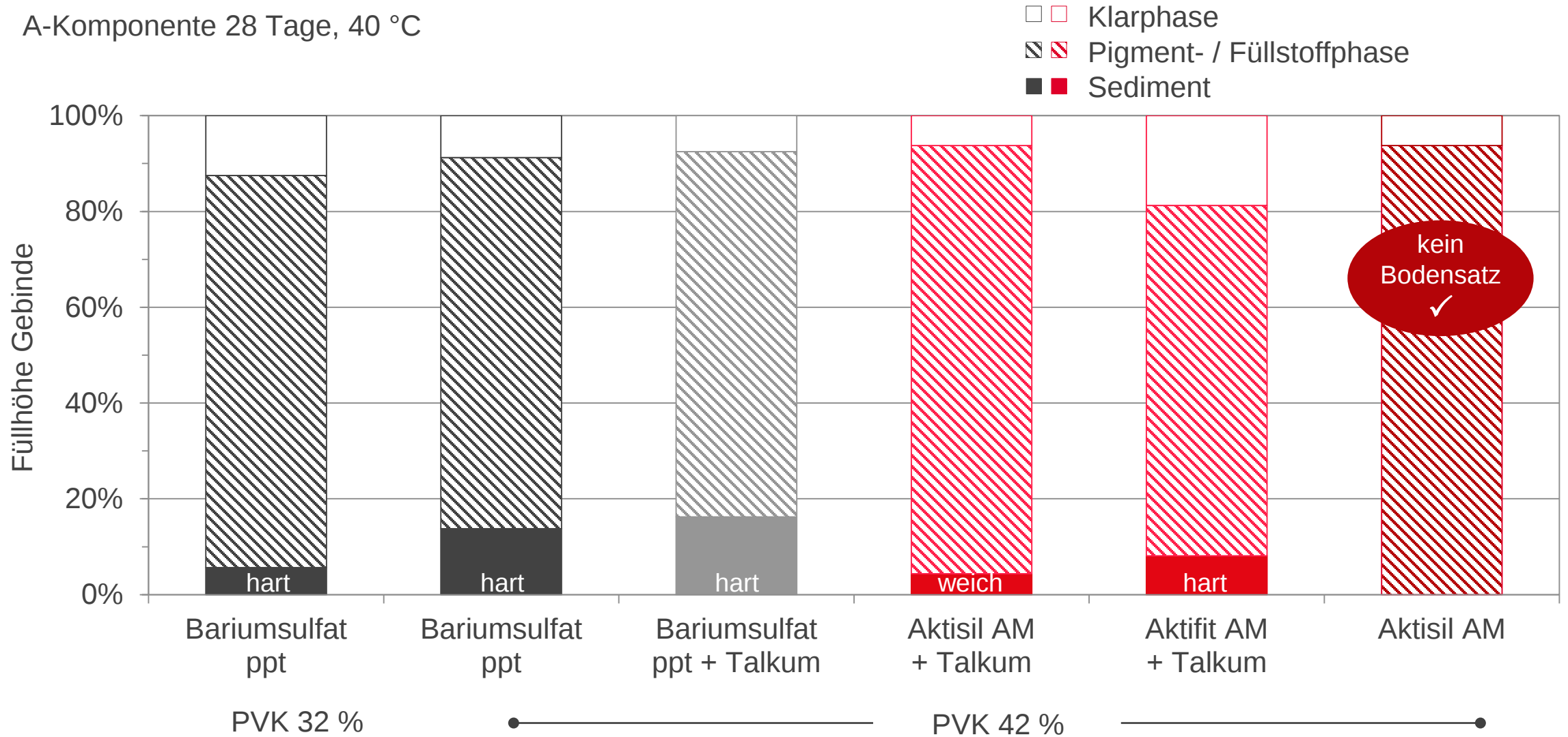
MCR 300 / CC17 / 23°C





Lagerstabilität

A-Komponente 28 Tage, 40 °C

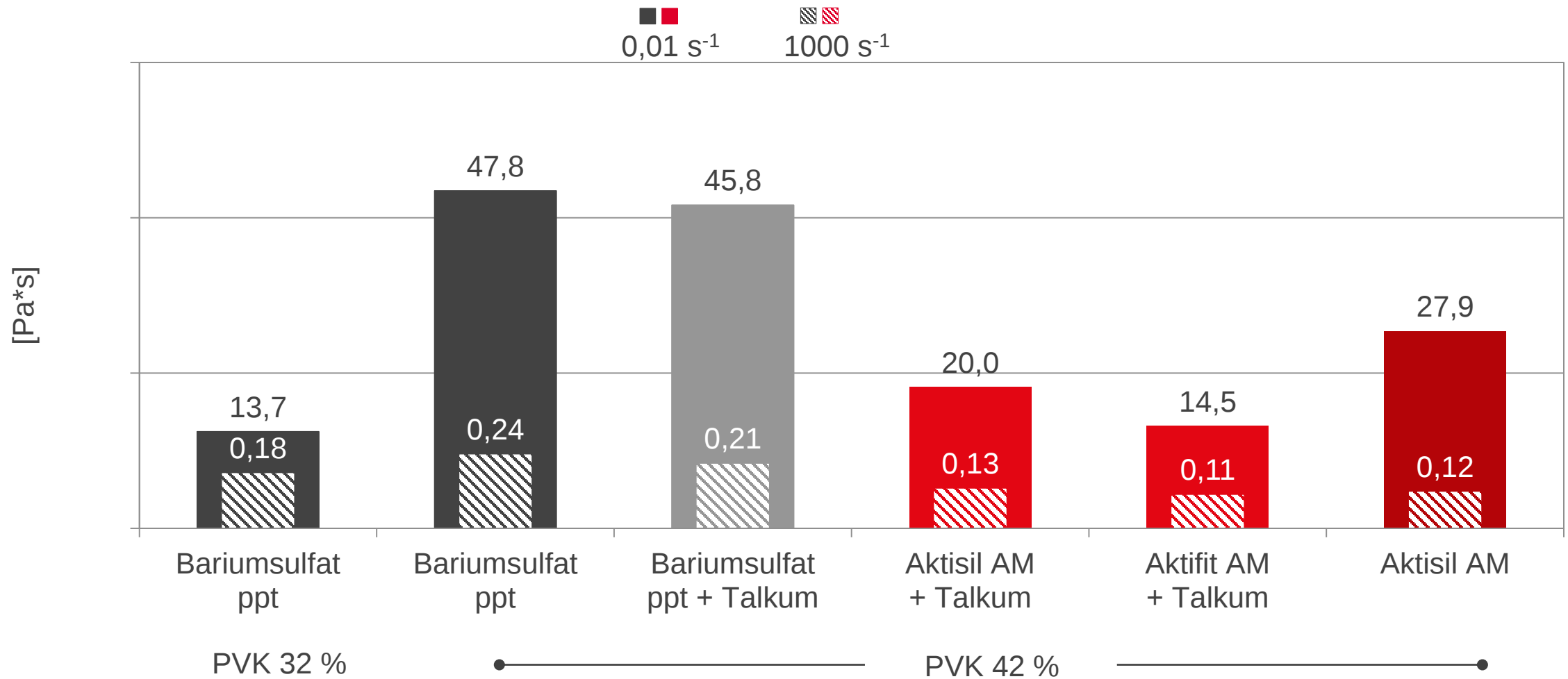




Viskosität Komponente A+B

bei niedriger und hoher Scherrate

MCR 300 / CC17 / 23 °C

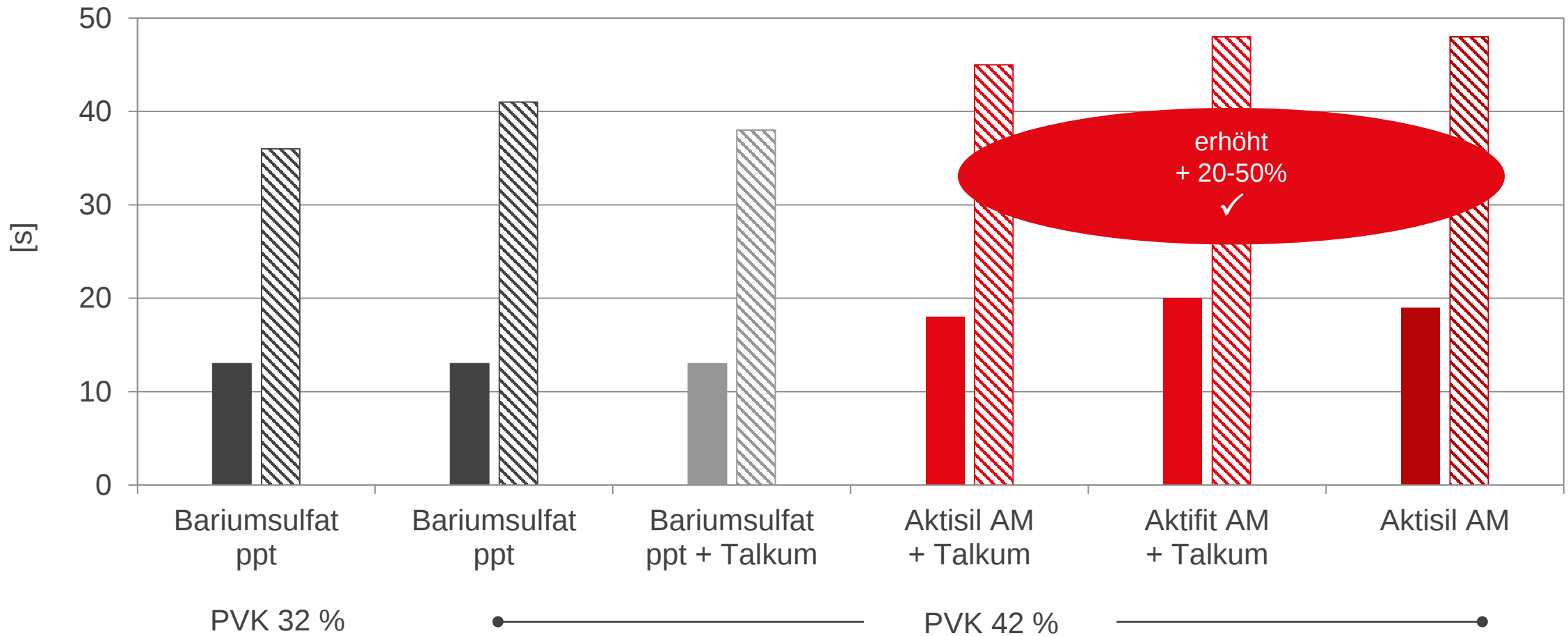




Pendelhärte

König Trockenschichtdicke 80 µm

■ 16 h 23°C / 50% RF
▨ 7 d 23°C / 50% RF

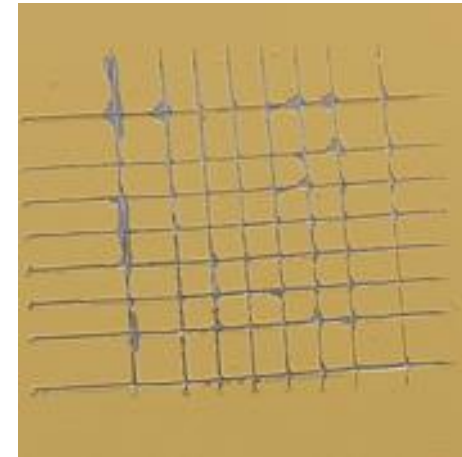
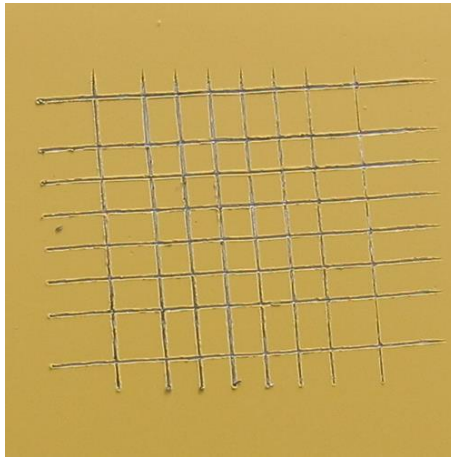




Haftfestigkeit

Gitterschnitt 2 mm, Klebebandabriss - Trockenschichtdicke 80 µm

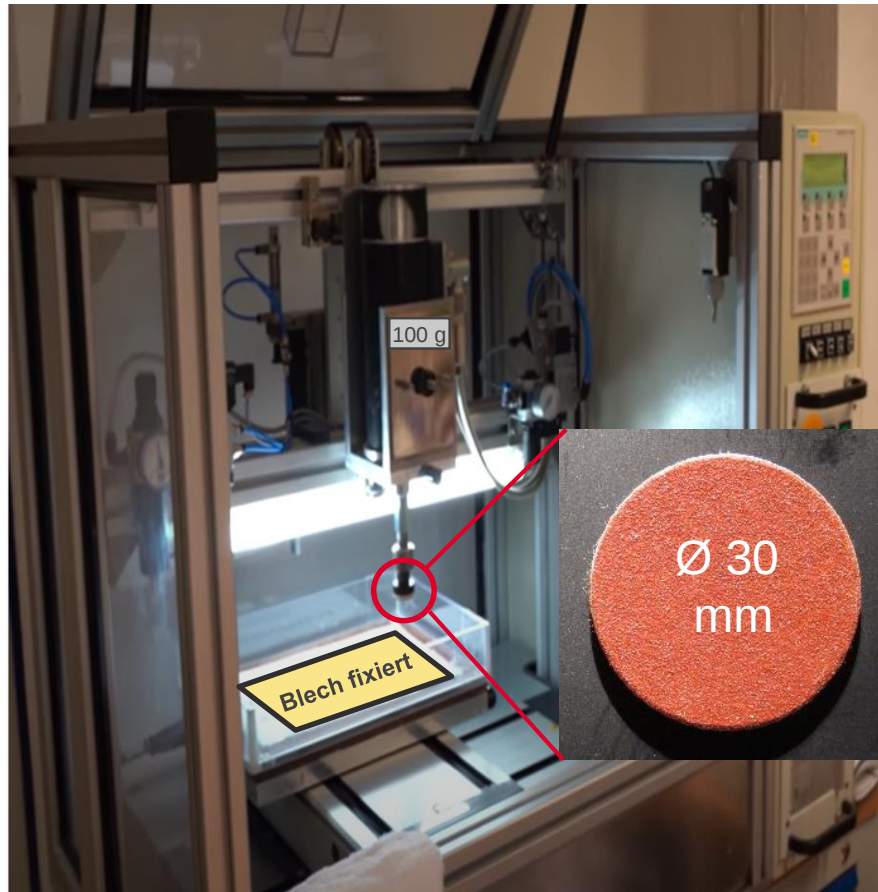
Exzellente Bewertung: alle Varianten $GT \leq 1$





Schleifbarkeit maschinell – Polierprüfstand

- ✓ Näher an industriellem Verfahren
- ✓ Qualitativ + Quantitativ



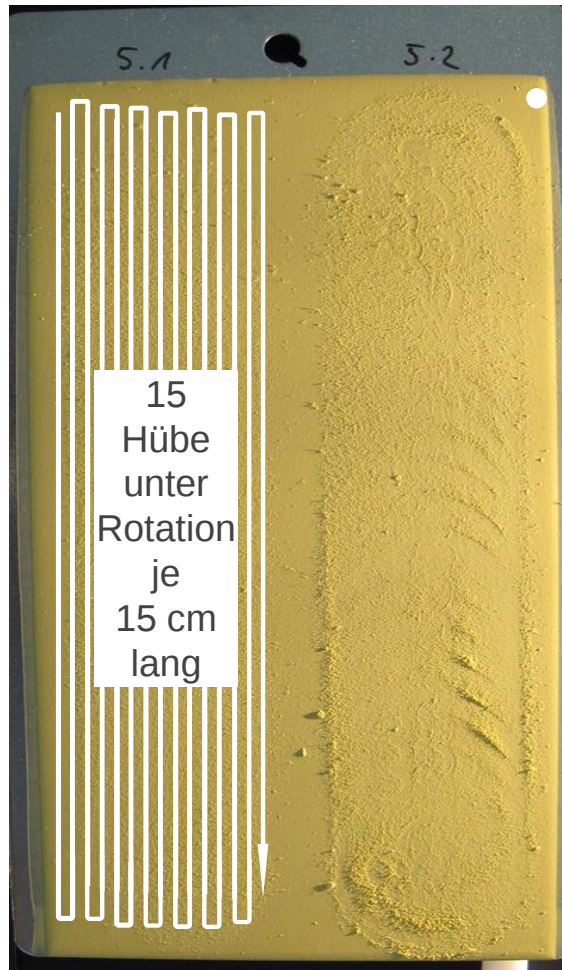
Prüfbedingungen:

- Trockenschliff ohne Staubabsaugung
- Schleifpapier Körnung P240
- Hochgeschwindigkeitsrotation
500 oder 2000 Umdrehungen/min
+ seitliche Hübe 3,5 cm / s
- Gewichtsbelastung 100 g = **14 g / cm²**



Schleifbarkeit maschinell – Polierprüfstand

Testprozedur



Beschichtung:

- Trockenschichtdicke 80 μm

Trocknung: variiert

- 16 h 23°C 50% RF
- 16 h 23°C 50% RF
+ 2 h 60°C Umlufttrockner

Beurteilung: abrasiver Materialverlust

- Qualität
- gravimetrisch differenziert
nichthaftend / haftend



Haarpinsel



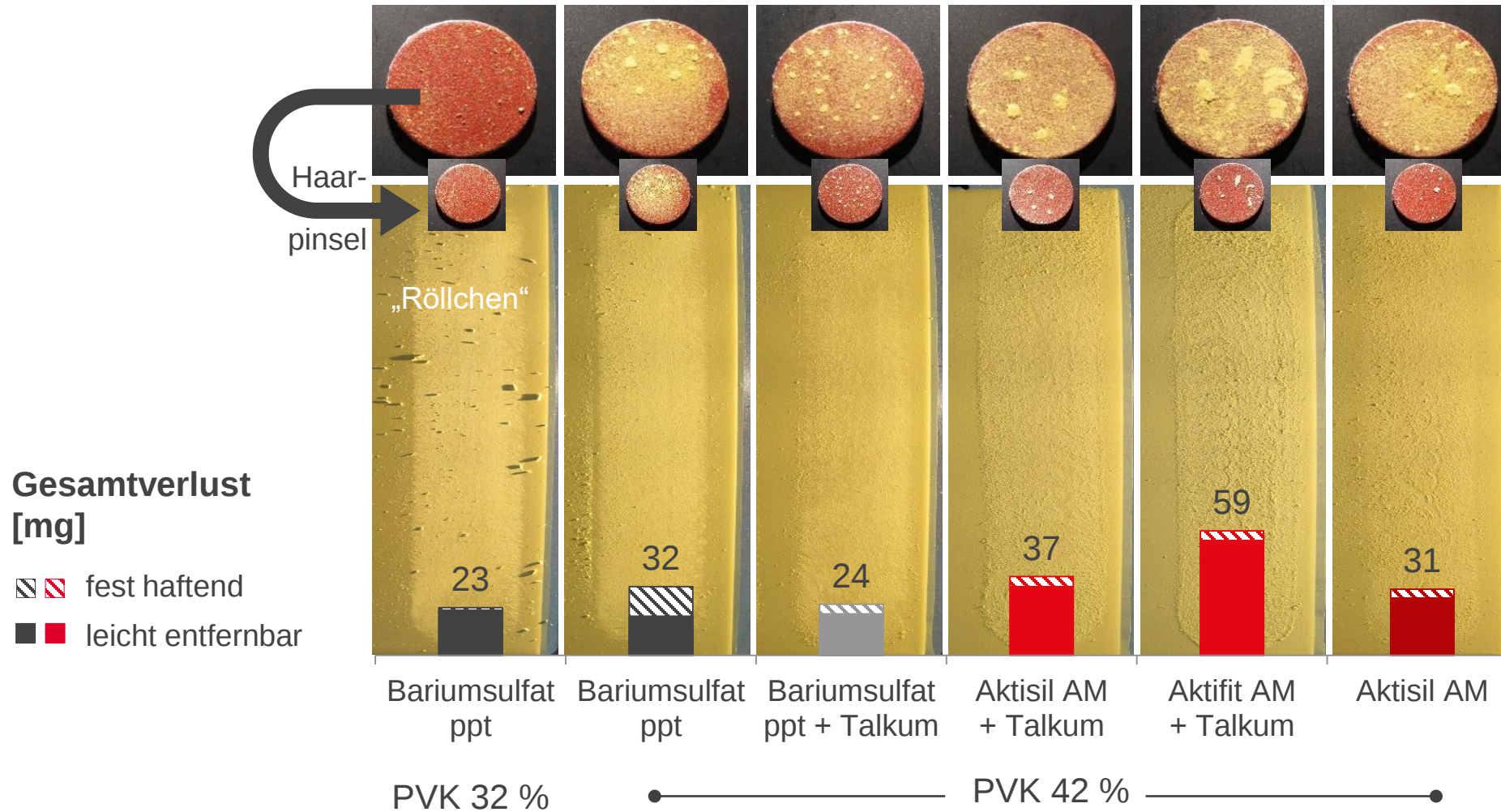
Problem:

Haftende Schleifstaubinseln reduzieren Schleifleistung!



Schleifbarkeit maschinell, 500 Umdr. min⁻¹

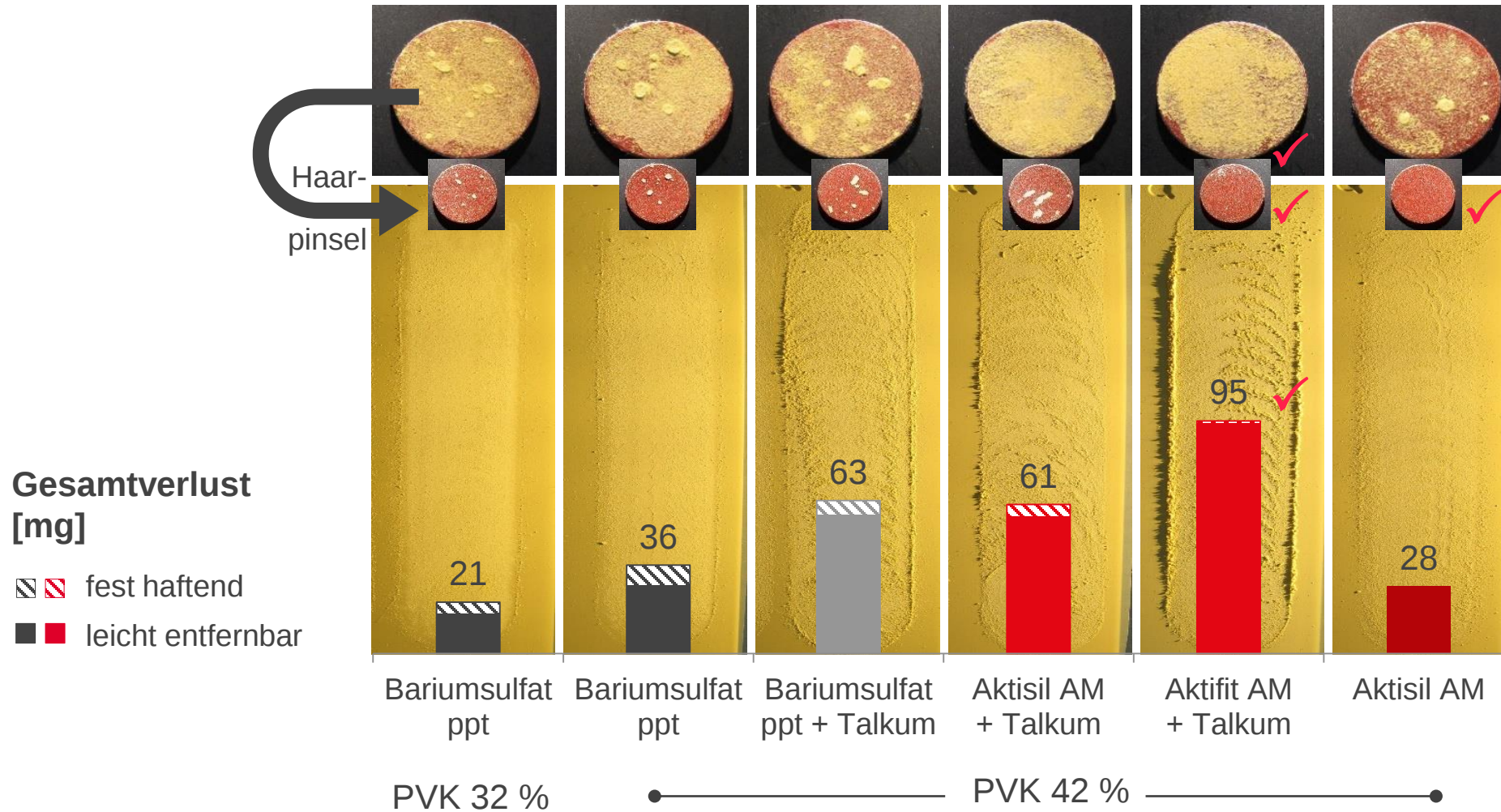
Trocknung 16 h 23°C





Schleifbarkeit maschinell, 500 Umdr. min⁻¹

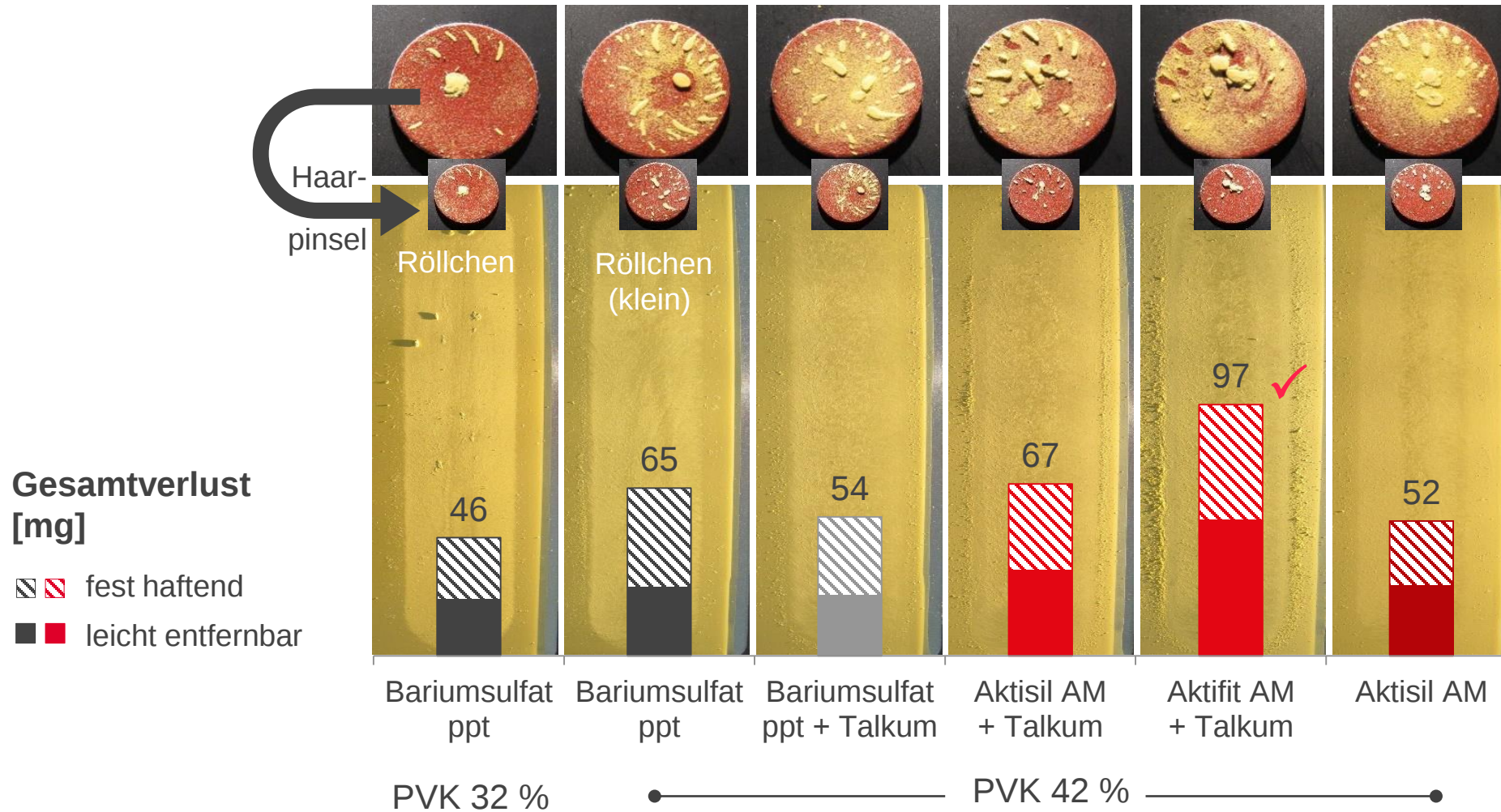
Trocknung 16 h 23°C + 2 h 60°C Umlufttrockner





Schleifbarkeit maschinell, 2000 Umdr. min⁻¹

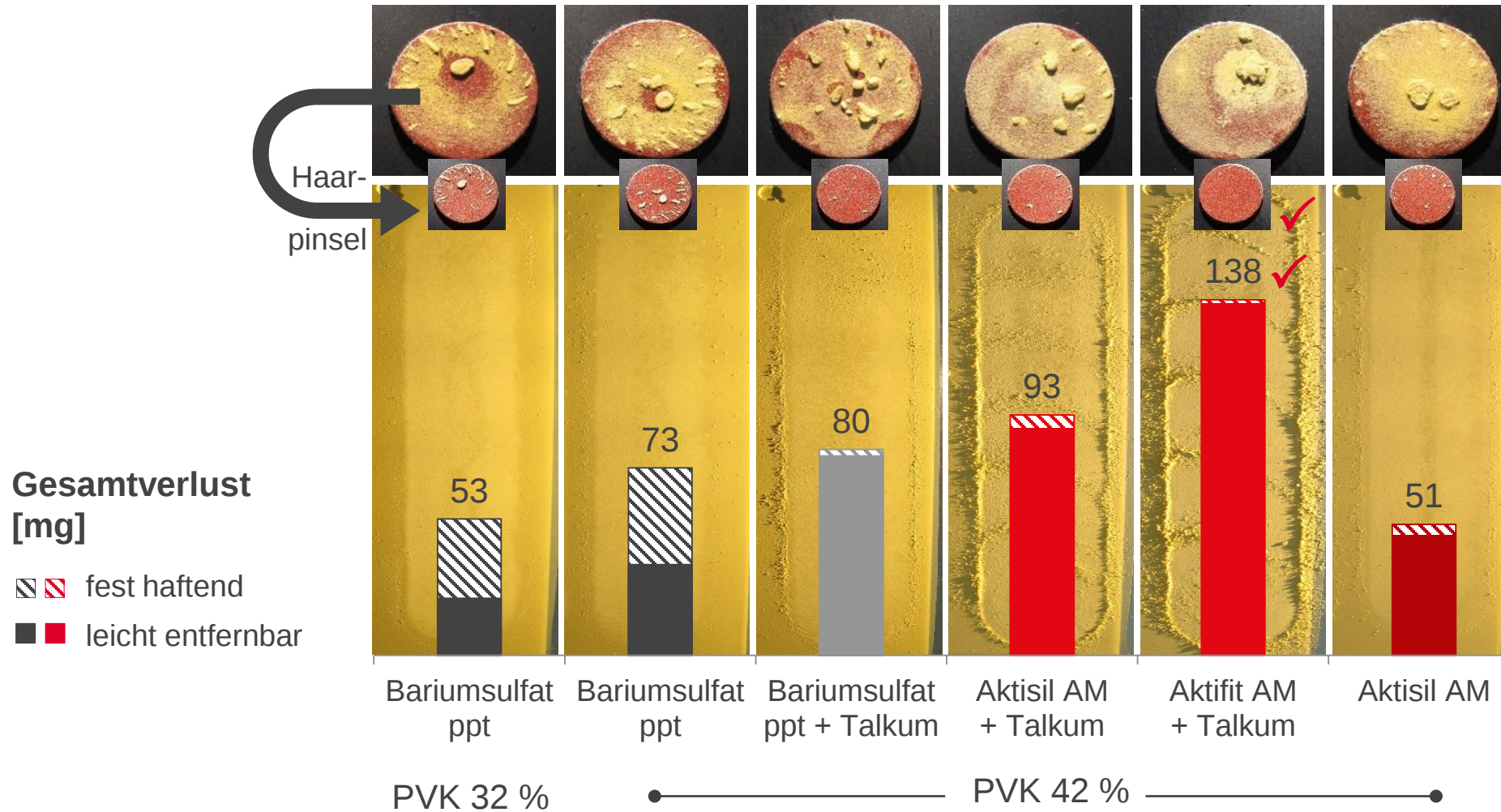
Trocknung 16 h 23°C





Schleifbarkeit maschinell, 2000 Umdr. min⁻¹

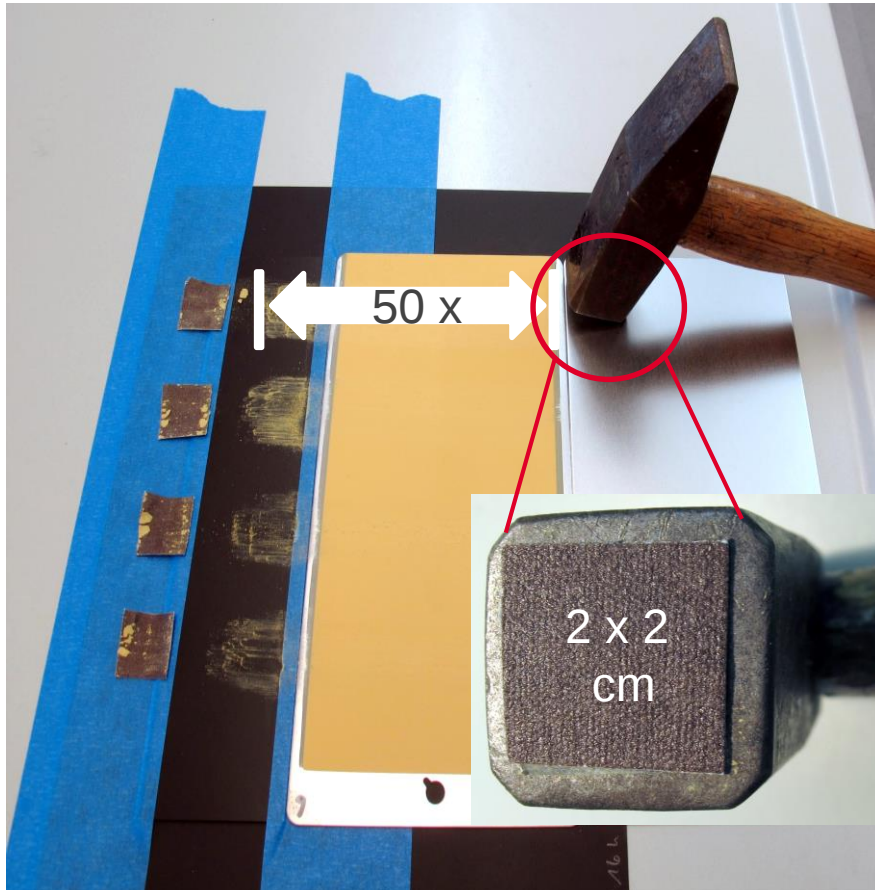
Trocknung 16 h 23°C + 2 h 60°C Umlufttrockner





Schleifbarkeit manuell – Hammerkopf mit höherer Belastung

✓ Labortest für schnelle Ergebnisse

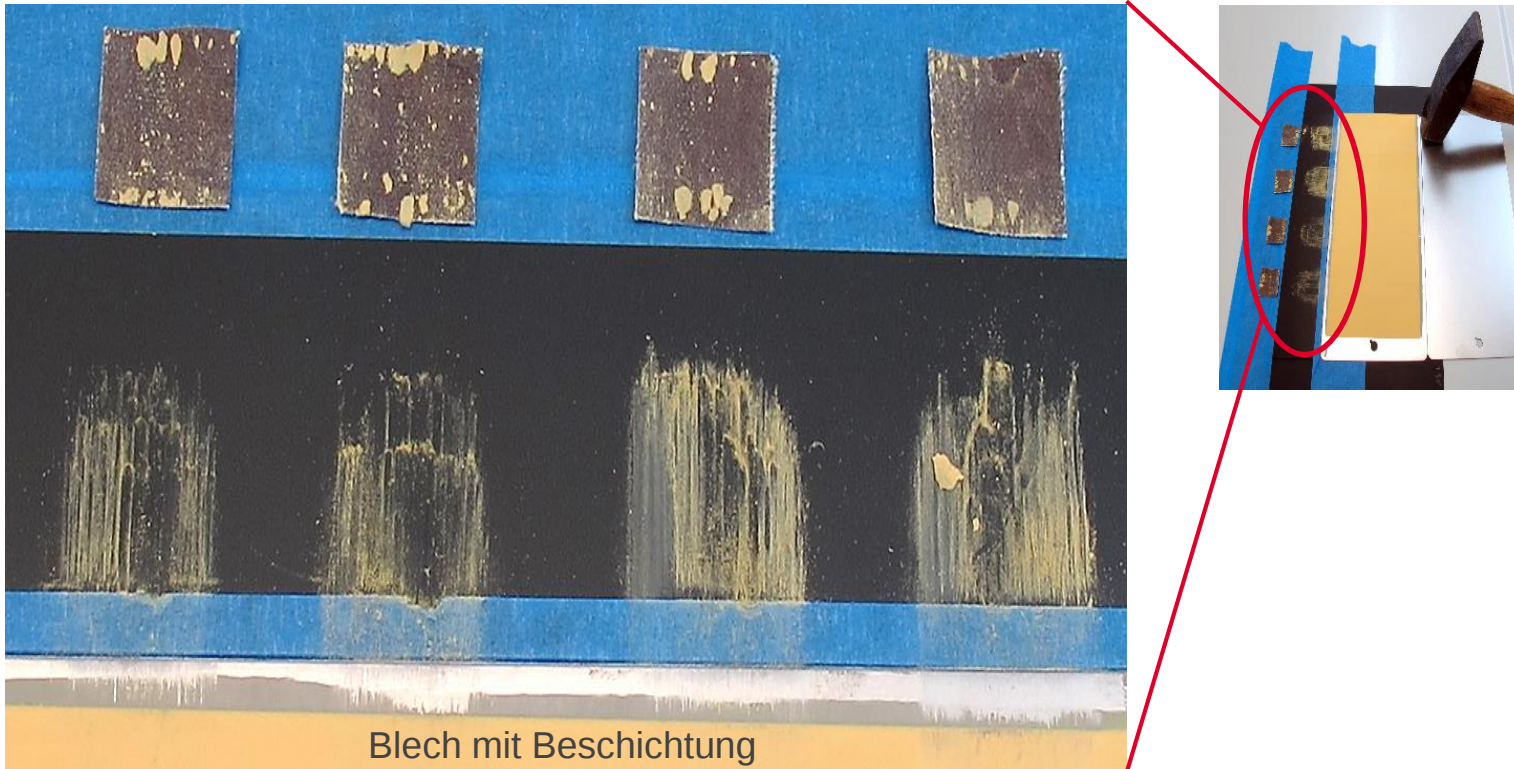


Prüfbedingungen:

- Trockenschliff ohne Staubabsaugung
- Schleifpapier Körnung P240
- Niedrige Geschwindigkeit
50 Doppelhübe, 1 Doppelhub / s
- Gewichtsbelastung 500 g = **125 g / cm²**



Schleifbarkeit manuell – Hammerkopf mit höherer Belastung



Beschichtung:

- Trockenschichtdicke 80 μm

Trocknung: variiert

- 2 h 40°C Umlufttrockner
- 16 h 23°C 50% RF
- 16 h 23°C 50% RF + 2 h 60°C Umlufttrockner

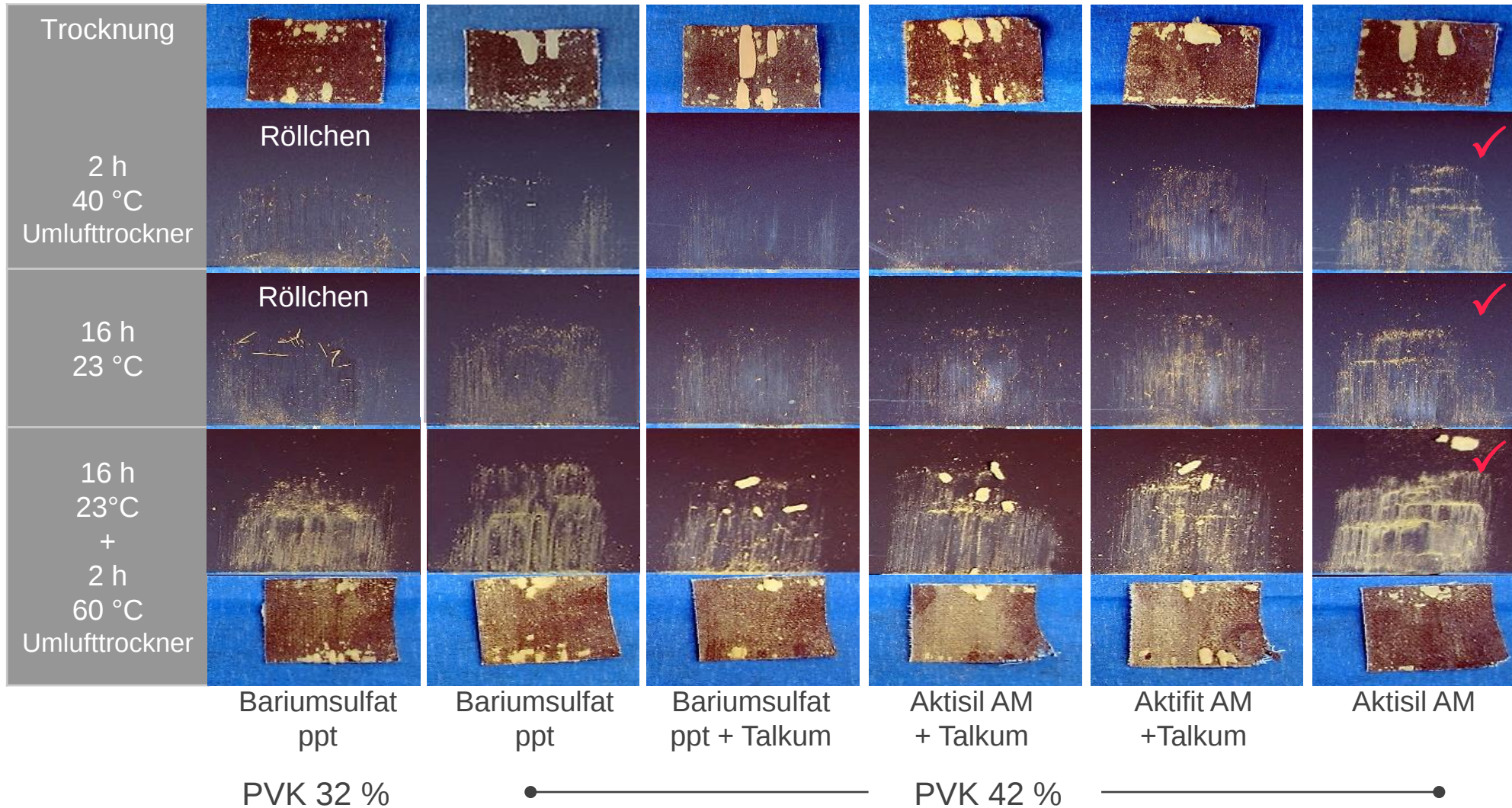
Beurteilung:

abrasiver Materialverlust

- Qualität
- quantitativ visuell, nichthaftend



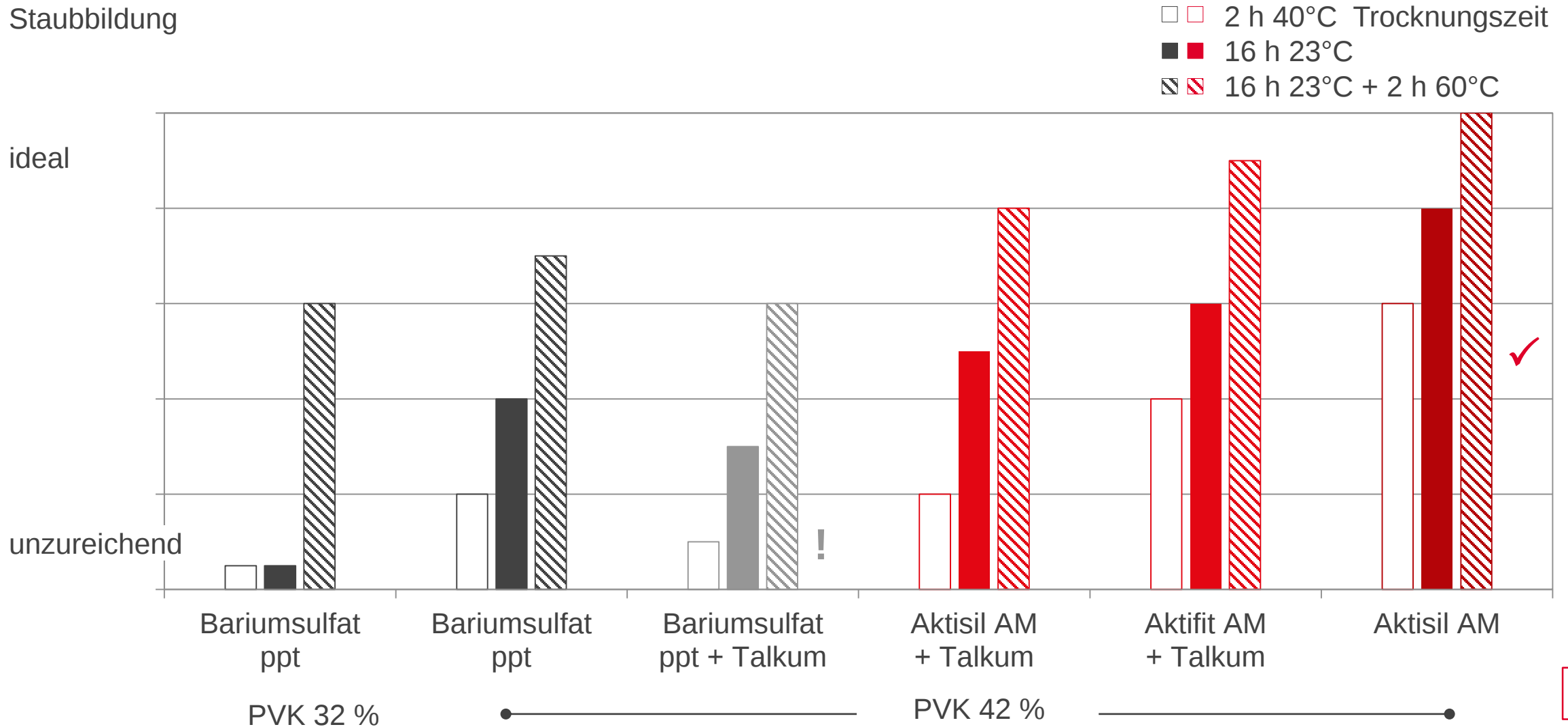
Schleifbarkeit manuell – Leistungsfähigkeit visuell





Schleifbarkeit manuell – Leistungsfähigkeit relativ

Staubbildung



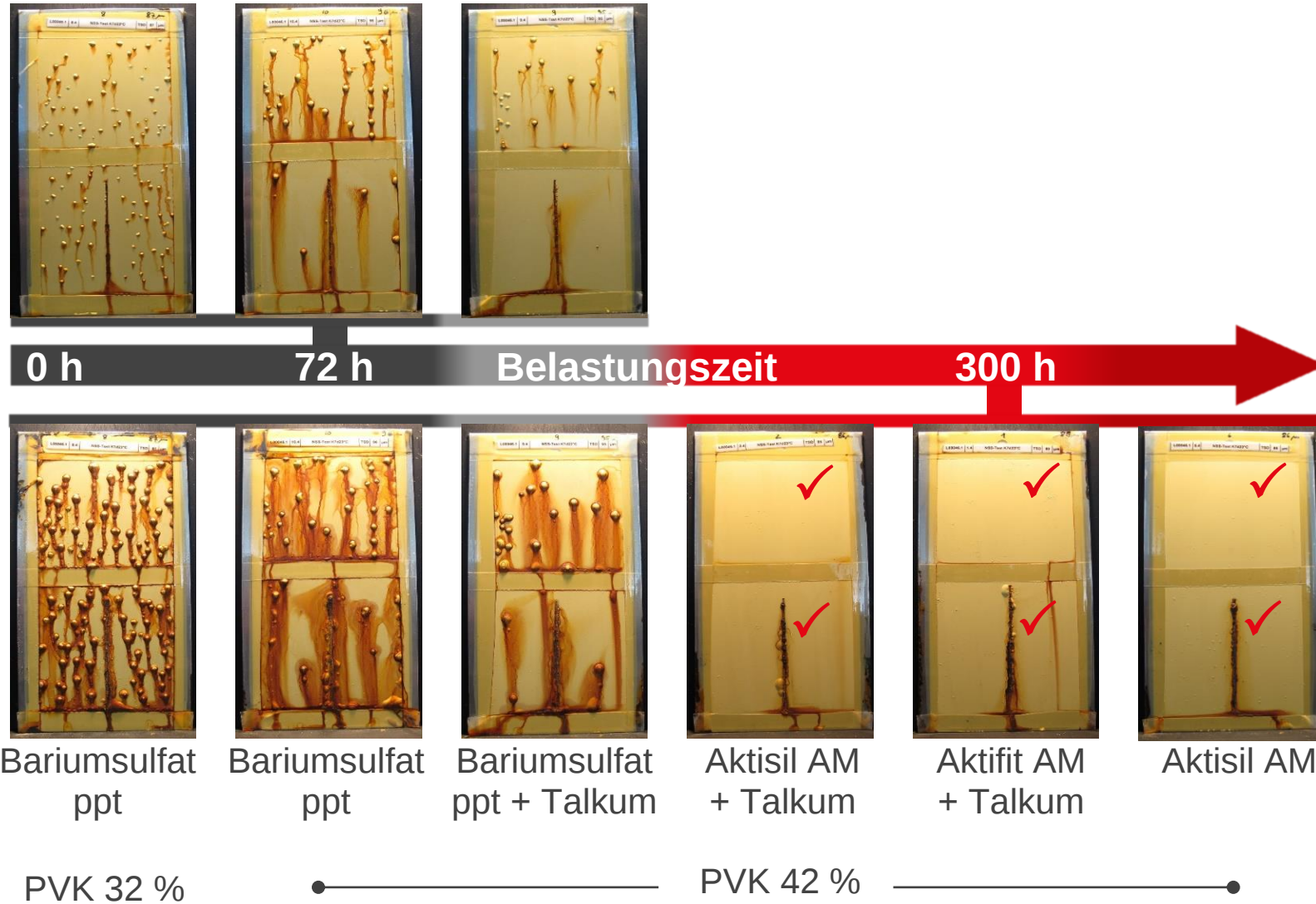
Korrosionsprüfung

Bewertungskriterien

Salzprühtest	DIN EN ISO 9227 NSS		
Fläche ohne Ritz	• Haftfestigkeit • Blasenbildung • Korrosion abgebeizt		
Fläche mit Ritz Sikkens 1 mm breit 7 cm lang	• Blasenbildung • Enthftung • Korrosion abgebeizt		



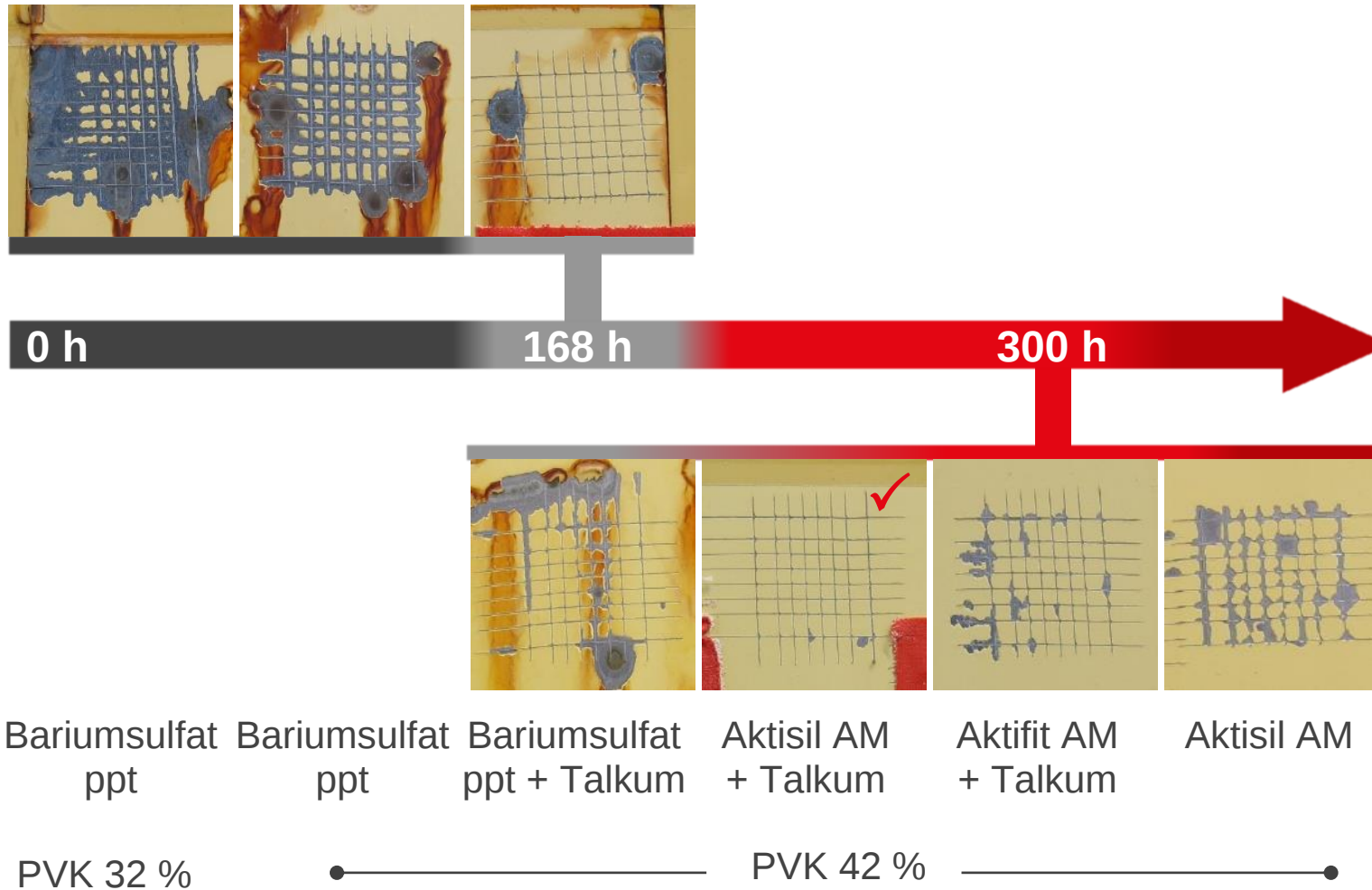
Salzsprühtest – Erscheinungsbild





Salzsprühtest – Haftfestigkeit

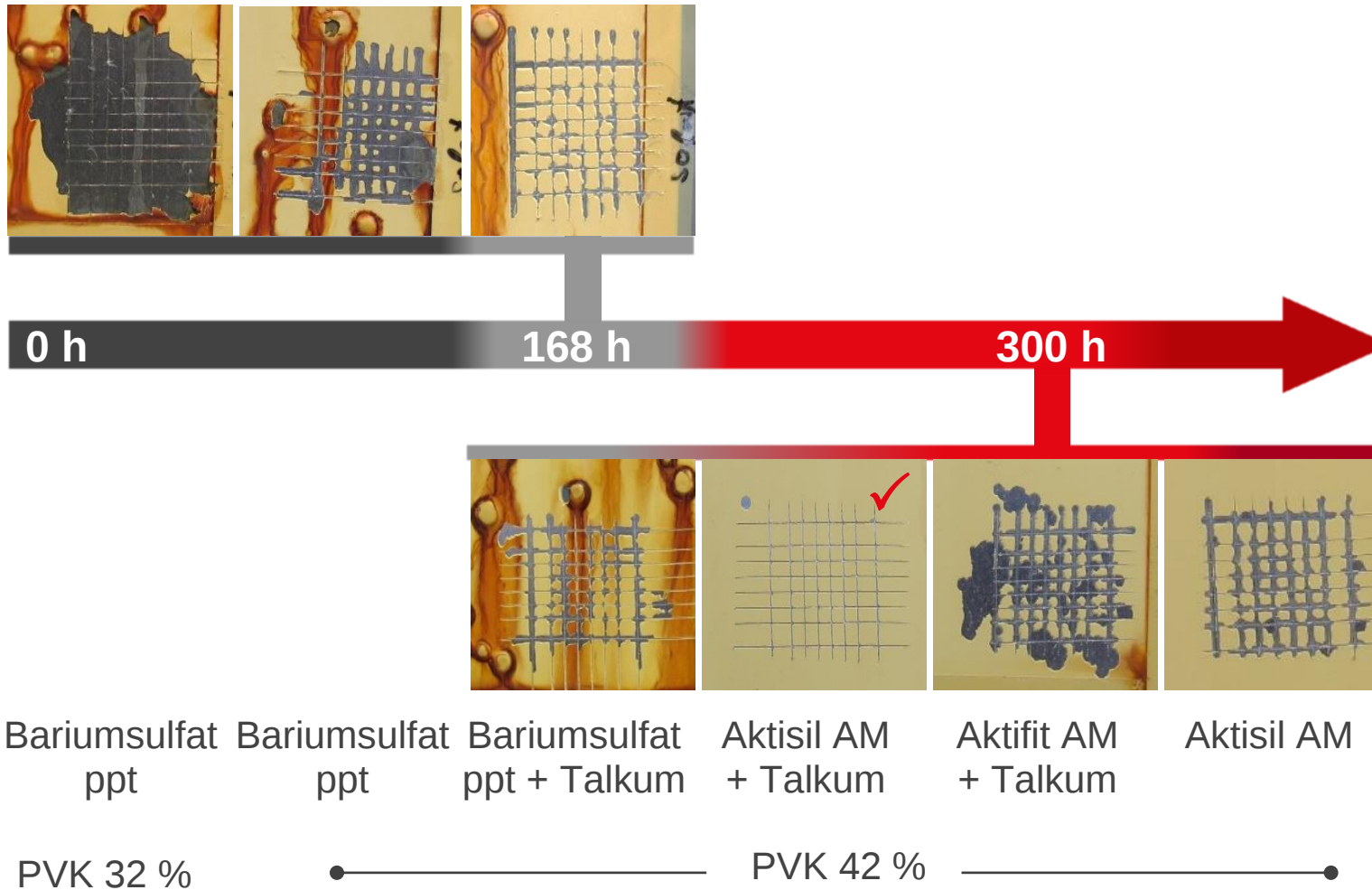
24 h Regenerationszeit: Gitterschnitt 2 mm, Klebebandabriss





Salzprühtest – Haftfestigkeit

ohne Regenerationszeit: Gitterschnitt 2 mm, Klebebandabriss





Salzprühtest – Metalloberfläche 300 h

24 h Regenerationszeit:

Enthaftung am Ritz

vollständig



10 mm



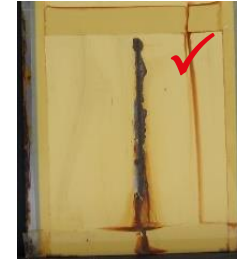
6 mm



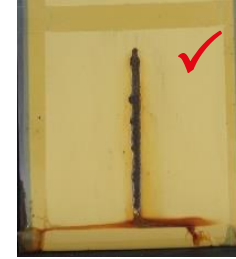
< 2 mm



< 2 mm



< 2 mm



+ Beschichtung entfernt



Bariumsulfat
ppt

PVK 32 %



Bariumsulfat
ppt



Bariumsulfat
ppt + Talkum



Aktisil AM
+ Talkum

PVK 42 %



Aktifit AM
+ Talkum

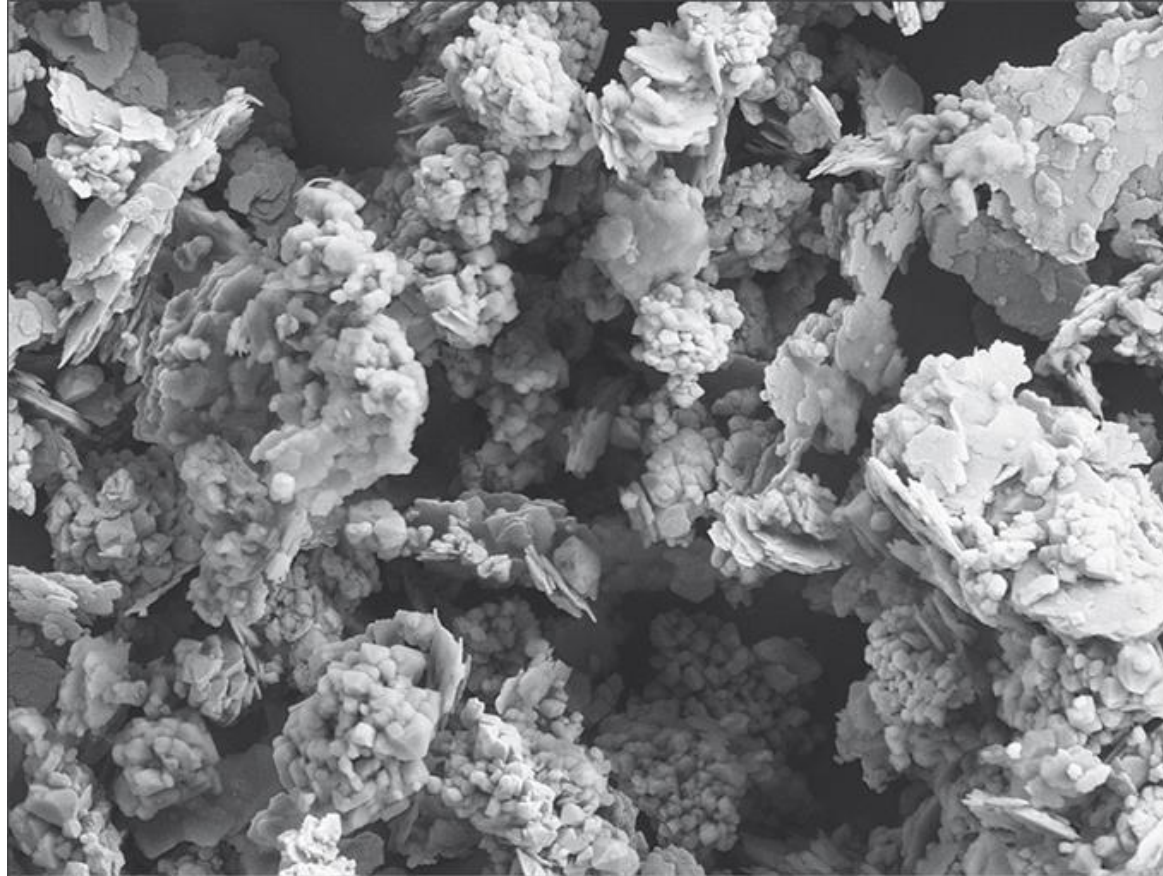


Aktisil AM





Neuburger Kieselerte

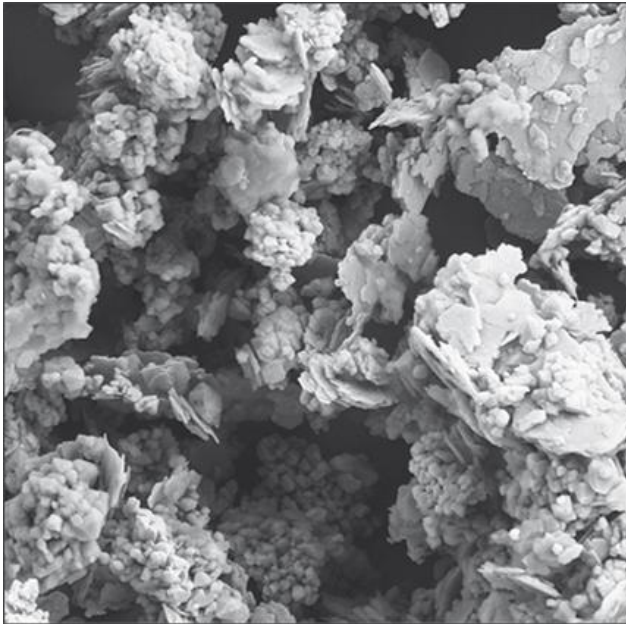


Natürlich entstandenes Gemisch aus korpuskularer Neuburger Kieselsäure und lamellarem Kaolinit; durch physikalische Methoden nicht zu trennen. Der Kieselsäureanteil weist eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200 nm großen, aggregierten Primärpartikeln.



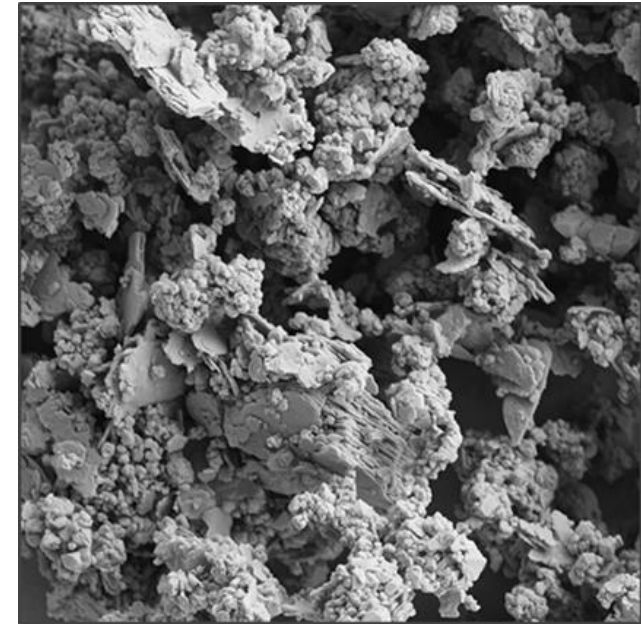
Kalzinierte Neuburger Kieselerte

Durch einen nachgeschalteten thermischen Prozess entstehen die kalzinierten Produkte **SILFIT** und **AKTIFIT**, auf Basis von SILLITIN Z 86.



Neuburger Kieselerte

Thermischer Prozess



Kalzinierte Neuburger Kieselerte

Zusätzliche anwendungstechnische Vorteile sowie Entfernung des enthaltenen Kristallwassers des Kaolinitanteils. Der Kieselsäureanteil bleibt unverändert.





Füllstoffe und Kennwerte

	Korngröße		Ölzahl	Dichte	Spez. Oberfläche BET	Besondere Merkmale - Oberflächenbehandlung
	d ₅₀ [µm]	d ₉₇ [µm]	[g/100g]	[g/cm ³]	[m ² /g]	
Bariumsulfat ppt	0,9	3,5	22	4,4	2,7	organisch
Talkum	4,4	12,5	62	2,8	8,3	-
Aktisil AM	2,2	10	45	2,6	9,0	amino-funktionalisiert
Aktifit AM	2,0	10	65	2,6	9,0	kalziniert + amino-funktionalisiert

