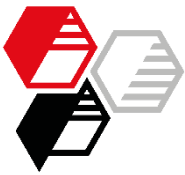




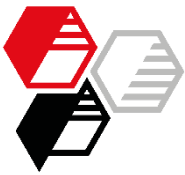
Trinkwasserdichtung EPDM E-DIN EN 681-1 (07/16)

Teilersatz von Ruß durch Neuburger Kieselerde



Inhalt

- Einleitung
- Experimentelles
- Ergebnisse
 - Rheologische Eigenschaften
 - Mechanische Eigenschaften
 - Wasserlagerung
 - Heißluftalterung
 - Kostenaspekte
- Zusammenfassung
- Anhang



Status Quo

**HOFFMANN
MINERAL®**

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

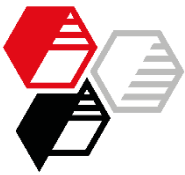
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

- Verwendungsbereich: Elastomere im Kontakt mit Trinkwasser Härtebereich 70 IRHD (Rezepturempfehlung von Arlanxeo).
- Strenge Vorgaben der Positivliste Teil 1 (ab 01/22), Teil 2 (bis 12/21) und Teil 3 des Umwelt Bundesamts Trinkwasser (UBA) an die Rohstoffe müssen eingehalten werden.
- PAK¹-Anteil in der Mischung nur 10 % des geforderten Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (Stand 2011).
- Purex HS 45: reduzierter PAK-Anteil, hohe Preisschwankungen mit langfristig ansteigendem Kostenniveau, temporäre Lieferengpässe.
- **Neuburger Kieselerde**: Preis steigt langfristig nur geringfügig an, hohe Kalkulierbarkeit und Verfügbarkeit, zuverlässige Lieferzeiten. Reinheitsanforderungen BfR² Teil 1 A LII erfüllt, erniedrigt PAK-Anteil im Compound.

¹Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

²Bundesinstitut für Risikobewertung



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

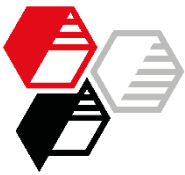
ANHANG

Teilersatz des Ruß Purex HS 45 durch

Neuburger Kieselerde

unter Einhaltung der Norm E-DIN EN 681-1 (07/16)

und zusätzlich positivem Effekt auf Kosten.



Anforderungsprofil

HOFFMANN
MINERAL®

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

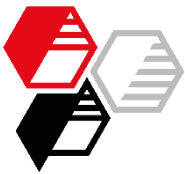
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

E-DIN EN 681-1 (Entwurf Juli 2016)

Elastomer-Dichtungen – Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-
dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und
Entwässerung Teil 1: Elastomere

- WB Kalte Trinkwasserversorgung ($T \leq 50 \text{ °C}$) und
durchgehend warme Trinkwasserversorgung ($T \leq 110 \text{ °C}$)
- WD Kalte Wasserversorgung (keine Trinkwassereigenschaften)
($T \leq 50 \text{ °C}$) und durchgehend warme Wasserversorgung
(keine Trinkwassereigenschaften) ($T \leq 110 \text{ °C}$)
- Härte 70 IRHD (+/-5 IRHD)



Basisrezeptur

HOFFMANN
MINERAL®

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

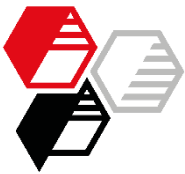
ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		phr
Keltan®2650	EPDM amorph	100,0
Zinkoxyd aktiv	Zinkoxid	3,0
Stearinsäure	Verarbeitungshilfsmittel	0,3
Purex HS 45	FEF-Ruß mit reduziertem PAK-Anteil	80,0
Caldic PIB 190	Polyisobutylen, Weichmacher	15,0
Safic Chem OMB	BPH, Alterungsschutzmittel	0,75
Luperox 101-XL 45	DHBP, Peroxid	5,33
TAC 70	Aktivator	0,7
Summe		205,08

Alle ausgewählten Rohstoffe entsprechen den Kriterien der Positivliste des UBA zur Herstellung von Elastomeren im Kontakt mit Trinkwasser Teil 1 und Teil 3 (Stand Juli 2021).



Rezepturvarianten

HOFFMANN
MINERAL®

Dosierungen in phr für Härtegleichheit

Purex HS 45	Austausch- anteil	Sillitin Z 86	Aktisil VM 56
80			
60	25 %	40	40
50	37 %	60	60
40	50 %	80	80

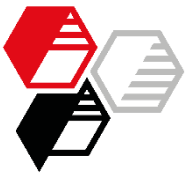
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Füllstoffe und Kennwerte

HOFFMANN
MINERAL®

EINLEITUNG

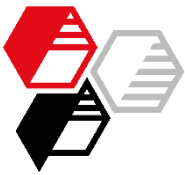
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Purex HS 45	Sillitin Z 86	Aktisil VM 56
Dichte	[g/cm ³]	1,8	2,6	2,6
Korngröße d ₅₀	[µm]		1,9	2,2
Korngröße d ₉₇	[µm]		9,0	10
Siebrückstand > 40 µm	[mg/kg]		20	20
Siebrückstand 45 µm / 325 mesh	ppm	≥ 50		
Ölzahl	[g/100g]		55	45
Jodadsorption	[mg/g]	43 +/- 5		
Spezifische Oberfläche BET	[m ² /g]		12	9
STSA Oberfläche	[m ² /g]	39 +/- 5		
Funktionalisierung		ohne	ohne	Vinyl



Mischungsherstellung und Vulkanisation

HOFFMANN
MINERAL®

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

- **Mischen**

Laborwalzwerk Ø 150 x 300 mm

Batchgröße: ca. 800 cm³

Walzentemperatur: 50 °C

Mischzeit: ca. 20 min.

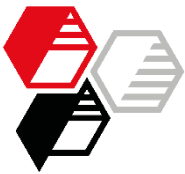
- **Vulkanisation**

Presse: 180 °C

Vulkanisationszeit: $t_{90} + 10 \%$ bzw. 12 min.

- **Temperung**

nur wenn angegeben, 2 h / 125 °C



Prüfnormen

EINLEITUNG

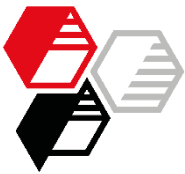
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Prüfung	Norm
Mooney Viskosität, ML 1+4	DIN ISO 289-1
Mooney Scorch, ML +5	DIN ISO 289-2
Rotorloses Vulkameter	DIN 53 529 Part 3
Härte	DIN ISO 7619-1
Zugfestigkeit	DIN 53 504, S2
Spannungswert 100 %	DIN 53 504, S2
Reißdehnung	DIN 53 504, S2
Rückprall	DIN 53 512
Weiterreißwiderstand, Streifenprobe	DIN ISO 34-1, A
Weiterreißwiderstand, Delft	DIN ISO 34-2, A
Druckverformungsrest	DIN ISO 815-1, B
Druckverformungsrest	DIN ISO 815-2, B
Heißluftalterung	DIN 53 508
Wasserlagerung	ISO 1817

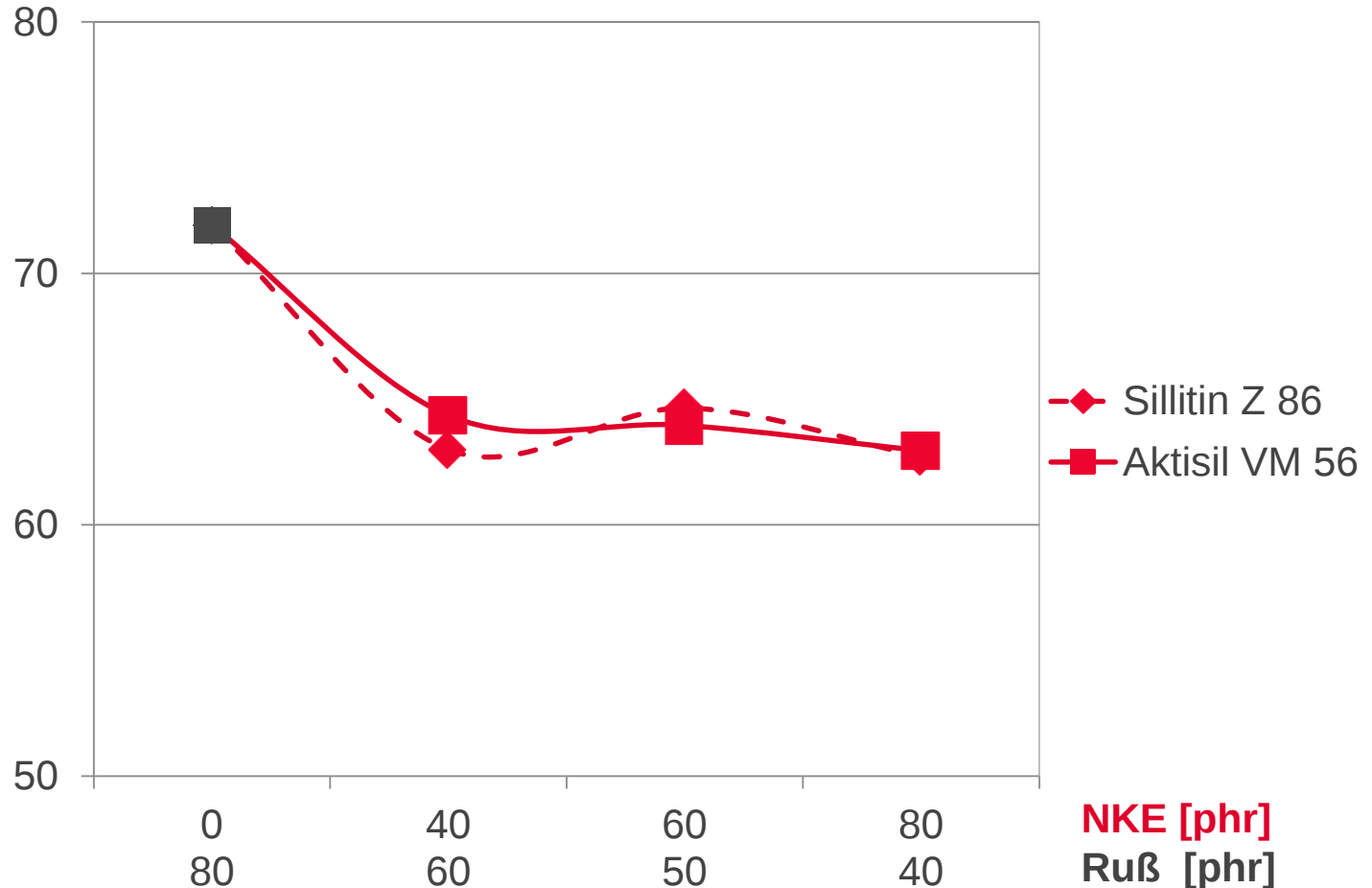


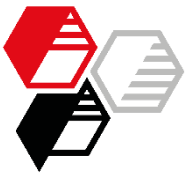
Mooney-Viskosität

**HOFFMANN
MINERAL®**

DIN ISO 289-1, ML 1+4 100 °C

ME

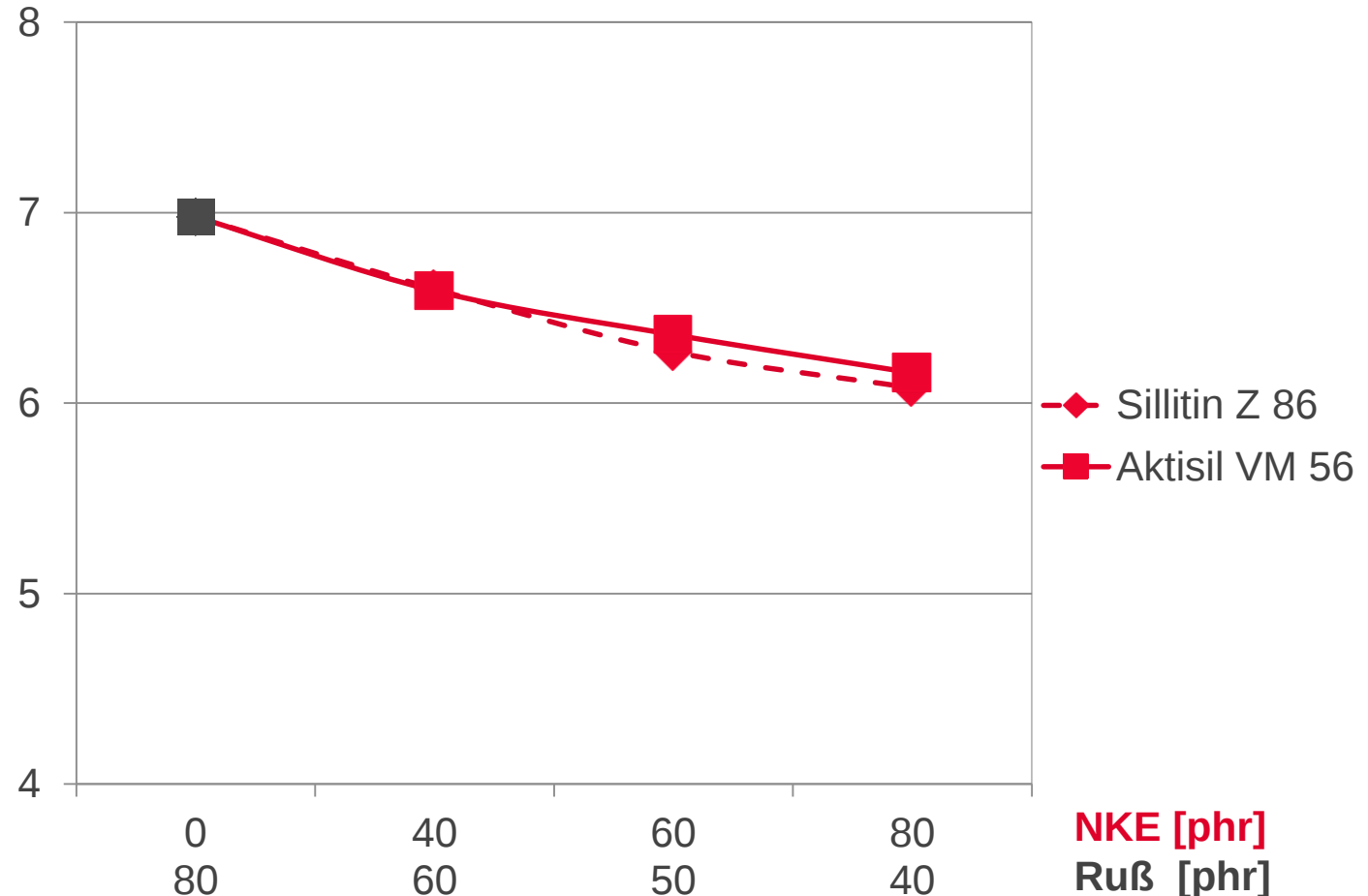


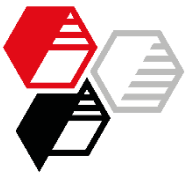


Umsatzzeit t_{90}

DIN 53 529-A3, 180 °C, 0,2° Auslenkung - Göttert Elastograph

min.

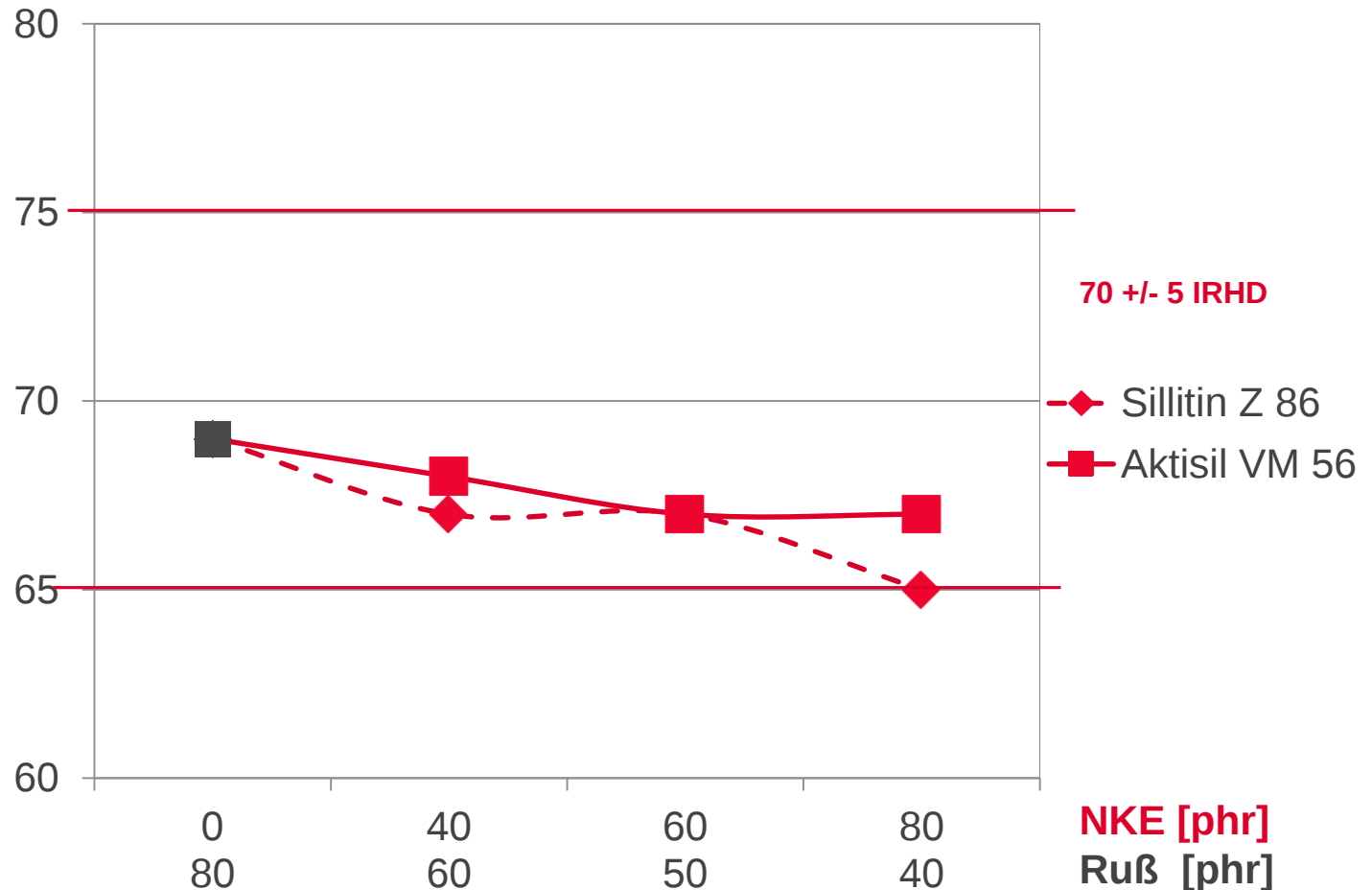


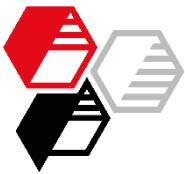


Härte

DIN ISO 7619-1, S2 Stab

Shore A



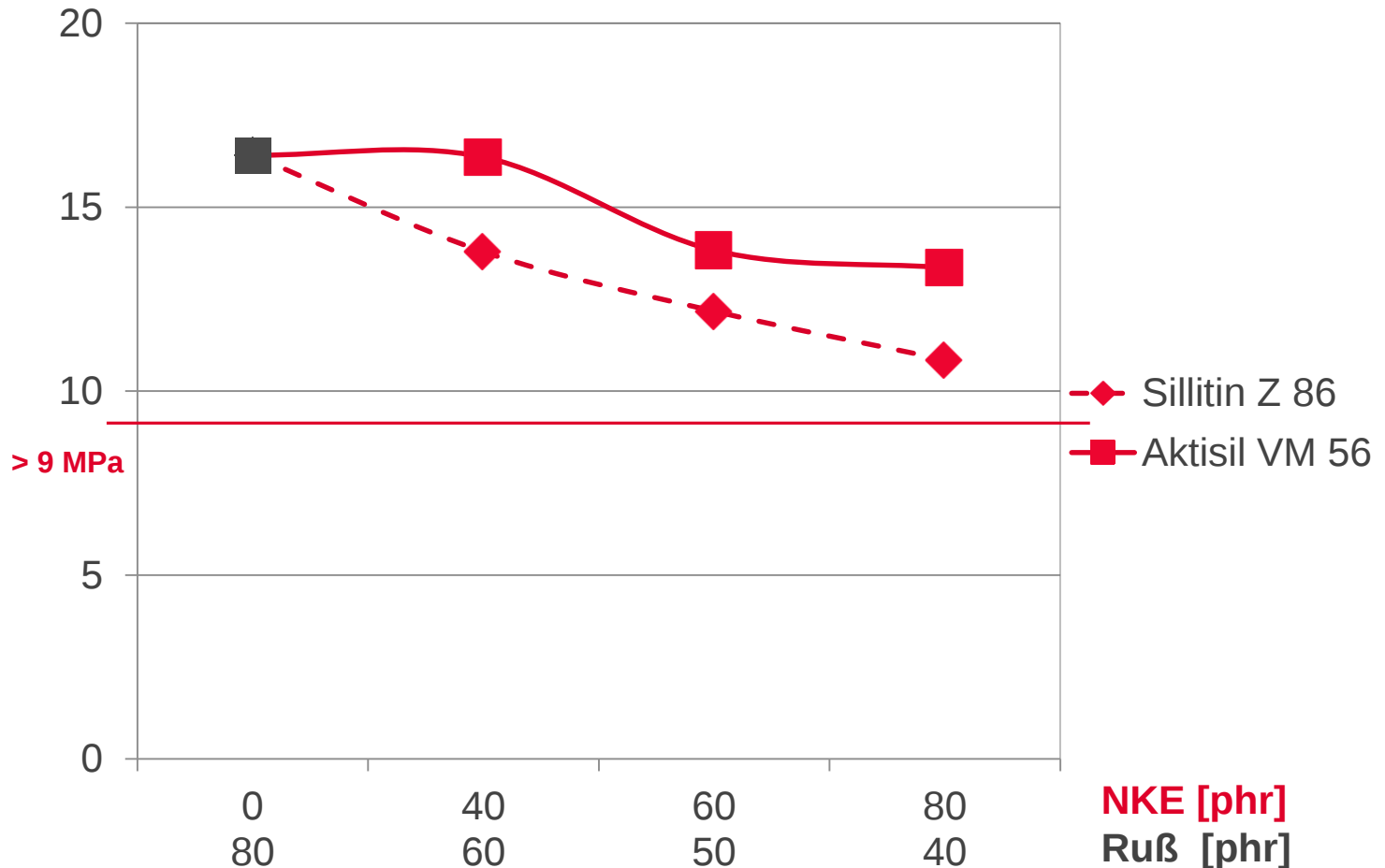


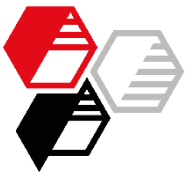
Zugfestigkeit

HOFFMANN
MINERAL®

DIN 53 504, S2

MPa

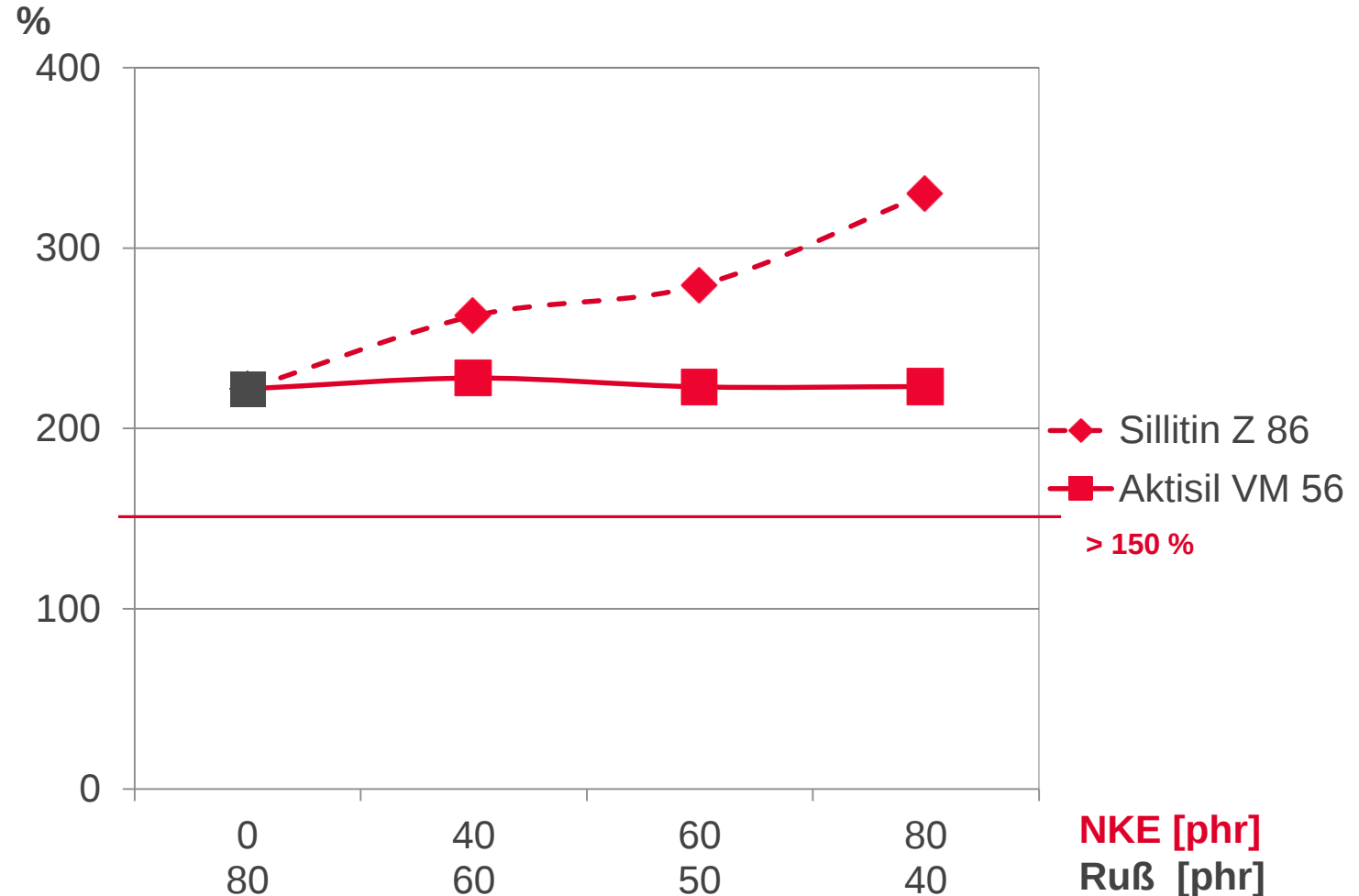


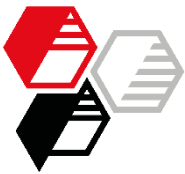


Reißdehnung

HOFFMANN
MINERAL[®]

DIN 53 504, S2



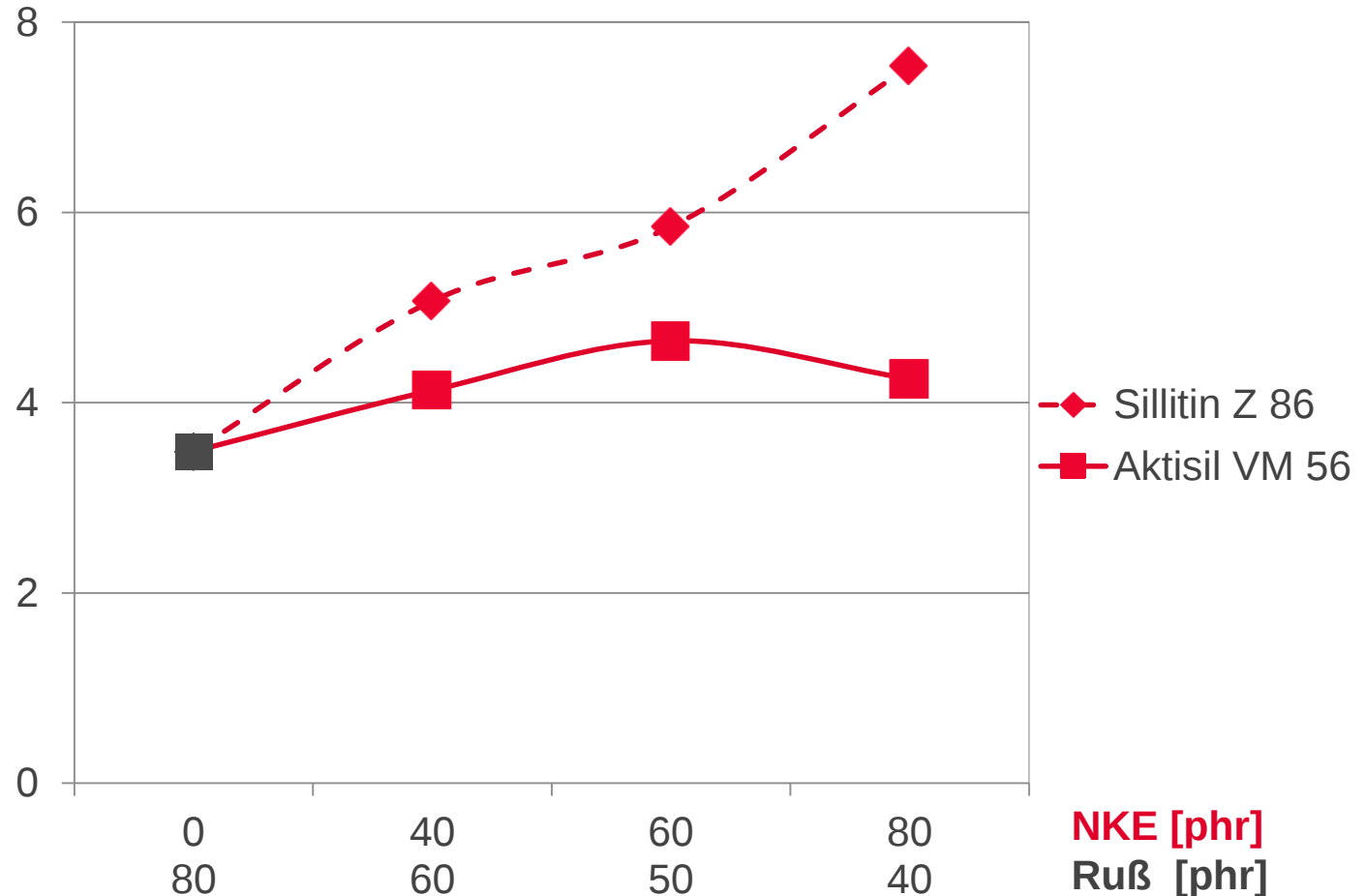


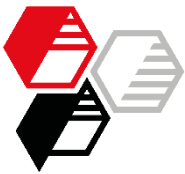
Weiterreißwiderstand

HOFFMANN
MINERAL®

DIN ISO 34-1, A (Streifenprobe)

N/mm



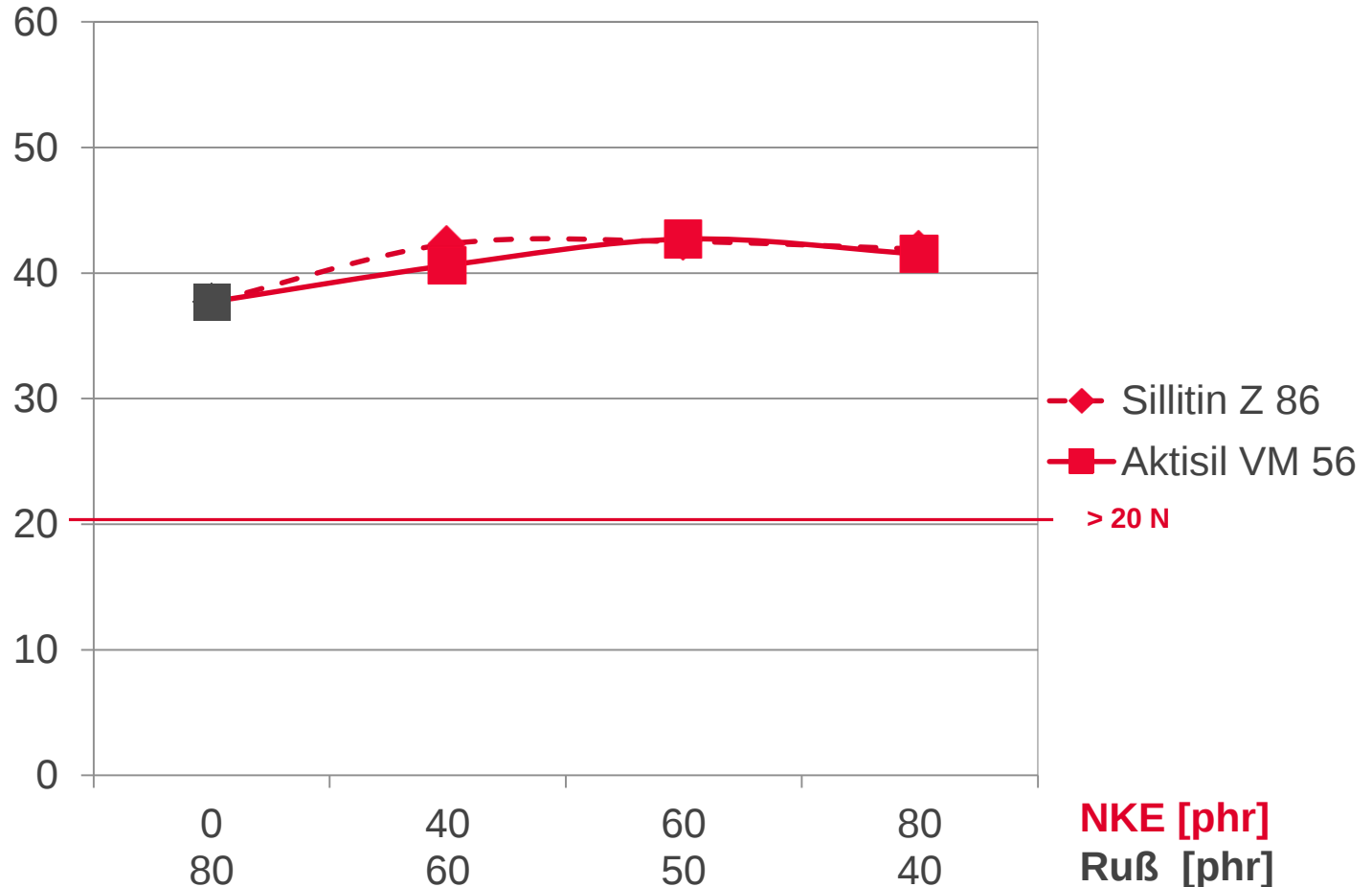


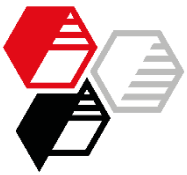
Weiterreißwiderstand

HOFFMANN
MINERAL®

DIN ISO 34-2, A (Delft)

N



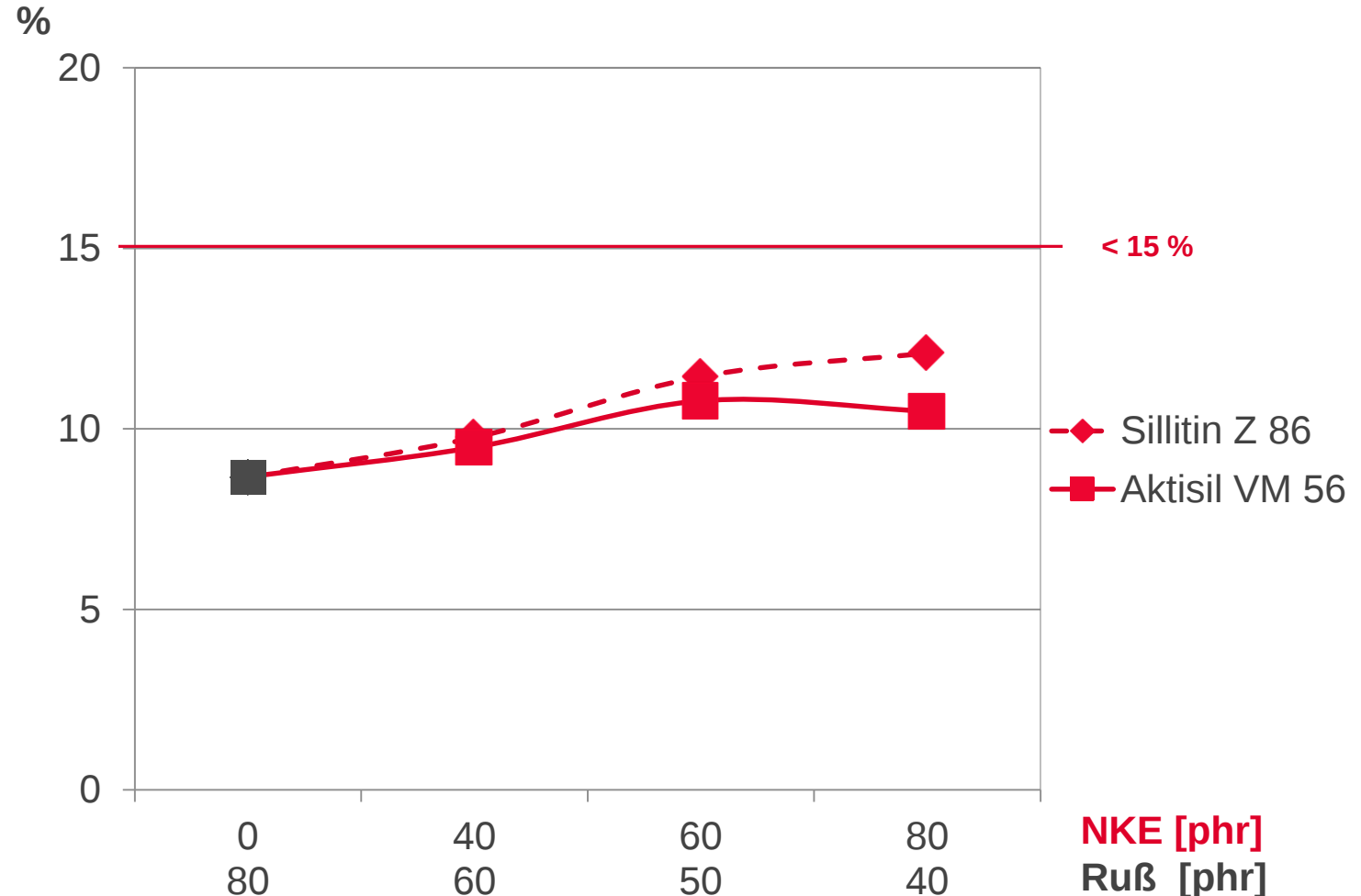


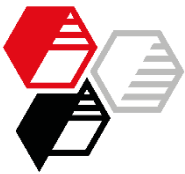
Druckverformungsrest 72 h / 23°C

Vulkanisationszeit $t_{90} + 10$ %

HOFFMANN
MINERAL®

DIN ISO 815-1 B, 25 % Deformation



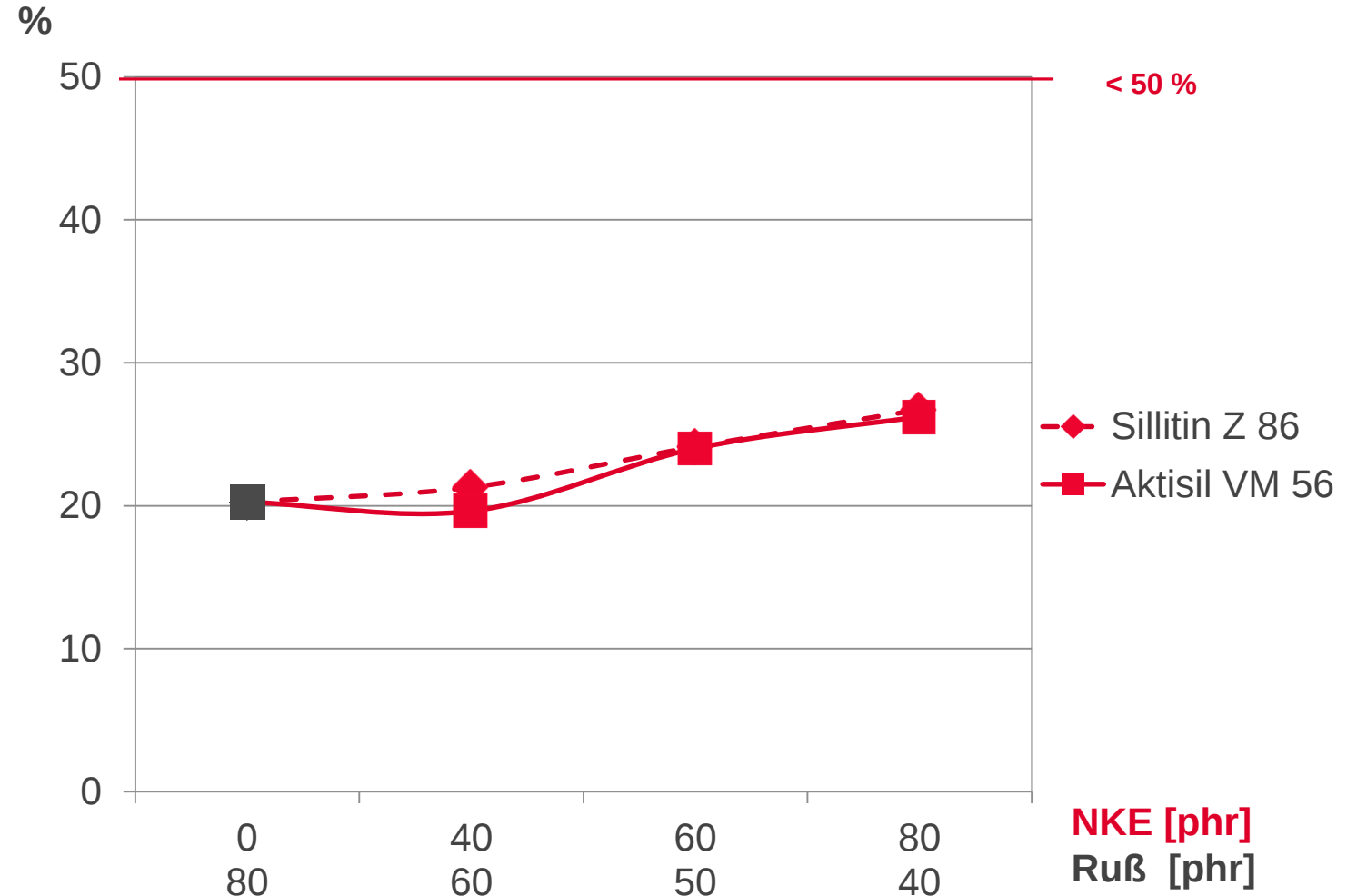


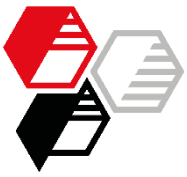
Druckverformungsrest 72 h / -10 °C

Vulkanisationszeit $t_{90} + 10$ %

HOFFMANN
MINERAL®

DIN ISO 815-2 B, 25 % Deformation



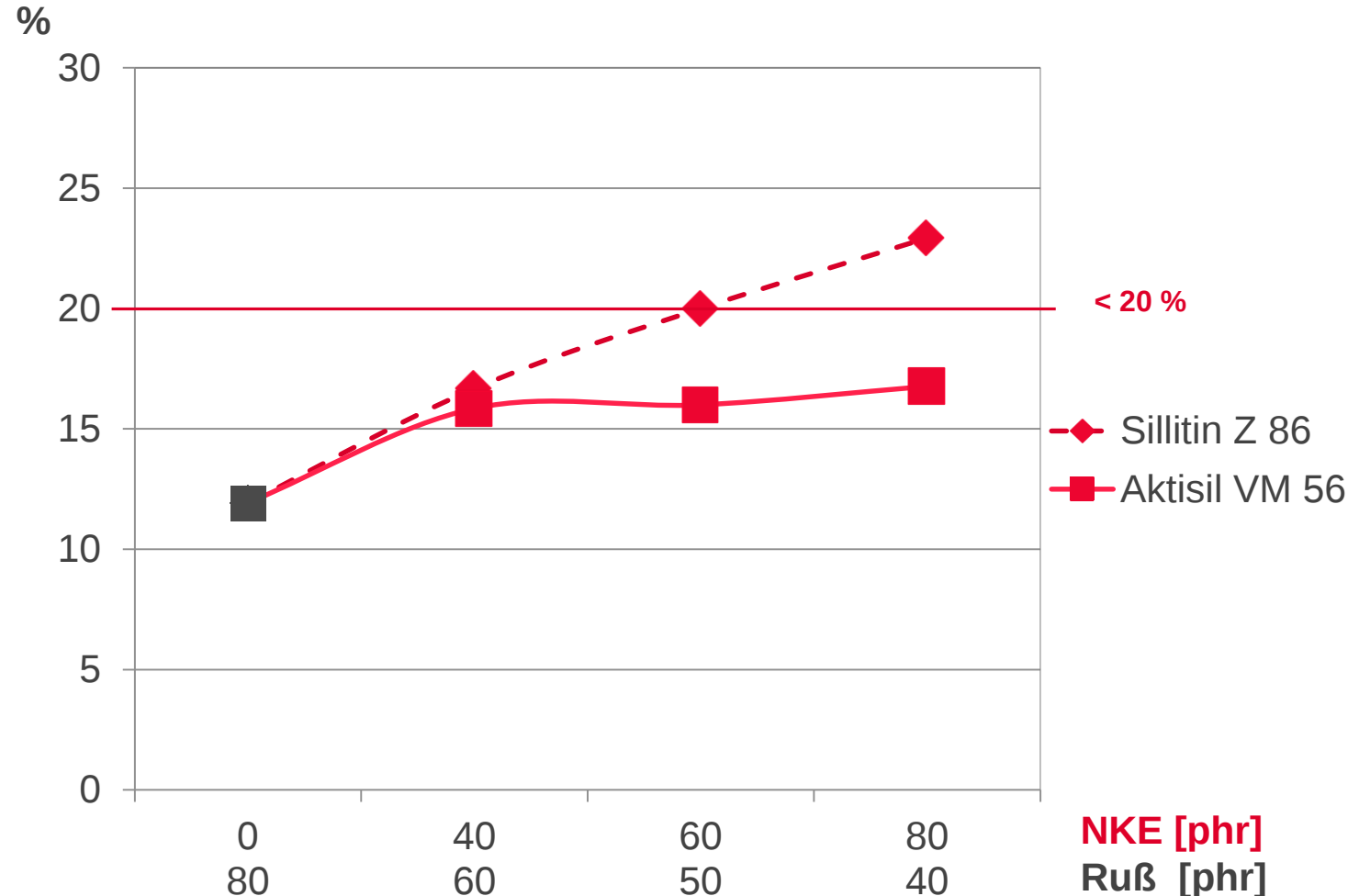


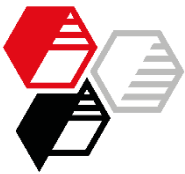
Druckverformungsrest 24 h / 125 °C

Vulkanisationszeit $t_{90} + 10$ %

HOFFMANN
MINERAL®

DIN ISO 815-1 B, 25 % Deformation

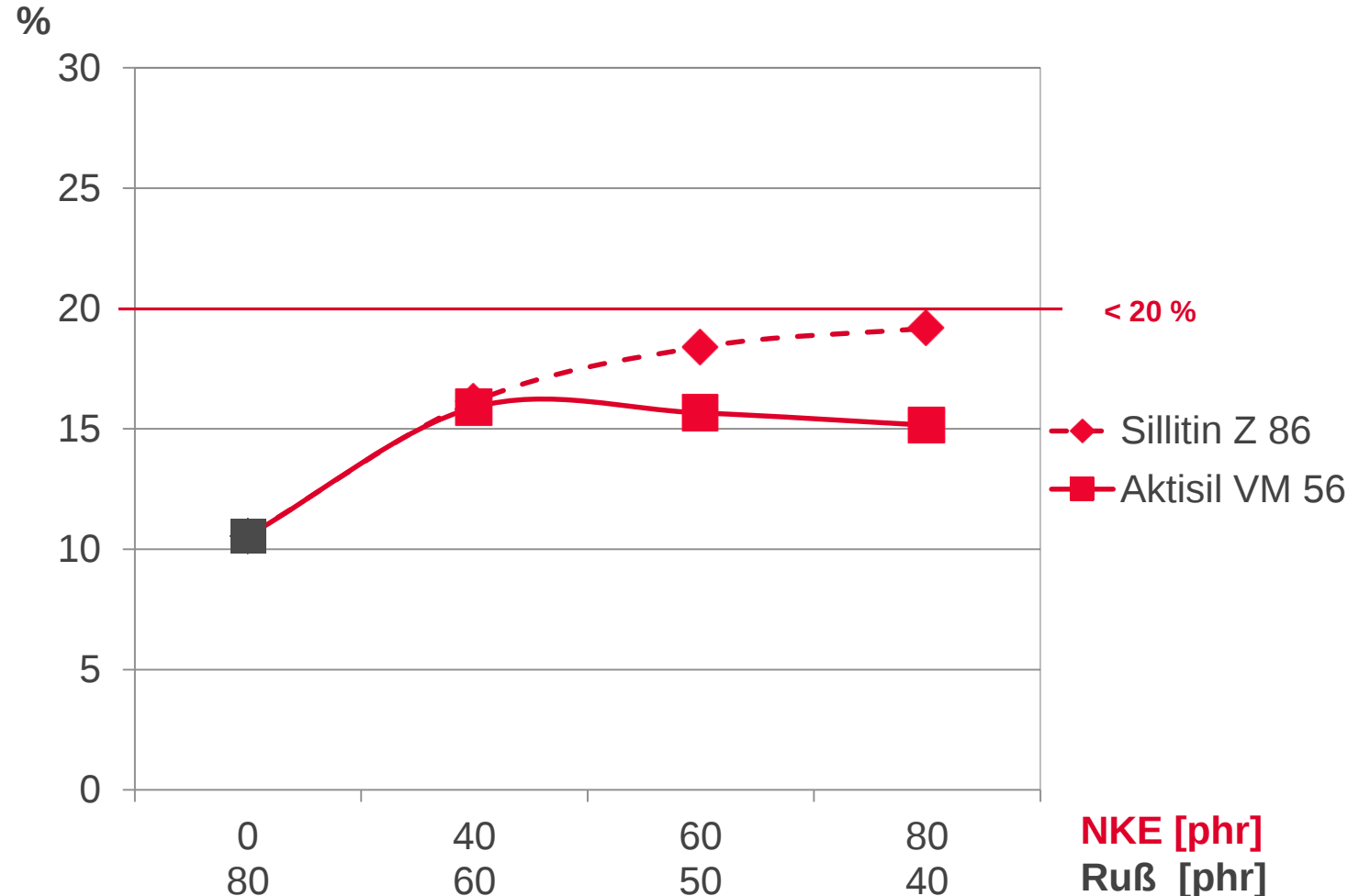


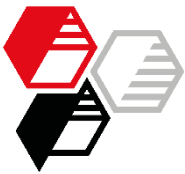


Druckverformungsrest 24 h / 125 °C Vulkanisationszeit 12 min.

**HOFFMANN
MINERAL®**

DIN ISO 815-1 B, 25 % Deformation

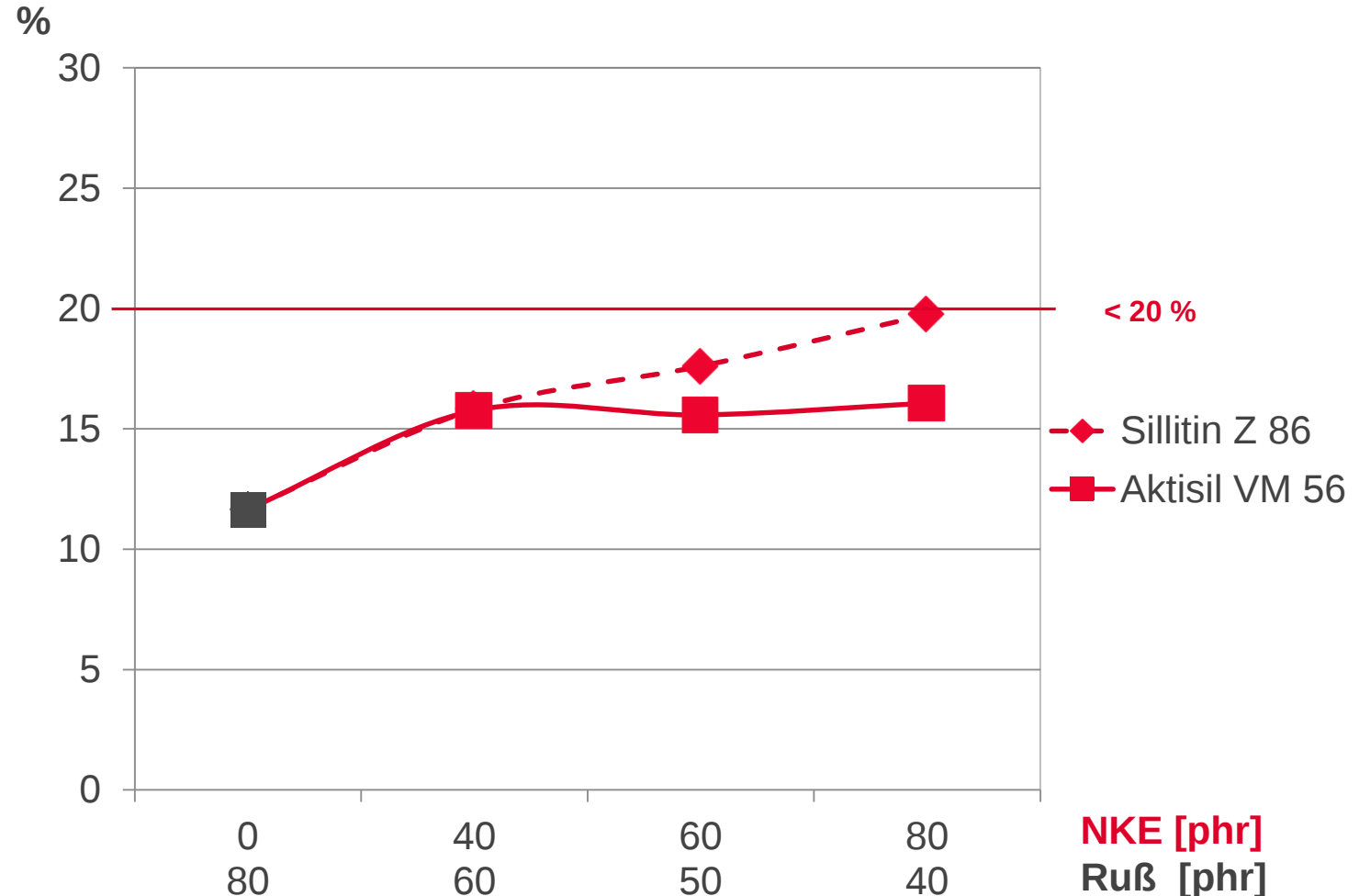


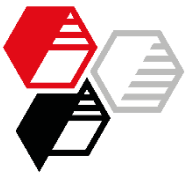


Druckverformungsrest 24 h / 125 °C Temperung 2 h / 125 °C

**HOFFMANN
MINERAL®**

DIN ISO 815-1 B, 25 % Deformation



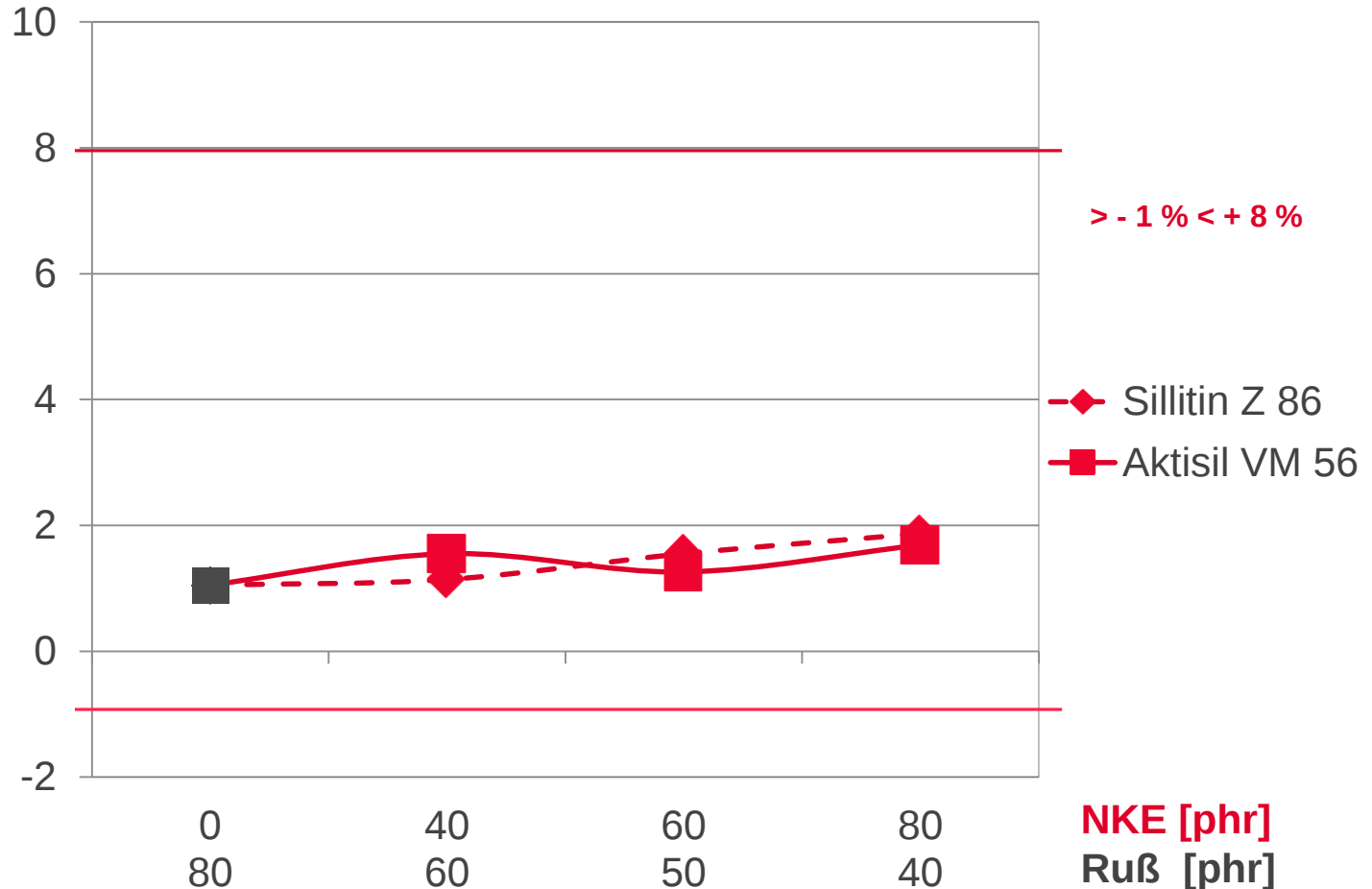


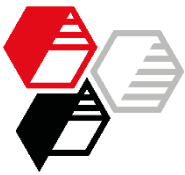
Lagerung in dest. Wasser Volumenänderung

**HOFFMANN
MINERAL®**

168 h / 95 °C

%



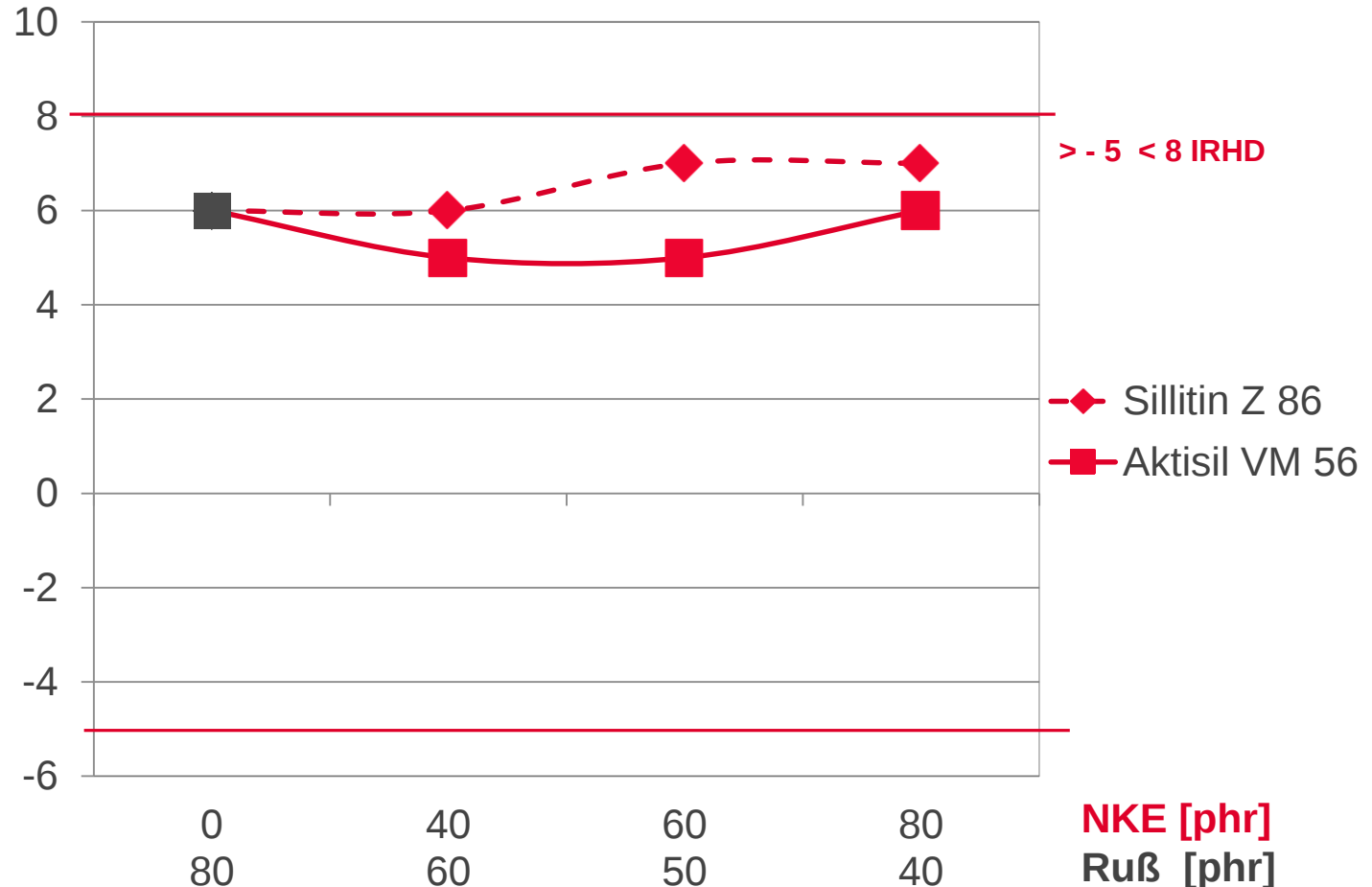


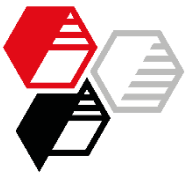
Alterung in Heißluft Härteänderung

**HOFFMANN
MINERAL®**

168 h / 125 °C

Shore A



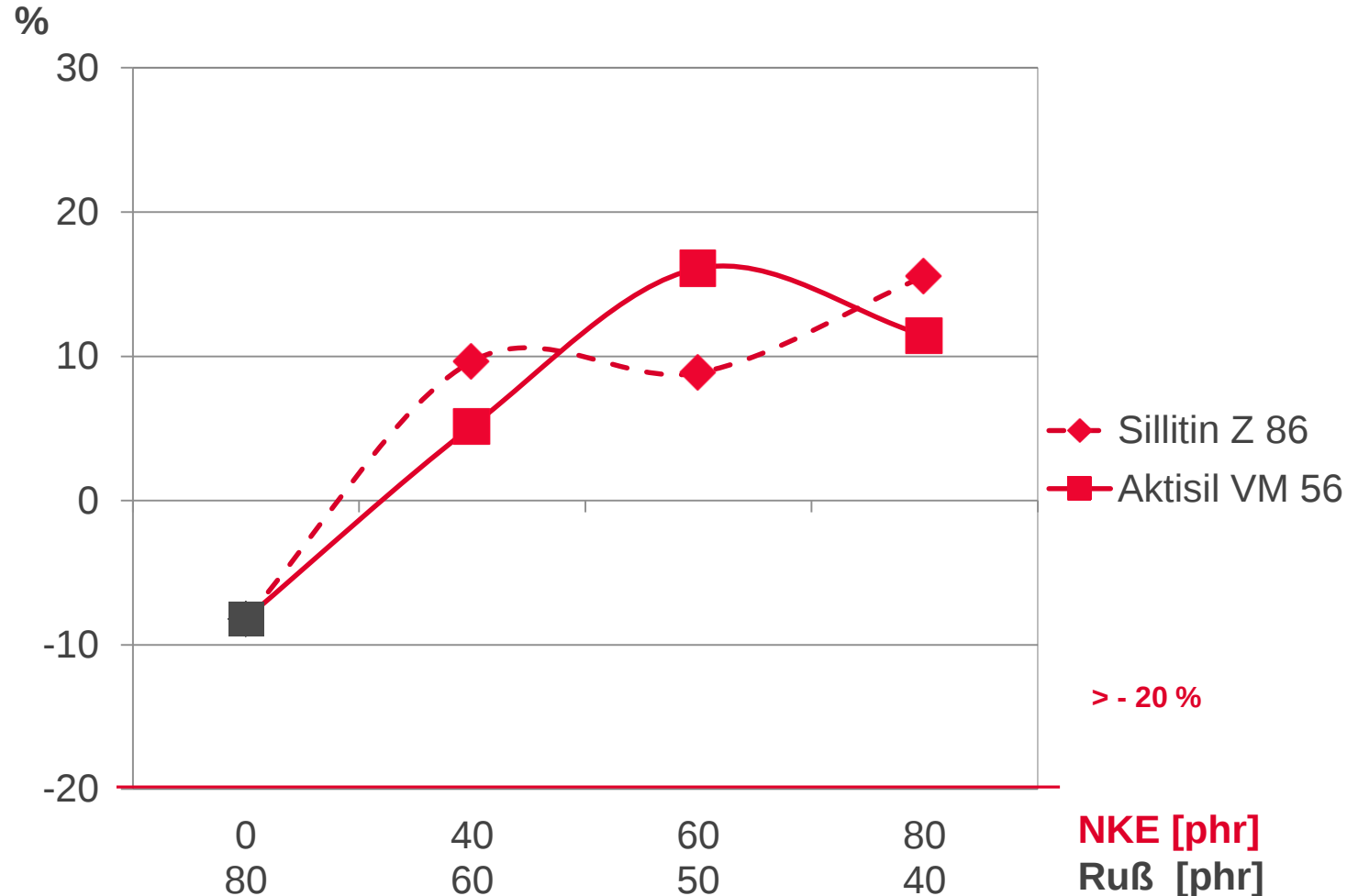


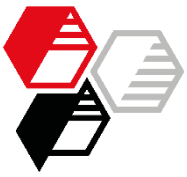
Alterung in Heißluft

Änderung Zugfestigkeit

HOFFMANN
MINERAL®

168 h / 125 °C





Alterung in Heißluft

Änderung Reißdehnung

HOFFMANN
MINERAL®

168 h / 125 °C

% rel.

10

0

-10

-20

-30

-40

-50

> - 30 % < 10 %

◆ Sillitin Z 86
■ Aktisil VM 56

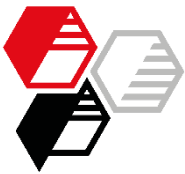
0
80

40
60

60
50

80
40

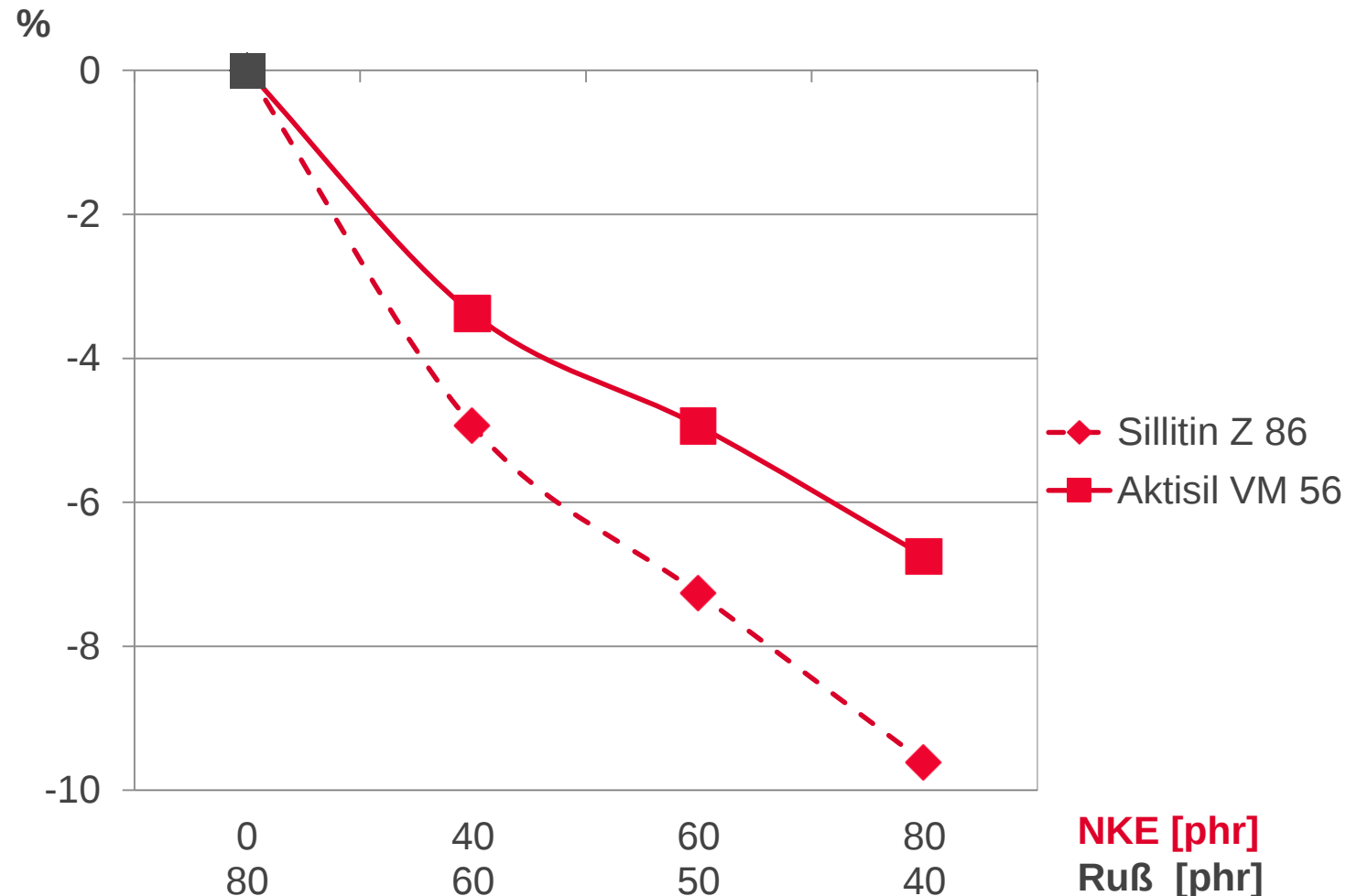
NKE [phr]
Ruß [phr]

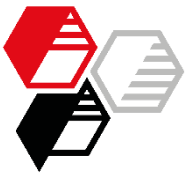


Kostenaspekte

HOFFMANN
MINERAL®

bezogen auf Literpreis der Mischung, Deutschland September 2021

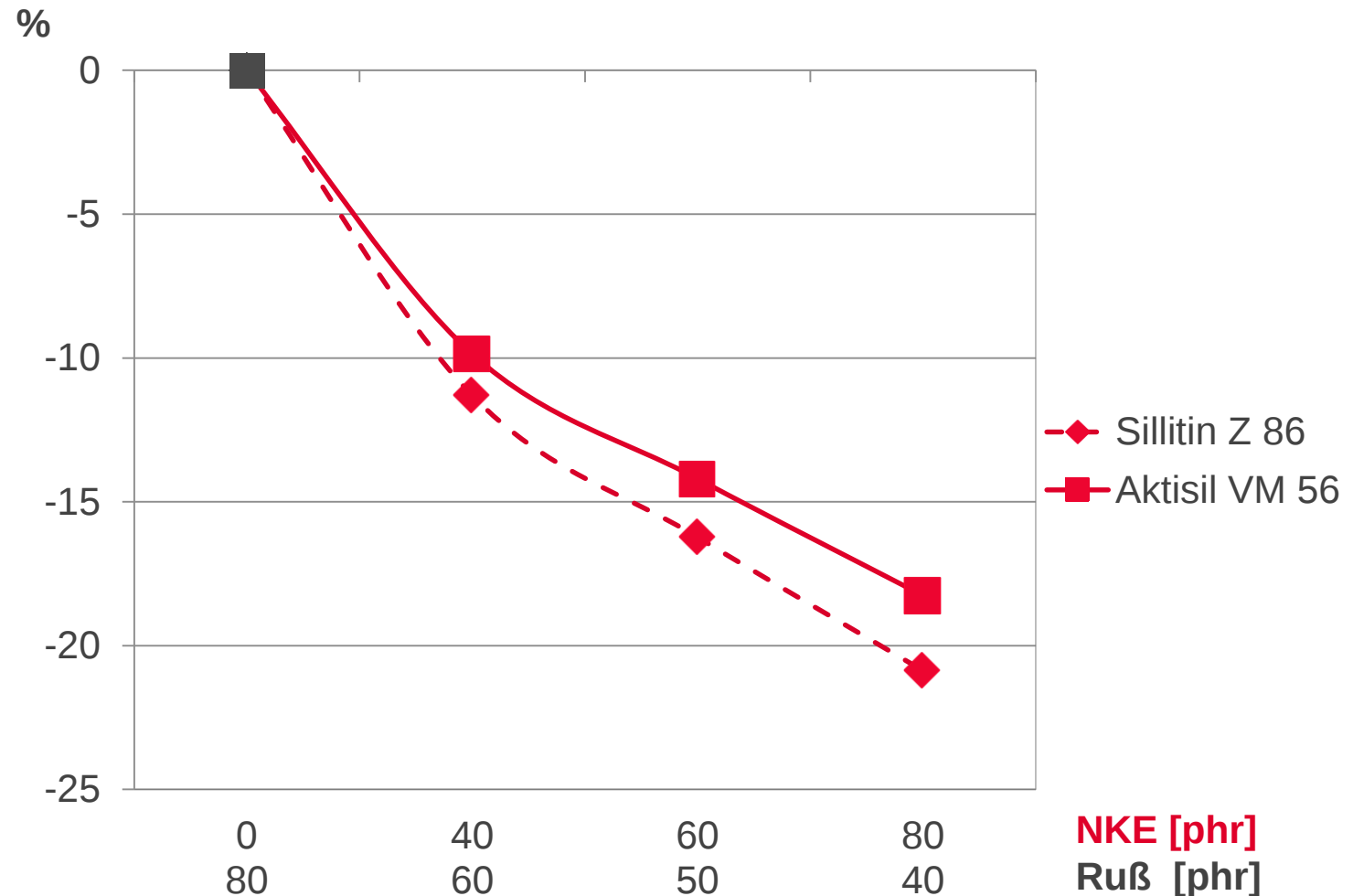


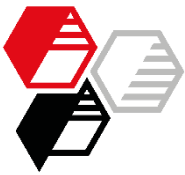


Kostenaspekte

HOFFMANN
MINERAL®

bezogen auf kg – Preis der Mischung, Deutschland September 2021





Zusammenfassung 1

Aktisil VM 56

- Deutliche Kostensenkung.
- Erfüllt das Anforderungsprofil der Norm auch bis 50 % Rußaustausch auf hohem Niveau.
- Niedrigere Mooney-Viskosität und kürzere Vulkanisationszeit t_{90} .

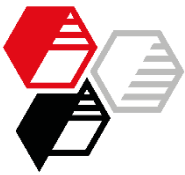
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Zusammenfassung 2

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

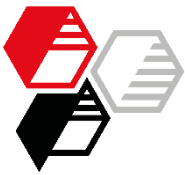
ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Sillitin Z 86

- Noch deutlicheres Kostensenkungspotential als mit Aktisil VM 56.
- Positiver Effekt auf Weiterreißwiderstand DIN ISO 34-1 Streifenprobe.
- Niedrigere Mooney-Viskosität und kürzere Vulkanisationszeit t_{90} .
- 25 % Rußaustausch erfüllen Anforderungsprofil .
- 37 % Rußaustausch erfordert längere Vulkanisationszeit oder Temperung wegen Druckverformungsrestanforderung, Reißdehnungsänderung nach Heißluftalterung grenzwertig.
- 50 % Rußaustausch, als kostengünstigste Alternative, erfordert jedoch Rezepturoptimierung: Beispielweise durch Tausch des Alterungsschutzmittel BPH gegen polymeres TMQ verbessern sich sowohl Druckverformungsrest als auch Eigenschaften nach Heißluftalterung deutlich. Polymeres TMQ ist aktuell (Stand September 2021) jedoch nur in Positivliste Teil 2 des Umweltbundesamts genannt.



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.

Ergebnistabelle

EINLEITUNG

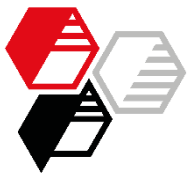
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Purex HS 45	Sillitin Z 86 + Purex HS 45			Aktisil VM 56 + Purex HS 45		
		80 phr	40 phr 60 phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr	40 phr 60phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr
Rheologie								
Mooney Viskosität, ML 1+4, 100 °C	ME	72	63	65	63	64	64	63
Mooney Viskosität, ML 1+4, 120 °C	ME	53	47	50	47	47	48	48
Temperatur Vulkameter	°C	180						
Rotorloses Vulkameter M _{min}	Nm	0,10	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
Rotorloses Vulkameter M _{max}	Nm	0,80	0,76	0,73	0,70	0,79	0,70	0,71
Rotorloses Vulkameter M _{max} -M _{min}	Nm	0,71	0,68	0,65	0,62	0,71	0,62	0,63
Rotorloses Vulkameter V _{max}	Nm/min .	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,25
Rotorloses Vulkameter t ₅	min.	0,47	0,48	0,47	0,46	0,48	0,47	0,45
Rotorloses Vulkameter t ₉₀	min.	7,0	6,6	6,3	6,1	6,6	6,4	6,2



Ergebnistabelle

**HOFFMANN
MINERAL®**

EINLEITUNG

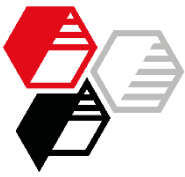
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Purex HS 45	Sillitin Z 86 + Purex HS 45			Aktisil VM 56 + Purex HS 45		
		80 phr	40 phr 60 phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr	40 phr 60phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr
Mechanische Eigenschaften nach Vulkanisation								
Härte	Sh. A	69	67	67	65	68	67	67
Zugfestigkeit	MPa	16	14	12	11	16	14	13
Spannungswert 100 %	MPa	5,0	4,7	4,6	3,8	5,5	5,2	5,3
Reißdehnung	%	222	262	279	330	228	223	223
Weiterreißwiderstand Streifenprobe	N/mm	3,5	5,1	5,9	7,5	4,1	4,7	4,3
Weiterreißwiderstand Delft	N	38	42	43	42	41	43	42
Druckverformungsrest, 72 h / 23 °C, 25 % Def.	%	8,7	9,8	11	12	9,5	11	10
Druckverformungsrest, 72 h / -10 °C, 25 % Def.	%	20	21	24	27	20	24	26
Druckverformungsrest, 24 h / 125 °C, 25 % Def. Vulkanisation $t_{90} + 10$ %	%	12	17	20	23	16	16	17
Druckverformungsrest, 24 h / 125 °C, 25 % Def. Vulkanisation 12 min.	%	11	16	18	19	16	16	15
Druckverformungsrest, 24 h / 125 °C, 25 % Def. Temperung 2 h / 125 °C	%	12	16	18	20	16	16	16



Ergebnistabelle

**HOFFMANN
MINERAL®**

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Purex HS 45	Sillitin Z 86 + Purex HS 45			Aktisil VM 56 + Purex HS 45		
		80 phr	40 phr 60 phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr	40 phr 60phr	60 phr 50 phr	80 phr 40 phr
Mechanische Eigenschaften nach Lagerung in dest. Wasser 168 h / 95 °C								
Härte	Sh. A	70	67	66	64	69	68	67
Zugfestigkeit	MPa	17	15	13	11	16	14	14
Reißdehnung	%	208	289	325	391	239	247	250
Δ Härte	Sh. A	+1	0	-1	-1	+1	+1	0
Δ Zugfestigkeit	%	+3,8	+6,5	+9,5	+4,6	-2,3	+2,4	+2,0
Δ Reißdehnung	%	-6,4	+10	+16	+18	+5,0	+11	+12
Volumenänderung	%	+1,1	+1,1	+1,6	+1,9	+1,6	+1,3	+1,7
Mechanische Eigenschaften nach Lagerung in Heißluft 168 h / 125 °C								
Härte	Sh. A	75	73	74	72	73	72	73
Zugfestigkeit	MPa	17	15	14	13	15	16	15
Reißdehnung	%	169	194	212	215	170	188	176
Δ Härte	Sh. A	+6	+6	+7	+7	+5	+5	+6
Δ Zugfestigkeit	%	-8,2	+9,7	+8,9	+16	-5,2	-16	-11
Δ Reißdehnung	%	-20	-27	-29	-39	-24	-18	-25