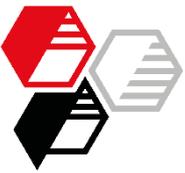


Harnstoffbeständige EPDM-Dichtungen und Schläuche VW TL 52686 Ersatz von Ruß N990 durch Aktisil VM 56



Inhalt

Einleitung

- Status Quo
- Zielsetzung

Experimentelles

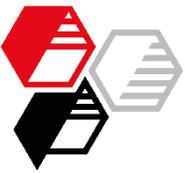
- Rezeptur und Füllstoff
- Mischungs- und Vulkanisatherstellung
- Anforderungen

Ergebnisse

- Rheologie
- mechanische Eigenschaften
- Heißluftalterung
- Lagerung in wässriger Harnstofflösung
- Schlauchextrusion

Zusammenfassung Anhang

- Fazit
- Ergebnistabellen



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

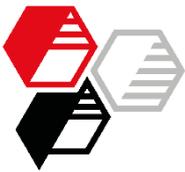
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

VW TL 52686

Elastomerwerkstoffe, beständig gegenüber Harnstoffwasserlösung zur Abgasnachbehandlung (SCR)

- Einsatz von Elastomeren für Dichtungen, wie z.B. O-Ringe (TL 52686-A) und Druck-/Formschläuche (TL 52686-B)
- Verwendung von verschiedenen Polymeren möglich: EPDM, HNBR, TPE-V
- typischerweise eingesetzter Füllstoff: Ruß N990



Zielsetzung

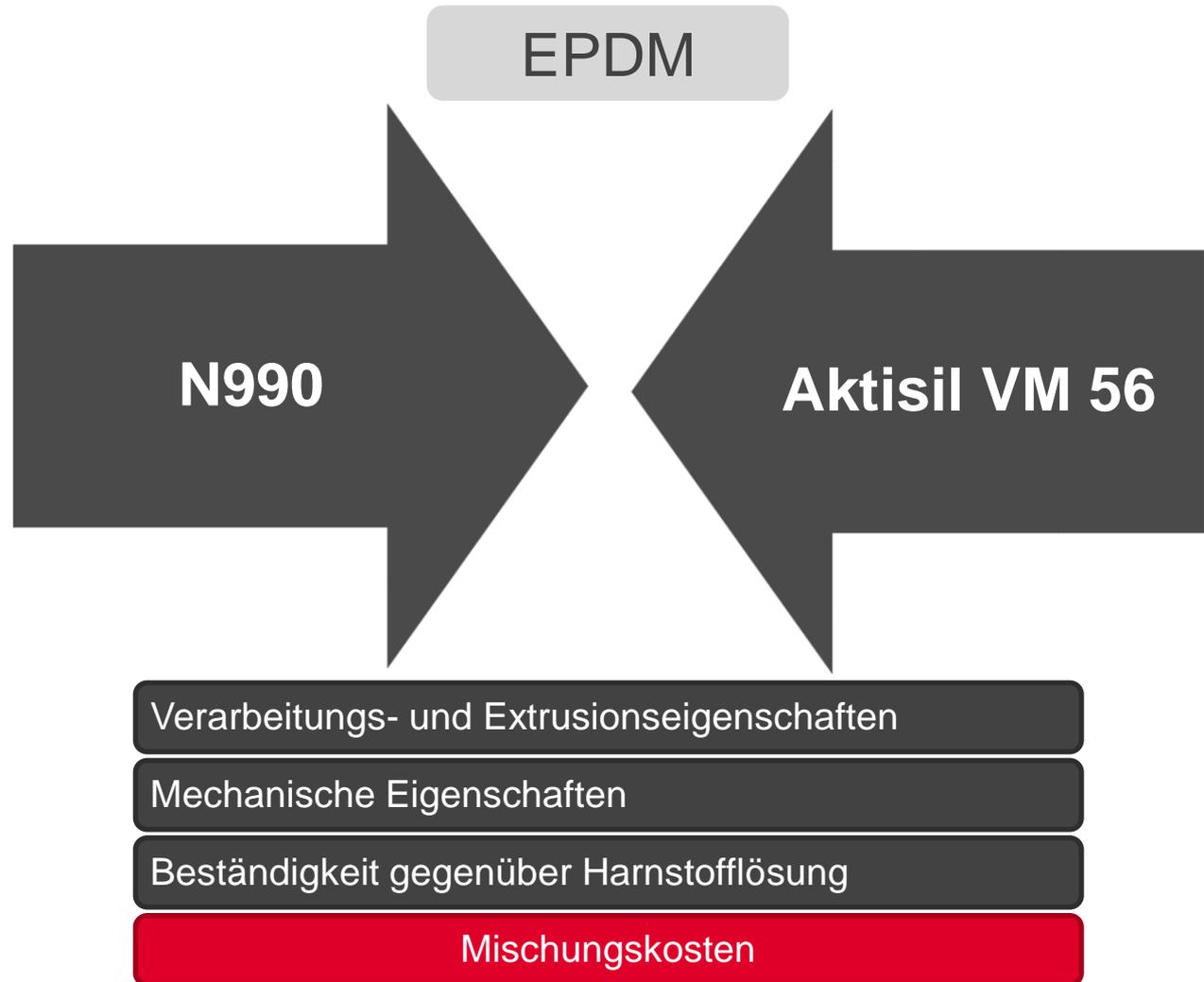
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG





Rezeptur

EINLEITUNG

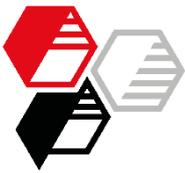
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Rohstoff	Beschreibung	phr	phr
Keltan 4450S	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk amorph, ML 1+4 (125 °C): 42 MU	100	100
Ruß N990	MT Ruß	120	
Aktisil VM 56	NKE, oberflächenbehandelt		120
Process Oil P460	paraffinischer Weichmacher	20	20
Vulkanox HS/LG	TMQ, Antioxidationsmittel	1	1
TAC GR 70	Triallylcyanurat; 70%-ig, Coaktivator	1	1
Perkadox 14-40B-pd-s	Di(tert-butylperoxyisopropyl)benzol, Peroxid, Vernetzer	5	5
Summe		247	247



Füllstoffe und Kennwerte

EINLEITUNG

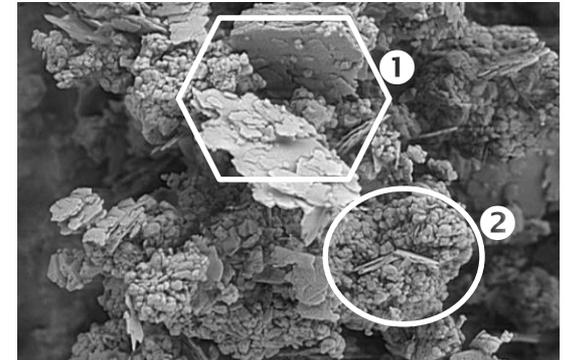
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Ruß N990	Aktisil VM 56
Dichte	[g/cm ³]	1,8	2,6
Korngröße d ₅₀	[µm]		2,2
Korngröße d ₉₇	[µm]		10
Siebrückstand > 40 µm	[mg/kg]		20
Siebrückstand 45 µm/325 mesh	ppm	18	
Ölzahl	[g/100g]		45
DBP-Absorption	[ml/100 g]	38	
Spezifische Oberfläche BET	[m ² /g]		9
CTAB-Oberfläche	[m ² /g]	7	
Funktionalisierung		ohne	Vinyl



- ① lamellar: Kaolinit
- ② korpuskular: Kieselsäure



Mischungsherstellung und Vulkanisation

**HOFFMANN
MINERAL®**

Mischen

Laborwalzwerk	Ø 150 x 300 mm
Batchgröße	ca. 750 g
Walzentemperatur	50 °C
Mischzeit	ca. 15 min.

Vulkanisation Presse

Temperatur	180 °C
Zeit	$t_{90} + 10 \%$

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Übersicht der Anforderungen nach VW TL 52686

**HOFFMANN
MINERAL®**

Ausführung-A (O-Ring) und Ausführung-B (Schlauchinnenseele) 1/2

Mechanische Eigenschaften

Härte	Shore A	65 ± 5
Zugfestigkeit	MPa	≥ 8
Spannungswert 100 %	MPa	≥ 2,5
Reißdehnung	%	≥ 200
Druckverformungsrest 94 h / RT	%	< 20
Druckverformungsrest 22 h / 120 °C	%	< 65

nach Heißluftalterung

bei 120 °C		94 h	504 h
ΔHärte	Shore A	0 bis +5	0 bis +10
Zugfestigkeit	MPa	≥ 8	≥ 8
Reißdehnung	%	≥ 150	≥ 130

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Übersicht der Anforderungen nach VW TL 52686

**HOFFMANN
MINERAL®**

Ausführung-A (O-Ring) und Ausführung-B (Schlauchinnenseele) 2/2

nach Lagerung in Harnstofflösung, 32 %-ig, ISO 22241

bei 80 °C		94 h	504 h
ΔHärte	Shore A	± 5	± 5
Zugfestigkeit	MPa	≥ 8	≥ 8
Reißdehnung	%	≥ 200	≥ 200
ΔGewicht	%	0 bis +3	0 bis +5

- **Prüfungen**

In Anlehnung an DIN mit Prüfparametern VW-Norm TL 52686

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

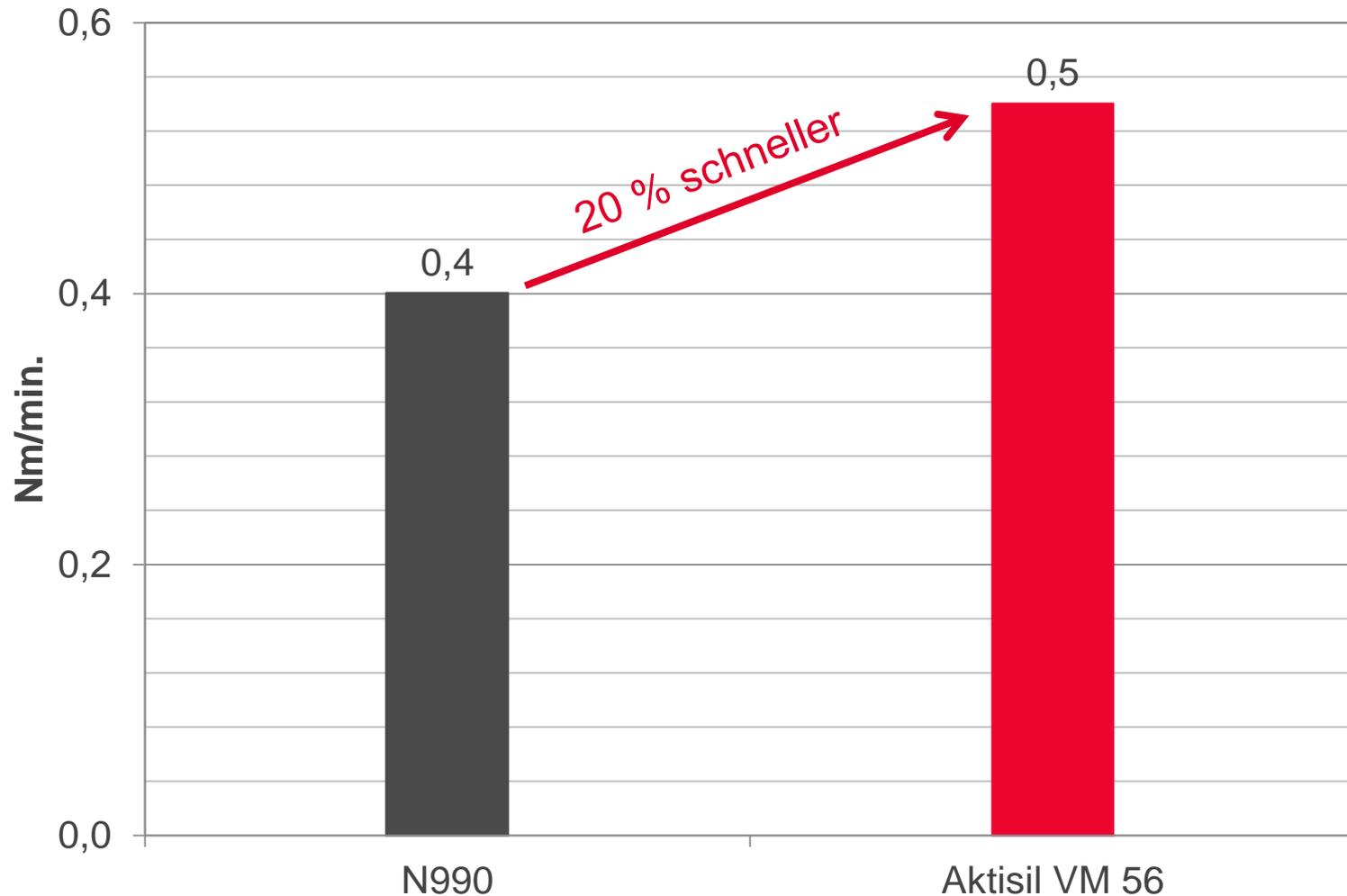


Rotorloses Vulkameter

Vulk. Geschwindigkeit, 180 °C

HOFFMANN
MINERAL®

DIN 53 529-A3, 0,2° Auslenkung – Göttfert Elastograph



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

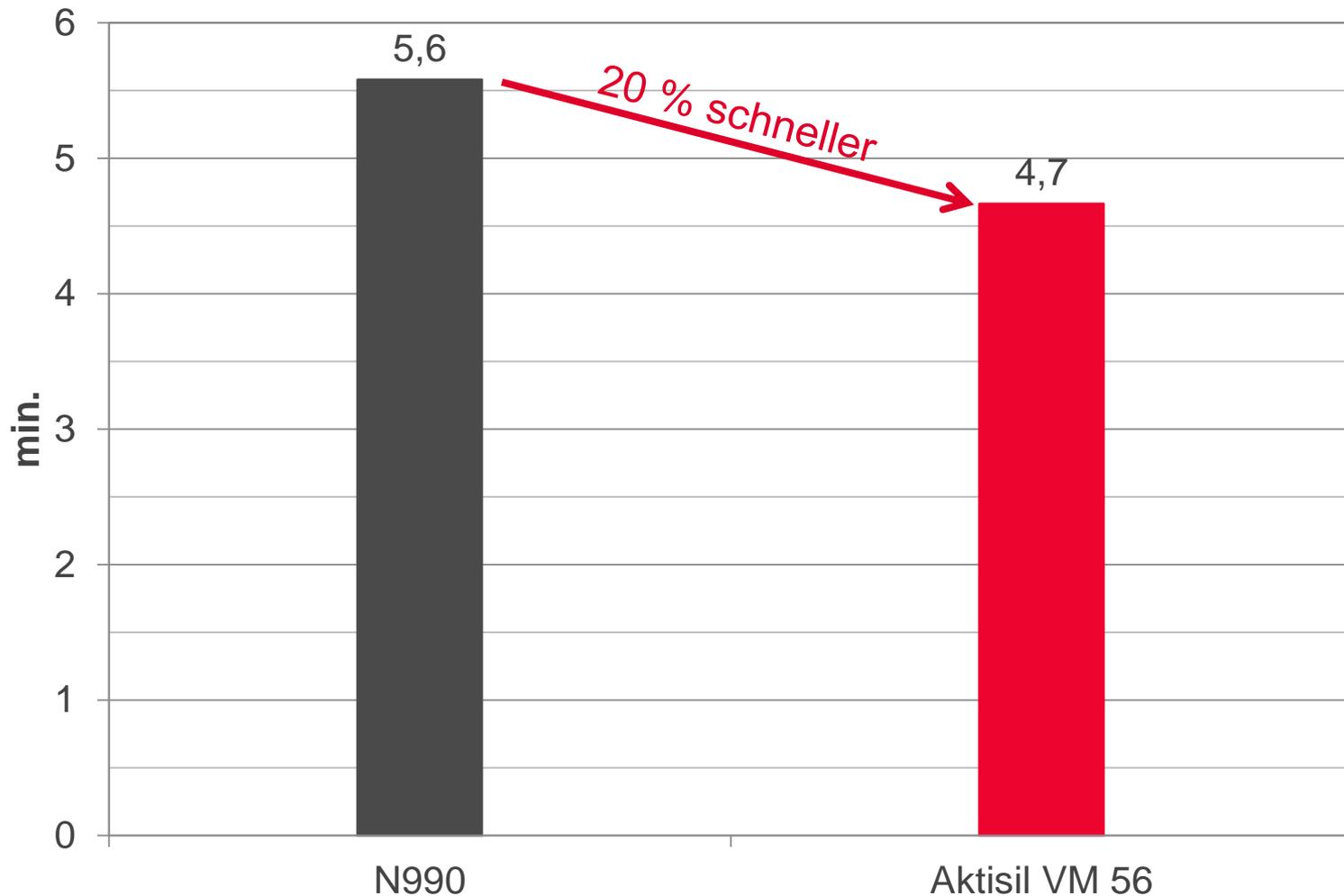


Rotorloses Vulkameter

Umsatzzeit t_{90} , 180 °C

HOFFMANN
MINERAL®

DIN 53 529-A3, 0,2° Auslenkung – Götffert Elastograph



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

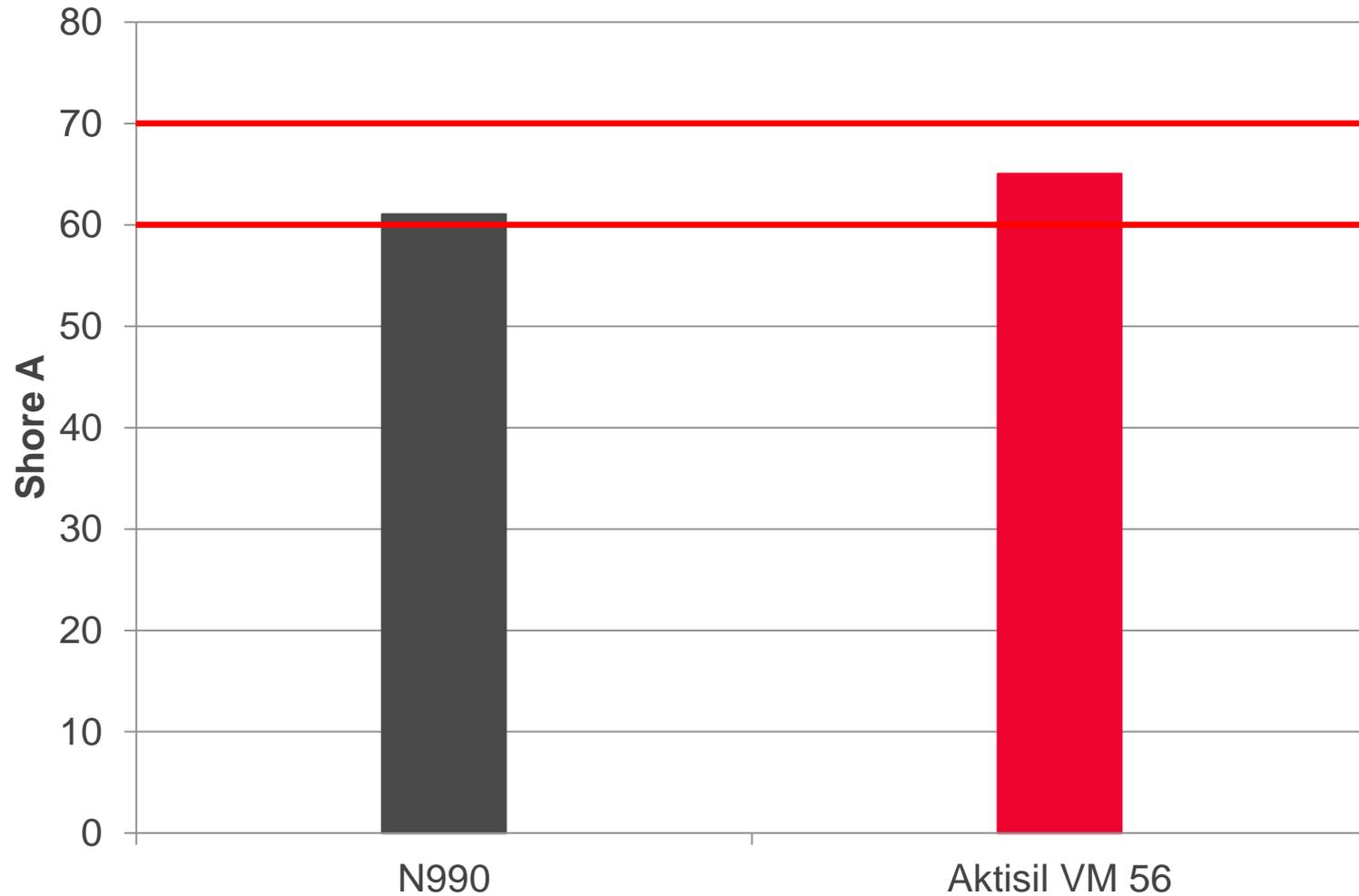
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Härte

DIN ISO 7619-1, S2 Stab



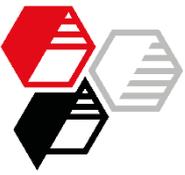
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

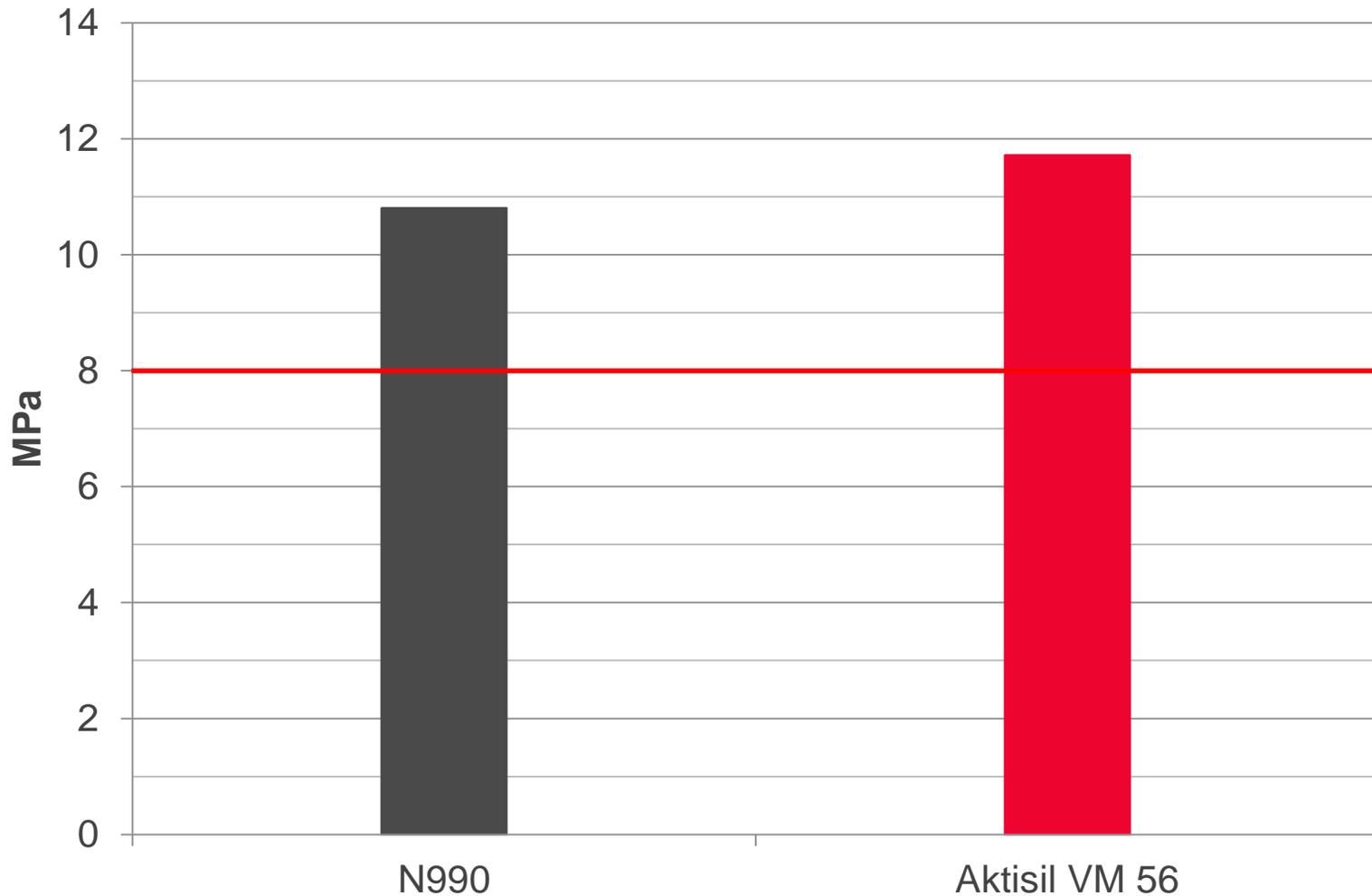
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Zugfestigkeit

DIN 53 504, S2



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

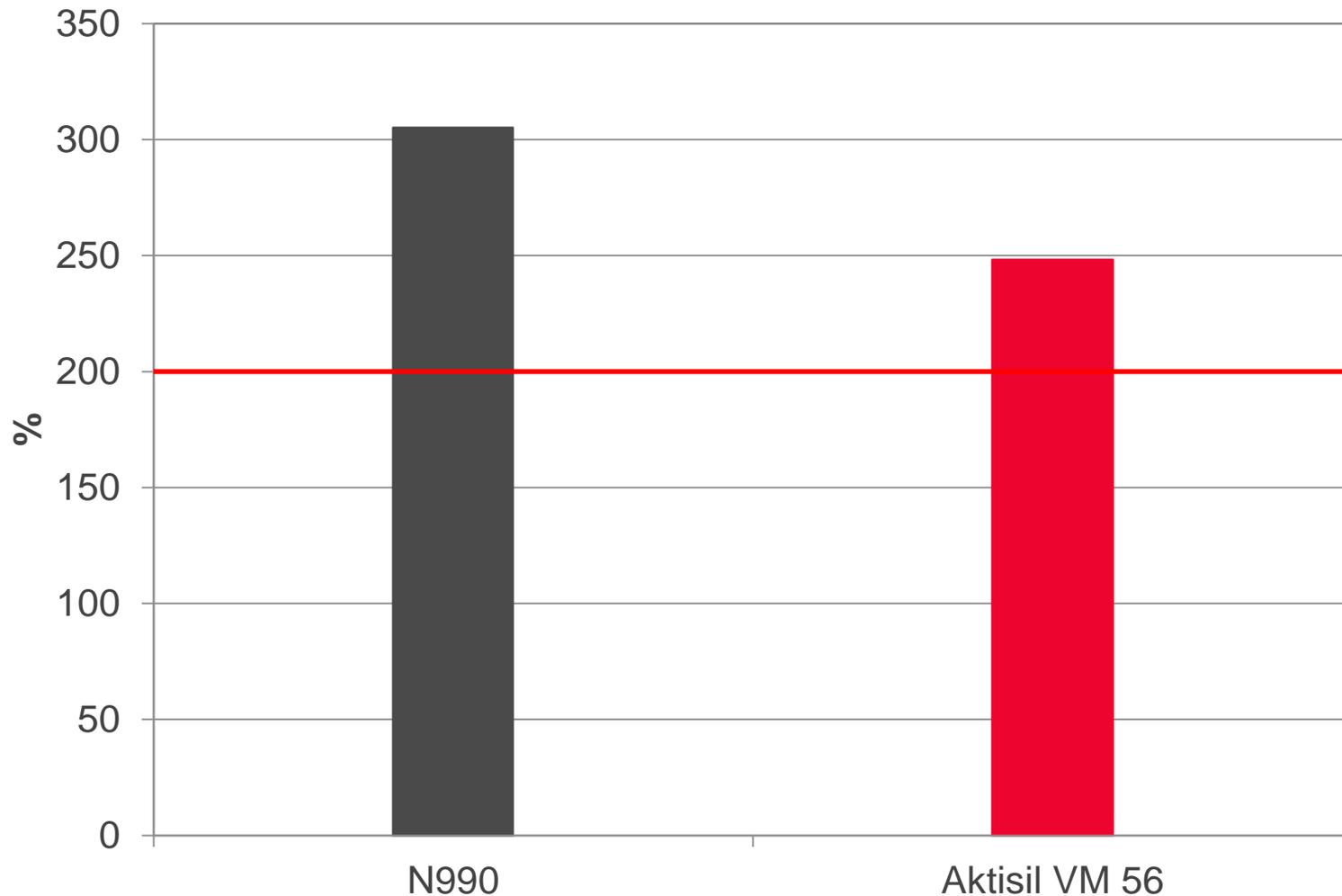
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Reißdehnung

DIN 53 504, S2



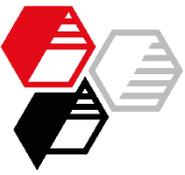
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

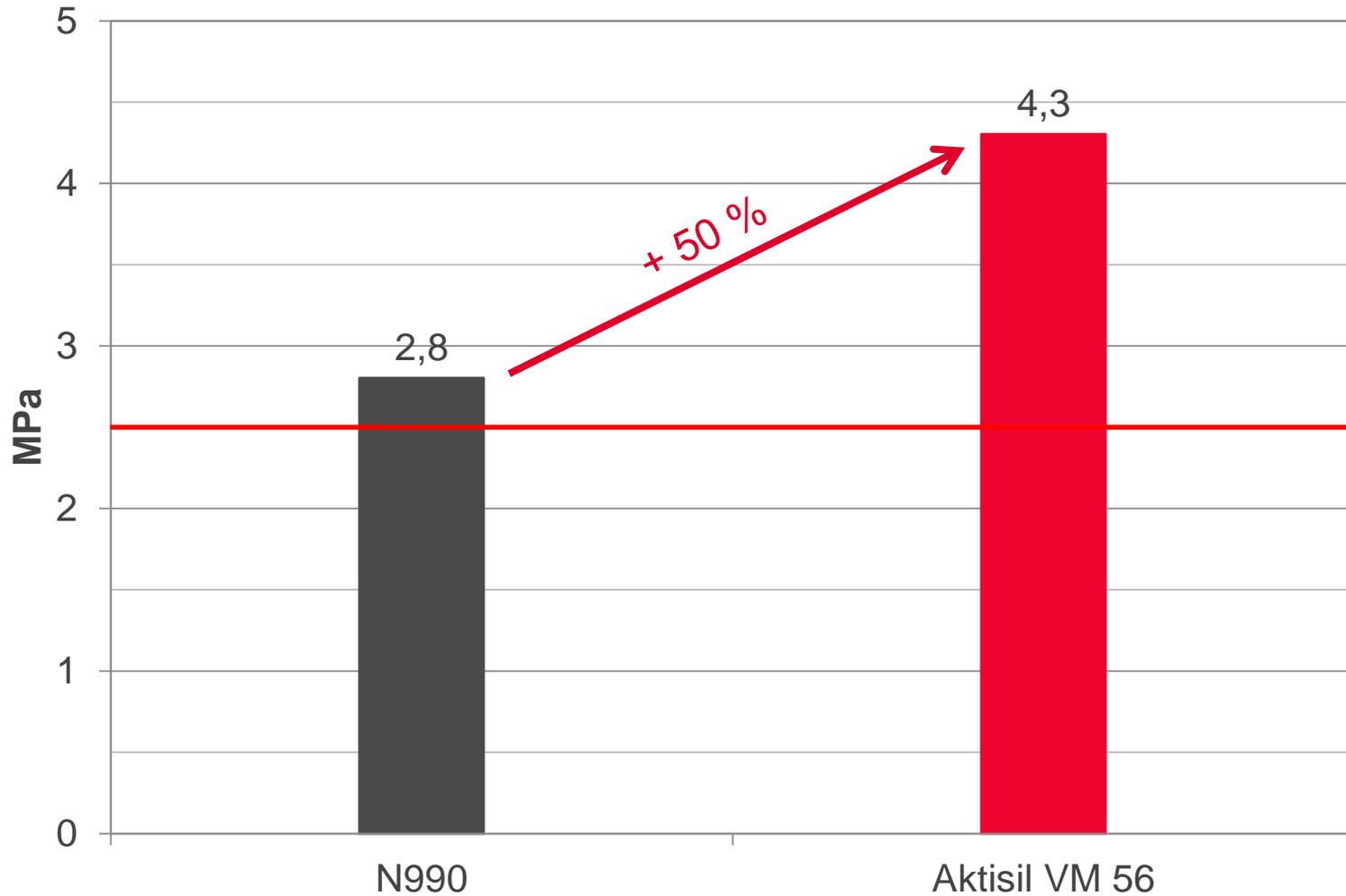
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Spannungswert 100 %

DIN 53 504, S2



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

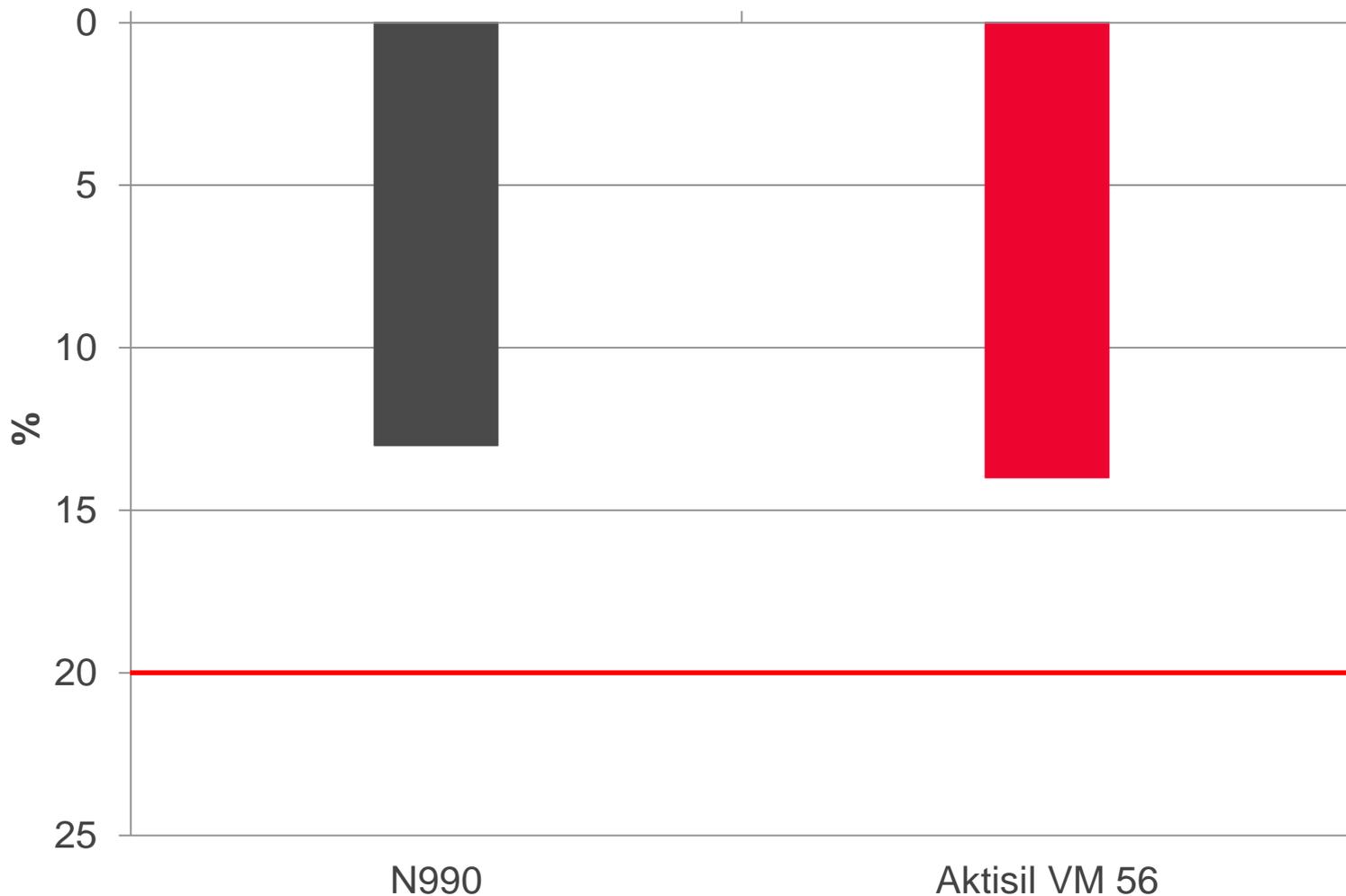


Druckverformungsrest

94 h / 23 °C

**HOFFMANN
MINERAL®**

P-VW 3307, 50 % Verf., 5 sec Relaxation



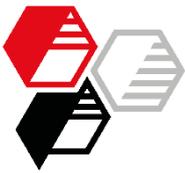
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

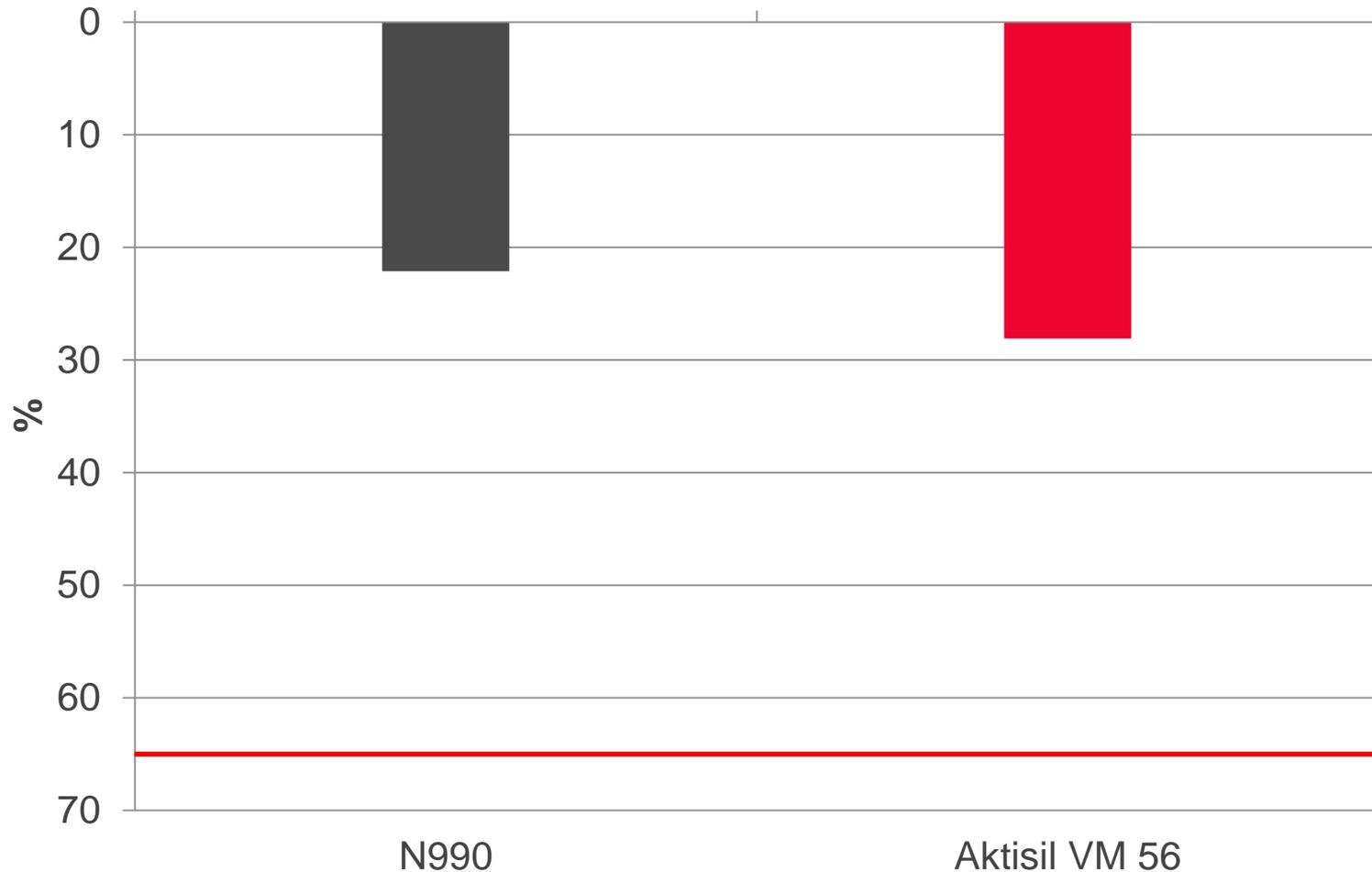


Druckverformungsrest

22 h / 120 °C

**HOFFMANN
MINERAL®**

P-VW 3307, 50 % Verf., 3 h Abkühlen, 5 sec Relaxation



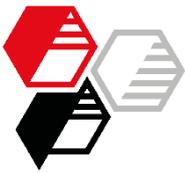
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

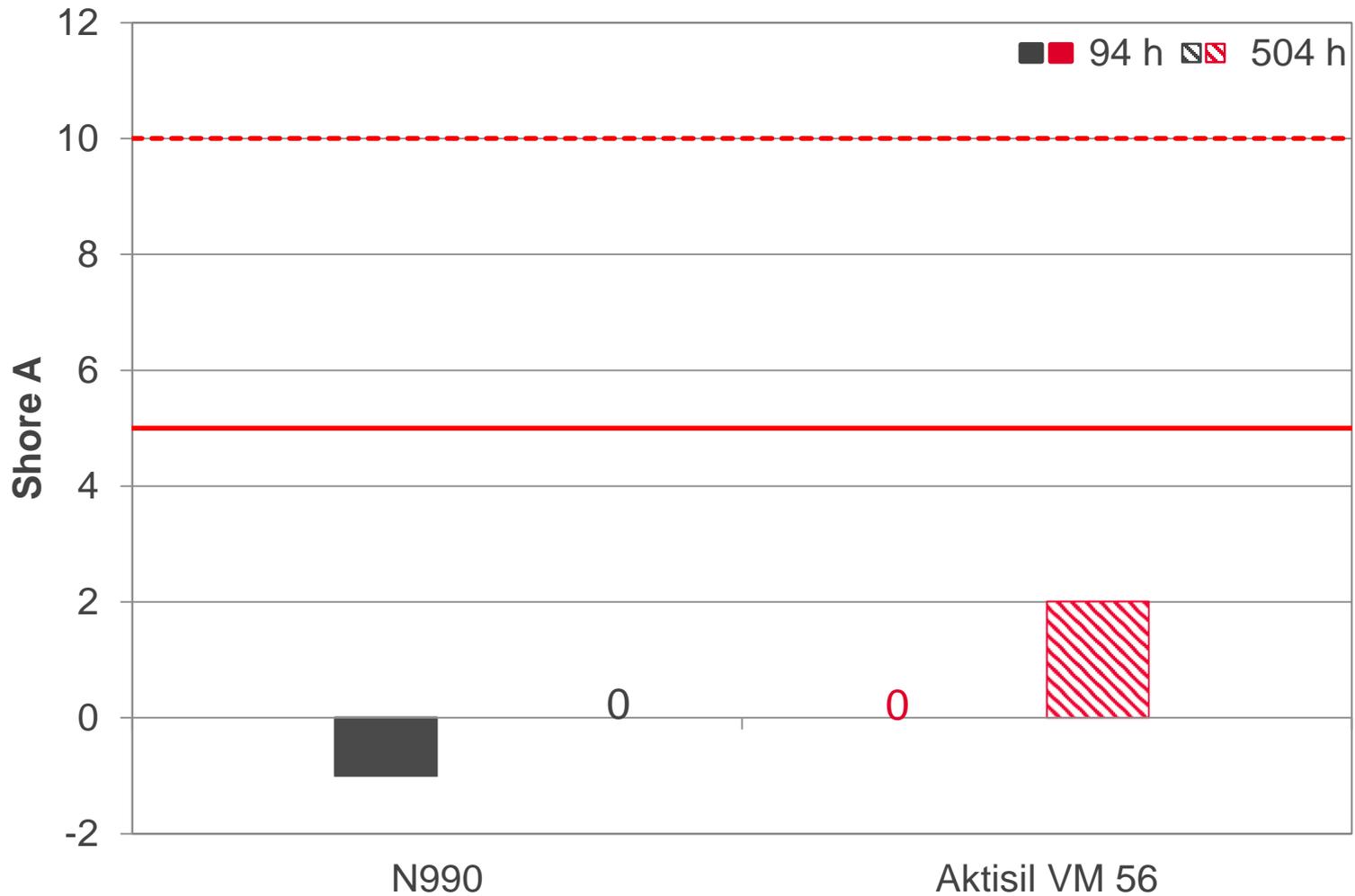


Heißluftalterung Härteänderung

**HOFFMANN
MINERAL®**

120 °C

— 94 h
- - - 504 h



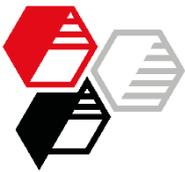
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

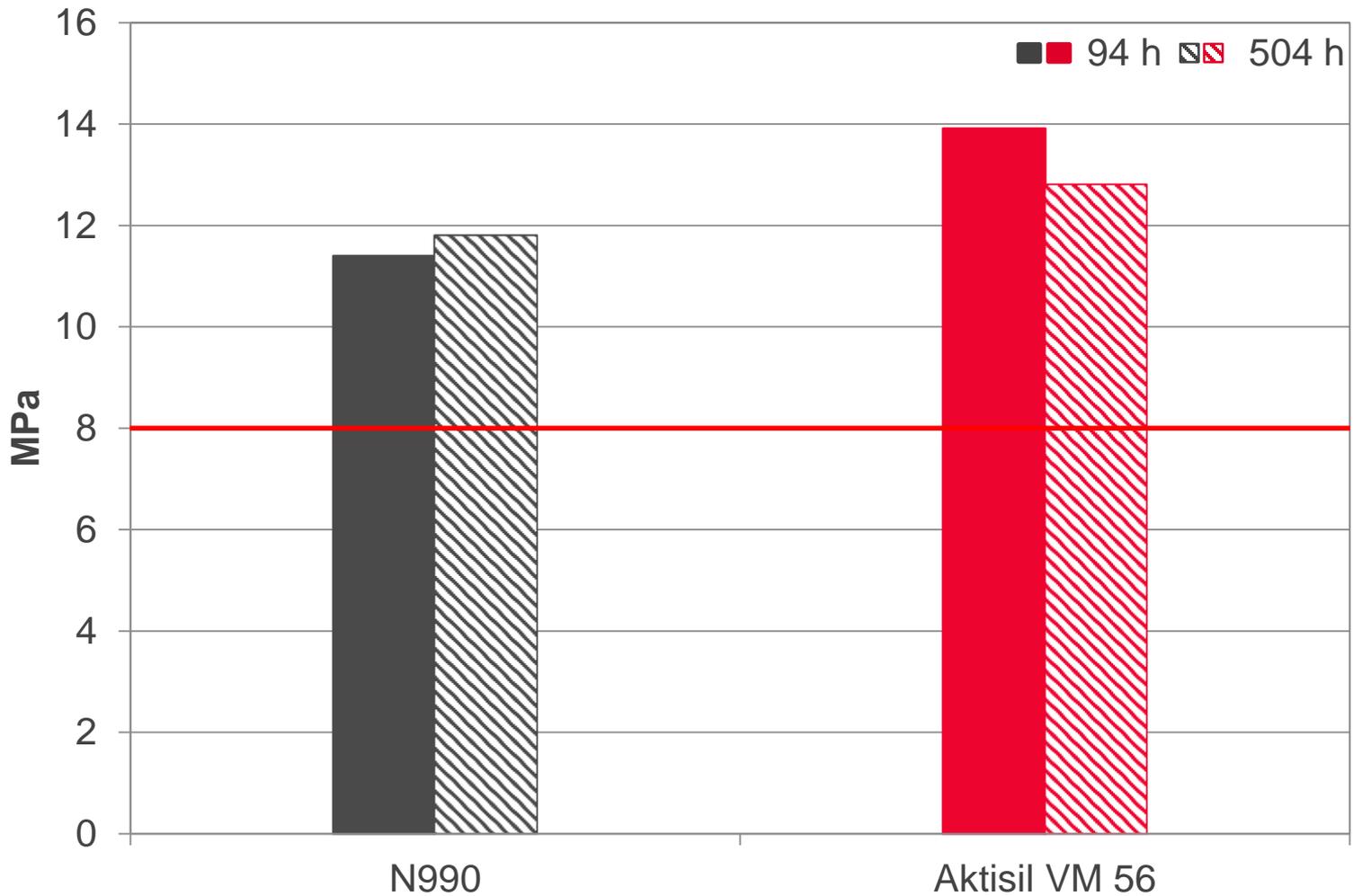
ANHANG



Heißluftalterung Zugfestigkeit

**HOFFMANN
MINERAL®**

120 °C



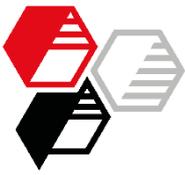
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

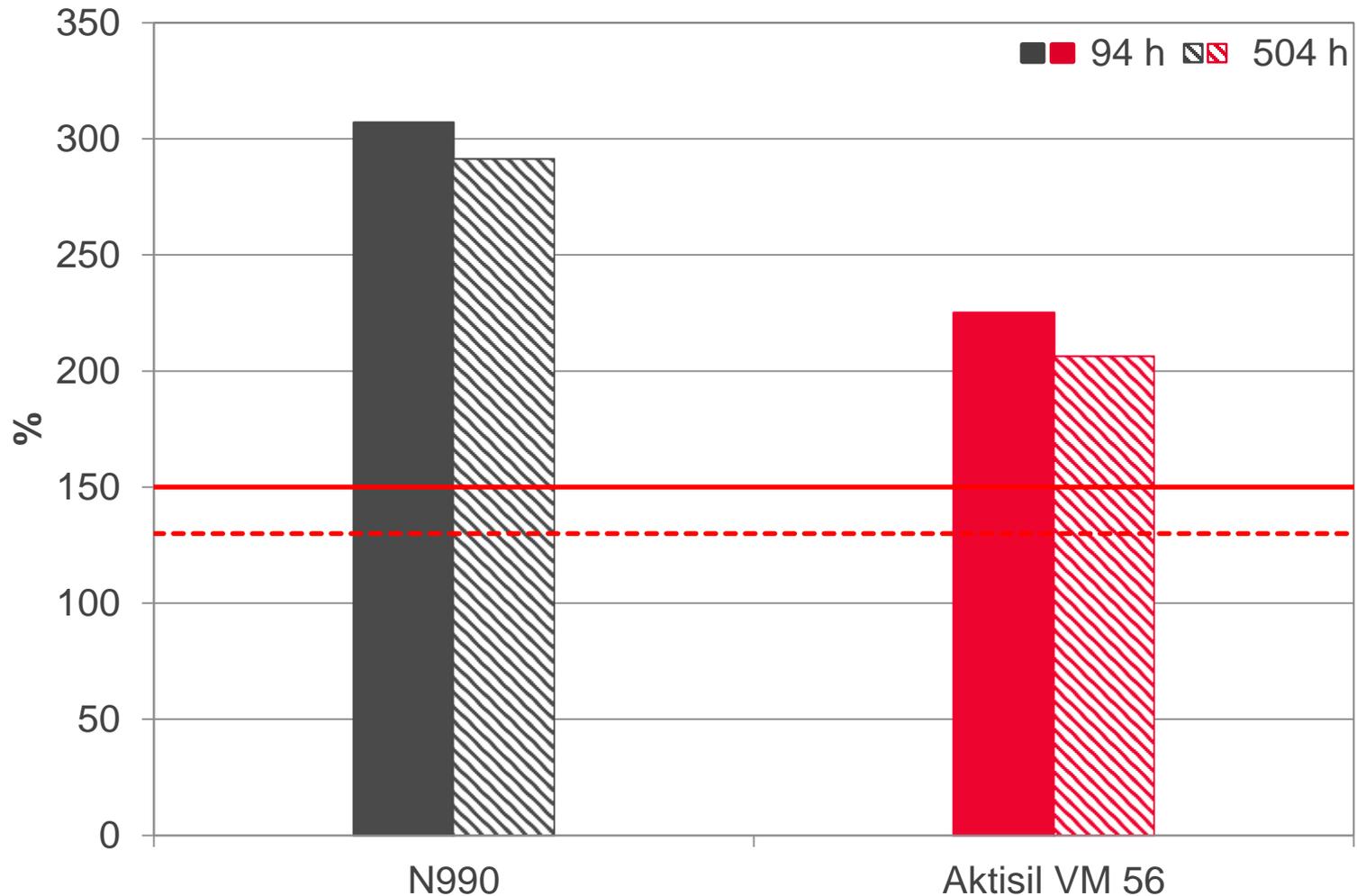


Heißluftalterung Reißdehnung

**HOFFMANN
MINERAL®**

120 °C

— 94 h
- - - 504 h



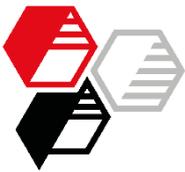
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Lagerung in Harnstofflösung

Härteänderung

HOFFMANN
MINERAL®

EINLEITUNG

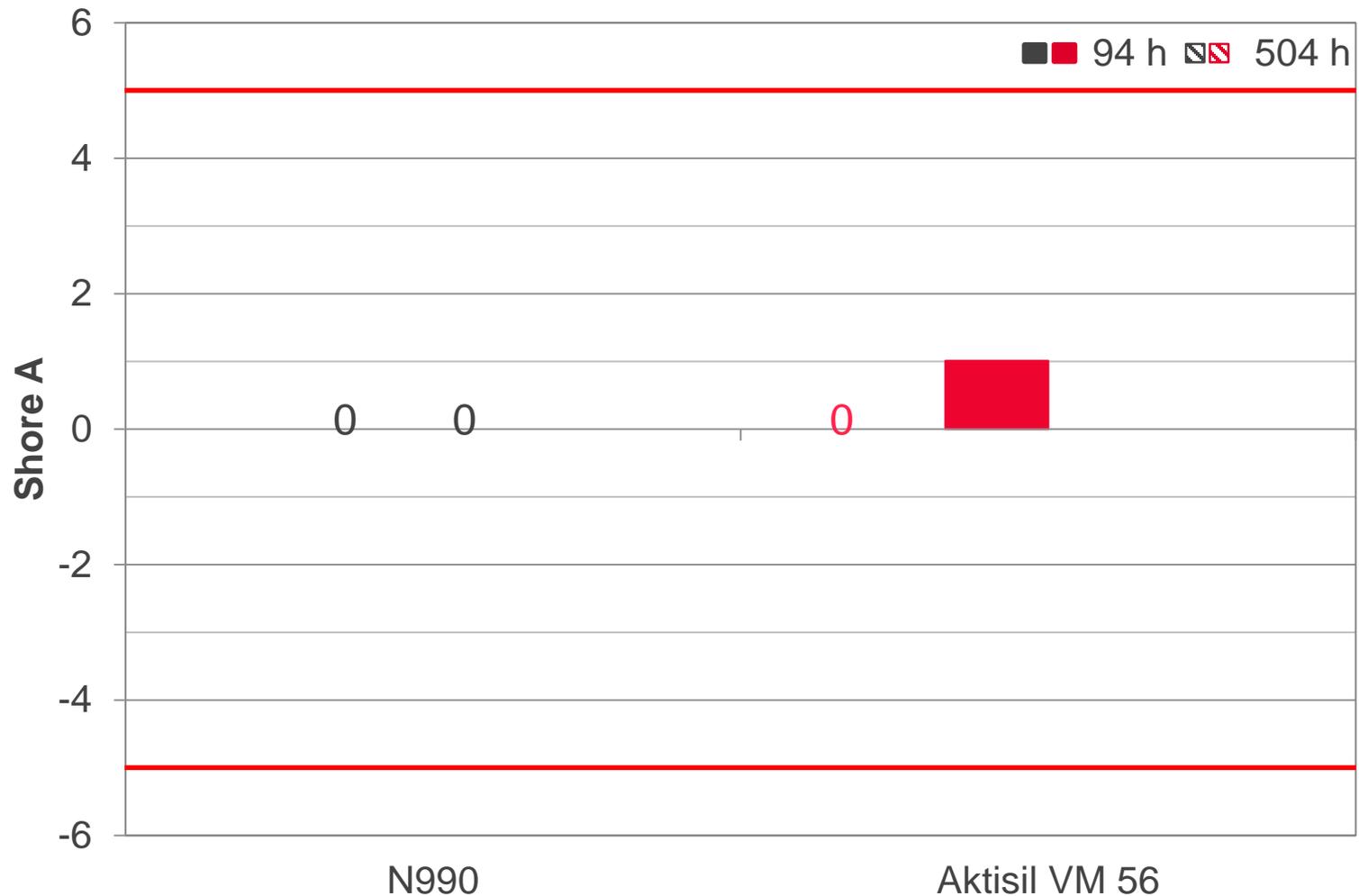
EXPERIMENTELLES

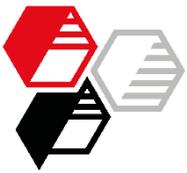
ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

80 °C



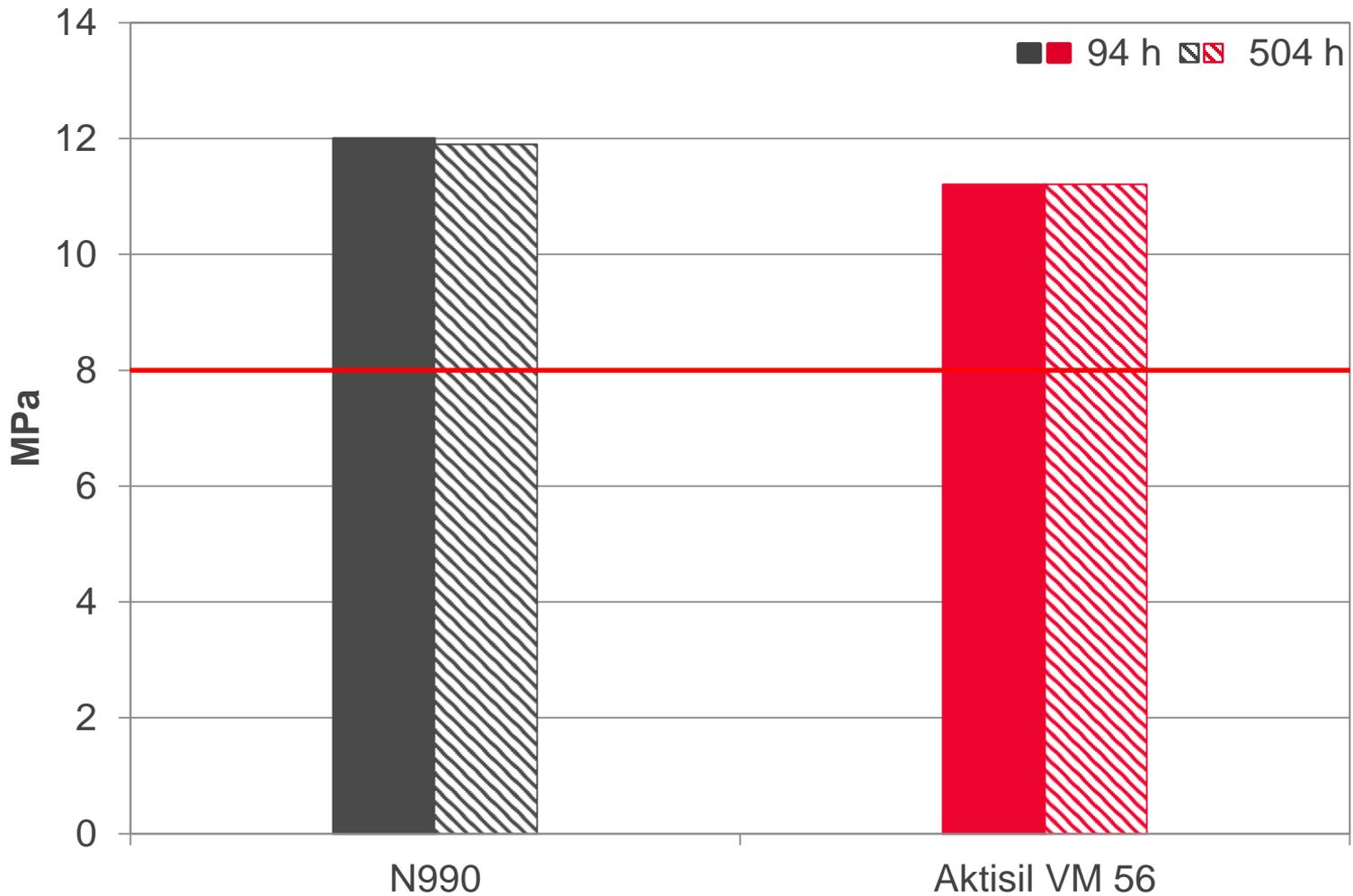


Lagerung in Harnstofflösung

Zugfestigkeit

HOFFMANN
MINERAL[®]

80 °C



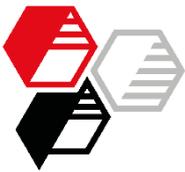
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

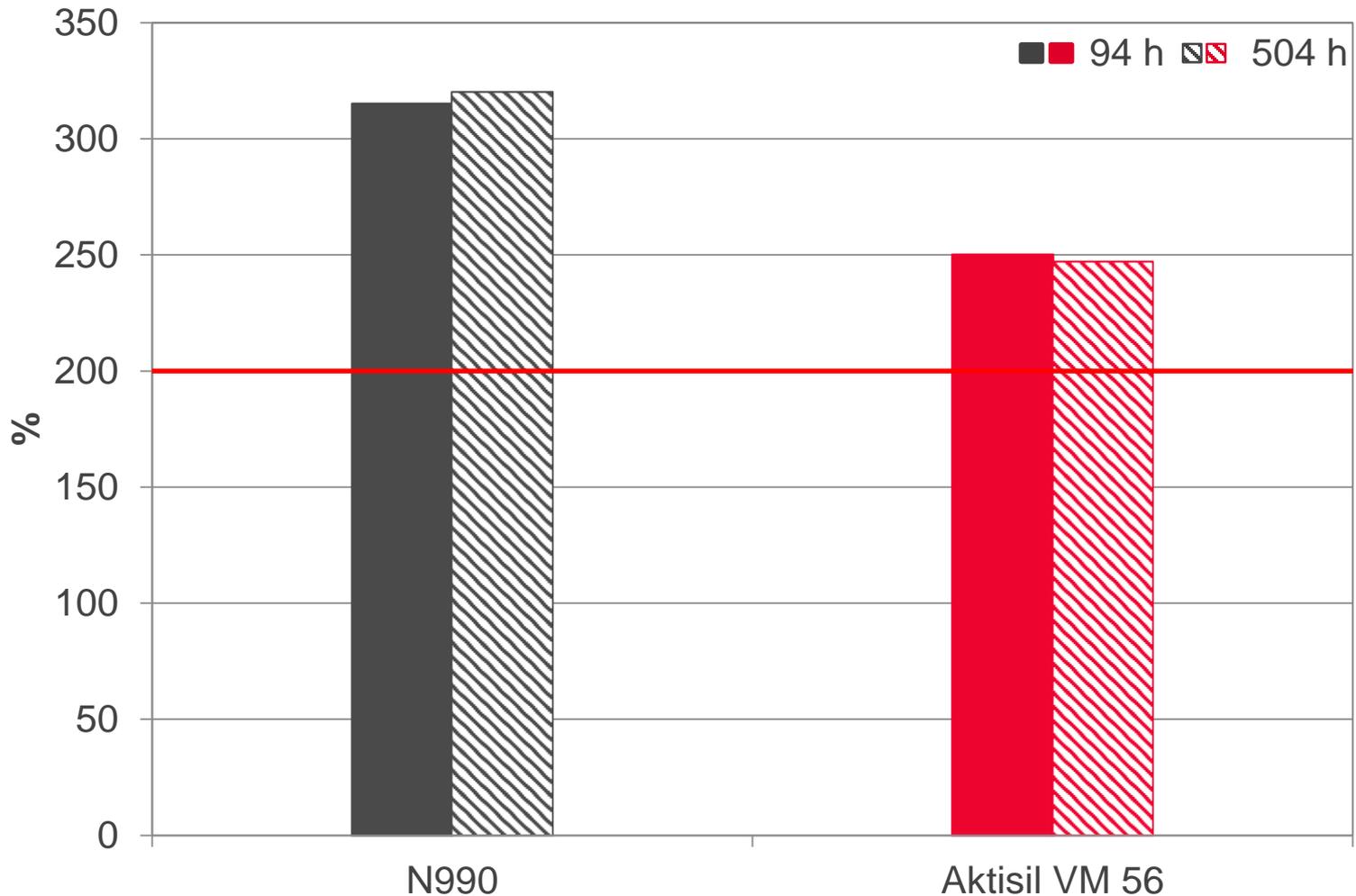


Lagerung in Harnstofflösung

Reißdehnung

HOFFMANN
MINERAL®

80 °C



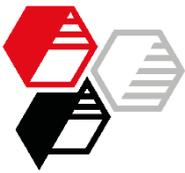
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



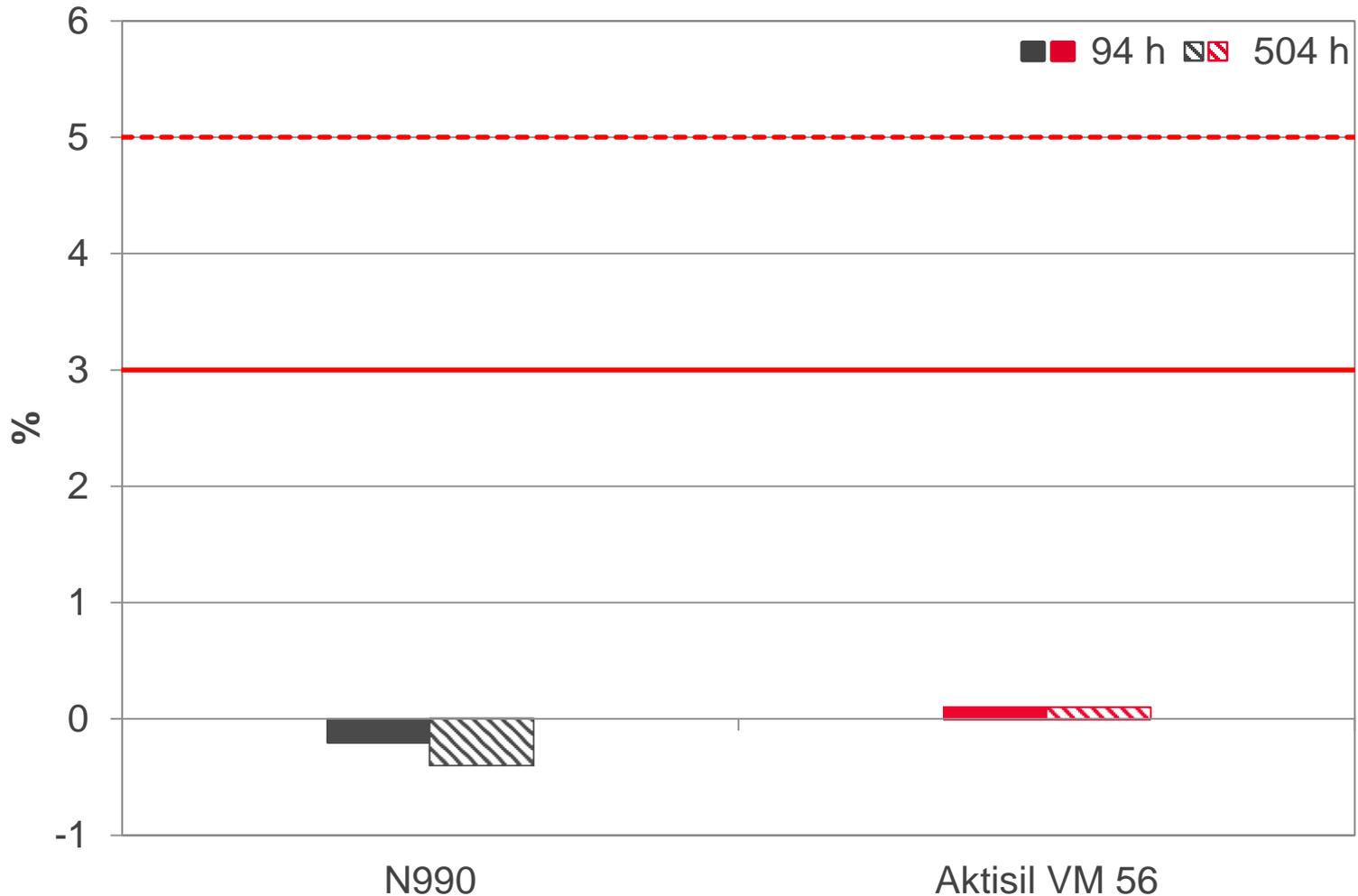
Lagerung in Harnstofflösung

Gewichtsänderung

HOFFMANN
MINERAL®

80 °C

— 94 h
- - - 504 h



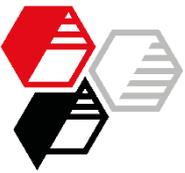
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Ausblühungen von Spaltprodukten

**HOFFMANN
MINERAL®**

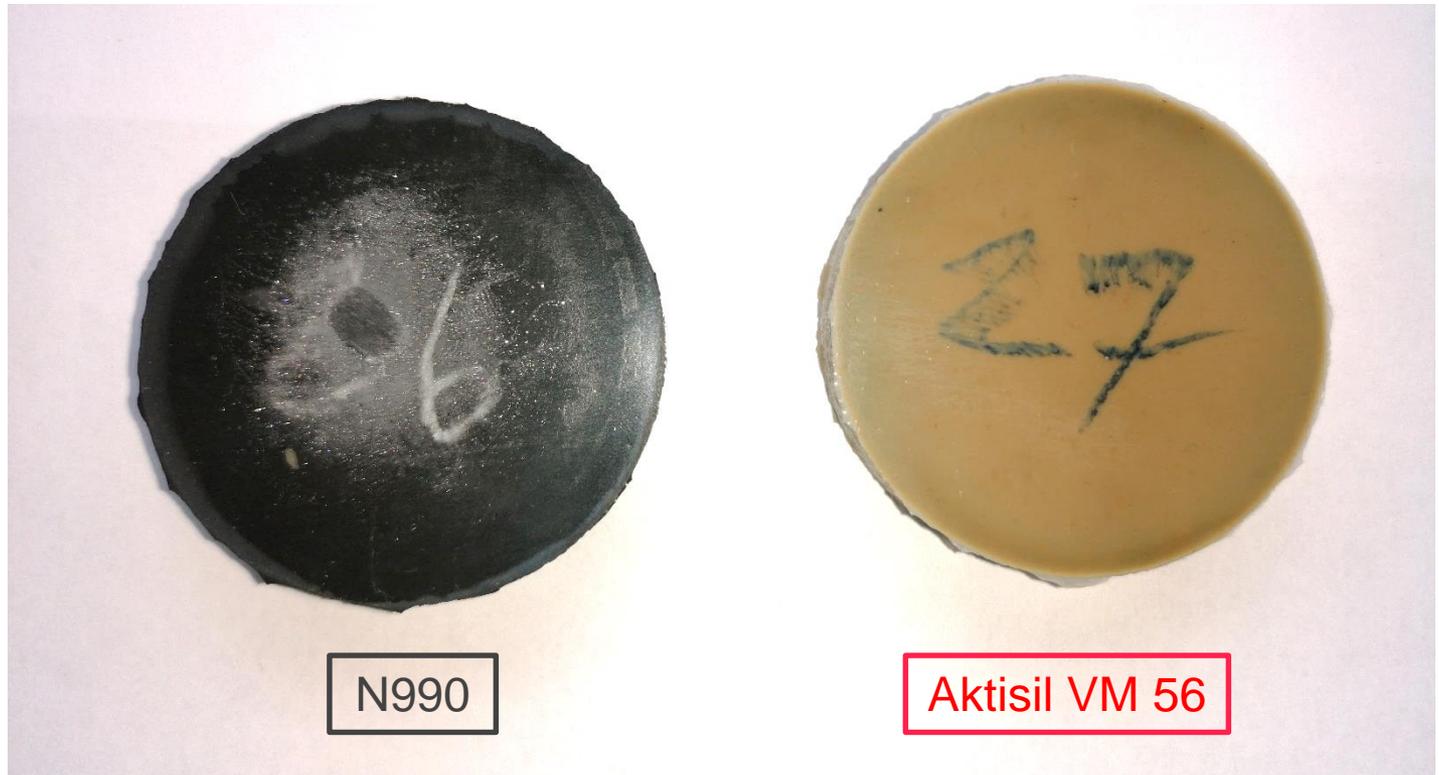
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

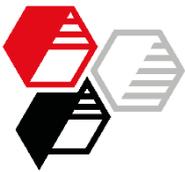
ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



- Ausblühungen treten ausschließlich bei der Verwendung von N990 einen Tag nach der Vulkanisation auf



Schlauchextrusion

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

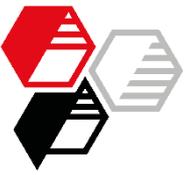
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Extruder		Schwabenthan Polytest 30 R
Schneckendurchmesser	[mm]	30
Prozesslänge	[mm]	450
Temperatursollwert Kopf / Zone 1 / Zone 2	[°C]	110 / 70 / 70
Profil		siehe unten
Fütterstreifen		kalt, unbehandelt
Extrusionsgeschwindigkeit		5 m/min.

Schlauchdüse





Schlauchwerkzeug

HOFFMANN
MINERAL®

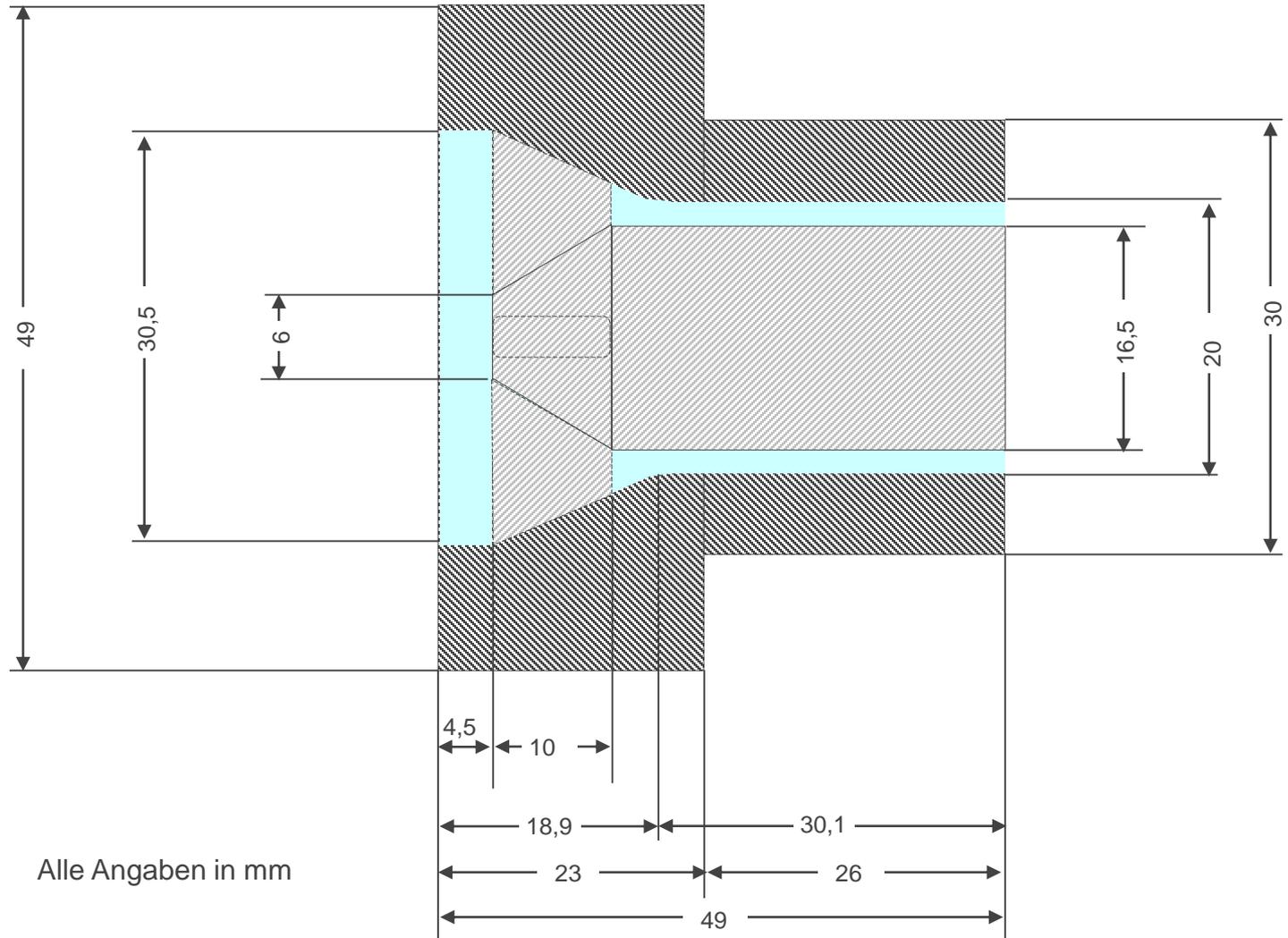
EINLEITUNG

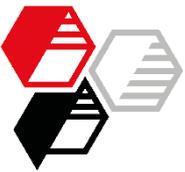
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG





Schlauchextrusion

D_a : 20 mm / D_i : 16,5 mm

HOFFMANN
MINERAL®

Abzugsgeschwindigkeit: 5 m/min.

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

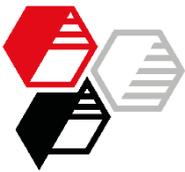
ANHANG

Oberflächengüte



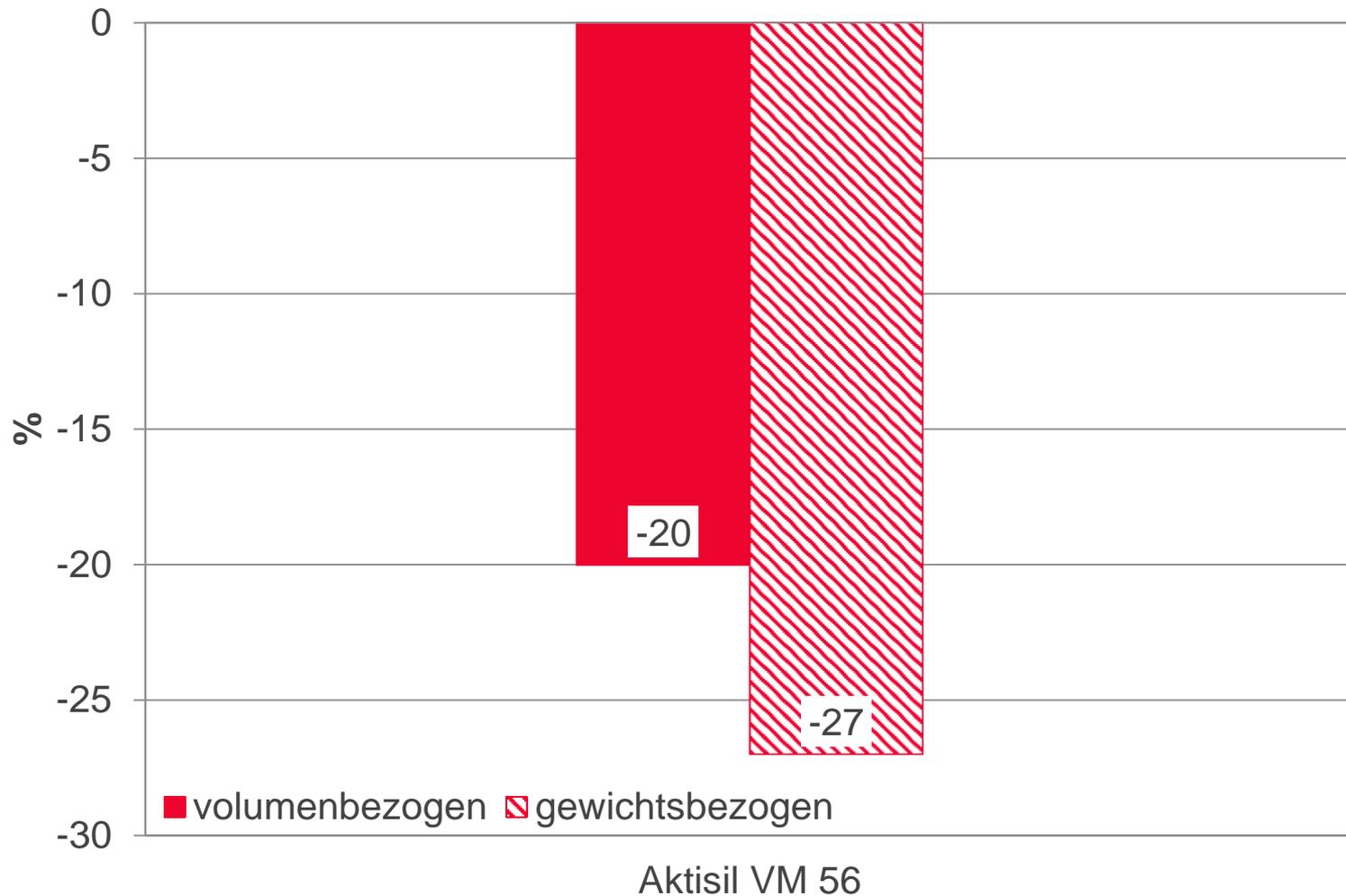
Standfestigkeit



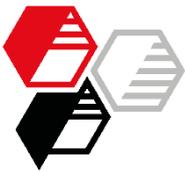


Mischungsrohstoffkosten gegenüber N990

Deutschland, 2019



- EINLEITUNG
- EXPERIMENTELLES
- ERGEBNISSE
- ZUSAMMENFASSUNG
- ANHANG



Fazit

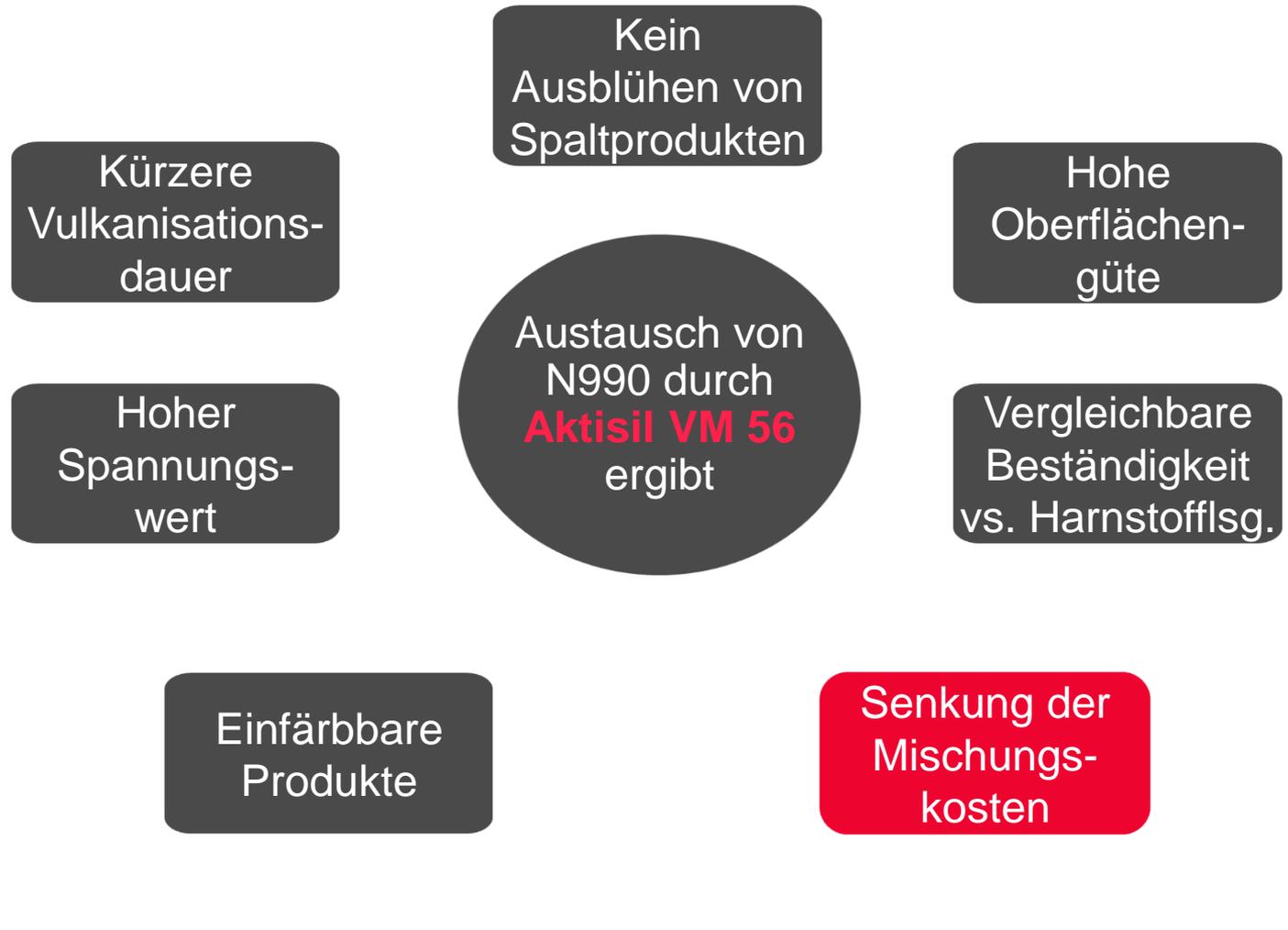
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

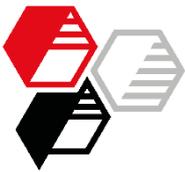
ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Anforderungen der **VW TL 52686** werden erfüllt

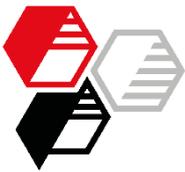


Wir geben Stoff für gute Ideen!

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

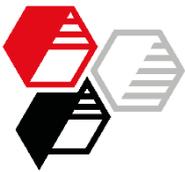
Telefon: +49 8431 53-0
Internet: www.hoffmann-mineral.de
E-Mail: info@hoffmann-mineral.com

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

		N990	Aktisil VM 56	
Rheologie				
EINLEITUNG	Mooney Viskosität, ML 1+4, 120 °C	MU	46	53
EXPERIMENTELLES	Mooney Scorch, ML +5, 120 °C	min	77	56
ERGEBNISSE	Rotorloses Vulkameter M_{min} 180 °C	Nm	0,09	0,09
ZUSAMMENFASSUNG	Rotorloses Vulkameter M_{max} 180 °C	Nm	1,03	0,96
<u>ANHANG</u>	Rotorloses Vulkameter $M_{max-min}$ 180 °C	Nm	0,95	0,87
	Rotorloses Vulkameter V_{max} 180 °C	Nm / min	0,40	0,54
	Rotorloses Vulkameter t_5 180 °C	min	0,46	0,39
	Rotorloses Vulkameter t_{10} 180 °C	min	0,59	0,47
	Rotorloses Vulkameter t_{90} 180 °C	min	5,58	4,66
	Rotorloses Vulkameter tan delta 180°C		0,04	0,04



Ergebnistabelle

		N990	Aktisil VM 56
Mechanische Eigenschaften			
Härte	Sh. A	61	65
Zugfestigkeit	MPa	10,8	11,7
Spannungswert 50 %	MPa	1,4	2,0
Spannungswert 100 %	MPa	2,8	4,3
Reißdehnung	%	305	248
Weiterreißwiderstand	N / mm	3,1	3,1
Rückprallelastizität	%	59	59
Druckverformungsrest, 94 h / 23 °C, VW	%	13	14
Druckverformungsrest, 22 h / 120 °C, VW	%	22	28
Druckverformungsrest, 24 h / 23 °C, 25 % Def.	%	5	6
Druckverformungsrest, 24 h / 120 °C, 25 % Def.	%	7	10

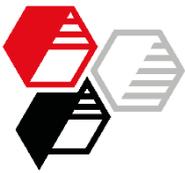
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

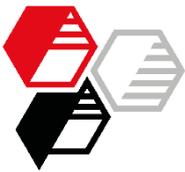
ANHANG



Ergebnistabelle

		N990	Aktisil VM 56	N990	Aktisil VM 56
Heißluftalterung; 120 °C; Messung nach 30 Minuten		94 h		504 h	
Härte	Sh. A	60	65	61	67
Zugfestigkeit	MPa	11,4	13,9	11,8	12,8
Spannungswert 50 %	MPa	1,5	2,3	1,6	2,3
Spannungswert 100 %	MPa	2,9	5,1	3,1	5,2
Reißdehnung	%	307	225	291	206
Weiterreißwiderstand	N / mm	3,2	2,7	3,2	2,6
ΔHärte	Sh. A	-1	0	0	2
ΔZugfestigkeit	%	5,1	18,8	8,9	9,1
ΔSpannungswert 50%	%	4,0	12,8	10,6	15,4
ΔSpannungswert 100%	%	3,8	20,7	12,3	23,1
ΔReißdehnung	% rel.	0,6	-9,4	-4,6	-17,2
ΔWeiterreißwiderstand	%	1,6	-11,8	2,9	-16,3

EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
ANHANG



Ergebnistabelle

		N990	Aktisil VM 56	N990	Aktisil VM 56	
Lagerung in Harnstofflösung 80 °C; Abkühlzeit 90 Minuten		94 h		504 h		
EINLEITUNG	Härte	Sh. A	61	66	61	65
EXPERIMENTELLES	Zugfestigkeit	MPa	12,0	11,2	11,9	11,2
ERGEBNISSE	Spannungswert 50 %	MPa	1,5	2,0	1,5	2,0
ZUSAMMENFASSUNG	Spannungswert 100 %	MPa	2,9	4,1	2,9	4,1
<u>ANHANG</u>	Reißdehnung	%	315	250	320	247
	ΔHärte	Sh. A	0	1	0	0
	ΔZugfestigkeit	%	11,0	-4,7	9,7	-4,7
	ΔSpannungswert 50%	%	5,1	0,2	5,3	1,8
	ΔSpannungswert 100%	%	6,3	-3,5	6,3	-2,7
	ΔReißdehnung	% rel.	3,2	0,6	5	-0,4
	ΔGewicht	%	-0,2	0,1	-0,4	0,1
	ΔVolumen	%	-0,3	0,1	-0,4	0,4