

Neuburger Kieselerde
als säurebeständige und
einfärbbare Alternative zu Ruß N990
in peroxidvernetztem FKM

Verfasser: Nicole Holzmayr
Hubert Oggermüller

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Experimentelles
 - 2.1 Füllstoffe, Rezeptur und Mischungsherstellung
 - 2.2 Prüfungen
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Rheologische Eigenschaften
 - 3.2 Mechanische Eigenschaften
 - 3.3 Heißluftbeständigkeit
 - 3.4 Ölbeständigkeit
 - 3.5 Kraftstoffbeständigkeit
 - 3.6 Säurebeständigkeit
- 4 Zusammenfassung
- 5 Alle numerischen Ergebnisse tabellarisch

1 Einleitung

Fluorpolymere sind allgemein bekannt für hohe Temperatur- und Medienbeständigkeit. Daher werden sie bevorzugt in Dichtungs- und Medienführungsanwendungen verwendet, wo die Eigenschaften von anderen Polymeren nicht mehr ausreichend sind.

Durch den Einsatz von Füllstoffen kann das Eigenschaftsprofil eines Fluorpolymers verbessert werden.

Bisher wurden hier entweder Ruß N990 oder mineralische Füllstoffe wie z.B. Wollastonit oder Bariumsulfat verwendet.

Letztere stellen sich als kritisch dar, wenn es um Säurebeständigkeit geht, wie folgende Abbildung zeigt:

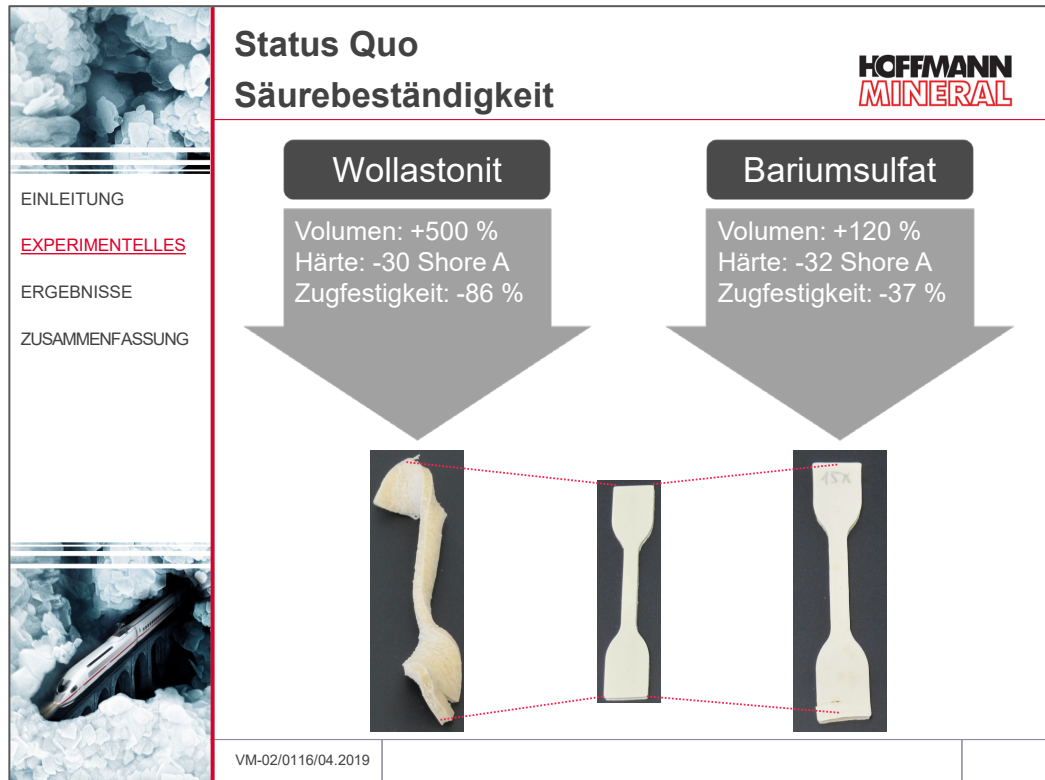


Abb. 1

In dieser Ausarbeitung werden nun verschiedene Typen der Neuburger Kieselerde (NKE) als Alternativen für Ruß N990 in einer peroxidvernetzten FKM-Formulierung vorgestellt, um Beispiele für säurebeständige und gleichzeitig einfärbare Vulkanisate aufzuzeigen.

2 Experimentelles

2.1 Füllstoffe, Rezeptur und Mischungsherstellung

EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG	Füllstoffe und Kennwerte		HOFFMANN MINERAL
	Füllstoff	Beschreibung	Funktionalisierung
	N 990	MT-Ruß	-
	Aktifit VM	Kalzinierte Neuburger Kieselerde, d_{50} : 2 μm	Vinyl
	Aktifit PF 111	Kalzinierte Neuburger Kieselerde, d_{50} : 2 μm	Alkyl
	Aktifit AM	Kalzinierte Neuburger Kieselerde, d_{50} : 2 μm	Amino
	Aktifit PF 115	Kalzinierte Neuburger Kieselerde, d_{50} : 2 μm	spezielles Amino
	Aktisil AM	Neuburger Kieselerde, d_{50} : 2 μm	Amino
	Aktisil Q	Neuburger Kieselerde, d_{50} : 4 μm	Methacryl
	VM-02/0116/04.2019		7

Abb. 2

Die Typen Aktifit VM, Aktifit PF 111, Aktifit AM und das Aktifit PF 115 basieren auf kalzinierte Neuburger Kieselerde und sind mit den in Abb. 2 genannten funktionellen Gruppen oberflächen-behandelt.

Aktisil AM und Aktisil Q stammen von den herkömmlichen NKE-Typen ab, wobei letzteres auf einer etwas größeren Neuburger Kieselerde basiert.

Die verwendete Rezeptur (Abb. 3) zeigt den typischen Aufbau einer peroxidvernetzten FKM-Mischung mit Zinkoxyd, Coaktivator und Peroxid.

Der Ruß N990 und die NKE-Typen wurden mit 30 phr dosierungsgleich eingesetzt. Daraus resultierten härtegleiche Vulkanisate in einem Wertebereich von 65 bis 70 Shore A.

Die Compoundierung erfolgte auf einem Laborwalzwerk (Schwabenthan Polymix 150 L). Der Kautschuk wurde bei 50 °C auf die Walze gegeben und zu einem gleichmäßigen Fell gewalzt. Nachdem das Zinkoxyd eingearbeitet war, wurde der Füllstoff zugegeben. Um eine gute Verteilung der Mischungsbestandteile zu gewährleisten, wurde die Mischung 10 mal gepuppt. Aufgrund der starken Klebrigkeit auf der Walzenoberfläche wurden die Walzen hierfür auf 30 °C heruntergekühlt. Die typische Mischzeit betrug 15 Minuten.

Die Vulkanisation in der Presse wurde 7 Minuten bei 177 °C durchgeführt, getempert wurde 2 Stunden bei 232 °C.

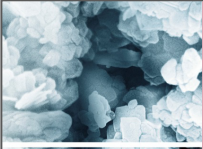
		N 990	NKE	
 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG 	Viton GAL-200S	66 % Fluor, 25 MU (ML 1+10, 121 °C) Terpolymer (HFP+VFD+TFE)	100	100
	Zinkoxyd aktiv	Zinkoxid	3	3
	Diak No. 7	Coaktivator TAIC	3	3
	Varox DBPH-50	2,5-dimethyl-2,5-di(tertbutylperoxy)-hexan	2	2
	N990	Ruß	30	-
	NKE	Neuburger Kieselerde	-	30
VM-02/0116/04.2019				

Abb. 3

2.2 Prüfungen

Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf getemperte Probekörper .

Neben der Bestimmung der Härte wurden Zugversuche durchgeführt und der Druckverformungsrest geprüft.

Die Medienbeständigkeit wurde wie folgt untersucht:

- Heißluft 94 Stunden / 230 °C
504 Stunden / 210 °C
- Motoröl OS206304 168 Stunden / 150 °C
- Kraftstoff FAM B (DIN 51604) 70 Stunden / 23 °C
- Essigsäure (1M, pH 3) 168 Stunden / 100 °C

Ergebnisse aller untersuchten Compounds und aller Prüfungen befinden sich am Ende des Berichts in tabellarischer Form.

3 Ergebnisse

3.1 Rheologische Eigenschaften

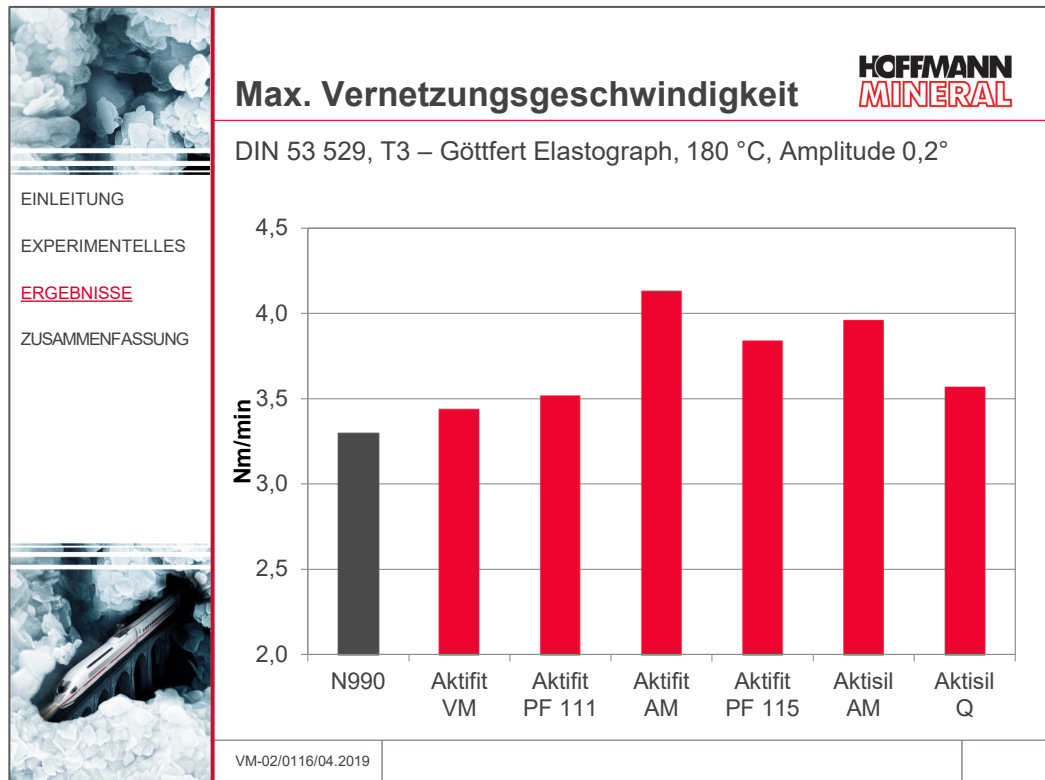


Abb. 4

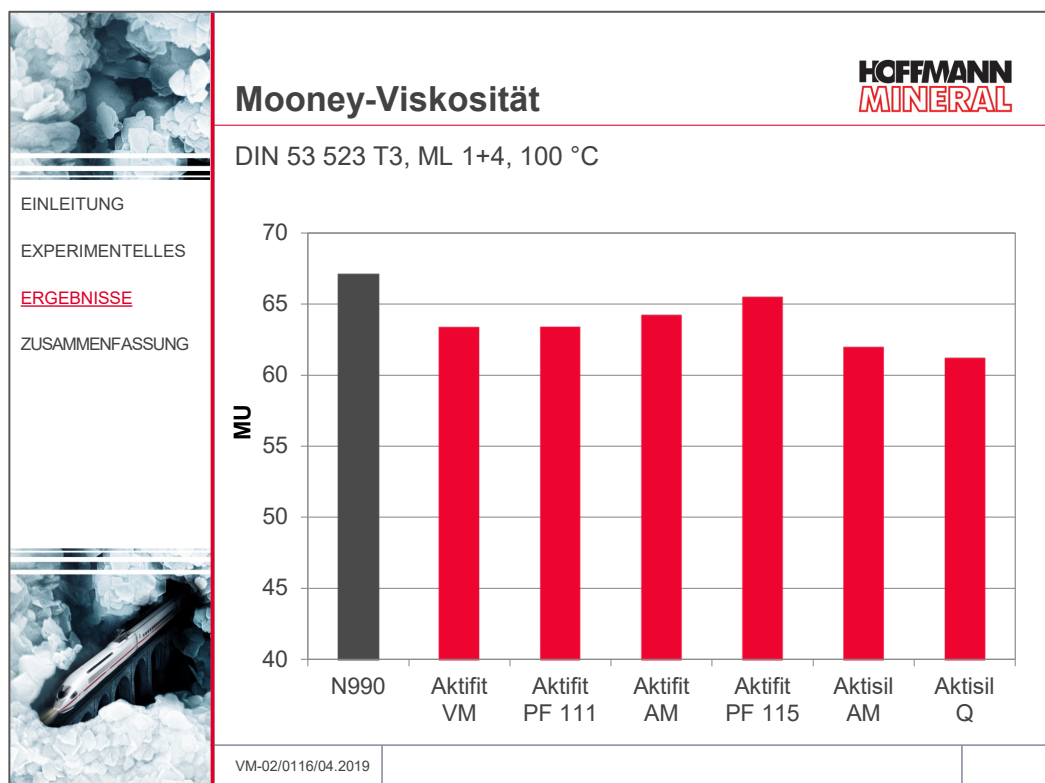


Abb. 5

Mit allen NKE-Typen kann die maximale Vernetzungsgeschwindigkeit gegenüber N990 angehoben werden (Abb. 4). Am deutlichsten ist das mit den amino-funktionellen Gruppen behandelten Aktifit AM, Aktifit PF 115 und Aktisil AM der Fall.

Die Viskosität reduziert sich, wenn der Ruß durch Neuburger Kieselerte ersetzt wird (Abb. 5).

3.2 Mechanische Eigenschaften

Wie bereits erwähnt, liegen die Vulkanisate in einem Härtebereich von 65 bis 70 Shore A. Grundsätzlich wird der Spannungswert bei 100 % Dehnung mit Neuburger Kieselerde gegenüber N990 angehoben (Abb. 6).

Aktisil AM ergibt den höchsten Spannungswert und auch eine höhere Zugfestigkeit (Abb. 7) als N990, während sich die Reißdehnung (Abb. 8) nicht ändert.

Eine noch höhere Zugfestigkeit kann mit Aktifit VM erzielt werden, bei nur geringen Einbußen in der Reißdehnung.

Die übrigen NKE-Typen liegen bezüglich Zugfestigkeit und Reißdehnung in etwa auf vergleichbarem Niveau mit dem Ruß.

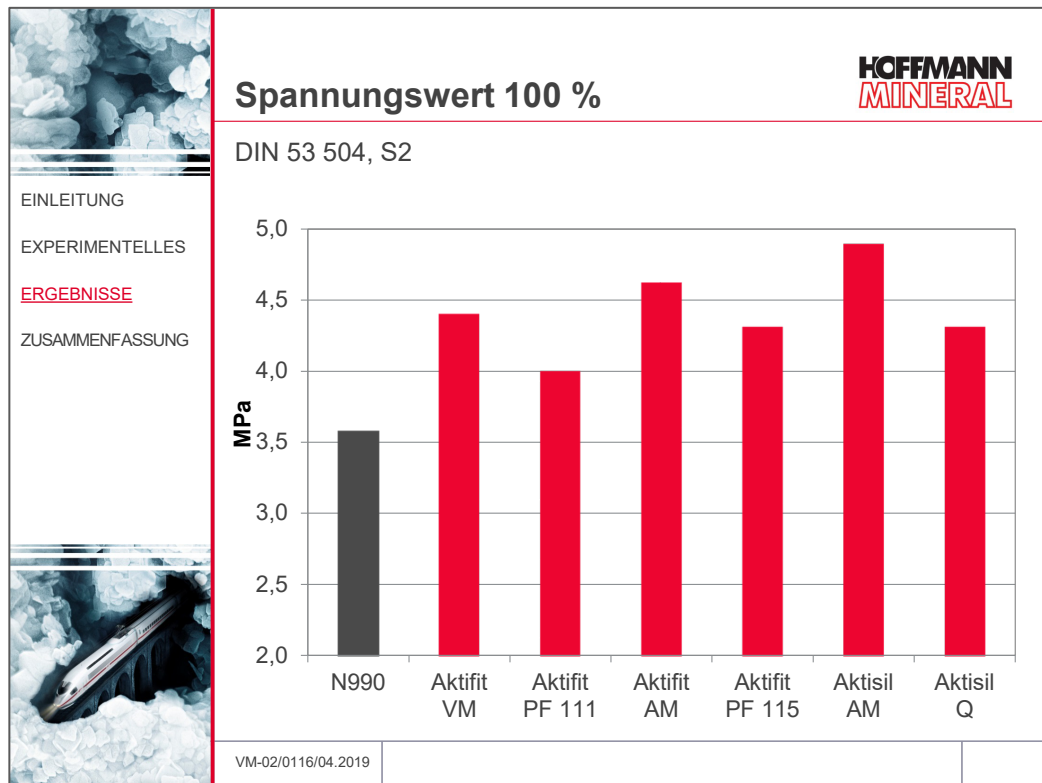


Abb. 6

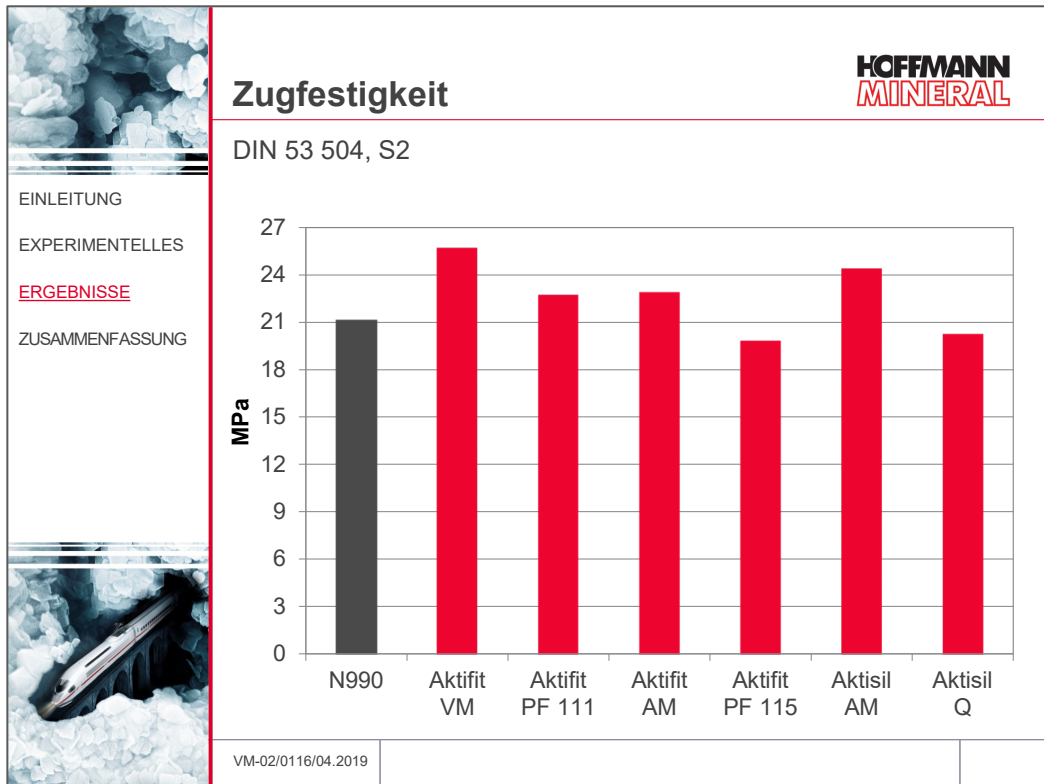


Abb. 7

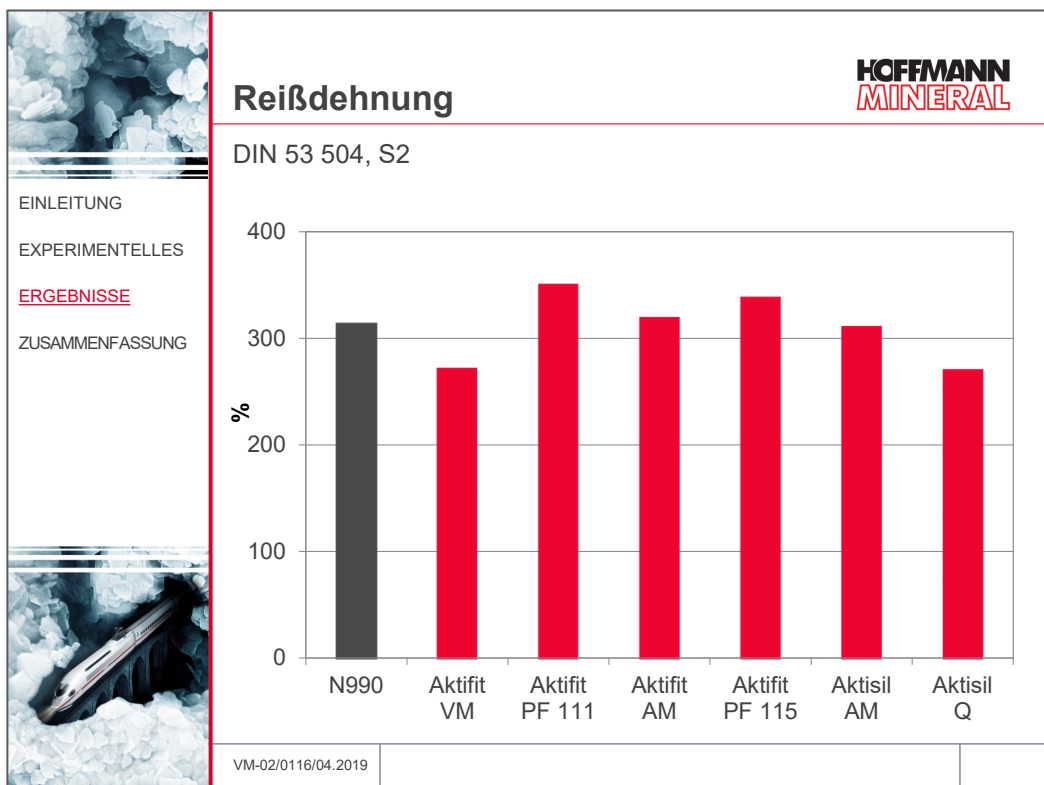


Abb. 8

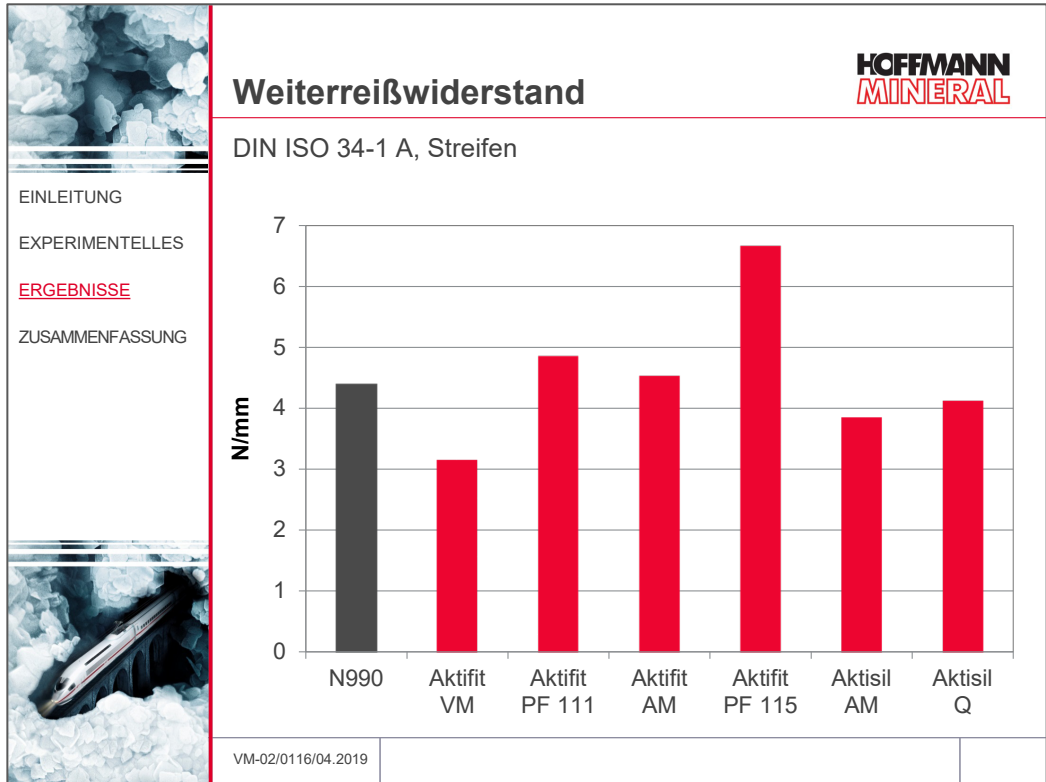


Abb. 9

Mit dem Aktifit PF 115 kann der höchste Weiterreißwiderstand (Abb. 9) realisiert werden. Die übrigen NKE-Typen (bis auf Aktifit VM) ergeben mit N990 vergleichbare Werte.

Der Druckverformungsrest (ISO, Abb. 10) ergibt bei einer Prüftemperatur von 200 °C keinerlei Unterschied zwischen den NKE-Typen und N990. Ist die Prüftemperatur auf 232 °C erhöht, so bleiben Aktifit VM, Aktifit PF 111 und Aktisil Q mit dem Ruß auf einem vergleichbaren Niveau.

Betrachtet man den Druckverformungsrest der ungetemperten Probekörper (Abb. 11), so wird die aus anderen Untersuchungen bereits bekannte Stärke des Aktisil Q deutlich, welches hier sowohl bei 200 °C als auch bei 232 °C eine Verbesserung gegenüber N990 bewirkt.

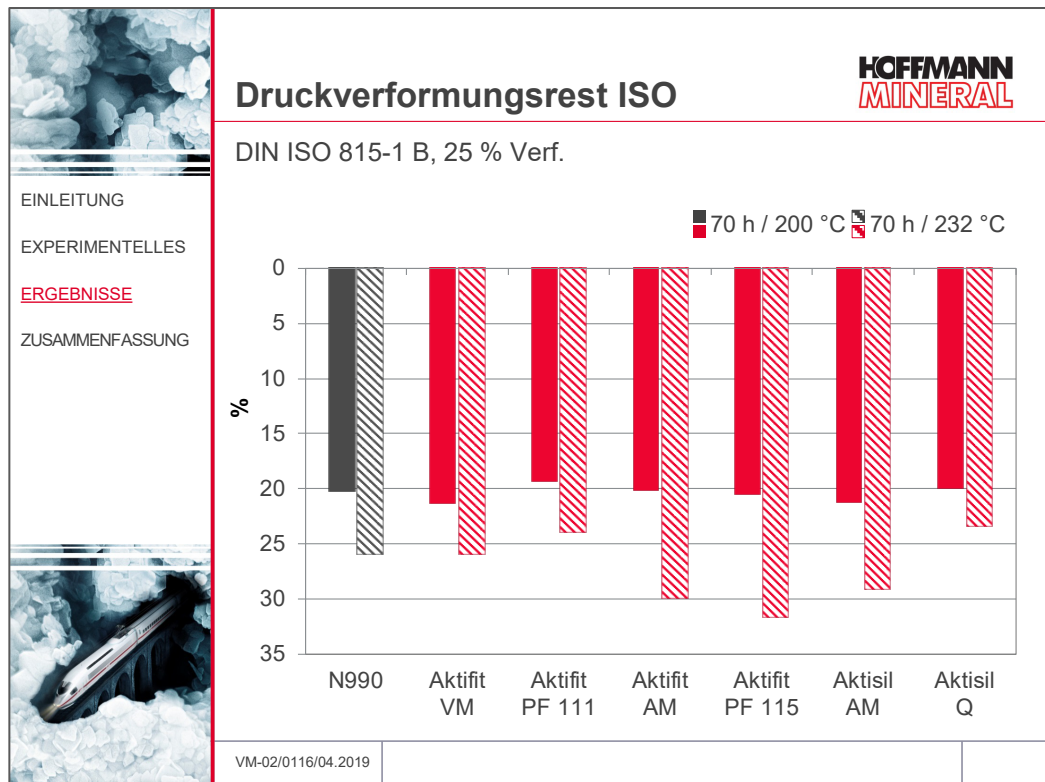


Abb. 10

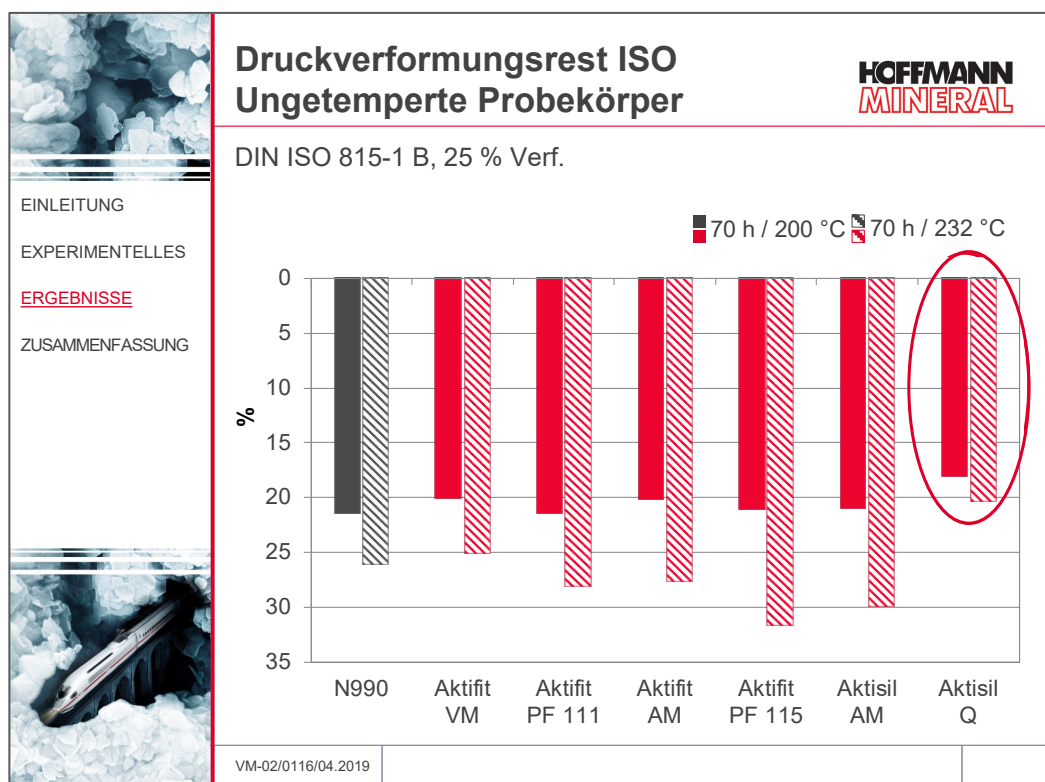


Abb. 11

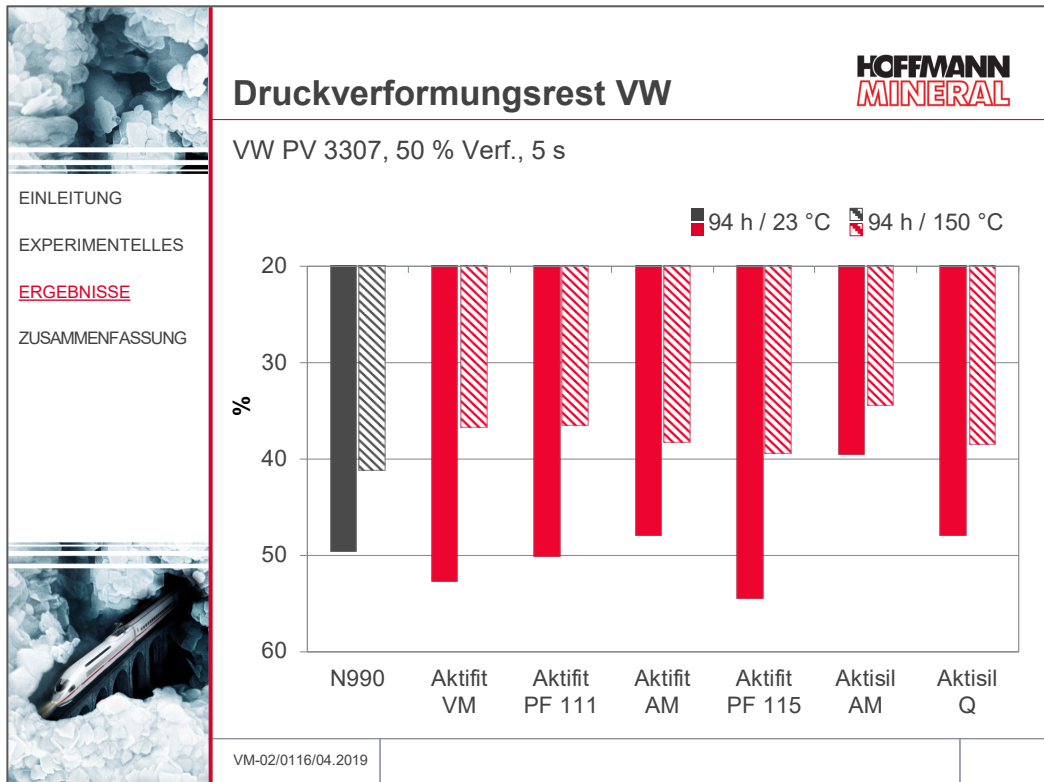


Abb. 12

Für eine Verbesserung des Druckverformungsrestes nach der VW-Prüfnorm (Abb. 12) empfiehlt sich der Einsatz von Aktisil AM, das verglichen mit Ruß sowohl bei Raumtemperatur, als auch bei erhöhter Temperatur eine deutliche Senkung des Wertes erzielt.

3.3 Heißluftbeständigkeit

Die Heißluftbeständigkeit wurde anhand der Änderungen von Zugfestigkeit und Reißdehnung nach Alterung in Heißluft beurteilt.

Die Langzeitalterung (504 h) bei 210 °C ergibt für Aktisil Q eine verbesserte Heißluftbeständigkeit gegenüber dem Ruß, während Aktifit VM, Aktifit PF 111, Aktifit AM und Aktisil AM auf einem vergleichbaren Niveau herauskommen (Abb. 13).

Die Kurzzeitalterung (94 h) bei erhöhter Temperatur (230 °C) – Abb. 14 – zeigt, dass neben Aktisil Q auch Aktifit VM zu einer besseren Heißluftbeständigkeit beiträgt.

Betrachtet man zusätzlich noch die Änderungen des Spannungswertes bei 100 % Dehnung nach der Heißluftalterung (Abb. 15), bestätigt sich diese Aussage.

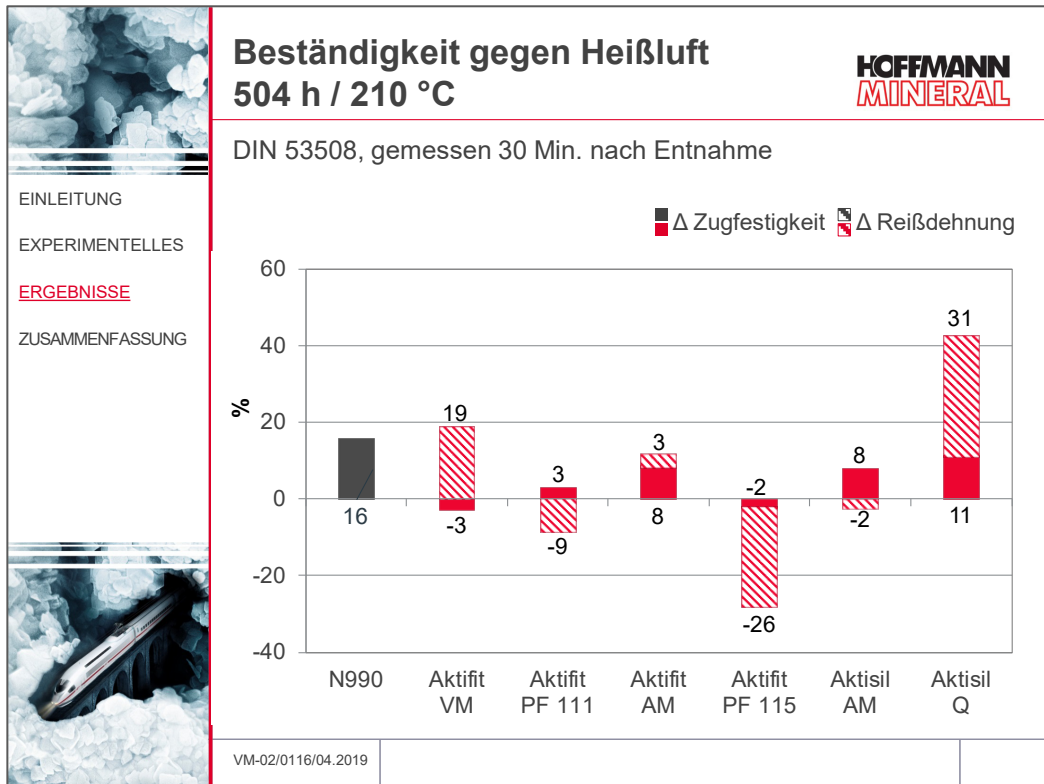


Abb. 13

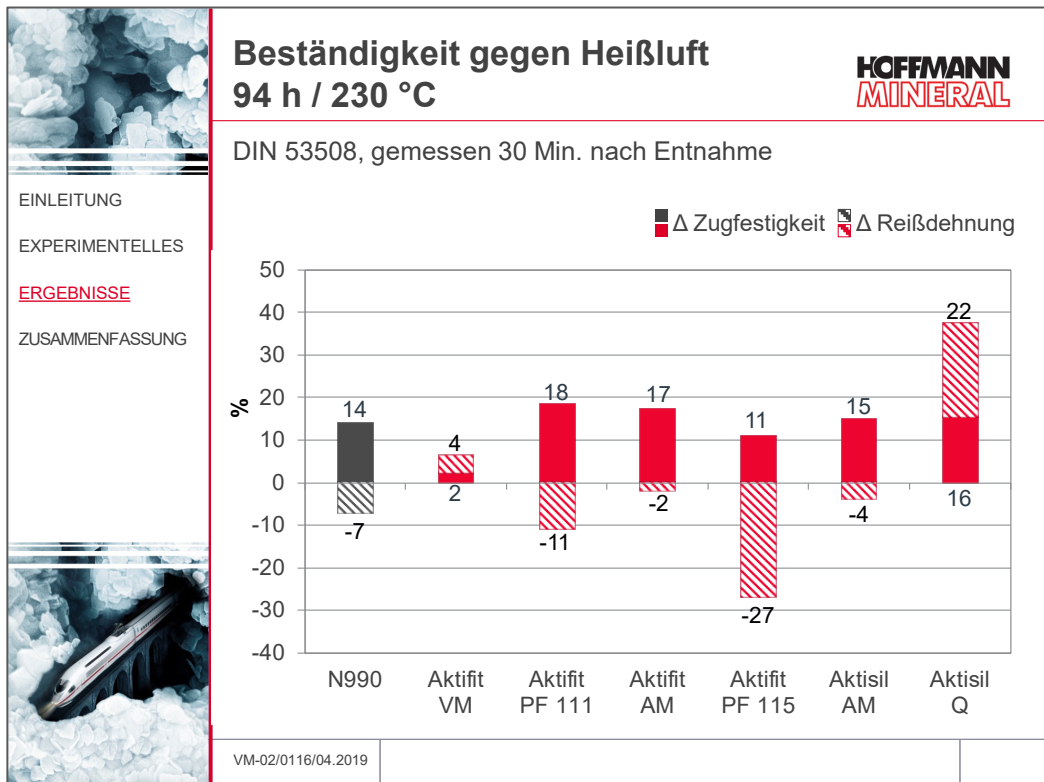


Abb. 14

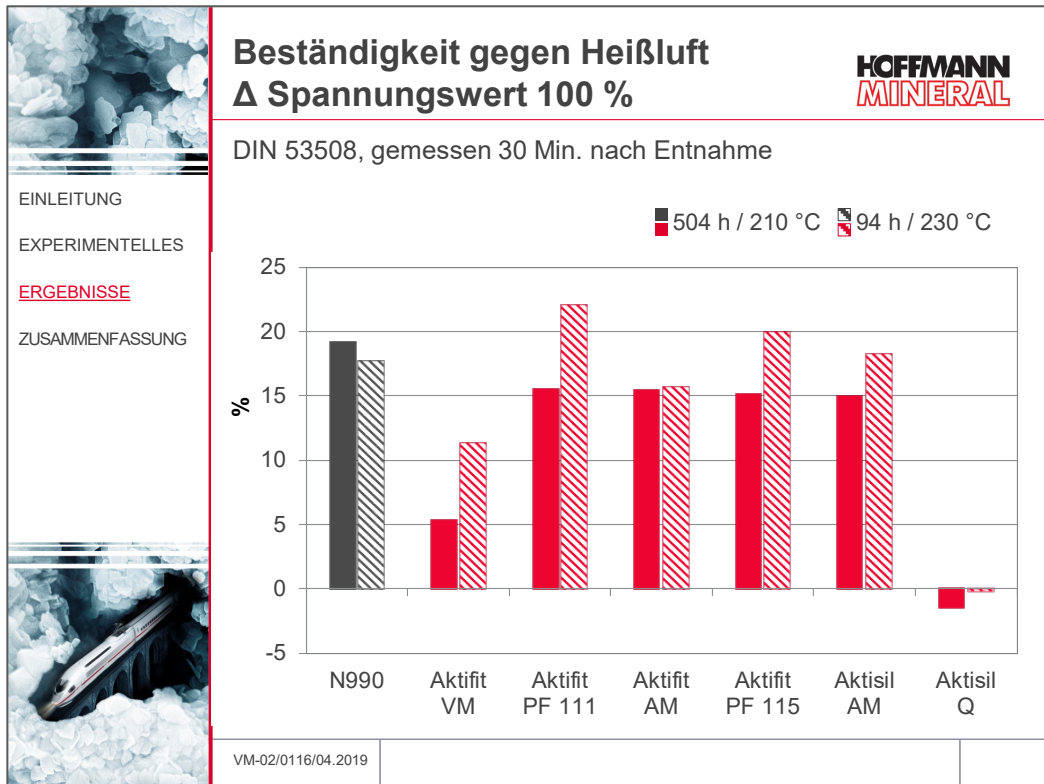
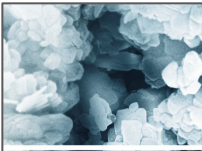


Abb. 15

3.4 Kraftstoffbeständigkeit

Da die mit NKE gefüllten Vulkanisate eine mit N990 vergleichbare Beständigkeit gegen methanolhaltigen Kraftstoff (FAM B, 70 h / 23 °C) aufwiesen, werden die Einzelwerte hier nicht dargestellt, sondern nur die Wertebereiche aufgeführt.




EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



Beständigkeit gegen Kraftstoff

**HOFFMANN
MINERAL**

70 h / 23 °C, FAM B

Beständigkeit gegen Kraftstoff mit Neuburger Kieselerde
vergleichbar mit Ruß N990

Wertebereiche:

Δ Härte	-7 Shore A
Δ Zugfestigkeit	-50 ± 5 %
Δ Reißdehnung	-25 ± 5 rel. %
Δ Gewicht	6,5 - 8,0 %
Δ Volumen	15 - 20%

VM-02/0116/04.2019

Abb. 16

3.5 Ölbeständigkeit

Die Ölbeständigkeit wurde mit Motoröl OS206304 bei 150 °C und 168 h Stunden geprüft. Wie Abb. 17 zeigt, resultieren Aktifit PF 111, Aktifit AM, Aktisil AM und Aktisil Q in einer gegenüber Ruß verbesserten Ölbeständigkeit. Aus den reduzierten Änderungen der mechanischen Eigenschaften Reißdehnung und Zugfestigkeit ergeben sich für z.B. letztere erhöhte Wertenniveaus nach der Öllagerung gegenüber N990 (Abb. 18).

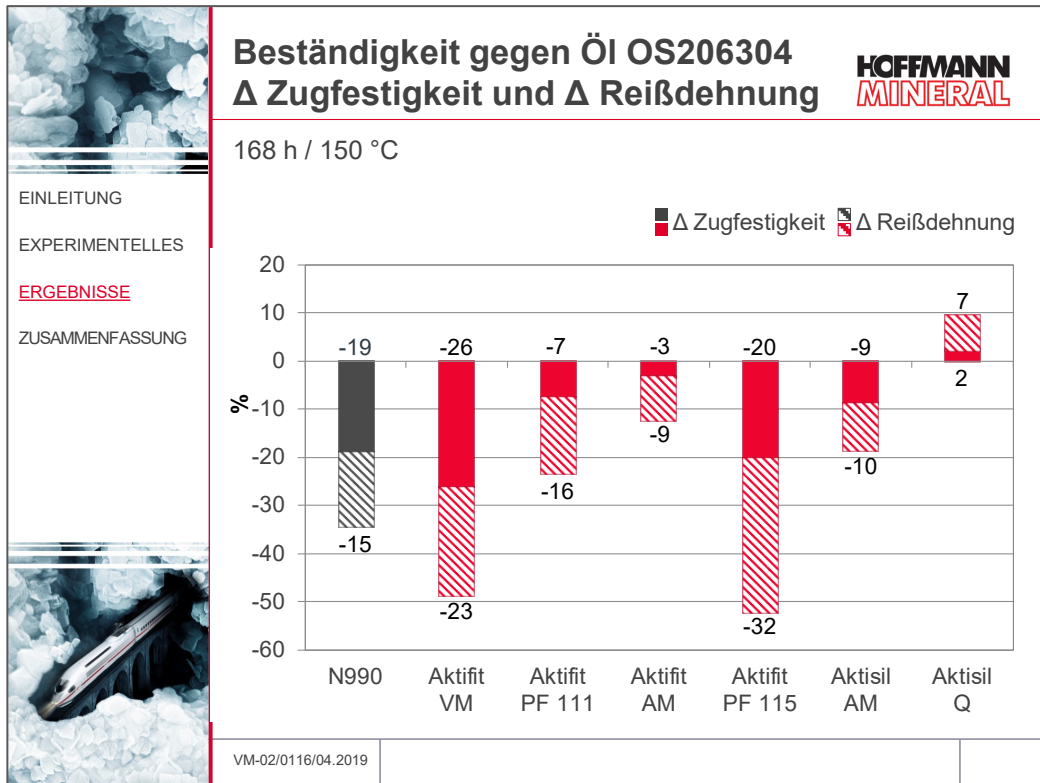


Abb. 17

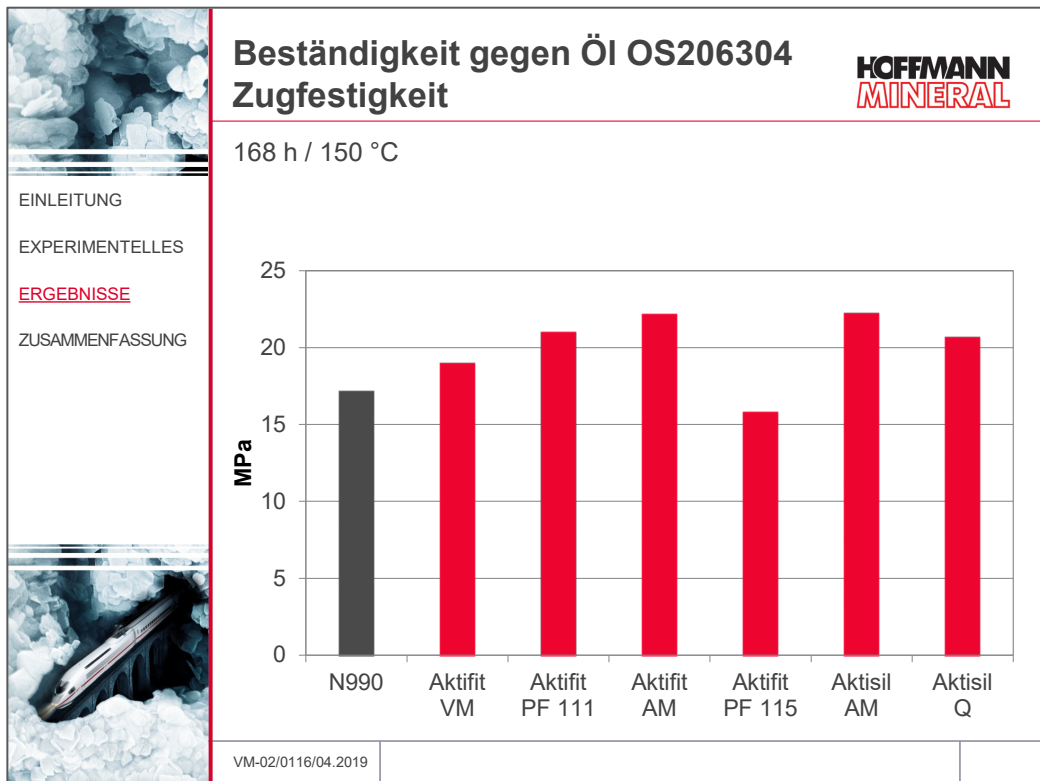


Abb. 18

3.6 Säurebeständigkeit

Die Säurebeständigkeit wurde mit Essigsäure (1M, pH 3) bei 100 °C und 168 h durchgeführt. Mit diesem Test soll die Blow-By-Beständigkeit simuliert werden.

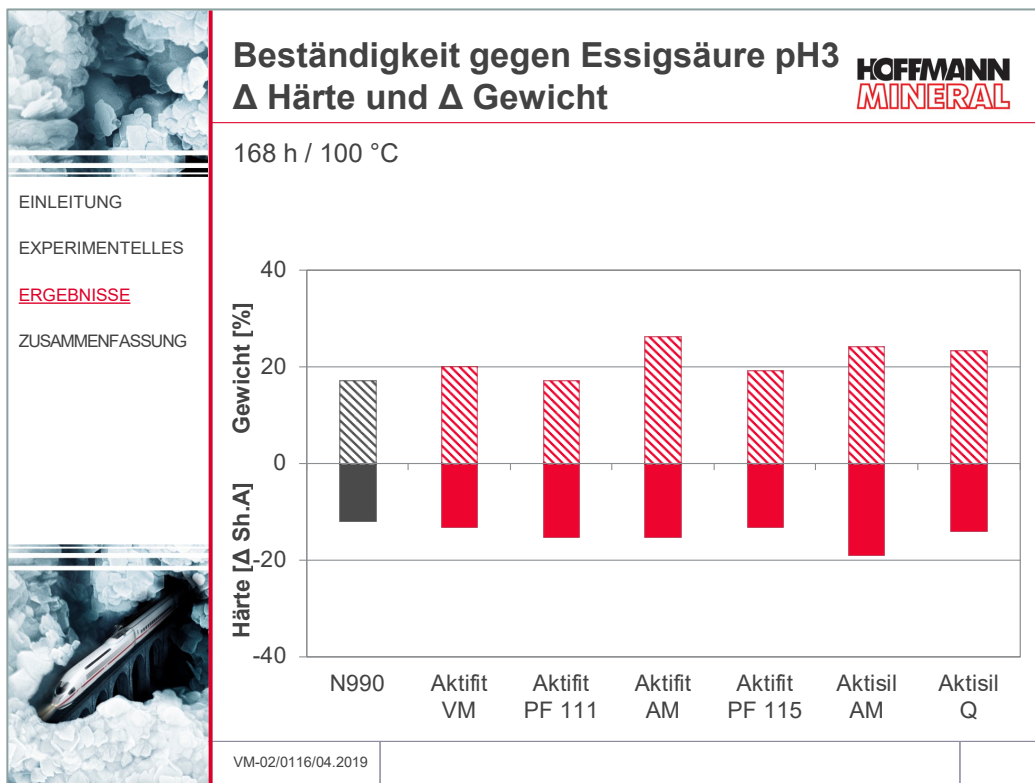


Abb. 19

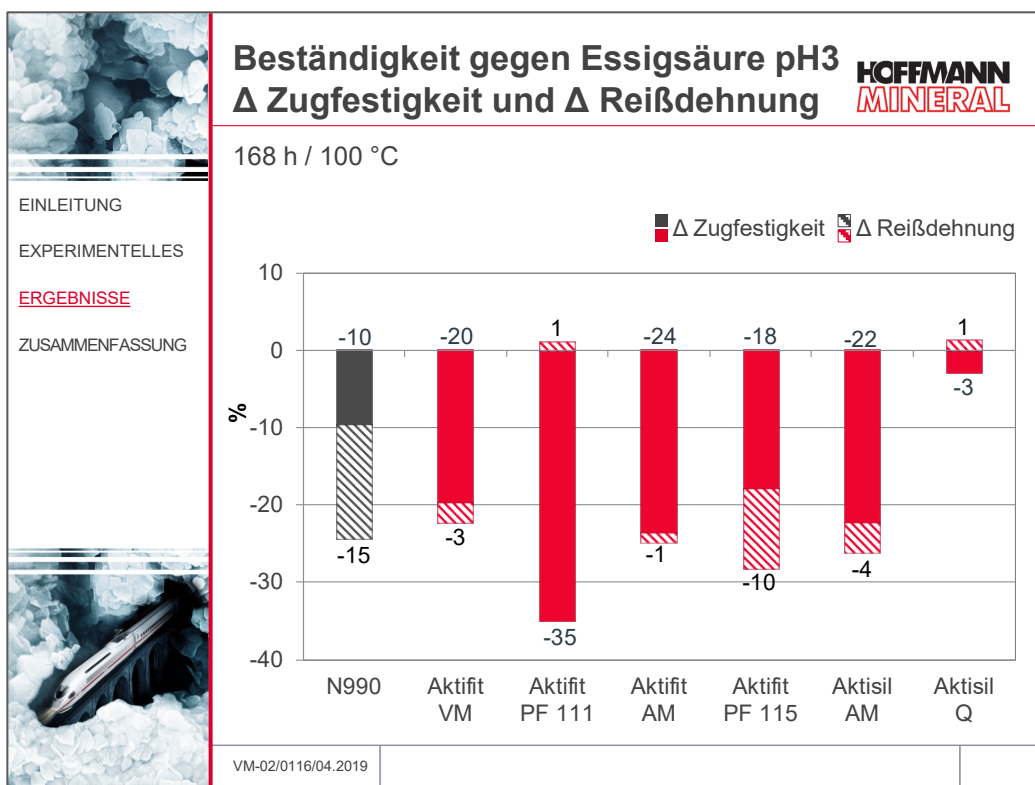


Abb. 20

Während die Gewichts- und Härteänderungen nach Lagerung in Essigsäure keine signifikanten Unterschiede zwischen den NKEs und N990 aufweisen, ergibt besonders das Aktisil Q praktisch keine Änderung von Zugfestigkeit oder Reißdehnung. Die übrigen NKE-Typen resultieren in einer mit dem Ruß vergleichbaren Beständigkeit gegen Essigsäure. Aus den Änderungen der Festigkeiten ergeben sich die in Abb. 21 dargestellten Absolutwerte.

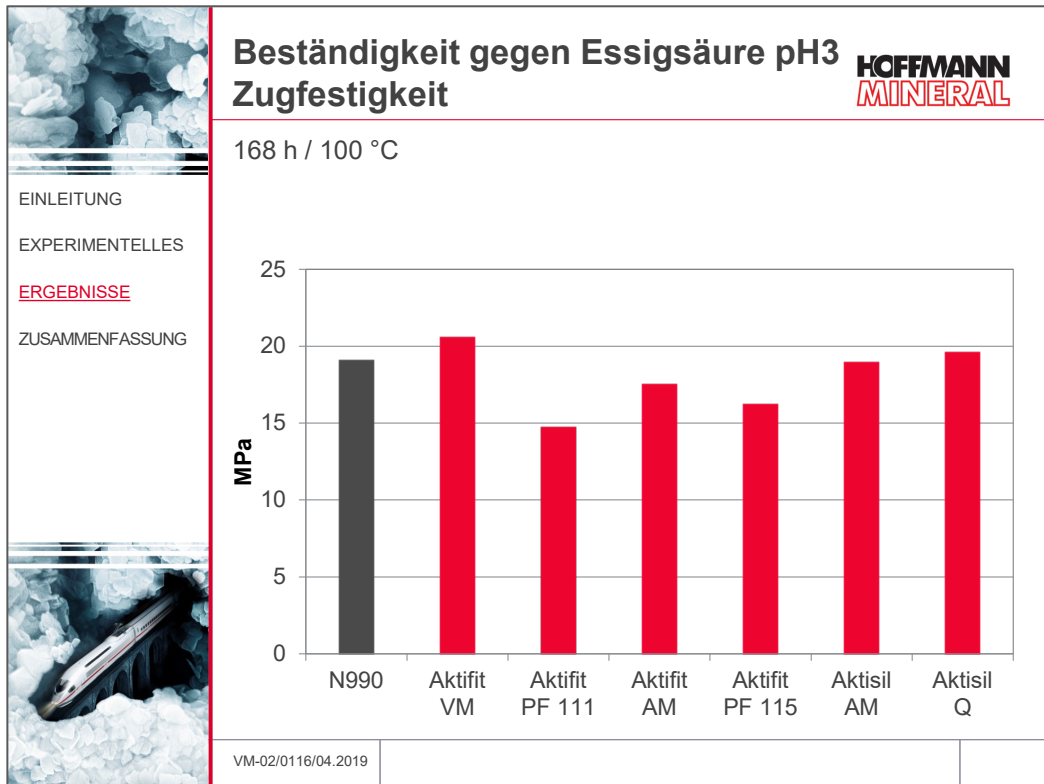


Abb. 21

Wie eingangs erwähnt, resultieren die typischerweise eingesetzten hellen Füllstoffe Wollastonit oder Bariumsulfat in einer gegenüber Ruß unterlegenen Beständigkeit gegen Essigsäure. Zum einen quellen sie sehr stark auf, zum anderen fallen z.B. die Zugfestigkeiten stark ab, wie in Abb. 22 zu sehen.

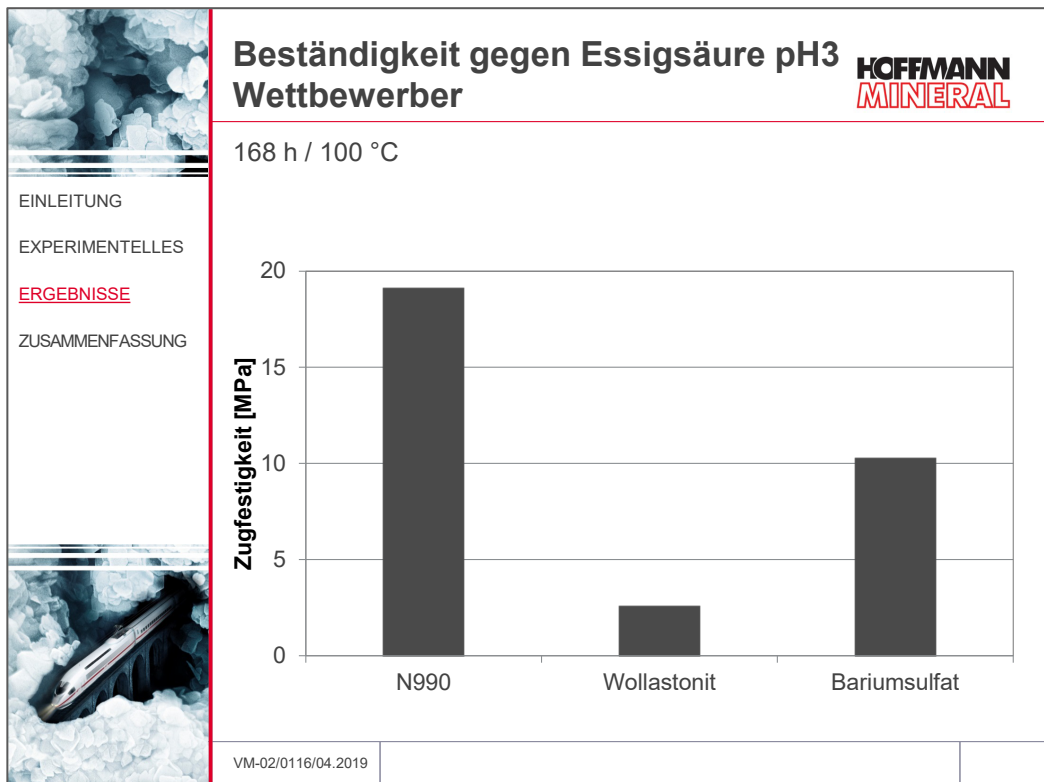


Abb. 22

4 Zusammenfassung

Diese Untersuchung zeigt, dass es möglich ist, mit Neuburger Kieselerde peroxidvernetzte FKM-Mischungen zu erhalten, die mit rußgefüllten vergleichbar sind, oder sogar einige Eigenschaften verbessern. Damit sind die Vulkanisate einfärbbar, ohne auf die gute Säurebeständigkeit verzichten zu müssen.

Die folgende Tabelle soll einen Überblick über die Eigenschaftsprofile der getesteten NKE-Typen geben, so dass für den jeweiligen Anwendungsfall das am besten geeignete Produkt ausgewählt werden kann.



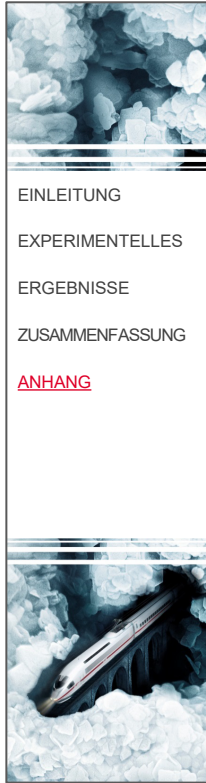
		Bewertung NKE vs. N 990							
				N 990 65 - 70 Shore A	Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM
EINLEITUNG		Vern.geschw.	=	=	+	+	+	=	
EXPERIMENTELLES		Viskosität	+	+	+	+	+	+	
ERGEBNISSE		Zugfestigkeit	+	=	=	=	+	=	
<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>		Reißdehnung		+	=	=	=		
		Spannungswert 100 %	+	+	+	+	+	+	
		Weiterreißwiderstand		=	=	+	=	=	
		DVR ISO 200 °C	=	=	=	=	=	=	
		DVR ISO 200 °C, ungetempert	=	=	=	=	=	+	
		DVR ISO 232 °C	=	=				=	
		DVR ISO 232 °C, ungetempert	=					+	
		DVR VW 23 °C	=	=	=		+	=	
		DVR VW 150 °C	+	+	=	=	+	=	
		Heißluftbest. 210 °C	=	=	=		=	+	
		Heißluftbest. 230 °C	+	=	=		=	+	
		Kraftstoffbeständigkeit	=	=	=	=	=	=	
		Ölbeständigkeit		+	+		+	+	
		Essigsäurebeständigkeit	=	=	=	=	=	+	
		VM-3/0116/01.2024							

Abb. 23

Abb. 23 zeigt, welche NKE-Type die jeweilige Eigenschaft gegenüber Ruß entweder verbessert (+) oder mit ihm gleichzieht (=). Rot markierte + bedeuten, dass dieses Produkt für die entsprechende Eigenschaft den besten Wert innerhalb der geprüften NKEs erreicht.

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.



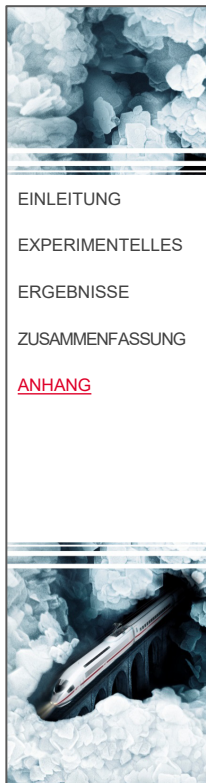
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle

**HOFFMANN
 MINERAL**

		Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM	Aktisil Q	N 990
Rheologie								
Mooney Viskosität, ML Min., 100 °C	MU	63	63	64	66	62	61	67
Rotorloses Vulkameter M _{min} 177 °C	Nm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Rotorloses Vulkameter V _{max} 177 °C	Nm/min.	3,4	3,5	4,1	3,8	4,0	3,6	3,3
Rotorloses Vulkameter t ₉₀ 177 °C	min.	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisationsbedingungen 7 min. / 177 °C, ungetempert								
Härte	Sh. A	64	65	65	65	64	63	65
Zugfestigkeit	MPa	22	16	18	17	19	16	17
Spannungswert 50 %	MPa	1,70	1,68	1,68	1,72	1,83	1,60	1,58
Spannungswert 100 %	MPa	3,9	3,5	3,7	3,6	4,2	3,6	3,2
Reißdehnung	%	278	336	364	395	312	257	330
Weiterreißwiderstand	N/mm	3,1	5,4	4,7	6,0	4,5	4,0	4,6
DVR ISO, 70 h / 200 °C, 25 % Def.	%	20	21	20	21	21	18	21
DVR ISO, 70 h / 232 °C, 25 % Def.	%	25	28	28	32	30	20	26

VM-02/0116/04.2019



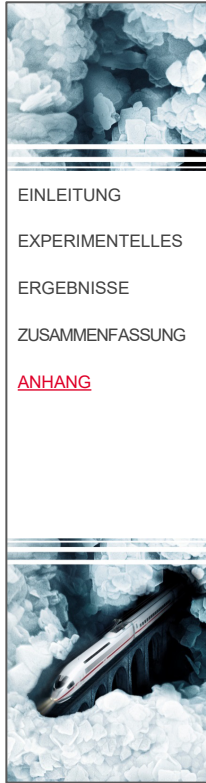
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle

**HOFFMANN
 MINERAL**

		Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM	Aktisil Q	N 990
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisationsbedingungen 7 min. / 177 °C, Tempern 2 h / 232 °C								
Härte	Sh. A	65	66	66	65	66	65	66
Zugfestigkeit	MPa	26	23	23	20	24	20	21
Spannungswert 50 %	MPa	1,75	1,76	1,83	1,84	1,92	1,72	1,66
Spannungswert 100 %	MPa	4,4	4,0	4,6	4,3	4,9	4,3	3,6
Reißdehnung	%	272	351	320	339	311	271	314
Weiterreißwiderstand	N/mm	3,2	4,9	4,5	6,7	3,9	4,1	4,4
DVR ISO, 70 h / 200 °C, 25 % Def.	%	21	19	20	20	21	20	20
DVR ISO, 70 h / 232 °C, 25 % Def.	%	26	24	30	32	29	23	26
DVR VW PV3307, 94 h / 23 °C, 50 % Def.	%	53	50	48	54	39	48	50
DVR VW PV3307, 94 h / 150 °C, 50 % Def.	%	37	36	38	39	34	38	41
Abriebverlust	mm ³	60	72	67	74	71	73	53

VM-02/0116/04.2019



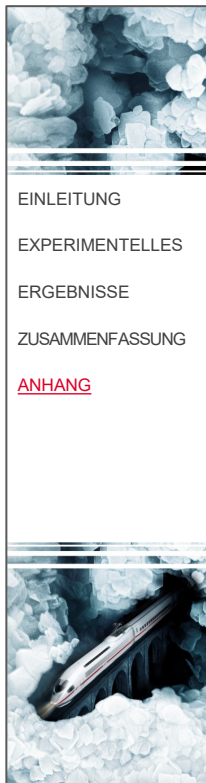
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle

**HOFFMANN
 MINERAL**

		Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM	Aktisil Q	N 990
Heißluftalterung, 504 h / 210 °C, gemessen 30 Min. nach Entnahme								
Härte	Sh. A	68	68	68	69	69	67	69
Zugfestigkeit	MPa	25	23	25	19	26	22	24
Reißdehnung	%	323	320	330	252	304	356	314
Δ Härte	Sh. A	+3	+2	+2	+4	+3	+2	+3
Δ Zugfestigkeit	%	-3	+3	+8	-2	+8	+11	+16
Δ Reißdehnung	rel.%	+19	-9	+3	-26	-2	+31	0
Heißluftalterung, 94 h / 230 °C, gemessen 30 Min. nach Entnahme								
Härte	Sh. A	67	68	67	68	68	65	69
Zugfestigkeit	MPa	26	27	27	22	28	23	24
Reißdehnung	%	283	313	314	247	299	331	292
Δ Härte	Sh. A	+2	+2	+1	+3	+2	0	+3
Δ Zugfestigkeit	%	+2	+18	+17	+11	+15	+16	+14
Δ Reißdehnung	rel.%	+4	-11	-2	-27	-4	+22	-7

VM-02/0116/04.2019



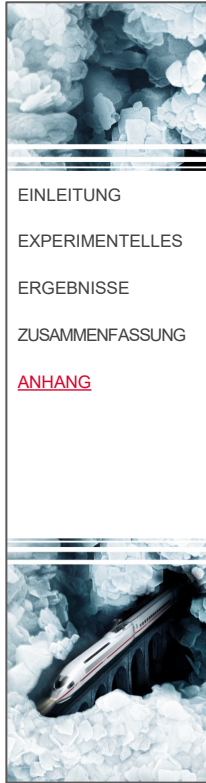
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle

**HOFFMANN
 MINERAL**

		Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM	Aktisil Q	N 990
Lagerung in FAM B, 70 h / 23 °C								
Härte	Sh. A	58	59	58	58	58	58	59
Zugfestigkeit	MPa	14	11	12	10	11	10	12
Reißdehnung	%	220	255	246	268	238	206	231
Δ Härte	Sh. A	-7	-7	-8	-7	-8	-7	-7
Δ Zugfestigkeit	%	-46	-51	-48	-50	-53	-49	-44
Δ Reißdehnung	rel.%	-19	-27	-23	-21	-24	-24	-26
Δ Gewicht	%	+7,3	+7,8	+8,0	+8,0	+6,8	+8,0	+6,7
Δ Volumen	%	+18	+19	+19	+19	+17	+19	+15
Lagerung in Motoröl OS206304, 168 h / 150 °C								
Härte	Sh. A	65	65	65	66	65	64	65
Zugfestigkeit	MPa	19	21	22	16	22	21	17
Reißdehnung	%	210	295	291	231	281	291	266
Δ Härte	Sh. A	0	-1	-1	+1	-1	-1	-1
Δ Zugfestigkeit	%	-26	-7	-3	-20	-9	+2	-19
Δ Reißdehnung	rel.%	-23	-16	-9	-32	-10	+7	-15
Δ Gewicht	%	+0,8	+0,7	+0,6	+0,6	+0,7	+0,6	+0,8
Δ Volumen	%	+1,4	+1,2	+0,9	+1,4	+1,2	+0,7	+1,4

VM-02/0116/04.2019



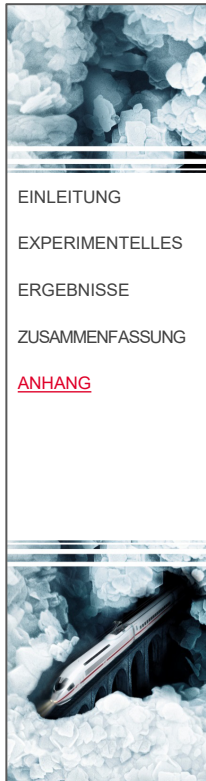
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle

**HOFFMANN
 MINERAL**

		Aktifit VM	Aktifit PF 111	Aktifit AM	Aktifit PF 115	Aktisil AM	Aktisil Q	N 990
Lagerung in Essigsäure pH3, 168 h / 100 °C								
Härte	Sh. A	52	51	51	52	47	51	54
Zugfestigkeit	MPa	21	15	17	16	19	20	19
Reißdehnung	%	265	355	316	304	300	274	268
Δ Härte	Sh. A	-13	-15	-15	-13	-19	-14	-12
Δ Zugfestigkeit	%	-20	-35	-24	-18	-22	-3	-10
Δ Reißdehnung	rel.%	-3	+1	-1	-10	-4	+1	-15
Δ Gewicht	%	+20	+17	+26	+19	+24	+23	+17
Δ Volumen	%	+37	+34	+50	+37	+47	+43	+30

VM-02/0116/04.2019



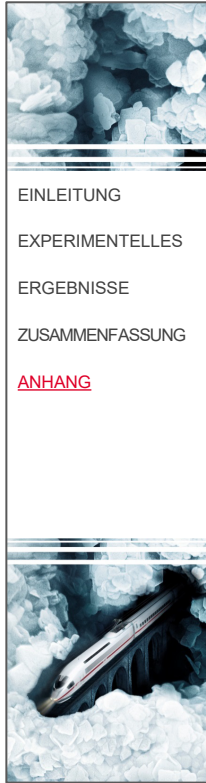
EINLEITUNG
 EXPERIMENTELLES
 ERGEBNISSE
 ZUSAMMENFASSUNG
[ANHANG](#)

Ergebnistabelle nur Wettbewerber

**HOFFMANN
 MINERAL**

Dosierung 30 phr (49 phr für BaSO ₄)		Wollastonit AST	Wollastonit EST	Barium-sulfat	N 990
Rheologie					
Mooney Viskosität, ML Min., 100 °C	MU	63	59	66	67
Rotorloses Vulkameter M _{min} 177 °C	Nm	0,03	0,03	0,04	0,04
Rotorloses Vulkameter V _{max} 177 °C	Nm/min.	3,4	3,1	3,4	3,3
Rotorloses Vulkameter t ₉₀ 177 °C	min.	0,9	0,9	0,9	0,8
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisationsbedingungen 7 min. / 177 °C, ungetempert					
Härte	Sh. A	61	63	61	65
Zugfestigkeit	MPa	18	16	15	17
Spannungswert 50 %	MPa	1,9	1,6	1,4	1,58
Spannungswert 100 %	MPa	4,2	3,2	2,1	3,2
Reißdehnung	%	397	393	421	330
Weiterreißwiderstand	N/mm	6,0	5,9	4,7	4,6
DVR ISO, 70 h / 200 °C, 25 % Def.	%	24	21	22	21
DVR ISO, 70 h / 232 °C, 25 % Def.	%	35	28	31	26

VM-02/0116/04.2019



Ergebnistabelle nur Wettbewerber

**HOFFMANN
MINERAL**

Dosierung 30 phr
(49 phr für BaSO₄)

Wollastonit
AST

Wollastonit
EST

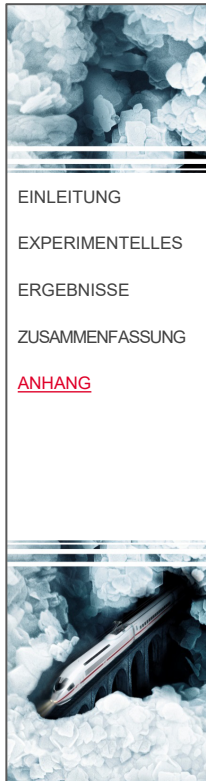
Barium-
sulfat

N 990

- EINLEITUNG
- EXPERIMENTELLES
- ERGEBNISSE
- ZUSAMMENFASSUNG
- [ANHANG](#)

Mechanische Eigenschaften – Vulkanisationsbedingungen 7 min. / 177 °C, Tempern 2 h / 232 °C					
Härte	Sh. A	67	64	67	66
Zugfestigkeit	MPa	19	20	16	21
Spannungswert 50 %	MPa	1,7	1,7	1,4	1,66
Spannungswert 100 %	MPa	3,9	3,5	2,4	3,6
Reißdehnung	%	337	399	407	314
Weiterreißwiderstand	N/mm	6,2	6,9	6,1	4,4
DVR ISO, 70 h / 200 °C, 25 % Def.	%	22	18	22	20
DVR ISO 70 h / 232 °C, 25 % Def.	%	29	24	28	26
DVR VW PV3307 94 h / 23 °C, 50 % Def.	%	51	51	49	50
DVR VW PV3307 94 h / 150 °C, 50 % Def.	%	35	36	36	41
Abriebverlust	mm ³	104	114	124	53

VM-02/0116/04.2019



Ergebnistabelle nur Wettbewerber

**HOFFMANN
MINERAL**

Dosierung 30 phr
(49 phr für BaSO₄)

Wollastonit
AST

Wollastonit
EST

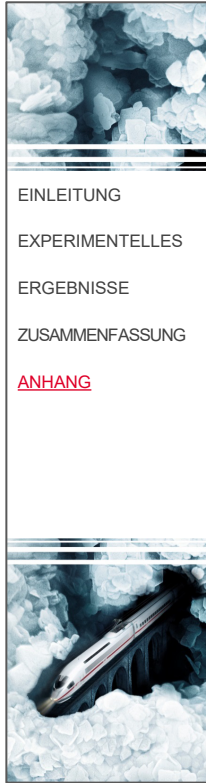
Barium-
sulfat

N 990

- EINLEITUNG
- EXPERIMENTELLES
- ERGEBNISSE
- ZUSAMMENFASSUNG
- [ANHANG](#)

Heißluftalterung, 504 h / 210 °C, gemessen 30 Min. nach Entnahme					
Härte	Sh. A	64	64	65	69
Zugfestigkeit	MPa	20	21	24	24
Reißdehnung	%	331	390	372	314
Δ Härte	Sh. A	-3	0	-2	+3
Δ Zugfestigkeit	%	+6	+3	+43	+16
Δ Reißdehnung	rel.%	-2	-2	-9	0
Heißluftalterung, 94 h / 230 °C, gemessen 30 Min. nach Entnahme					
Härte	Sh. A	65	65	65	69
Zugfestigkeit	MPa	22	22	25	24
Reißdehnung	%	325	335	353	292
Δ Härte	Sh. A	-2	1	-2	+3
Δ Zugfestigkeit	%	+18	+8	+51	+14
Δ Reißdehnung	rel.%	-4	-16	-13	-7

VM-02/0116/04.2019



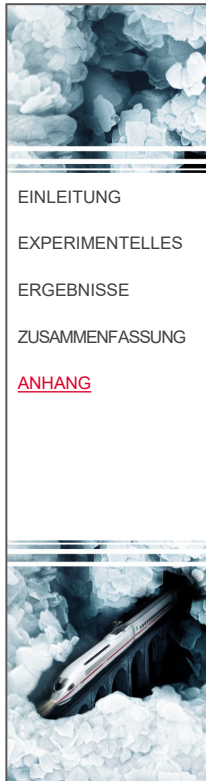
Ergebnistabelle nur Wettbewerber

**HOFFMANN
MINERAL**

- EINLEITUNG
- EXPERIMENTELLES
- ERGEBNISSE
- ZUSAMMENFASSUNG
- [ANHANG](#)

Dosierung 30 phr (49 phr für BaSO ₄)		Wollastonit AST	Wollastonit EST	Barium- sulfat	N 990
Lagerung in FAM B, 70 h / 23 °C					
Härte	Sh. A	56	55	52	59
Zugfestigkeit	MPa	8,6	7,0	7,7	12
Reißdehnung	%	241	261	329	231
Δ Härte	Sh. A	-11	-9	-15	-7
Δ Zugfestigkeit	%	-53	-66	-53	-44
Δ Reißdehnung	rel.%	-28	-35	-19	-26
Δ Gewicht	%	+7,6	+7,2	+7,4	+6,7
Δ Volumen	%	+19	+18	+20	+15
Lagerung in Motoröl OS206304, 168 h / 150 °C					
Härte	Sh. A	62	62	62	65
Zugfestigkeit	MPa	17	13	11	17
Reißdehnung	%	286	297	340	266
Δ Härte	Sh. A	-5	-2	-5	-1
Δ Zugfestigkeit	%	-7	-35	-34	-19
Δ Reißdehnung	rel.%	-15	-26	-17	-15
Δ Gewicht	%	+0,6	+0,6	+0,5	+0,8
Δ Volumen	%	+1,2	+1,1	+1,3	+1,4

VM-02/0116/04.2019



Ergebnistabelle nur Wettbewerber

**HOFFMANN
MINERAL**

- EINLEITUNG
- EXPERIMENTELLES
- ERGEBNISSE
- ZUSAMMENFASSUNG
- [ANHANG](#)

Dosierung 30 phr (49 phr für BaSO ₄)		Wollastonit AST	Wollastonit EST	Barium- sulfat	N 990
Lagerung in Essigsäure pH3, 168 h / 100 °C					
Härte	Sh. A	37	nicht bestimmbar	35	54
Zugfestigkeit	MPa	2,6	2,8	10	19
Reißdehnung	%	54	84	252	268
Δ Härte	Sh. A	-30	nicht bestimmbar	-32	-12
Δ Zugfestigkeit	%	-86	-86	-37	-10
Δ Reißdehnung	rel.%	-84	-79	-38	-15
Δ Gewicht	%	+288	+227	+55	+17
Δ Volumen	%	+593	+499	+121	+30

VM-02/0116/04.2019