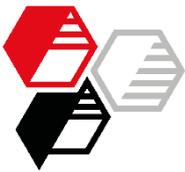


Neuburger Kieselerde in 3D Druck SLA/DLP Verfahren (UV-härtend)

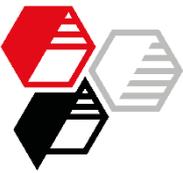
Autor: Petra Zehnder

HOFFMANN
MINERAL[®]
Wir geben Stoff für gute Ideen



Inhalt

- Einleitung
- Experimentelles
- Ergebnisse
- Zusammenfassung
- Anhang



Status Quo

EINLEITUNG

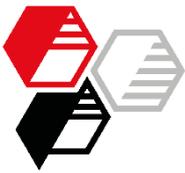
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

- Die Stereolithografie (SLA) wurde bereits in den 1980er Jahren erfunden und ist das älteste bekannte 3D Druckverfahren.
- Grundprinzip ist das selektive schichtweise Aushärten eines Photopolymers mittels einer Lichtquelle. Beim SLA-Verfahren härtet ein lenkbarer (UV)-Laserstrahl nacheinander das flüssige Photopolymer an den entsprechenden Punkten. Im DLP-Verfahren wird ein Bild des gesamten zu härtenden Bereichs projiziert und mittels UV-Strahlung selektiv die gesamte Schicht belichtet.
- Kurze Produktionszeiten zusammen mit hoher Präzision und Oberflächengüte ermöglichen die Anwendung zum Prototyping ebenso wie die Herstellung von Gießformen, filigranen Modellen und Kleinserien in vielen Bereichen von Industrie und Medizintechnik.
- Als Photopolymere kommen dabei mit Licht härtende Kunstharze auf Epoxy- und Acrylbasis, seltener auch Vinylbasis, zum Einsatz.
- Der Einsatz funktioneller Füllstoffe wie z.B. **Neuburger Kieselerde** bietet die Möglichkeit, die mechanischen Eigenschaften der ausgehärteten Photopolymere anzupassen.



Zielsetzung

Ziel dieser Untersuchung ist es, **Neuburger Kieselerde** als mineralischen Füllstoff für lichtaushärtende 3D-Druckharze (SLA/DLP) vorzustellen.

Geprüft wurden die mechanischen Eigenschaften in einer Acrylat-basierenden Harzformulierung.

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Rezeptur

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Gew.-Teile
Bomar XR-741MS	<i>Bindemittel Polyesterurethan-Methacrylat</i>	80
Miramer PU 2560	<i>Bindemittel, flexibilisierend aliphatisches Urethanacrylat</i>	20
Speedcure TPO-L	<i>Photoinitiator, Typ 1 Ethyl (2,4,6-trimethylbenzoyl) phenyl phosphinat</i>	0,6
Isobornylmethacrylat	<i>Reaktivverdünner</i>	0,6
Benzophenon-6	<i>UV-Absorber, Alterungsschutz</i>	0,1
Aktifit Q	<i>Füllstoff, Neuburger Kieselerde</i>	0 – 20
Summe		≈ 100 - 120



Füllstoffe und Kennwerte

EINLEITUNG

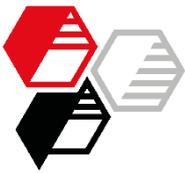
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Kalzinierte Neuburger Kieselerde
		Aktifit Q
Rückstand > 40 µm	[mg/kg]	20
Korngröße d ₅₀	[µm]	2,0
Korngröße d ₉₇	[µm]	10
Ölzahl	[g/100g]	65
Spezifische Oberfläche BET	[m ² /g]	9
Funktionalisierung		Methacryl
Oberflächencharakter		hydrophob



Herstellung Druckparameter

**HOFFMANN
MINERAL®**

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Harzmischung	20 min Speedmixer + Entgasung im Vakuum
Druck	Blueprinter BP7 Bottom-Up-Prinzip Wellenlänge Laser: 375 nm Schichtdicke: 100 µm Drucktemperatur: 80 °C
Nachbearbeitung (Postprocessing)	kurzes Aufheizen auf 90 °C Reinigung mit Isopropanol und Trocknung Endhärtung in der UV-Kammer



Viskosität Harzmischung bei 80 °C

**HOFFMANN
MINERAL®**

Platte/Platte; 50 s⁻¹; Spaltabstand 200 µm

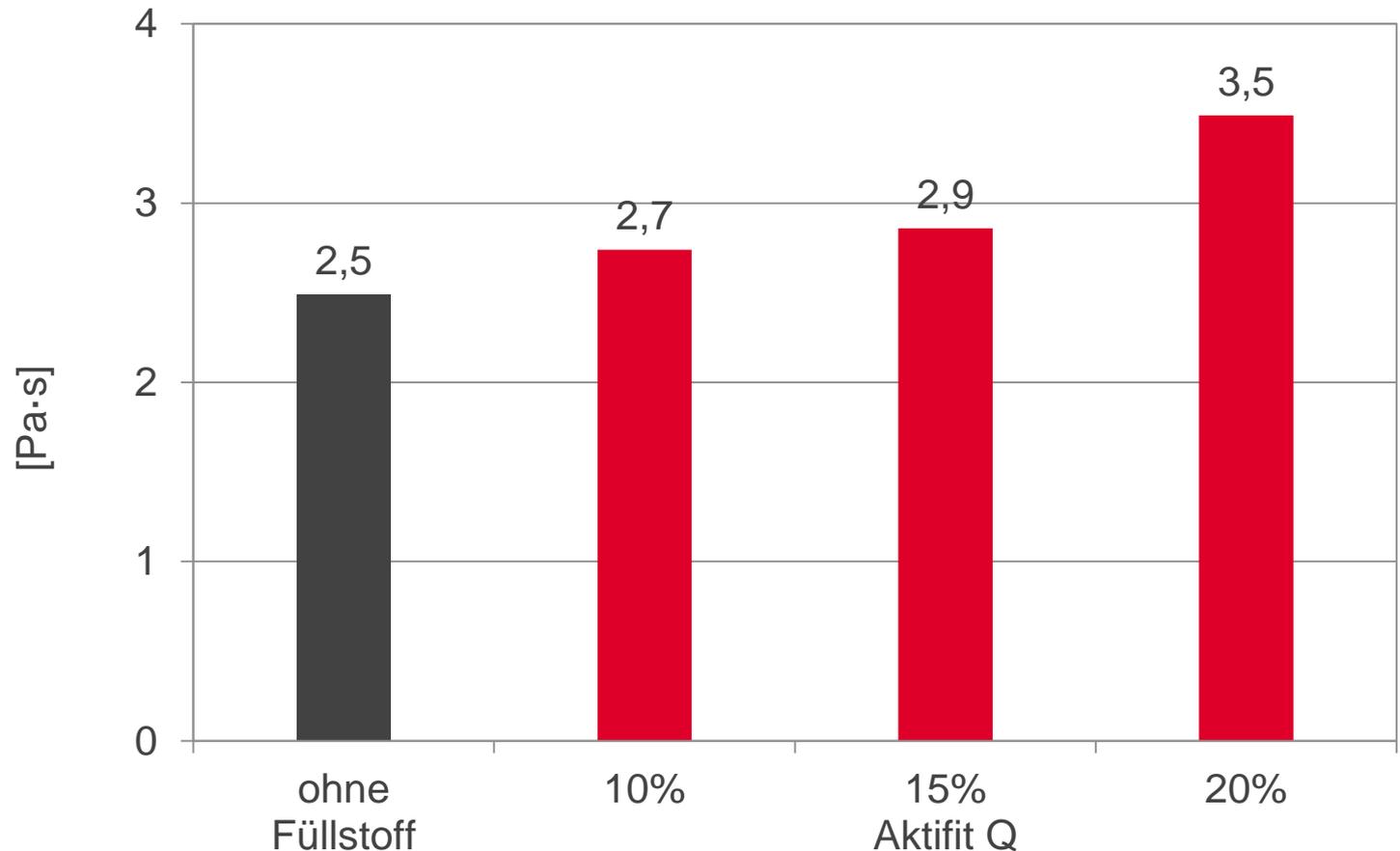
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG





DMA: Speichermodul bei 23 °C

3-Punkt Biegeversuch; Amplitude 10 µm; Heizrate 3 °C/min

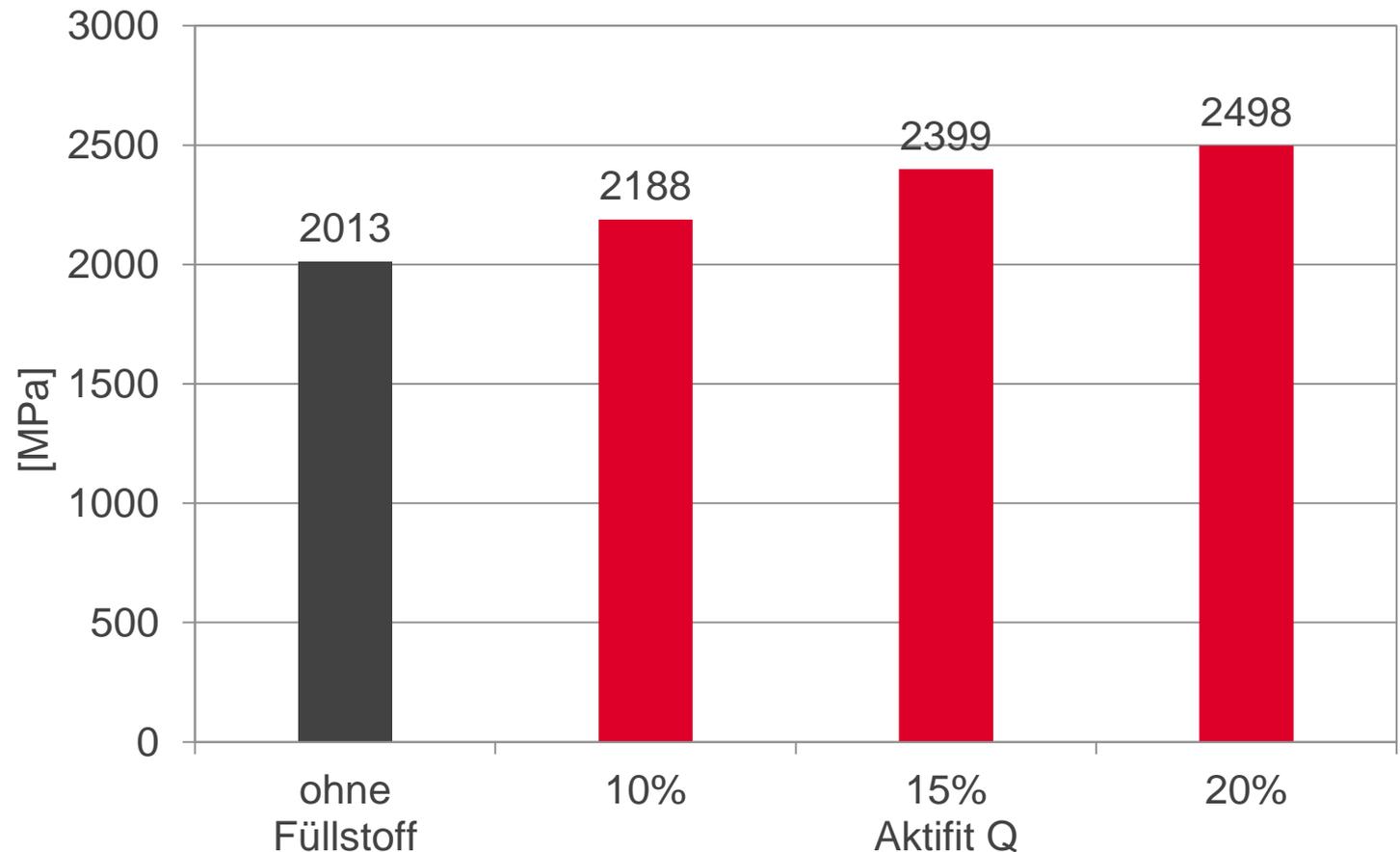
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

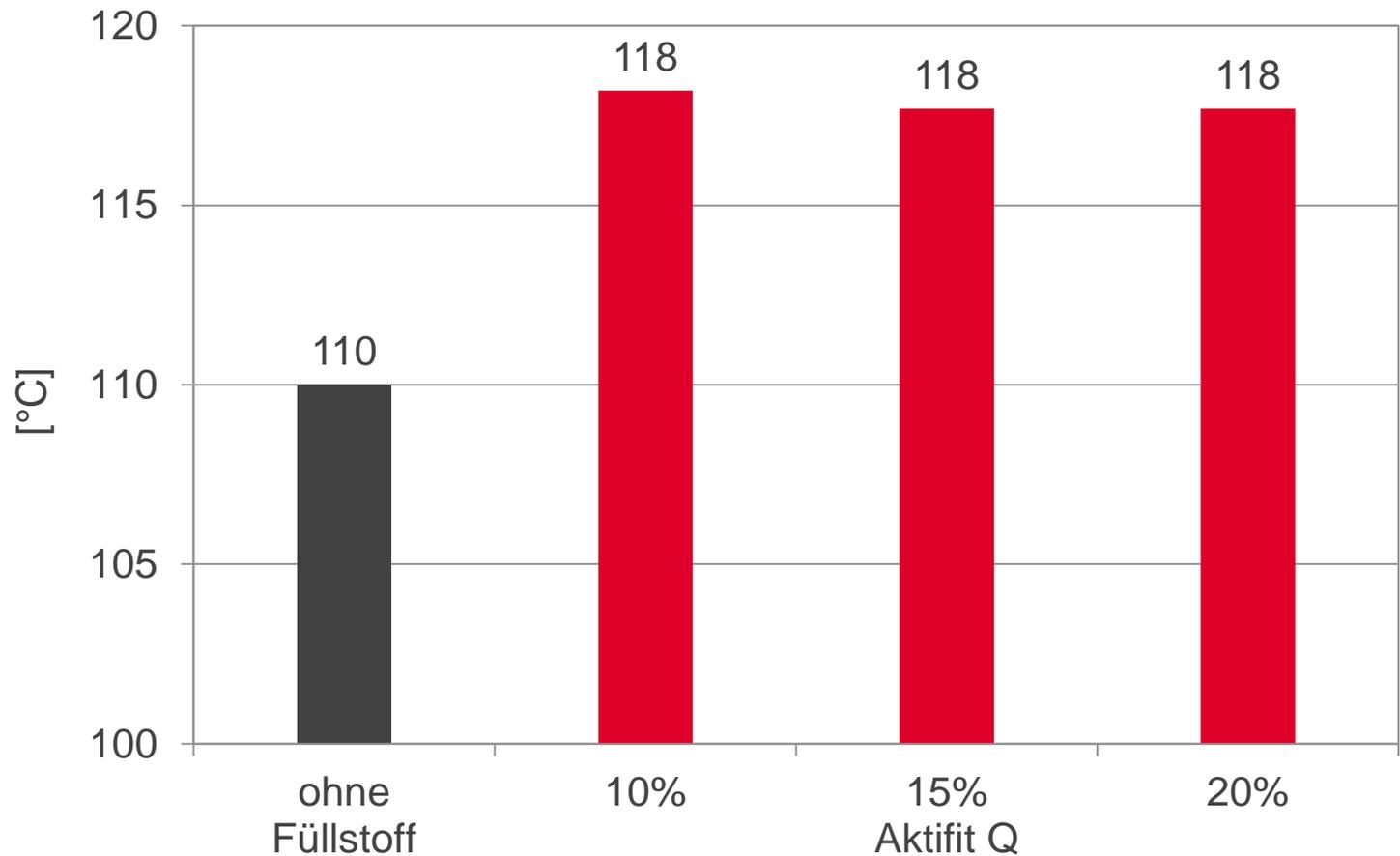
ANHANG





DMA: Glasübergangstemperatur

Maximum des $\tan \delta$; Heizrate 3 °C/min



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Zugfestigkeit

DIN EN ISO 527

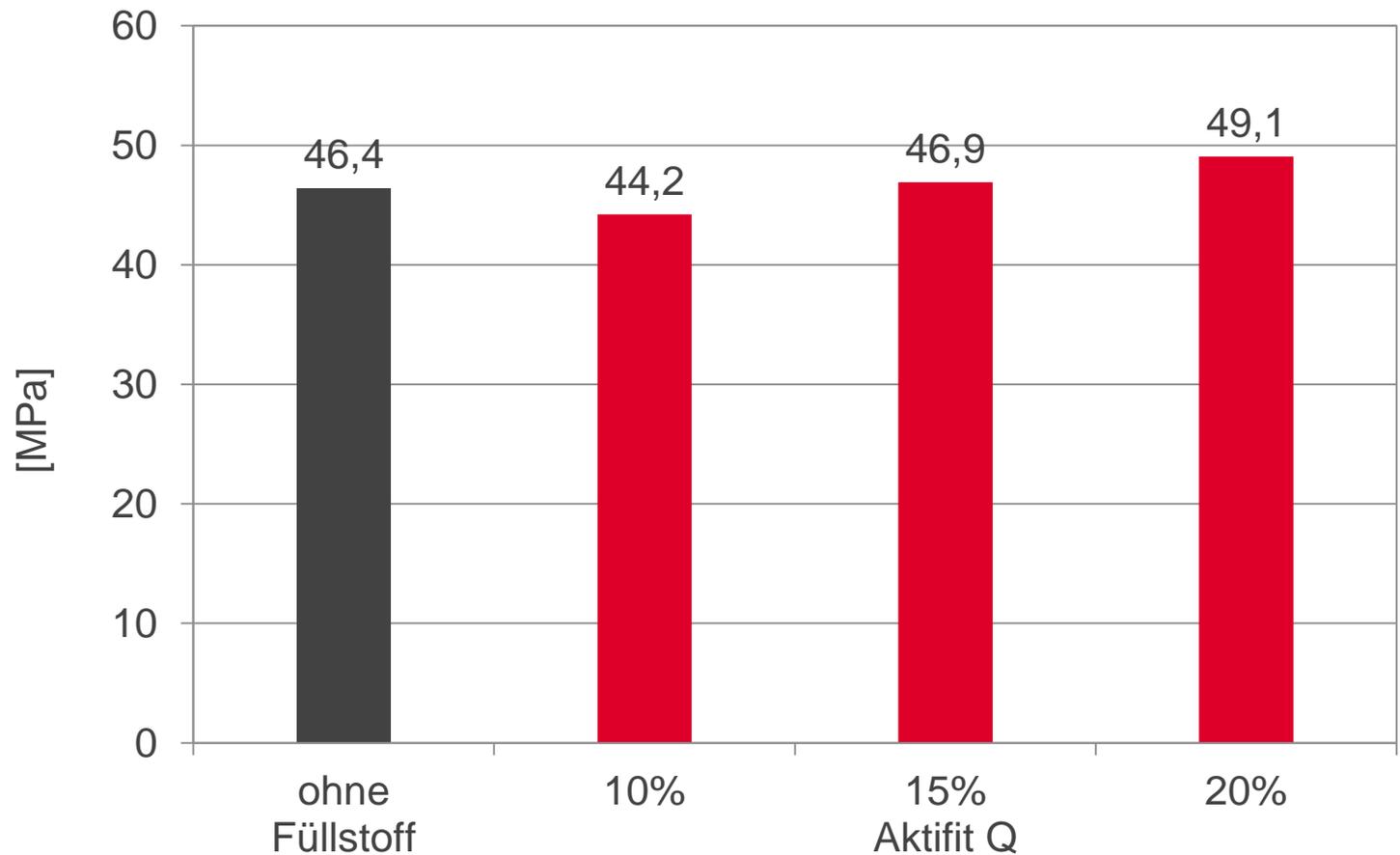
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

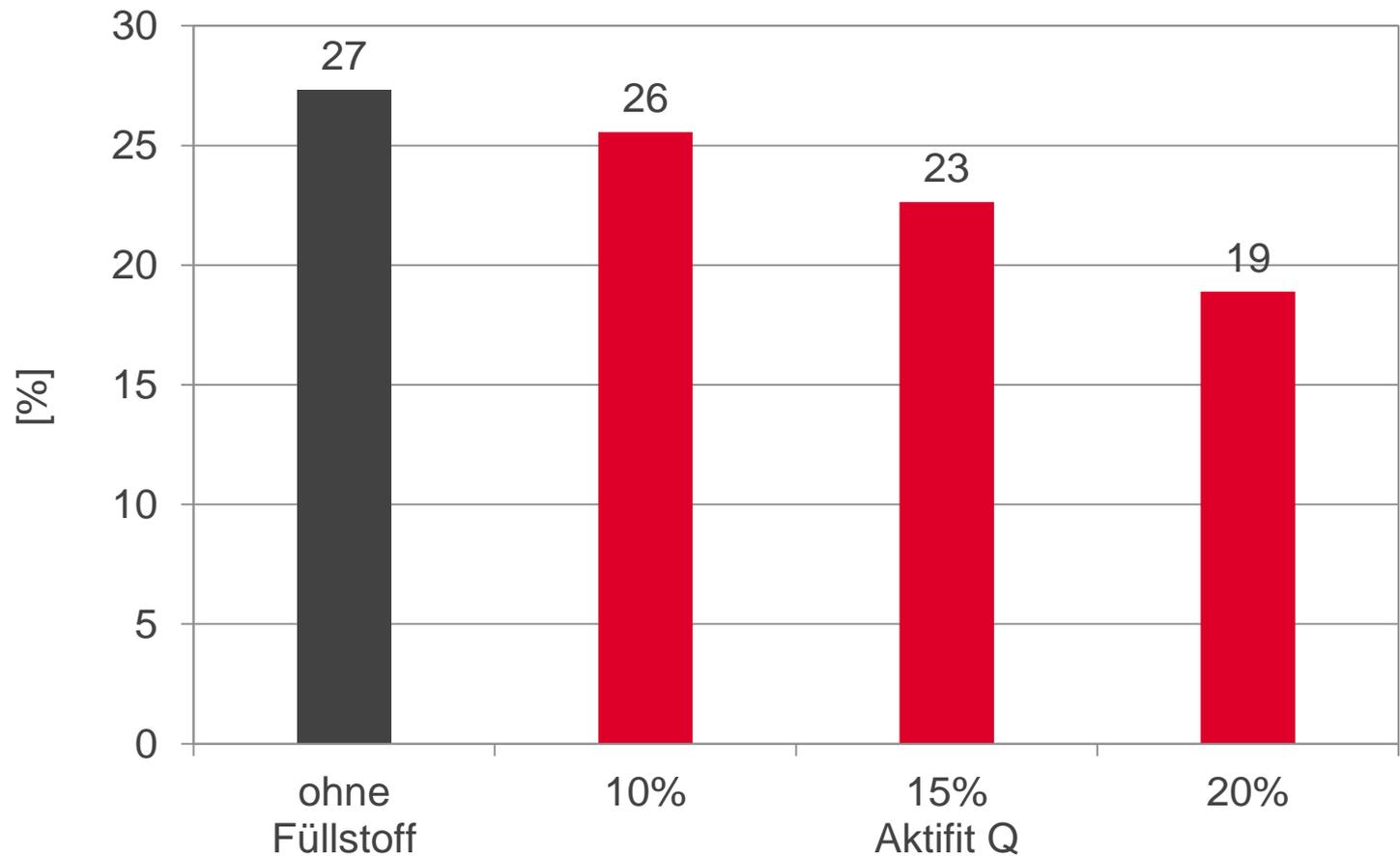
ANHANG





Bruchdehnung

DIN EN ISO 527



EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Zugmodul

DIN EN ISO 527

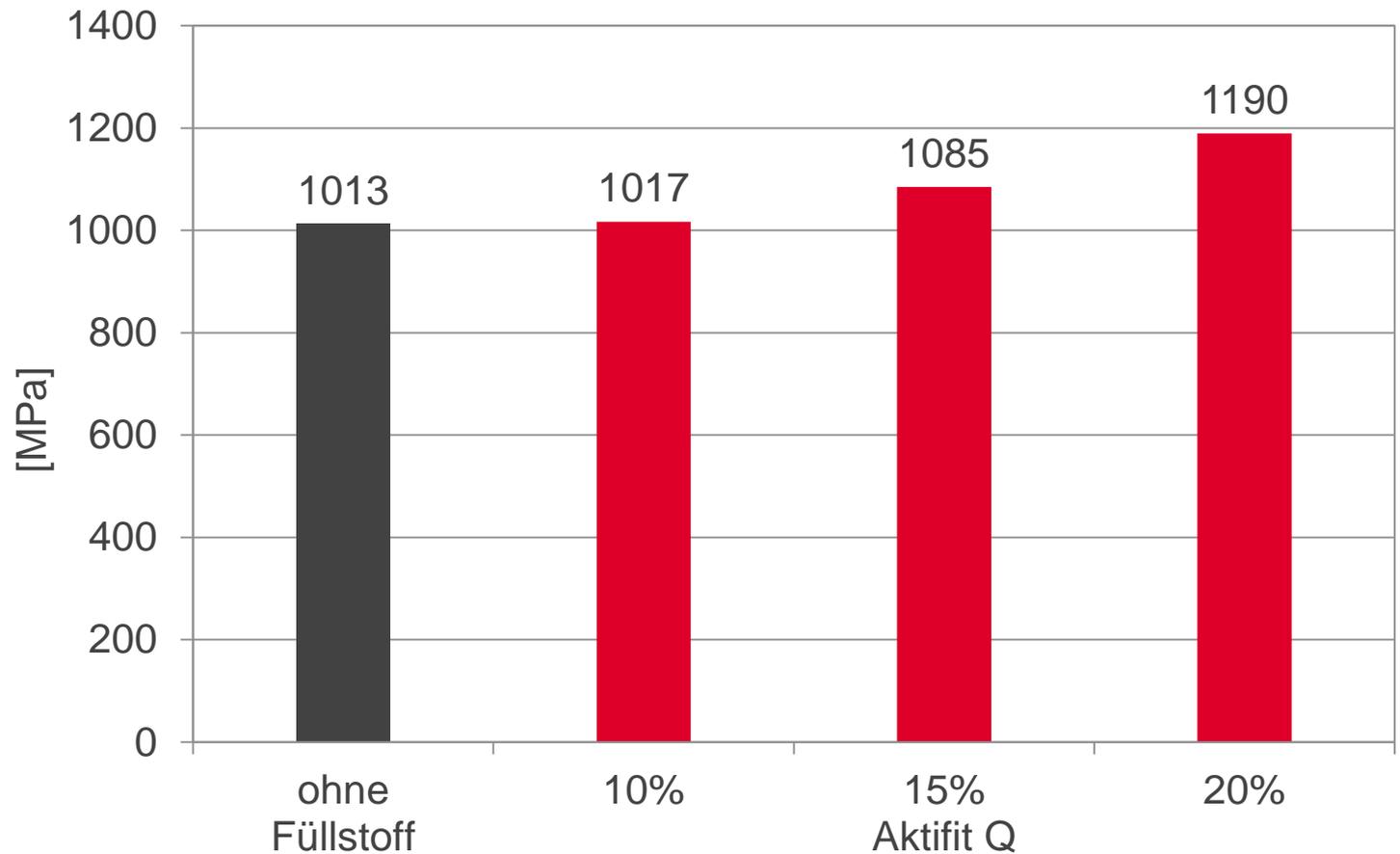
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG





Schlagzähigkeit Charpy

DIN EN ISO 179-1; 1eU

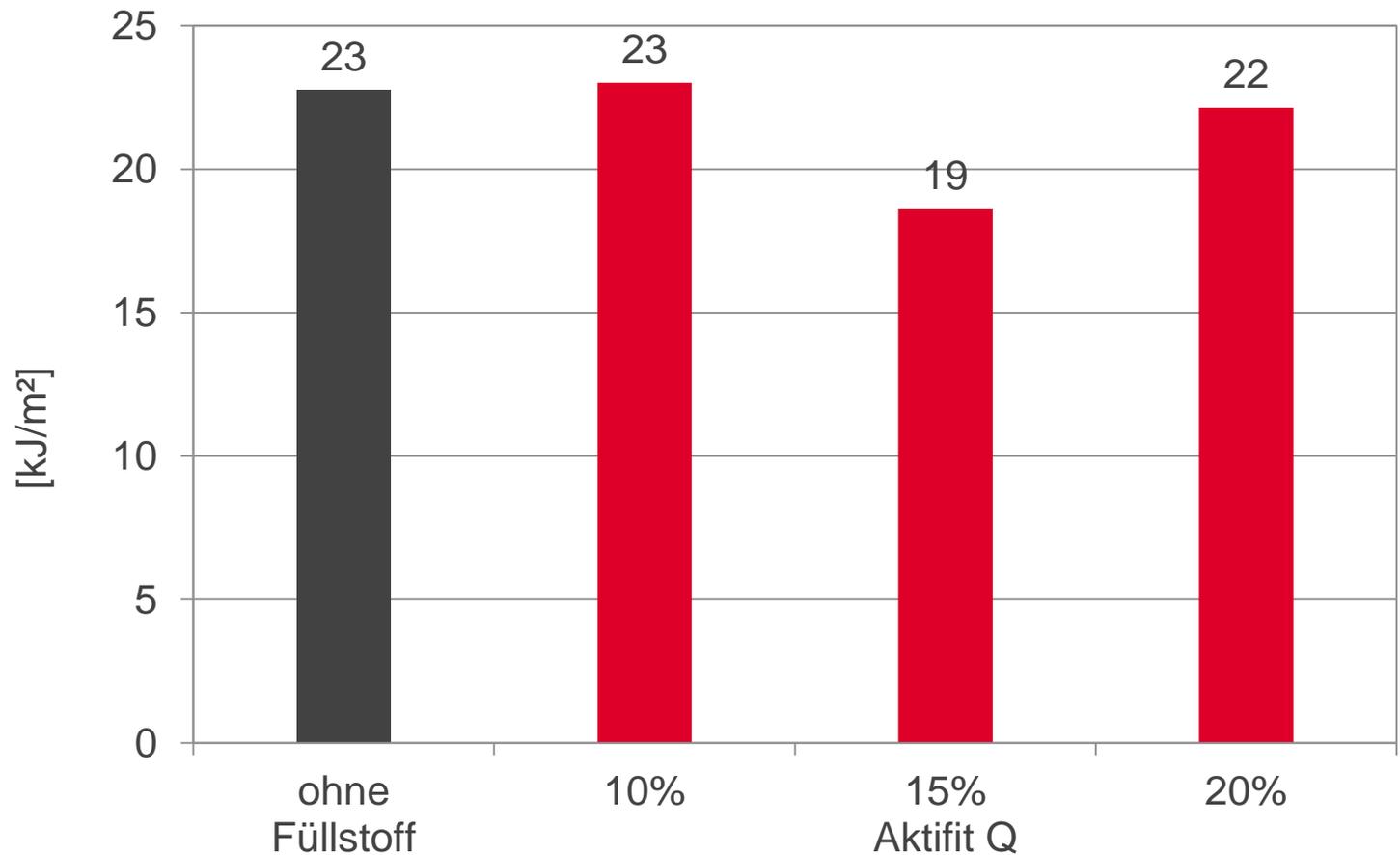
EINLEITUNG

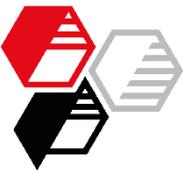
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG





Zusammenfassung

Aktifit Q eignet sich als mineralischer Füllstoff für die Anwendung in lichthärtenden 3D-Druckharzen (SLA/DLP). Die empfohlene Dosierung liegt bei 10-20 %.

Eigenschaften gegenüber dem ungefüllten Druckharz (in Abhängigkeit von der Dosierung):

- vergleichbare Viskosität der Flüssigformulierung bzw. nur moderater Anstieg bei höherer Füllstoffdosierung
- höherer Speichermodul
- höhere Glasübergangstemperatur
- vergleichbare Festigkeit
- moderater Abfall der Bruchdehnung
- höhere Steifigkeit
- annähernd vergleichbare Schlagzähigkeit

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



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

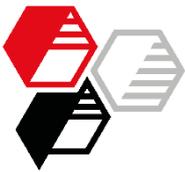
EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

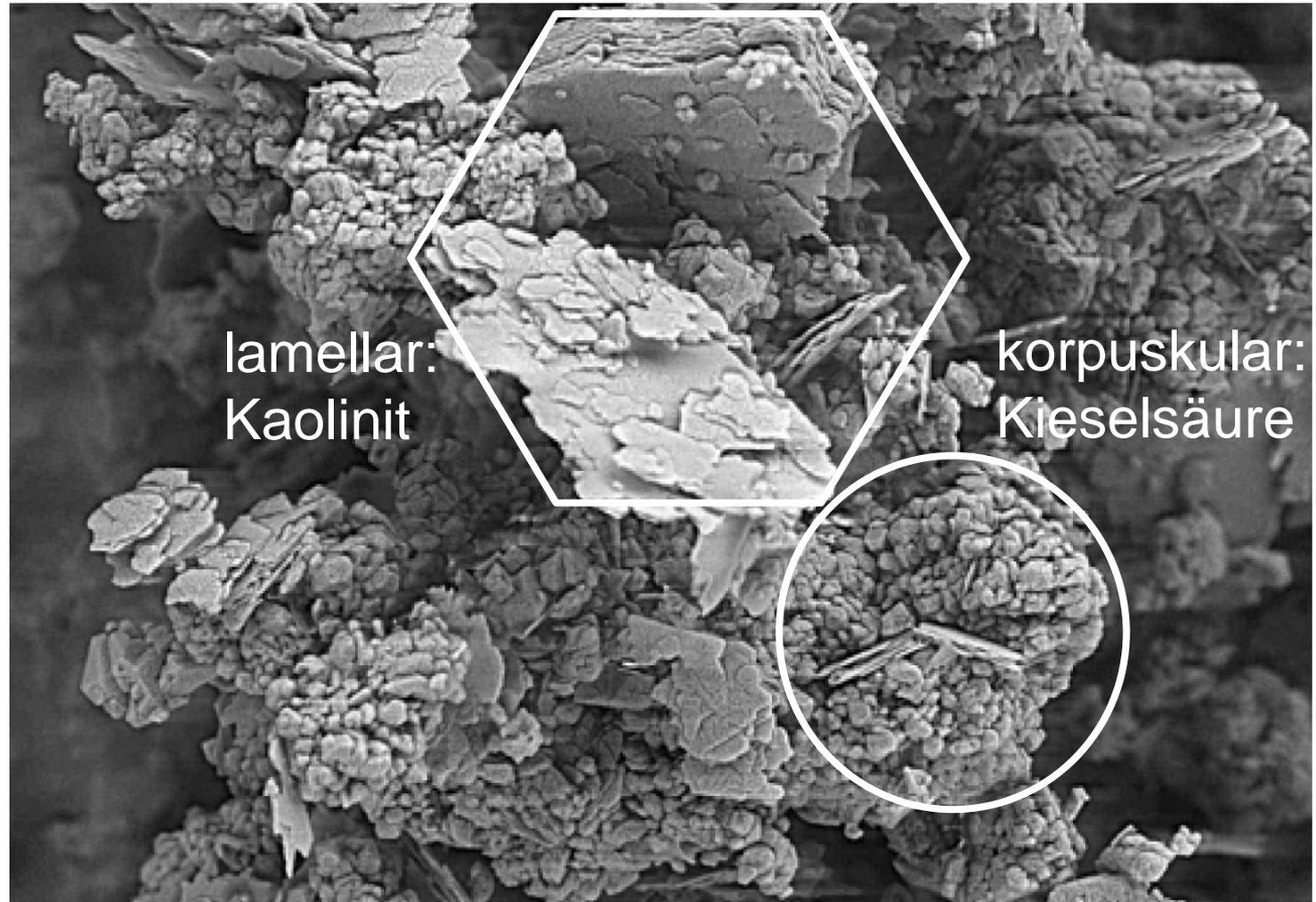
			Aktifit Q		
		ohne Füllstoff	10 %	15 %	20 %
Viskosität					
@ 60 °C	Pa·s	16,9	17,2	16,7	22,1
@ 80 °C	Pa·s	2,49	2,74	2,86	3,49
@ 100 °C	Pa·s	0,63	0,73	0,82	0,91
Speichermodul bei 23 °C	MPa	2013	2188	2399	2498
Glasübergangstemperatur	°C	110	118	118	118
Zugfestigkeit	MPa	46	44	47	49
Bruchdehnung	%	27	26	23	19
Zugmodul	MPa	1013	1017	1085	1190
Schlagzähigkeit Charpy	kJ/m ²	23	23	19	22



Struktur der Neuburger Kieselerde

**HOFFMANN
MINERAL®**

10.000-fache Vergrößerung



lamellar:
Kaolinit

korpuskular:
Kieselsäure

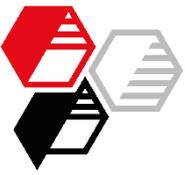
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Kalzinierte Neuburger Kieselerde

**HOFFMANN
MINERAL®**

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

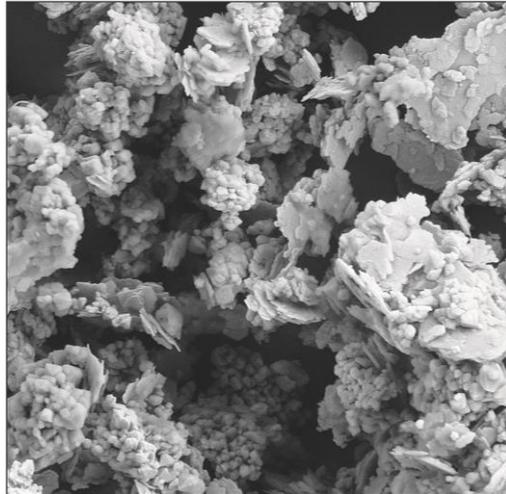
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

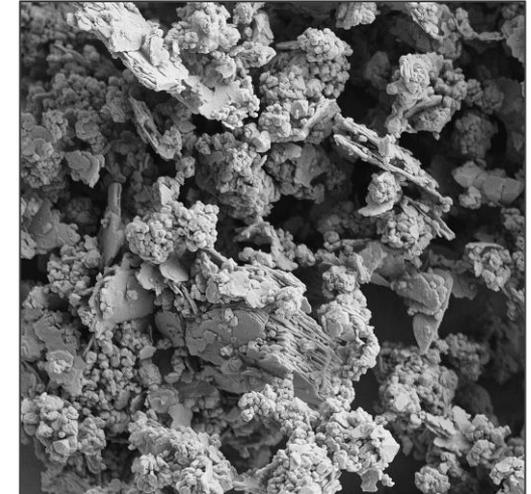
ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Neuburger Kieselerde

Thermischer
Prozess



Kalzinierte Neuburger
Kieselerde

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