Alternatives chlorfreies Peroxid für Siliconkautschuk: Vorteile mit Aktisil Q

Autor: Nicole Holzmayr

HOFFMANN MINERAL®
Wir geben Stoff für gute Ideen

Status Quo

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Verwendung chlorhaltiger Peroxide

in Festsilicon hauptsächlich für Extrusionsartikel

Einsatz chlorhaltiger Peroxide

problematisch aufgrund Emission von PCB*

Alternative chlorfreie Peroxide

- langsamere Vernetzung
- problematische Verarbeitung (erhöhte Klebrigkeit der Mischung beim Mischen und Entformen)

* PCB: polychlorierte Biphenyle

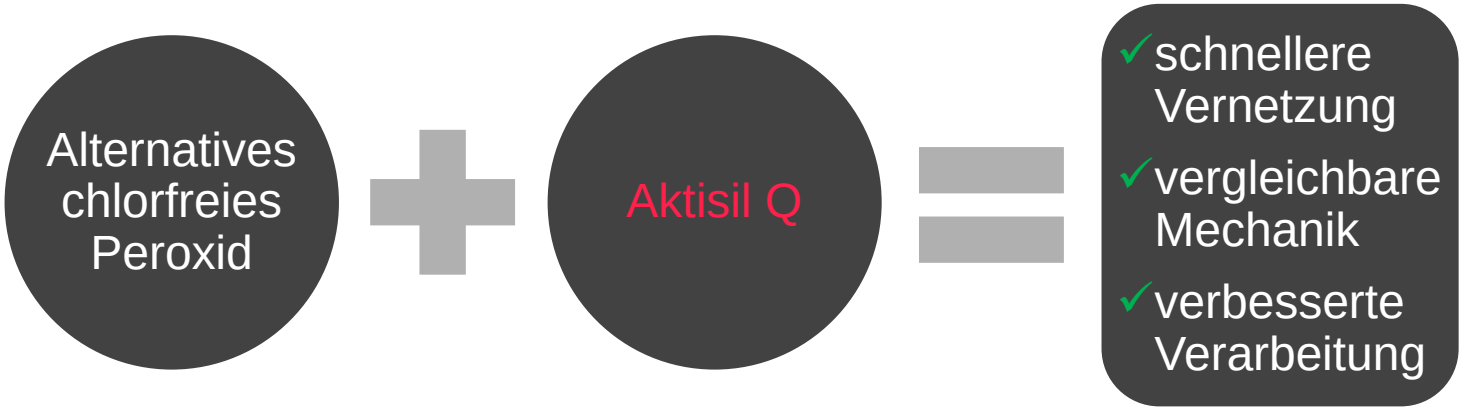
Ziel

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



Rezeptur

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

		phr	
Elastosil R 401/40	Polymer Härte: 40 Shore A	100	
Aktisil Q	Füllstoff Neuburger Kieselerde, methacryl-funktionalisiert	0 – 100	
Perkadox PD-50S-ps DCBP	Peroxid, chlorhaltig Di-(2,4-dichlorbenzoyl)peroxid	1,5	-
Perkadox PM-50S-ps DMBP	Peroxid, chlorfrei Di-(4-methylbenzoyl)peroxid	-	1,07

Versuchsplan und Probekörperherstellung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ursprüngliche Bedingungen → direkter Vergleich → angepasste Bedingungen

DCBP

Vulkanisations-temperatur:
115 °C

DMBP

Vulkanisations-temperatur:
115 °C

DMBP

Vulkanisations-temperatur:
135 °C

Probekörperherstellung	Vulkanisation	Tempern
Dauer	5 min.	4 h
Temperatur	wie angegeben	200 °C

Verarbeitung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Base cpd. + DCBP	Base cpd. + DMBP	Base cpd. + DMBP + Aktisil Q
✓ klebt nicht beim Mischen oder Entformen	✗ klebt beim Mischen und Entformen	✓ klebt nicht beim Mischen oder Entformen

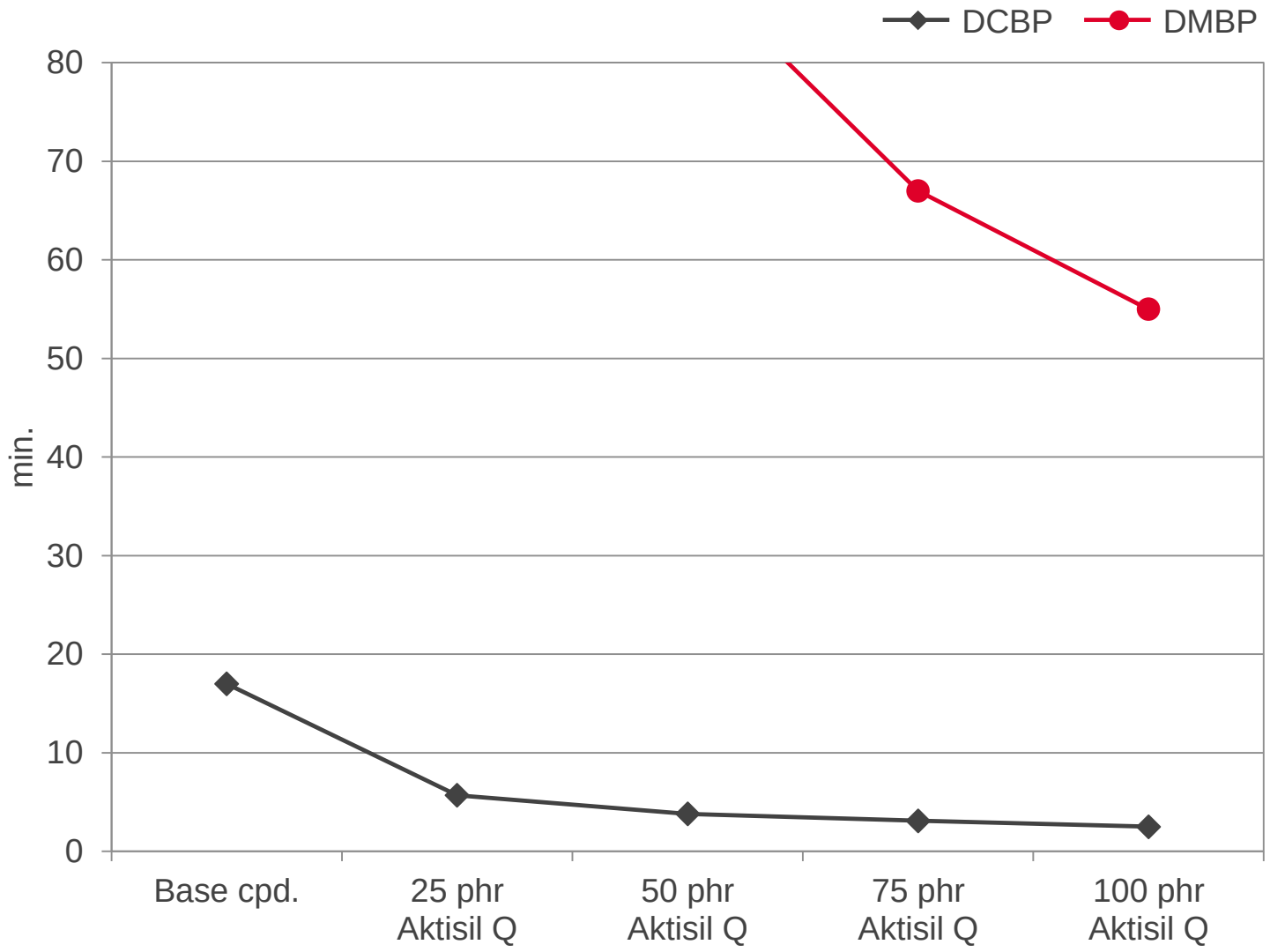
Scorchverhalten bei 70 °C

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



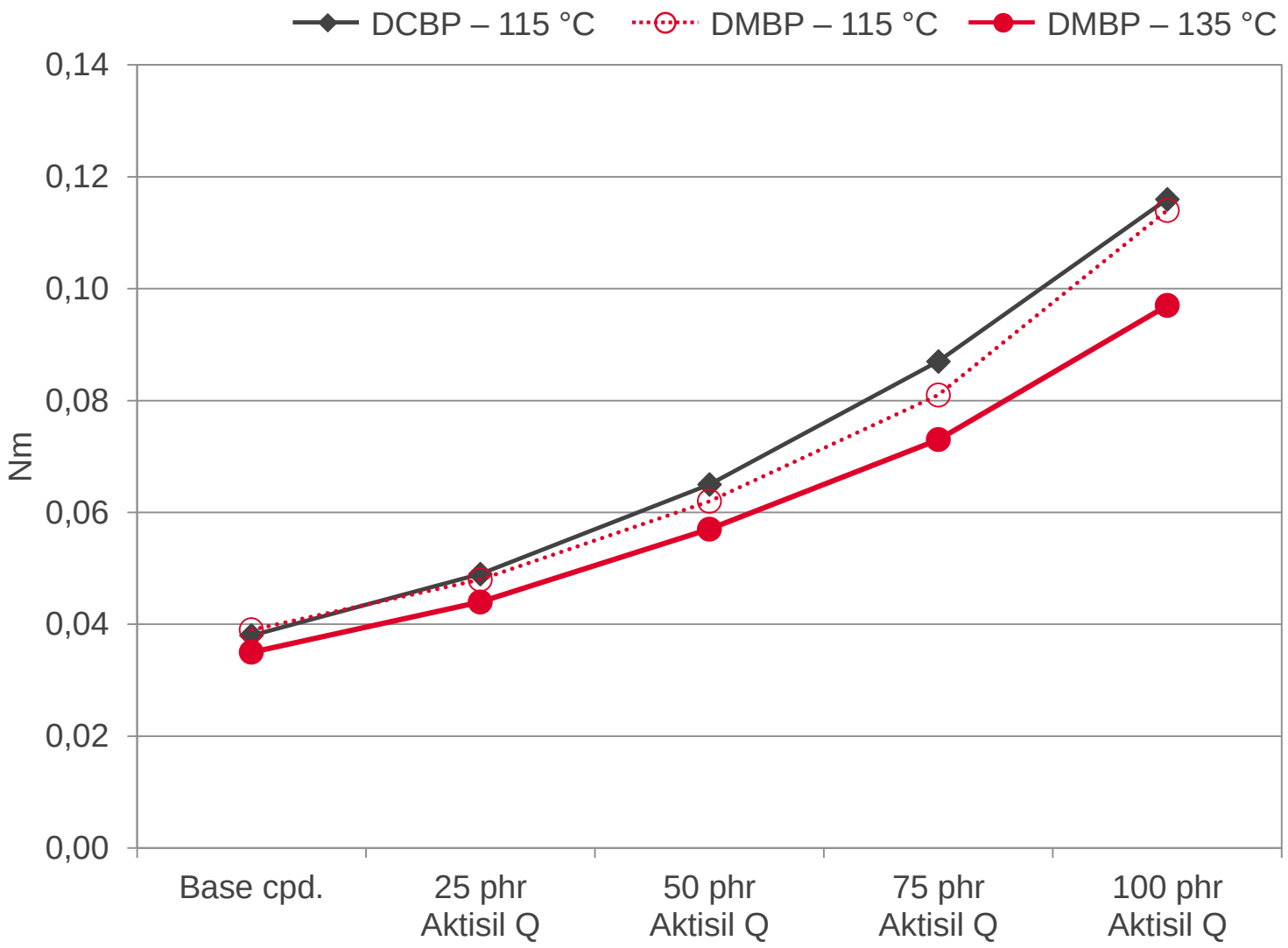
Drehmomentminimum

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



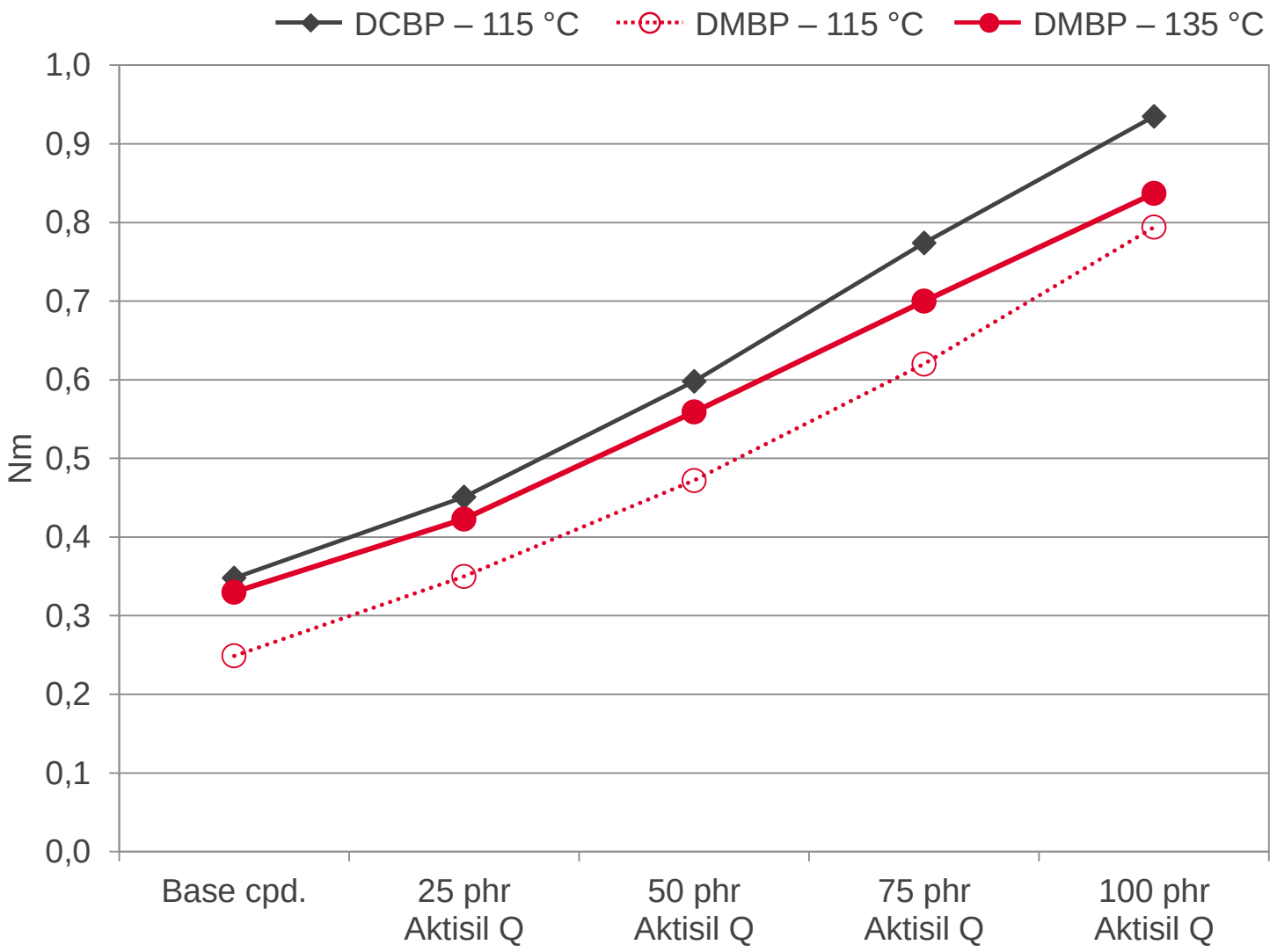
Vernetzungsausbeute

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



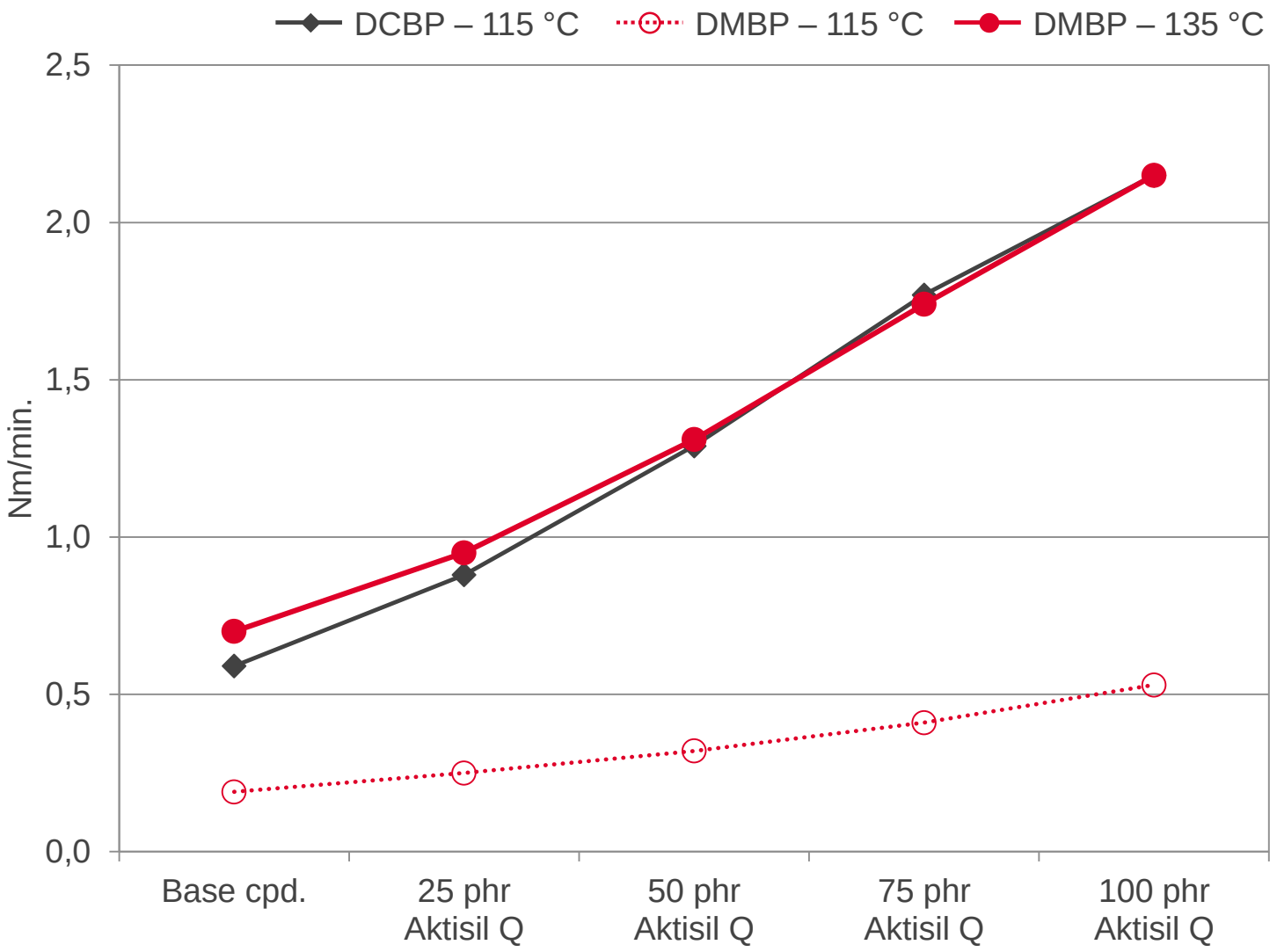
Maximale Vernetzungsrate

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



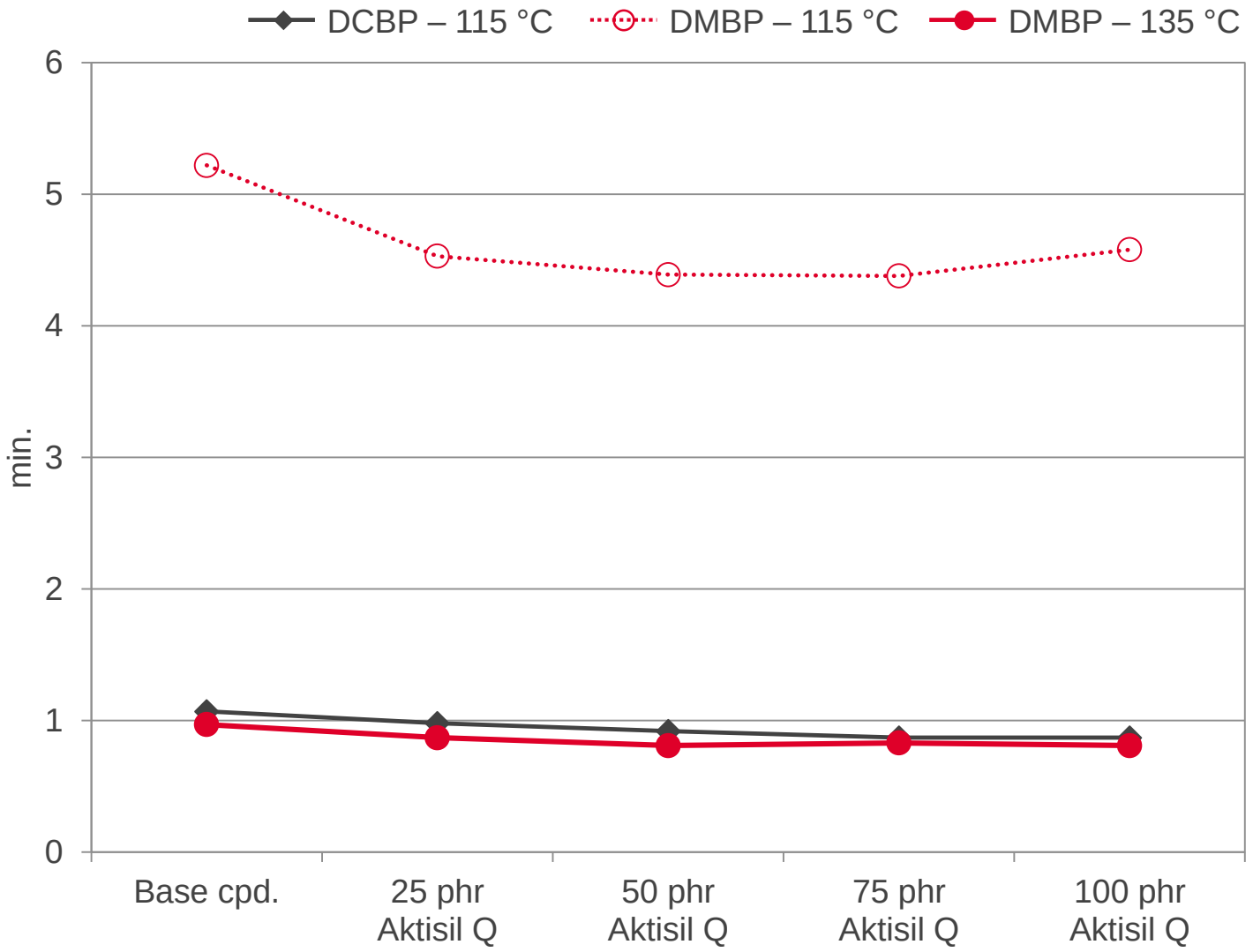
Umsatzzeit t_{90}

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



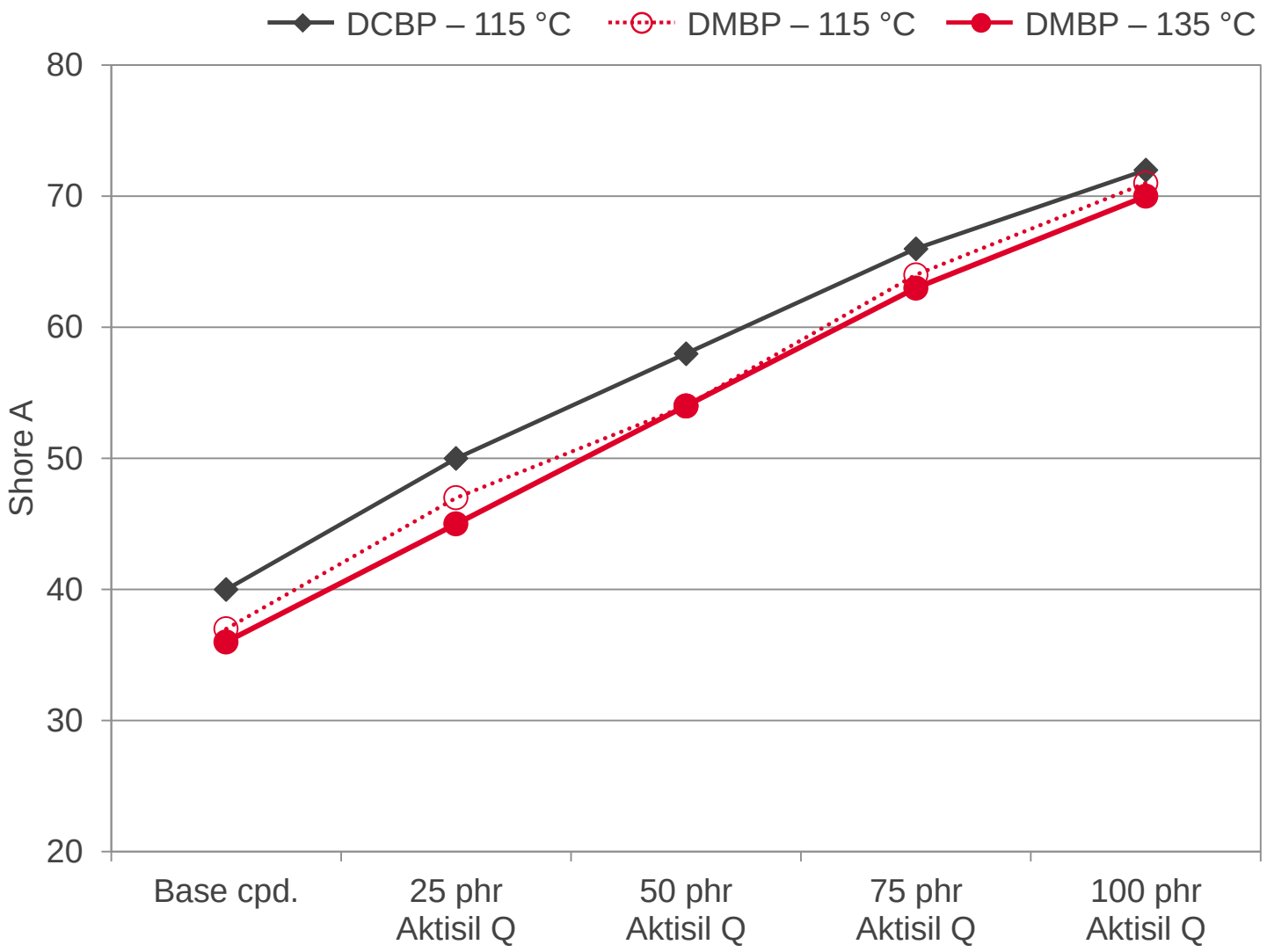
Härte

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



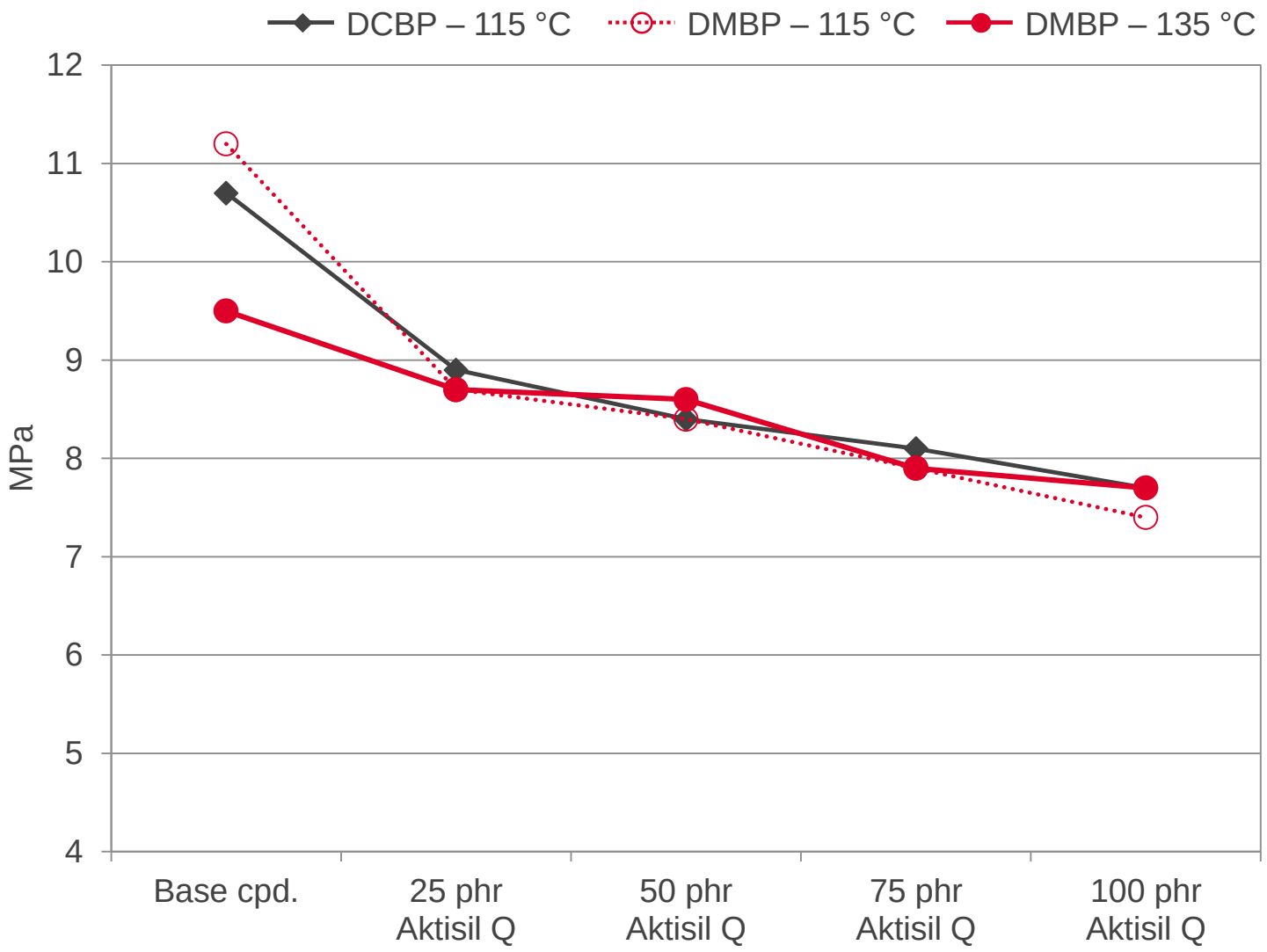
Zugfestigkeit

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



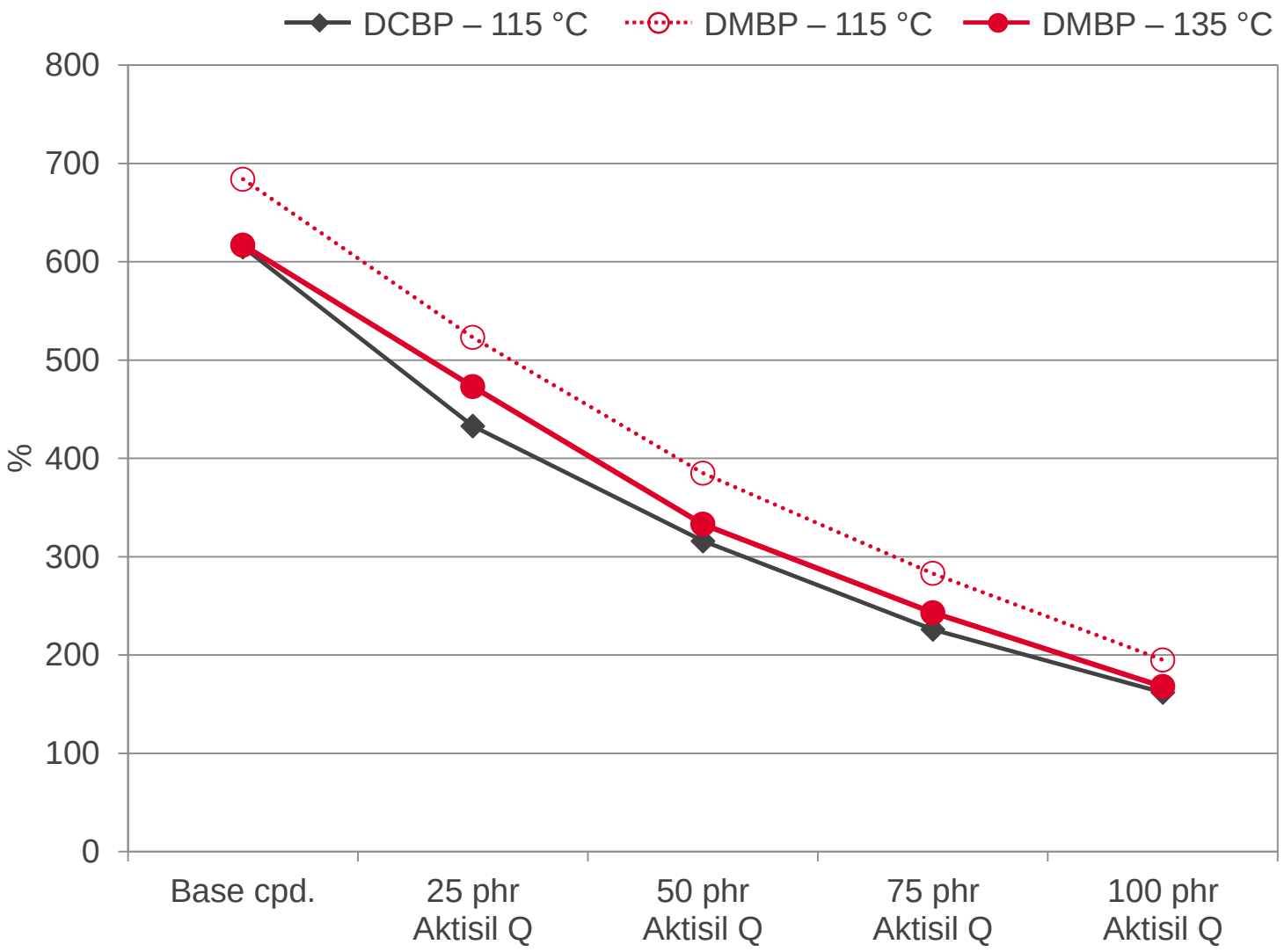
Reißdehnung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



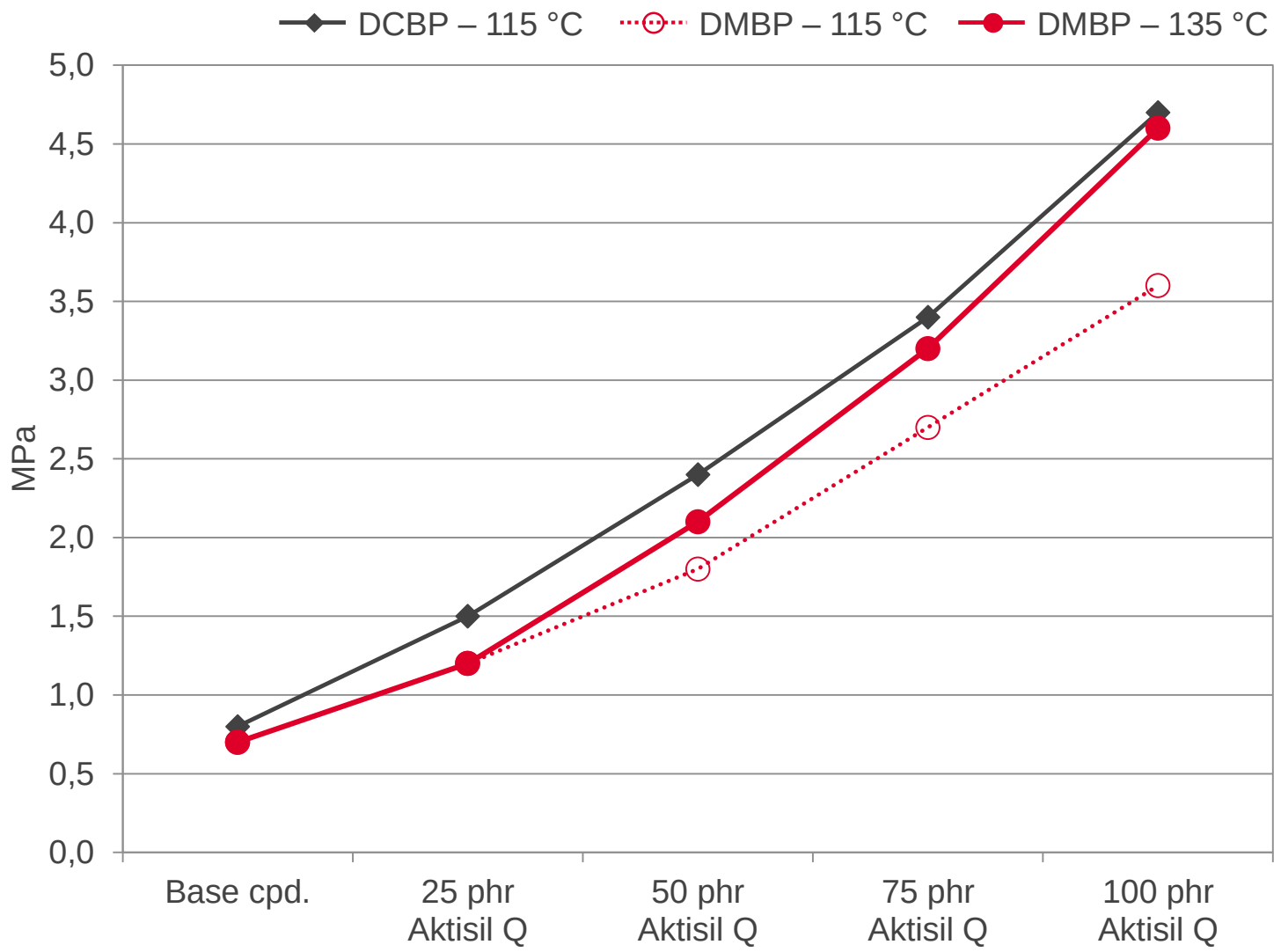
Spannungswert 100 %

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



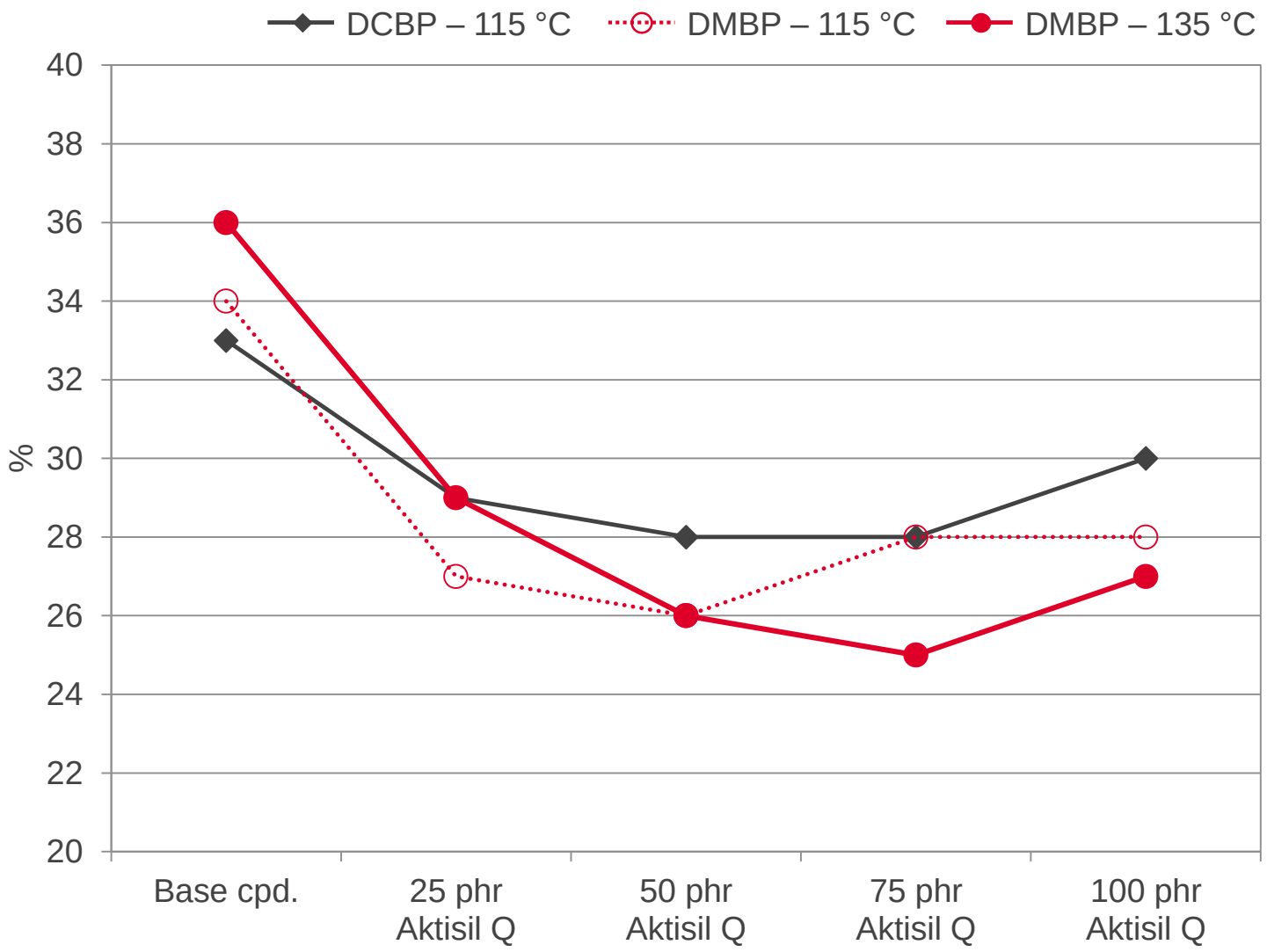
Druckverformungsrest
24 h / 175 °C, 25 % Verf.

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



Fazit

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

●	Austausch von chlorhaltigem Peroxid durch chlorfreie Alternative
➡	unter Verwendung von Aktisil Q und Erhöhung der Vulkanisationstemperatur
✓	vereinfachte Verarbeitung durch Eliminierung der Klebrigkeit
	höhere Scorchsicherheit
	vergleichbar schnelle Vernetzung
	vergleichbare Zugeigenschaften
	leicht verbesserter Druckverformungsrest

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.

Prüfnormen

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

Prüfung	Norm
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
Druckverformungsrest	DIN ISO 815-1, B

Ergebnistabelle
DCBP (Perkadox PD-50S-ps), 115 °C

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Base cpd.	25 phr Aktisil Q	50 phr Aktisil Q	75 phr Aktisil Q	100 phr Aktisil Q
Rheologie						
Mooney Viskosität, ML 1+2, 70 °C	MU	16	19	24	33	58
Mooney Scorch, ML +5, 70 °C	min.	17	5,7	3,8	3,1	2,5
Rotorloses Vulkameter M_{min}, 115 °C	Nm	0,04	0,05	0,07	0,09	0,12
Rotorloses Vulkameter M_{max}-M_{min}, 115 °C	Nm	0,35	0,45	0,60	0,77	0,94
Rotorloses Vulkameter V_{max}, 115 °C	Nm/min.	0,59	0,88	1,29	1,77	2,15
Rotorloses Vulkameter t_{90}, 115 °C	min.	1,07	0,98	0,92	0,87	0,87
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisation 5 min. / 115 °C; getempert, 4 h / 200 °C						
Härte	Sh. A	40	50	58	66	72
Zugfestigkeit	MPa	11	8,9	8,4	8,1	7,7
Spannungswert 100 %	MPa	0,8	1,5	2,4	3,4	4,7
Reißdehnung	%	615	433	316	226	162
Weiterreißwiderstand Streifen	N/mm	5,7	1,9	2,5	1,8	1,5
Weiterreißwiderstand Graves	N/mm	22	9,3	7,0	6,4	6,1
Druckverformungsrest, 24 h / 175 °C, 25 % Def.	%	33	29	28	28	30

Ergebnistabelle
DMBP (Perkadox PM-50S-ps), 115 °C

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Base cpd.	25 phr Aktisil Q	50 phr Aktisil Q	75 phr Aktisil Q	100 phr Aktisil Q
Rheologie						
Mooney Viskosität, ML 1+2, 70 °C	MU	16	19	23	27	36
Mooney Scorch, ML +5, 70 °C	min.	> 90	> 90	> 90	67	55
Rotorloses Vulkameter M_{min}, 115 °C	Nm	0,04	0,05	0,06	0,08	0,11
Rotorloses Vulkameter M_{max}-M_{min}, 115 °C	Nm	0,25	0,35	0,47	0,62	0,80
Rotorloses Vulkameter V_{max}, 115 °C	Nm/min.	0,19	0,25	0,32	0,41	0,53
Rotorloses Vulkameter t_{90}, 115 °C	min.	5,2	4,5	4,4	4,4	4,6
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisation 5 min. / 115 °C; getempert, 4 h / 200 °C						
Härte	Sh. A	37	47	54	64	71
Zugfestigkeit	MPa	11	8,7	8,4	7,9	7,4
Spannungswert 100 %	MPa	0,7	1,2	1,8	2,7	3,6
Reißdehnung	%	684	523	385	283	195
Weiterreißwiderstand Streifen	N/mm	7,0	7,3	3,6	2,3	1,8
Weiterreißwiderstand Graves	N/mm	38	9,3	8,4	7,2	6,5
Druckverformungsrest, 24 h / 175 °C, 25 % Def.	%	34	27	26	28	28

Ergebnistabelle
DMBP (Perkadox PM-50S-ps), 135 °C

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

		Base cpd.	25 phr Aktisil Q	50 phr Aktisil Q	75 phr Aktisil Q	100 phr Aktisil Q
Rheologie						
Rotorloses Vulkameter M_{min}, 135 °C	Nm	0,04	0,04	0,06	0,07	0,10
Rotorloses Vulkameter M_{max}-M_{min}, 135 °C	Nm	0,33	0,42	0,56	0,70	0,84
Rotorloses Vulkameter V_{max}, 135 °C	Nm/min.	0,70	0,95	1,31	1,74	2,15
Rotorloses Vulkameter t_{90}, 135 °C	min.	0,97	0,87	0,81	0,83	0,81
Mechanische Eigenschaften – Vulkanisation 5 min. / 135 °C; getempert, 4 h / 200 °C						
Härte	Sh. A	36	45	54	63	70
Zugfestigkeit	MPa	9,5	8,7	8,6	7,9	7,7
Spannungswert 100 %	MPa	0,7	1,2	2,1	3,2	4,6
Reißdehnung	%	617	473	333	243	168
Weiterreißwiderstand Streifen	N/mm	7,0	4,9	5,1	2,3	1,7
Weiterreißwiderstand Graves	N/mm	35	10	8,1	7,1	6,4
Druckverformungsrest, 24 h / 175 °C, 25 % Def.	%	36	29	26	25	27

Vernetzungskurven
Base compound

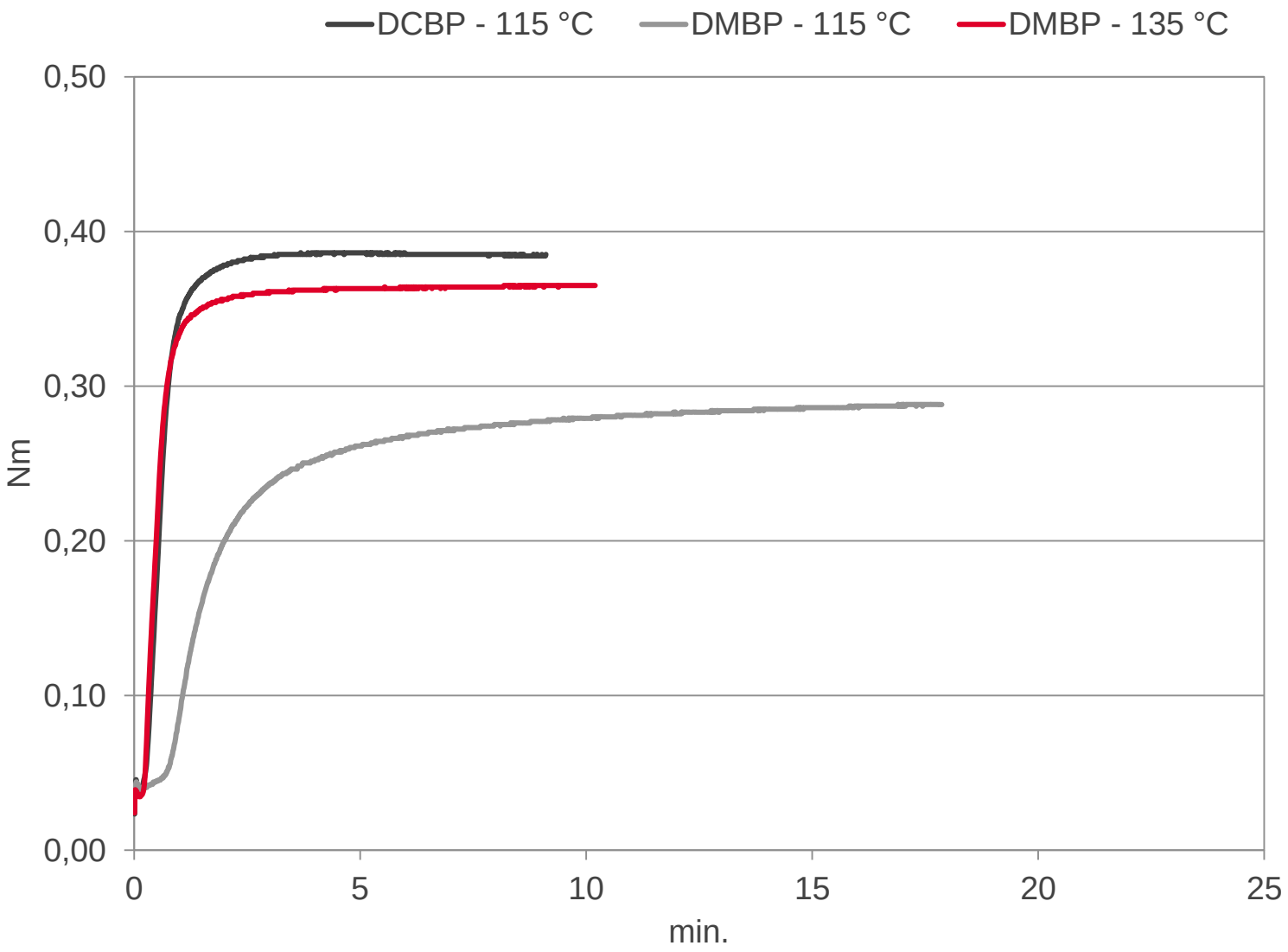
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Vernetzungskurven
25 phr Aktisil Q

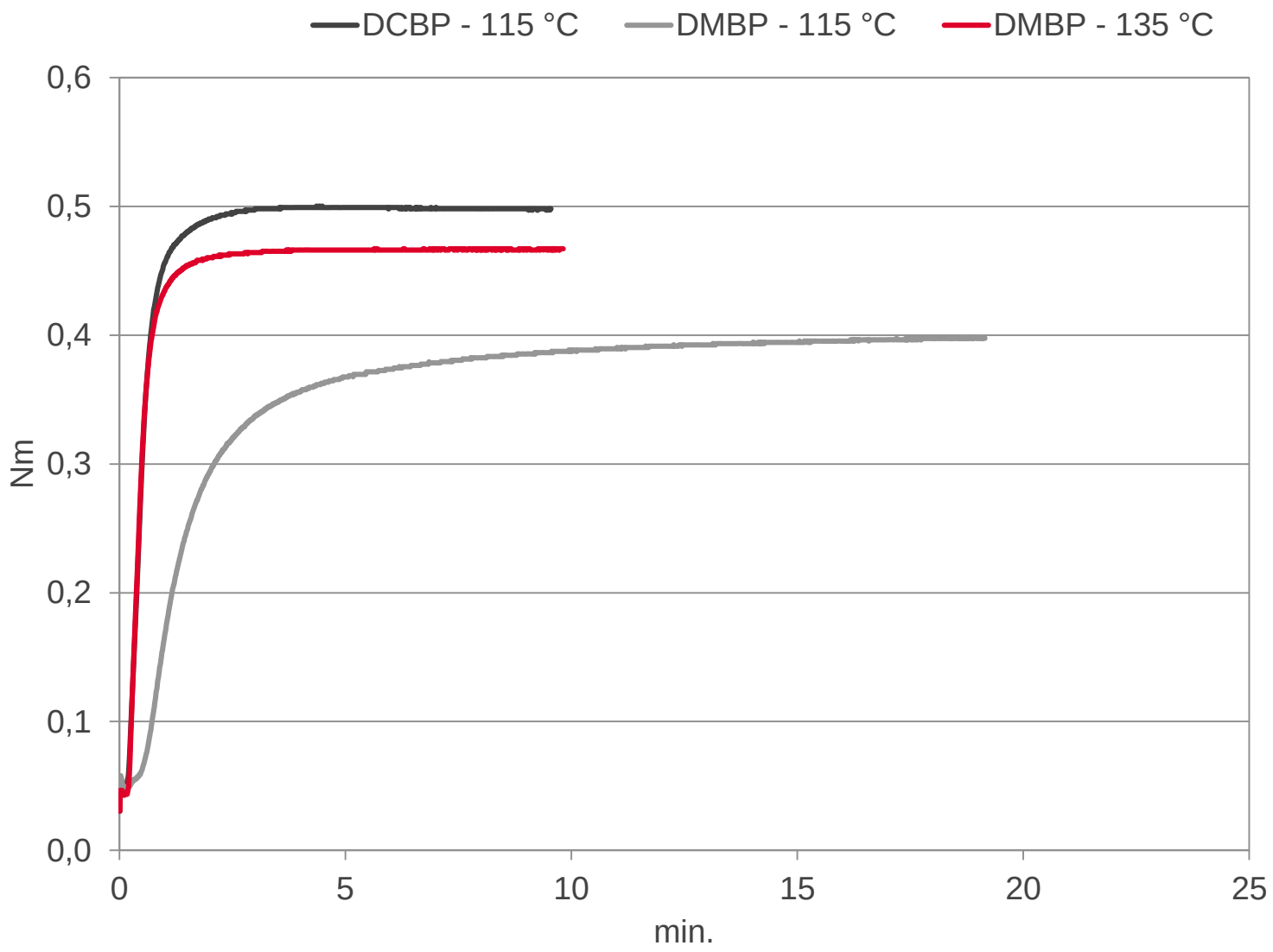
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Vernetzungskurven
50 phr Aktisil Q

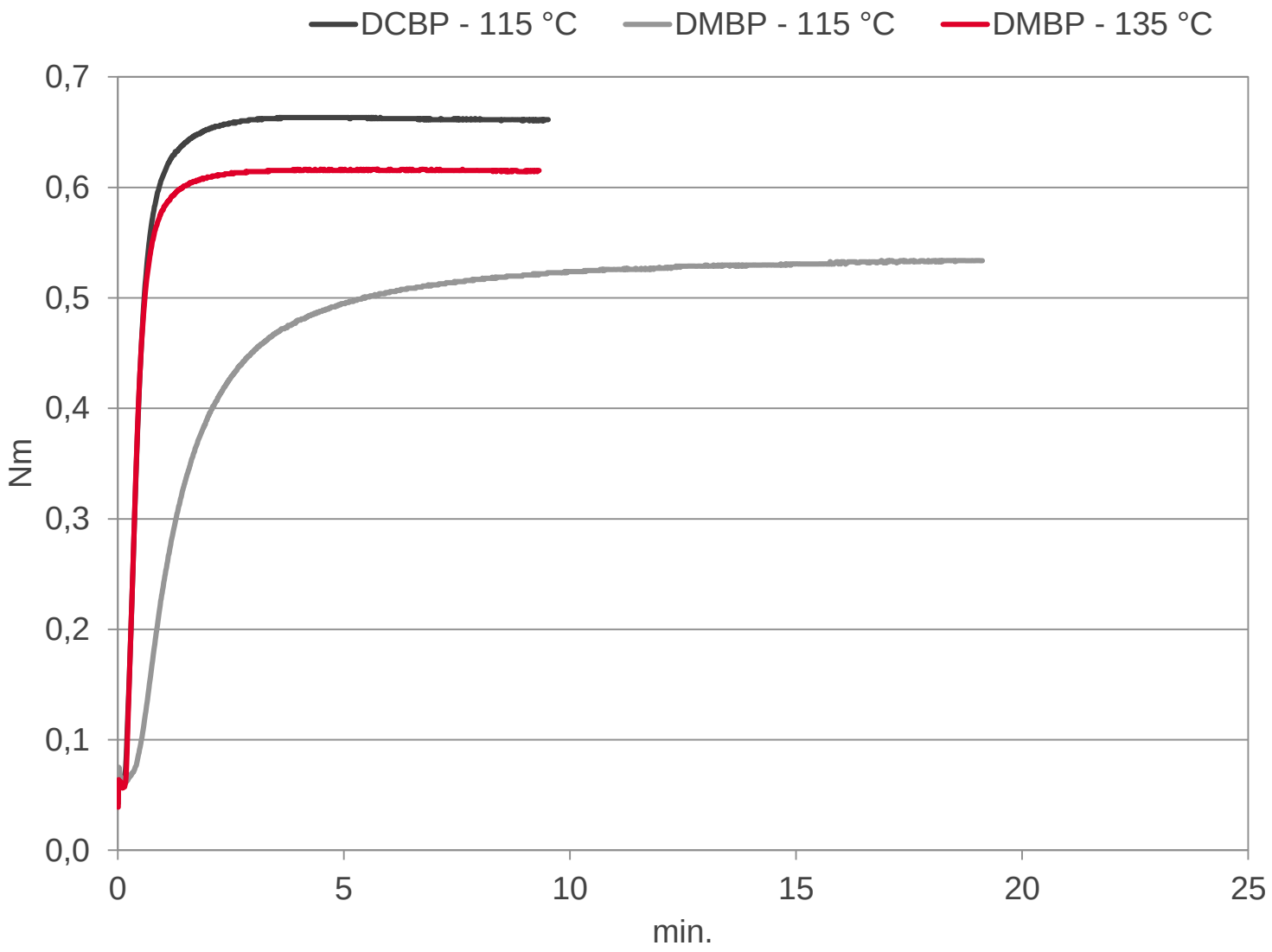
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG



Vernetzungskurven
75 phr Aktisil Q

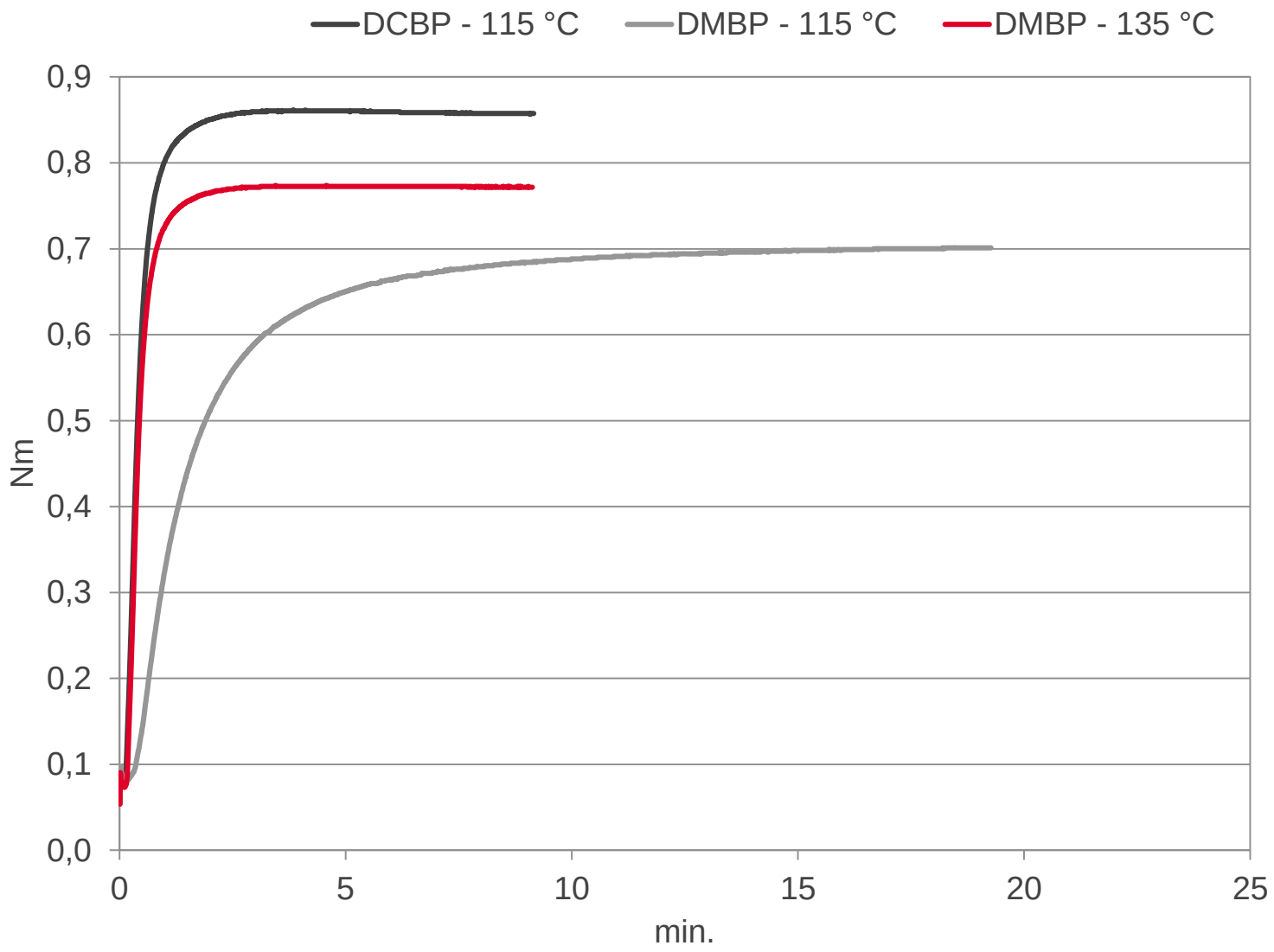
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG

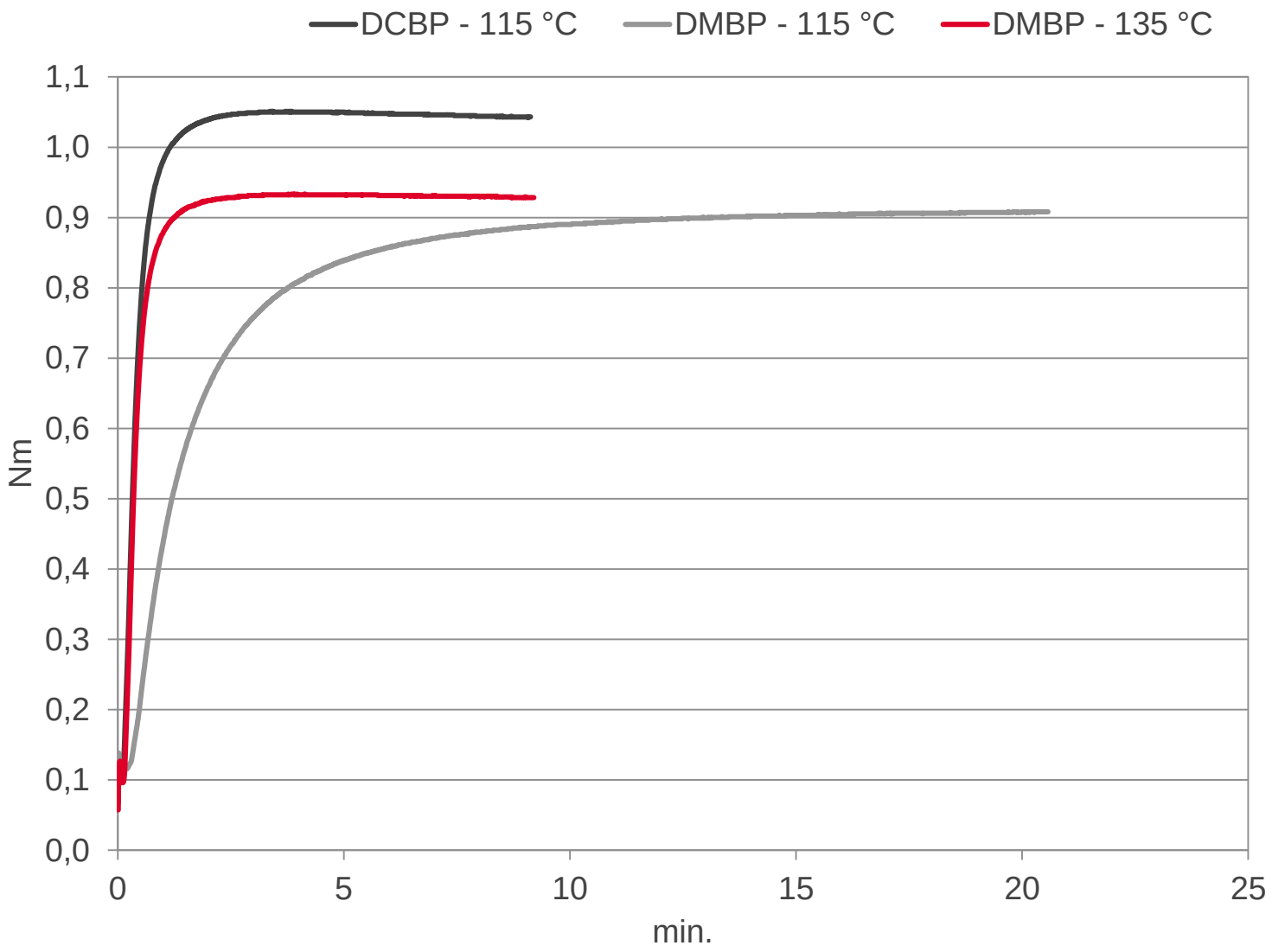


Vernetzungskurven
100 phr Aktisil Q

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

ANHANG