

Temperaturbeständigkeit

ARPRO ist ein ausgesprochen vielseitiges Material mit breit gefächerten Einsatzmöglichkeiten (Automotive, Bauwesen, HLK, Möbelherstellung, Spielzeugproduktion usw.). Bei den meisten Anwendungen spielt die Wärmeformbeständigkeit eine wichtige Rolle.

Es folgt eine Zusammenstellung technischer Informationen zum Thema „Wärmeformbeständigkeit“:

- Die Lebensdauer von ARPRO in Abhängigkeit von der Einsatztemperatur
- Veränderungen der mechanischen Eigenschaften (durch simulierten Alterungsprozess)
- Die Dimensionsstabilität von Formteilen beim Alterungsprozess

Hinweis: Bitte zögern Sie nicht, Ihren JSP [Vertriebsmitarbeiter](#) zu kontaktieren, wenn Sie Fragen zu den hier vorgestellten Daten oder zu anderen Leistungseigenschaften von ARPRO haben.

1. Erwartete Lebensdauer von ARPRO – ästhetische Verschlechterung

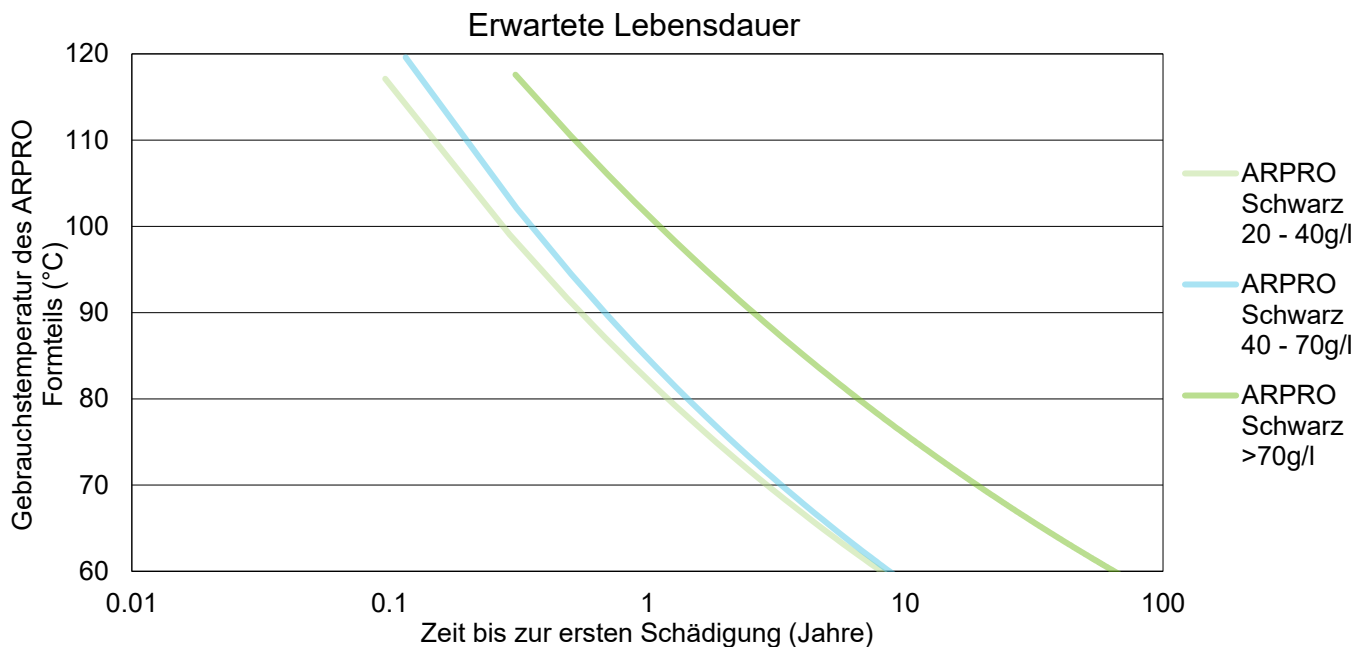
Die „erwartete Lebensdauer“ von ARPRO ist abhängig von der absoluten Temperatur, der Dauer des kontinuierlichen Einsatzes bei einer bestimmten Temperatur und der Formteildichte der Anwendung. Dieses Datenblatt gibt einen Hinweis auf die Eigenschaften von ARPRO bei konstanten Einsatztemperaturen. Die Punkte auf den Diagrammen zeigen, wo die ersten Anzeichen einer Schädigung sichtbar werden (bei verschiedenen Temperaturen und ohne mechanische Beanspruchung).

Prüfverfahren: Formteile aus ARPRO werden in einem Trockenschrank verschiedenen Temperaturen zwischen 85°C und 120°C ausgesetzt. Die Datenerhebung wird beim ersten Anzeichen einer Schädigung (z. B. Pulverisierung oder Bruch der Polymerketten) gestoppt. Getestet wurde ARPRO schwarz mit Dichten zwischen 20g/l und 100g/l.

Prüfkriterien: Die ersten Anzeichen einer Schädigung (Oberflächenangriff) liefern einen Datenpunkt für die Berechnung der Lebensdauer bei der gegebenen Temperatur. Im Allgemeinen treten die ersten Anzeichen einer Schädigung an den Ecken und Kanten des Formteils auf (siehe Bild). Wenn die Schädigungen sichtbar werden, werden die Formteile aus ARPRO dem Trockenschrank entnommen. Vor dem Auftreten dieser ersten Anzeichen verschlechtern sich die physikalischen Eigenschaften nicht.



Das folgende Diagramm zeigt, nach welchen Zeiträumen man bei verschiedenen Temperaturen und ohne mechanische Beanspruchung erwartungsgemäß mit den ersten Anzeichen einer Schädigung rechnen sollte.



Um diese Datenkurven in der Praxis anzuwenden, muss entweder die erwartete Mindestlebensdauer oder die durchschnittliche Einsatztemperatur feststehen. Wenn die Anwendung zum Beispiel eine Lebensdauer von zehn Jahren erforderlich macht, dann kann ARPRO bei einer kontinuierlichen Einsatztemperatur von höchstens 60°C verwendet werden. Wenn bei der Anwendung ein Temperaturprofil bewältigt werden muss (mit verschiedenen Temperaturzyklen oder Unterschieden zwischen Sommer und Winter), dann sollte man die Durchschnittstemperatur heranziehen, um die zu erwartende Lebensdauer zu erhalten.

Hinweise:

Einige beschleunigende Faktoren können die Lebensdauer verkürzen.

- Einwirkung von UV-Strahlen (siehe Beschichtungsverfahren, um mehr über den Schutz von ARPRO zu erfahren).
- Direkter Kontakt mit Kupferteilen, abhängig von der Gebrauchstemperatur. Übersteigt die Temperatur die 100-Grad-Marke, macht sich der schädigende Einfluss von Kupfer auf ARPRO drei- bis sechsmal so schnell bemerkbar, unter 80°C hingegen ist die Wirkung praktisch vernachlässigbar. Die folgenden Lösungsansätze bieten sich an, um zu verhindern, dass ARPRO und Kupfer in Kontakt kommen:
 - Luftschicht zwischen den Materialien.
 - Einsatz eines weiteren Materials als Schutzschicht (z. B. Aluminiumfolie).
 - Behandlung des Kupfers mit Epoxidharzlack.

2. Erwartete Lebensdauer von ARPRO – Leistungsminderung

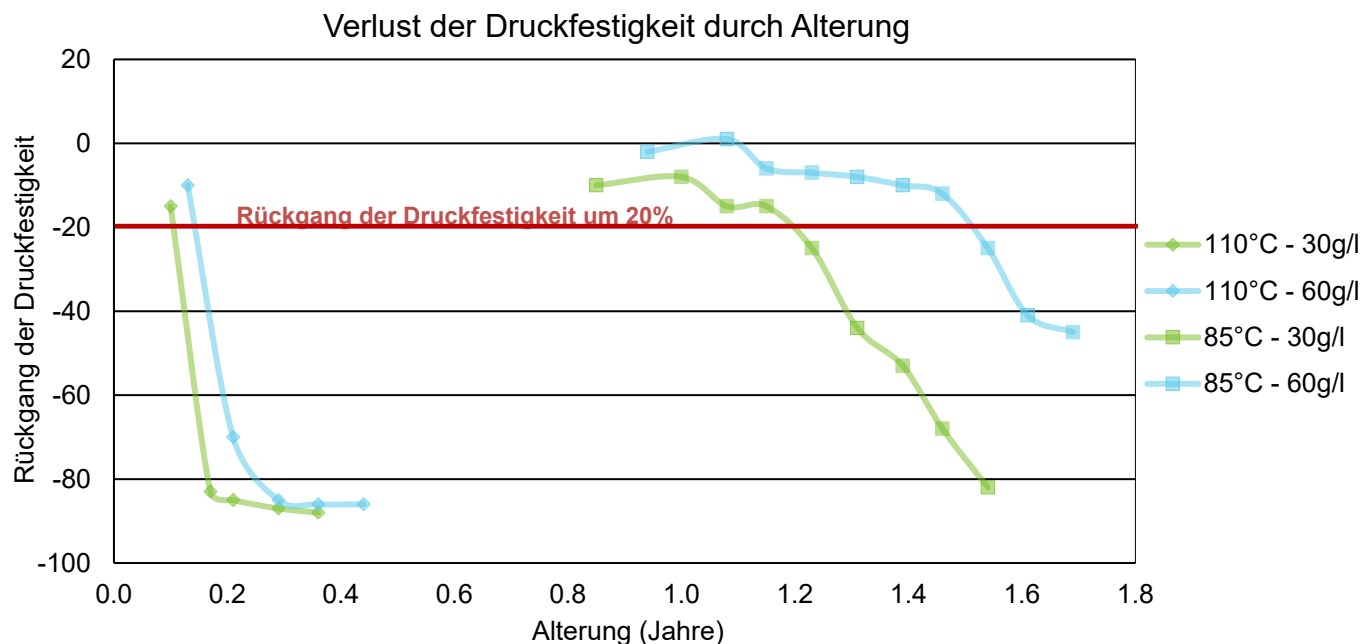
Je nach Anwendung sollte man das Ende der Lebensdauer nicht unbedingt an der (sichtbaren oder verborgenen) Pulverisierung festmachen, da sich die mechanischen Eigenschaften beim ersten Auftreten dieses Phänomens noch nicht verändert haben.

Der Rückgang der Druckfestigkeit hängt von der Zeit und der Temperatur ab (die Ausgangspunkte der Kurven stammen von dem Diagramm „Erwartete Lebensdauer“).

Bei niedrigeren Temperaturen fällt die Schädigung deutlich geringer aus.

Prüfdichten: ARPRO schwarz mit 30 und 60g/l

Prüfverfahren: Formteile aus ARPRO werden in einem Trockenschrank Temperaturen von 85°C und 110°C ausgesetzt. Sobald die ersten Anzeichen einer ästhetischen Verschlechterung auftreten (siehe Abschnitt 1), wird die Druckfestigkeit der ARPRO Formteile regelmäßig überprüft. Von einer kritischen Beeinträchtigung der Leistung von Formteilen aus ARPRO spricht man in der Regel ab einem Rückgang der Druckfestigkeit um mehr als 20%. Getestet wurde ARPRO schwarz mit den Dichten 30g/l und 60g/l.



Erklärung der Testergebnisse: Bei einer konstanten Temperatur von 110°C tritt bei ARPRO mit Dichten von 30g/l und 60g/l nach zwei Monaten eine Schädigung und ein Rückgang der Leistung ein. Bei einer konstanten Temperatur von 85°C verliert ARPRO mit einer Dichte von 30g/l nach 15 Monaten 20% der ursprünglichen Druckfestigkeit. Bei ARPRO mit einer Dichte von 60g/l tritt dieser Rückgang nach 18 Monaten ein.

3. Veränderung der mechanischen Eigenschaften durch Alterung

Wärmeeinwirkung bei der Verwendung von ARPRO macht das Material weicher und kann aufgrund des Alterungsprozesses zu einer Veränderung der mechanischen Eigenschaften führen. Die folgenden Daten geben einen Überblick über die Eigenschaften von ARPRO nach der Alterung.

Prüfverfahren: Die mechanischen Eigenschaften (Druck- und Zugfestigkeit) werden vor und nach der Alterung gemessen. Als Prüfkörper dienen geschnittene Quader mit den Abmessungen 400 x 300 x 80mm, die gemäß ISO 2440 für 10 Tage bei 110°C oder für 5 Tage bei 130°C gealtert werden.

Prüfdichte: ARPRO schwarz mit 60g/l

Test	Verfahren	Einheiten	Ergebnis	Ergebnis
Wärmealterung	ISO 2440		110°C – 10 Tage	130°C – 5 Tage
Zugfestigkeit				
Umgebungstemperatur bei Testbeginn	ISO 1798	kPa	730	730
Abweichung nach Wärmealterung		%	bis zu 14*	bis zu 14*
Zugdehnung				
Umgebungstemperatur bei Testbeginn	ISO 1798	%	13	13
Abweichung nach Wärmealterung		%	bis zu 30*	bis zu 30*
Druckfestigkeit 25% Stauchung				
Umgebungstemperatur bei Testbeginn	ISO 844	kPa	380	380
Abweichung nach Wärmealterung		%	bis zu 8*	bis zu 8*

** Dass die erhaltenen Eigenschaftswerte variieren, liegt zum Teil an der Streuung der Testergebnisse. Die Ergebnisse der Zug- und insbesondere der Dehnungsversuche variieren deutlich stärker als die Resultate zur Druckfestigkeit. Zu den Abweichungen trägt auch die Verdichtung von Prüfkörpern aufgrund einer leichten Schwindung während der Alterung bei.*

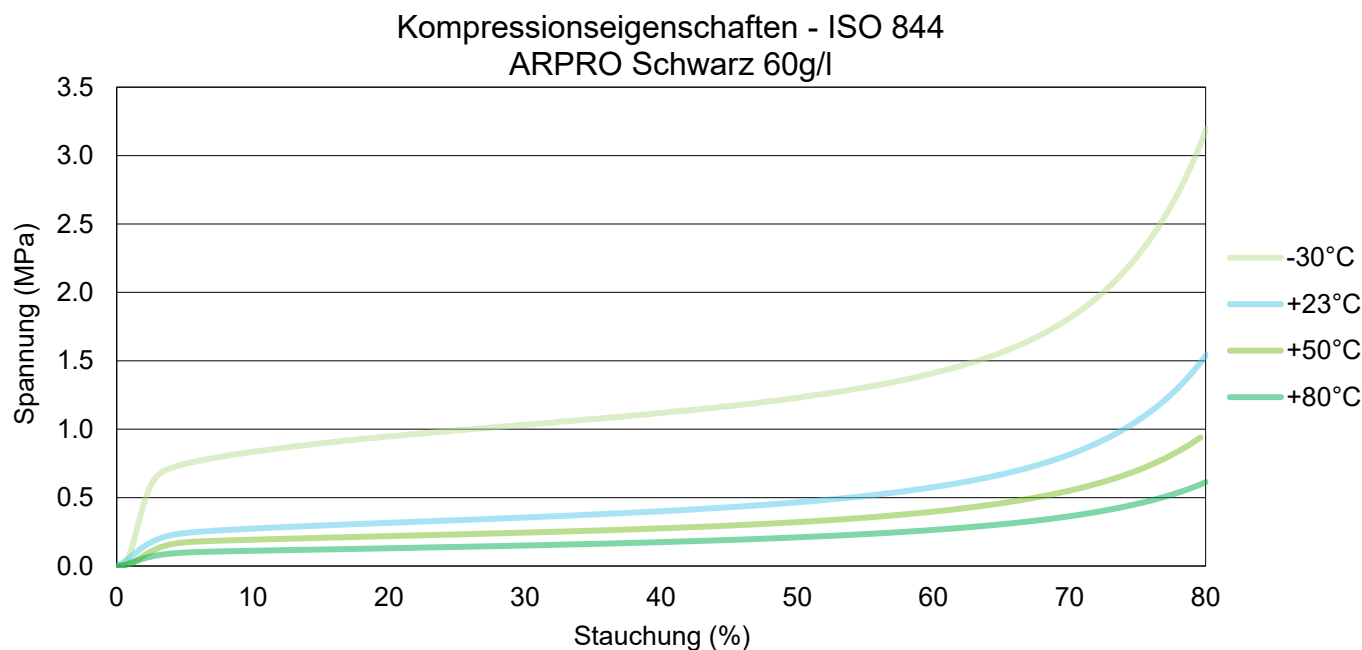
Hinweis: Sobald wieder Raumtemperatur herrscht, setzt sich der Alterungsprozess nicht mehr fort.

4. Veränderung der mechanischen Eigenschaften durch Beanspruchung

Die folgenden Daten geben einen Überblick über die Leistungsmerkmale von ARPRO bei verschiedenen Temperaturen.

Prüfverfahren: Druckversuch gemäß ISO 844 (mit einer Komprimierungsgeschwindigkeit von 5mm/min).

Prüfdichte: ARPRO schwarz mit 60g/l



Erklärung der Testergebnisse: Unter Hitzeeinwirkung wird ARPRO weicher; ein Rest an Festigkeit bleibt aber selbst bei hohen Temperaturen erhalten. Das allgemeine thermoplastische Verhalten bleibt unabhängig von der Prüftemperatur stabil. Dies gilt auch unterhalb der Glasübergangstemperatur (ca. -10°C).

Hinweis: Sobald wieder Raumtemperatur herrscht, stellen sich auch die normalen mechanischen Eigenschaften von ARPRO wieder ein.

5. Abnehmende Formstabilität durch Alterung

Ein Formteilmaß kann durch Hitzeeinwirkung beeinträchtigt werden. Die folgenden Daten veranschaulichen diesen Effekt.

Kalte Temperaturen haben einen geringeren Einfluss auf die Abmessungen; die deutlichsten Schwankungen entstehen durch Hitze. Dabei kommt es zu einer leichten Schwindung des Formteils, die von der Temperatur, der Dauer des Alterungsprozesses und der Prüfdichte abhängig ist. Bei den unten angeführten Temperaturen und Dichten ist eine leichte Verdichtung um 1g/l bis 5g/l zu beobachten.

Prüfverfahren: Blockförmige Formteile aus ARPRO werden entsprechend ISO 2440 in einem Trockenluftofen erhitzt und für 10 Tage bei 110°C oder für 5 Tage bei 130°C gealtert. Die Temperaturschwankung wird auf $\pm 2^\circ\text{C}$ begrenzt. Gemäß EN 1604 werden die Abmessungen vor und nach dem Alterungsprozess an drei oder mehr verschiedenen Punkten in jeder Richtung erfasst.

Das Prüfergebnis beschreibt die maximale Dimensionsabweichung in %.

Prüfdichten: ARPRO schwarz mit 30, 60, 80 und 105g/l

Formteildichte von ARPRO (g/l)	Lineare Dimensionsveränderung (%)	
	Alterung bei 110°C für 10 Tage	Alterung bei 130°C für 5 Tage
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

Hinweis: Indem man bei der Formteilherstellung die Einstellungen am Formteilautomaten (insbesondere den Autoklavendruck und die Konditionierung) variiert, kann man diesen Effekt zu einem gewissen Grad abschwächen oder verstärken. Wenn Sie weitere Informationen benötigen, [wenden](#) Sie sich bitte an Ihren JSP Vertriebsmitarbeiter.