

Die Feuerbeständigkeit von ARPRO spielt bei manchen Anwendungen eine entscheidende Rolle.

Es folgt eine Zusammenstellung der in diesem Dokument enthaltenen technischen Informationen.

1. Vergleich der Eigenschaften von ARPRO schwarz und ARPRO FR
2. Brennrate und Baustoffklasse von ARPRO bei verschiedenen Anwendungen:
 - A. Automotive: ISO 3795
 - B. Elektronische Geräte:
 - i. UL 94 (ISO 9772)
 - ii. Glühdrahtentflammbarkeitszahl (Glow Wire Flammability Index)
 - iii. Nadelflammtest
 - C. Gebäude: Euroklassen
 - D. Flugzeuge: CS 25
 - E. Spielzeug: ISO 8124-2
3. Effektive Verbrennungswärme von ARPRO
4. Rauchtoxizität bei der Verbrennung von ARPRO

1. Vergleich der Eigenschaften von ARPRO schwarz und ARPRO FR

ARPRO Schwarz	ARPRO 4135 FR
Nicht selbstverlöschend	Selbstverlöschend
Eine Erhöhung der Dichte oder Dicke des ARPRO Formteils bewirkt eine Senkung der Brennrate.	Bei geringerer Materialstärke des ARPRO Formteils erlischt die Flamme schneller.

ARPRO 4135 FR ist eine flammhemmende Materialtype und halogenfrei gemäß UL 746 H.

2. Brennrate und Baustoffklasse von ARPRO bei verschiedenen Anwendungen

Die Anforderungen der Entflammbarkeitsnormen unterscheiden sich je nach Anwendung. Die Tests unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der Beflammung und der Versuchsabläufe als auch in Bezug auf die Form und Größe der Prüfkörper sowie die erfassten Parameter. Deshalb müssen unter Umständen bei einer Anwendung mehrere Normen berücksichtigt werden. Zudem hängt die Flammleistung auch von der Materialdichte und -stärke von ARPRO ab.

A. Automotive: ISO 3795 (FMVSS 302)

Diese internationale Norm legt eine Methode zur Bestimmung der horizontalen Brennrate von Materialien fest, die in der Fahrgastzelle von Straßenfahrzeugen verwendet werden. Dieses Verfahren ermöglicht es, Materialien und Fertigteile der Fahrzeuginnenausstattung einzeln oder in Kombination und mit Dicken von bis zu 13mm zu prüfen.

Prüfverfahren: ISO 3795. Fünf Prüfkörper mit den Abmessungen 356 x 100 x 12.5mm werden waagrecht in einer U-förmigen Halterung angebracht und in einer Brennkammer 15 Sekunden lang einer wohl dosierten Flamme mit niedriger Brennleistung ausgesetzt. Die Flamme wirkt dabei auf das freie Ende der Proben. Mit dem Test wird festgestellt, ob und wann die Flamme erlischt oder wie viel Zeit vergeht, bis die Flamme eine vorgegebene Strecke zurückgelegt hat. Daraus ergibt sich eine Brennrate in mm/min. Getestet wird ARPRO schwarz mit einer Prüfdichte von 25g/l bis 200g/l. Die 12.5mm dicken Proben weisen keine Schmelzhaut auf.

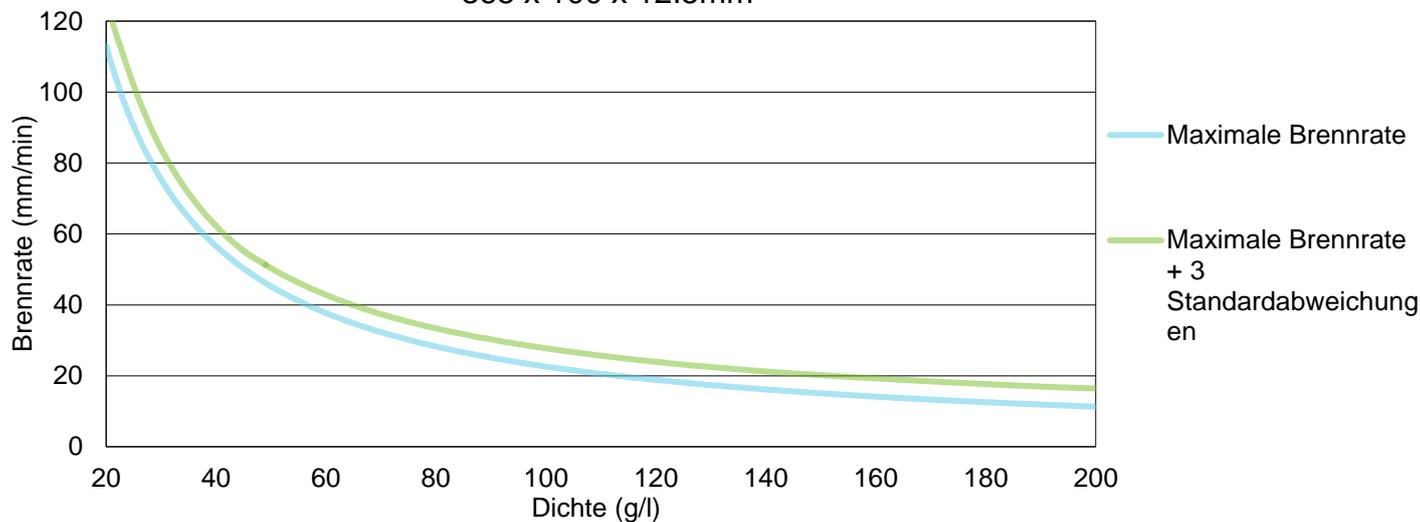
Prüfergebnisse: Brennrate in Abhängigkeit von der Dichte.

Um die unten aufgelisteten Spezifikationen für die Brennrate zu erfüllen, empfehlen wir, die maximale Brennrate + 3 Standardabweichung (hellgrüne Kurve in der Grafik) zu beachten. Bei einer Materialstärke von 12.5mm und ab der nachfolgend dargestellten Mindestdichte erfüllt ARPRO die folgenden Anforderungen an die Brennrate:

- Maximale Brennrate < 100mm/min: zur Erfüllung dieses Kriteriums muss die Dichte mindestens 25g/l betragen.
- Maximale Brennrate < 80mm/min: zur Erfüllung dieses Kriteriums muss die Dichte mindestens 32g/l betragen.

Alle Varianten des Formteilprozesses sollten berücksichtigt werden, um zu gewährleisten, dass wirklich jedes Formteil die empfohlene Mindestdichte erreicht.

Brennrate in Abhängigkeit von der Dichte - ISO 3795
365 x 100 x 12.5mm

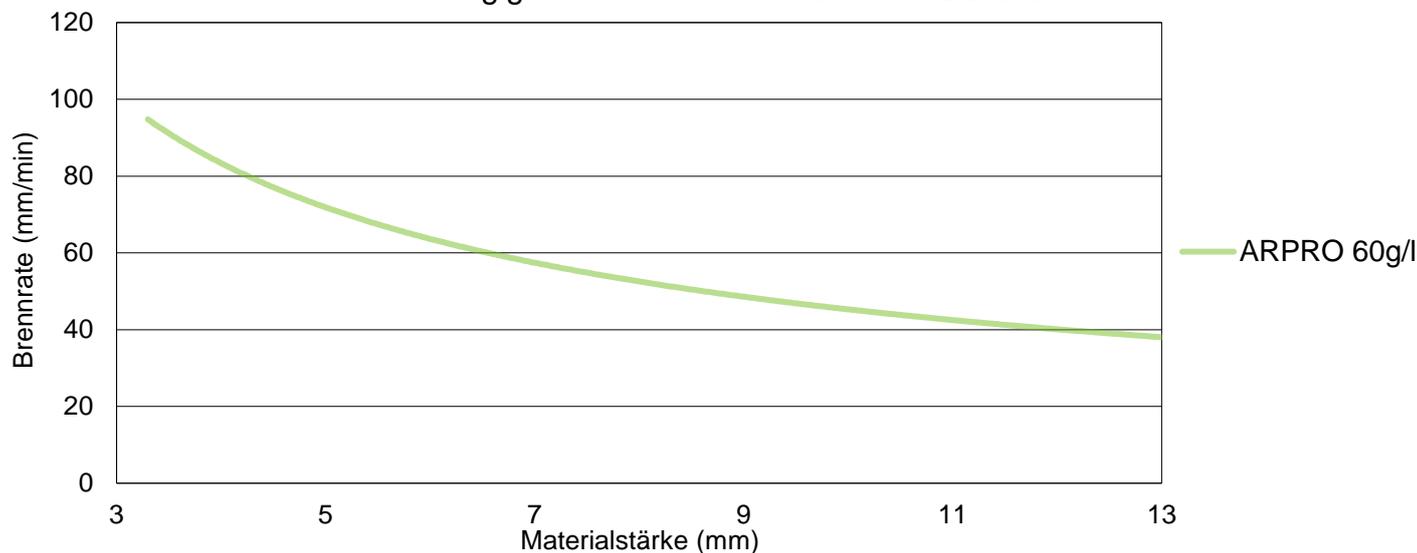


Maximale Brennrate + 3 Standardabweichung beinhaltet die Testvariation.

Prüfergebnisse: Brennrate in Abhängigkeit von der Materialstärke.

Eine Erhöhung der Dichte oder Dicke des ARPRO Formteils bewirkt eine Senkung der Brennrate, da die Flamme mehr Material bewältigen muss.

Brennrate in Abhängigkeit von der Materialstärke - ISO 3795



Version 03

Vorliegendes Datenblatt dient als Information für unsere Kunden und beinhaltet die Ergebnisse interner Tests von ARPRO-Mustern. Dabei wurde besonders auf die Richtigkeit des Inhalts zum Zeitpunkt der Ausgabe des Datenblatts geachtet. JSP übernimmt jedoch keinerlei Haftung, weder ausdrücklich noch stillschweigend, für die Informationen, insbesondere nicht für deren Brauchbarkeit, Richtigkeit, Zuverlässigkeit oder Vollständigkeit. ARPRO ist eine eingetragene Marke.

B. Elektronische Geräte:

i. UL 94 (ISO 9772)

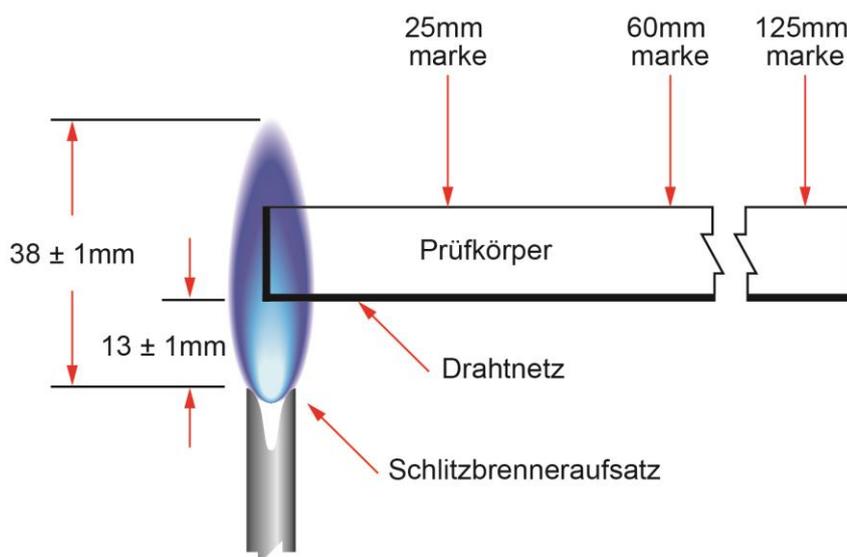
Abschnitt 12 des Standards UL 94 beschreibt eine in kleinem Maßstab durchführbare Horizontalbrennprüfung, die dazu dient, die relative Brennrate, das Ausmaß der Brandbeschädigung und die Brenndauer von Kunststoffen mit Zellstruktur und einer Dichte von weniger als 250g/l zu vergleichen. Abschnitt 12 des Standards UL 94 entspricht ISO 9772.

Die Einteilung der Materialien, von der niedrigsten (geringste Flammwidrigkeit) bis zur höchsten Stufe (höchste Flammwidrigkeit), erfolgt über das folgende Klassifizierungssystem:

- HBF: Die Brennrate aller Prüfkörper liegt über eine Strecke von 100mm stets unterhalb von 40mm/min ODER alle Proben erlöschen, bevor die Flamme bzw. Glut die Marke von 125mm erreicht.
- HF-1 und HF-2:

Prüfkriterien	HF-1	HF-2
Nachbrennzeit	≤ 2s bei 4/5 Prüfkörpern ≤ 10s bei 1/5 Prüfkörpern	≤ 2s bei 4/5 Prüfkörpern ≤ 10s bei 1/5 Prüfkörpern
Nachglühzeit jedes einzelnen Probekörpers	≤ 30s	≤ 30s
Indikator aus Watte zeigt Brandspuren von herabgefallenen brennenden Teilen oder Tropfen	Nein	Ja
Länge des beschädigten Abschnitts an jedem einzelnen Prüfkörper	< 60mm	< 60mm

Das folgende Bild zeigt den Aufbau der Vorrichtung für die Horizontalbrennprüfung nach UL94.



Prüfergebnisse: ARPRO Schwarz = HBF.

Getestet wurde ARPRO schwarz mit Dichten zwischen 55g/l und 140g/l (Materialstärke mind. 8mm).

Prüfergebnisse: ARPRO 4135 FR = HF-1.

Getestet wurde ARPRO 4135 FR mit Dichten zwischen 20g/l und 60g/l (Materialstärke mind. 3mm).

Version 03

ii. Glühdrahtentflammbarkeitszahl von ARPRO: IEC 60695-2-12 (GWFI), IEC 60695-2-13 (GWIT)

Die Glühdrahtentflammbarkeitszahl (Glow Wire Flammability Index, GWFI) und die Glühdrahtentzündungstemperatur (Glow Wire Ignition Temperature, GWIT) bieten einen Ansatz zum Vergleich der Temperaturen, bei denen sich Materialien entzünden. Die Messvorrichtung simuliert die Auswirkungen der Wärme, die elektrische Geräte möglicherweise entwickeln.

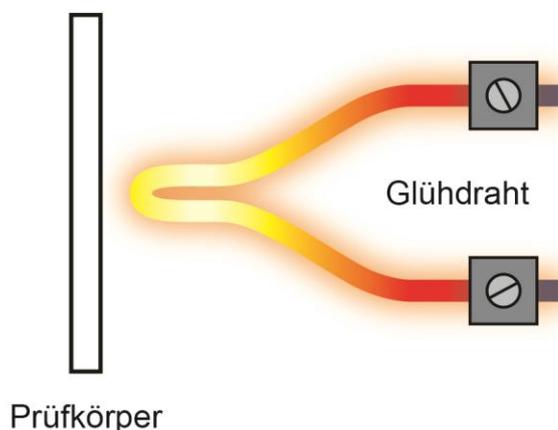
Prüfverfahren: Das gängige Prüfverfahren und die Prüfvorrichtung werden in der Norm IEC 60695-2-10 beschrieben.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (International Electrotechnical Commission, IEC) ist die internationale Normungs- und Konformitätsbewertungsstelle für alle Bereiche der Elektrotechnik.

Der Glühdraht wird auf eine bestimmte Temperatur erhitzt. Der Prüfkörper wird für 30 Sekunden an den Glühdraht gehalten. Unter dem Prüfkörper wird Watte ausgelegt, um die Auswirkungen herabfallender brennender Tropfen festzuhalten. Die Glühdrahtentflammbarkeitszahl (GWFI) ist die höchstmögliche Temperatur, die eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

- Es sind weder Glut noch Flamme feststellbar (keine Entzündung).
- Nachdem der Glühdraht entfernt wurde, erlischt jegliche Flamme oder Glut innerhalb von 30 Sekunden und die Unterlage aus Watte entzündet sich nicht.

Die Glühdrahtentzündungstemperatur (GWIT) wird 25°C über der höchstmöglichen Temperatur festgesetzt, bei der der Glühdraht in drei Prüfungen keine Brennzeit des Materials von mehr als 5 Sekunden verursacht hat.



Prüfergebnisse: ARPRO Schwarz – Abhängigkeit von der Dichte:

ARPRO Schwarz 3mm	Prüfdichte 60g/l	Prüfdichte 80g/l	Prüfdichte 130g/l
GWFI (°C)	825	800	800

Prüfergebnisse: Abhängigkeit von den ARPRO Typen und der Materialstärke:

Materialstärke	3mm	15mm	30mm
ARPRO Schwarz 60g/l			
GWFI (°C)	825	750	775
GWIT (°C)	850	775	800
ARPRO 4135 FR 60g/l			
GWFI (°C)	700	960	k. A.
GWIT (°C)	725	960	k. A.
ARPRO 5135 ESDP 60g/l			
GWFI (°C)	k. A.	675	k. A.
GWIT (°C)	k. A.	700	k. A.

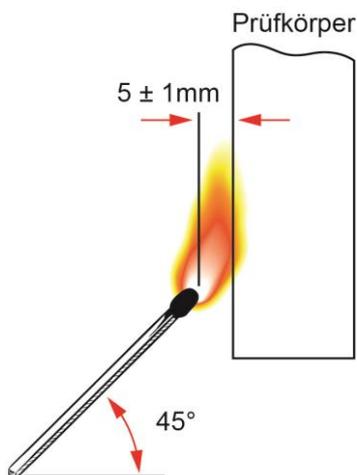
iii. Nadelflammtest: IEC 60695-11-5

Die Prüfung wird durchgeführt, um festzustellen, ob eine kleine Flamme, die von anderen brennenden Komponenten herrühren kann, das Material entzündet, oder ob das Material eine begrenzte Brandneigung aufweist und keine Brandausbreitung zulässt.

Die Dauer der Beflammung und die Akzeptanzkriterien (Brenndauer) hängen von der jeweiligen Produktspezifikation ab.

Eine typische Oberfläche des Probekörpers wird je nach Produktspezifikation für 5, 10, 20, 30, 60 oder 120 Sekunden einer 12mm-Flamme ausgesetzt. Seidenpapier (leichtes und starkes Packpapier mit einem Papiergewicht im Bereich von 12g/m² bis 30g/m²) wird im Abstand von 200mm unter die Probe gelegt. 3 für die Endanwendung typische Prüfkörper werden getestet.

Die Brenndauer entspricht der Zeit, die ab dem Ende der Beflammung vergeht, bis alle Flammen restlos erloschen sind und am Prüfkörper, an der spezifizierten Schicht und/oder den umgebenden Teilen keine Glut mehr sichtbar ist.



Prüfergebnisse: ARPRO 4135 FR mit 60g/l, Beflammung für 30 Sekunden:

Materialstärke des Prüfkörpers	6mm	50mm
Brenndauer (Sek.)	0	0

Prüfergebnisse: ARPRO schwarz mit 80g/l, Beflammung für 30 Sekunden:

Materialstärke des Prüfkörpers	10mm	50mm
Brenndauer (Sek.)	0	0

10 – 50mm dickes ARPRO schwarz mit 60g/l brennt vollständig und länger als 30 Sekunden.

C. Gebäude: Euroklassen EN 13501-1

EN 13501-1 ist die europäische Norm für Bauvorschriften zur Bewertung der Brennbarkeit von Bauprodukten und der Feuerbeständigkeit von Bauelementen.

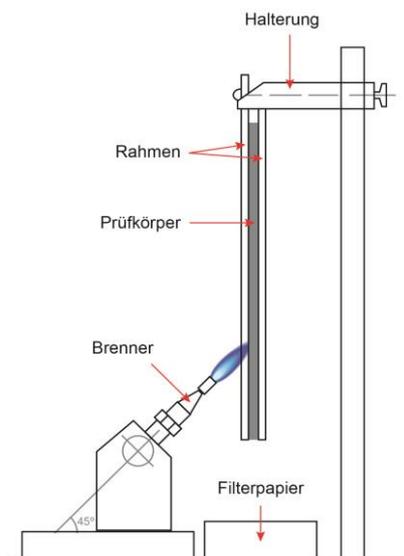
EN 13501-1 sieht folgende Klassifizierungen vor:

- Euroklasse F: erfüllt keine Leistungskriterien.
- Euroklasse E: akzeptables Brandverhalten bei kurzzeitiger Beanspruchung durch eine kleine Flamme.
- Euroklasse D: Produkte, die die Voraussetzungen der Euroklasse E erfüllen und zusätzlich einer längeren Beanspruchung durch eine kleine Flamme ohne wesentliche Flammenausbreitung standhalten können. Außerdem weisen sie bei einer thermischen Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand eine hinreichend verzögerte und eingeschränkte Wärmefreisetzung auf.
- Euroklasse C: Produkte, die die Voraussetzungen der Euroklasse D erfüllen und bei einer einzelnen thermischen Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand eine begrenzte seitliche Flammenausbreitung aufweisen.
- Euroklasse B: Produkte, die die Voraussetzungen der Euroklasse C sowie strengere Anforderungen hinsichtlich des Feuerwachstumswerts (Fire Growth Rate, FIGRA) und der Gesamtenergiefreisetzung (Total Heat Release, THR) erfüllen.
- Euroklasse A2: Produkte, die die Voraussetzungen der Euroklasse B erfüllen sowie bei einer voll entwickelten Brandsituation nicht maßgeblich zur Brandlast und Ausbreitung des Feuers beitragen.
- Euroklasse A1: als nicht brennbar geltende Stoffe.

Die vorgeschriebenen Tests unterscheiden sich je nach Klassifizierung. Die Subindizes „s“ und „d“ beschreiben Unterklassen für die Rauchentwicklung und das brennende Abtropfen/Abfallen.

Version 03

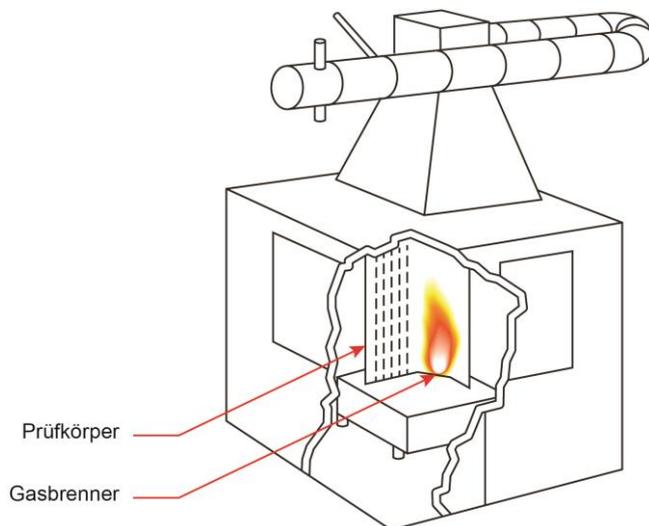
Prüfverfahren: ISO 11925-2 Prüfung der Entzündbarkeit durch eine kleine Flamme. Der Prüfkörper wird in einer Brennkammer vertikal befestigt. Die Kante und/oder Oberfläche des Prüfkörpers wird einer Gasflamme ausgesetzt. Im Verlauf des Tests wird der Entzündungszeitpunkt und brennendes Abtropfen dokumentiert. Außerdem wird ermittelt, ob die Flammen die oberste Markierung des Prüfkörpers innerhalb einer bestimmten Zeit erreichen. Für die Euroklassen E und F ist eine Beflammung für 15 Sekunden vorgesehen. Die Euroklasse E setzt voraus, dass 20 Sekunden nach der Beflammung des Prüfkörpers die vertikale Ausbreitung der Flamme vom Beflammungspunkt aus nicht mehr als 150mm beträgt. Ein Produkt erhält die Euroklasse F, wenn es nach EN ISO 11925-2 geprüft wurde und die Voraussetzungen der Euroklasse E nicht erfüllt hat.



Für die Euroklassen E und F ist nur eine Prüfung mit kleiner Flamme erforderlich. Die Euroklassen A1, A2, B, C und D setzen eine Prüfung gemäß EN 13823 voraus.

EN 13823: Single-Burning-Item-Test.

Beim Single-Burning-Item-Test gemäß EN 13823 wird in einer durch zwei rechtwinklig verbundene Platten (1500 x 1000mm und 1500 x 495mm) gebildeten Ecke ein Feuer entfacht. Während des Tests befindet sich ein Gasbrenner mit einer Wärmefreisetzungsrate von 30kW in der Ecke. Der Versuch dauert 21 Minuten. Die Verbrennungsgase werden über einen Rauchabzug gesammelt, über den auch die Wärmefreisetzungsrate und Rauchentwicklung gemessen werden.



Version 03

Prüfergebnisse: ARPRO Schwarz:

Materialstärke des Prüfkörpers (mm)	Prüfdichte (g/l)				
	20	30	45	60	120
10	F	F	F	E	E
15	F	F	F	E	E
20	F	E	E	E	E
30	F	E	E	E	E
60	E	E	E	E	E

Prüfergebnisse: ARPRO weiß:

Materialstärke des Prüfkörpers (mm)	Prüfdichte 80g/l
10	E

Prüfergebnisse: ARPRO 4135 FR:

Materialstärke des Prüfkörpers (mm)	Prüfdichte 40g/l	Prüfdichte 60g/l
10	D s1 d0	D s1 d0
15	Nicht geprüft	D s2 d0
30	Nicht geprüft	D s2 d1 sind 2014 abgelaufen
50	E	E

D. Luftfahrzeuge: Zertifizierungsspezifikation CS25 für Großflugzeuge

Diese Zertifizierungsspezifikation beschreibt ein Prüfverfahren, mit dem das vertikale Brennverhalten von Materialien für Passagier- und Besatzungsbereiche im Flugzeuginnenraum bestimmt wird, und legt die entsprechenden Anforderungen fest.

Prüfverfahren: CS25.853 Appendix F Teil I (b). Drei Prüfkörper werden in einem Metallrahmen vertikal montiert. Ihre unteren Kanten, mit Querschnitten wie das im Flugzeug tatsächlich eingebaute Material oder Formteil, werden einer kalibrierten Flamme ausgesetzt. Die Dauer der Beflammung ist von der vorgesehenen Anwendung des Formteils abhängig. Der Test ermittelt die mittlere Länge der Brandspur, die mittlere Nachbrennzeit nach Entfernen der Flammquelle und die Zeit bis zum Erlöschen brennender Tropfen.

CS25.853 Appendix F Teil I (a) (1) (ii) – 12 Sekunden vertikale Beflammung

Prüfergebnisse: ARPRO 4135 FR.

Beflammung für 12 Sekunden. ARPRO 4135 FR entspricht den Kriterien von CS25.853 Appendix F Teil I a) (1) (ii) bei einer Materialstärke von 13mm und Dichten von 40g/l und 60g/l.

Prüfkriterien	Erfordernis	Prüfdichte 40g/l	Prüfdichte 60g/l
Länge der Brandspur (cm)	maximal 20	6	6
Nachbrennzeit (s)	maximal 15	0	0
Zeit bis zum Erlöschen brennender Tropfen (s)	maximal 5	0	0

CS25.853 Appendix F Teil I (a) (1) (i) – 60 Sekunden vertikale Beflammung

Test results: ARPRO 4135 FR.

Beflammung für 60 Sekunden. ARPRO 4135 FR entspricht den Kriterien von CS25.853 Appendix F Teil I a) (1) (i) bei einer Materialstärke von 13mm und Dichten von 40g/l und 60g/l.

Prüfkriterien	Erfordernis	Prüfdichte 40g/l	Prüfdichte 60g/l
Länge der Brandspur (cm)	maximal 15	13	5
Nachbrennzeit (s)	maximal 15	0	0
Zeit bis zum Erlöschen brennender Tropfen (s)	maximal 3	0	0

E. Spielzeug: ISO 8124-2

Ein Prüfkörper mit den Abmessungen 610 x 100 x 10mm und einer Dichte von 60g/l wird in einer U-förmigen, um 45° geneigten Halterung angebracht. Der Prüfkörper wird dann in einer Brennkammer einer Flamme ausgesetzt. Die Flamme wirkt auf das freie Ende des Prüfkörpers mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von 1 – 2mm/s. Mit dem Test wird festgestellt, ob und wann die Flamme erlischt oder wie viel Zeit vergeht, bis die Flamme eine vorgegebene Strecke zurückgelegt hat. Daraus ergibt sich eine Brennrate in mm/min.

Type	Ergebnis
ARPRO 5135	Bestanden
ARPRO 4133	Bestanden
ARPRO 3133	Bestanden
ARPRO 1133 Blueberry	Bestanden
ARPRO 1133 Dragon Fruit	Bestanden
ARPRO 1133 Orange	Bestanden
ARPRO 1133 Lemon	Bestanden
ARPRO 1133 Lime	Bestanden

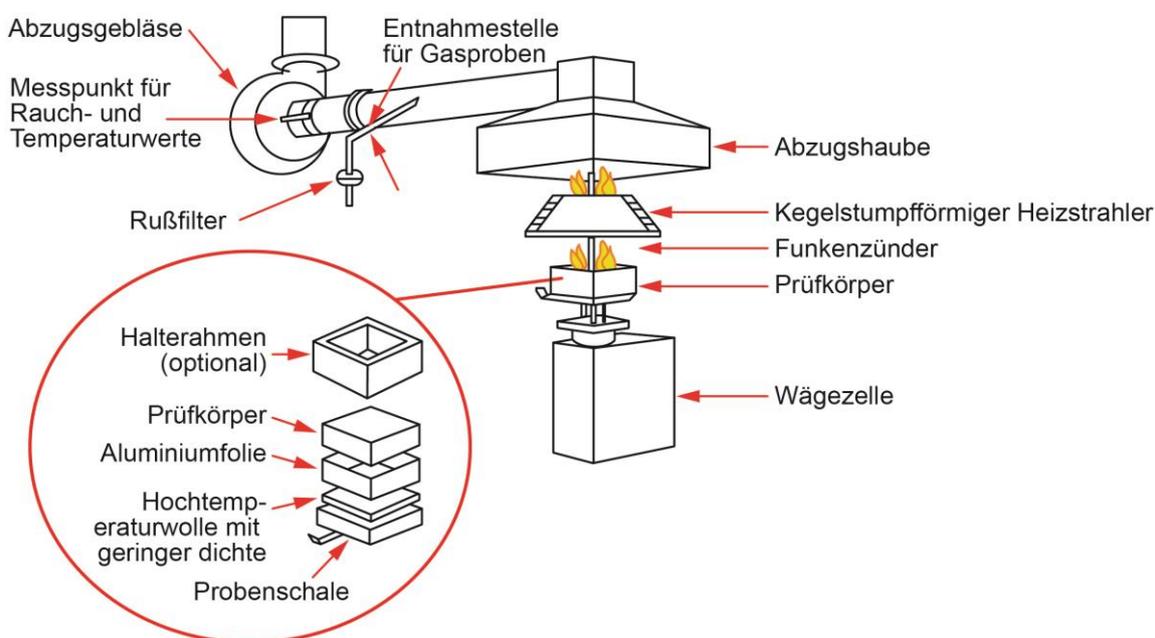
Version 03

Vorliegendes Datenblatt dient als Information für unsere Kunden und beinhaltet die Ergebnisse interner Tests von ARPRO-Mustern. Dabei wurde besonders auf die Richtigkeit des Inhalts zum Zeitpunkt der Ausgabe des Datenblatts geachtet. JSP übernimmt jedoch keinerlei Haftung, weder ausdrücklich noch stillschweigend, für die Informationen, insbesondere nicht für deren Brauchbarkeit, Richtigkeit, Zuverlässigkeit oder Vollständigkeit. ARPRO ist eine eingetragene Marke.

3. Effektive Verbrennungswärme von ARPRO: ISO 5660-1

ISO 5660-1 regelt ein Verfahren zur Prüfung der Wärmefreisetzungsrate eines Prüfkörpers, der in horizontaler Richtung über eine externe Zündvorrichtung kontrolliert bestrahlt wird. Um die Wärmefreisetzungsrate festzustellen, wird der Sauerstoffverbrauch gemessen, der sich aus der Sauerstoffkonzentration und der Strömungsgeschwindigkeit des Verbrennungsgasstroms ergibt. Dokumentiert wird bei diesem Verfahren außerdem der Zündzeitpunkt (anhaltende Flammenbildung).

Prüfverfahren: Die Oberfläche des Prüfkörpers wird mittels eines kegelstumpfförmigen Heizstrahlers einer konstanten Wärmebestrahlung ausgesetzt, die im Bereich von 0 – 100kW/m² liegt. Für die Zündung der flüchtigen Gase, die dem erhitzten Prüfkörper entweichen, wird ein elektrischer Funkenzünder eingesetzt. Weitere Parameter sind die Bestrahlungsstärke (35kW/m²) und die Abmessungen des 3 Prüfkörper (100 x 100 x 25mm).



Prüfergebnisse: ARPRO Schwarz.

Getestet wurden jeweils 3 Prüfkörper von ARPRO schwarz mit den Dichten 50g/l und 70g/l.

	ARPRO schwarz 50g/l	ARPRO schwarz 70g/l
Mittlere effektive Verbrennungswärme – MJ/kg	39	40

Prüfergebnisse: ARPRO 4135 FR.

Es handelt sich um ARPRO 4135 FR mit einer Prüfdichte von 60g/l, drei Prüfkörper wurden getestet.

	ARPRO 4135 FR 60g/l
Mittlere effektive Verbrennungswärme – MJ/kg	34

4. Rauchtotoxicität bei der Verbrennung von ARPRO

Bei der Verbrennung von ARPRO werden Gase freigesetzt. Anhand einer Analyse der bei der Verbrennung freigesetzten Gase kann man feststellen, ob der entstehende Rauch giftig ist oder nicht.

Prüfverfahren: ISO 5660-1. Wie unter Punkt 3 beschrieben, wird die Oberfläche des Prüfkörpers mittels eines kegelstumpfförmigen Heizstrahlers einer konstanten Wärmebestrahlung ausgesetzt, die im Bereich von 0 – 100kW/m² liegt. Für die Zündung der flüchtigen Gase, die dem erhitzten Prüfkörper entweichen, wird ein elektrischer Funkenzünder eingesetzt. Weitere Parameter sind die Bestrahlungsstärke (35kW/m²) und die Abmessungen des Prüfkörpers (100 x 100 x 25mm); außerdem werden die von ARPRO bei der Verbrennung emittierten Gase mithilfe eines FTIR (Fourier-Transform-Infrarot)-Spektrometers analysiert. Getestet wurden ARPRO schwarz und ARPRO weiß, jeweils mit einer Dichte von 70g/l.

Prüfergebnisse: Die folgenden Gase wurden in den hier angegebenen Konzentrationen nachgewiesen:

	ARPRO schwarz 70g/l	ARPRO weiß 70g/l
CO (kg/kg)	0.029	0.027
CO ₂ (kg/kg)	2.45	2.55

Die folgenden Gase hier nicht nachgewiesen werden:

Gas	Nachweisgrenze (ppm)
NO Stickstoffmonoxid	2.22
NO ₂ Stickstoffdioxid	1.97
NH ₃ Ammoniak	1.75
N ₂ O Distickstoffmonoxid	0.53
SO ₂ Schwefeldioxid	1.12
HCN Cyanwasserstoff	1.42
HCOH Formaldehyd (Methanal)	7.00
HCL Salzsäure	1.54
CH ₄ Methan	4.75
C ₂ H ₂ Acetylen (Ethin)	5.28
C ₂ H ₄ Ethylen (Ethen)	21.13