

Abwasserrohrsysteme aus Polypropylen im Vergleich

Von Elmar Lesch

Erfüllen mineralisch verstärkte PP-Kunststoffrohre höhere Anforderungen als unverstärkte? Sind sie gleichwertig oder besser? Ein neutraler Vergleich bringt Licht ins Dunkel.

Ausgangssituation

In den letzten Jahren haben sich unterschiedliche Polypropylen-Abwasserrohrsysteme verstärkt am Markt durchgesetzt und damit zunehmend traditionelle Werkstoffe verdrängt. Entscheidend für die starke Marktdurchdringung des flexiblen Werkstoffs Polypropylen sind vor allem seine ausgezeichneten Eigenschaften wie hohe Festigkeit, Rissunempfindlichkeit sowie die lange Lebensdauer von über 100 Jahren. Neben den unverstärkten Kunststoffrohren aus PP-HM (PP-B) nach DIN EN 1852-1 gibt es auch mineralisch verstärkte, homogene Vollwandrohre aus PP-MD (Polypropylen mit hochwertigen Verstärkungstoffen) nach DIN EN 14758-1. In der Praxis wird oft aus Unkenntnis der Einsatz hochwertiger mineralischer Modifizier zur Veredelung, wie beispielsweise bei modifizierten PP-Rohren, mit „minderwertigen“ Füllstoffen verwechselt. Diesbezüglich stellt sich für Planer und Auftraggeber bei der Rohrsystemauswahl die Frage nach der Gleichwertigkeit von Kunststoffrohren aus PP-HM und PP-MD bzw. KG 2000. Für eine objektive Gesamtbeurteilung müssen sowohl die Qualitätseigenschaften des eingesetzten Verstärkungstoffs berücksichtigt als auch die praxisrelevanten Qualitäts- und Leistungskriterien bei Lagerung, Verlegung und Betrieb miteinander verglichen und nachgewiesen wer-

den. Im folgenden Fachbeitrag werden die wesentlichen Kriterien für beide Rohrsysteme gegenübergestellt.

Beschreibung der unterschiedlichen PP-Kunststofftypen

Mineralisch verstärkte Vollwandrohre aus PP-MD nach DIN EN 14758-1 [1]

Bei Polypropylen PP-MD (Veredelung durch mineralische Verstärkungstoffe bzw. Modifizier wie z. B. Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat oder Talkum) (**Bild 1**) handelt es sich um ein modifiziertes Polypropylen, das mit funktionellen mineralischen Additiven als Verstärkungsmaterial versetzt ist. PP-MD unterscheidet sich von PP-H (Homopolymer) im Detail durch eine höhere Dichte, einen höheren E-Modul sowie einer daraus resultierenden höheren Steifigkeit (Widerstand eines Kunststoffrohrs gegen elastische Verformung durch eine Kraft oder ein Biegemoment).

Unverstärkte Vollwandrohre aus PP-HM (PP-B) nach DIN EN 1852-1 [2]

PP-HM ist ein Blockcopolymerisat mit erhöhter Werkstoffsteifigkeit und erhöhter Schlagzähigkeit (**Bild 2**). Bei der Herstellung der Blockcopolymeren (PP-B) wird in einem zusätzlichen Polymerisationsprozess ein Copolymer (in der Regel Ethen „-E-“) als Block in die Polypropylenkette eingebaut, siehe **Bild 3**.

Anwendungsbereiche/ Einsatzgebiete

Verstärkte und unverstärkte Kunststoffrohrsysteme aus PP-MD und PP-HM eignen sich aufgrund ihrer hohen Festigkeit, Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit gleichermaßen für den Einsatz in der privaten Grundstücks- und kommunalen Entwässerung wie beispielsweise für Schmutz- und Regenwasserkanäle im Straßen-, Schienenwege- und Tunnelbau. Selbst für heiße und fetthaltige Abwässer aus Schlachthöfen, Großküchen oder Industrie sind beide robusten Kunststoffrohrsysteme einsetzbar.

Bei besonderen Anwendungsfällen, wie z. B. Zuleitungen zu Öl- und Benzinabscheidern im Tankstellenbereich, sind entsprechende öl- und benzinbeständige Dichtungen (z. B. aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk NBR) zu verwenden oder das Rohrsystem stoffschlüssig zu verschweißen.

Bildquelle: Lesch Consult, Würzburg



Bild 1: Kunststoffrohrsystem aus Polypropylen PP-MD (KG 2000)

Laut Herstellerangaben von Ostendorf ist die Verlegung von KG 2000 unter Berücksichtigung der DWA-A 142 im Grundwasserbereich sowie in Wasserschutz zonen II und III möglich. Die Rohrverbindungen müssen stoffschlüssig verschweißt werden, z. B. mit einem SABUG-Schweißring (DIBt-Zulassung Z-42.5-553).

Der Einsatz beider PP-Kunststoffrohrsysteme ist darüber hinaus, sowohl bei JGS-Anlagen (Jauche-, Gülle- und Silage-sickersaftanlagen) als auch bei LAU-Anlagen (Lagern, Abfüllen und Umschlagen) werkstoffspezifisch prinzipiell möglich. Es muss allerdings nach § 19h WHG „Eignungsfeststellung und Bauartzulassung“ eine bauaufsichtliche Systemzulassung vom DIBt vorliegen. Darüber hinaus müssen die Rohrverbindungen ebenfalls stoffschlüssig verschweißt werden. Laut Herstellerumfrage hat bis dato nur Ostendorf eine JGS-Zulassung (Z-40.23-577) für das KG 2000 in Verbindung mit dem IP-plus-Schweißsystem (SABUG GmbH, Heiden) vom DIBt erhalten. Das „Allrounder“-Abwasserrohrsystem KG 2000 ist darüber hinaus ebenso als Abluftrohr für raumtechnische Anlagen sowie als Kabelschutzrohr nach DIN 16878 für erdverlegte Hoch- und Höchstspannungskabel bis 525 kV zugelassen.

Beide Hochlast-Rohrsysteme sind aufgrund der hohen Ringsteifigkeit bis SN 16 für hohe Straßenverkehrslasten bis SLW 60 (Schwerlastfahrzeug bis 60 t) nach DIN 1229 zugelassen.

Hochwertiger Verstärkungsstoff

Im Gegensatz zum unverstärkten Polypropylenrohr werden beim verstärkten Polypropylenrohr PP-MD dem Polymer hochwertige mineralische Modifier in Form von Calciumcarbonat (CaCO_3) als Verstärkungsmaterial zur Veredelung in einem definierten Verhältnis beigemischt. Beim eingesetzten Modifier handelt es sich um ein fein gemahlenes, natürliches Calciumcarbonat nach Normvorgabe. Dank der hohen chemischen Reinheit des verwendeten CaCO_3 kann ein möglicher negativer Einfluss auf die Alterung sicher ausgeschlossen werden. Mittels Coating bzw. der Oberflächenbeschichtung wird eine homogene Verteilung des Modifiers erreicht. Damit wird eine konstante Materialeigenschaft im gesamten Rohrbereich unterstützt, siehe **Bild 4**. Aufgrund der vollständigen Benetzung des hochwertigen Calciumcarbonates durch die Polymermoleküle werden Lunker und Fehlstellen vermieden. Um ein hohes und konstantes Qualitätsniveau dauerhaft zu gewährleisten, sind die Arten und Eigenschaften der zugelassenen mineralischen Additive sowie der maximale Gehaltsanteil für das PP-MD-Rohrsystem in DIN EN 14758-1 genau vorgeschrieben.

Eigenschaftsveränderungen mineralisch verstärkter PP-MD-Rohre

Die Verwendung von hochwertigen mineralischen Additiven bzw. Modifiern in Polymeren führt im Allgemeinen zu folgenden Eigenschaftsveränderungen [5,6]:

- » Erhöhung der Dichte
- » Erhöhung des Elastizitätskoeffizienten (E-Modul). Ein Maß für die Widerstandskraft bei Verformung, d.h. je



Bildquelle: Lesch Consult, Würzburg

Bild 2: Kunststoffrohrsystem aus Polypropylen PP-HM

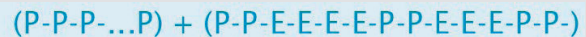
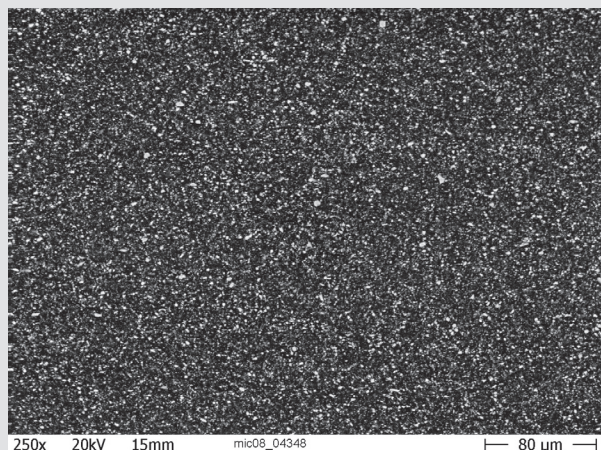


Bild 3: Aufbau Copolymerisat PP-B (Blockcopolymerisat)

Quelle: Lesch Consult, Würzburg



Bildquelle: Omya R & T, Oftringen, Schweiz

Bild 4: Probe von Kunststoffrohr aus PP-MD, REM-Aufnahme mit 250-facher Vergrößerung mittels COMPO-Mode

- » größer der E-Modul, desto höher ist der Widerstand, den der Kunststoff seiner Verformung entgegensetzt
- » Reduzierung des Kriechverhaltens (Der Kriechmodul ist ein Maß für die momentane Werkstoffsteifigkeit unter Belastung)
- » Veränderung der Schlagzähigkeit je nach Teilchenform des Modifiers (Kugel-, Würfel-, Quader-, Plättchen oder Faserform) sowie ihrer Haftung an der Polymermatrix
- » Bessere Wärmeformbeständigkeit und geringere Schwindung nach der Extrusion.
- » Geringere Längenausdehnung im Vergleich zu PP-HM-Rohren nach DIN EN 1852-1 sowie im Vergleich zu Kunststoffrohren aus Polyethylen PE-HD

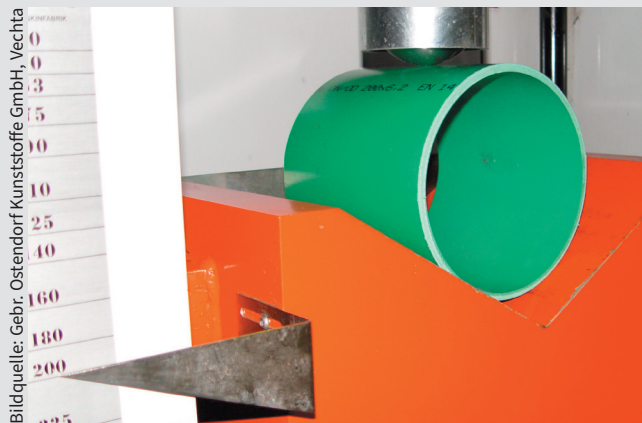


Bild 5: Kugelfalltest nach DIN EN ISO 3127

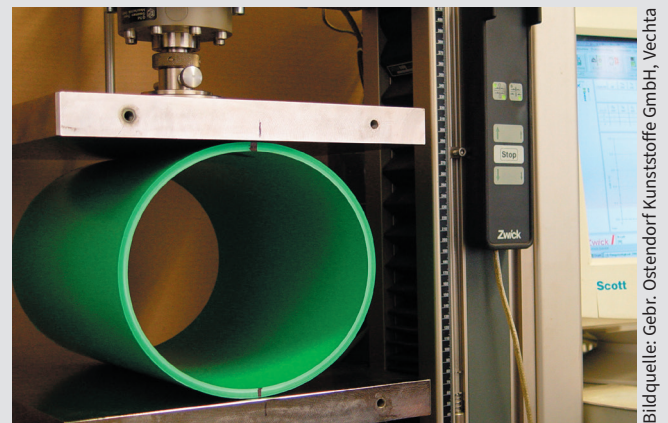


Bild 6: Prüfung der Ringsteifigkeit nach DIN EN ISO 9969

Für eine neutrale und praxisrelevante Beurteilung der Eigenschaftsveränderungen bei mineralisch verstärkten Kunststoffrohren aus PP-MD im Vergleich zu Kunststoffrohren aus PP-HM wird ein definiertes Qualitätsniveau als Vergleichsbasis vorausgesetzt.

Entsprechende qualitative und quantitative Qualitätsanforderungen für Kunststoffrohre aus PP-HM sind in der DIN EN 1852-1 sowie in Anlehnung an diese Norm für die mineralisch verstärkten Kunststoffrohre aus PP-MD in der DIN EN 14758-1 festgelegt.

Normative Anforderungen

Die hohen Qualitätsanforderungen für PP-HM-Rohre nach DIN EN 1852-1 wurden bei der Erstellung einer eigenen Produktnorm für mineralisch verstärkte PP-MD-Rohre der DIN EN 14758-1 vollständig übernommen. Darüber hinaus sind die einsetzbaren Arten und Eigenschaften der mineralischen Additive in der neuen Produktnorm genau definiert, um ein dauerhaft hohes Qualitätsniveau zu sichern. Für die Verwendung von unverstärkten oder mineralisch verstärkten Polypropylenrohren zum Ableiten von Abwasser außerhalb von Gebäuden ist ein Übereinstimmungszertifikat (ÜZ) als Nachweis für die Einhaltung der jeweiligen technischen Regel, wie der DIN EN 1852-1 für unverstärkte PP-HM-Rohre und die DIN EN 14758-1 für mineralisch veredelte PP-MD-Rohre, durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle erforderlich.

Auf Herz und Nieren geprüft

Schwerpunkt für eine dauerhafte Sicherung eines hohen Qualitätsniveaus ist die werkseigene Produktions- und Rohstoffqualitätskontrolle mit regelmäßiger Fremdüberwachung durch eine unabhängige Prüfstelle, wie sie von den meisten Rohrherstellern durchgeführt werden. Die hohen Prüfanforderungen für die mechanischen und physikalischen Werkstoffeigenschaften gelten sowohl für die unverstärkten als auch für die verstärkten PP-Rohrsysteme. Ein Beispiel für die Robustheit im praktischen Einsatz ist der Kugelfalltest nach DIN EN ISO 3127 [3]. Hier wird die Wider-

standsfähigkeit gegen die äußere Schlagbeanspruchung der Polypropylen-Abwasserrohre bei 0° C Prüftemperatur getestet, siehe **Bild 5**.

Die Einhaltung der Ringsteifigkeit SN ist ganz entscheidend, denn eine Rohrverformung, aufgrund von hohen Erdlasten, kann zu Undichtigkeiten im Rohrverbindungs-bereich führen. Die entsprechende Prüfung der Ringsteifigkeit für glattwandige Rohre erfolgt nach DIN EN ISO 9969 [4], siehe **Bild 6**, für Formstücke nach DIN EN ISO 13967.

In **Tabelle 1** für Hochlast-Abwasserkanalrohrsysteme aus unverstärktem und verstärktem Polypropylen, sind die wichtigsten Qualitätskriterien und Prüfergebnisse, die für das Verhalten bei Transport, Lagerung, Verlegung und Betrieb und Wartung maßgeblich sind, im direkten Vergleich gegenübergestellt. Dabei kann man auf einem Blick die Gleichwertigkeit beider PP-Kunststoffrohrsysteme in Bezug auf die wichtigsten Qualitätskriterien erkennen.

Fazit

Verstärkte Vollwand-Abwasserkanalrohrsysteme aus Polypropylen PP-MD, wie z. B. das praxisbewährte grünfarbige KG 2000, erfüllen die gleichen Qualitätsanforderungen wie unverstärkte PP-HM-Rohrsysteme und sind damit ohne Einschränkungen als absolut gleichwertig für den Einsatz in der privaten Grundstücks- und kommunalen Entwässerung sowie den genannten Sonderanwendungen zu beurteilen. Werden unverstärkte PP-HM-Rohrsysteme nach DIN EN 1852-1 ausgeschrieben, können die entsprechend mineralisch verstärkten PP-MD-Rohrsysteme nach DIN EN 14758-1 trotz abweichender technischer Spezifikationen als gleichwertige Lösung angeboten werden und umgekehrt. Beide Abwasserrohrsysteme aus Polypropylen entsprechen in jeder Hinsicht den vergleichbaren technischen Mindestanforderungen bzw. dem geforderten Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit.

Bei druckbeaufschlagten Steckverbindungen ist die Dichtheitsprüfung gemäß DIN EN ISO 13259 (früher DIN EN 1277)

Tabelle 1: Vergleich Hochlast-Abwasserkanalrohrsysteme aus Kunststoff PP-MD vs. PP-HM

PP-Kunststoffrohrsysteme	Hochlast-Abwasserkanalrohrsystem aus Kunststoff PP-MD (KG 2000) mit Verstärkungsmaterial nach DIN EN 14758-1	Hochlast-Abwasserkanalrohrsystem aus Kunststoff PP-HM bzw. (PP-B) ohne Verstärkungsmaterial nach DIN EN 1852-1
Kriterien		
Norm	DIN EN 14758-1 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem	DIN EN 1852-1 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem
Werkstoff	PP-MD – verstärktes Polypropylen mit mineralischem Modifizier	PP-HM bzw. PP-B – unverstärktes Polypropylen (Blockcopolymer)
Rohbauart	Homogenes Vollwandrohr	Vollwandrohr
Ringsteifigkeit nach DIN EN ISO 9969 (kN/m ²)	SN 10 (1) SN 16 (2)	SN 10 (1) SN 16 (2)
(1) Rechnerisch ermittelter Wert nach DIN EN ISO 9969 (kN/m ²)	> 10 kN/mm ² (geprüft) entspricht theoretisch einer Ringsteifigkeit SN 10	10 kN/mm ² (geprüft) entspricht theoretisch einer Ringsteifigkeit SN 10
(2) Ermittelter Wert nach DIN EN ISO 9969 (kN/m ²)	16 kN/mm ² (geprüft) entspricht einer Ringsteifigkeit SN 16	16 kN/mm ² (geprüft) entspricht einer Ringsteifigkeit SN 16
Ermittelter Wert nach DIN EN ISO 13967 (kN/m ²) Formteile	> 16 kN/mm ² (geprüft) entspricht einer Ringsteifigkeit SN 16	
1. Verhalten bei Lagerung		
Schutz vor Alterung durch UV-Licht insbesondere bei Außenlagerung	Beständig ¹ (Klärung über Nachweis des Rohrerstellers)	Beständig (Klärung über Nachweis des Rohrerstellers)
2. Verhalten bei der Verlegung/Einbettung		
Verformungseigenschaften: E-Modul in N/mm ² bzw. MPa	2.500 bis 3.600 ²	≥ 1.700
Schlagfestigkeit – Schlagtest nach DIN EN ISO 3127	<input checked="" type="checkbox"/> Robustes Verhalten bei mechanischer Beanspruchung nachgewiesen	<input checked="" type="checkbox"/> Robustes Verhalten bei mechanischer Beanspruchung nachgewiesen
Eiskristall-Prüfung - Einbau auch bei Temperaturen unter -10°C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einsatz von Verfüllmaterial nach DIN EN 1610, d.h. auch Recyclingmaterial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Temperatur-Beständigkeit in °C Basispolymer PP (laut Rohrerstellerangabe)	-10 °C bis +90 °C	mind. -10 °C bis +90 °C
3. Verhalten im Betrieb & Wartung		
Oberflächengüte	hoch Glatte Oberfläche der Rohrrinnenschicht	hoch Glatte Oberfläche der Rohrrinnenschicht
Chemische Beständigkeit (pH2 - pH12) gegenüber aggressiven Medien von häuslichem Abwasser gemäß Angaben der Rohrersteller	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hochdruckspülbarkeit bis 70 bar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lebensdauer > 100 Jahre (gem. Prüfung Zeitstandverhalten bzw. Herstellerangabe)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dauerhaft sicheres Dichtsystem (Steckverbindung)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Qualitäts- und Konformitätsnachweis		
Einhaltung der Anforderungskriterien nach Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Übereinstimmung mit den hohen Qualitätsanforderungen der DIN EN 14758-1 sowie in Anlehnung an die DIN EN 1852-1. (100 % Erfüllung der gleichen Normanforderungen wie nach DIN EN 1852-1)	<input checked="" type="checkbox"/> Übereinstimmung mit den hohen Qualitätsanforderungen der DIN EN 1852-1
Garantie des Rohrerstellers auf Komplettsystem	Ostendorf (25 Jahre) Wavin (gesetzliche Gewährleistung)	Rehau (10 Jahre) Wavin (gesetzliche Gewährleistung)
5. Beurteilung der Gleichwertigkeit	Gleichwertig zu PP-HM, aber i. a. R. kostengünstiger (entspricht dem Stand der Technik)	Gleichwertig zu PP-MD (entspricht dem Stand der Technik)
<p>1 Kunststoffrohrsysteme aus PP-MD sind bis zu 2 Jahren UV-beständig. UV-Beständigkeit wird durch eine dünne extrudierte UV-Schutzschicht auf Kunststoffrohraußenschicht erreicht, z. B. bei KG 2000 von Ostendorf. Stellungnahme Rohrersteller Ostendorf: KG 2000 ist aufgrund seiner Zusammensetzung an Materialien, Farben und UV-Schutzmittel 2 Jahre in Mitteleuropa (100 kLy/Jahr) nach Produktionsdatum im Freien lagerfähig, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung der physikalischen Eigenschaften des Rohres kommt. Die Intensität der UV-Strahlung wird in kLy (kilo-Langley) gemessen, eine Einheit, die angibt, wie viel UV-Strahlungsenergie pro Jahr auf 1 cm² auftrifft.</p> <p>2 Abhängig vom Anteil des Verstärkungsmaterials (z.B. Calciumcarbonat als hochwertiger Verstärkungsstoff)</p>		

Quelle: Lesch Consult, Würzburg

vom Gesamtsystem ein weiterer wichtiger Sicherheitsaspekt. Last, but not least sind bei einem sicheren Abwasserkanalrohrsystem sowohl die Leistungskriterien der aufgeführten Rohrleitungen als auch die Leistungsparameter der Formteile wie z. B. bei der Ringsteifigkeit (Rohr SN 16 und Formteile SN 16) unbedingt zu berücksichtigen. Denn jede Kette ist nur so stark, wie ihr schwächstes Glied.

Literatur

- [1] DIN EN 1852-1 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP)“, Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem“ (2018)
- [2] DIN EN 14758-1 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem“ (2012-05)
- [3] DIN EN ISO 3127 „Rohre aus Thermoplasten – Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen äußere Schlagbeanspruchung – Umfangersverfahren“
- [4] DIN EN ISO 9969 „Thermoplastische Rohre – Bestimmung der Ringsteifigkeit“ (2016-06)
- [5] Technische Informationen Kunststoffe, „Mineralische Zusatzstoffe für die Kunststoffindustrie“ (2001), Technology Plastics, Omya AG, Oftringen (Schweiz)

- [6] Technische Informationen Kunststoffe, „Physikalische und chemische Aspekte mineralischer Zusatzstoffe für den Kunststoffverarbeiter“ (2004), Technology Plastics, Omya AG, Oftringen (Schweiz)
- [7] DIN EN ISO 13259 „Erdverlegte Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für drucklose Anwendungen – Prüfverfahren für die Dichtheit von elastomeren Dichtringverbindungen“

SCHLAGWÖRTER: Abwasserrohrsysteme, Polypropylen, PP-MD, PP-HM

AUTOREN



Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtschaftsing. (FH)
ELMAR LESCH
Inhaber LESCH CONSULT
Unternehmensberatung, Würzburg
Tel. +49 931 6193468
info@lesch-consult.de

FÜR INGENIEURE, TECHNIKER UND STUDIERENDE



FACHKOMPENDIUM FÜR DAS GASFACH

Dieses Buch behandelt folgende Schwerpunkte:

- Gasbeschaffenheit, häusliche und industrielle Anwendung, MSR, Wasserstoff, Power-to-X
- Überblick über die Neuerungen, die sich für Anwender und Versorger am Energiemarkt ergeben

Jetzt im
Shop bestellen
und Wissen sichern!

www.vulkan-shop.de

Jörg Leicher, Anne Giese, Harald Petermann
2. Auflage 2021
Artikelnummer: 74431
Auch als eBook erhältlich.
Preis: € 80,-

VULKAN VERLAG. FÜR ALLE, DIE MEHR WISSEN WOLLEN.

www.vulkan-verlag.de

 Vulkan Verlag