

Seminar
Rezyklat – eine echte Alternative

Begriffe und Normen



KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED

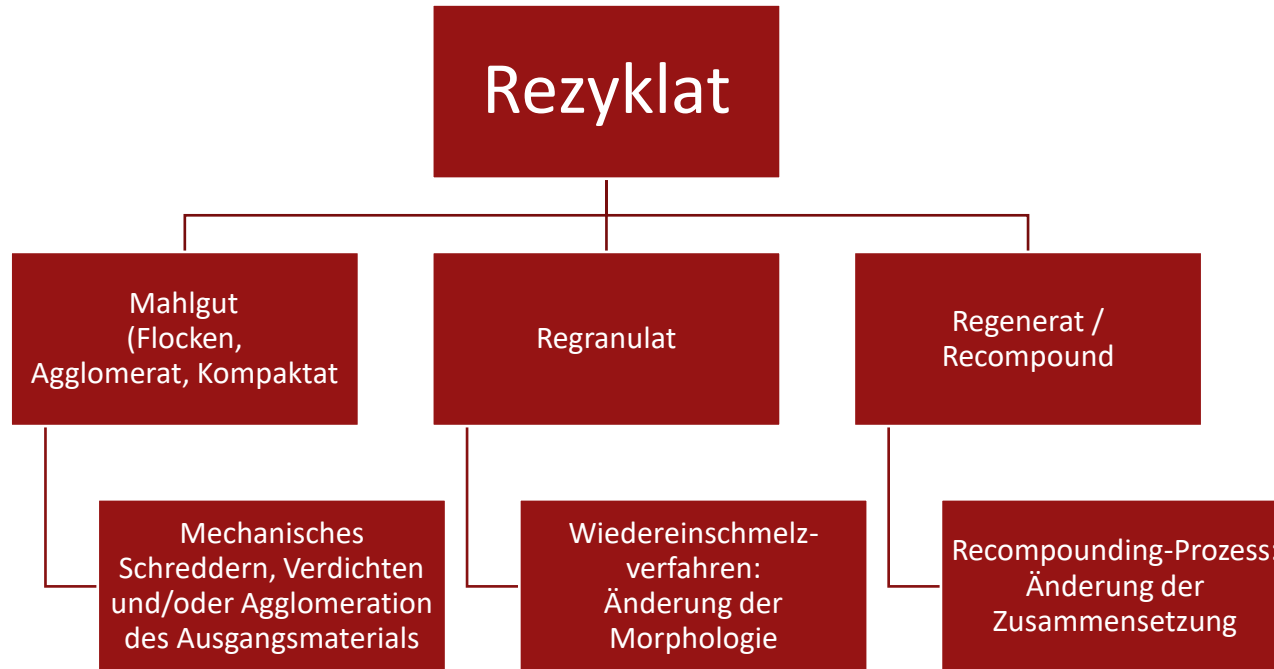


Begriffe



- ▶ Die Vielfalt an Begriffen im Bereich Nachhaltigkeit ist immens
- ▶ Einige Begriffe sind klar definiert, andere werden teilweise recht frei ausgelegt





Quelle: DIN EN 18065:2025-11

Für beide gilt:

- ▶ Polymerkette weitgehend erhalten
- ▶ Zwischenprodukt: Rezyklat oder Sekundärrohstoff (gelöst)
- ▶ Finales Produkt: Kunststoff-Rezyklat



Quelle: www.pixabay.com

Mechanisches Recycling

- ▶ Beispiele: klassisches Recycling mit Zerkleinern und Recompoundieren
- ▶ chemische Zusammensetzung bleibt erhalten (ggf. Additivzugabe)

Physikalisches Recycling

- ▶ Beispiele: Lösungsmittelbasiertes Recycling
- ▶ chemische Zusammensetzung kann sich durch Abtrennung von Additiven verändern

Für beide gilt:

- ▶ Zersetzung der Polymerkette zu Monomeren, Oligomeren oder chemischen Grundstoffen, chemische Zusammensetzung bleibt nicht erhalten
- ▶ Zwischenprodukt: Monomer oder chemische Grundstoffe
- ▶ Finales Produkt: Ausgangsmaterial für Kunststoff oder Chemikalien

Chemisches Recycling

- ▶ Beispiele: Pyrolyseverfahren, Depolymerisation
- ▶ Großtechnische Verfahren

(Bio-)enzymatisches Recycling

- ▶ Beispiele: Zersetzung des Materials durch biologische Enzyme
- ▶ Hauptsächlich Forschungsaktivitäten, erste industrielle Lösungen für PET

Post-industrial / Pre-Consumer

- ▶ Neben-/Abfallprodukte, die noch nicht im Einsatz waren und nicht dem gleichen Prozess wieder zugeführt werden

Post-Consumer

- ▶ Material aus Produkten, die bereits beim privaten oder gewerblichen Endnutzer im Einsatz waren
- ▶ Es gibt PCR aus gemischten Fraktionen (z.B. Gelber Sack) und aus selektiver Sortierung (PET-Flasche, Industriefolie)



*Image courtesy of Ben Schonewille at
FreeDigitalPhotos.net*

Recyclingfähigkeit

- ▶ Produkt muss im Recyclingprozess aussortiert und gesammelt werden können sowie in Form eines Rohstoffes wieder einsetzbar sein
- ▶ Über VerpackG §21 geregelt
- ▶ Möglichst geringer Einsatz von Additiven, Verzicht auf Multilayer und Ruß zur Schwarzeinfärbung

Traceability

- ▶ Rückverfolgbarkeit eines Produktes / Materials durch einen digitalen Produktpass oder Tracer-Additiv im Material

NIAS (Non Intentional Added Substances)

- ▶ Unbeabsichtigt eingebrachte Stoffe
- ▶ Quelle: z.B. Füllgut aus vorheriger Verwendung
- ▶ Hohe Relevanz z.B. für Lebensmittelkontakt oder Kinderspielzeug

SVHC (Substances of Very High Concern) / Schadstoffe

- ▶ SVCH gemäß REACH-Anhang (EU-Chemikalienverordnung)
- ▶ Quellen: NIAS, Additive aus 1. Lebenszyklus, Abbauprodukte

Massebilanzierung (z.B. chemisches Recycling)

- ▶ Bilanzierung der Rezyklatgehalts über die Massen des Eingangsmaterials (Abfall) und des Ausgangsmaterials (Rezyklat)

Rezyklatanteil

- ▶ Anteil an Rezyklat im Endprodukt
- ▶ Z.B. über Massebilanz bestimmt

Recyclingquote

- ▶ Anteil an Material, das recyclet wird (z.B. vom Gelben Sack)

- ▶ DIN EN 17615 Kunststoffe – Umweltaspekte –Vokabular
- ▶ DIN TERM: <https://www.din.de/de/service-fuer-anwender/din-term>
- ▶ ISO OBP: <https://www.iso.org/obp/ui/#search>

DIN EN 18065 (Nachfolger der DIN SPEC 91446)

Ziele

- ▶ Bessere Vergleichbarkeit von Rezyklaten
- ▶ Verlässlichere Materialqualitäten
- ▶ Einfachere Kommunikation zwischen Recyclern und Einkäufern

Inhalt

- ▶ Definition von Datenqualitätsleveln
- ▶ Beispiele zur Berechnung des Rezyklatgehalts (chemisches, physikalisches und mechanisches Recycling)
- ▶ Konzept für einen Digitalen Produktpass für Kunststoffrezyklate

Das Diagramm zeigt ein Smartphone-ähnliches Interface mit verschiedenen Datenfeldern und Qualitätsleveln. Die Felder sind wie folgt strukturiert:

- Firmenlogo** (A1)
- Material nach EN 18065:2025** (B1)
- DQL 1, DQL 2, DQL 3, DQL 4** (B2) - DQL 3 ist mit 'A' markiert.
- Handelsname: Rezyklatziel 2030 nat** (C1)
- Farbe:** (C2)
- HDPE** (D1) und **r30 (M)** (D2)
- PCR 20** (E1) und **PIR 10** (E2)

Die Felder sind durch gestrichelte Linien in horizontale Abschnitte unterteilt, die mit A bis F beschriftet sind.

Quelle: DIN EN 18065:2025-11

EN 18065 - Datenqualitätslevel

- ▶ Rahmenstandard für alle Materialien und Anwendungen
- ▶ Einstufung der Materialien in vier DQL
- ▶ DQL definieren, wie gut das Material beschrieben ist hinsichtlich
 - Information (I)
 - Eigenschaften [engl: Properties] (P)
 - Optionale Merkmale (O)

Merkmale	DQL 1	DQL 2	DQL 3	DQL 4
Information	6	12	15	18
Eigenschaften	1	4	5	8
Optionale Merkmale	21 (nicht erschöpfend)			

Quelle: DIN EN 18065:2025-11

- ▶ Pro DQL ist festgelegt, was die Mindestangaben auf einem Datenblatt sind
- ▶ Im Anhang A gibt es entsprechende Kennwerttabellen für Informationen, Kennwerte und optionale Merkmale
- ▶ Beispiel DQL 1:
 - Hauptmaterial [I]
 - Art der Verpackung [I]
 - Farbe nach Sichtprüfung [I]
 - Form [I]
 - Produktname [I]
 - Rezyklatgehalt [I]
 - Viskosität [P]
- ▶ Durch die Erfüllung von anwendungsspezifischen Vorgaben (A-Bänder) (z.B. Lebensmittelfreigabe, Automotive-Spezifikation) können zusätzlich weitere DQL erreicht werden, z.B. DQL 4A

EN 18065 – Berechnung von Rezyklatgehalten

Definition des Vorgehens zur Bestimmung des Rezyklatgehaltes

- ▶ Vorgehen analog zu DIN EN 15343 für mechanische Rezyklate
- ▶ Für chemisches Recycling: Chain of Custody-Modelle nach ISO 22095
- ▶ Grundsätzlich gilt: Alles, was bereits eingesetzt war, zählt zum Rezyklatgehalt
- ▶ Für die Berechnung werden auch Füllstoffe und Masterbatches hinzugezogen
- ▶ Unterschieden wird zwischen mechanischem, physikalischem und chemischem Rezyklat

EN 18065 – Berechnung Rezyklatgehalt - Beispiel

Komponente	Anteil an der gesamten Formulierung [m-%]	Rezyklatgehalt [m-%]
Kunststoff-Neumaterial	10	0
Kunststoff-Rezyklat 1 (ohne Füllstoffe)	10	10
Kunststoff-Rezyklat 2 (mit anorganischen Füllstoffen) (M)	45	45
Neue anorganische Füllstoffe	30	0
Neues Farbmasterbatch (Polymer)	3	0
Neues Farbmasterbatch (Polymer)	2	0
Summe	100	55

Materialbezeichnung:
r55 (M)

[Rezyklat aus mechanischem
Recycling mit einem
Rezyklatanteil von 55%]

Quelle: EN 18065:2025-11

Weiterer Inhalt

- ▶ Label
 - Vorlagen für einheitliche Logos (z.B. für Säcke)
- ▶ Erstes Konzept in einer Norm für einen Digitalen Produktpass (DPP) im Kunststoffsektor
 - Anforderungen zu enthaltenen Daten
 - Anforderungen an die Übertragung der Daten
- ▶ Anforderungen an Probenahme und Homogenisierung
 - Abhängig zum angestrebten DQL

DQL 1	DQL 2	DQL 3	DQL 4
		A	

Quelle: EN 18065:2025-11

EN 18065 – Leitfaden für die Praxis

Worauf ist in der praktischen Umsetzung zu achten?

- ▶ Generell gilt: je höher das DQL, desto besser ist das Material beschrieben und dadurch meist besser verkauf- und einsetzbar
- ▶ In den Tabellen A.1 und A.2 im Anhang ist angegeben, welche Informationen und Kennwerte für welches DQL notwendig sind
- ▶ Für die notwendigen Informationen ist es wichtig, diese bereits aus dem Abfallstrom zu erhalten
- ▶ Prüfungen können im eigenen Labor oder bei einem Dienstleistungslabor durchgeführt werden
- ▶ Weitere, optionale Charakteristika können immer aufgenommen werden, diese können zur A-Einstufung (anwendungsspezifische Freigabe) führen

Worauf ist bei der Probenahme zu achten?

- ▶ Anforderungen und Art der Dokumentation hängen vom DQL ab
- ▶ DQL 1: Angabe von Informationen auf dem Produktdatenblatt
- ▶ Ab DQL 2: Analysezertifikat notwendig
- ▶ Ab DQL 3: Vertrauensbereich und Variationskoeffizienten nach DIN CEN/TS 16010 und 16011 müssen angegeben werden
- ▶ DQL 4: min./max. Werte für den Vertrauensbereich bzw. Variationskoeffizient



DQL – weitere Standards

- ▶ Das DQL-Konzept wurde vom VDA adaptiert
- ▶ Eingeführt wurde ein DQL Automotive
- ▶ Dieses enthält optionale Charakteristika, die von der Art der Teile abhängen
 - Interior
 - Exterior
 - Sicherheitsrelevante Teil



- ▶ Materialspezifischer Standard für PA-Rezyklate
- ▶ Neue DQL-Tabellen, mit auf PA angepasste Informationen und Kennwerte
- ▶ Konzept für einen Digitalen Produktpass (übernommen in die EN 18065)
- ▶ Kostenloser Download:
<https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-91481/375901933>



Source: Bing Image Creator

DIN SPEC 91521 - Kosmetikverpackungen

- ▶ Neue DIN SPEC zur Qualifizierung von Rezyklaten für Kosmetikverpackungen
- ▶ Suitability Levels für Produktklassen
 - Leave on
 - Rinse off
 - Automatic wash and home care
- ▶ Definition und Berechnung von MACE-Werten für die Klassen (Maximum acceptable consumer exposure)
- ▶ Detaillierte Prüfmethoden
- ▶ Anhang mit MACE-Werten für diverse Substanzen



Source: Bing Image Creator

- ▶ Detaillierte Beschreibung der Ausrüstung, Chemikalien und der Prüfprozedur
- ▶ Probenvorbereitung:
 - Extraktions-/Migrationstests am Granulat
 - Medien Dichlormethan oder Ethanol
- ▶ Analytik
 - GC/MS-Messung am Extrakt
 - Quantifizierung gegen einen vor drei internen Standards
- ▶ Weitere Normen
 - Übersicht zusätzlich zu erfüllende Normen (Schwermetalle, PAK, PAA, Bisphenole)
- ▶ Download: <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91521/390896674>

Weitere Normen

-
- A circular collage of various icons representing different aspects of life, technology, and nature, arranged around a central green recycling symbol. The background features a city skyline at sunset and a blue sky with flying birds.

Source: Bing Image Cretaor

- ▶ Zentrale Normen sind
 - EN 1534X-Serie
 - EN 18064-X Serie für den Einsatz von Rezyklaten in Produkten
 - Material- und anwendungsspezifische Normen, z.B.
 - PET-Flaschenrecycling (ISO 12418)
 - Fenster und Profile aus PVC (DIN EN 17410)
 - Probenahme und –aufbereitung CEN/TS 16010 und CEN/TS 16011



*Image courtesy of membio at
FreeDigitalPhotos.net*

- Materialspezifische Einzelnormen zur Qualifizierung für
- PS (DIN EN 15342),
PE (DIN EN 15344),
PP (DIN EN 15345),
PVC (DIN EN 15346),
PET (DIN EN 15348),
ABS (DIN EN 18067)
 - Normen enthalten Anforderungen mit verpflichtenden und optionalen Prüfkennwerten

Table 1 — Characterization of PVC recyclates

Characteristic	Units	Test method	PVC-U		PVC-P		Comments
			Non micro nized **	Micro nized	Non microni zed **	Micro nized	
Bulk density	kg/m ³	Annex A or ISO 60	O	M	O	M	
Ash content	%	EN ISO 3451-5 Method A	O	O	O	O	Linked with filler and mineral content
Colour		Visual inspection or lab value according to EN ISO 11664-4 if a specific colour is required	O	O	O	O	e.g. natural colour, single, mixed
Hardness		EN ISO 868	-	-	M	M	For calendering stiffness may be evaluated instead of hardness. See Annex F.
Impurities	%	Annex B	-	O	O	O	An alternative method agreed by both parties may also be used (for example visual evaluation after extrusion on strips)
Particle size	g, %	Annex C ^a Annex D ^b		M		M	An alternative method agreed by both parties may also be used (for example using a laser particle size equipment)
Particle size	g, %	Annex C ^a	-	O	-	O	An alternative method

Quelle: EN 15346:2021

- ▶ DIN EN 15343 Rückverfolgbarkeit bei der Kunststoffverwertung und Bewertung der Konformität und des Rezyklatgehalts
 - Wird in der Regel für die Bestimmung des Rezyklatgehalts herangezogen
- ▶ DIN EN 15347-X Charakterisierung von Kunststoffabfällen



*Image courtesy of Ben Schonewille at
FreeDigitalPhotos.net*

- ▶ Guideline zur Definition von PCR/PIR CEN/TR 18160
 - Ausführliche Betrachtung, wann ein Material als PCR bzw. PIR gilt

Laufende Projekte:

- ▶ Guidelines für mechanisches, physikalische, chemisches und bio-enzymatisches Recycling
- ▶ Ggf. weitere materialspezifische Standards (PA und PC in der Diskussion)
- ▶ und viele mehr...

Martin Doedt
+49 (0) 23 51.10 64-125
doedt@kimw.de

Kunststoff-Institut Lüdenschied
Karolinenstraße 8
58507 Lüdenschied
www.kimw.de