

Empfehlung

# Verpackungsmaterialien und -konzepte

VDA 4560

Version 1.0, Januar 2025



Die Automobilindustrie steht vor der dringenden Aufgabe, Nachhaltigkeit und Umweltschutz zu verbessern. Der Verband der Automobilindustrie (VDA) unterstützt mit dieser Empfehlung die nachhaltige Verpackungsgestaltung. Diese Empfehlung dient als Leitfaden für umwelt-schonende Verpackungslösungen und bereitet die Branche auf zukünftige gesetzliche Anforderungen vor.

Um gegenseitiges Verständnis für die Chancen und Probleme der Kreislaufwirtschaft zu schaffen, müssen Verpackungslösungen entlang der gesamten Lieferkette beleuchtet werden, von Verpackungsherstellern über die Zulieferer und Hersteller bis hin zu Verwertern. Ziel ist es, Materialien effizienter zu nutzen, Abfälle zu reduzieren und Recycling zu fördern, um so die ökologische Belastung durch Verpackungen zu minimieren. Letztendlich soll die Kreislaufwirtschaft weiter etabliert und gefördert werden.

**Haftungsausschluss:** Die VDA-Empfehlungen sind unverbindliche Empfehlungen, die jedermann frei zur Anwendung stehen. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen. Sie berücksichtigen den aktuellen Stand der Technik, der zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrscht. Durch das Anwenden der VDA-Empfehlungen entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung seitens des VDA für diese Empfehlung ist ausgeschlossen. Jeder wird gebeten, wenn er bei der Anwendung der VDA-Empfehlungen auf Unrichtigkeiten stößt oder die Möglichkeit einer unrichtigen Auslegung erkennt, dies dem VDA umgehend mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Liste der Abkürzungen	7
<b>1 Einführung</b>	<b>8</b>
1.1 Hintergrund und Ziel	8
1.2 Geltungsbereich der Empfehlung	8
1.3 Zielgruppe	9
<b>2 Ökologische Gestaltung von Verpackungen</b>	<b>10</b>
<b>3 Transportemissionen reduzieren</b>	<b>11</b>
<b>4 Wieder- und Weiterverwendung (Reuse)</b>	<b>12</b>
4.1 Ecodesign Prinzipien	12
4.2 EcoDesign bei Ladungsträgern	13
<b>5 Sicherstellen von Recyclingfähigkeit und Recycling</b>	<b>14</b>
5.1 Recyclingfähiges Material	15
5.2 Rezyklat	17
5.3 Standardisierung	18
<b>6 Verbundtechniken</b>	<b>25</b>
6.1 Verbundtechniken - Formschluss	26
6.2 Verbundtechniken – Kraftschluss	28
6.3 Verbundtechniken – Stoffschluss	29
6.4 Befestigung von Kartonagen auf Paletten	30
<b>7 Reduktion von Verpackungsmaterial</b>	<b>31</b>

7.1	Reduktion auf das nötige Verpackungsmaterial	31
7.2	Reduktion des Einsatzes von fossilem Primärmaterial	33
<b>8</b>	<b>Information und Kennzeichnung</b>	<b>36</b>
8.1	Materialdaten	36
8.2	Materialkennzeichnung	36
<b>9</b>	<b>Nötige Schritte zur weiteren Umsetzung</b>	<b>38</b>
9.1	Hinweise zur Umsetzung	38

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ecodesign Prinzipien .....	12
Abbildung 2: Biobasierte Kunststoffe .....	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Recyclingfähigkeit und Recycling.....	14
Tabelle 2: Rezyklatanteil von Kunststoffverpackungen.....	17
Tabelle 3: Nötige Schritte zur weiteren Umsetzung .....	38

## Liste der Abkürzungen

<b>Akronym</b>	<b>Bedeutung</b>
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer
a-PET	amorphes Polyethylenterephthalat
EPE	Expandiertes Polyethylen (geschäumt)
EPP	Expandiertes Polypropylen (geschäumt)
EPS	expandiertes Polystyrol
ESD	electrostatic discharge (Elektrostatische Entladungen)
g-PET	glykol-Polyethylenterephthalat
IPPC	International Plant Protection Convention
ISPM	Internationale Standard für Pflanzenschutzmaßnahmen
KLT	Kleinladungsträger
LCA	Life cycle assement (Lebenszyklusanalyse)
PA	Polyamid
PCR	Post-Consumer Rezyklat
PE	Polyethylen
PE-EL	Polyethylen elektrisch leitfähig
PE-HD	High Density Polyethylen
PE-LD	Low Density Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PPK	Papier, Pappe, Kartonage
PPWR	Packaging and packaging waste regulation (EU-Verpackungsverordnung)
PS	Polystyrol
PUR	Polyurethan
PVC	Poly-Vinyl-Chlorid
rPET	recyceltes Polyethylenterephthalat
TPU	thermoplastisches Polyurethan
VCI	volatile corrosion inhibitor (flüchtige Korrosionsverhinderer)

# 1 Einführung

## 1.1 Hintergrund und Ziel

Die Automobilindustrie steht vor der dringenden Aufgabe, Nachhaltigkeit und Umweltschutz zu verbessern.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) unterstützt mit dieser Empfehlung die nachhaltige Verpackungsgestaltung. Diese Empfehlung dient als Leitfaden für umweltschonende Verpackungslösungen und bereitet die Branche auf zukünftige gesetzliche Anforderungen vor. Um gegenseitiges Verständnis für die Chancen und Probleme der Kreislaufwirtschaft zu schaffen, müssen Verpackungslösungen entlang der gesamten Lieferkette beleuchtet werden, von Verpackungsherstellern über die Zulieferer und Hersteller bis hin zu Verwertern. Ziel ist es, Materialien effizienter zu nutzen, Abfälle zu reduzieren und Recycling zu fördern, um so die ökologische Belastung durch Verpackungen zu minimieren. Letztendlich soll die Kreislaufwirtschaft weiter etabliert und gefördert werden.

In der folgenden Empfehlung wird der Zielzustand von nachhaltigen Verpackungskonzepten beschrieben. Der Zielzustand soll bis spätestens 2030 erreicht werden (Anlehnung an die EU-Verpackungsverordnung). Dazu sollen bereits zum aktuellen Zeitpunkt mögliche Umstellungen sofort vorgenommen werden. Werkzeugfallende und durch den Prozess vorgegebene Verpackungslösungen, sollten im Rahmen von Neuprojekten, Nach- und Neubeschaffungen umgestellt werden.

## 1.2 Geltungsbereich der Empfehlung

Die Empfehlungen von Verpackungsmaterialien und -konzepten dient insbesondere der Verbesserung der Sortier- und Recyclingfähigkeit von Transportverpackungen im Automobilbereich. Dabei werden sowohl Einweg- als auch Mehrwegverpackungen berücksichtigt als auch Ansätze für ESD- und Korrosionsschutzverpackungen.

Die Empfehlungen soll dazu dienen, den zunehmenden regulatorischen Anforderungen an Verpackungen gerecht zu werden und die Kreislaufwirtschaft voranzubringen.

Nicht berücksichtigt in dieser Empfehlung sind:

- Eine Optimierung der Verpackung abhängig vom geplanten Transportweg
- Eine Optimierung von Verpackungen für Gefahrgüter
- Kappen/Stopfen sind typischerweise in Verantwortung der Produktentwicklung und werden in der Empfehlung nicht berücksichtigt. Eine zukünftige Betrachtung ist erforderlich, um regulatorische Anforderungen zu erfüllen.

Die Empfehlung kann auch für Verpackungen, die über den beschriebenen Geltungsbereich hinausgehen genutzt werden (beispielsweise Konsumenten Logistikverpackungen im Automotive Aftermarket). Diese Anwendungsfälle sind allerdings nicht detailliert beschrieben.



## 1.3 Zielgruppe

Um nachhaltige Verpackungslösungen sicherzustellen, sind alle Parteien entlang der Lieferkette bei der Verpackungsauslegung, -herstellung, -nutzung und -verwertung zu berücksichtigen.



## 2 Ökologische Gestaltung von Verpackungen

Die ökologische Gestaltung von Verpackungen hat einen erheblichen Einfluss auf die Umwelt, von der Herstellung bis zur Entsorgung. Daher ist es entscheidend, nachhaltige kreislauffähige Lösungen zu entwickeln, die den ökologischen Fußabdruck minimieren und gleichzeitig funktional und attraktiv bleiben. Insbesondere folgende Aspekte sind hierbei zu beachten:

Reduktion von Transportemissionen



Wieder- und Weiterverwendung (Reuse)



Information und Kennzeichnung



Reduktion von Verpackungsmaterial



Sicherstellen von Recycling und Recyclingfähigkeit



## 3 Transportemissionen reduzieren

Die Verpackungen in der automobilen Wertschöpfungskette haben direkte Auswirkungen auf Transporte und deren Emissionen. Deshalb sollte bei der Verpackungsauslegung und -nutzung Transportmittel, Distanzen und Anforderungen und Infrastruktur im Zielland berücksichtigt werden.

### 1. Füllgrad optimieren

- Vermeidung von Leerraum und übermäßigem Füllmaterial
- Optimierung vom Verhältnis Bauteil zu Verpackungsmaterial

### 2. Transportvolumen optimieren

- Verpackungen sind stapelbar
- Optimierung der Maße zur maximalen Volumennutzung des Transportmittels
- Verwendung von volumenreduzierten Behältern (klappbar, nestbar, etc.) zur Reduzierung der Leerguttransporte

### 3. Leichtbau

- Berücksichtigung von gewichtsreduzierten Alternativen
- Verwendung von leichtem und nur notwendigem Material (ohne Einfluss auf die Funktionalität der Verpackung)

## 4 Wieder- und Weiterverwendung (Reuse)

Die Nutzung von wieder- und weiterverwendbaren Verpackungen kann unter gewissen Bedingungen ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein. Folgende Aspekte sind hierbei zu beachten:

### 1. Mehrweg

- Nutzung von Mehrwegkonzepten wo immer ökologisch sinnvoll (Zur ökologischen Bewertung von Gegenläufigkeiten soll die VDA-Empfehlung 4500 - Klimabilanzierung von Transportverpackung genutzt werden)
- Berücksichtigung der Ecodesign-Prinzipien bei der Ladungsträgerentwicklung

### 2. Umpacken vermeiden

- Vermeidung von überflüssigen Umpackprozessen, um Abfall zu sparen
- Prüfung von Umpackprozessen zwischen zwei Einwegkonzepten, ob auf eine Direktverpackung umgestellt werden kann

### 3. Weiternutzung von „obsoletem“ Material

- Obsolete Behälter oder deren Komponenten können durch Umrüstung und Reparatur für Folgeprojekte weitergenutzt werden
- Einwegmaterial kann (unter Einhaltung von Qualitätsstandards) wiederverwendet werden

### 4.1 Ecodesign Prinzipien







 <b>1. Langlebigkeit</b>	 <b>2. Reparierbarkeit</b>	 <b>3. Ressourceneffizienz</b>
Reduzierung der Umweltwirkung pro Nutzungseinheit durch Verlängerung der Nutzungsdauer	Verlängerung der Nutzungsdauer trotz eines Defekts am Ladungsträger durch Reparatur	Reduzierung des Ressourceneinsatzes bei unverändertem Nutzen/ Steigerung des Nutzens bei unverändertem Ressourceneinsatz
 <b>4. Problemstoffarmut</b>	 <b>5. Nachwachsende Rohstoffe</b>	 <b>6. Kreislauffähigkeit</b>
Minimierung oder Vermeidung von Problemstoffen in der Ladungsträgerentwicklung	Reduzierung der Umweltbelastungen durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen in der Ladungsträgerentwicklung	Rückführung von Rohstoffen aus Ladungsträgern in deren jeweiligen Rohstoffkreislauf

Abbildung 1: Ecodesign Prinzipien

## 4.2 EcoDesign bei Ladungsträgern

Die folgenden EcoDesign Kriterien basieren auf der EU-Verordnung (2024/1781) EcoDesign for Sustainable Products Regulation (ESPR).

1. Der Ladungsträger besteht aus recyclingfähigen Materialien (siehe Kapitel 5.1).
2. Der Ladungsträger besteht aus einem Monomaterial, bzw. die einzelnen Komponenten aus demselben Material. Das beinhaltet die am Behälter befestigten Komponenten (siehe Kapitel 5.3.2).  
Wenn Komponenten aus unterschiedlichen Materialien nötig sind, sind diese manuell trennbar.
3. Die Materialart, inkl. ESD-Fähigkeit, ist klar auf dem Ladungsträger gekennzeichnet und systemisch erfasst. Wenn Komponenten des Behälters aus unterschiedlichen Materialarten bestehen, sind diese klar auf der Komponente gekennzeichnet, die Komponenten visuell leicht zu unterscheiden (Bsp. farbliche Kennzeichnung) und alle Materialarten zur Bereitstellung beim Entsorger systemisch erfasst (siehe Kapitel 8).
4. Der Instandhaltungsprozess sollte in Abhängigkeit der Anforderungen vom Behälter eingeplant sein (Bsp. Planung der Inspektions-/ Wartungsintervalle, Kontrolle der Nutzungsdauer/ -intensität)
5. Der Reparaturprozess für den Behälter sollte vorab eingeplant sein (Inkl. Anleitungen, Ersatzteile, Personal, Werkzeug).
6. Wo möglich werden modulare Ladungsträger mit standardisierten Komponenten, standardisierten form-/kraftschlüssigen Verbindungen, etc. eingesetzt.
7. Behälter sollten weitestgehend standardisiert sein, um bauteilübergreifende Verwendung zu fördern. Vermeidung von bauteilspezifischen Aufnahmen kann bspw. durch Gefache/ Taschen oder Minimierung der Kontaktpunkte des Bauteils im Ladungsträger erreicht werden.

## 5 Sicherstellen von Recyclingfähigkeit und Recycling

<b>Recyclingfähiges Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung des End-of-Life in der Verpackungsentwicklung</li> <li>• Nutzung vom recyclingfähigem Material</li> <li>• Einsatz von Monomaterial</li> </ul>
<b>Rezyklat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Rezyklat in Ein- und Mehrweg</li> <li>• Schließen von Kreisläufen (bspw. Rückführung von obsoleten Behältern)</li> </ul>
<b>Trennbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausschluss von Materialverbunden</li> <li>• Einfache Trennbarkeit, falls die Nutzung unterschiedlicher Materialien notwendig ist</li> </ul>
<b>Standardisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Sortierung und des sortenreinen Recyclings durch die Reduktion von Materialvielfalt und farbliche Codierung</li> </ul>

*Tabelle 1: Recyclingfähigkeit und Recycling*

### Materialübersicht:

#### Kunststoffe

- Häufige Nutzung bei Ein- und Mehrwegverpackungen
- Ermöglichen einen guten Schutz vor Umwelteinflüssen
- Umweltauswirkungen können durch Verpackungsauslegung minimiert werden
- Üblicherweise geeignet für mechanisches Recycling

#### Pappe, Papier, Kartonage

- Häufige Nutzung insbesondere bei Einwegverpackungen
- Einfache Verarbeitung und Anpassung
- Geringe Feuchtebeständigkeit
- Geringe Umweltauswirkungen, Recycling etabliert weltweit

#### Holz

- Nutzung insb. bei hohen Lasten, z.B. bei Paletten und Kisten
- Unterschiedliche Qualitäten verfügbar
- Zollanforderungen zu beachten (z.B. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), EU-Entwaldungsverordnung (EUDR))
- Reparatur möglich
- Nur Downcycling möglich

#### Stahl

- Nutzung bei sehr hohen Lasten und langer Nutzungsdauer (nur bei Mehrweg)
- Hohes Eigengewicht der Verpackung
- Zollanforderungen sind zu beachten (z.B. Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)
- Reparatur möglich
- Weltweit etabliertes Recycling

## 5.1 Recyclingfähiges Material

### 5.1.1 Empfohlene Kunststoffe

Für Kunststoffe lässt sich über die richtige Materialauswahl sowie sinnvolle Konzepte zur Trennung, die Recyclingfähigkeit sicherstellen.

Als Monomaterial und bei ausreichender Kennzeichnung sind folgende Wertstoffe grundsätzlich recyclingfähig:



Zu beachten:

- PE und PP Recycling ist in Europa etabliert
- a-PET und rPET sind zu bevorzugen
- PS kann eingesetzt werden, wenn der Kreislauf und das Recycling sichergestellt ist
- Bei den anderen Kunststoffen (07) kann ABS verwendet werden, wenn der Kreislauf und das Recycling sichergestellt ist

#### Mehrweg

Um Mehrwegverpackungen hochwertig zu recyceln müssen die Werkstoffe ordentlich gekennzeichnet und Komponenten trennbar sein.

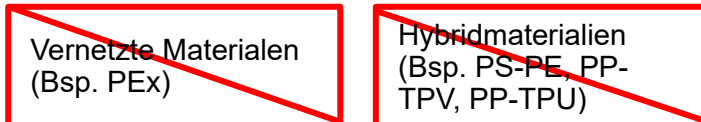
#### Einweg

Vor allem im Einwegbereich soll die Sortierung der Materialien vereinfacht werden. Dazu werden in den anwendungsspezifischen Anforderungen Materialarten fallbezogen weiter eingegrenzt und farbliche Kennzeichnung definiert.

## 5.1.2 Nicht empfohlene Kunststoffe

Basierend auf den Informationen der verschiedenen Stakeholder entlang der Verpackungswertschöpfungskette sind die unten aufgeführten Materialien, Gefahrstoffe und Materialverbunde nicht oder nur schlecht recyclingfähig und sollen deswegen nicht eingesetzt werden.

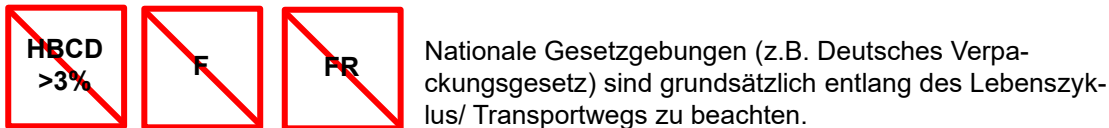
Verbundmaterialien sind nicht oder nur schlecht recyclingfähig.



Folgende Kunststoff sind kaum recyclingfähig oder verunreinigen das Rezyklat und sollten u.a. mit Hinblick auf kommende Gesetzgebungen vermieden werden (z.B. EU-Verpackungsverordnung).



Zum Schutz von Mensch und Umwelt sowie zur Verbesserung des Recyclings sollten Gefahrstoffe und Additive wie die folgenden vermieden werden.



- Einhaltung und Zertifizierung der gesetzlichen Grenzwerte u.a. für HBCD (insb. EPS) und Fluorgase (EPP, EPS, etc.)
- Ausschluss von Flammschutzadditiven (Bsp. EPP)



### 5.1.3 Einordnung von Biokunststoffen

Bei den Biokunststoffen wird gemäß dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) nach Herstellung und Entsorgung unterschieden.

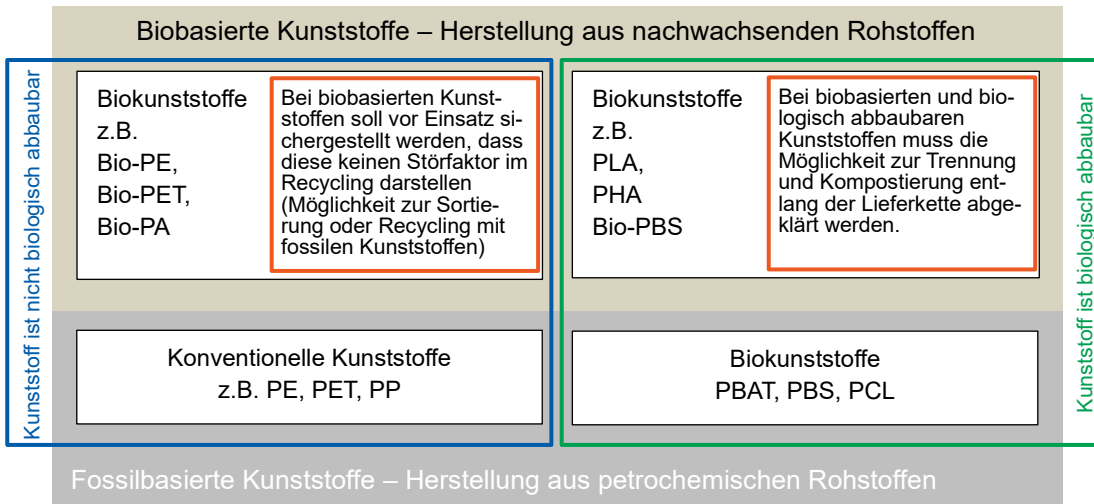


Abbildung 2: Biobasierte Kunststoffe

Drop-in Materialien (Bio-PE, Bio-PP, Bio-PET) können entsprechend der konventionellen Materialien verwendet und recycelt werden. Andere Biokunststoffe sollten nur nach sorgfältiger Abwägung der Vorteile und Prüfung der Entsorgungswege eingesetzt werden.

## 5.2 Rezyklat

Bei Kunststoffverpackungen soll der Rezyklatanteil kontinuierlich gesteigert werden.

- Die Nutzung von Rezyklat aus gewerblichem PCR Material wird empfohlen
- Nachvollziehbare Kreisläufe erleichtern die Beurteilung der Qualität von PCR Material und ermöglichen höhere Rezyklatanteile
- Bei sensiblen Produkten sollte der Einsatz und die Menge des Rezyklatanteils geprüft werden
- Folgende Rezyklatanteile werden für übliche Verpackungslösungen aus Kunststoff empfohlen (Stand 2024):

	Rezyklatanteil
<b>Folien</b>	30% in üblichen Folienstärken
<b>Schäume</b>	30% in Schäumen
<b>Hartkunststoff (z.B. Behälter)</b>	50% bei Standardanwendungen
<b>ESD &amp; VCI Verpackungen</b>	Einsatz von Rezyklatanteil in ESD & VCI-Verpackungen nach Prüfung des Anwendungsfalls

Tabelle 2: Rezyklatanteil von Kunststoffverpackungen

Ein höherer Anteil an Rezyklat kann abhängig vom Anwendungsfall ermöglicht werden. Hierbei sollte das Ziel sein, den Rezyklatanteil kontinuierlich zu steigern und bis 2030 einen Anteil von 35% Rezyklat in allen gängigen Anwendungen zu erreichen.

## 5.3 Standardisierung

### 5.3.1 Tray und Blister

Basierend auf den Informationen der verschiedenen Stakeholder entlang der Verpackungswertschöpfungskette erleichtern folgende Empfehlungen die Sortierung und das Recycling.

Um Trays und Blister im Einwegbereich effektiv sortieren zu können, wird die Standardisierung von Materialien und farblicher Kennzeichnung empfohlen



PET soll **transparent** gehalten werden, wobei a-PET zu bevorzugen ist. (Ohne Farbzugabe)  
Verfärbungen aufgrund des Rezyklats sind in Ordnung.



ABS und PS (inkl. PS-EL) soll in **schwarz** gehalten werden.

Folgende Kunststoffe sollen im Einwegbereich nicht mehr angewandt werden.



Hybridmaterialien  
(Bsp. PS-PE)

Alternativ können Kunststoffe durch Fasergussblister substituiert werden.



### 5.3.2 Auf Behältern befestigte Komponenten

Bei auf Behältern befestigte Komponenten sollten sowohl Träger- als auch Aufnahmematerial aus demselben Material bestehen wie der Untergrund. So müssen sie vor dem Recycling nicht entfernt werden.



Auf EPP und PP Behältern kann PP-Material befestigt werden.



Auf PE-Behältern kann PE-Material befestigt werden.



Für Kartonagen eignen sich zellulosebasierte Alternativen.

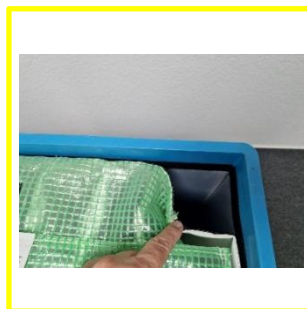
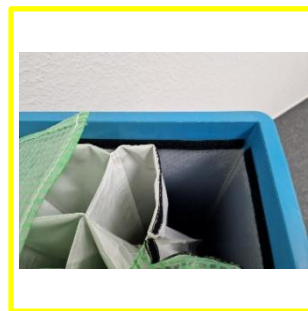
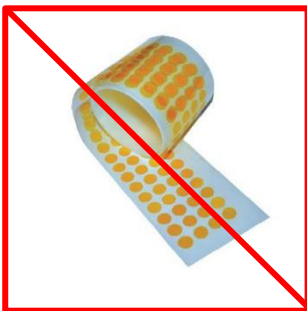


Polyamidklebepunkte sollen nicht eingesetzt werden.

Klebepunkte sollen über die Verwendung vom VDA 4504 in der vorgegebenen Materialstärke grundsätzlich vermieden werden.



Sowohl Komponenten aus PVC als auch Klebstoffe auf PVC-Basis sollen nicht eingesetzt werden.



### 5.3.3 Umreifungsbänder

Die Eingrenzung der Materialien und farbliche Codierung von Umreifungsbändern ermöglicht sortenreine Trennung.

Bei Umreifungen aus Kunststoff sollen PP oder PET verwandt werden. Um die sortenreine Sammlung zu ermöglichen, gilt folgende farbliche Codierung.



Umreifungsbänder aus PET können in Grün verwendet werden, wobei r-PET zu bevorzugen ist.



Umreifungsbänder aus PP können in Schwarz verwendet werden.



Zur Befestigung der Umreifungsbänder sollen keine zusätzlichen Materialien (wie z.B. Metallclipse) verwendet werden.

### 5.3.4 Folien zum Teileschutz

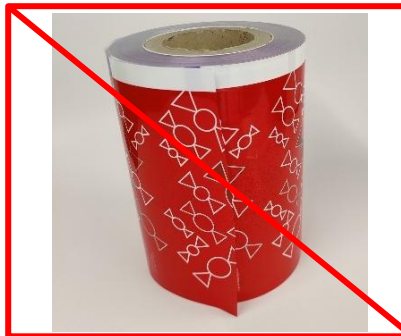
Um die sortenreine Sammlung von Folien zu ermöglichen, wird die Einschränkung der Materialvielfalt im Teileschutz auf die im Bereich Automotive gängigen PE-Folien empfohlen.



Folien sollen aus Polyethylen, transparent, farblos und frei von Aufdrucken sein.

Ausgenommen sind

- Verfärbungen aus dem Recyclingprozess
- Aufdrucke zur Erfüllung von gesetzlichen Vorgaben
- ESD und VCI Schutz



### 5.3.5 Folien mit besonderer Schutzfunktion

Basierend auf den Informationen der verschiedenen Stakeholder entlang der Verpackungswertschöpfungskette sollten bei Verwendung von Folien mit besonderen Schutzfunktionen (ESD, VCI, Langzeitlagerung) die Sortier- und Recyclingfähigkeit berücksichtigt werden. Folgend ein Überblick zu den Optionen.

#### ESD-Schutz

##### Dissipative Folien

- Sollen aus PE sein
- Farbe: Rosa
- Oberflächenwiderstand bis  $10^{10}\Omega$

##### Shield Folien

- Schlechtere Recyclingfähigkeit
- Einsatz nur wenn Oberflächenwiderstand  $10^4\Omega$  nötig ist

#### VCI-Schutz

##### Monofolien

- sollen aus PE sein
- Rezyklatanteil heute noch kein Standard (2024)
- Rezyklatanteil kann zu Wechselwirkungen und Reduzierung der Schutzfunktion führen

##### Co-Extrudierte Folien

- Mehrschichtverbunde, alles PE
- Recyclinganteil in Schichten ohne VCI möglich

#### Langzeitlagerung

##### Aluminiumbasierte Folien

- Schlechtere Recyclingfähigkeit
- Zusammensetzung auf Basis der HPE-Vorgaben:
  - 100µm Stärke, Flächengewicht von 125 g/m<sup>2</sup>
    - 75 µm Polyethylen- Folien
    - 12 µm Aluminium
    - 12 µm PET-Folie (Polyethylenterephthalat)
  - Beigabe von Trockenmittel
  - Schutzfunktion mehrere Jahre

##### Shield Intercept

- Korrosion + ESD Schutz
- Recycling möglich
- PE-Folie mit Kupferzugabe
- Schutzfunktion mehrere Jahre
- Rezyklatanteil in Erprobung
- Oberflächenwiderstand  $10^6$ - $10^8\Omega$

### 5.3.6 Geschäumte Kunststoffe

Geschäumte Kunststoffe sollen vor allem im Einwegbereich weitestgehend vermieden werden. Im Mehrwegbereich soll der Einsatz in Abhängigkeit von Füllgrad vs. Monomaterial entschieden werden.

Folgende Materialien sollten grundsätzlich nicht eingesetzt werden.

Vernetzte Materialien  
Bso. PEX)



Hybridmaterialien  
(Bsp. PS-PE, PS-PP)

#### Mehrwegbereich



Für EPP-Behälter sollen Rückführungskonzepte zur Förderung von Kreisläufen eingesetzt werden.  
Bei Anbauteilen (Bsp. Kammleisten) kann EPE verwandt werden. Dieses sollte unvernetzt und ohne Verklebung am Umbehälter sein.

#### Einwegbereich



Für EPP-Behälter sollen Rückführungskonzepte zur Förderung von Kreisläufen eingesetzt werden.  
Bei Anbauteilen (Bsp. Kammleisten) kann EPE verwandt werden. Dieses sollte unvernetzt und ohne Verklebung am Umbehälter sein.

Farbzugabe/ Einfärbung bei EPS und EPE soll auch im Übergangszeitraum ausgeschlossen werden.

Für ESD-fähige Behälter ist das Material zu kennzeichnen (vorzugsweise auf dem Etikett).

### 5.3.7 Paletten

Einwegpaletten sollten vermieden werden. Wenn der Einsatz von Mehrwegpaletten ökologisch nicht sinnvoll ist und daher Einwegpaletten verwendet werden, ist die richtige Materialauswahl und Trennbarkeit sicherzustellen.

#### Holzpaletten

- Für Holzpaletten sollte Nadel- oder Laubholz der Güteklasse II / III / S7 nach DIN 4074-1 genutzt werden
- Die Oberflächen sollten sägerau und scharfkantig sein
- Die Holzfeuchte sollte 12 - 22 % betragen
- Das Holz sollte frei von Baumrinde, Schädlingen und Insekten sein und darf keine Insektenschäden (z.B. Bohrlöcher) haben
- Palettenklötze sollte aus Vollholz sein, alternativ können Pressspanklötze genutzt werden (Rohdichte min. 580 kg/m<sup>3</sup> und Verleimung nach DIN 15147 mit einer zulässigen Feuchte von max. 18 % gemäß DIN 68800-2)

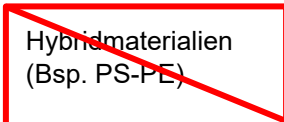
Im Holzrecycling sollten Paletten der Klasse A I, gemäß Altholzverordnung (AltholzV) aus dem Jahr 2002, zugeführt werden und den Anforderungen für diese Klasse entsprechen.

#### Kunststoffpaletten

Kunststoffpaletten sollten aus PE-HD oder PP hergestellt sein.



Die Materialkennzeichnung ist durchgängig sicherzustellen (Recyclingcode).



Im Mehrwegbereich sollten Anbau-komponenten aus Materialien mit ähnlichen Verarbeitungseigenschaften genutzt werden

Metallverstärkungen sollen trennbar und demontierbar verarbeitet sein. Diese sollten von außen sichtbar oder die Palette entsprechend gekennzeichnet sein.

Rutschhemmende Elemente aus anderen Materialien sollten so gestaltet sein, dass eine Trennung vor dem Recycling möglich ist.



## 6 Verbundtechniken

Um Ladungsträger trennbar zu gestalten, muss auf die richtige Verbundtechnik geachtet werden. Komponenten aus verschiedenen Materialarten sollen manuell lösbar sein.

### Formschluss

Formschlüssige Verbindungen verhindern das Lösen bei Betriebskräften, da die beteiligten Bauteile ineinandergreifen. Dies kann durch die Form der Komponenten oder zusätzliche Verbindungselemente geschehen.

Beispiele:

- Nieten
- Verzahnungen
- Klettverschluss
- Stifte

### Kraftschluss

Kraftschlüssige Verbindungen verhindern die Bewegung von Bindungspartnern durch Haftreibung. Bauteile pressen aufeinander und erzeugen Haftreibung, die der Bewegung entgegenwirkt.

Beispiele:

- Klemmen und Pressen
- Schraubverbindungen

### Stoffschluss

Stoffschlüssige Verbindungen verbinden Bauteile durch atomare oder molekulare Bindungen und sind nur durch Zerstörung der Verbindung lösbar. Diese können durch eigene oder fremde Zusatzwerkstoffe entstehen.

Beispiele:

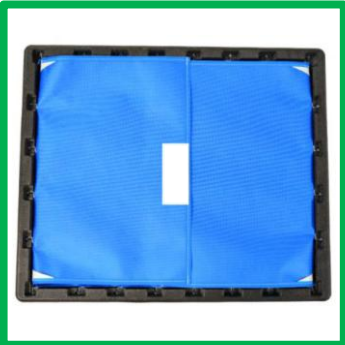
- Kleben
- Schweißen
- Umschäumen

## 6.1 Verbundtechniken - Formschluss

Basierend auf den Informationen der verschiedenen Stakeholder entlang der Verpackungswertschöpfungskette werden folgende Verbundtechniken empfohlen, um die Sortier- und Recyclingfähigkeit zu verbessern.

### Verzahnung

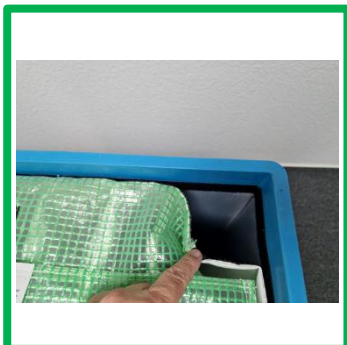
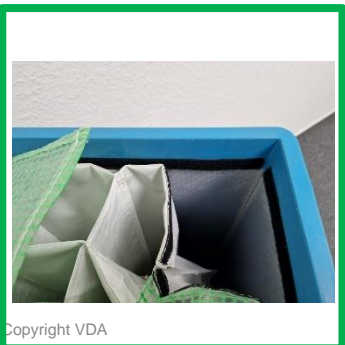
Durch Verzahnung kann die Verwendung unterschiedlicher Materialien vermieden werden.



### Klettverschluss

Klettverschlüsse können z.B. verwendet werden, um Textileinsätze in Behältern zu befestigen.

Achtung: Klettverschluss am Behälter ist ein zusätzlicher Verbund, der ebenfalls geprüft werden muss



## Nieten

Vernieten ist einer Klebeverbindung vorzuziehen, grundsätzlich aber auch mit erhöhtem Aufwand in der Trennung verbunden. Hierbei sollte die Anzahl der Nietverbindungen auf das technisch Notwendigste reduziert werden.



## Stifte

Stifte können z.B. bei beweglichen Verbindungen eingesetzt werden.



## 6.2 Verbundtechniken – Kraftschluss

### Pressen/ Klemmen

Pressen/ Klemmen kann z.B. eingesetzt werden, um Einsätze in Behältern zu fixieren. Durch eine Rasterung kann eine definierte Positionierung erreicht werden.



Rasterung



Klemmnase

### Schrauben

Schraubverbindungen können wo erforderlich verwendet werden und sind zu bevorzugen gegenüber Nieten.

## 6.3 Verbundtechniken – Stoffschluss

Um Ladungsträger trennbar zu gestalten, muss auf die richtige Verbundtechnik geachtet werden. Stoffschluss unterschiedlicher Materialarten soll vermieden werden. 2 Komponenten aus demselben Kunststoff sind nicht Teil der Betrachtung.

### Kleben



Beispiel: Verklebung von Klettverschluss auf Behälter (zusätzlich zur Nietverbindung)

### Umschäumen/Umspritzen



Beispiel: Umschäumen/Umspritzen von Gewinden in Behältern.

### Schweißen

Im Kontext der Behälter ist es nicht üblich zwei verschiedene Materialien miteinander zu verschweißen.

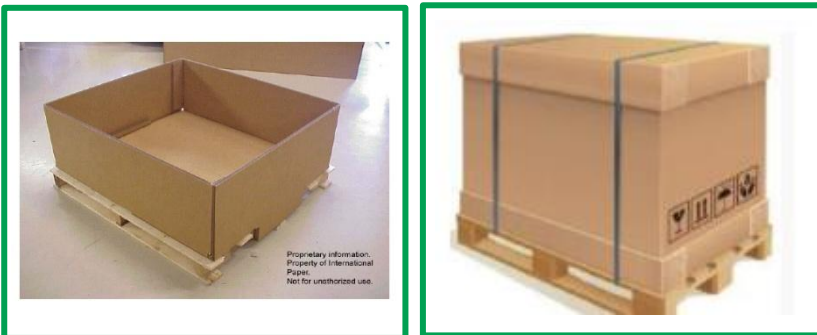
## 6.4 Befestigung von Kartonagen auf Paletten

Die Befestigung von Kartonagen auf Paletten spielt eine entscheidende Rolle für die Trennbarkeit.

Unter Berücksichtigung der technischen/prozessualen Anforderungen (z.B. Traglast) sind Kartonagepaletten oder Gesamtkonzepte aus Kartonage (Reduktion von Materialdiversität) zu bevorzugen.



Um Trennbarkeit sicher zu stellen, können Kartonagen durch Steckkonzepte oder lose Umänderung an Holzpaletten befestigt werden



Klebeverbindungen sollten vermieden werden. Befestigung über Tacker, Klipse, Nägel und Schrauben sollten manuell lösbar sein.



## 7 Reduktion von Verpackungsmaterial

### 7.1 Reduktion auf das nötige Verpackungsmaterial

#### Vermeidung von überflüssigem Verpackungsmaterial

Überflüssiges Material sollte in jedem Bereich vermieden werden. Bei weniger Material im Behälter kann gleichzeitig der Füllgrad erhöht werden.



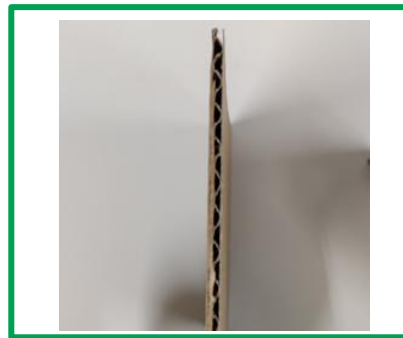
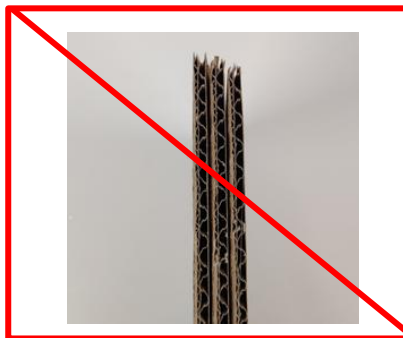
#### Reduktion von übermäßigem Material

- Folienbeutel auf die Bauteilgröße abstimmen
- Bauteilschutz nur am schutzbedürftigen Bauteilende einsetzen



#### Reduktion der Materialstärke

Es sollte geprüft werden, ob die Materialstärke dem nötigen Bauteilschutz und evtl. technischen Anforderung im Handling/ Transport angepasst ist.



### Ladungssicherung dem Transportschutz anpassen

Die Verwendung von Bändern und Stretchfolien sollte weitestgehend vermieden werden. Durch geeignetes Verpackungsdesign können zusätzliche Bänder vermieden werden.



### Reduktion von übermäßigen Folien durch smarte Konzepte

- Auch bei empfindlichen Bauteilen gibt es diverse Möglichkeiten den Materialaufwand zu reduzieren.
- Verpacken jedes 2. Bauteils, „Sinus“ oder „Zickzack“ – Konzept
- Die Optimierung des Füllgrads spart oftmals nicht nur Verpackungsmaterial ein, sondern reduziert die Kosten für den Transport, das Behälterhandling und die Behältermiete pro Bauteil.





## 7.2 Reduktion des Einsatzes von fossilem Primärmaterial

Die Verwendung von fossilem Primärmaterial sollte minimiert werden. Kunststoffe können durch papierbasierte Alternativen ersetzt werden. Wenn der Einsatz von Kunststoffen nötig ist, kann durch die Erhöhung des Rezyklatanteils der Einsatz von Primärmaterial reduziert werden.

### 7.2.1 Papierbasierte Einwegmaterialien

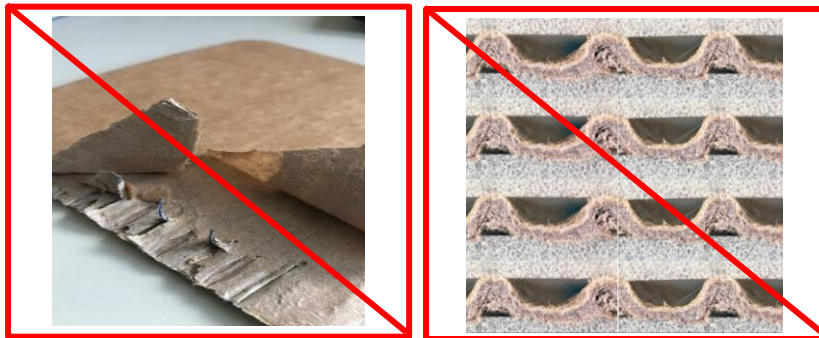
Im Einwegbereich sollen Kunststoffe durch papierbasierte Alternativen ersetzt werden.

Papierbasierte Verpackungen werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, haben oft hohe Rezyklatanteile und sind meist recyclingfähig. Sie sollten bevorzugt eingesetzt werden.



Wenn die Verwendung von papierbasierten Produkten zu Gegenläufigkeiten (Steigerung Transportgewicht, Füllgradverlusten, etc.) führt, kann über einen LCA auf Basis der VDA-Empfehlung 4550 - Klimabilanzierung von Transportverpackung das ökologische Gesamtoptimum bewertet werden (Siehe VDA 4550).

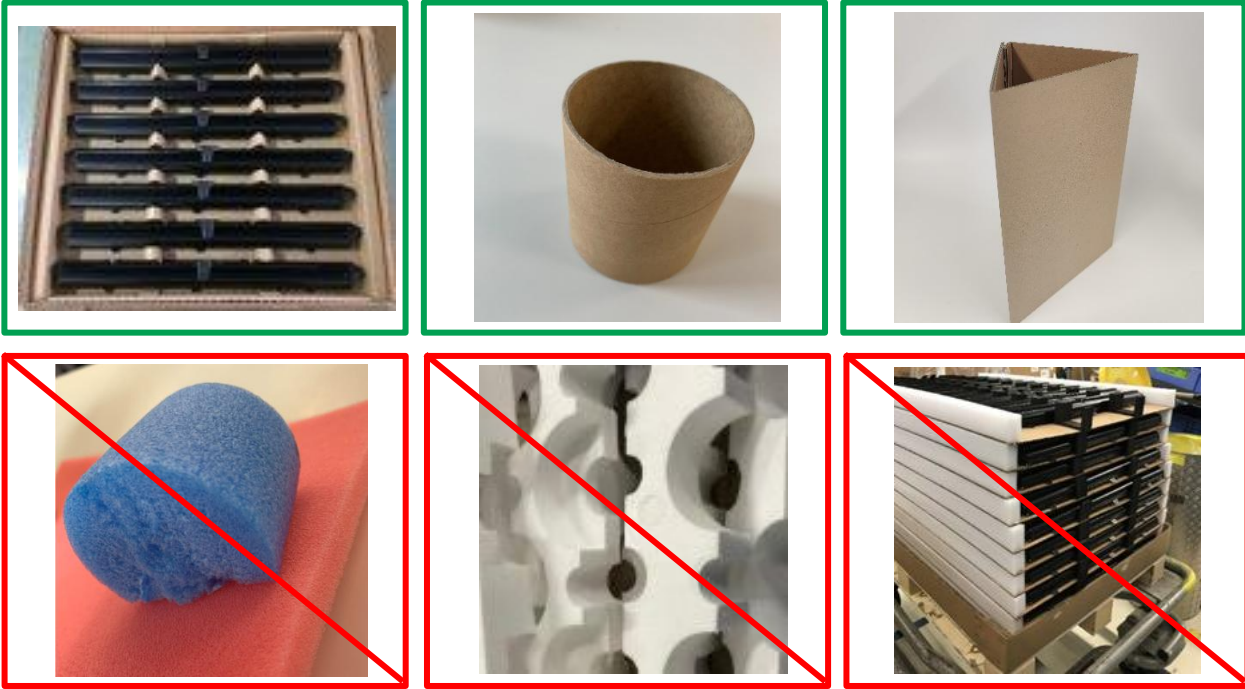
Auch bei papierbasierten Produkten sollte darauf geachtet werden keine Materialverbunde einzugehen.



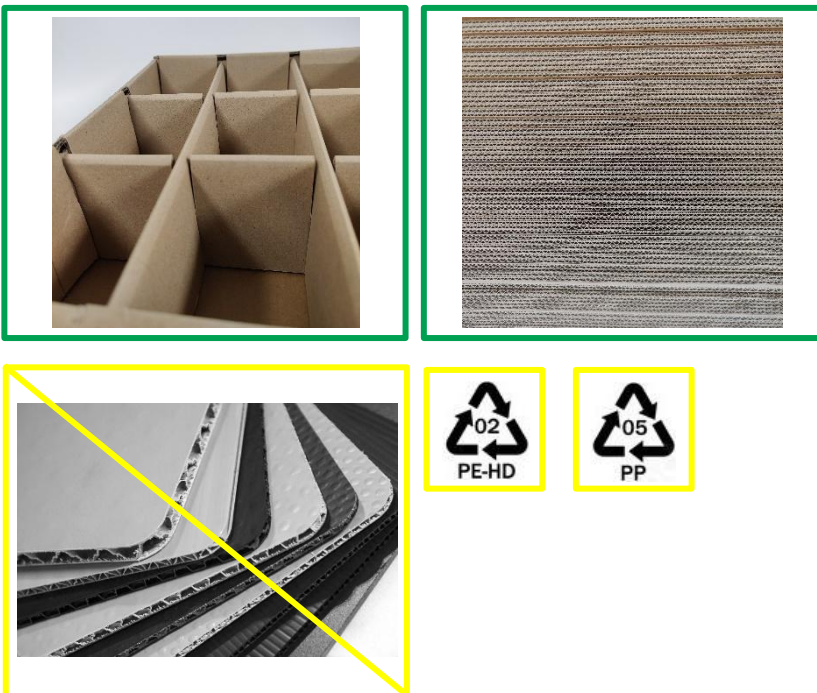
Mit Draht verstärkte Kartonage

Folierte Kartonage

Die Verwendung von Abstandshaltern aus geschäumten Kunststoffen (z.B. EPS, EPE) ist oft nicht notwendig Sie sollten durch Abstandshalter aus Kartonage oder geformte Kartonage-Zwischenlagen ersetzt werden.



Zwischenlagen sollten bevorzugt aus Kartonage genutzt werden. Wenn Kunststoff eingesetzt wird, ist PE oder PP mit eindeutiger Kennzeichnung zu verwenden.

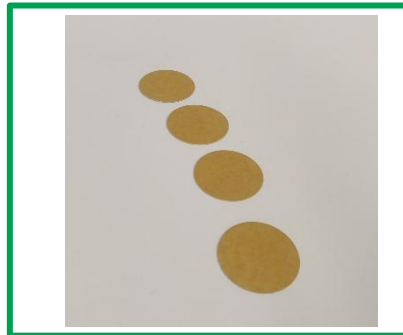


Bei Einwegkartonagen kann über die Anwendung von papierbasierten Alternativen die Trennbarkeit sichergestellt werden.

Mithilfe von Stülpdeckeln kann eine unnötige Fixierung vermieden werden.



Papierbasierte Alternativen für Klebepunkte, Klebebänder und Umreifungen reduzieren Materialvielfalt.



Verklebungen von Kunststoff auf Kartonagen müssen aufwändig getrennt werden.



## 8 Information und Kennzeichnung

### 8.1 Materialdaten

Daten und Informationen, die zur Erfüllung der nationalen rechtliche Vorgaben erforderlich sind, sollten in adäquater Form bereitgestellt werden.

Verpackungs- und Materialdaten sollten in einem, sofern vorhanden, digitalen und standardisierten Format erfasst werden und entlang der Lieferkette geteilt werden.

Falls Zertifikate zur Erfüllung von rechtlichen Anforderungen erforderlich sind oder das Entsorgen, Sortieren und Recycling von Verpackungen verbessern, sollen diese bereitgestellt werden.

#### Digital bereitgestellte Information

Verpackungsinformationen und -daten werden zunehmend digital genutzt und erleichtern den Austausch entlang der Lieferkette. Zur optimalen Bereitstellung der Daten wird die Nutzung eines standardisierten Formats empfohlen, wie in Odette [LG19](#) beschrieben.

Zur Identifikation von Verpackungen sollen wiederverwendbare Verpackungen mit einem QR-Code (oder vergleichbarer Identifikationsmöglichkeit) ausgestattet sein. Hierfür sollten die Anforderungen des Digital Product Passports (DPP) beachtet werden. Für Einwegverpackungen kann dies ebenfalls sinnvoll sein, abhängig von der Nutzung der Verpackung.

### 8.2 Materialkennzeichnung

Markierung von Verpackungen zur Vereinfachung von Sortierung und Recycling.

Je nach Region können Symbole gesetzlich vorgeschrieben.

Für die Kennzeichnung von Gütern, die einer besonderen Handhabung unterliegen, sind internationale Symbole anzubringen.

#### Physische Markierungen

Die Markierung von Materialien vereinfacht die Sortierung und das Recycling und kann sich regional unterscheiden und ggf. regulatorisch erforderlich sein.

#### Kunststoffe

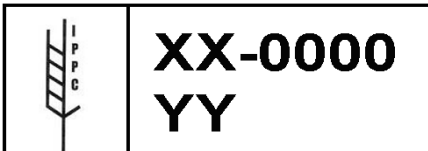
Zur Erleichterung der Sortierung soll bei Kunststoffmaterialien die Materialbezeichnung aufgebracht werden. Hierzu werden die Bezeichnung nach 97/129/EC empfohlen.



Für Materialien, die keine festgelegte Nummer haben und unter *Sonstige* fallen, soll die Abkürzung entsprechend ISO 11469 genutzt werden.

## Holz

Vollholzverpackungen erfordern im internationalen Verkehr, zur Erfüllung von Zollanforderungen (Länderabhängig), eine Hitzebehandlung, die entsprechend dem IPPC Standard ISPM15 durchgeführt und markiert werden muss. Die Behandlung und Markierung hat keinen Einfluss auf die Recyclingfähigkeit des Materials. Bei der Reparatur von Mehrwegpaletten müssen die Anforderungen zur Erneuerung von Markierungen beachtet werden.



### Länderspezifische Kennzeichnung

Die Anforderungen an die Kennzeichnung von Verpackungen können sich nach Region und Land unterscheiden. Ebenso gibt es häufig eine Differenzierung von Transportverpackungen und Verpackungen, die für Endnutzer konzipiert sind.

Auch abhängig vom verpackten Produkt, können Kennzeichnungen erforderlich sein.

Die Nutzung von entsprechenden Symbolen, Beschriftungen sollte geprüft und entsprechend den Anforderungen aufgebracht werden.

## 9 Nötige Schritte zur weiteren Umsetzung

Um den Zielzustand zu erreichen, müssen für folgende Themen technische und prozessuale Lösungen gemeinschaftlich erarbeitet werden.

Klettverschlüsse	Siehe 9.1 Hinweise zur Umsetzung Weitere Ausarbeitungen notwendig
ABS-TPU für Rutschfestigkeit	
Elemente mit federnden Eigenschaften	
RFID u.ä. digitale Tags	Auszuarbeiten
Standardisierung von Aufnahmen für Inlays in KLTs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard Tiefziehfolien</li> <li>• Lösung und Standard Gefache</li> <li>• Anbringung Klettverschluss über Vorbohrungen</li> </ul>	Auszuarbeiten
Recyclingfähigkeit von Textilien	Auszuarbeiten
Selbstklebetiketten	Auszuarbeiten
Holzpaletten (insb. Einweg)	Überarbeitung nach Novellierung der Alt-holzverordnung

*Tabelle 3: Nötige Schritte zur weiteren Umsetzung*

### 9.1 Hinweise zur Umsetzung

Für die Anwendungsfälle mit Ausnahmeregelung sollen im Übergang folgende Hinweise zur Reduktion und Trennbarkeit beachtet werden.

#### **ABS-TPU zur Rutschfestigkeit**

ABS-TPU wird für bestimmte Anwendungsfälle als Anti-Rutsch-Beschichtung eingesetzt.

Dafür sollen die folgenden Schritte umgesetzt werden.

1. Prüfung der Notwendigkeit zur Reduktion
2. Wenn zwingend erforderlich sollen die Komponenten farblich gekennzeichnet (farbiger Streifen, farblich abgesetzter Recycling-Code, o.ä.) und trennbar verbaut werden, sowie
3. der Entsorger vorab informiert werden

#### **Klettverschlüsse**

Das Aufbringen von Klettverschlüssen fällt unter eine Stoffschlussverbindung. Klettverschlüsse sollten möglichst aus dem gleichen Material sein, wie das Material, auf dem sie aufgebracht sind. Fall das nicht möglich ist, sollte die Trennbarkeit der Materialien gewährleistet sein.

## Anwendungsfälle

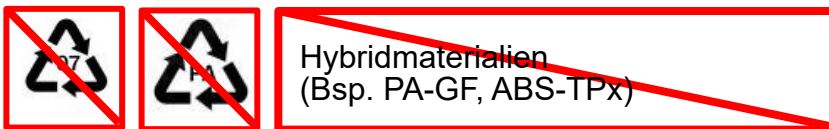
### Inlay Befestigung



### Planen, Abdeckungen



### Elemente im Mehrwegbereich mit federnden Eigenschaften



Bestimmte Elemente mit federnden Eigenschaften (Scharniere, Liftlocks, Griffe, Riegel etc.) werden aktuell noch zum Erhalt der Langlebigkeit aus problematischen Kunststoffen hergestellt.

Um den Einsatz zu reduzieren sollten

- die Anforderungen an den Behälter (Anzahl Umläufe) genau auf Notwendigkeit geprüft werden
- Reparaturkonzepte für Ersatzlösungen (Bsp. PP) geprüft werden

Wo die federnden Elemente nach Prüfung dieser Maßnahmen kurzfristig nicht durch empfohlene Kunststoffe ersetzt werden können, kann POM eingesetzt werden, wenn es

- trennbar verbaut,
- farblich abgesetzt,
- gekennzeichnet (Recyclingcode) ist.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) vereint rund 620 Hersteller und Zulieferer unter einem Dach. Die Mitglieder entwickeln und produzieren Pkw und Lkw, Software, Anhänger, Aufbauten, Busse, Teile und Zubehör sowie immer neue Mobilitätsangebote.

Wir sind die Interessenvertretung der Automobilindustrie und stehen für eine moderne, zukunftsorientierte multimodale Mobilität auf dem Weg zur Klimaneutralität. Der VDA vertritt die Interessen seiner Mitglieder gegenüber Politik, Medien und gesellschaftlichen Gruppen.

Wir arbeiten für Elektromobilität, klimaneutrale Antriebe, die Umsetzung der Klimaziele, Rohstoffsicherung, Digitalisierung und Vernetzung sowie German Engineering. Wir setzen uns dabei für einen wettbewerbsfähigen Wirtschafts- und Innovationsstandort ein. Unsere Industrie sichert Wohlstand in Deutschland: Mehr als 780.000 Menschen sind direkt in der deutschen Automobilindustrie beschäftigt.

Der VDA ist Veranstalter der größten internationalen Mobilitätsplattform IAA MOBILITY und der IAA TRANSPORTATION, der weltweit wichtigsten Plattform für die Zukunft der Nutzfahrzeugindustrie.

---

Herausgeber      Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)  
Behrenstraße 35, 10117 Berlin  
[www.vda.de](http://www.vda.de)

Deutscher Bundestag Lobbyregister-Nr.: R001243  
EU-Transparenz-Register-Nr.: 9557 4664 768-90

Copyright      Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)  
  
Nachdruck und jede sonstige Form der Vervielfältigung  
ist nur mit Angabe der Quelle gestattet.

Version      Version 1.0, Januar 2025