



Projekt „Facts Matter“

Ergebnisse in den Bereichen Kunststoffstoffstrom 2019 in Österreich

März 2022

Im Auftrag von:



cluster niederösterreich

ecoplus. Niederösterreichs
Wirtschaftsagentur GmbH

Niederösterreich-Ring 2, Haus A
3100 St. Pölten



Enabling a sustainable future

PlasticsEurope Austria

Paniglgasse 24/II/19a
1040 Wien

Mit Unterstützung von:



Autoren der Studie

Die vorliegende Studie wurde erstellt durch ¹⁾:

**Folien 4 -6, 10 – 52,
Bildverzeichnis**

Conversio Market & Strategy GmbH

Am Glockenturm
663814 Mainaschaff

Christoph Lindner

+49 (6021) 9219991
c.lindner@conversio-gmbh.com

Jan Schmitt

+49 (6021) 9219994
j.schmitt@conversio-gmbh.com

**Folien 53 – 66, 68 – 78,
Literaturverzeichnis**

**TU Wien - Institut für Wassergüte und
Ressourcenmanagement,
Forschungsbereich Abfallwirtschaft
und Ressourcenmanagement**

Karlsplatz 13/226

1040 Wien

Helmut Rechberger

+ 43 (1) 58801-22645
helmut.rechberger@tuwien.ac.at

Luise Grabuschnig

luise.grabuschnig@tuwien.ac.at

Projektleitung, Datenerhebung

denkstatt GmbH

Hietzinger Hauptstraße 28
1130 Wien

Christian Plas

+43 (1) 786 89 00
christian.plas@denkstatt.at

Stefan Neumayer

+43 (664) 256 31 42
stefan.neumayer@denkstatt.at

1) Die Inhalte nicht adressierter Folien wurden von den Projektpartnern gemeinsam erarbeitet.

Ziele und Aufgabenstellung, Summary und Schlussfolgerungen

Ausgangssituation und Ziele der Studie (1/2)

Ziele und Untersuchungsbereiche der Studie

Die Erhebung, Dokumentation und Veröffentlichung von Produktions- und Verarbeitungsdaten unter Einbeziehung der Verwertung und des Einsatzes von Rezyklaten, sind ein wesentliches Instrumentarium für die Darstellung und die Standortbestimmung der Kunststoffbranche und der korrespondierenden Kreislaufwirtschaft in **Österreich**. Dies gilt sowohl gegenüber dem öffentlichen Bereich, den Unternehmen als auch den privaten Endverbrauchern. Aufgrund der hohen Bedeutung sowohl im öffentlichen als auch im wirtschaftlichen Bereich und der hohen Nachfrage nach diesen Informationen, soll diese Studie erstmalig für das Bezugsjahr Jahr 2019 durchgeführt werden.

Wesentliche Inhalte

Die Studie liefert dabei ein umfassendes Stoffstrombild für den Werkstoff Kunststoffe in Österreich und umfasst die Bereiche

- Produktion, Verarbeitung und Verbrauch
- Abfallaufkommen und Verwertung
- Kunststoff-Rezyklate und Einsatzgebiete: Hiermit wird dir Datenrundlage für ein Circular Economy Modell geliefert. Hierzu gehörte eine detaillierte Ermittlung und mengenmäßige Bezifferung des Einsatzes von Rezyklaten nach Herkunft, Anwendung und wesentlichen Polymerarten.
- Entwicklung eines umfassenden Stoffstrombildes (Flussbild)
- Fördernde und hemmende Faktoren der Kreislaufwirtschaft

Ausgangssituation und Ziele der Studie (2/2)

Außendarstellung und Unterstützung der Kunststoffbranche

Gleichzeitig ist die Studie auch ein wichtiges Hilfsmittel für die Unternehmen der Kunststoffbranche. Sie liefert Daten zur Standortbestimmung der Branche und ihrer Akteure (Erzeuger, Verarbeiter, Recycler, K-Maschinenbauer) Darüber hinaus liefert sie wesentliche Daten für die Umweltdiskussion hinsichtlich der Circular Economy für Politik, Behörden, Wissenschaft und die Öffentlichkeit.

Diese Studie ist somit eine wichtige Standortbestimmung im umweltpolitischen Bereich und trägt dazu bei, entscheidende Entwicklungen zu erkennen und entsprechend zielgerichtet zu agieren. Dies inkludiert Aspekte der Circular Economy als auch die aktuelle und mögliche zukünftige Position der Kunststoffindustrie in der öffentlichen Wahrnehmung.

Politische Motivation, Imagebildung

Die geplante Studie soll als „Leitwerk“ der Kunststoffbranche angesehen werden, inkl. einer korrespondierenden Reputation, sowohl bei politischen und wirtschaftlichen Gremien, als auch in der einschlägigen Fachpresse.

Gleichzeitig wird durch dieses proaktive Vorgehen der Kunststoffbranche gegenüber ihrer „Umwelt“ der Forderung nach stärkerer Transparenz positiv begegnet.

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (1/3)

- Ziel des Projektes war ein komplettes Bild des Kunststoffkreislaufes von der Kunststoffproduktion über die Verarbeitung incl. der Nutzung von Rezyklaten und damit die Messung des bereits realisierten „Kreislauferfolges“, der Darstellung des Kunststoffabfallaufkommens und seiner Verwertung insgesamt und nach wesentlichen Anwendungsbereichen und Abfallströmen.

Produktion, Verarbeitung, Einsatz von Rezyklaten

- Die erstmals in Österreich angewandten Methodik der Datenerhebung unter den kunststoffproduzierenden und verarbeiteten Unternehmen liefert ein detailliertes Bild über die Kunststoffproduktion und -verarbeitung in Österreich. Darüber hinaus konnte auch der bereits realisierte Rezyklateinsatz in wesentlichen Anwendungsbereichen sowie differenziert nach Re- und Post Consumer Rezyklaten abgebildet werden.
- Mit der regelmäßigen Wiederholung der Analyse incl. einer fragebogenunterstützten Erhebung unter Produzenten und Verarbeitern wird ein Monitoring von gesetzten Maßnahmen möglich.
- Dies betrifft sowohl die Messung entsprechender Rezyklateinsatzquoten bei Erzeugern (polymerbasiert) als auch bei Verarbeitern (Applikationsbasiert)
- Dies ist insbesondere von hoher Relevanz, da die EU Kommission neben Recyclingquoten (insbesondere für Kunststoffverpackungen) zukünftig auch Rezyklateinsatzquoten verbindlich festschreiben könnte.
- Abgeleitet aus der geforderten Gesamtmenge für Europa von 10 Millionen Tonnen für 2025 würde dies auch für Österreich einem Anteil von ca. 20% entsprechen also bis zu max. 250 kt an Post-Consumer Rezyklaten in 2025. Das für 2019 gemessene Niveau beträgt gut 80 kt.

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (2/3)

Kunststoffabfälle und Verwertung

- Durch die Hinzunahme des Stoffflussmodells werden die Produktionsdaten mit den Daten der Abfallwirtschaft über den Konsum zusammengeführt. Dies ermöglicht Aussagen über den gesamten Kunststoffhaushalt von Österreich.
- Aufgrund mangelnder Angaben über Art und Menge der Kunststoffe in kunststoffhaltigen Produkten im In- und Export können die tatsächlichen Kunststoffflüsse in der Nutzung nur unvollständig erhoben werden. Diese fehlenden Angaben machen eine Ausgleichsrechnung im Stoffflussmodells unmöglich. Dadurch ist die Verifikation der erhobenen Abfallmengen nicht möglich. Auch muss das anthropogene Lager an gebrauchten Kunststoffen und somit das Potential für Recycling nach Größe und Zusammensetzung unbestimmt bleiben.
- Mit den verfügbaren Daten und Statistiken ist es nicht möglich, den Weg der produzierten Kunststoffe und kunststoffhaltigen Produkte über die Nutzung zu einzelnen Abfallfraktionen aufzuzeigen. Für alle kunststoffhaltigen Fraktionen ist eine Verbesserung der Datenlage anzustreben, die Anteil und Art der verwendeten Kunststoffe dokumentiert.
- Von der Produktion über Verarbeitung, Vertrieb, Nutzung bis zur Abfallsammlung steigert sich schrittweise der Grad der Komplexität, was mit einer Vermischung der Polymerarten einher geht. Für eine verstärkte Kreislaufführung sind Maßnahmen zur Reduktion dieser Komplexität zu entwickeln.
- Das Kunststoffaufkommen über die Abfälle aus „Haushalten“ und „sonstigen Anwendungen“ ist in Österreich höher, als in vergleichbaren Ländern. Die Ursachen dafür sind unklar und bedürfen weiterer Analysen.

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (3/3)

Polymerarten in den Nutzungskategorien

- Informationen zu Polymerarten in den Abfallströmen der unterschiedlichen Nutzungskategorien konnten nur eingeschränkt ermittelt werden. Für die Nutzungskategorien „Verpackung“, „Land- und Forstwirtschaft“ und „Medizin“ wurden, unter Annahme einer zu vernachlässigenden Lagerbildung, die Ergebnisse der online-Umfrage herangezogen.
- Für die Nutzungskategorien „Elektro/Elektronik“ und „Transport“ wurden Literaturdaten erhoben, wobei anzumerken ist, dass in den herangezogenen Studien nur teilweise die betrachteten Polymerarten der vorliegenden Studie untersucht wurden.
- Für die Nutzungskategorien „Baumaterialien“ „Möbel“, „Haushalt/Spiel/Sport/Freizeit“ und „Sonstiges“ konnte aufgrund mangelnder Daten, keine polymere Zusammensetzung der Abfallströme ermittelt werden.

Kunststoffproduktion, Verarbeitung und Einsatz von Rezyklaten (Definitionen, Methodik)

Die Untersuchung bezieht sowohl Kunststoffproduzenten, -verarbeiter als auch -verwerter in die Analysen mit ein

Definition der Untersuchungsbereiche (1/2): Kunststoffproduzenten, -verarbeiter und -verwerter

- **Kunststoffproduzenten**

Als Kunststoffproduzenten werden Rohstoffhersteller verstanden, die ihre durch Polymerisation hergestellten Kunststoffprodukte in Form von Formmassen (z. B. Pulver, Granulat, Ausgangsstoffe, z. B. PUR-Rohstoffe) an die weiterverarbeitende Industrie vertreiben. Die Harze, die als Bindemittel oder im Lack- und Farbenbereich eingesetzt werden, bleiben somit bei dieser Gruppe unberücksichtigt. Erst in der Gesamtverbrauchsbetrachtung werden diese miteinbezogen. Polymere, die erst durch ihre Verarbeitung zu Kunststoffen werden, sind in diesem Untersuchungsbereich nicht miteinbezogen. Diese werden im Untersuchungsbereich „Kunststoffverarbeiter“ analysiert.

- **Kunststoffverarbeiter**

Als Kunststoffverarbeiter werden solche Unternehmen als Kunststoffverarbeiter bezeichnet, die entweder als Haupttätigkeit oder innerhalb eines Produktionsbereiches Kunststoffe als Primärware oder Rezyklat zu Produkten verarbeiten und/oder in gewissem Umfang externe Altkunststoffe aufbereiten und in den Verarbeitungsprozess einfließen lassen.

- **Kunststoffverwerter**

Als Kunststoffverwerter werden Unternehmen verstanden, die unaufbereitete Kunststoffabfälle bzw. –reststoffe extern beziehen, aufbereiten und zu Zwischen- (Agglomerat, Mahlgut, Regranulat, Regenerat/Compound) und/oder Endprodukten verarbeiten bzw. für die Herstellung weiterer Endprodukte wie Chemierohstoffe (Monomere/Synthesegas/etc.) oder zur Erzeugung von Energie in Form von Wärme, Dampf oder Elektrizität nutzen.

Anfallstellen für Kunststoffabfälle gelten sowohl private Haushalte als auch gewerbliche Endverbraucher

Definition der Untersuchungsbereiche (2/2): Gewerbliche Endverbraucher und private Haushalte als Anfallstellen für Kunststoffabfälle

- **Gewerbliche Endverbraucher**

Gewerbliche Endverbraucher umfassen alle privatwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen aus Produktion, Handel und Dienstleistung, in denen Kunststoffabfälle anfallen.

- **Private Haushalte**

Privathaushalte ohne gewerbliche Aktivitäten.

Untersuchungsbereiche

Haupteinsatzbranchen für Kunststoffe (Anwendungen)

- Verpackung
- Bau
- Fahrzeuge , Transportwesen
- Elektro und Elektronik
- Haushaltswaren, Sport, Spiel Freizeit,
- Garten-, Land- und Forstwirtschaft
- Medizintechnik
- Sonstiges

Der Bereich "Verpackung" inkludiert alle Arten von Kunststoffverpackungen, die von privaten Haushalten oder gewerblichen/industriellen Anwendern verbraucht werden

Haupteinsatzbranchen für Kunststoffe (Anwendungen) (1/4)

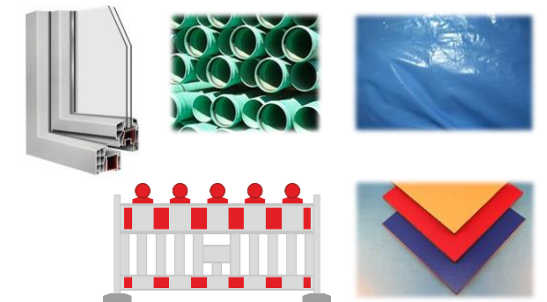
■ Verpackung

Umfasst alle Arten von Kunststoffverpackungen (ob primär, sekundär oder tertiär), die von privaten Haushalten oder gewerblichen/industriellen Anwendern verbraucht werden - unabhängig von der verpackten Anwendung (Food- und Non-Food-Anwendungen). Typische Produktsegmente sind Verpackungsfolien (inkl. Schrumpf- und Stretchfolien, Luftpolsterfolien, Versandfolien etc.), Beutel und Säcke (ohne Müllsäcke), Flaschen (inkl. Trinkflaschen und andere Flaschen für Non-Food-Anwendungen), Kappen, Dichtungen und Verschlüsse, Becher, Dosen, Schalen, Blisterverpackungen (für pharmazeutische und andere Anwendungen), Spulen, Kisten, Kunststoffbehälter (inkl. Lagerbehälter für Lebensmittel), Fässer, Kanister, Eimer (für Verpackungszwecke, z. B. Farbeimer), Transportverpackungen (z. B. Kunststoffpaletten, IBC's, Container, Transportboxen, Verpackungsbänder, technische Verpackungen).



■ Bau

Typische Produktsegmente sind Rohre (für Trinkwasser, Abwasser oder andere Anwendungen), Fensterprofile und andere Kunststoffprofile (z. B. Kabelkanäle, Profile für Türen, Stangenabstandshalter usw.), Dach-/Regenwasserrinnen, Entwässerungssysteme (Entwässerungskästen), Fassadenverkleidungen, (Roll-)Fensterläden, Bodenbeläge, Wandverkleidungen, Dach- und Wetterschutzbahnen, Platten (z. B. Wellplatten und andere Bleche), Tapeten, Toilettendeckel/-sitze, Folien für Bauanwendungen, Lagerbehälter (für Öl), Baukabel, Verkehrssicherheits-/Straßenbauprodukte (z. B. Bodenplatten, Pfeiler, Verkehrsleitkegel/Verkehrszylinder, Schranken).



Der Bereich "Fahrzeuge, Transportwesen" inkludiert sowohl Kunststoffteile für Automobile als auch für Schienenverkehr, Luftfahrt, Schifffahrt und sonstige Fahrzeuge

Haupteinsatzbranchen für Kunststoffe (Anwendungen) (2/4)

■ Fahrzeuge, Transportwesen

Umfasst Kunststoffteile und -produkte, die in Straßenfahrzeugen (inkl. PKWs, leichten Nutzfahrzeugen, LKWs, Bussen etc.), in Zweirädern (z. B. Motorräder, Fahrräder etc.), im Bahn- bzw. Schienenverkehr, in der Luftfahrt, für landwirtschaftliche Maschinen und Traktoren, Baufahrzeuge oder auch Schifffahrt verwendet werden.

Typische Produktsegmente sind Batteriegehäuse, Steckverbinder, Kabelbäume, Autokabel, Leuchten und andere "unter der Motorhaube" bzw. elektrische Anwendungen in Straßenfahrzeugen, Innenverkleidungen, Armaturenbretter, Fensterverschlüssen und -dichtungen, spezifische Autoprofile, Spiegel, Stoßstangen und andere Außenteile, geschäumte Folien, beschichtete Stoffe, Planen für Lastkraftwagen.



■ Elektro und Elektronik

Umfasst Kunststoffteile und Kunststoffprodukte, die für alle Arten von elektrischen und elektronischen Geräten verwendet werden, einschließlich die für diese Geräte verwendeten Kabel. Typische Produktsegmente sind Haushaltsgroßgeräte (teilweise auch als "Weiße Ware" bezeichnet, z. B. Waschmaschinen, Geschirrspüler, Kühlschränke usw.), Haushaltskleingeräte (Mikrowellengeräte, Kaffeemaschinen, Küchenmaschinen, Toaster, Staubsauger, elektrische Heizgeräte, Ventilatoren, Beleuchtungseinrichtungen usw.), Unterhaltungselektronik (teilweise auch als "Braune Ware" bezeichnet, z. B. Telekommunikationsgeräte, Radio- und HiFi-Anlagen, Fernsehgeräte, Gehäuse und Teile für Computer/Laptops, Tastaturen etc.), Elektrowerkzeuge, elektrisch betriebene Rasenmäher, elektrische/elektronische Geräte für medizinische Anwendungen, sonstige Teile für elektrische Geräte oder Elektrotechnik (z. B. Stecker, Schalter etc.).



Zu den “haushaltsnahen” Einsatzbereichen von Kunststoffen zählen neben den Verpackungen auch die Bereiche Haushaltswaren, Sport/ Spiel/Freizeit sowie Möbel

Haupteinsatzbranchen für Kunststoffe (Anwendungen) (3/4)

■ Haushaltswaren

Umfasst Geschirr und Küchenutensilien (z. B. Rührschüsseln, Rührlöffel, Pfannenwender usw.), Badausstattung und Toilettenartikel (z. B. Zahnbürsten, Seifenspender usw.), Haushaltsartikel (z. B. Schachteln/Kisten zur Aufbewahrung von Lebensmitteln oder anderen Gegenständen, Faltschachteln, Abfallbehälter), Kleiderbügel, Dekorationsartikel etc.



■ Sport/Spiel/Freizeit

Umfasst u. a. Sport-, Freizeit- und Campingzubehör, Bade- und Schwimmartikel, Schwimmbäder/Pools, Kunststoffspielzeug etc.



■ Möbel

Umfasst Möbelfolien, Kunststoffmöbel (z. B. Gartenmöbel, Kunststoffstühle) sowie Kunststoffteile für Möbel (z. B. Möbelbeschläge, Möbelfüße, Einteilungs- und Führungssysteme für Schubkästen etc.).



Der Bereich "Garten-, Land- und Forstwirtschaft" inkludiert neben landwirtschaftlichen Folien auch Kunststoffprodukte für den Gartenbereich sowie für technische Farm-Einrichtungen

Haupteinsatzbranchen für Kunststoffe (Anwendungen) (4/4)

■ Garten-, Land- und Forstwirtschaft

Umfasst Kunststoffteile und Kunststoffprodukte für landwirtschaftliche Anwendungen (z. B. Gemüse-/Tierproduktion), Gartenbau/Gärtnerei und Forstwirtschaft. Typische Produktsegmente sind landwirtschaftliche Folien für Pflanzenproduktion (z. B. Gewächshausfolien, Mulchfolien) und Tierproduktion (z.B. Silofolien, Stretchfolien etc.), Netze und Schnüre, Landtechnik (Iglus für Kälber, Gewächshäuser), technische Einrichtungen, Blumentöpfe und Pflanzkübel, Anbaupaletten, Gießkannen, Regentonnen und Bewässerungssysteme, Komposter, Hochbeete, Gartenhandwerkzeuge, Gartenschläuche, Gartendekorationsartikel und sonstige Gartenartikel.



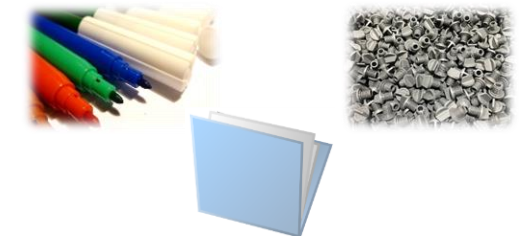
■ Medizintechnik

Kunststoffteile und -produkte für medizinische Anwendungen, z. B. Schläuche, Blutbeutel, orthopädische und sanitäre Geräte etc.



■ Sonstiges

Umfasst technische Kunststoffteile, u. a. für Anwendungen im Maschinen und Anlagenbau, (benzinbetriebene) Werkzeuge (ohne elektrische Werkzeuge) für Garten-/Forst-/Landwirtschaftsanwendungen (z. B. benzinbetriebene Rasenmäher, Kettensägen usw.), Büro- und Schulbedarf (inkl. Ordner, Schreibgeräte etc.).



Die Untersuchung bezieht sowohl Primärkunststoffe (Neuware) als auch Kunststoffrecycling in die Mengenanalysen mit ein

Einbezogene Kunststoffarten (i. R. der Mengenanalysen zur Kunststoffproduktion und –verarbeitung)

- PE-LD/LLD
- PE-HD/MD
- PP
- PS
- EPS (expandiertes Polystyrol) inkl. XPS (extrusionsgeschäumtes Polystyrol)
- PVC
- ABS, ASA, SAN
- PMMA
- PA
- PET (Folien, Flaschen, Schalen)
- Sonstige thermoplastische Kunststoffe (u.a. PC, POM, PBT, Blends)
- PUR-Rohstoffe
- Sonstige Kunststoffe (u.a. Mischkunststoff-Rezyklat, Duroplaste zur Herstellung von Kunststoffprodukten)

Einsatz zur **Verarbeitung zu Kunststoffprodukten** als ...

- Neuware („Virgin Material“)
- Rezyklat aus Produktions- und Verarbeitungsabfällen
- Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen

Nicht in die Mengenanalysen einbezogen sind ...

- ✗ Rohstoffe bzw. Verarbeitungsmengen zur Herstellung von Lacken, Klebstoffen, Harzen und Fasern, ...
- ✗ sowie Gummi- oder Kautschukprodukte.

Die Kunststoffproduzenten in Österreich (Hersteller von Primärkunststoffen) wurden ebenfalls in die Untersuchung mit einbezogen und zu hergestellten Mengen befragt

Untersuchungsmethodik: Erhebung zur Kunststoffproduktion

- **Identifikation relevanter Kunststoffproduzenten** in Österreich auf Basis von verfügbaren Sekundärinformationen (u. a. Datenbank „Polyglobe“)
- **Primärerhebung** bei Kunststoffproduzenten in Österreich
 - Die Analyse der Kunststoffproduktion erfolgte auf Basis einer Vollerhebung bei den kunststoffproduzierenden Unternehmen in Österreich.
 - Die Erhebung erfolgte in schriftlicher Form mittels eines vorgegebenen Fragebogens.
 - Aus Vertraulichkeitsgründen (geringe Anzahl relevanter Kunststoffproduzenten in Österreich) wurde auf einen detaillierten Ausweis von Mengen, z. B. nach einzelnen Kunststoffarten, verzichtet.

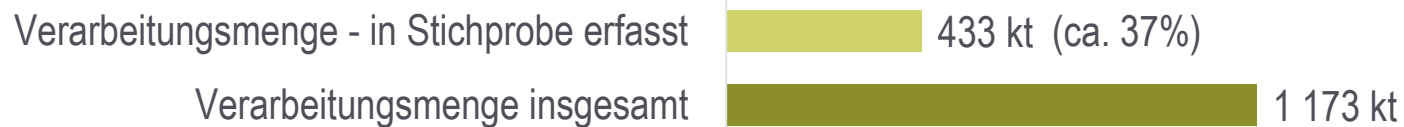
The image shows a survey form titled "Facts Matter - Kunststoffstrome in Österreich 2019". The form is divided into several sections:

- Fragebogen zur Ermittlung der Kunststoffproduktion und des Kunststoffabfalls in der kunststoffverarbeitenden Industrie in Österreich 2019**: This section contains fields for company name, address, and contact information. It also includes a list of companies to be contacted for the survey.
- Anhang: Alle Angaben beziehen sich auf das Jahr 2019**: This section contains questions about the production and disposal of plastic waste. It includes a table for production and disposal data.
- 7. Belegen auf die unter Frage 4 genannte Kunststoffart... Welche Menge wurde erzeugt, energetisch verwertet, deponiert oder exportiert?**: This section contains a table for reporting the production and disposal of plastic waste.

Als Basis für die Analysen von Verarbeitungsmengen diente eine breit angelegte Online-Erhebung bei relevanten Unternehmen in Österreich

Untersuchungsmethodik: Erhebung zur Kunststoffverarbeitung / Online-Erhebung bei kunststoffverarbeitenden Unternehmen

- Bei kunststoffverarbeitenden Betrieben wurde eine anteilmäßige **Online-Erhebung** durchgeführt.
- Dafür wurden im Vorfeld in Frage kommende **kunststoffverarbeitende Betriebe identifiziert, kontaktiert** (schriftlich oder telefonisch) und zur Teilnahme an der Studie **eingeladen**.
- Deutlich mehr als 100 Personen haben sich im Anschluss für die Erhebung registriert. Gut **75 kunststoffverarbeitende Unternehmen** stellten i. R. der Online-Erhebung **Mengendaten und Informationen zur Analyse** bereit.
- Die **Mindestanzahl** von 50 Datensätzen wurde deutlich übertroffen, zeigte aber auch, dass die Bereitschaft, über solche Studien belastbare Daten zu erzeugen, in Teilen der betroffenen Wirtschaft noch begrenzt ist.
- Mit einer erfassten Verarbeitungsmenge von 433 kt **repräsentiert die Stichprobe mehr als 35%** der gesamten Verarbeitungsmenge in Österreich 2019.



Für die Marktberechnungen wurden die in der Stichprobe erfassten Verarbeitungsmengen ausgewertet und mit Daten und Informationen aus weiteren Quellen ergänzt

Untersuchungsmethodik: Erhebung zur Kunststoffverarbeitung / Methodik im Detail und weitere Daten- und Informationsquellen (1/2)

- Ermittlung/Analyse der in der Stichprobe erfassten Verarbeitungsmengen
 - insgesamt
 - nach Art des eingesetzten Materials (Neuware, Rezyklat)
 - nach Anwendungen
 - nach Kunststoffarten
 - nach Verarbeitungsverfahren
- Recherchen und Analysen zu weiteren - nicht in der Stichprobe erfassten - Marktteilnehmern (z. B. weitere große Hersteller von Kunststoffverpackungen, weitere Verarbeiter von Rezyklat etc.)
- Begleitende Sekundärrecherchen zu eingesetzten Verarbeitungsverfahren innerhalb der Anwendungsbereiche (z. B. Verarbeitungsverfahren für wesentliche Kernprodukte)
- Einholung weiterer Gesamtmarkt-Einschätzungen im Rahmen von Expertengesprächen, z. B. aus Sicht von kunststofferzeugenden Unternehmen
- Einschätzung der in der Stichprobe erreichten Marktabdeckung und Hochrechnungen auf den Gesamtmarkt (Österreich 2019)



Im Rahmen der Analysen wurde ein umfassendes Datenmodell zur Kunststoffverarbeitung in Österreich 2019 erstellt

Untersuchungsmethodik: Erhebung zur Kunststoffverarbeitung / Methodik im Detail und weitere Daten- und Informationsquellen (2/2)

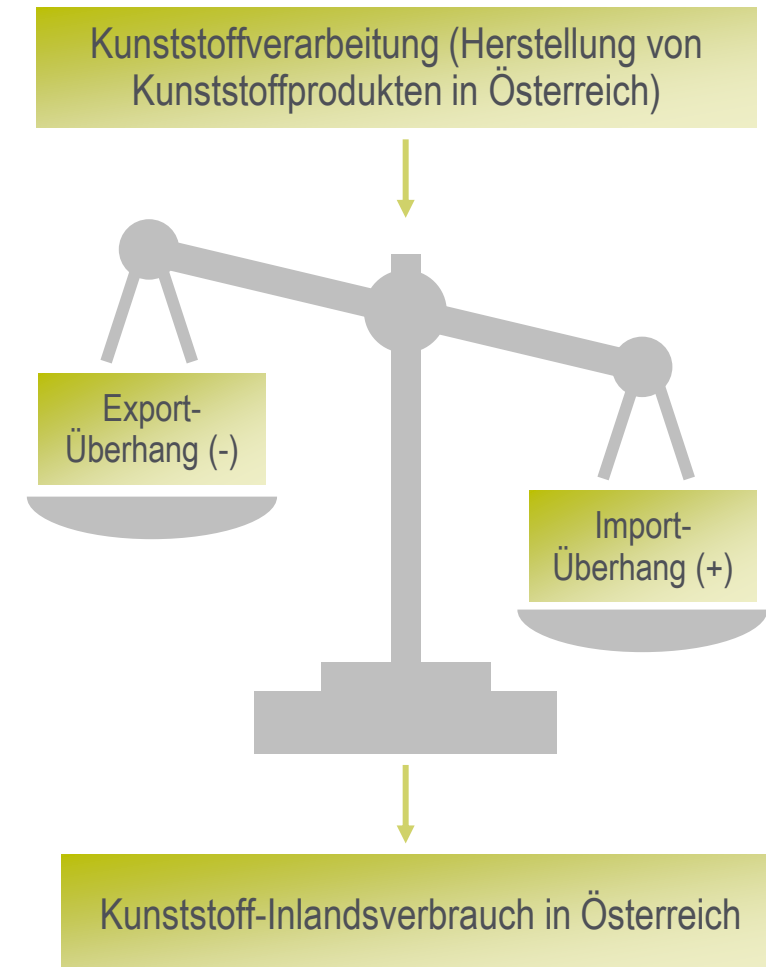
- Auswertung der in der Stichprobe genannten Produktbeispiele für den Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat, Ergänzung der Produktbeispiele basierend auf Sekundärrecherchen (z. B. zu nicht in der Stichprobe erfassten Marktteilnehmern)
- Auswertung der in der Stichprobe (durch Verarbeitungsbetriebe) genannten Relation zwischen Input (eingesetzte Kunststoffrohstoffe) und Output (hergestellte Kunststoffprodukte) insgesamt sowie nach Anwendungsbereichen; Berechnung der Outputmengen basierend auf den ermittelten Inputmengen sowie der Relation Input vs. Output
- Übertrag der Ergebnisse/Annahmen in ein Mengenmodell (Datenmatrix zur Kunststoffverarbeitung nach Art des eingesetzten Materials / Anwendungen / Kunststoffarten / Verarbeitungsverfahren) und kontinuierliche Updates/Plausibilisierung
- Vergleich mit Einschätzungen/Daten aus anderen Sekundärquellen
 - Eurostat Produktionsstatistiken
 - UniCredit Research, Untersuchung zur Branchenstruktur der Kunststoffverarbeitung in Österreich
 - Vergleich/Cross-Checks mit verfügbaren (Conversio-) Daten anderer Länder (z. B. Stoffstromstudie Deutschland)
 - Vergleich mit Einschätzungen/Daten aus weiteren Sekundärquellen



Zur Abschätzung des Inlandsverbrauchs in Österreich wurden den ermittelten Verarbeitungsmengen entsprechende Handelsmengen von Kunststoffprodukten gegenübergestellt

Untersuchungsmethodik: Ermittlung des Kunststoffverbrauchs (Inlandsverbrauch) in Österreich

- Zur Abschätzung des Kunststoffverbrauchs in Österreich (als Verbleib beim Endverbraucher) wurden den ermittelten Verarbeitungsmengen in den wesentlichen Branchensegmenten (Verpackung, Bau, Fahrzeuge/Transportwesen, Elektro/Elektronik, Sonstiges) entsprechende Handelsmengen (geschätzte Import-/Export-Überschüsse in den Branchensegmenten) gegenübergestellt.
- Als Basis zur Ermittlung der Import-/Export-Überschüsse dienten Eurostat-Handelsdaten für die Produktkategorie „Kunststoffwaren“ (Product Code 22.2; CPA 2008 Klassifikation) bzw. der zugehörigen Sub-Kategorien (z. B. für Bauprodukte aus Kunststoff etc.) sowie Abfalldaten aus dem Bereich der Kunststoffverpackungen (Annahme, dass sich der Inlandsverbrauch von Kunststoffverpackungen in etwa in der Anfallmenge von Kunststoffverpackungsabfällen widerspiegelt).
- Zur Überprüfung der Ergebnisse wurde der resultierende Pro-Kopf-Inlandsverbrauch in Österreich mit vorliegenden Daten zu anderen Ländern verglichen (z. B. Pro-Kopf-Inlandsverbrauch für Deutschland).



Kunststoffproduktion

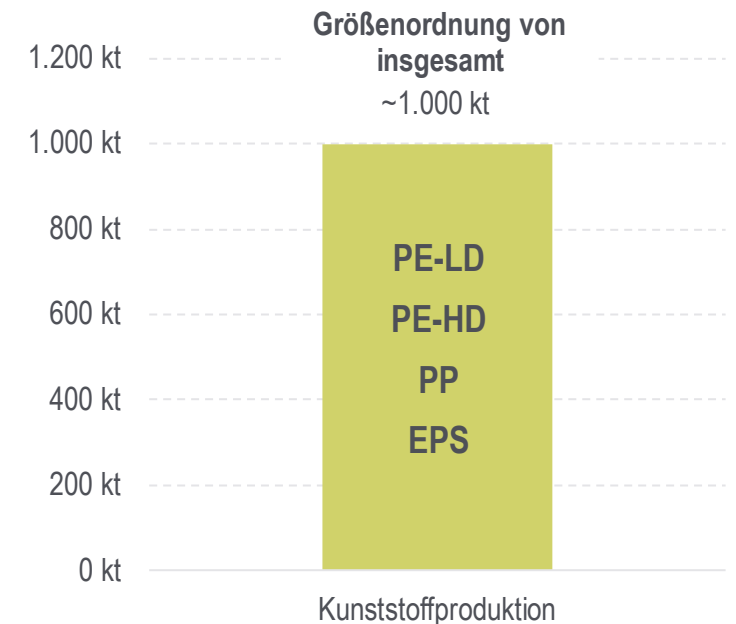
Zwei wesentliche Marktteilnehmer produzieren in Österreich PE-, PP- und EPS-Rohstoffe für die kunststoffverarbeitende Industrie

Kunststoffproduktion (Herstellung von Neuware/Virgin Material)

- Die kunststoffproduzierende Industrie (Erzeuger von Kunststoff-Neuware/Virgin Material) in Österreich besteht aus **zwei wesentlichen Marktteilnehmern** mit einer Gesamtkapazität von ca. 1,23 Mio. t. Die Gesamtproduktion der beiden Marktteilnehmer in Österreich 2019 kann auf eine Mengendimension von insgesamt rund 1 Mio. t beziffert werden.¹⁾ Ein Großteil der in Österreich produzierten Menge ist für den Export bestimmt.
- Die **Borealis Polyolefine GmbH** ist ein Teil der Borealis Gruppe, einer der global führenden Anbieter von Polyolefinlösungen. Am Standort Schwechat werden Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) als Rohstoffe für die kunststoffverarbeitende Industrie produziert. Das Borealis-Werk in Schwechat ist eine der modernsten und bedeutendsten Kunststoffproduktionsstätten Europas mit einer jährlichen Polyolefin-Kapazität von rund 1 Million Tonnen.²⁾
- Die zwei integriert arbeitenden Produktionsstandorte der **SUNPOR Kunststoff GmbH** befinden sich im österreichischen St. Pölten. Mit einer Jahreskapazität von 230.000 Tonnen zählt sunpor zu den leistungsfähigsten EPS-Lieferanten international und hat sich unter den drei größten EPS-Herstellern Europas etabliert.³⁾



Kunststoffproduktion in Österreich
(Neuware/Virgin Material; 2019)



¹⁾ Aus Vertraulichkeitsgründen wird an dieser Stelle auf einen Ausweis von genauen Mengenangaben verzichtet

²⁾ Quelle: Borealis Website (www.borealisgroup.com), abgerufen im Oktober 2021

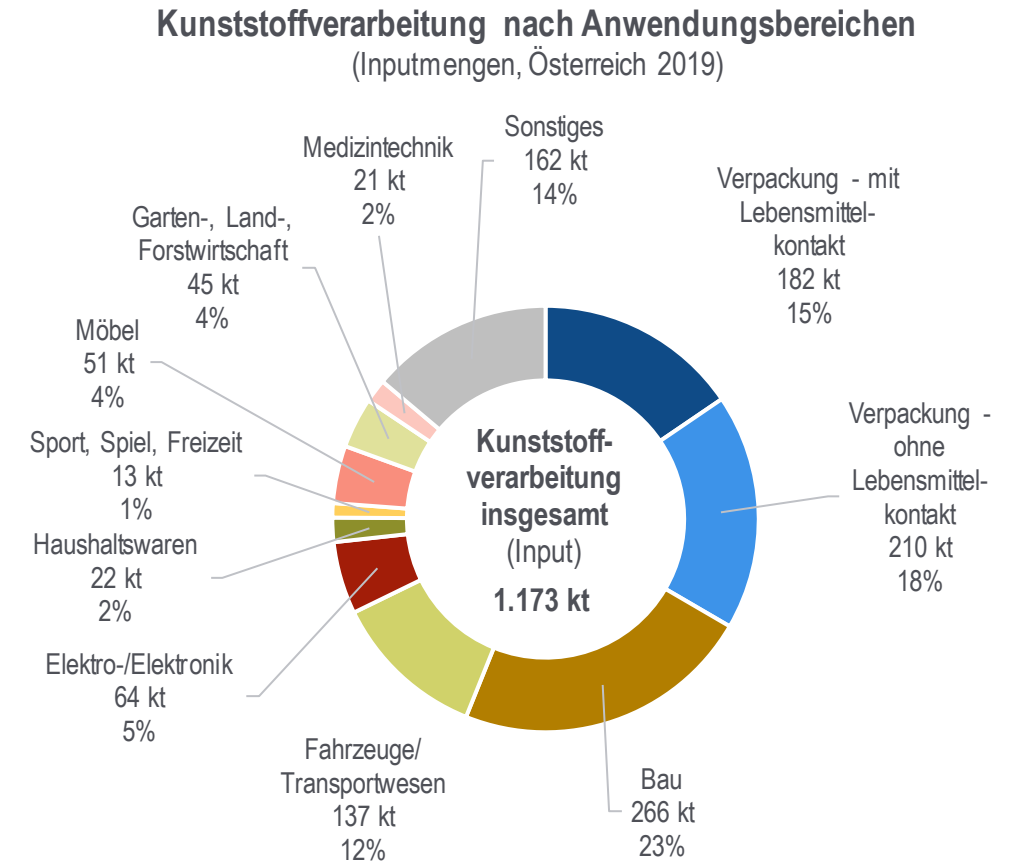
³⁾ Quelle: Sunpor Website (www.sunpor.at), abgerufen im Oktober 2021

Kunststoffverarbeitung

Im Jahr 2019 wurden in Österreich knapp 1,2 Mio. t Kunststoffe zu Produkten verarbeitet

Kunststoffverarbeitung nach Anwendungsbereichen

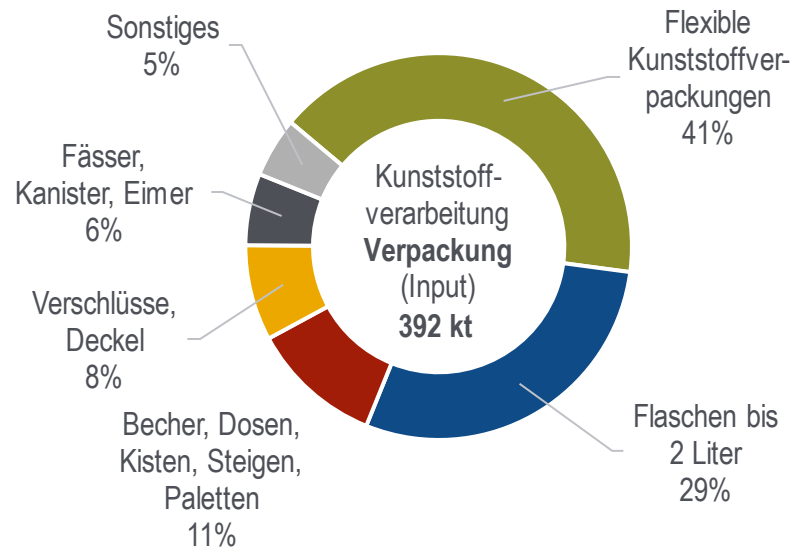
- Insgesamt wurden im Jahr 2019 in Österreich knapp 1,2 Mio. t Kunststoffe zu Produkten verarbeitet (Input bei kunststoffverarbeitenden Betrieben). Diese Menge beinhaltet sowohl Kunststoff-Neuware (Virgin Material) als auch Rezyklat (hergestellt aus dem Recycling von Produktions- und Verarbeitungsabfällen sowie Post-Consumer-Abfällen).
- Etwa ein Drittel der eingesetzten Kunststoffmenge wird zu Verpackungsprodukten verarbeitet. Dies beinhaltet sowohl Verpackungen mit Lebensmittelkontakt (z. B. Getränkeflaschen etc.) als auch andere Verpackungen (ohne Lebensmittelkontakt).
- Mehr als 20% der verarbeiteten Kunststoffmenge wird für die Herstellung von Bauprodukten eingesetzt. Dazu zählen u. a. Rohre, Fenster- und Türprofile, andere Bauprofile oder Kunststoffprodukte zur Dämmung von Gebäuden.
- Etwa 17% der Verarbeitungsmenge entfällt auf die "technischen" Anwendungsbereiche Fahrzeuge/Transportwesen und Elektro/Elektronik.
- 25-30% der Menge entfällt auf weitere Kunststoffanwendungen, darunter u. a. die Bereiche Möbel sowie Produkte für die Garten-, Land- und Forstwirtschaft.



Das Gros der verarbeiteten Kunststoffmenge im Verpackungsbereich resultiert aus der Herstellung von flexiblen Kunststoffverpackungen (z. B. Verpackungsfolien) und Flaschen (z. B. Getränkeflaschen)

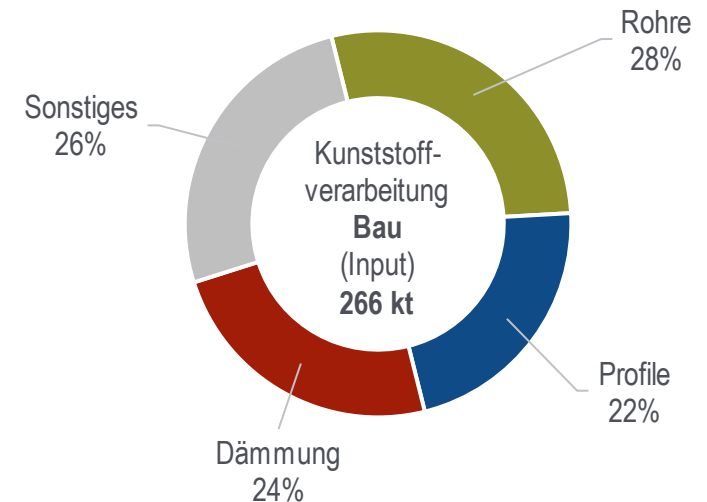
Wesentliche Produktgruppen innerhalb der größten Anwendungsbereiche (1/2)

Wesentliche Produktgruppen im Anwendungsbereich **Verpackung**
(Inputmengen, Österreich 2019)



- Mehr als zwei Drittel der verarbeiteten Kunststoffmenge im Bereich der Verpackungen resultiert aus der Herstellung von flexiblen Verpackungen (u. a. Folien) und Flaschen (sowohl Food-/Getränkflaschen als auch Flaschen für Non-Food-Anwendungen, z. B. Reinigungsmittel etc.).

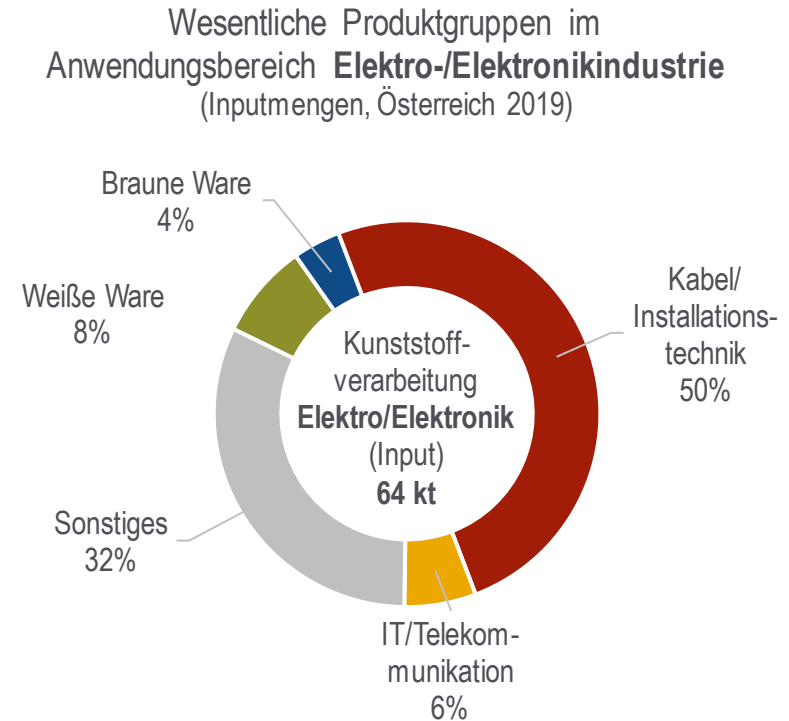
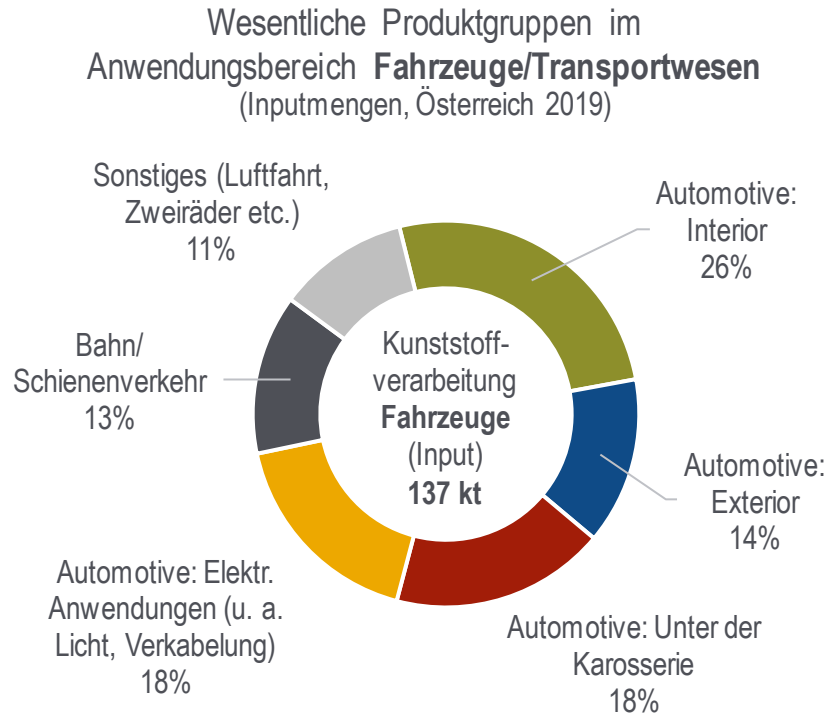
Wesentliche Produktgruppen im Anwendungsbereich **Bau**
(Inputmengen, Österreich 2019)



- Etwa 28% der Verarbeitungsmenge im Bau-Bereich entfällt auf Rohre, 22% auf Profile (z. B. Fenster-, Türprofile, andere Bauprofile).
- Weitere 24% entfallen auf Dämmungs- (z. B. EPS, PUR) oder "Sonstige" Bauprodukte (inkludiert u. a. Kabel für Bau-Anwendungen, Folien, Dichtungsbahnen, Keile, Mörteltröge etc.)

Mehr als drei Viertel der Verarbeitungsmenge im Bereich Fahrzeuge/Transportwesen resultiert aus der Herstellung von Teilen und Komponenten für Automobil-Anwendungen

Wesentliche Produktgruppen innerhalb der größten Anwendungsbereiche (2/2)



- Mehr als drei Viertel der Verarbeitungsmenge im Bereich Fahrzeuge/Transportwesen resultiert aus der Herstellung von Automobil-Komponenten, u. a. für Interior-/Exterior-Anwendungen oder Elektrik.
- Rd. 24% entfällt auf Non-Automotive-Anwendungen wie Bahn/Schienenverkehr, Zweiräder, Luftfahrt etc.

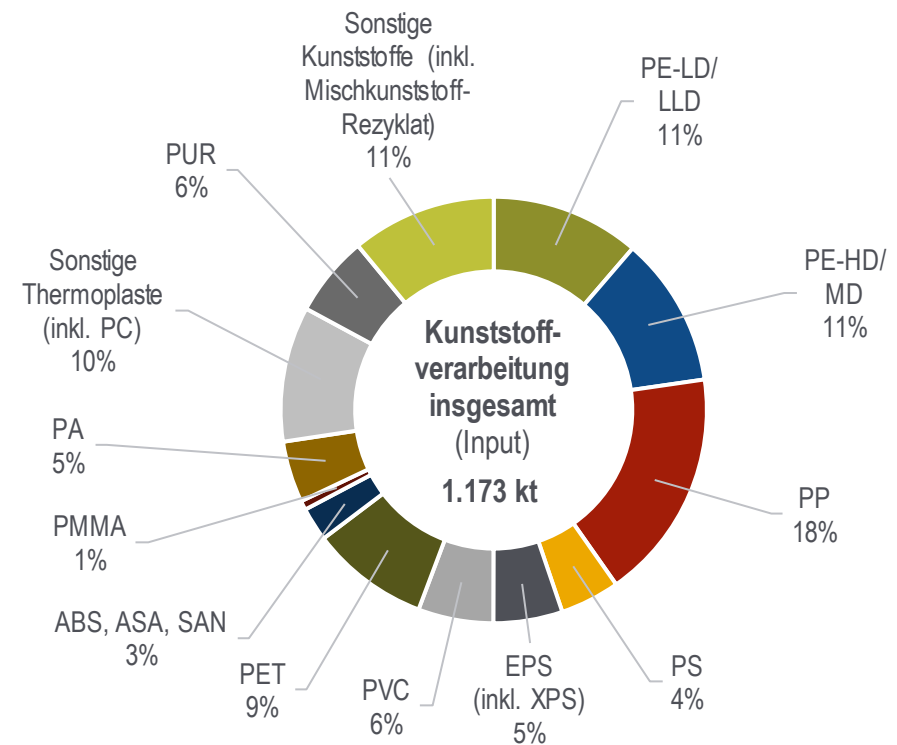
- Ca. 50% der verarbeiteten Kunststoffmenge im Bereich Elektro/ Elektronik entfällt auf die Herstellung von Kabeln & Installationstechnik (u. a. Stecker, Stecksysteme für Elektroinstallationen, Kabelbinder, Kabelclips etc.).
- „Sonstiges“ inkludiert u. a. Steuerungstechnik, Gehäuse für Elektronikbestandteile, Schaltschränke oder sonstige elektrische Ausrüstungen

Bei knapp 40% der verarbeiteten Kunststoffmengen in Österreich handelt es sich um die Polyolefine PE und PP

Kunststoffverarbeitung nach Kunststoffarten

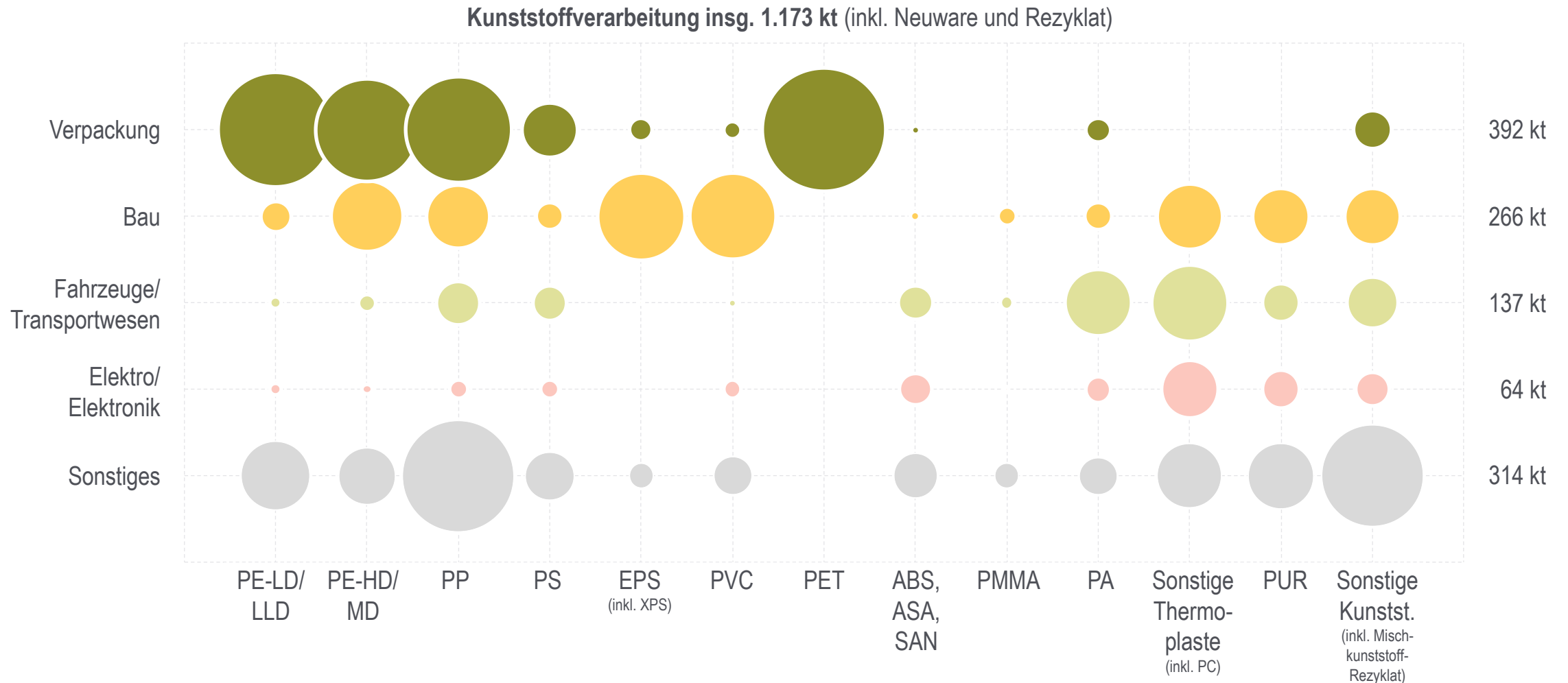
- Bei rund 40% der verarbeiteten Kunststoffmengen in Österreich handelt es sich um Polyolefine (PE, PP). Polyolefine kommen häufig in der Herstellung von Kunststoffverpackungen zum Einsatz, aber auch für Bauprodukte und andere Anwendungen.
- Die Kunststoffarten EPS und PVC kommen zu hohen Anteilen im Baubereich zum Einsatz. Gut 10% der Kunststoffverarbeitung entfällt auf diese beiden Kunststoffarten.
- PET (ca. 9% der Kunststoffverarbeitung in Österreich) findet überwiegend in der Herstellung von Verpackungen Einsatz, z. B. bei Flaschen (sowohl Getränkeflaschen als auch Flaschen für Non-Food-Anwendungen) oder Trays.
- Technische Thermoplaste wie ABS, ASA, SAN, PA oder sonstige Thermoplaste werden häufig in den Bereichen Fahrzeuge/Transportwesen oder auch Elektro/Elektronik eingesetzt.
- Die Kategorie "Sonstige Kunststoffe" enthält neben weiteren Duroplasten, die zur Herstellung von Kunststoffprodukten eingesetzt werden, auch Mischkunststoff-Rezyklat. Dabei handelt es sich z. B. um Rezyklat aus gemischten Polyolefinen.

Kunststoffverarbeitung nach Kunststoffarten
(Inputmengen, Österreich 2019)



Während im Verpackungsbereich schwerpunktmäßig Polyolefine und PET zum Einsatz kommen, werden im Baubereich u. a. auch EPS und PVC zu Kunststoffprodukten verarbeitet

Kunststoffarten und wesentliche Anwendungsbereiche im Überblick



Die technischen Thermoplaste (z. B. ABS, ASA, SAN, PA) werden zu höheren Anteilen in den Bereichen Fahrzeuge/Transportwesen oder auch Elektro/Elektronik eingesetzt

Struktur der Kunststoffarten innerhalb der wesentlichen Anwendungsbereiche – im Detail (Gesamtmenge inkl. Neuware und Rezyklat)

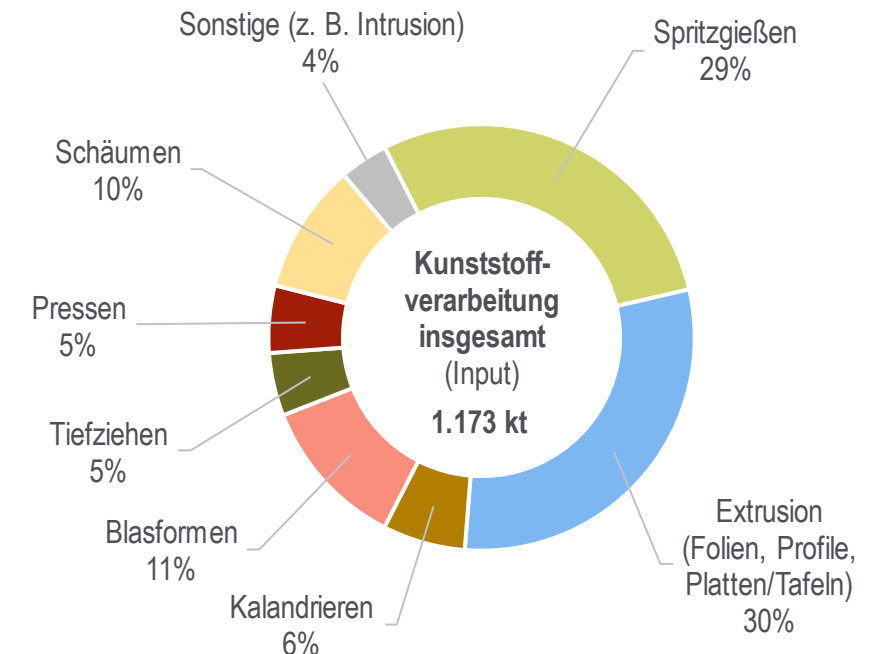
	Gesamtmenge		Verpackung		Bau		Fahrzeuge/ Transportwesen		Elektro/ Elektronik		Sonstiges	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
PE-LD/LLD	133 kt	11,3%	92 kt	23,4%	7 kt	2,6%	1 kt	0,8%	1 kt	1,9%	32 kt	10,1%
PE-HD/MD	134 kt	11,4%	74 kt	18,8%	36 kt	13,4%	2 kt	1,8%	1 kt	1,4%	21 kt	6,7%
PP	206 kt	17,5%	78 kt	20,0%	28 kt	10,7%	13 kt	9,8%	3 kt	4,0%	83 kt	26,5%
PS	53 kt	4,5%	21 kt	5,5%	5 kt	2,0%	9 kt	6,3%	3 kt	4,0%	15 kt	4,8%
EPS (inkl. XPS)	62 kt	5,2%	4 kt	1,0%	54 kt	20,2%	<1 kt	0,1%	<1 kt	0,0%	4 kt	1,2%
PVC	67 kt	5,7%	2 kt	0,6%	52 kt	19,6%	1 kt	0,5%	3 kt	3,9%	9 kt	3,0%
PET	105 kt	9,0%	105 kt	26,9%	<1 kt	0,0%	<1 kt	0,0%	0 kt	0,0%	<1 kt	0,0%
ABS, ASA, SAN	30 kt	2,6%	1 kt	0,2%	1 kt	0,3%	9 kt	6,2%	8 kt	11,7%	13 kt	4,0%
PMMA	8 kt	0,7%	<1 kt	0,0%	3 kt	1,0%	2 kt	1,1%	<1 kt	0,4%	4 kt	1,2%
PA	55 kt	4,7%	4 kt	1,1%	5 kt	2,0%	31 kt	22,6%	5 kt	7,6%	9 kt	2,9%
Sonstige Thermoplaste (inkl. PC)	120 kt	10,3%	<1 kt	0,0%	30 kt	11,2%	41 kt	29,6%	23 kt	35,9%	27 kt	8,6%
PUR	72 kt	6,1%	<1 kt	0,0%	23 kt	8,6%	10 kt	7,5%	10 kt	16,1%	28 kt	9,0%
Sonstige Kunststoffe (inkl. Mischkunststoff-Rezyklat)	129 kt	11,0%	11 kt	2,7%	22 kt	8,4%	19 kt	13,7%	8 kt	13,1%	69 kt	21,9%
Total	1.173 kt	100,0%	392 kt	100,0%	266 kt	100,0%	137 kt	100,0%	64 kt	100,0%	313 kt	100,0%

Mehr als die Hälfte der eingesetzten Kunststoffmenge wird mittels Spritzguss- oder Extrusionsverfahren zu Produkten verarbeitet

Kunststoffverarbeitung nach Verarbeitungsverfahren

- Etwa 30% der Kunststoffmenge wird mittels Extrusionsverfahren verarbeitet. Dies inkludiert sowohl Folienextrusion (z. B. für Verpackungen) als auch Extrusion zu Profilen (z. B. Fensterprofile, andere Bauprofile oder sonstige Profile) oder Platten.
- Eine ähnliche Menge wird mittels Spritzgussverfahren verarbeitet. Spritzgussprodukte werden für eine Vielzahl von Anwendungen hergestellt, u. a. auch für “technische” Einsatzbereiche wie Fahrzeuge/ Transportwesen oder Elektro/Elektronik.
- Mittels des Blasformverfahrens (ca. 11% der Verarbeitungsmenge) werden u. a. Flaschen (z. B. Streckblasen von PET-Getränkeflaschen) hergestellt.¹⁾
- Geschäumte Kunststoffe (ca. 10% der Verarbeitungsmenge) finden insbesondere Anwendung im Baubereich (Dämmung) – in geringerem Umfang auch für Verpackungen, im Fahrzeuginterieur oder für Möbel. Geschäumte Kunststoffe basieren häufig auf EPS-Materialien, PUR oder (in geringerem Umfang) auch PE.
- Das Pressverfahren findet häufig in “technischen” Anwendungsbereichen Anwendung, während das Tiefziehverfahren auch in der Verpackungsherstellung zum Einsatz kommt.

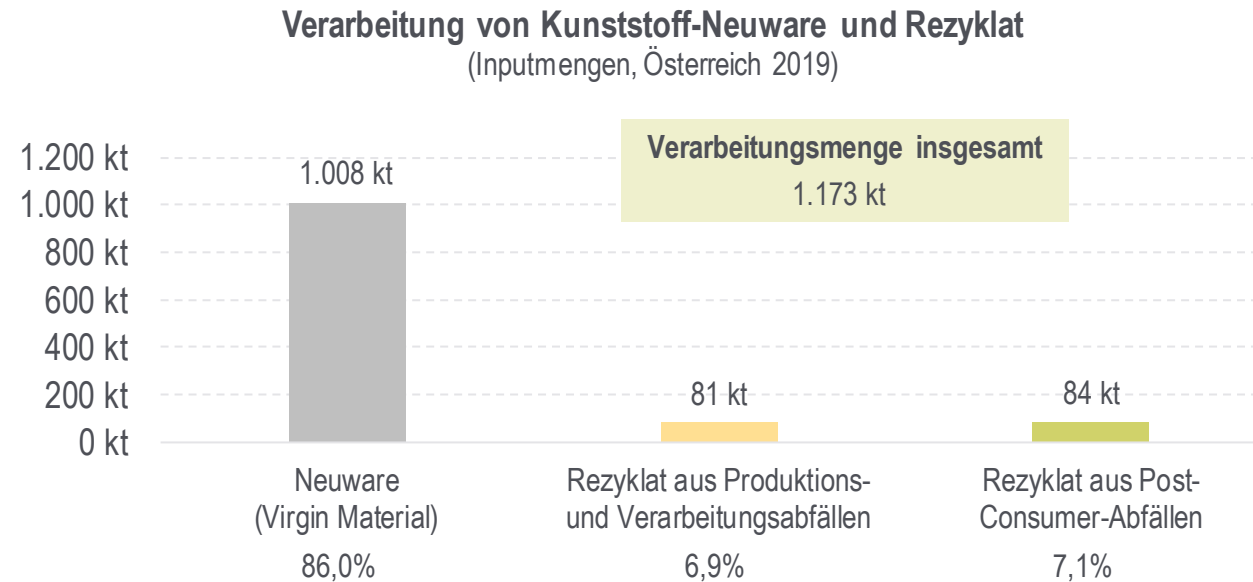
Kunststoffverarbeitung nach Verarbeitungsverfahren
(Inputmengen, Österreich 2019)



¹⁾ Während die Preforms für Flaschen mittels Spritzgussverfahren hergestellt werden (beim Preform-Hersteller), werden diese im Anschluss über das Blasformverfahren in ihre endgültige Form gebracht (häufig beim Abfüller). Im Rahmen der Mengenanalysen wurden diese der Kategorie “Blasformen” zugeordnet.

Die kunststoffverarbeitenden Betriebe in Österreich setzten im Jahr 2019 eine Kunststoffrezyklatmenge von mehr als 160 kt für die Herstellung von neuen Produkten ein

Überblick: Verarbeitung von Neuware und Rezyklat

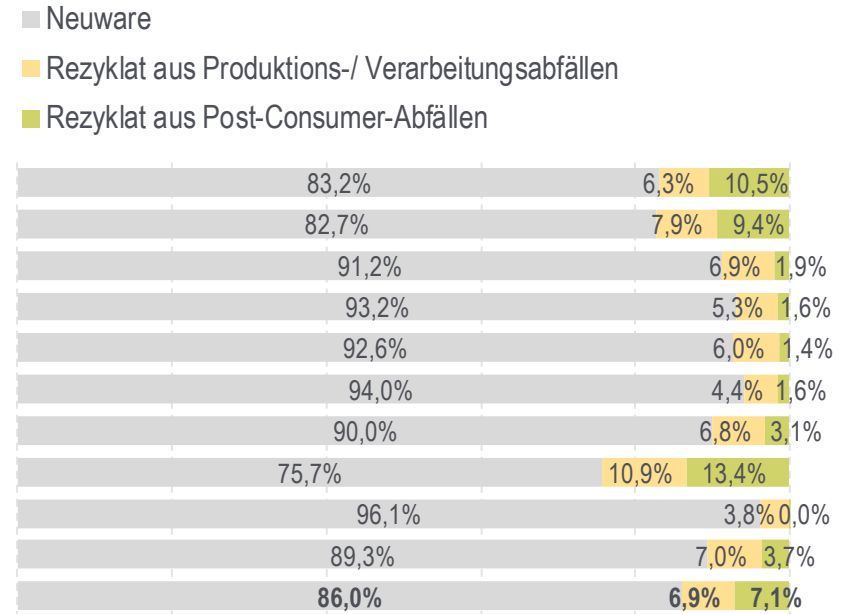


- Bei etwa 86% der verarbeiteten Kunststoffmenge im Jahr 2019 (Input bei kunststoffverarbeitenden Betrieben in Österreich) handelte es sich um Neuware (Virgin Material), die von Kunststoffproduzenten (in Österreich z. B. Borealis und Sunpor) hergestellt wird.
- Daneben wurde in 2019 eine Menge von mehr als 160 kt Kunststoffrezyklat verarbeitet. Dabei handelte es sich in ähnlichen Anteilen um Rezyklat aus Produktions- und Verarbeitungsabfällen sowie um Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen.

Die höchsten Einsatzanteile von Post-Consumer-Rezyklat finden sich in den Bereichen Verpackung, Bau sowie Garten-, Land- und Forstwirtschaft wider

Verarbeitung von Neuware und Rezyklat – nach Anwendungsbereichen

	Gesamtmenge		Neuware (Virgin Material)		Rezyklat aus Produktion & Verarbeitung		Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
Verpackung	392 kt	100,0%	326 kt	83,2%	25 kt	6,3%	41 kt	10,5%
Bau	266 kt	100,0%	220 kt	82,7%	21 kt	7,9%	25 kt	9,4%
Fahrzeuge/Transportwesen	137 kt	100,0%	125 kt	91,2%	10 kt	6,9%	3 kt	1,9%
Elektro-/Elektronik	64 kt	100,0%	60 kt	93,2%	3 kt	5,3%	1 kt	1,6%
Haushaltswaren	22 kt	100,0%	20 kt	92,6%	1 kt	6,0%	0 kt	1,4%
Sport, Spiel, Freizeit	13 kt	100,0%	12 kt	94,0%	1 kt	4,4%	0 kt	1,6%
Möbel	51 kt	100,0%	46 kt	90,0%	3 kt	6,8%	2 kt	3,1%
Garten-, Land-, Forstwirtschaft	45 kt	100,0%	34 kt	75,7%	5 kt	10,9%	6 kt	13,4%
Medizintechnik	21 kt	100,0%	20 kt	96,1%	1 kt	3,8%	0 kt	0,0%
Sonstiges	162 kt	100,0%	145 kt	89,3%	11 kt	7,0%	6 kt	3,7%
Total	1.173 kt	100,0%	1.008 kt	86,0%	81 kt	6,9%	84 kt	7,1%



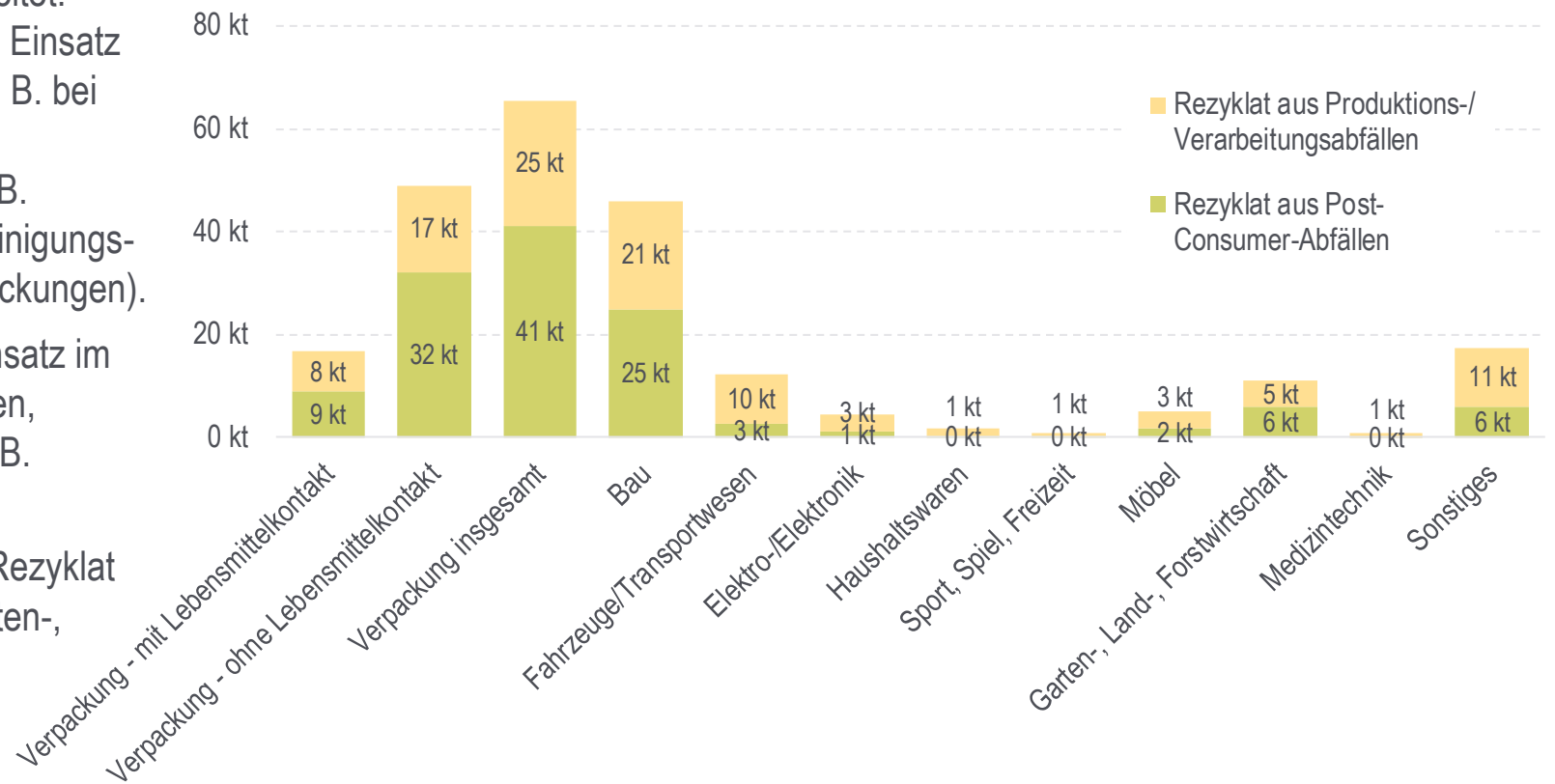
- Die höchsten Einsatzanteile von Post-Consumer-Rezyklat finden sich in den Bereichen Verpackung (gut 10% der insgesamt eingesetzten Kunststoffmenge), Bau (ca. 9%) sowie Garten-, Land- und Forstwirtschaft (ca. 13%) wider.
- In den “technischen” Anwendungsbereichen Fahrzeuge/Transportwesen und Elektro/Elektronik fallen die Post-Consumer-Rezyklatanteile insgesamt niedriger aus, u. a. auf Grund der hohen Anforderungen an das Material bzw. das Endprodukt selbst.
- Der Bereich “Sonstiges” inkludiert u. a. technische Teile, z. B. zum Einsatz im Maschinen- und Anlagenbau, Büroartikel und andere Kunststoffprodukte (z. B. Müllbehälter etc.).

Im Verpackungsbereich wurden im Jahr 2019 rund 65 kt Kunststoffrezyklat verarbeitet – mehr als 60% des Rezyklats basierte auf dem Recycling von Post-Consumer-Abfällen

Verarbeitung von Rezyklat – nach Anwendungsbereichen

- Große Mengen an Kunststoffrezyklat (mehr als 65 kt in 2019) werden im Verpackungsbereich verarbeitet. (Post-Consumer-) Rezyklat findet hier sowohl Einsatz bei Verpackungen mit Lebensmittelkontakt (z. B. bei PET-Getränkeflaschen) als auch bei anderen Verpackungen (ohne Lebensmittelkontakt, z. B. Flaschen und Behältnisse für Wasch- und Reinigungsmittel, Verpackungsfolien und Transportverpackungen).
- Gut 45 kt Kunststoffrezyklat finden zudem Einsatz im Baubereich, u. a. zur Herstellung von Baufolien, Profilen, Rohren und Baunebenprodukten (z. B. Abstandhalter etc.).
- Ein hoher Einsatzanteil von Post-Consumer-Rezyklat findet sich bei Produkten für den Bereich Garten-, Land-, Forstwirtschaft, allerdings liegen die Verarbeitungsmengen insgesamt deutlich unter den Mengen der Bereiche Verpackung bzw. Bau.

Einsatz von Rezyklat in der Kunststoffverarbeitung - nach Anwendungen
(Inputmengen, Österreich 2019)



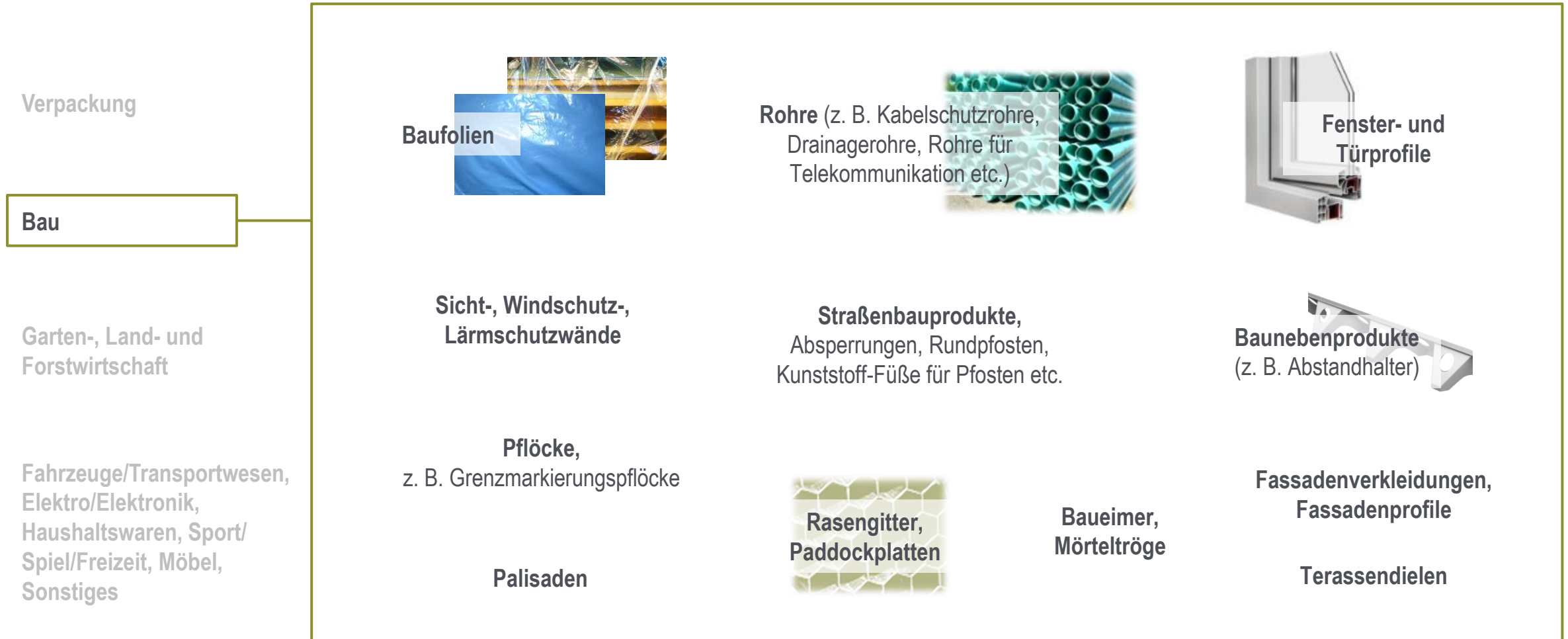
Im Verpackungsbereich findet Post-Consumer-Rezyklat u. a. Einsatz bei Getränkeflaschen, Non-Food Flaschen, Folien und diversen Transportverpackungen (z. B. Transportbehälter, Paletten etc.)

Produktbeispiele für den Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat (1/4)



Im Baubereich wird Post-Consumer-Rezyklat insbesondere zur Herstellung von Profilen (z. B. aus PVC), Rohren, Baufolien oder sonstigen Baunebenprodukten eingesetzt

Produktbeispiele für den Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat (2/4)



Diverse Anwendungen für Post-Consumer-Rezyklat finden sich im Garten-Bereich (z. B. Hochbeete, Komposter etc.) sowie in der Landwirtschaft (z. B. Agrarfolien)

Produktbeispiele für den Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat (3/4)



Weitere Anwendungen für Post-Consumer-Rezyklat ergeben sich z. B. in den Bereichen Fahrzeuge/Transportwesen, Elektro/Elektronik, Haushalt, Möbel

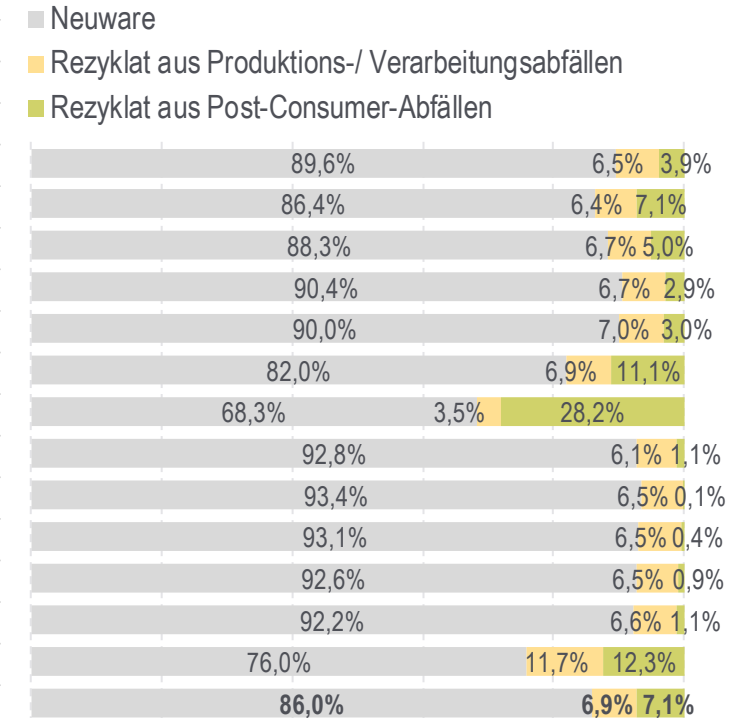
Produktbeispiele für den Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat (4/4)



Ein hoher Einsatzanteil von Post-Consumer-Rezyklat ergibt sich für PET-Materialien – insbesondere resultierend aus den hohen Verarbeitungsmengen im Bereich von PET-Getränkeflaschen

Verarbeitung von Neuware und Rezyklat – nach Kunststoffarten

	Gesamtmenge		Neuware (Virgin Material)		Rezyklat aus Produktion & Verarbeitung		Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
PE-LD/LLD	133 kt	100,0%	119 kt	89,6%	9 kt	6,5%	5 kt	3,9%
PE-HD/MD	134 kt	100,0%	116 kt	86,4%	9 kt	6,4%	10 kt	7,1%
PP	206 kt	100,0%	182 kt	88,3%	14 kt	6,7%	10 kt	5,0%
PS	53 kt	100,0%	48 kt	90,4%	4 kt	6,7%	2 kt	2,9%
EPS (inkl. XPS)	62 kt	100,0%	55 kt	90,0%	4 kt	7,0%	2 kt	3,0%
PVC	67 kt	100,0%	55 kt	82,0%	5 kt	6,9%	7 kt	11,1%
PET	105 kt	100,0%	72 kt	68,3%	4 kt	3,5%	30 kt	28,2%
ABS, ASA, SAN	30 kt	100,0%	28 kt	92,8%	2 kt	6,1%	0 kt	1,1%
PMMA	8 kt	100,0%	8 kt	93,4%	1 kt	6,5%	0 kt	0,1%
PA	55 kt	100,0%	51 kt	93,1%	4 kt	6,5%	0 kt	0,4%
Sonstige Thermoplaste (inkl. PC)	120 kt	100,0%	111 kt	92,6%	8 kt	6,5%	1 kt	0,9%
PUR	72 kt	100,0%	66 kt	92,2%	5 kt	6,6%	1 kt	1,1%
Sonstige Kunststoffe (inkl. Mischkunststoff-Rezyklat)	129 kt	100,0%	98 kt	76,0%	15 kt	11,7%	16 kt	12,3%
Total	1.173 kt	100,0%	1.008 kt	86,0%	81 kt	6,9%	84 kt	7,1%



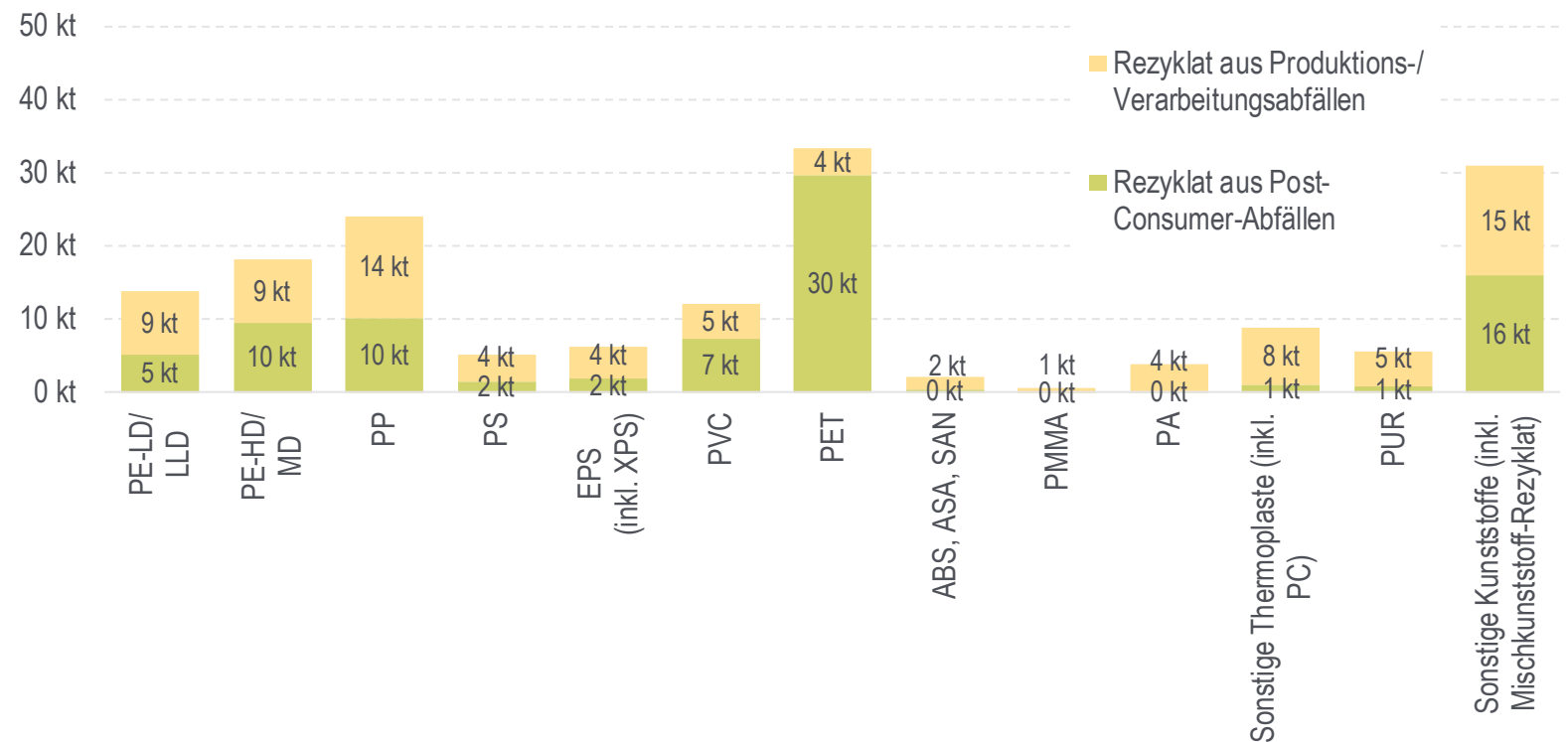
- Ein hoher Einsatzanteil von Post-Consumer-Rezyklat ergibt sich bei der Verarbeitung von PET-Materialien – insbesondere resultierend aus den hohen Verarbeitungsmengen im Bereich von PET-Getränkeflaschen.
- Des Weiteren ergeben sich Post-Consumer-Rezyklatanteile um 11 bis 12% für PVC sowie “Sonstige Kunststoffe” – diese inkludieren insbesondere Rezyklat aus Mischkunststoff, das u. a. für Bauprodukte, Transportverpackungen oder Garten-/Landwirtschaftsprodukte eingesetzt wird.

Etwa 75% der insgesamt eingesetzten Rezyklatmenge aus Post-Consumer-Abfällen resultiert aus der Verarbeitung von Polyolefinen, PVC und PET

Verarbeitung von Rezyklat – nach Kunststoffarten

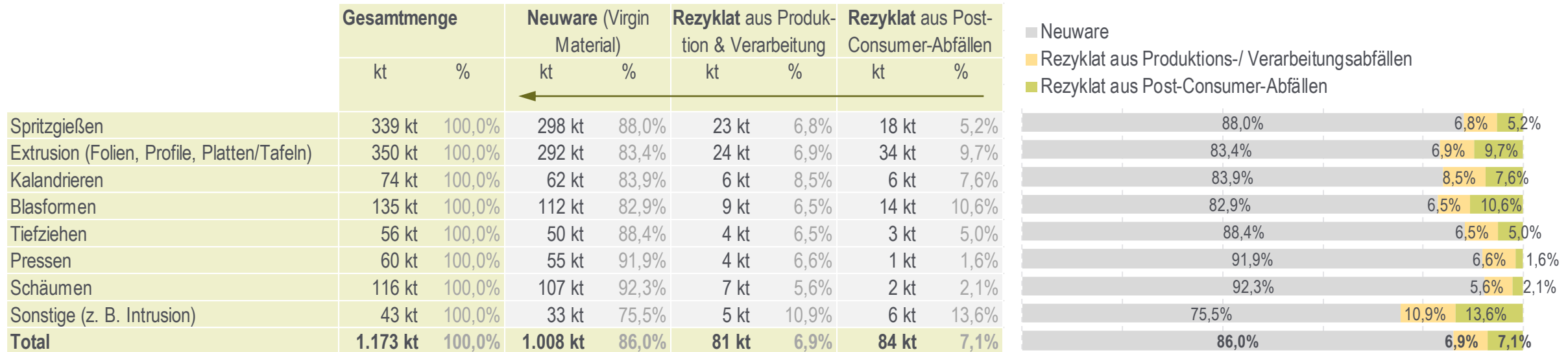
- Im Jahr 2019 wurden ca. 25 kt Post-Consumer-Rezyklat aus Polyolefinen (PE-LD/LLD, PE-HD/MD, PP) in Österreich verarbeitet. Die Kategorie "Sonstige Kunststoffe" inkludiert zudem weitere Rezyklatmengen aus Misch-Polyolefinen (MPO).
- Die hohe Verarbeitungsmenge von PET-Rezyklat (insgesamt 34 kt, davon rd. 30 kt Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen) resultiert insbesondere aus der Herstellung von Getränkeflaschen (Preforms).
- Die eingesetzten Rezyklatmengen von technischen Thermoplasten (z. B. ABS, ASA, SAN bzw. PA) liegen insgesamt auf einem niedrigeren Niveau, insbesondere der Post-Consumer-Rezyklatanteil ist hier begrenzt.

Einsatz von Rezyklat in der Kunststoffverarbeitung - nach Kunststoffarten
(Inputmengen, Österreich 2019)



Höhere Einsatzanteile von Post-Consumer-Rezyklat ergeben sich beim Blasformverfahren (z. B. Flaschen) sowie bei extrudierten Kunststoffprodukten (z. B. Folien oder Profile)

Verarbeitung von Neuware und Rezyklat – nach Verarbeitungsverfahren



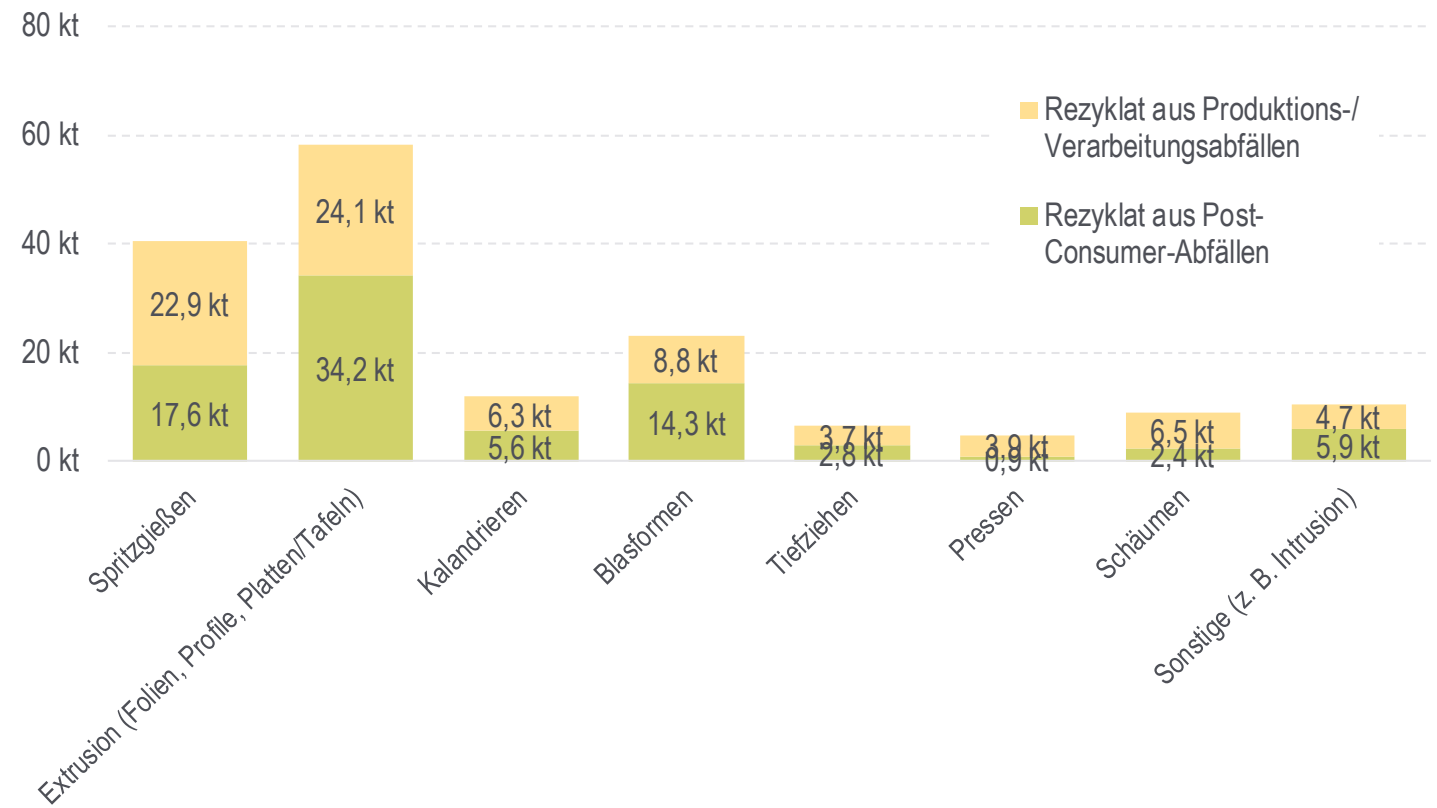
- Die höchste Einsatzquote für Post-Consumer-Rezyklat ergibt sich aus der Kunststoffverarbeitung mittels Blasformverfahren – insbesondere auf Grund des Rezyklateinsatzes bei der Herstellung von PET-Flaschen, aber auch Kunststoffkanistern oder Fässern.
- Die Post-Consumer-Rezyklat-Einsatzquote von ca. 10% in der Extrusion resultiert u. a. aus der Herstellung von Bauprofilen (z. B. Fensterprofile oder Baunebenprofile) sowie der Folienextrusion (Rezyklateinsatz z. B. in der Herstellung von Verpackungs-, Transport-, Baufolien etc.).
- Der Prozess des Kalandrierens wird u. a. für dickwandige Folien, z. B. aus PVC, eingesetzt. Dazu zählen u. a. Folien für den Baubereich oder für Garten- bzw. landwirtschaftliche Anwendungen – häufig mit Rezyklatanteilen.
- Das Intrusionsverfahren (inkludiert unter “Sonstige”) eignet sich u. a. für die Verarbeitung von stärker vermischten oder verschmutzten Kunststoffen (z. B. für die Herstellung von Straßenbauprodukten) und eignet sich auch für höheren Rezyklateinsatz.

Die größten Rezyklatmengen werden mittels Spritzguss-, Extrusions- bzw. Blasformverfahren verarbeitet

Verarbeitung von Rezyklat – nach Verarbeitungsverfahren

- Die höchsten Einsatzmengen von Rezyklat finden sich bei extrudierten Kunststoffprodukten wie Folien oder Profilen.
- Obwohl der Einsatzanteil (%) von Rezyklat bei Spritzgussprodukten etwas niedriger liegt als z. B. beim Blasformverfahren, ergibt sich eine relativ hohe Rezyklat-Einsatzmenge (kt) – bedingt durch die relativ breite Anwendung des Spritzgussverfahrens für eine Vielzahl von Anwendungen.
- Eine Post-Consumer-Rezyklatmenge von >5 kt wird bei kalandrierten Produkten eingesetzt. Das Kalanderverfahren eignet sich für Kunststoffe, deren Schmelze sehr dickflüssig ist (z. B. PVC).
- Begrenzte Rezyklatmengen werden mittels Schäumen (tlw. Schäumen von PE-Rezyklat für Verpackungsanwendungen) oder Pressverfahren (häufig Verarbeitung von Duroplasten mit limitierten Recyclingmöglichkeiten) verarbeitet.

Einsatz von Rezyklat in der Kunststoffverarbeitung - nach Verarbeitungsverfahren
(Inputmengen, Österreich 2019)



Als Hemmnisse zur Erhöhung der Rezyklatanteile gelten neben der kontinuierlichen Verfügbarkeit auch die hohen Qualitätsanforderungen an das Rezyklat bzw. Vorgaben durch die Auftraggeber

Hemmnisse zur Erhöhung der Rezyklatanteile aus Post-Consumer-Abfällen – aus Sicht der kunststoffverarbeitenden Betriebe

Qualitative & technische Aspekte

- Schwankende oder nicht ausreichende **Rezyklat-Qualität**, zu hohe **Qualitätsanforderungen** (insb. im technischen Bereich), Einfluss auf **Produktqualität** (z. B. mechanische Eigenschaften, Festigkeit, Oberflächengüte) (18n)
- Begrenzter **Reinheitsgrad (z. B. Sortenreinheit)** der Rezyklate, erfordert verbesserte Sortierung, Trennung von anderen umgebenden Materialien bzw. verstärkt separate Sammlungen (12n)
- **Optische** Gründe, Einschränkungen in der **Farbgestaltung**, keine glasklaren Produkte möglich (9n)
- **Geruchsprobleme**, Eigengeruch von Kunststoff-Rezyklat (3n)
- Einsatz bei **geringen Folienstärken** oder **dünnwandigen** Produkten technisch schwierig (2n)
- Insb. in technischen Anwendungsbereichen zu starke **Vermengung mit Zusätzen/Additiven** (z. B. Glasfasern, Farbstoffe etc.) (2n)
- Fragliche **Langlebigkeit** der Rezyklatanteile (bei Bauprodukten) (2n)

Rezyklat-Preise

- Zu hohe Rezyklat-Preise (z. B. Preise für Rezyklat im Vergleich zu Neuware) (4n)

Verfügbarkeit, Logistik & Dokumentation

- Fehlende kontinuierliche/langfristige **Verfügbarkeit** von Rezyklat in hochwertiger Qualität (15n)
- Fehlende **Rückverfolgbarkeit** der Materialflüsse, Herkunft des Materials nicht bekannt, kein gesicherter/zertifizierter Prozess zur Herstellung der Rezyklate (3n)
- **Logistische** Gründe, Logistikaufwand für Rezyklat-Beschaffung (1n)

Image & Akzeptanz

- Fehlende **Akzeptanz** seitens der Kunden, keine Freigabe bzw. **Vorgabe durch Kunden** (14n)
- Schlechtes **Image** von Rezyklaten (2n)

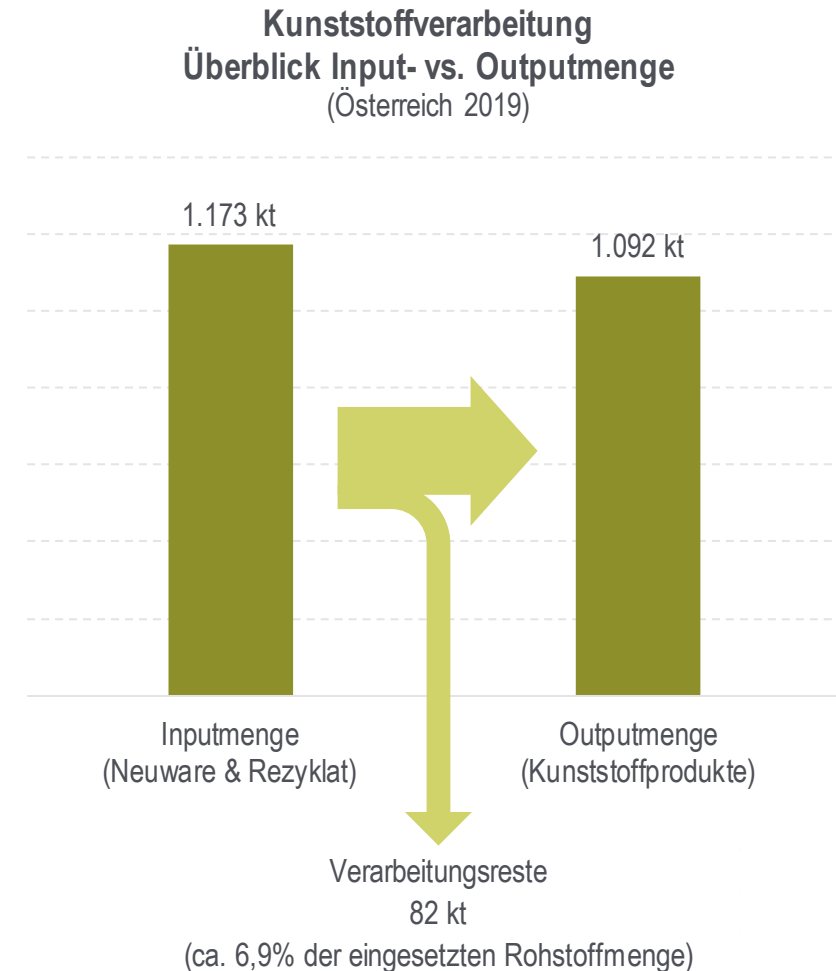
Regulatorische Aspekte

- **Regularien im Food/Pharma-Bereich**, kein Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat im Food-Bereich (außer PET) erlaubt, keine EFSA-Freigabe, z. B. für Polyolefine (11n)
- Herstellung bzw. Einsatz von Post-Consumer-Rezyklat nicht möglich, da ältere Produkte (PVC, EPS) mit mittlerweile verbotenen **Zusatzstoff** versehen sind (2n)

Knapp 7% der zur Kunststoffverarbeitung eingesetzten Rohstoffmenge (Input) fällt bei den Verarbeitungsbetrieben als Rest (Verarbeitungsabfälle) an

Input- und Outputmengen aus der Kunststoffverarbeitung: Überblick

- Knapp 7% der zur Kunststoffverarbeitung eingesetzten Rohstoffmenge (Input an Neuware bzw. Rezyklat) fällt bei den Verarbeitungsbetrieben in Form von Resten (Verarbeitungsabfälle) an.
- Das Gros der angefallenen Verarbeitungsreste (ca. 90%) wird werkstofflich recycelt – entweder intern beim verarbeitenden Betrieb selbst (z. B. interne Vermahlung) oder bei einem externen Recyclingunternehmen (z. B. Vermahlung in Lohnarbeit oder eigene Vermarktung des Rezyklats). Das gewonnene Rezyklat wird im Regelfall wieder zur Kunststoffverarbeitung eingesetzt.
- Basierend auf den Inputmengen in Höhe von 1.173 kt ergibt sich eine Outputmenge (= Menge an hergestellten Kunststoffprodukten) von etwa 1.092 kt.



Die Outputmenge aus der Kunststoffverarbeitung in Österreich (Menge an hergestellten Kunststoffprodukten) beziffert sich im Jahr 2019 auf knapp 1.100 kt

Outputmengen aus der Kunststoffverarbeitung: Nach Anwendungsbereichen

	Gesamtmenge		Neuware (Virgin Material)		Rezyklat aus Produktion & Verarbeitung		Rezyklat aus Post-Consumer-Abfällen	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
Verpackung	365 kt	100,0%	304 kt	83,2%	23 kt	6,3%	38 kt	10,5%
Bau	248 kt	100,0%	205 kt	82,7%	20 kt	7,9%	23 kt	9,4%
Fahrzeuge/Transportwesen	128 kt	100,0%	116 kt	91,2%	9 kt	6,9%	2 kt	1,9%
Elektro-/Elektronik	60 kt	100,0%	56 kt	93,2%	3 kt	5,3%	1 kt	1,6%
Haushaltswaren	20 kt	100,0%	19 kt	92,6%	1 kt	6,0%	0 kt	1,4%
Sport, Spiel, Freizeit	12 kt	100,0%	11 kt	94,0%	1 kt	4,4%	0 kt	1,6%
Möbel	48 kt	100,0%	43 kt	90,0%	3 kt	6,8%	1 kt	3,1%
Garten-, Land-, Forstwirtschaft	42 kt	100,0%	32 kt	75,7%	5 kt	10,9%	6 kt	13,4%
Medizintechnik	19 kt	100,0%	19 kt	96,1%	1 kt	3,8%	0 kt	0,0%
Sonstiges	151 kt	100,0%	135 kt	89,3%	11 kt	7,0%	6 kt	3,7%
Total	1.092 kt	100,0%	938 kt	86,0%	75 kt	6,9%	78 kt	7,1%

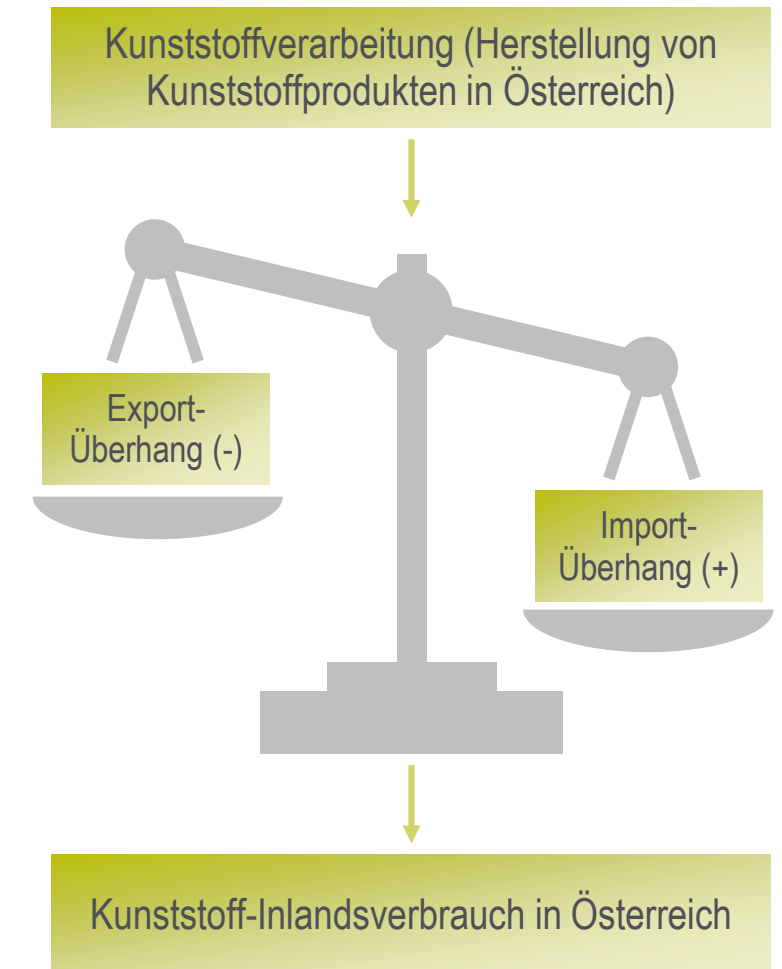
- Die Outputmenge aus der Kunststoffverarbeitung in Österreich (= Menge an hergestellten Kunststoffprodukten) beziffert sich im Jahr 2019 auf knapp 1.100 kt. Die Differenz aus Input- und Outputmenge beziffert sich auf knapp 7% und resultiert aus angefallenen Resten aus dem Verarbeitungsprozess.
- Auch beim Vergleich verschiedener Anwendungsbereiche ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede in der Input-Output-Relation, weshalb innerhalb der einzelnen Anwendungsbereiche von einer Differenz um 7% ausgegangen wurde.
- Die Outputmenge aus der Kunststoffverarbeitung (Menge an hergestellten Kunststoffprodukten) dient als Grundlage zur Berechnung des Kunststoffverbrauchs (Inlandsverbrauch) in Österreich.

Kunststoffverbrauch

Im Handel mit Kunststoffprodukten ergibt sich für Österreich im Jahr 2019 ein Import-Überschuss von rund 70 kt

Kunststoffverbrauch (Inlandsverbrauch) in Österreich: Vorbemerkungen & Methodik

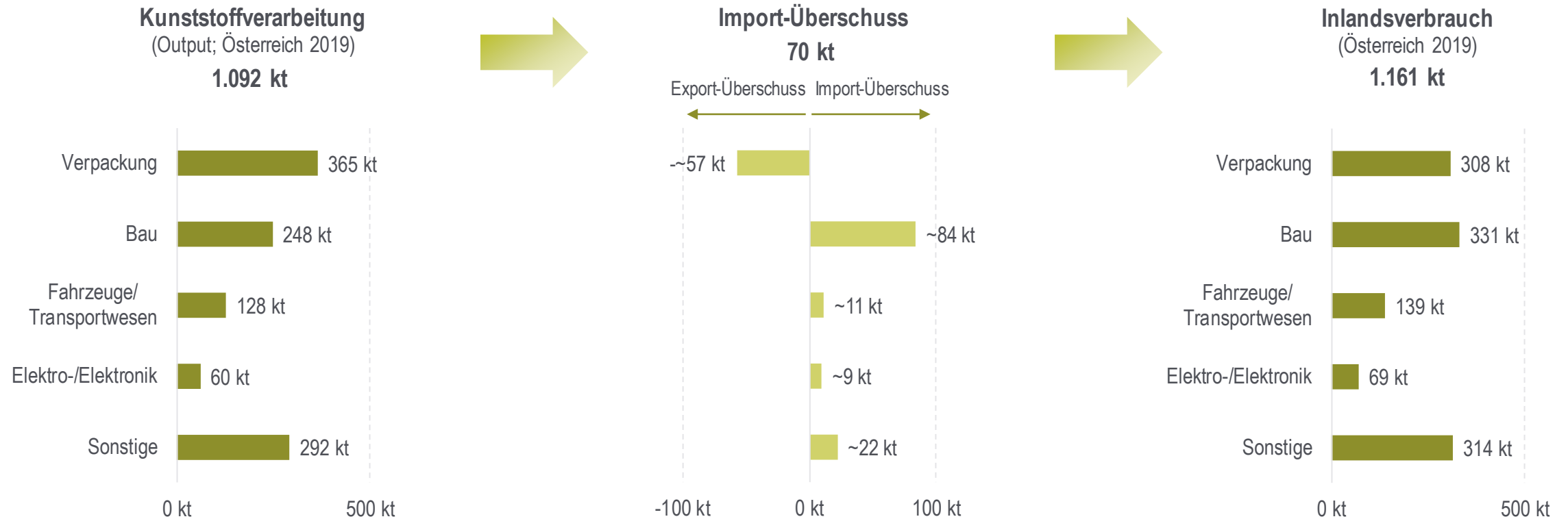
- Zur Abschätzung des Kunststoffverbrauchs in Österreich (als Verbleib beim Endverbraucher) wurden den ermittelten Verarbeitungsmengen (Output) in den wesentlichen Branchensegmenten entsprechende Handelsmengen (geschätzte Import-/Export-Überschüsse in den Branchensegmenten) gegenübergestellt.
- Zur Ermittlung des Inlandsverbrauchs von **Kunststoffverpackungen** wurden den Verarbeitungsmengen (Output) die entsprechenden Abfallmengen gegenübergestellt (Quelle: Umweltbundesamt), der grundsätzlichen Annahme folgend, dass die Anfallmenge von Kunststoffverpackungsabfällen weitestgehend dem Inlandsverbrauch an Kunststoffverpackungen entspricht.¹⁾ Daraus resultiert ein Exportüberschuss in Höhe von etwa 57 kt.
- Zur annäherungsweise Ermittlung der Inlandsverbrauchsmengen der **anderen Bereiche** (Bau, Fahrzeuge/Transportwesen etc.) wurde auf Eurostat-Handelsdaten für die Produktkategorien „Platten, Folien, Schläuche und Profile aus Kunststoffen“ (Product Code 22.21; CPA 2008 Klassifikation), „Baubedarfsartikel aus Kunststoffen“ (Product Code 22.23) bzw. „Sonstige Kunststoffwaren“ (Product Code 22.29) zurückgegriffen. Für diese Produktkategorien verzeichnet Eurostat insgesamt einen Importüberschuss von 127 kt (davon 84 kt Importüberschuss im Bereich Bau).
- Insgesamt ergibt sich ein geschätzter Import-Überschuss von rd. 70 kt.



¹⁾ Die Berücksichtigung von Import-/Export-Daten für Kunststoffverpackungen aus der Handelsstatistik (Eurostat) erweist sich als nicht praktikabel, da diese lediglich den Handel mit ungefüllten Verpackungen berücksichtigt.

Der Kunststoffverbrauch in Österreich bezifferte sich im Jahr 2019 auf rund 1.160 kt; damit liegt der Pro-Kopf-Inlandsverbrauch in einer ähnlichen Größenordnung wie Deutschland

Geschätzter Kunststoffverbrauch (Inlandsverbrauch) in Österreich



- Basierend auf den verarbeiteten Kunststoffmengen (Output der kunststoffverarbeitenden Betriebe) im Jahr 2019 sowie den in Eurostat verzeichneten Import-Überschüssen ergibt sich ein Inlandsverbrauch für Kunststoffe in Österreich in Höhe von etwa 1.160 kt (über alle Anwendungen).
- Der Pro-Kopf-Inlandsverbrauch befindet sich damit in einer vergleichbaren Größenordnung zu Deutschland (jeweils um 130-150 kg pro Jahr).¹⁾

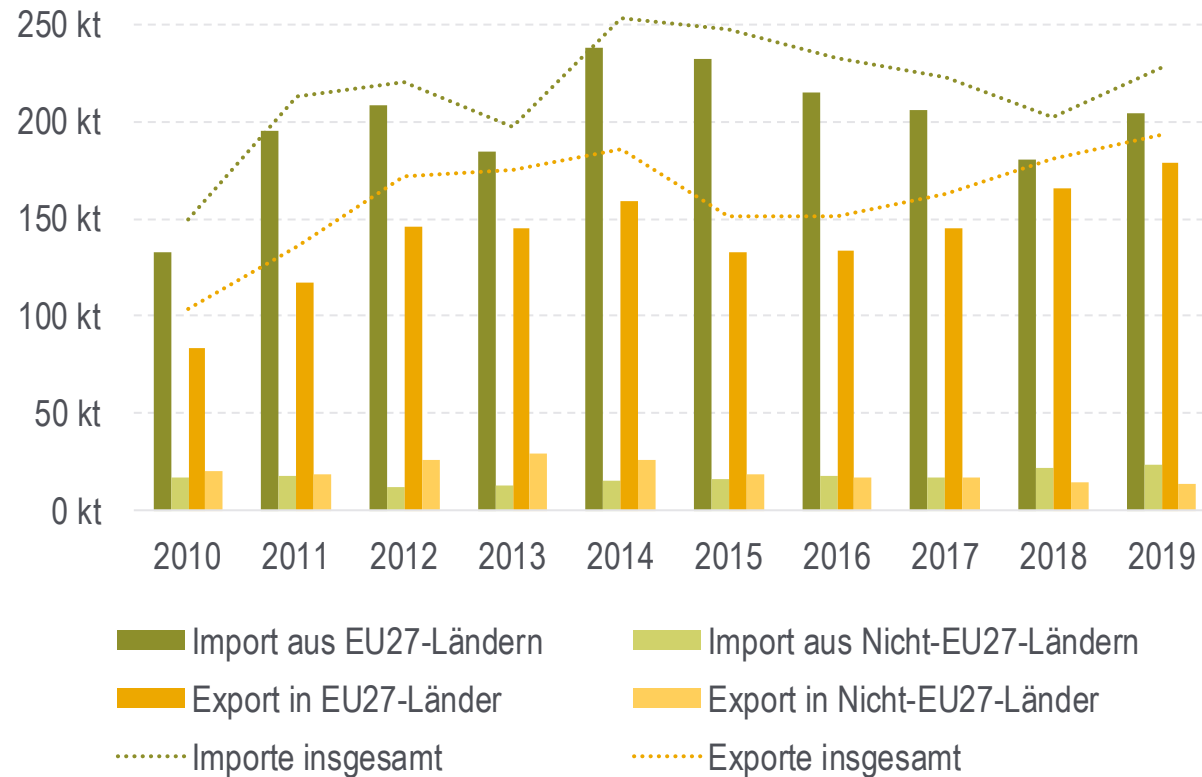
¹⁾ Vgl. Kunststoffverbrauch in Deutschland in Höhe von 12.135 kt, ausgewiesen in der Studie zum "Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019"

Kunststoffabfälle

Die wesentlichen Handelspartner Österreichs im Bereich der Kunststoffabfälle sind andere EU27 Länder; der Anteil der Exporte in Nicht-EU27-Länder hat sich in den letzten Jahren weiter verringert

Handelsströme im Bereich von Kunststoffabfällen

Entwicklung von Import- und Exportmengen im Bereich von Kunststoffabfällen
(Quelle: Eurostat Handelsstatistik)



- Im Jahr 2019 wurden rd. 193 kt an Kunststoffabfällen aus Österreich exportiert – gleichzeitig wurden 228 kt importiert. Daraus ergibt sich ein Import-Überschuss für Kunststoffabfälle in Höhe von ca. 35 kt.
- Das Gros der Kunststoffabfall-Exporte Österreichs fließt in Zielländer innerhalb der EU27 (93% im Jahr 2019). Der Anteil der Exporte in Nicht-EU27-Länder hat sich in den letzten Jahren weiter verringert (ca. 20% im Jahr 2010, 13% im Jahr 2015, 7% im Jahr 2019).
- Auch die nach Österreich importierten Kunststoffabfallmengen stammen überwiegend aus anderen EU27-Ländern (89% im Jahr 2019).

Datenerhebung Kunststoffabfälle und Verwertung

Untersuchungsmethodik: Literaturrecherche zum Kunststoffabfallaufkommen / Daten- und Informationsquellen

- Für den Bereich „Abfallwirtschaft“ wurde von der TU Wien eine auf Literaturrecherchen basierende Datenerhebung durchgeführt.
- Als wichtigste Datenquellen zum österreichischen Kunststoffabfallaufkommen für das Jahr 2019 sind die vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) veröffentlichte Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich 2021 (Datengrundlage 2019), die für das Jahr 2019 vom österreichischen Umweltbundesamt übermittelten Abfallschlüsselnummern zu kunststoffhaltigen Abfällen, die Daten zur getrennten Sammlung von Kunststoffverpackungen im Jahr 2019 sowie die vom österreichischen Umweltbundesamt im Jahr 2017 veröffentlichte Studie „Kunststoffabfälle in Österreich, Aufkommen und Behandlung“ zu nennen. Für die Ermittlung der Kunststoffanteile im Restmüll wurden die online verfügbaren Ergebnisse der 2018/2019 in allen Bundesländern durchgeführten Restmüllsortieranaysen bzw. die Bilanzenmethode der TU Wien Schwarzböck et al. (2017) verwendet.
- Für die Ermittlung von Kunststoffgehalten und Polymertypen wurde nationale und internationale Fachliteratur herangezogen.



Kunststoffabfallaufkommen

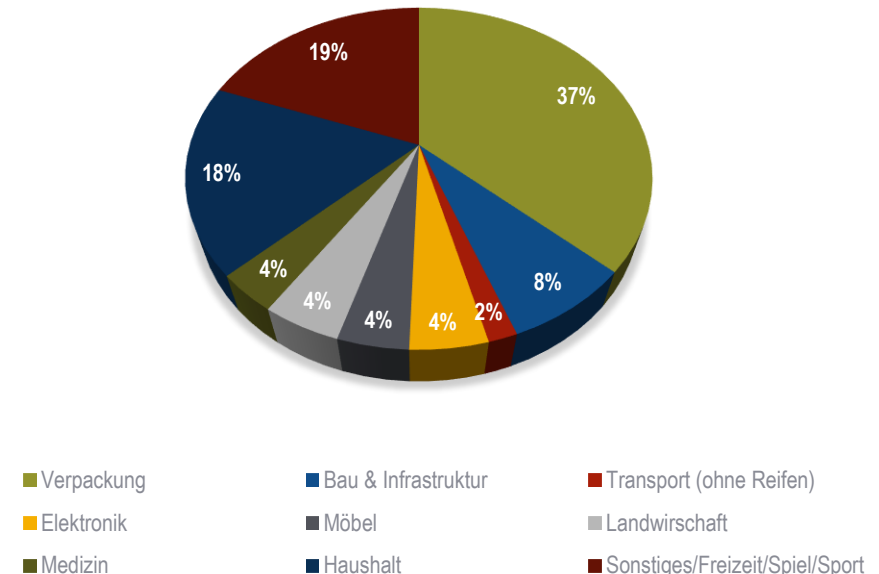
Kunststoffabfallanfall nach Nutzungskategorie
 exklusive: Farben/Lacke/Gummi/Textilien

Nutzungskategorie	Anteil am Primäraufkommen (%)	Kunststoffmenge (t)
Verpackung ²⁾	37%	302.000
Bau & Infrastruktur	8%	62.500
Transport	2%	14.000
Elektro/Elektronik	5%	37.100
Möbel	4%	34.000
Landwirtschaft	5%	37.800
Medizin	4%	29.800
Haushalt	18%	147.000
Sonstiges/Freizeit/Spiel/Sport	19%	158.000
Summe:	100%	822.200

Post-consumer- & Produktions- und Verarbeitungsabfälle ¹⁾

Kunststoffe in Primärabfällen (t)	Anteil post-consumer (%)	Anteil post-production (%)
822.200	~ 83	~ 17

Kunststoffanteil Nutzungskategorien in %
 Erhebung TU-Wien 2021



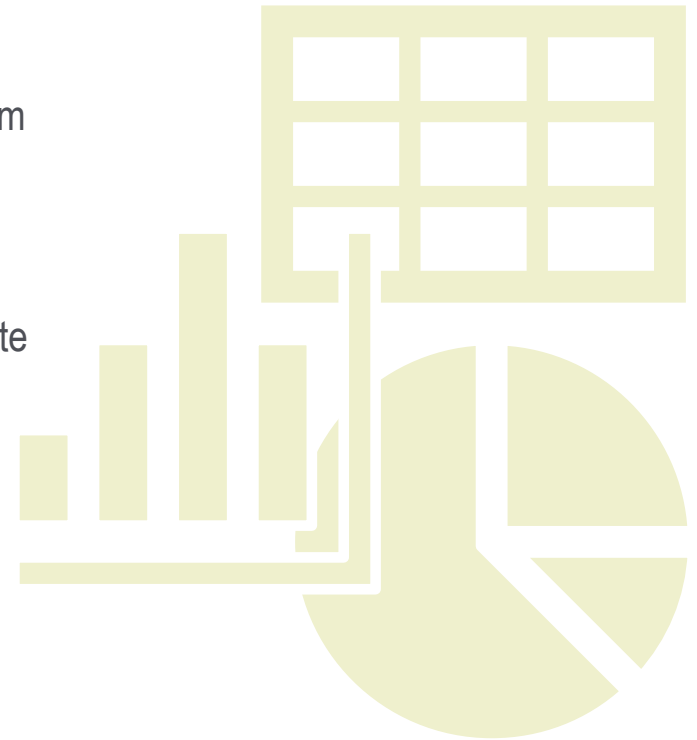
¹⁾ (Stoifl et.al. 2017)

²⁾ (abfallseitige Unterscheidung von food-contact und non-food contact nur eingeschränkt möglich)

Aufkommen von Kunststoffabfällen nach Polymertypen

Polymertypen in den Nutzungskategorien

- Informationen zu Polymertypen in den Abfallströmen der unterschiedlichen Nutzungskategorien konnten nur eingeschränkt ermittelt werden. Für die Nutzungskategorien „Verpackung“, „Land- und Forstwirtschaft“ und „Medizin“ wurden, unter Annahme einer zu vernachlässigenden Lagerbildung, die Ergebnisse der online-Umfrage herangezogen.
- Für die Nutzungskategorien „Elektro/Elektronik“ und „Transport“ wurden Literaturdaten erhoben, wobei anzumerken ist, dass in den herangezogenen Studien nur teilweise die betrachteten Polymertypen der vorliegenden Studie untersucht wurden. So machte „Gummi“ im Transportbereich mit 85,6 % den bei weitem größten Anteil aus. Gummi wird in der vorliegenden Studie verarbeitungsseitig jedoch nicht betrachtet. Bei Elektroaltgeräten ergaben sich, abhängig vom Studiendesign, sehr unterschiedliche Ergebnisse. Lediglich für den Anteil an ABS wurden ähnliche Anteile von etwa 25 % ermittelt.
- Für die Nutzungskategorien „Baumaterialien“, „Möbel“, „Haushalt/Spiel/Sport/Freizeit“ und „Sonstiges“ konnte aufgrund fehlender Daten, keine polymere Zusammensetzung der Abfallströme ermittelt werden.



Recycling von Kunststoffabfällen

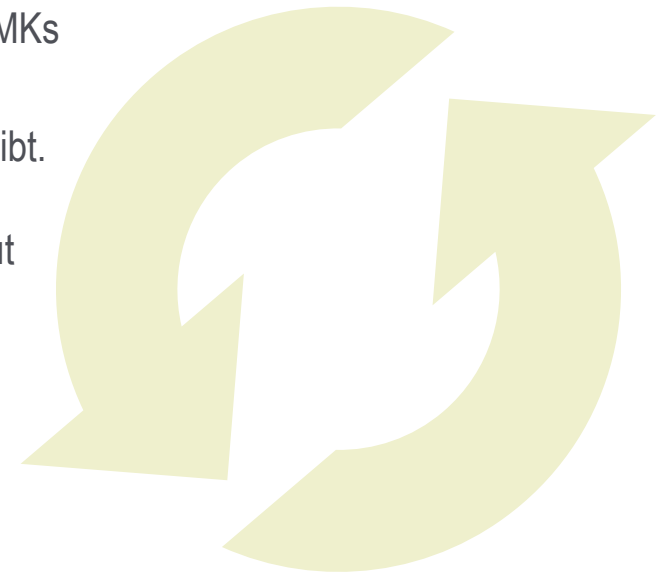
Werkstoffliches Recycling

Recycling Input

- Für die Ermittlung des Recycling Inputs und Outputs wurde den Umfrageergebnissen die Ergebnisse einer Studie des BMKs Sortierung und Recycling von Kunststoffabfällen in Österreich (Datengrundlage aus dem Jahr 2018) gegenübergestellt. Durch „Verschneidung“ der Daten konnten 14 von insgesamt 24 Recyclinganlagen abgebildet werden, woraus ein Recyclinginput von rund 301.000 t ermittelt werden konnte. Laut Angaben des BMKs stammt mindestens die Hälfte des Kunststoffabfallinputs aus dem Ausland, was sich auch mit den Umfrageergebnissen deckt. Weiters gibt das BMK einen Post-Consumer Anteil von 97% an, aus der Umfrage ergaben sich hier lediglich 82,5 %. Aufgrund der größeren Zahl an betrachteten Anlagen, wird hier eine Orientierung an der Angabe des BMKs empfohlen.
- Es ist anzumerken, dass das BMK einen Input von 26% von Kunststoffabfällen ins werkstoffliche Recycling angibt. Angewandt auf das gesamte Kunststoffabfallaufkommen (abzüglich von Farben, Lacken, Klebern, Textilien und Gummi) ergibt dies einen Recyclinginput von 214.000t. Somit überschreitet der in dieser Studie errechnete Input von lediglich 14 Anlagen bereits den mittels BMK %-Sätzen errechneten Gesamtinput.

Recycling Output

- Mit der oben Beschriebenen Vorgangsweise konnte ein Output von 200.000 t ermittelt werden. Davon sind gemäß den Umfragedaten 173.000 t sortenreines und 27.000 t Mischkunststoffrezyklat. Mit 133.000 t gelangt der Großteil des Absatzes ins Ausland, der Absatz im Inland beträgt 67.000 t.



Recycling von Kunststoffabfällen

Rohstoffliches Recycling

Recycling Input/Output

- Für das chemische Recycling gibt es in Österreich bisher eine Pilotanlage der OMV. Für diese Anlage wird ein aktueller Durchsatz im Bereich von 50-60 kg/h (jährlich ca. 800 t) angegeben (BMK, 2020). Die maximale Verarbeitungskapazität beträgt bis zu 100 kg/h, was 100 l an synthetischem Rohöl entspricht (Re-Oil Verfahren). Ausgehend von einem Input von 800 t im Jahr und einer angenommenen Dichte des Rohöls von 850 kg/m^3 , ergibt sich ein Output von 680 t an synthetischem Rohöl für das Jahr 2019.
- Des Weiteren wird der als Reduktionsmittel im Hochofenprozess genutzte Kunststoffabfall dem rohstofflichen Recycling zugeordnet (Stoifl et al., 2017). Für das Jahr 2019 beläuft sich die Masse an eingesetzten Kunststoffabfällen auf 57.000 t. Da es hierbei zu keinem Recycling - Output kommt wie beim Re-Oil Verfahren, werden die Rückstände im Fluss „Rückstände/Abgase“ gemeinsam mit ebenfalls 57.000 t bilanziert.



Thermische Verwertung von Kunststoffabfällen

Thermische Verwertung MVA

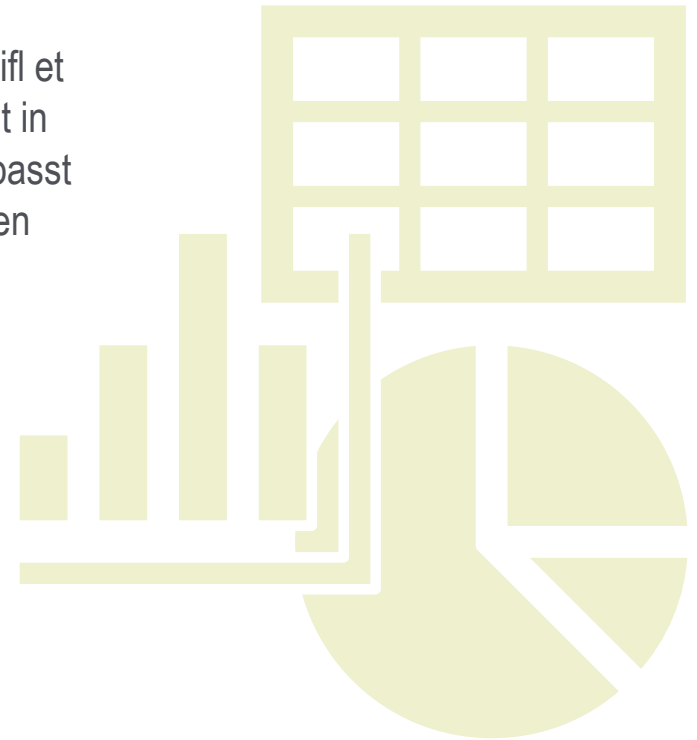
- Laut Statusbericht des Bundesabfallwirtschaftsplanes 2021 werden rund 72 % des Anteils an Kunststoffen in Primärabfällen thermisch verwertet (BMK, 2021). Dies ergibt für das hier erhobene Kunststoffaufkommen eine Masse von 592.000 t. Davon gelangen etwa 68 % in thermische Behandlungsanlagen für Siedlungsabfälle ($\hat{=}$ 403.000 t) und 32% in die industrielle Mitverbrennung ($\hat{=}$ 189.000 t) (Stoifl et al., 2017).

Industrielle Mitverbrennung

- Der Prozentsatz an Kunststoffen, welche in die industrielle Mitverbrennung gelangen beträgt rund 32% (Stoifl et al., 2017). Dies entspricht einem Input von 189.000 t. Da Farben, Lacke, Gummi (Reifen), und Textilien nicht in die Betrachtung miteinfließen, mussten die Prozentsätze für die MVA und industrielle Mitverbrennung angepasst werden. Vor allem Reifen machen mit etwa 28.000 t in der industriellen Mitverbrennung einen nennenswerten Anteil aus, der hier jedoch nicht dargestellt wird.

Verbrennungsrückstände und Abgase

- Für die Abschätzung der Verbrennungsrückstände (Aschen/Schlacken) wurde im Zuge eines Expertengesprächs (Fellner, 2022) ein Wert von 9% eruiert. Demnach wird mit 91% der Großteil der Kunststoffabfälle vollständig oxidiert, was im Fluss „Abgase“ für den jeweiligen Verbrennungsprozess dargestellt wird.



Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

Anlageninput/-Output

- Für die Berechnung der Kunststoffmengen, welche in die mechanisch biologische Abfallbehandlung (MBA) gelangen, wurden zwei verschiedene Ansätze gewählt. Zum einen wurde vom MBA-Gesamtinput von 413.000 t (4% Klärschlamm abgezogen) mittels jener aus den Restmüllsortieranalysen ermittelten Prozentsätze für Verpackungs- und Nichtverpackungskunststoffe, eine Kunststoffmenge von 42.000 t berechnet. Zum anderen wurde mit dem in der Studie von Schwarzböck et al. (2017) angegebenen Kunststoffgehalt von 16,5% eine Kunststoffmenge von 66.000 t ermittelt.
- Die Bilanzenmethode stellt zwar ein wesentlich genaueres Instrumentarium zur Ermittlung von Kunststoffgehalten dar, jedoch wurde der daraus errechnete Wert im Stan Modell nicht verwendet, da hier Kunststoffabfallströme, die in dieser Studie nicht betrachtet werden, nicht einfach abgezogen werden können. Stattdessen wurde der Mittelwert (55.000) aus den beiden errechneten Werten für das Modell herangezogen. Dies ist als Annäherung zu verstehen, welche mit größerer Unsicherheit behaftet ist. Für die deponierten Rückstände wurde der im Statusbericht angegebene Wert von 2% herangezogen, davon stammen wiederum 88% aus der MBA, was eine Masse von 16.000 t ergibt (BMK, 2021), (Stoifl et al., 2017).



Datenunsicherheiten nach Laner et.al. (2015)

Methodik

Indikatorbasierte Berechnung des Unsicherheitsintervalls unter Annahme normalverteilter Daten

Indikator	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
Vertrauenswürdigkeit	Die Datengenerierung ist nach wissenschaftlichen Kriterien dokumentiert und peer reviewed	Datengenerierung ist gut dokumentiert und transparent, jedoch unvollständig und nicht auf Validität überprüft	Datengenerierung ist nicht beschrieben, das Prinzip ist jedoch klar; nicht auf Validität überprüft	Methode der Datengenerierung nicht dokumentiert oder unklar
Vollständigkeit	Es werden alle für die Beantwortung der Fragestellung relevanten Massenflüsse behandelt	Es sind die Hauptprozesse zur Beantwortung der Fragestellung enthalten	Teilweise Abdeckung der Hauptprozesse mit Datenlücken	Es sind nur fragmenthaft Daten vorhanden
Temporäre Korrelation	Daten beziehen sich auf die in der Fragestellung definierte Periode	Daten weichen um 1-5 Jahre ab	Daten weichen um 5-10 Jahre ab	Abweichung um mehr als 10 Jahre
Geografische Korrelation	Vorhandene Daten stimmen mit der in der Fragestellung def. Region überein	Daten stehen im Zusammenhang mit einer sozioökonomisch vergleichbaren Region	Abweichungen mit einer sozioökonomisch vergleichbaren Region zu erkennen	Wesentliche Unterschiede zu einer sozio-ökonomisch vergleichbaren Region
Sonstige Korrelation	Wert bezieht sich auf dasselbe Produkt, dieselbe Technologie	Wert bezieht sich auf ähnliches Produkt/Technologie	Wert weicht von Betrachtungs-produkt/-technologie ab, aber eine grobe Korrelation kann anhand von Erfahrungswerten hergeleitet werden	Wert weicht stark von Betrachtungs-produkt/-technologie ab. Etwaige Korrelation eher spekulativ

Diese Indikatoren werden nach einem vierstelligen Punktesystem bewertet (1 = gute Datenqualität, 4=schlechte Datenqualität).

Anschließend an die Datenbewertung wird die mit einem bestimmten Indikatorwert assoziierte, quantitative Unsicherheit bestimmt. Die Unsicherheiten werden, ausgehend von normalverteilten Daten, durch Variationskoeffizienten (CV) quantifiziert, welche einer Exponentialfunktion folgen.

Dies bedeutet, dass die Unsicherheit mit sinkender Bewertung exponentiell ansteigt. Variationskoeffizienten zwischen 2% und 20% weisen auf eine gute Datengrundlage hin, Variationskoeffizienten zwischen 25% und 100% auf eine schlechte. Nach der Berechnung der quantitativen Unsicherheit jedes Indikators wird die „Gesamtunsicherheit“ jedes Datenpunkts ermittelt.

Datenunsicherheiten nach Laner et.al. (2015)

Methodik

Expertenschätzung

Experten-schätzung	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4
Vertrauens-würdigkeit	Offizielle Experten-einschätzung aufbauend auf teilweise empirischen Erhebungen, transparente Vorgehensweise vollumfänglich bewandter Experte	Experten-einschätzung unter Bezugnahme auf empirische Erhebungen, transparente Vorgehensweise, versierter Experte	Experten-einschätzung ohne empirische Erhebung basierend auf limitierter Dokumentation	Experten-einschätzung basierend auf spekulativen und nicht nachvollziehbaren Daten
CV in %	4,5	13,7	41,3	126,6

Datenunsicherheiten nach Laner et.al. (2015)

Ergebnisse

Abfallaufkommen

Nutzungskategorie	Kst-Abfallaufkommen (t)	Unsicherheit (%)
Verpackung	302.000	5,0
Bau & Infrastruktur	62.500	9,0
Transport	14.000	16,0
Elektronik	37.100	5,0
Möbel	34.000	12,0
Landwirtschaft	37.800	17,0
Medizin	29.800	15,0
Haushalt	147.000	25,0
Sonstiges/Spiel/Sport/Freizeit	158.000	42,0

Abfallbehandlung/-verwertung

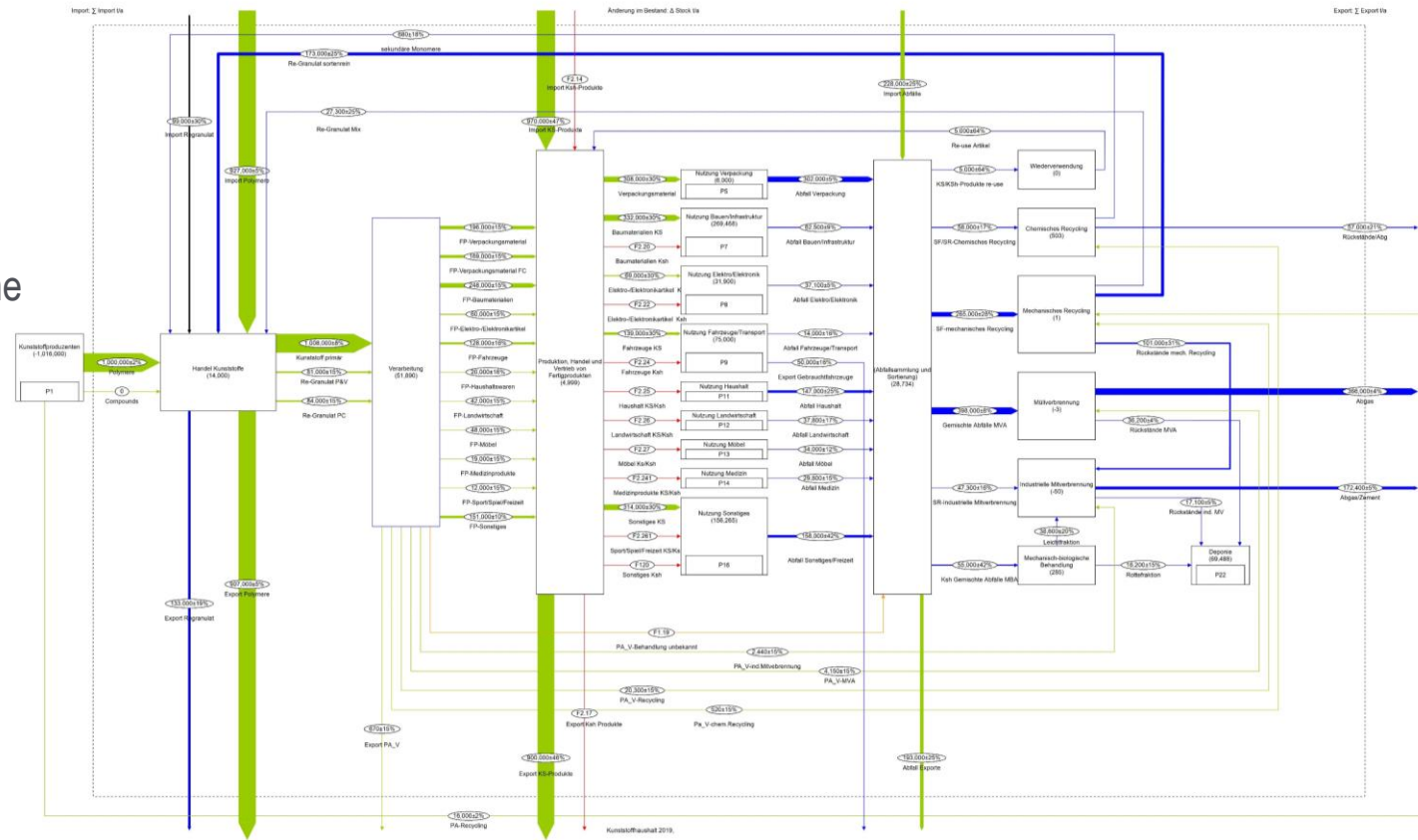
Abfallbehandlung-/Verwertung	Kunststoffe (t)	Unsicherheit (%)
Re-Use, Input	5.000	64,0
Re-Use, Output	5.000	64,0
Rohstoffliches Recycling, Input	58.000	17,0
Rohstoffliches Recycling, Output	680	17,0
Rohstoffliches Recycling, Rückstände	57.000	21,0
Werkstoffliches Recycling, Input	301.000	28,0
Werkstoffliches Recycling, Output	200.000	30,0
Werkstoffliches Recycling, Rückstände	101.100	30,0
MVA Input (gesamt)	403.000	8,0
MVA Rückstände	36.200	4,0
MVA Abgase	366.000	4,0
Ind. Mitverbrennung Input (gesamt)	189.000	8,0
Rückstände Recycling in ind. Mitverbrennung	101.000	30,0
Leichtfraktion MBA in ind. Mitverbrennung	38.600	20,0
Abfälle Verarbeitung in ind. Mitverbrennung	2.440	15,0
Ind Mitverbrennung Rückstände	17.100	5,0
Ind.Mitverbrennung Abgase	172.400	5,0
MBA Input	55.000	42,0
MBA Deponiefraktion (kunststoffhaltig)	16.200	15,0

Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Hauptsystem

Systembeschreibung

- Die Materialflussanalyse (MFA) ermöglicht die umfassende Bewertung von Flüssen und Lagern innerhalb eines zeitlich und räumlich begrenzten Systems. Das Grundprinzip der Materialflussanalyse beruht auf dem Massenerhaltungssatz (Prozessinput = Prozessoutput +/- Lageränderung). Es besteht die Möglichkeit, eine Analyse auf Güterebene oder auf Stoffebene durchzuführen. Die Materialflussanalyse wurde gemäß ÖNORM S2096 durchgeführt.
- Die räumliche Systemgrenze des vorliegenden Modells bildet Österreich. Als zeitliche Grenze wird das Betrachtungsjahr 2019 herangezogen, daher auch die Bezeichnung „statische Materialflussanalyse“. Auf der Güterebene werden „Kunststoffe“, auf der Stoffebene die bereits genannten Polymere dargestellt.
- Insgesamt besteht das Modell aus 32 Prozessen und 109 Flüssen.
- Die unterschiedlichen Verarbeitungsformen sind im Subsystem des Prozesses „Verarbeitung“ dargestellt.



Legende Datenquellen der Massenflüsse

- Grün = Erhebung Converso
- Blau = Bilanzierung TU Wien
- Rot = fehlende Daten

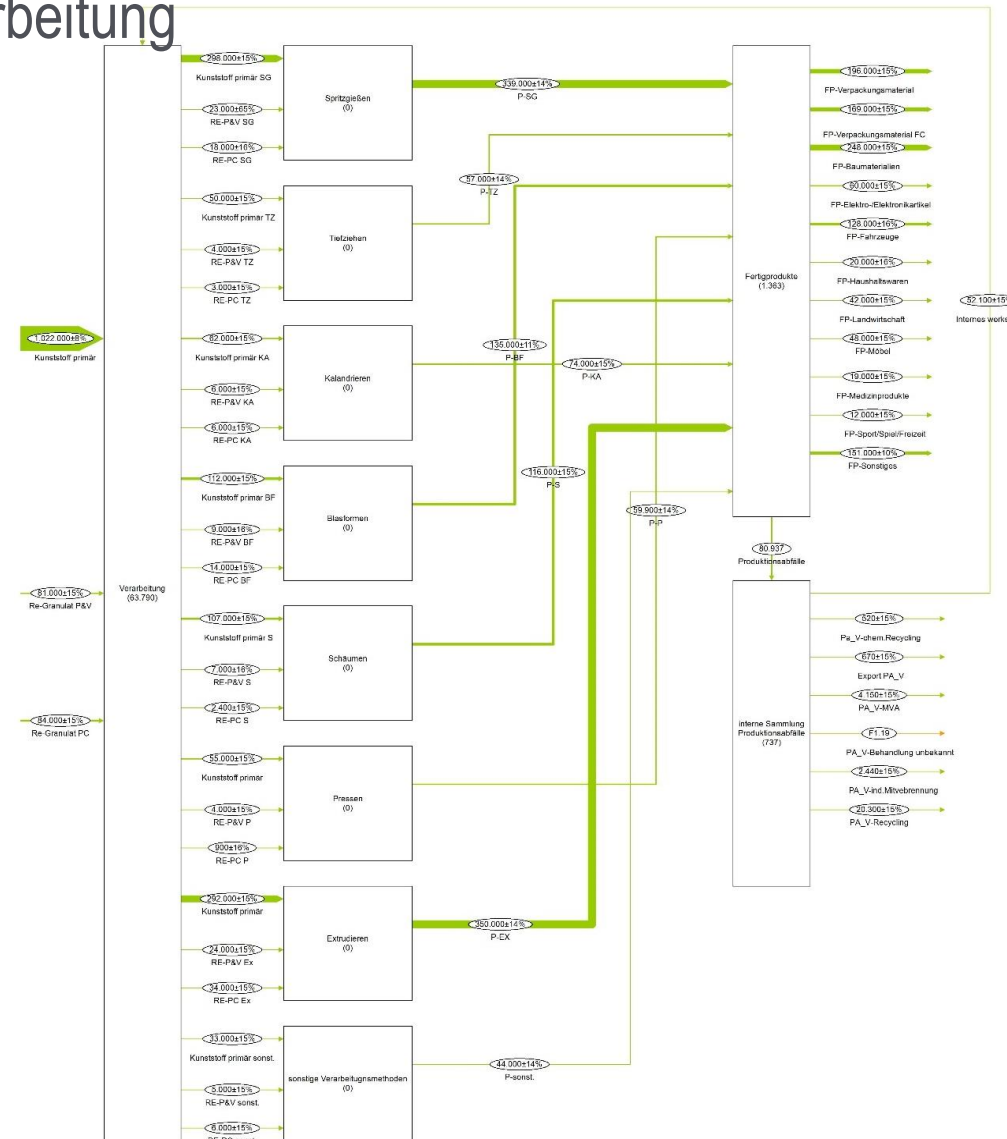
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Subsystem Verarbeitung

Subsystem Verarbeitung

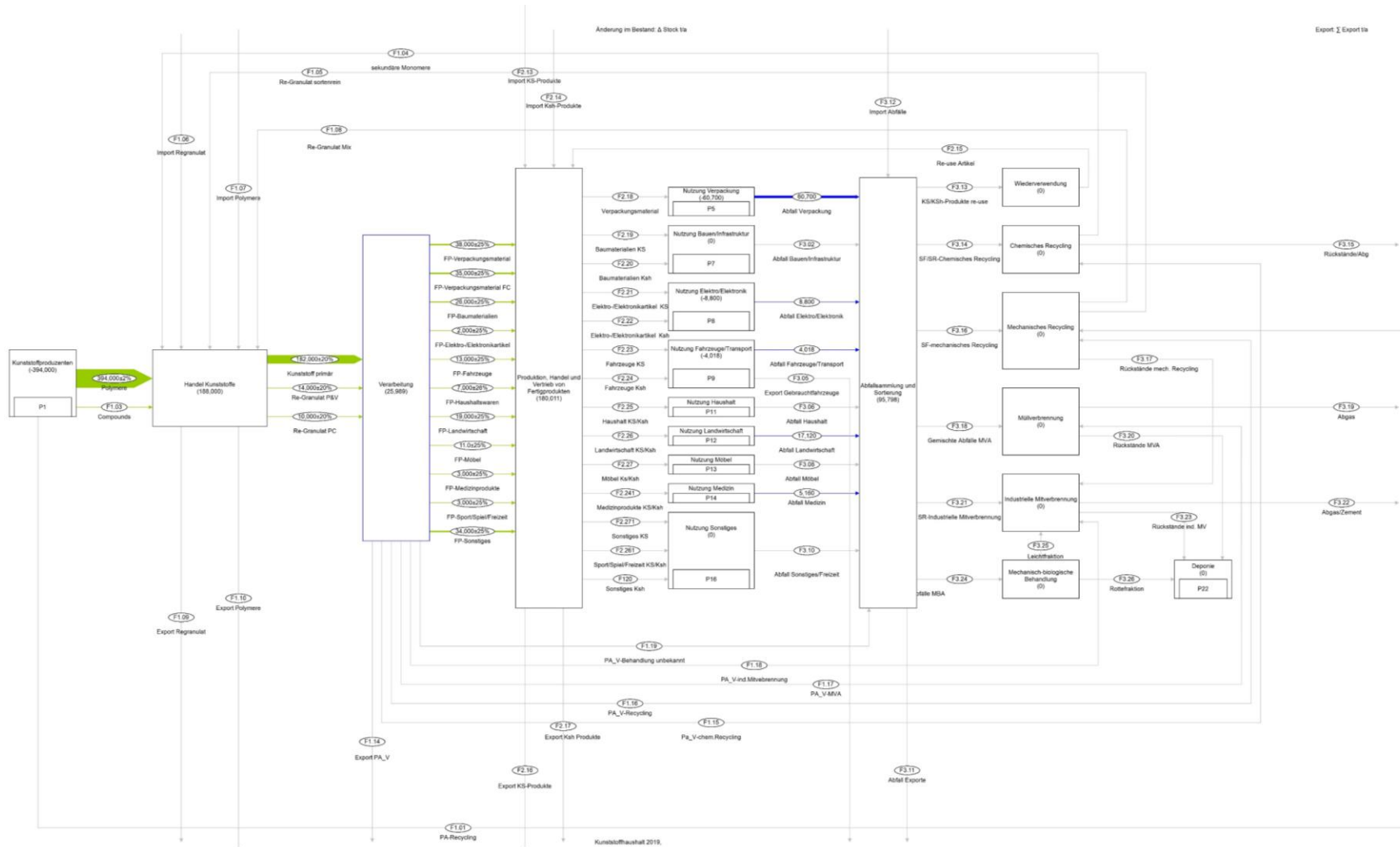
■ Im Subsystem Verarbeitung werden folgende Verarbeitungsformen dargestellt:

- Spritzgießen
- Tiefziehen
- Kalandrieren
- Blasformen
- Schäumen
- Pressen
- Extrudieren
- Sonstige Anwendungsmethoden



Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff Polypropylen



Legende Datenquellen der Massenflüsse

- Grün = Erhebung Converio
- Blau = Bilanzierung TU Wien
- Grau = fehlende Daten

Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Ergebnisse

Güterebene-Kunststoffe

- Durch die durchgeführte Umfrage und deren Auswertung durch die Conversio GmbH konnte eine fundierte Datengrundlage zu Österreichs Kunststoffherzeugung und Kunststoff-verarbeitung sowie des daraus resultierenden Verbrauchs generiert werden. Größere Datenlücken, welche eine detailliertere Darstellung des Bereichs der Nutzung von Kunststoffen verhindern, ergeben sich jedoch durch die fehlenden Daten zu Importen und Exporten kunststoffhaltiger Produkte. Dadurch entfallen wesentliche Informationen zum gesamten Kunststoffverbrauch und zu Lagerzuwächsen bzw. Lageränderungen in den Nutzungen der jeweiligen Kategorien. Aufgrund dieser fehlenden Daten ist auch eine Datenausgleichsrechnung mit der MFA Software Stan nicht möglich. Daher wird in zukünftigen Materialflussanalysen eine Systematik auszuarbeiten sein, welche zumindest eine Abschätzung des Kunststoffinputs und Outputs über Importe und Exporte kunststoffhaltiger Produkte ermöglicht.

Stoffebene/Subgüterebene-Polymere

- Auf der Stoffebene/Subgüterebene ergeben sich im Vergleich zur Güterebene noch weitaus größere Datenlücken. Aus diesem Grund ist eine Abbildung der Polymertypen auf Subgüterebene in einem Modell der vorliegenden Komplexität zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Eine gezielte Analyse ausgewählter Polymere unter Abstimmung der Recyclingmöglichkeiten und auch der Einsatzmöglichkeiten von Rezyklaten, wäre hier eine zielführendere Herangehensweise. Es muss in diesem Kontext jedoch darauf hingewiesen werden, dass auch die verfügbaren Informationen zu Additiven in Kunststoffprodukten derzeit äußerst begrenzt sind, was höherwertigen Recyclinganwendungen häufig im Weg steht. Es bedarf deshalb einer genauen Abwägung, ob der Aufwand einer vertiefenden Datenerhebung auf Polymerebene zielführend und daher berechtigt wäre.

Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere

Grenzen der nachfolgenden Auswertungen auf Ebene der einzelnen Polymere

Die fehlenden Daten zu Importen und Exporten kunststoffhaltiger Produkte in Bezug auf Masse, Kunststoffgehalt und Art der enthaltenen Kunststoffe verhindern derzeit die detailliertere Darstellung des Bereichs der Nutzung von Kunststoffen nach Masse und nach Art der verwendeten Polymere. Diese Datenlücken können vom Stoffflussmodell auch durch Bilanzierung und Ausgleichsrechnung nicht in ausreichendem Ausmaß geschlossen werden. Auf der Stoffebene/Subgüterebene der einzelnen Polymere ergeben sich im Vergleich zur Güterebene noch weitaus größere Datenlücken.

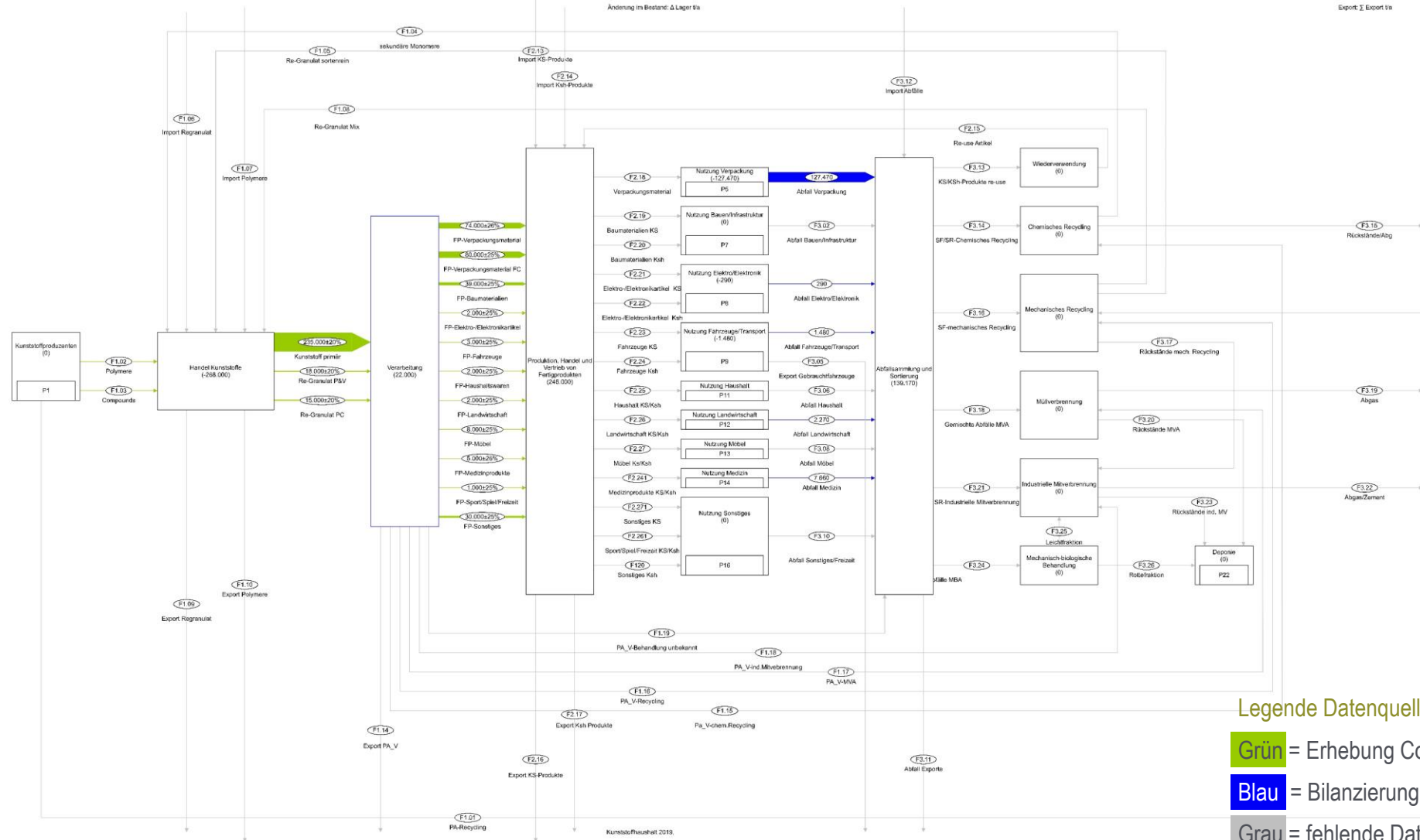
Die nachfolgenden Auswertungen für einzelne Kunststoffe dienen daher zu einer Beurteilung des aktuellen Stand der verfügbaren Daten zum jeweiligen Kunststoff. Eine Aussage über die Größe des erfassten Anteils am gesamten Kunststofffluss des jeweiligen Polymers ist daraus nicht ableitbar.

Die Auswertung der Materialflussanalyse auf Stoffebene wird für folgende Kunststoffe dargestellt:

- Polypropylen PP
- Polyethylen PE gesamt (HD und LD)
- Polystyrol PS
- Polystyrol expandiert PS-E
- Polyvinylchlorid PVC
- Summe aus ABS, ASA, SAN
- Polymethylmethacrylat PMMA
- Polyamid PA
- Polyethylterephthalat PET
- Summe sonstiger Thermoplaste
- Polyurethan PUR
- Sonstige Kunststoffe

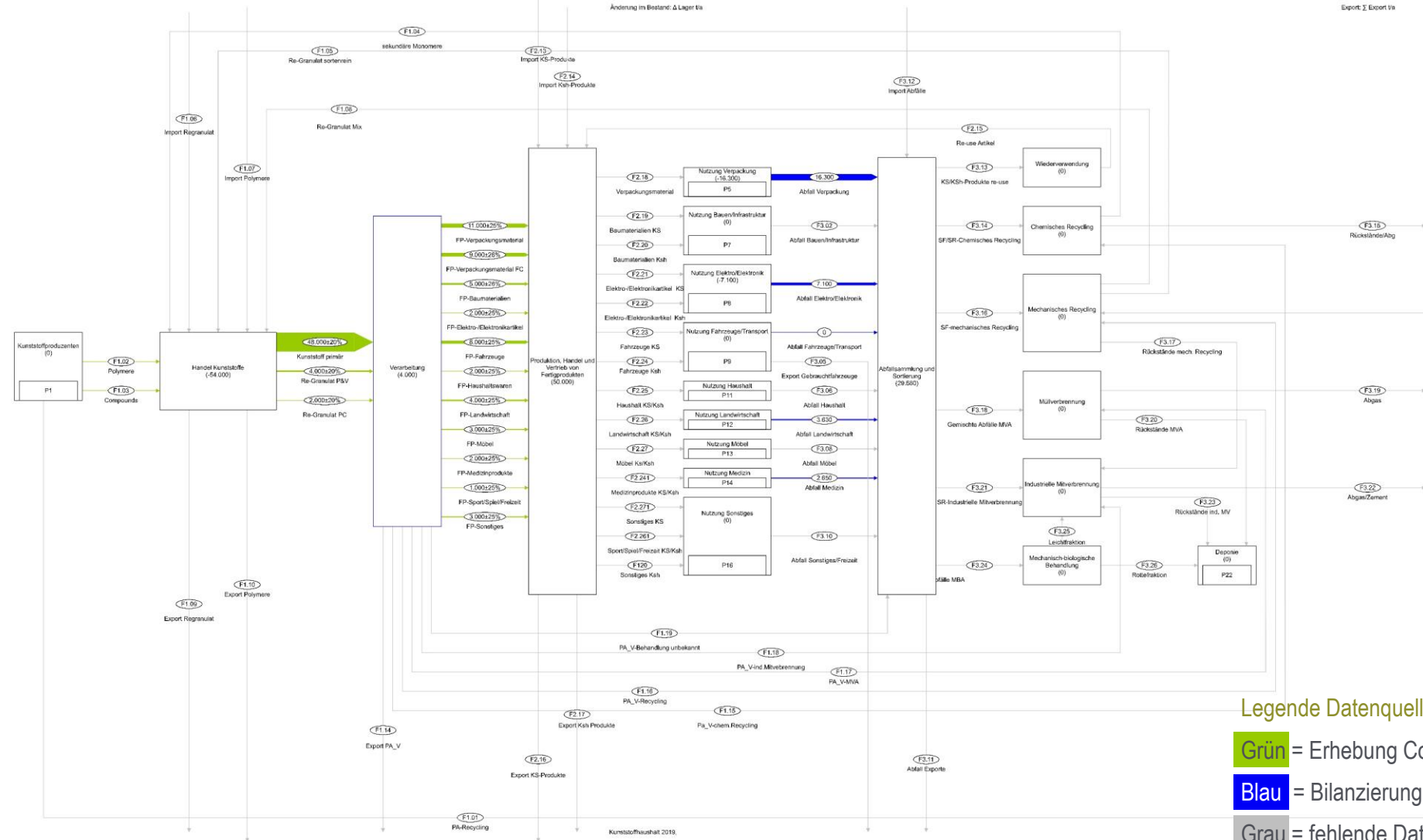
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PE gesamt



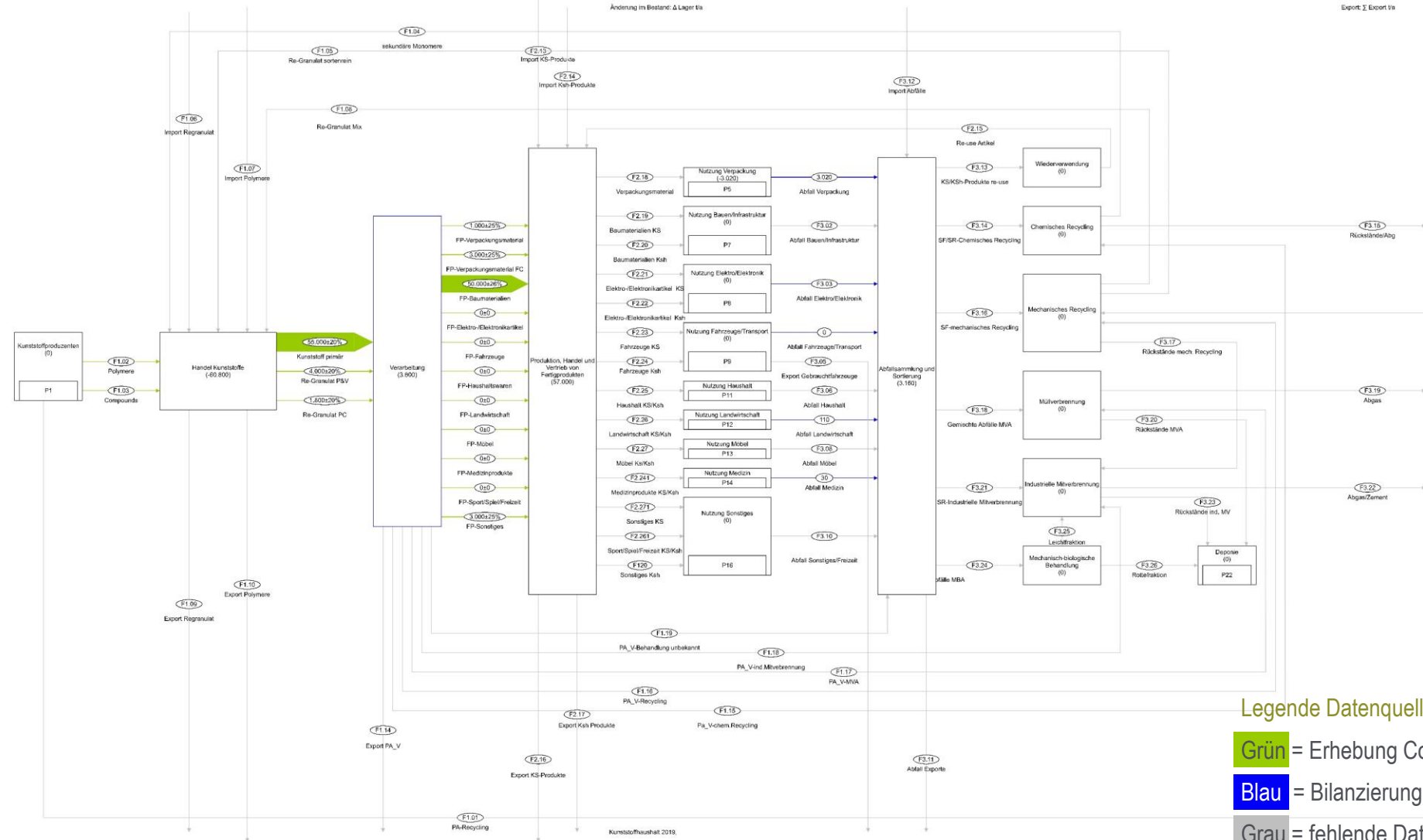
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PS



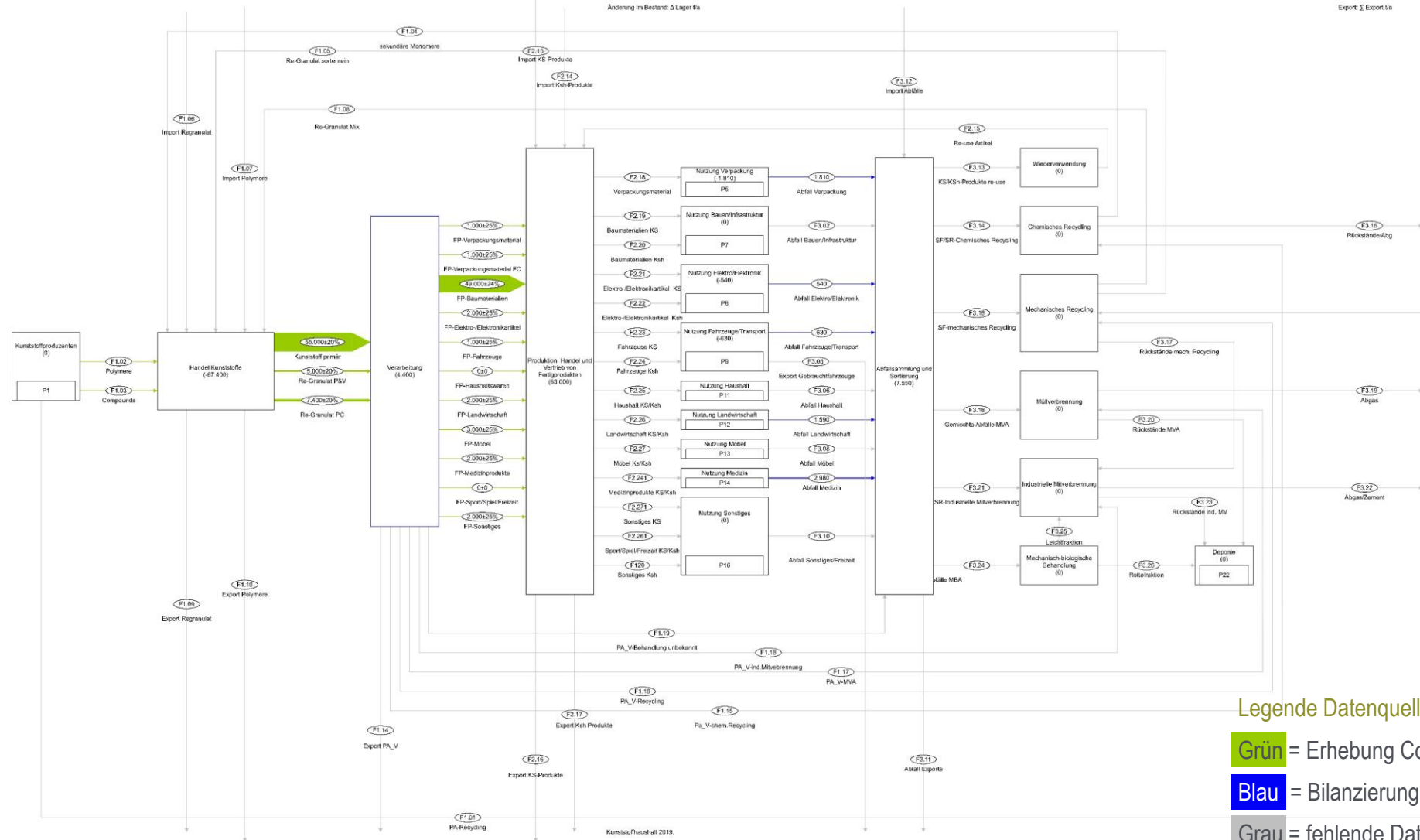
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PS-E



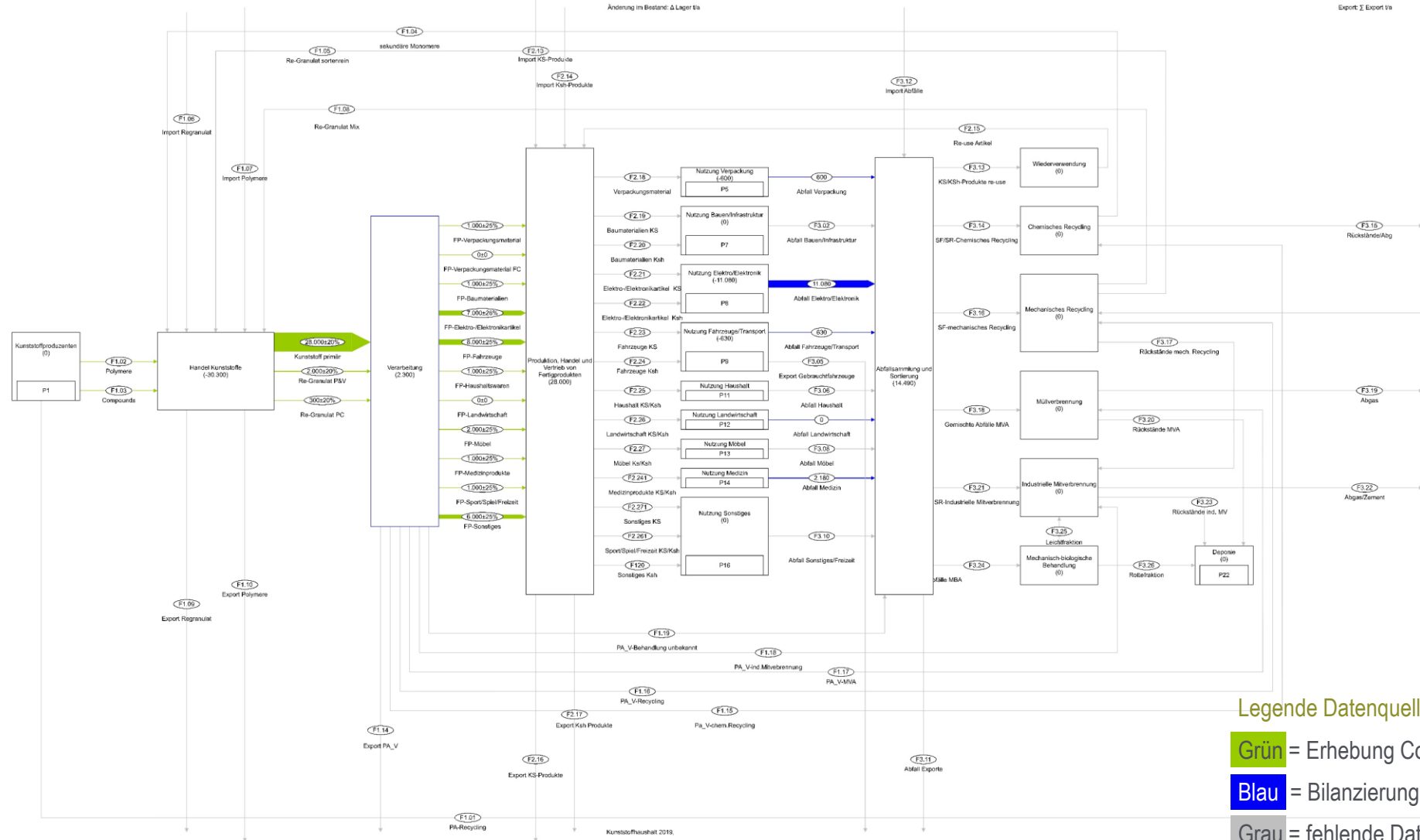
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PVC



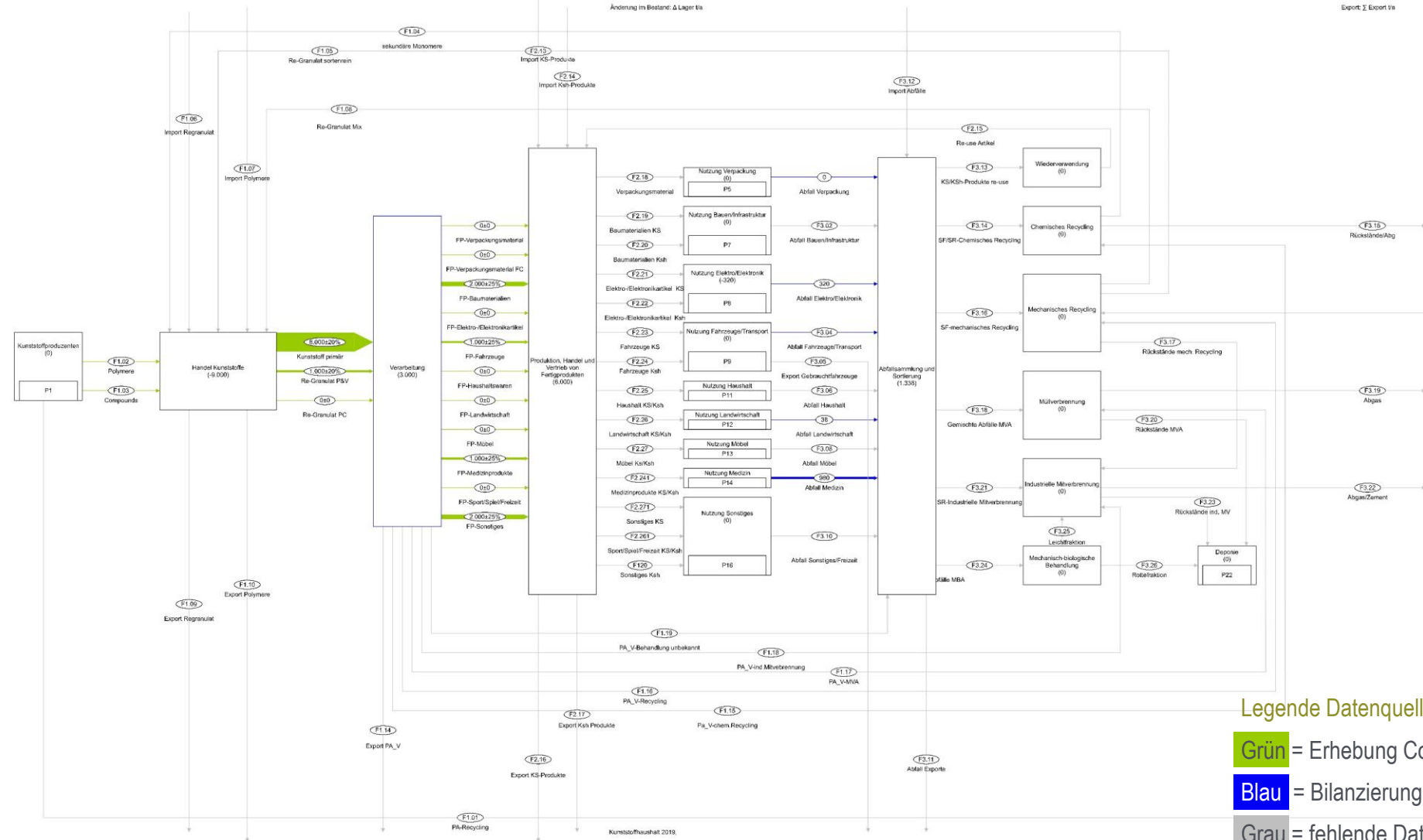
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Summe aus ABS, ASA, SAN



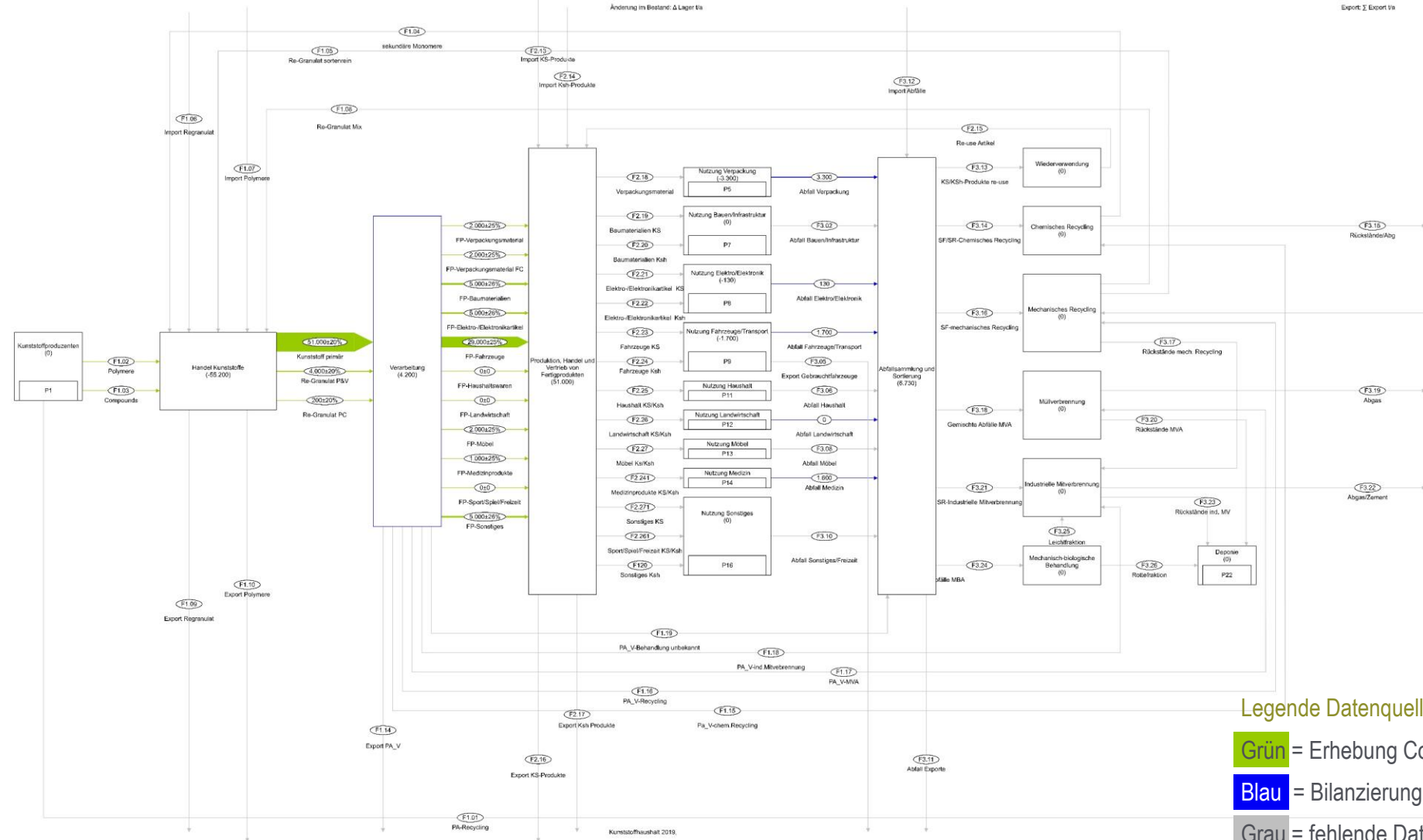
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PMMA



Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PA

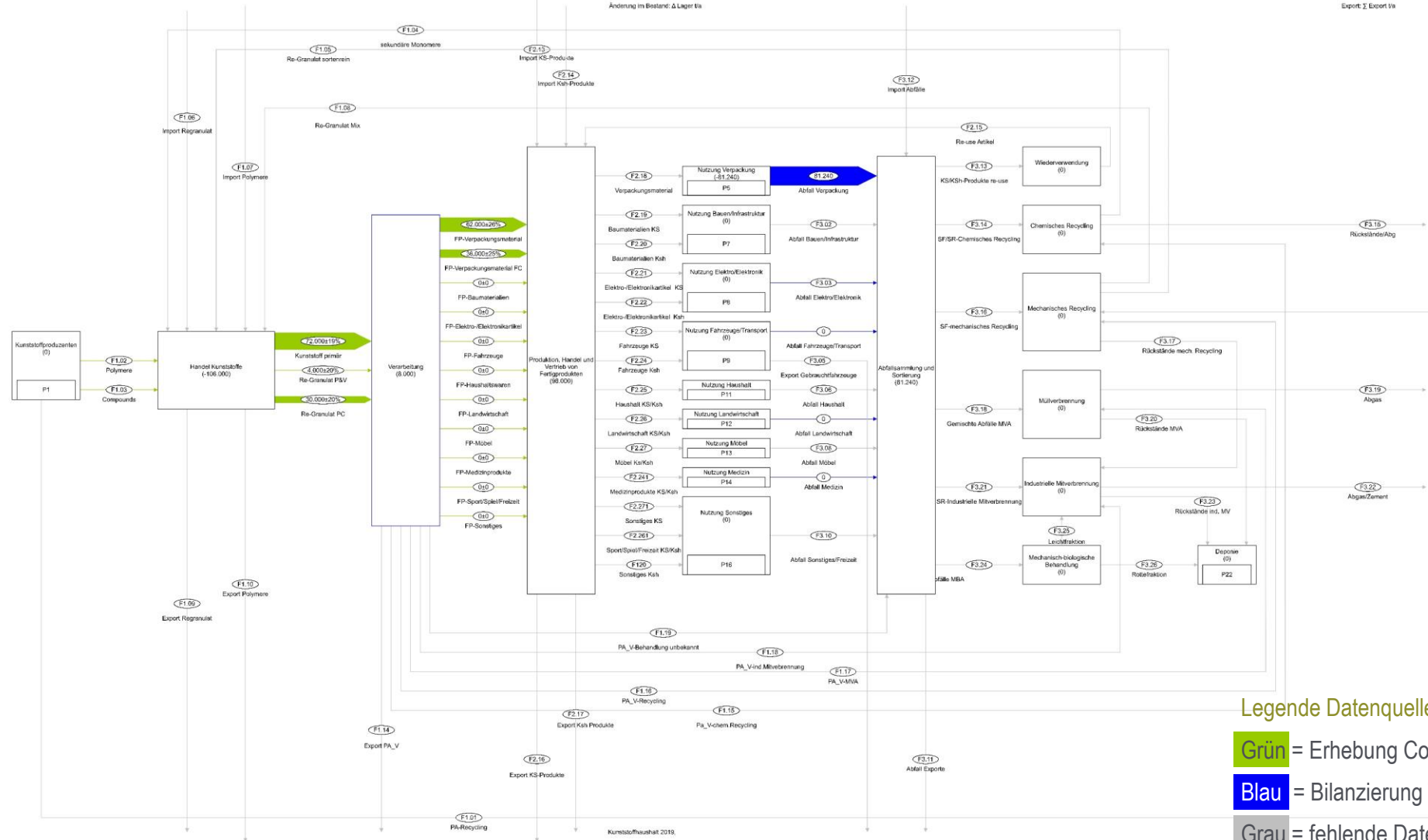


Legende Datenquellen der Massenflüsse

- Grün = Erhebung Converio
- Blau = Bilanzierung TU Wien
- Grau = fehlende Daten

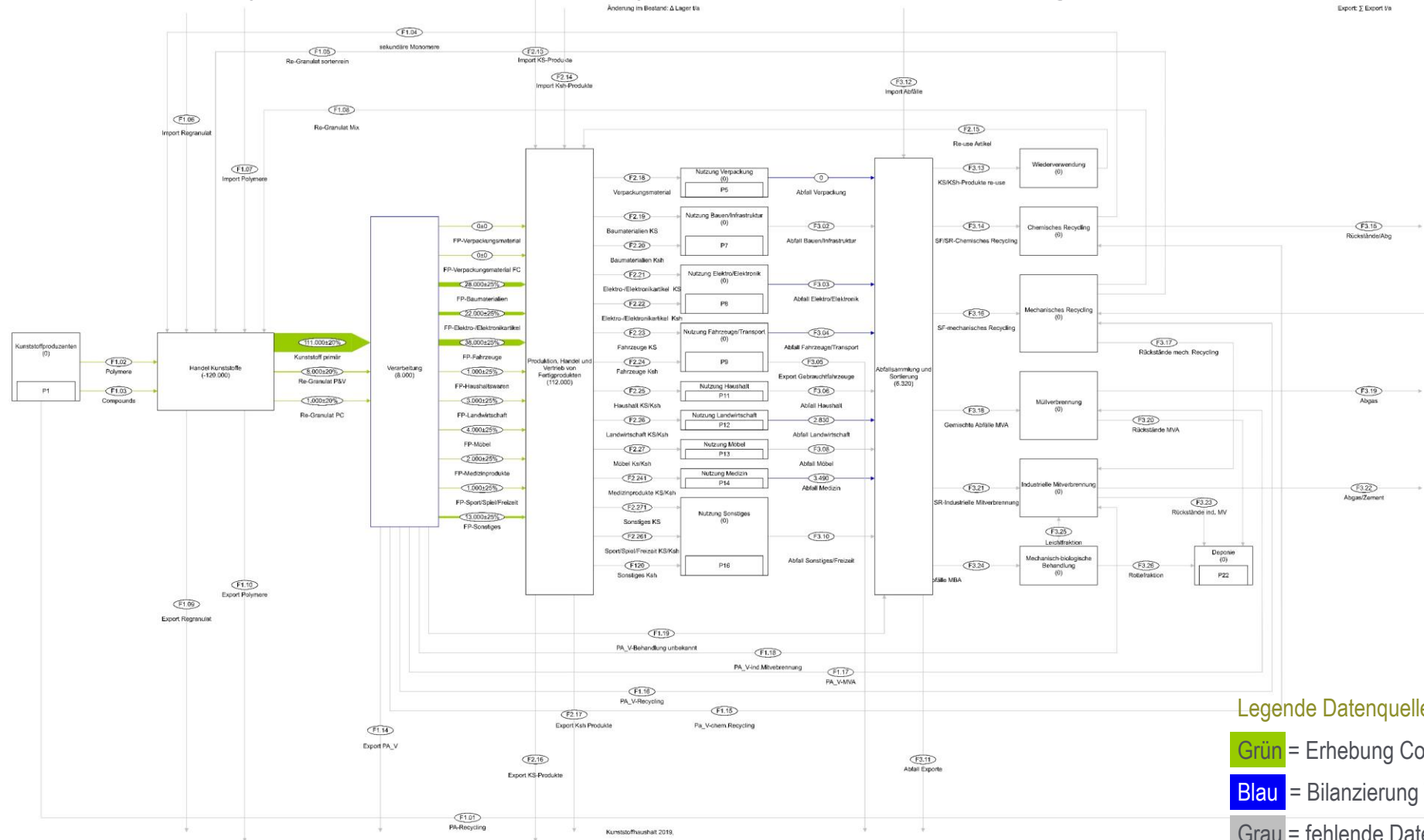
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PET



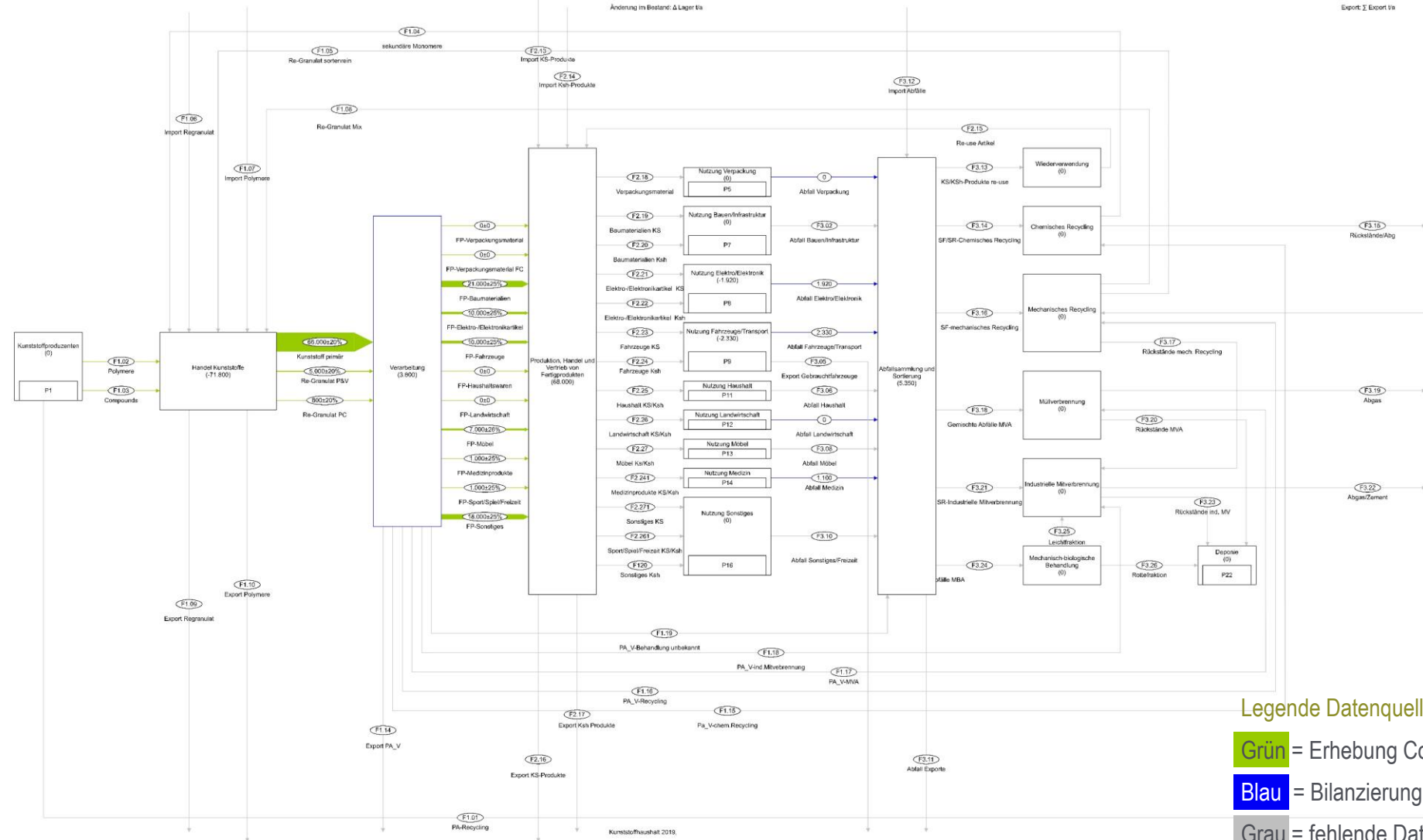
Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Summe sonstiger Thermoplasten



Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

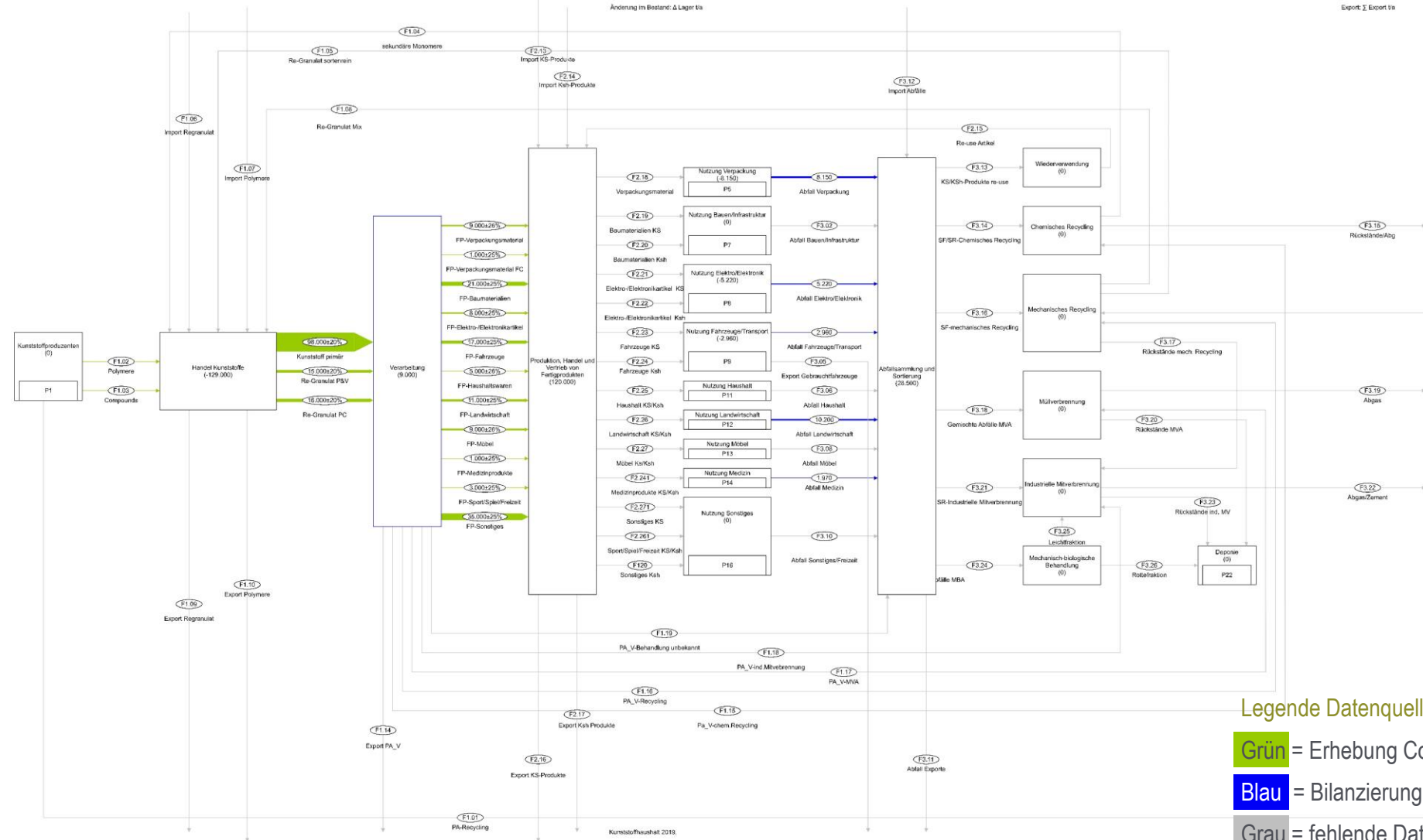
Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – Stoff PUR



Legende Datenquellen der Massenflüsse
 Grün = Erhebung Converio
 Blau = Bilanzierung TU Wien
 Grau = fehlende Daten

Modellierung des Österreichischen Kunststoffhaushaltes im Jahr 2019 mit Stan 2.6

Materialflussanalyse – Stoffebene: Polymere – sonstige Kunststoffe



Schlussfolgerungen

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (1/3)

- Ziel des Projektes war ein komplettes Bild des Kunststoffkreislaufes von der Kunststoffproduktion über die Verarbeitung incl. der Nutzung von Rezyklaten und damit die Messung des bereits realisierten „Kreislauferfolges“, der Darstellung des Kunststoffabfallaufkommens und seiner Verwertung insgesamt und nach wesentlichen Anwendungsbereichen und Abfallströmen.

Produktion, Verarbeitung, Einsatz von Rezyklaten

- Die erstmals in Österreich angewandten Methodik der Datenerhebung unter den kunststoffproduzierenden und verarbeiteten Unternehmen liefert ein detailliertes Bild über die Kunststoffproduktion und -verarbeitung in Österreich. Darüber hinaus konnte auch der bereits realisierte Rezyklateinsatz in wesentlichen Anwendungsbereichen sowie differenziert nach Re- und Post Consumer Rezyklaten abgebildet werden.
- Mit der regelmäßigen Wiederholung der Analyse incl. einer fragebogenunterstützten Erhebung unter Produzenten und Verarbeitern wird ein Monitoring von gesetzten Maßnahmen möglich.
- Dies betrifft sowohl die Messung entsprechender Rezyklateinsatzquoten bei Erzeugern (polymerbasiert) als auch bei Verarbeitern (Applikationsbasiert)
- Dies ist insbesondere von hoher Relevanz, da die EU Kommission neben Recyclingquoten (insbesondere für Kunststoffverpackungen) zukünftig auch Rezyklateinsatzquoten verbindlich festschreiben könnte.
- Abgeleitet aus der geforderten Gesamtmenge für Europa von 10 Millionen Tonnen für 2025 würde dies auch für Österreich einem Anteil von ca. 20% entsprechen also bis zu max. 250 kt an Post-Consumer Rezyklaten in 2025. Das für 2019 gemessene Niveau beträgt gut 80 kt.

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (2/3)

Kunststoffabfälle und Verwertung

- Durch die Hinzunahme des Stoffflussmodells werden die Produktionsdaten mit den Daten der Abfallwirtschaft über den Konsum zusammengeführt. Dies ermöglicht Aussagen über den gesamten Kunststoffhaushalt von Österreich.
- Aufgrund mangelnder Angaben über Art und Menge der Kunststoffe in kunststoffhaltigen Produkten im In- und Export können die tatsächlichen Kunststoffflüsse in der Nutzung nur unvollständig erhoben werden. Diese fehlenden Angaben machen eine Ausgleichsrechnung im Stoffflussmodells unmöglich. Dadurch ist die Verifikation der erhobenen Abfallmengen nicht möglich. Auch muss das anthropogene Lager an gebrauchten Kunststoffen und somit das Potential für Recycling nach Größe und Zusammensetzung unbestimmt bleiben.
- Mit den verfügbaren Daten und Statistiken ist es nicht möglich, den Weg der produzierten Kunststoffe und kunststoffhaltigen Produkte über die Nutzung zu einzelnen Abfallfraktionen aufzuzeigen. Für alle kunststoffhaltigen Fraktionen ist eine Verbesserung der Datenlage anzustreben, die Anteil und Art der verwendeten Kunststoffe dokumentiert.
- Von der Produktion über Verarbeitung, Vertrieb, Nutzung bis zur Abfallsammlung steigert sich schrittweise der Grad der Komplexität, was mit einer Vermischung der Polymerarten einher geht. Für eine verstärkte Kreislaufführung sind Maßnahmen zur Reduktion dieser Komplexität zu entwickeln.
- Das Kunststoffaufkommen über die Abfälle aus „Haushalten“ und „sonstigen Anwendungen“ ist in Österreich höher, als in vergleichbaren Ländern. Die Ursachen dafür sind unklar und bedürfen weiterer Analysen.

Summary und Schlussfolgerungen aus dem Projekt „Facts Matter“ (3/3)

Polymerarten in den Nutzungskategorien

- Informationen zu Polymerarten in den Abfallströmen der unterschiedlichen Nutzungskategorien konnten nur eingeschränkt ermittelt werden. Für die Nutzungskategorien „Verpackung“, „Land- und Forstwirtschaft“ und „Medizin“ wurden, unter Annahme einer zu vernachlässigenden Lagerbildung, die Ergebnisse der online-Umfrage herangezogen.
- Für die Nutzungskategorien „Elektro/Elektronik“ und „Transport“ wurden Literaturdaten erhoben, wobei anzumerken ist, dass in den herangezogenen Studien nur teilweise die betrachteten Polymerarten der vorliegenden Studie untersucht wurden.
- Für die Nutzungskategorien „Baumaterialien“, „Möbel“, „Haushalt/Spiel/Sport/Freizeit“ und „Sonstiges“ konnte aufgrund mangelnder Daten, keine polymere Zusammensetzung der Abfallströme ermittelt werden.

Anhang / Literaturverzeichnis

Verwendete Literatur (1)

ARA. (2019). Kunststoffverpackungsstudie, Altstoffrecycling Austria.

Bertling, J., & Zimmermann, T. (2021). Kunststoffe in der Umwelt : Emission in landwirtschaftlich genutzte Böden KUNSTSTOFFE IN DER UMWELT : May. <https://doi.org/10.24406/umsicht-n-633611>

BMK. (2020). Sortierung und Recycling von Kunststoffabfällen in Österreich, Status 2019.

BMK. (2021). Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2021 (Nummer Referenzjahr 2019).

Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2016). Handbook of Material Flow Analysis : For Environmental, Resource, and Waste Engineers, Second Edition. <https://doi.org/10.1201/9781315313450>

Buekens, A., & Yang, J. (2014). Recycling of WEEE plastics: A review. In Journal of Material Cycles and Waste Management (Bd. 16, Nummer 3, S. 415–434). Springer Tokyo. <https://doi.org/10.1007/s10163-014-0241-2>

Cardamone, G. F., Ardolino, F., & Arena, U. (2021). About the environmental sustainability of the European management of WEEE plastics. Waste Management, 126, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.040>

Conversio. (2018). Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland (Flows of Plastic Materials in Germany) 2017. September. https://www.bvse.de/images/news/Kunststoff/2018/181011_Kurzfassung_Stoffstrombild_2017.pdf

EAK. (2019). Tätigkeitsbericht 2019, Vienna, Austria: Elektroaltgerätekoordinierungsstelle.

Feketitsch, J., & Laner, D. (2015). Plastics in Austria: an analysis of developments over the past 15 years. Osterreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 67(1–2), 35–42. <https://doi.org/10.1007/s00506-014-0206-7>

Verwendete Literatur (2)

FICO. (2019). Aktuelles - FCIO Website. <https://www.fcio.at/aktuelles/aktuelles/oesterreichische-kunststofffenster-im-kreislauf-89-prozent-der-altfenster-werden-recycelt>

Frank, B. (2015). Analyse der Bewirtschaftung von Kunststoffabfällen in Österreich.

German Environment Agency. (2020). Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien [Comparative analysis of municipal solid waste from representative regions in Germany to]. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vergleichende-analyse-von-siedlungsrestabfaellen>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Hietler, P., & Pladerer, C. (2019a). Endbericht Restabfallanalyse Oberösterreich 2018/2019. August.

Hietler, P., & Pladerer, C. (2019b). Endbericht Restabfallanalyse Salzburg 2019.

Hsu, W.-T., Domenech, T., & McDowall, W. (2021). How circular are plastics in the EU?: MFA of plastics in the EU and pathways to circularity. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 100004. <https://doi.org/10.1016/J.CESYS.2020.100004>

Joseph, B., James, J., Kalarikkal, N., & Thomas, S. (2021). Recycling of medical plastics. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. <https://doi.org/10.1016/J.AIEPR.2021.06.003>

Laner, D., Feketitsch, J., Rechberger, H., & Fellner, J. (2015a). A Novel Approach to Characterize Data Uncertainty in Material Flow Analysis and its Application to Plastics Flows in Austria. *Journal of Industrial Ecology*, 20(5), 1050–1063. <https://doi.org/10.1111/jiec.12326>

Laner, D., Feketitsch, J., Rechberger, H., & Fellner, J. (2015b). A Novel Approach to Characterize Data Uncertainty in Material Flow Analysis and its Application to Plastics Flows in Austria. *Journal of Industrial Ecology*, 20(5), 1050–1063. <https://doi.org/10.1111/jiec.12326>

Verwendete Literatur (3)

- Maris, E., Botané, P., Wavrer, P., & Froelich, D. (2015). Characterizing plastics originating from WEEE: A case study in France. *Minerals Engineering*, 76, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.12.034>
- Martinho, G., Pires, A., Saraiva, L., & Ribeiro, R. (2012). Composition of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE) by direct sampling. *Waste Management*, 32(6), 1213–1217. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.02.010>
- Mauschitz, G. (2021). Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie III. April.
- Merkisz-Guranowska, A. (2018). Waste recovery of end-of-life vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 421(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/421/3/032019>
- Merstallinger, M. (2019). Niederösterreichische Restmüllanalyse 2018/2019.
- Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100052. <https://doi.org/10.1016/J.CSCEE.2020.100052>
- Schelker, R., & Geisselhardt, P. (2011). Projekt Kunststoffverwertung-Schweiz 2011.pdf. Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Schwarzböck, T. (2015). Bestimmung der fossilen Kohlendioxidemissionen aus Österreichischen Müllverbrennungsanlagen (BEFKÖM). September.
- Schwarzböck, T., Rechberger, H., Cencic, O., & Fellner, J. (2016). Anteil erneuerbarer Energien und klimarelevante CO₂-Emissionen aus der thermischen Verwertung von Abfällen in Österreich. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 68, 415–427. <https://doi.org/10.1007/s00506-016-0332-5>
- Schwarzböck, T., Van Eygen, E., Rechberger, H., & Fellner, J. (2017a). Determining the amount of waste plastics in the feed of Austrian waste-to-energy facilities. *Waste Management and Research*, 35(2), 207–216. <https://doi.org/10.1177/0734242X16660372>
- Schwarzböck, T., Van Eygen, E., Rechberger, H., & Fellner, J. (2017b). Determining the amount of waste plastics in the feed of Austrian waste-to-energy facilities. *Waste Management and Research*, 35(2), 207–216. <https://doi.org/10.1177/0734242X16660372>

Verwendete Literatur (4)

Stoifl, B., Bernhardt, A., Karigl, B., Lampert, C., Neubauer, M., & Thaler, P. (2017). Kunststoffabfälle in Österreich Aufkommen und Behandlung. In Umweltbundesamt GmbH. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0650.pdf>

TBU Technisches Büro für Umweltschutz GmbH. (2019). Restmüllanalysen im Land Steiermark 2018/19.

Van Eygen, E., Feketitsch, J., Laner, D., Rechberger, H., & Fellner, J. (2017). Comprehensive analysis and quantification of national plastic flows: The case of Austria. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.017>



Van Eygen, E., Laner, D., & Fellner, J. (2018). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. *Waste Management*, 72, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.040>

Voestalpine. (2022). Daten zum Einsatz von Ersatzbrennstoffen, persönliche Kommunikation.

Anhang / Bildverzeichnis

Anhang












Bildverzeichnis (1/5): Verwendete Bilder












	Montgomery Cty Division of Solid Waste Services, CC BY 2.0, via Flickr
	ergunsungu, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Capri23auto, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Clker-Free-Vector-Images, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Marco Verch, CC BY 2.0, via flickr
	Bildnutzung mit freundlicher Genehmigung der Otto Graf GmbH (Teningen); „GARANTIA EcoKing Komposter“; www.graf-online.de
	Clker-Free-Vector-Images, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Marco Verch, CC-BY 2.0, via cnull.de
	Maksim, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons
	OpenClipart-Vectors, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Jonas Bergsten, CC0, via Wikimedia Commons

	Keresi72, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Hans, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Sabinurce, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Unbekannter Autor, CC0, via pxhere
	Dnor, CC0, via Wikimedia Commons
	Hispalois, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons
	Ra Boe / Wikipedia, CC BY 3.0, via Wikimedia Commons
	OpenClipart-Vectors, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Hans, CC0 / pixabay license, pixabay
	Petr Kratochvil, CC0, via Public Domain Pictures
	LG전자, CC BY 2.0, via Wikimedia Commons

Anhang












Bildverzeichnis (2/5): Verwendete Bilder










	Bauzuschnitt.de, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons
	PublicDomainPictures, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Tobas R. (Metoc), CC BY-SA 2.5, via Wikimedia Commons
	Unbekannter Autor, CC0, via Max Pixel
	Clker-Free-Vector-Images, CC0 / pixabay license, via pixabay
	OpenClipart-Vectors, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Porsche997SBS, CC BY 4.0, via Wikimedia Commons
	emkanicepic, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Asatira, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Arnulf zu Linden, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons
	Chriskaspar (talk), CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

	PublicDomainPictures, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Unbekannter Autor, CC0, via Pixnio
	Unbekannter Autor, CC0, via Piqsels
	Bicanski, CC0, via Pixnio
	Marco Verch, CC BY 2.0, via flickr
	paulJmason, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Bildnutzung mit freundlicher Genehmigung der Otto Graf GmbH (Teningen); „GARANTIA Regentonne mit Unterstand“; www.graf-online.de
	Lizenz erworben über Adobe Stock (https://stock.adobe.com): fotoak80, „Stylisches Hochbeet im Garten“
	David Benbennick, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons
	Lizenz erworben über Adobe Stock (https://stock.adobe.com): jbphotographylt, „Compost bin in the garden“
	Detmold, CC0 / pixabay license, via pixabay

Anhang





Bildverzeichnis (3/5): Verwendete Bilder

	bijutoha, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Lizenz erworben über Adobe Stock (https://stock.adobe.com): mipan, „Group of plastic barrels“
	Jesusalconada, CC-BY-SA-4.0, via Wikimedia Commons
	tookapic, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Dale Mahalko, CC BY 3.0, via Wikimedia Commons
	OpenClipart-Vectors, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Zumthie, CC0, via Wikimedia Commons
	Alexas_Fotos, CC0 / pixabay license, via pixabay
	stevepb, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Juliancolton, CC0, via Wikimedia Commons
	Unbekannter Autor, CC0, via pxhere

	Lerele, CC0 / pixabay license, via pixabay
	succo, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Maja Dumat, CC BY 2.0, via flickr
	PPD, CC0, via pixnio
	Monsterkoi, CC0 / pixabay license, via pixabay
	Unbekannter Autor, CC0, via pxhere
	Elmar Zenner, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons
	londonista_londonist, CC BY 2.0, via flickr
	cocoparisienne, CC0 / pixabay license, via pixabay

Anhang

Bildverzeichnis (4/5): Verwendete Bilder

	<p>Monsterkoi, CC0 / pixabay license, via pixabay</p>
	<p>Bru-nO, CC0 / pixabay license, via pixabay</p>
	<p>Bildnutzung mit freundlicher Genehmigung der EXTE GmbH (Nienburg/Saale); „ZZ Zick-Zack-Leiste“, zu finden unter www.exte.de</p>
	<p>Tipo-Designer, CC0 / pixabay license, via pixabay</p>

Anhang

Bildverzeichnis (5/5): Links zu Lizenztexten

CC-Lizenz	Link zum Lizenztext
CC0	https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de
CC BY 2.0	https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/
CC BY 3.0	https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/
CC BY 4.0	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
CC BY-SA 1.0	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/
CC BY-SA 2.5	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.de
CC BY-SA 3.0	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en
CC-BY-SA-4.0	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de
CC BY-ND 2.0	https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/