



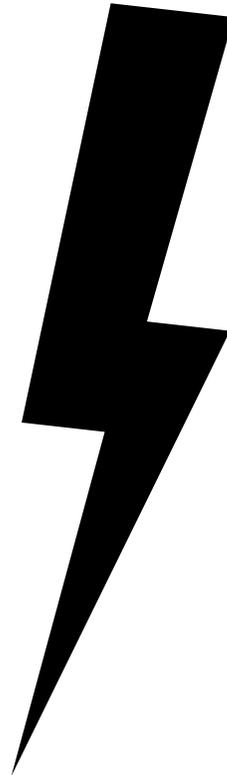
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen: Potenziale, technische Machbarkeit und zukünftige Herausforderungen

Alena Maria Spies, Hannah Köhler, Karoline Raulf, Arne Krolle, Robin Huesmann, Annika Ludes, Bastian Küppers, Sebastian Kaufeld, Oliver Lambertz, Andreas Faul, Jens Winter, Alexander Atapin, Kathrin Greiff

@Recy & DepoTech 2024, Leoben

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Status Quo und bisherige Hürden



1

Aktuell **keine hochwertigen Entsorgungswege** für Papier aus LVP, Restabfall und Gewerbeabfall

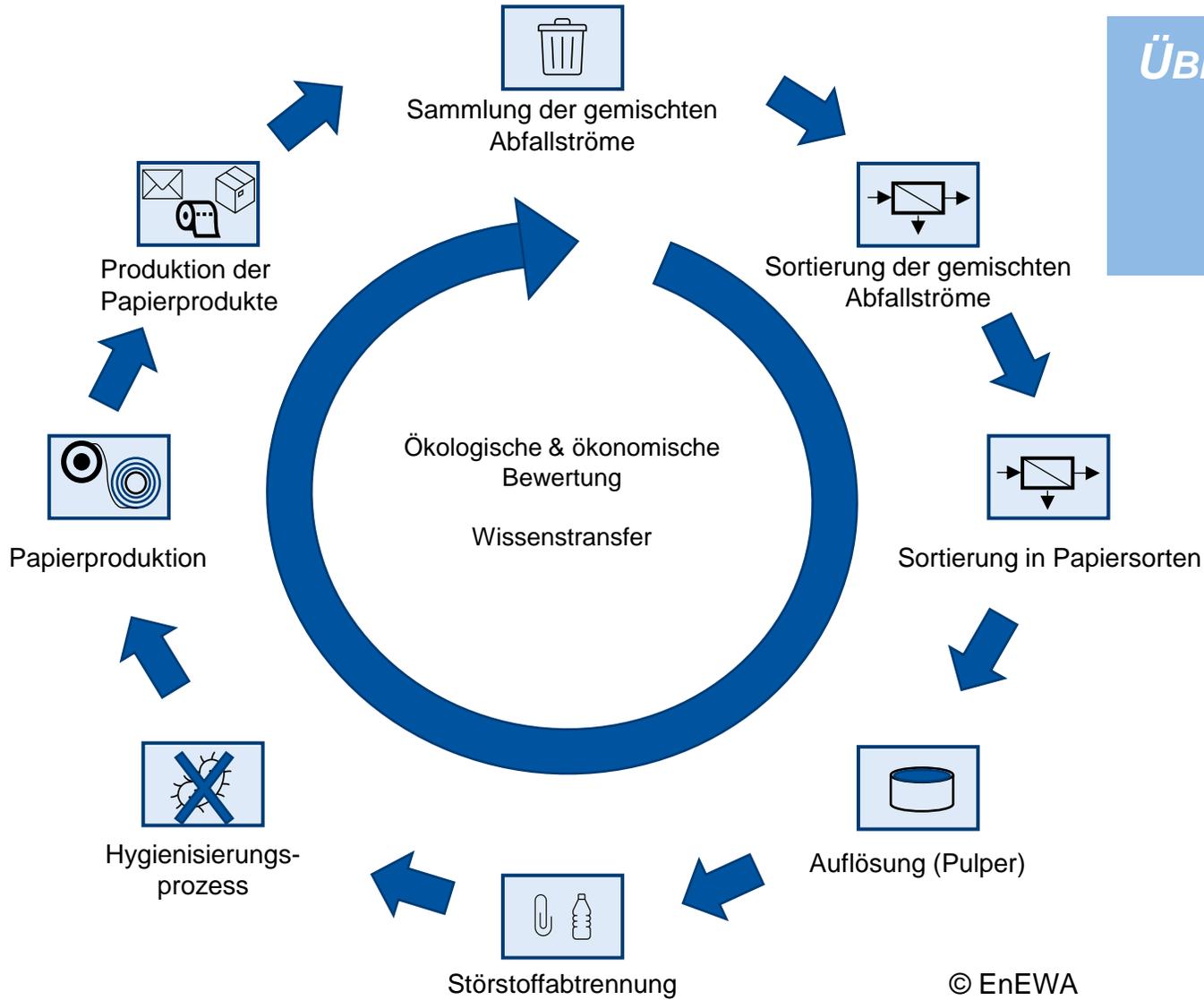


2

Potenziell **steigende Mengen insbesondere im Papier aus LVP** durch die Substitution von Kunststoffverpackungen

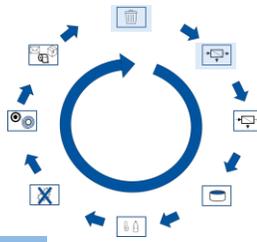


**ÜBERBLICK ÜBER DEN ENTWICKELTEN PROZESS
FÜR DAS RECYCLING VON PAPIER AUS
LEICHTVERPACKUNGSABFÄLLEN
IM PROJEKT ENEWA**

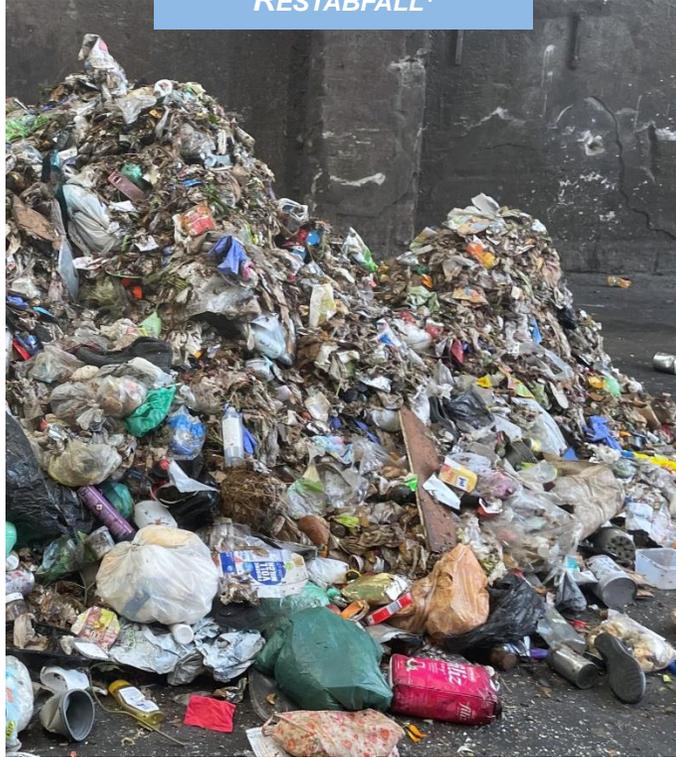


Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Potenziale



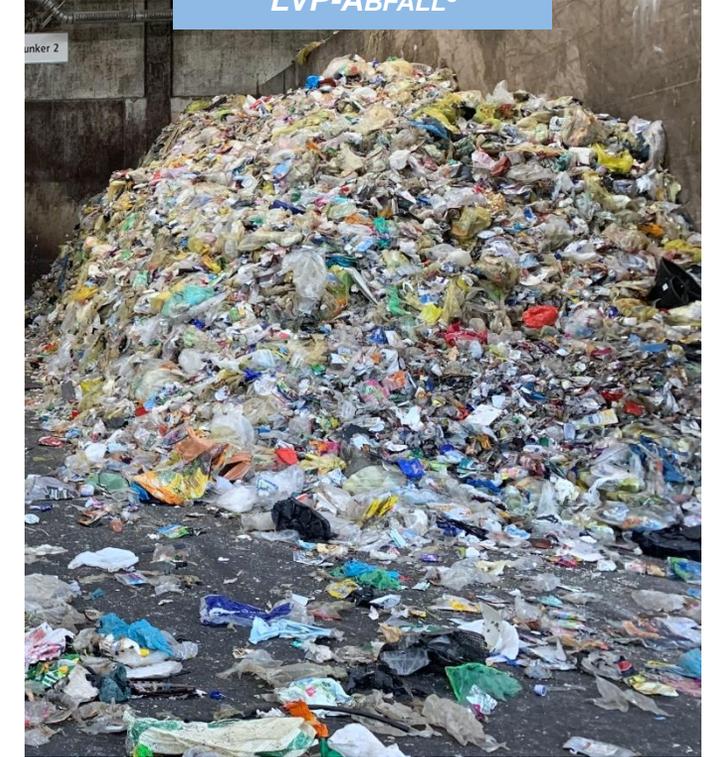
RESTABFALL¹



GEWERBEABFALL²



LVP-ABFALL³

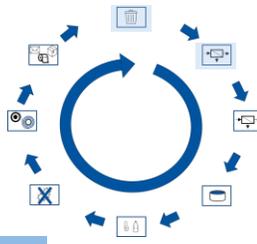


1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022
2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022
3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

 = Papier

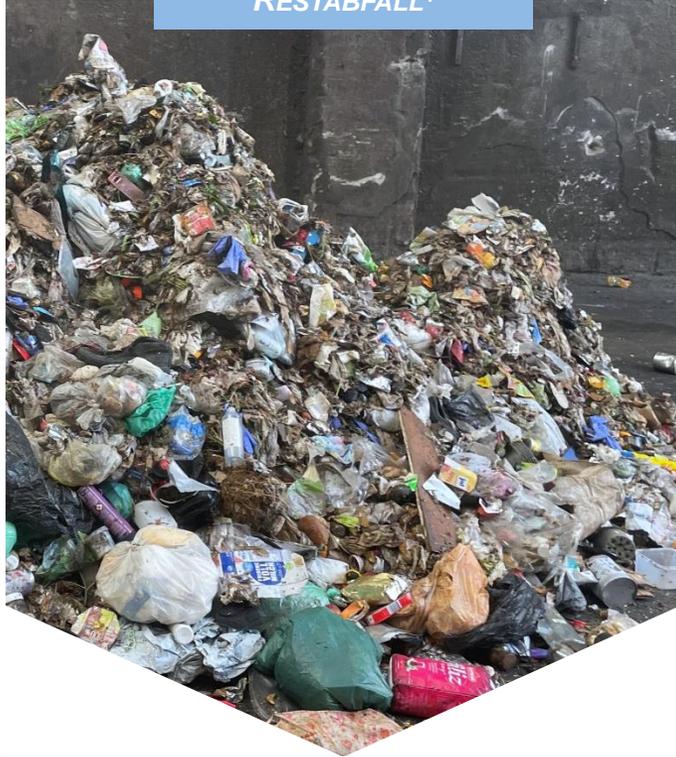
 = Verbunde mit Papier

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen



» Potenziale

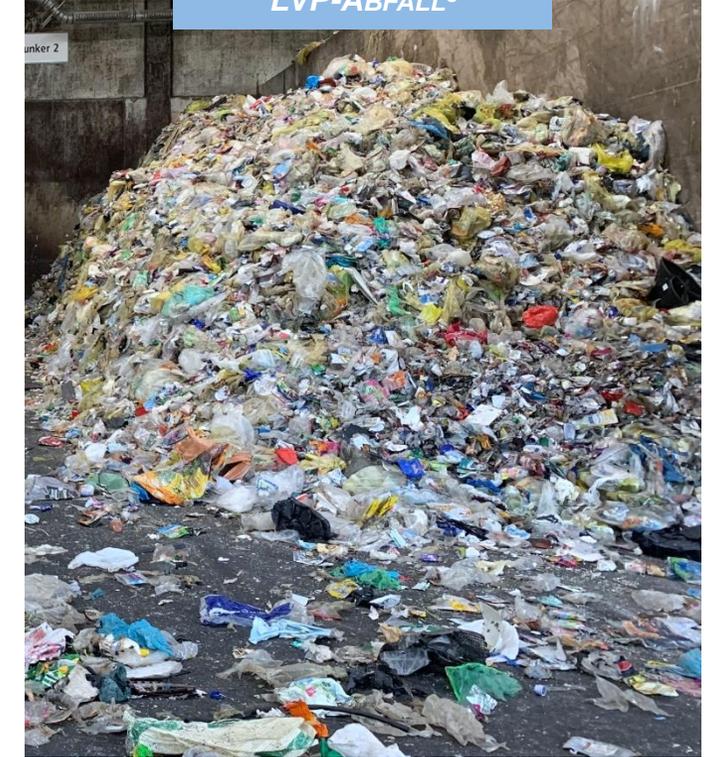
RESTABFALL¹



GEWERBEABFALL²



LVP-ABFALL³



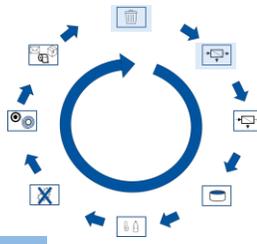
 7 - 12 % (nur städtischer Bereich)

 3 - 4 % (nur städtischer Bereich)

 = Papier  = Verbunde mit Papier

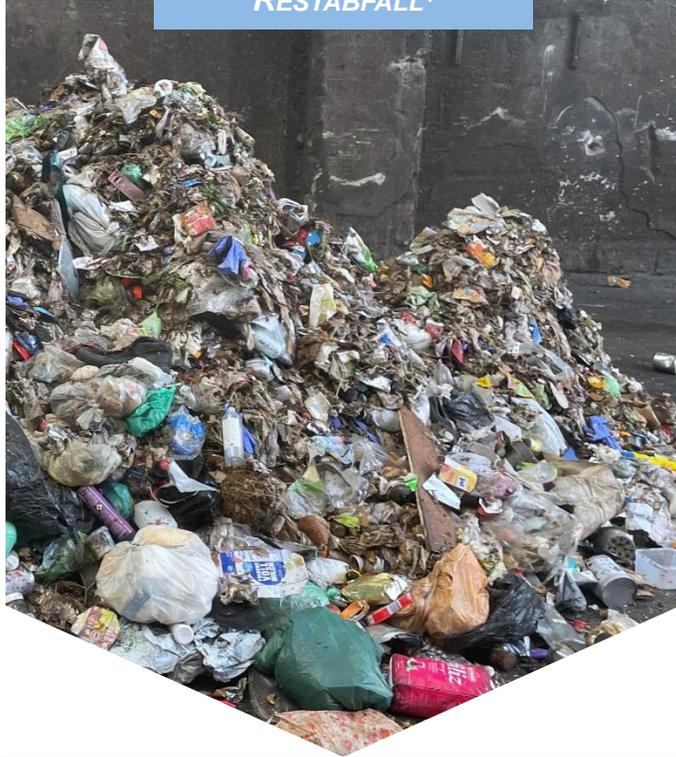
1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022
2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022
3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen



» Potenziale

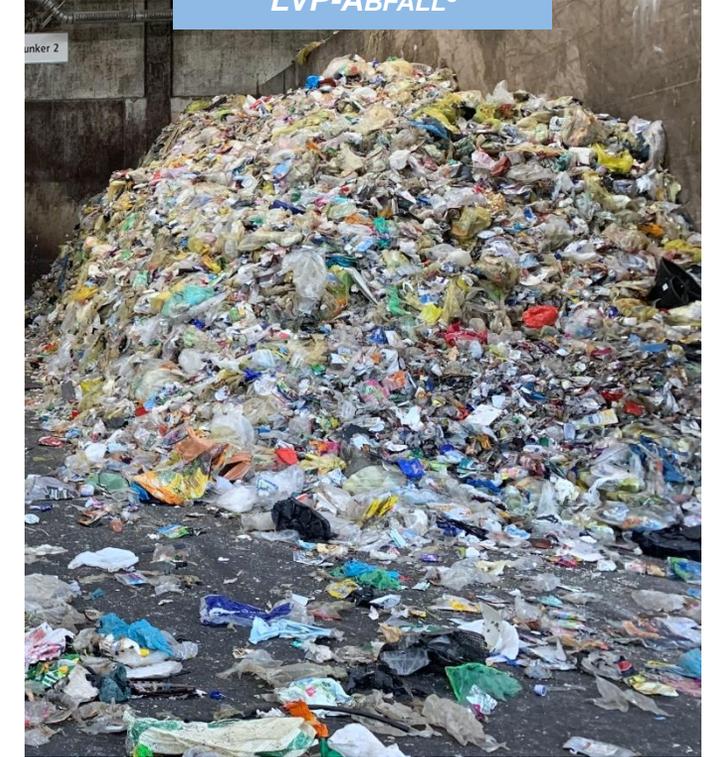
RESTABFALL¹



GEWERBEABFALL²



LVP-ABFALL³



 7 - 12 % (nur städtischer Bereich)

 3 - 4 % (nur städtischer Bereich)

 29 - 38 % (Einkaufsstraße Innenstadt)

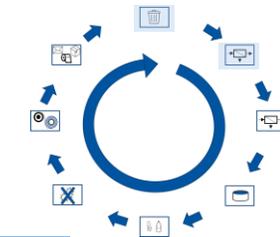
 11 - 12 % (Einkaufsstraße Innenstadt)

 = Papier  = Verbunde mit Papier

1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022
2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022
3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Potenziale



RESTABFALL¹



GEWERBEABFALL²



LVP-ABFALL³



 7 - 12 % (nur städtischer Bereich)

 3 - 4 % (nur städtischer Bereich)

 29 - 38 % (Einkaufsstraße Innenstadt)

 11 - 12 % (Einkaufsstraße Innenstadt)

 5,9 - 6,5 % (Input LVP-Sortierung)

 4,5 - 4,7 % (Input LVP-Sortierung)

1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022

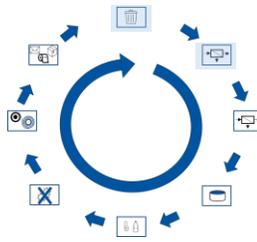
2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022

3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

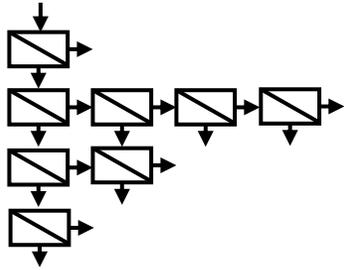
 = Papier  = Verbunde mit Papier

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Potenziale



**AKTUELL 5,9 – 6,5 % PPK
IM LVP-INPUT**



**TECHNISCH VERFÜGBARES + NUTZBARES
PPK IM PRODUKTSTROM CA. 3,3 - 3,7 %**



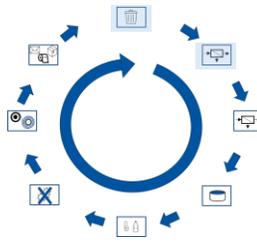
**CA. 100.000 TONNEN PRO JAHR
TECHNISCH GUT NUTZBARES PPK AUS LVP**



3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

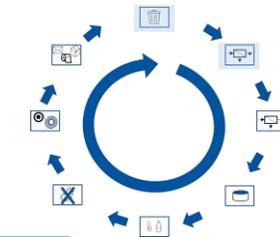
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Potenziale



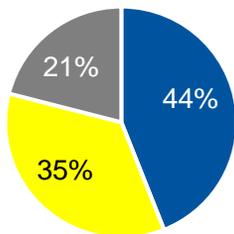
3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034.

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

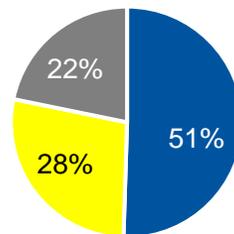


» Potenziale

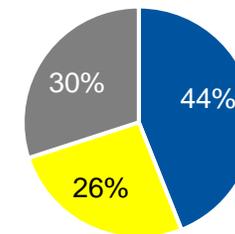
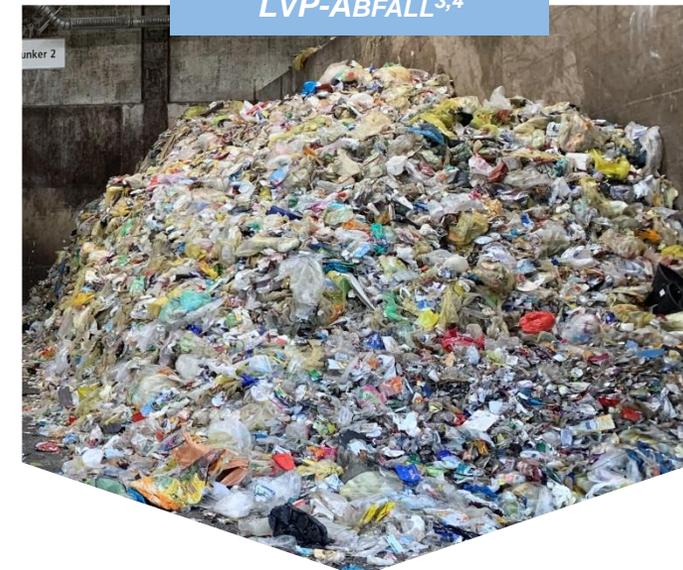
RESTABFALL¹



GEWERBEABFALL²



LVP-ABFALL^{3,4}



Material für getrennte Altpapiersammlung

Material für LVP-Sammlung

Material für Restabfall

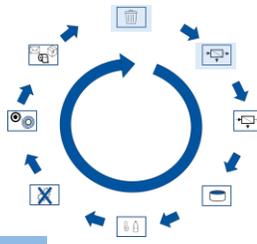
1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022

2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022

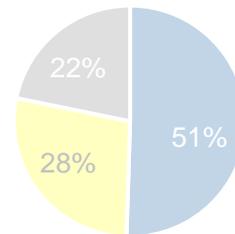
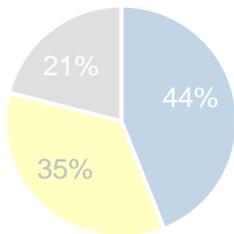
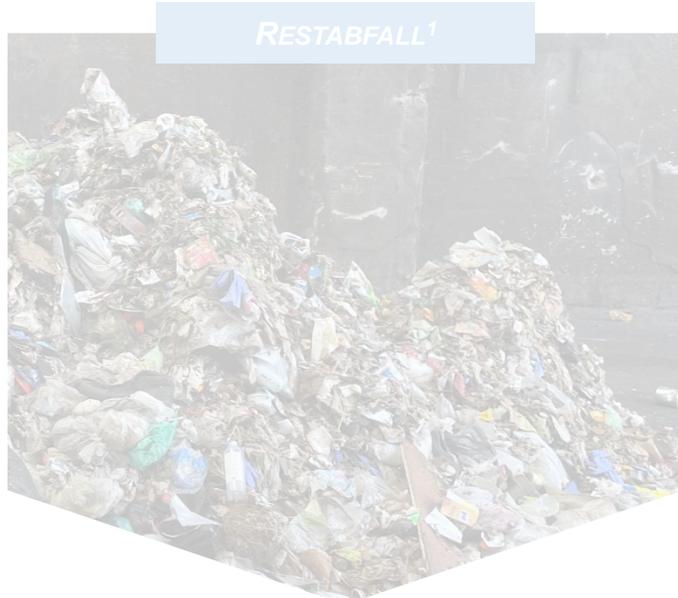
3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034. (Zusammensetzung des PPK-Produktstroms)

4: Weitere Beprobungen des PPK-Produktstroms von LVP-Sortieranlagen in Erfstadt 2022 und Hamburg 2022

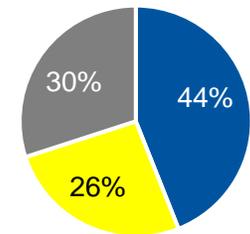
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen



» Potenziale



+ SELEKTIV ERFASSTE
GEWERBEABFÄLLE



■ Material für getrennte Altpapiersammlung
 ■ Material für LVP-Sammlung
 ■ Material für Restabfall

1: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Restabfall aus 3 verschiedenen Siedlungsstrukturen der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur, KW 13 und KW 38 2022

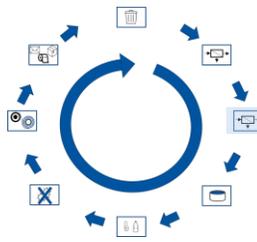
2: Stichprobenartige Analysen von Abfallsammelfahrzeugen mit Gewerbeabfall aus der Innenstadt der Stadt Hamburg gemittelt über Siedlungsstruktur + Probenahme, KW 13 und KW 38 2022

3: Spies, Alena Maria; et al. (2024): Assessing the resource potential of paper and board in lightweight packaging waste sorting plants through manual analysis and sensor-based material flow monitoring. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.07.034. (Zusammensetzung des PPK-Produktstroms)

4: Weitere Beprobungen des PPK-Produktstroms von LVP-Sortieranlagen in Erfstadt 2022 und Hamburg 2022

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Optimierte trockenmechanische Papiersortierung



Input

1

2

3

PPK-Produkt

Ballistikseparatoren

Abtrennung von Grob- und Feingut

Magnetscheidung

Abtrennung von Eisen-Metallen

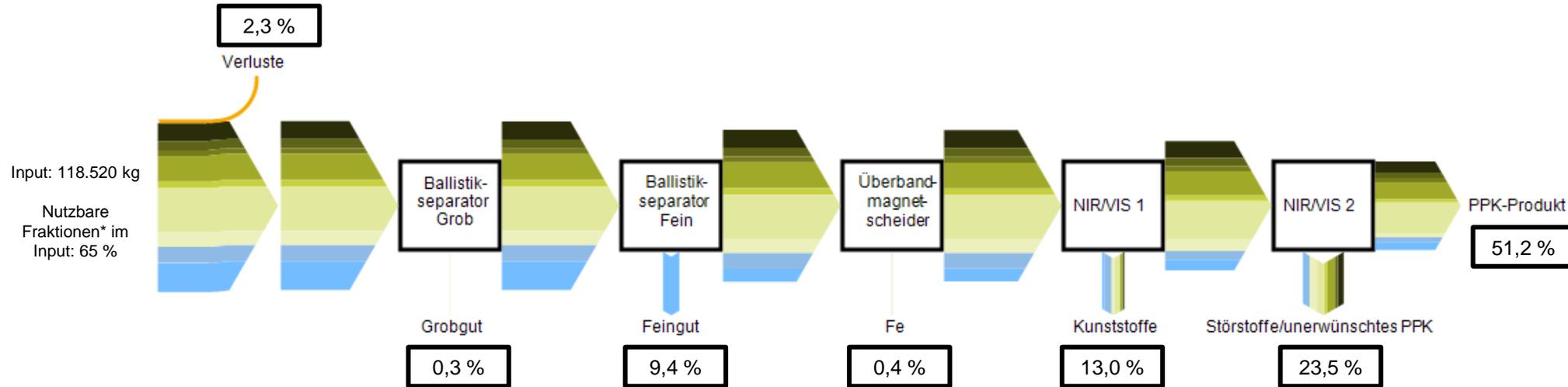
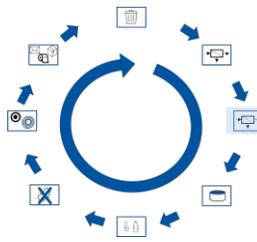
NIR-Sortierer

Abtrennung von Störstoffen und unerwünschtem PPK



Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Optimierte trockenmechanische Papiersortierung



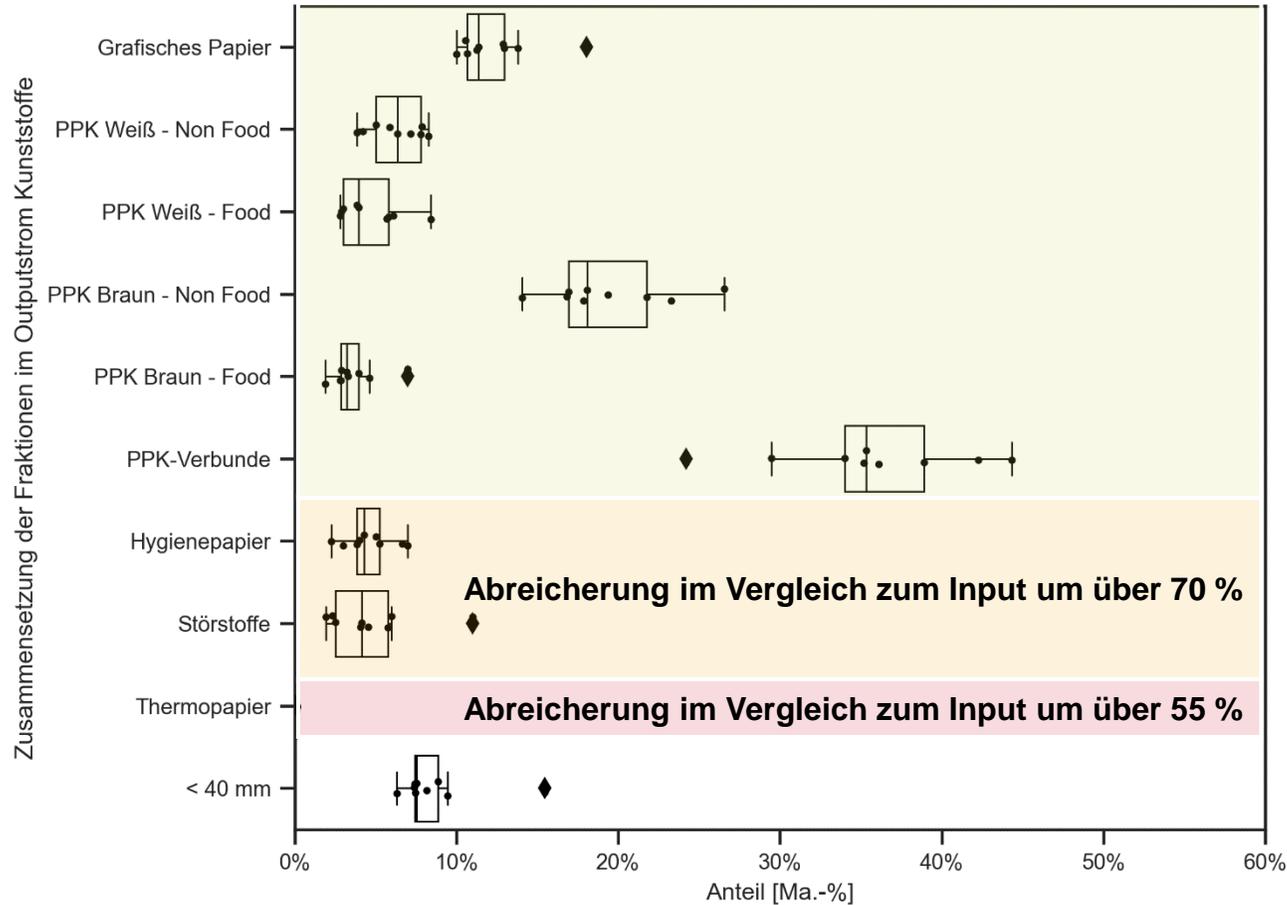
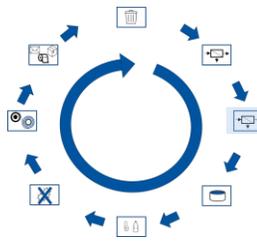
Legende Massenströme [kg]

Grafisches Papier	PPK Braun – Non Food	Hygienepapier	Feingut / < 40 mm
PPK Weiß – Non Food	PPK-Braun – Non Food	Thermopapier	Verluste
PPK Weiß – Food	PPK-Verbunde	Störstoffe	PPK nicht nach Sorten unterschieden

* Nutzbare Fraktionen entsprechen allen Materialien außer Hygienepapier, Störstoffe, Thermopapier und Feingut /< 40 mm

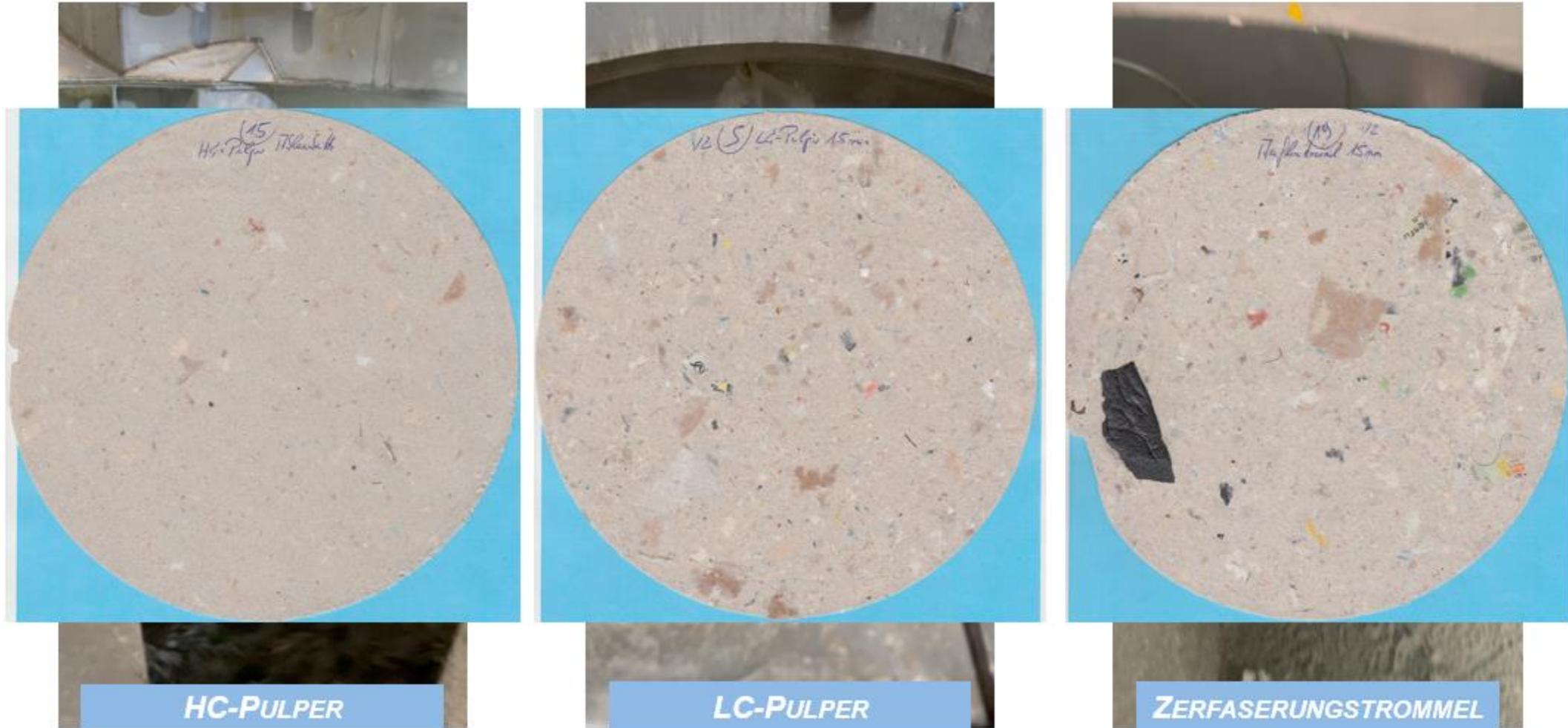
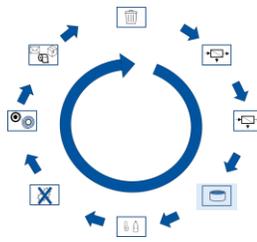
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Optimierte trockenmechanische Papiersortierung



Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Optimierte Auflösung

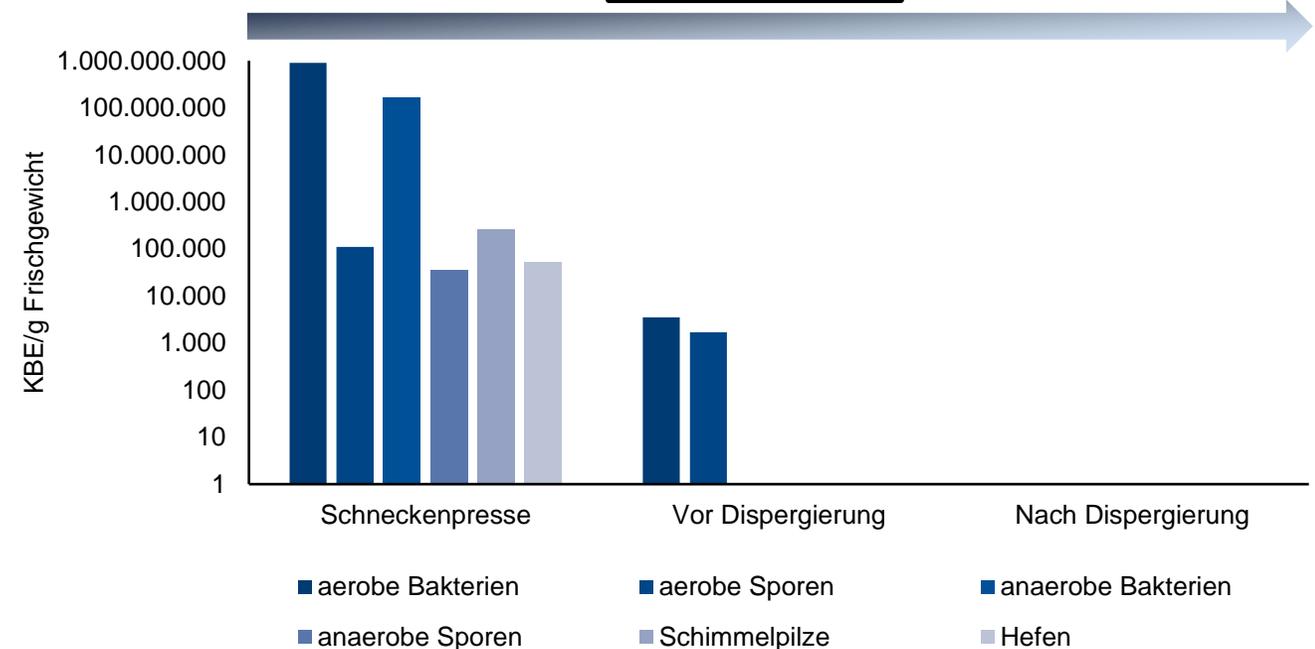
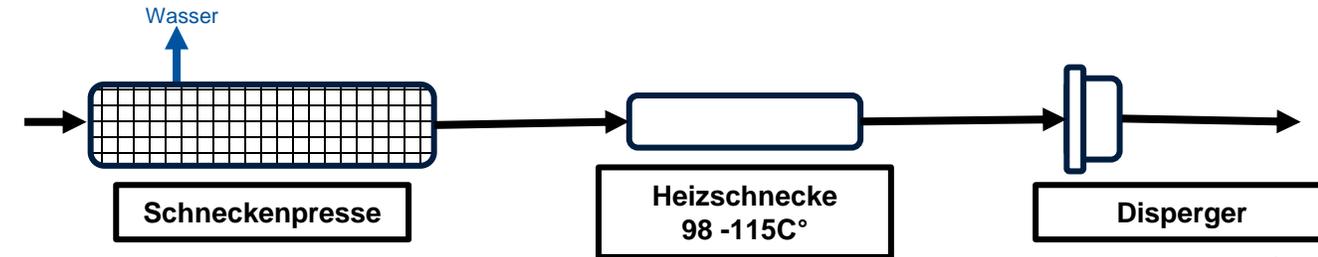
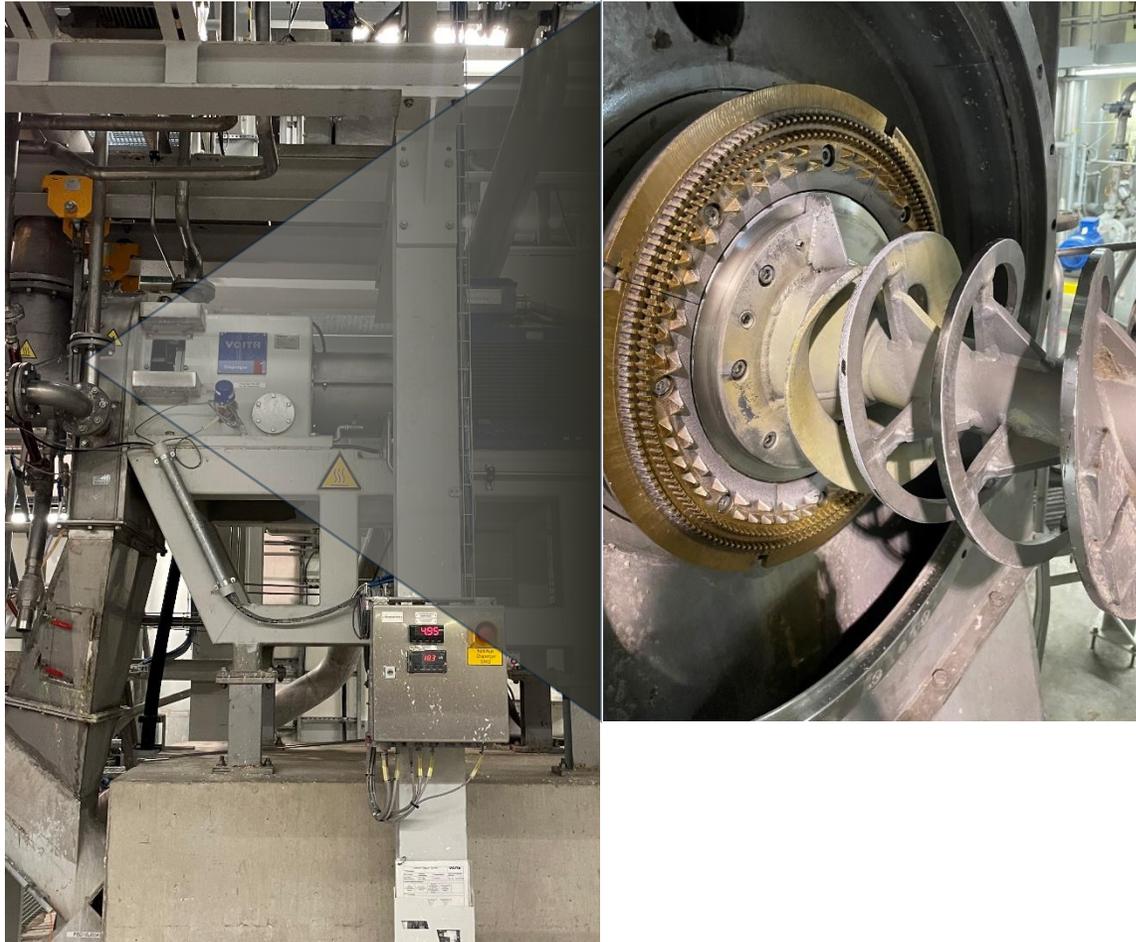
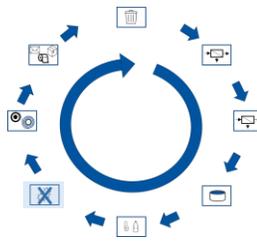


HC = High Consistency

LC = Low Consistency

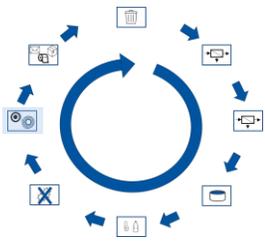
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Hygienisierung



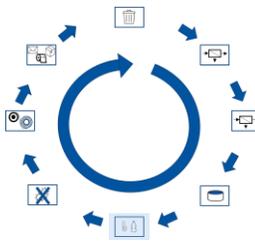
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Technische Machbarkeit – Hergestellter Karton im Produktionsversuch



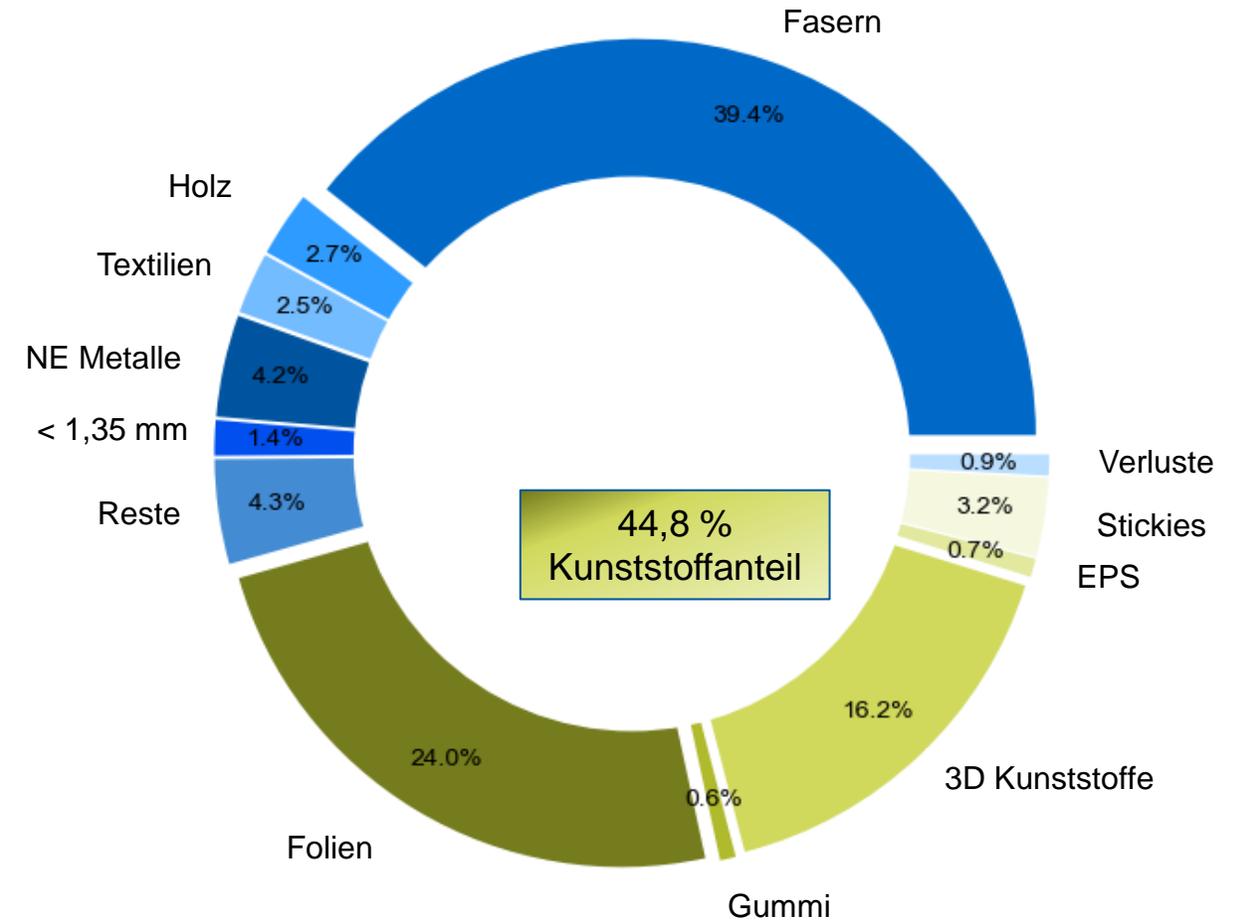
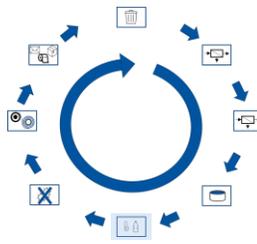
Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Zukünftige Herausforderungen - Rejekte



Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

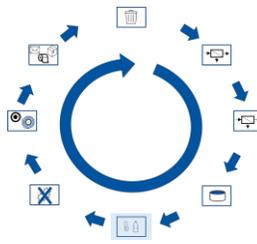
» Zukünftige Herausforderungen - Rejekte



Zusammensetzung bezogen auf Trockensubstanz

Recycling von Papier aus gemischten Abfallströmen

» Zukünftige Herausforderungen - Rejekte



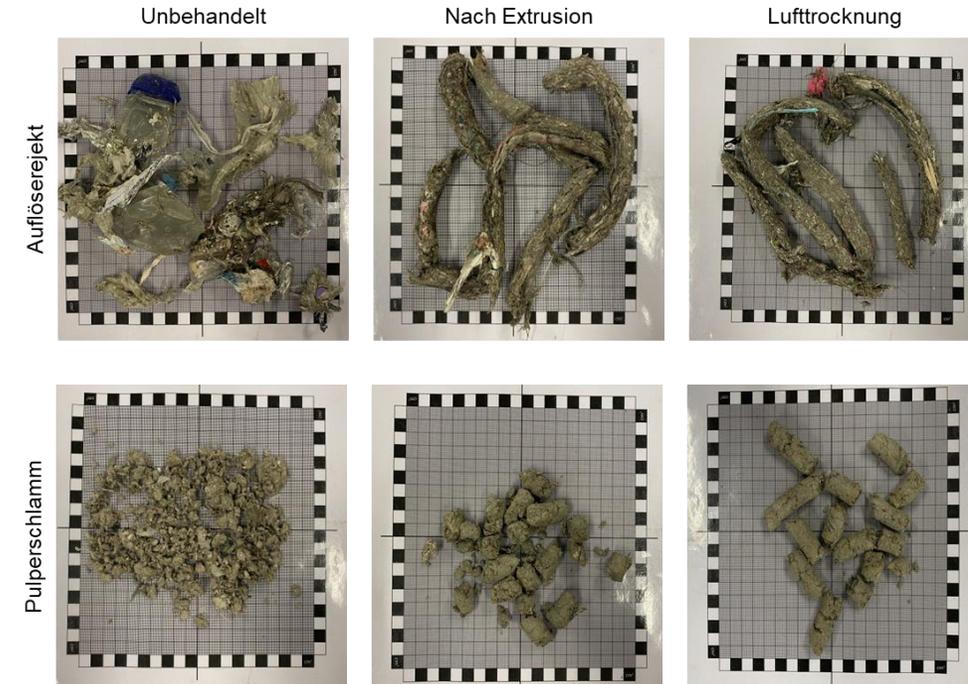
Aufbereitung (Folienabtrennung)

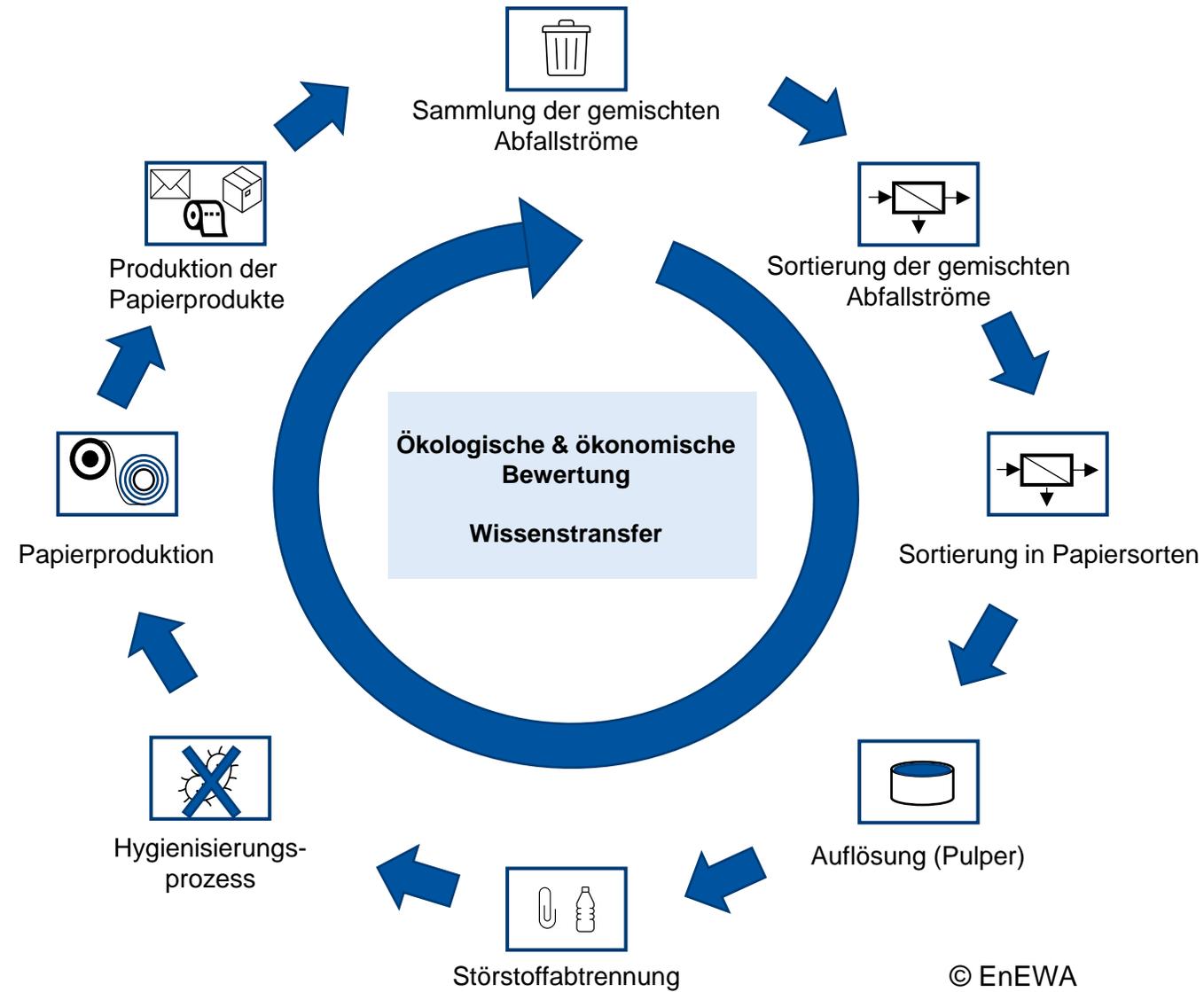


Faserrückgewinnung

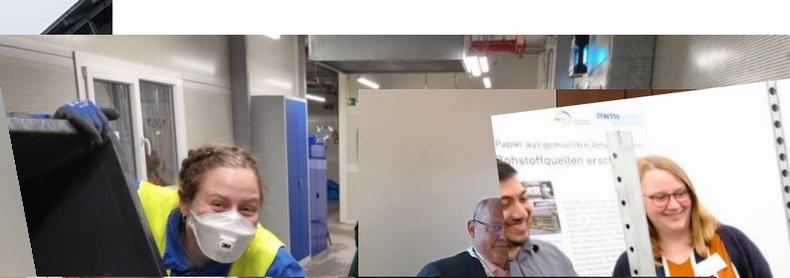


Entwässerung





© EnEWA





Alena Maria Spies, M.Sc.

Institut für Anthropogene Stoffkreisläufe (ANTS)
RWTH Aachen University

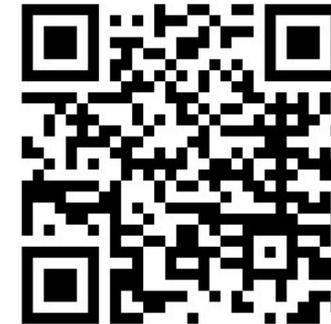
Wüllnerstr. 2, D-52062 Aachen

Tel.: +49 241 80-99354

Mail: alena.spies@ants.rwth-aachen.de

Web: www.ants.rwth-aachen.de

ResearchGate:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das dieser Präsentation zugrundeliegende Forschungsprojekt EnEWA wird finanziell mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03EN2073B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation liegt bei den Autoren.