

# ImKreiSt – Studie II

Technologische Entwicklungen in der sensorgestützten Sortierung und Robotik und ihre Auswirkungen auf die Abfallbehandlungsverfahren in der Steiermark  
(SeSoST)

Autoren

DI Karl FRIEDRICH, BSc

Theresa FRITZ

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

# Zielsetzung

Aufzeigen des Potentials von innovativen **sensorgestützten Sortier- und Roboter-Technologien** in der steirischen Abfallwirtschaft mittels

- Literaturrecherche
- Interviews mit globalen Herstellern von Sortiertechnologien, sowie Sortieranlagenbetreibern in der Steiermark

# Aufbau

- Grundlagen
  - Gesetzliche Rahmenbedingungen
  - Stand der Technik
  - Relevante Abfallströme in der Steiermark
- Stakeholder in der Steiermark
- Relevante Trends und Entwicklungen
  - Digitale Abfallwirtschaft
  - Globale Hersteller
- Erhebung möglicher Zukunftsentwicklungen
- Ausblick mit konkreten Maßnahmen

# Methoden

## Recherche der Grundlagen aus relevanten Literaturquellen

- **Gesetzliche Regelungen** (Circular Economy Package, Kunststoffstrategie)
- **Stand der Technik:** Sensorgestützte Sortierung und Robotik
- Relevante **Abfallströme** in der Steiermark
- Evaluierung des **Ist-Standes** in der Steiermark

## Recherche über die zugehörigen Stakeholder in der Steiermark

- **Technologielieferanten** (Sensorikhersteller, Maschinenbauer, ...)
- **Anlagenbetreiber** (SDAG, Mayer Recycling, Müllex, ...)
- **Wissenschaftliche Einrichtungen** (AVAW, Joanneum Research, Know-Center, ....)

1. Grundlagen

2. Stakeholder

## Erhebung relevanter Trends und Entwicklungen von globalen Herstellern

- **Potentiale** durch die Digitalisierung der Abfallwirtschaft erheben
- Durchführung von **Interviews mit Industrievertretern**
- Ableitung von **möglichen Zukunftsentwicklungen** in der Steiermark

## Recherche über die Digitalisierung der Abfallwirtschaft

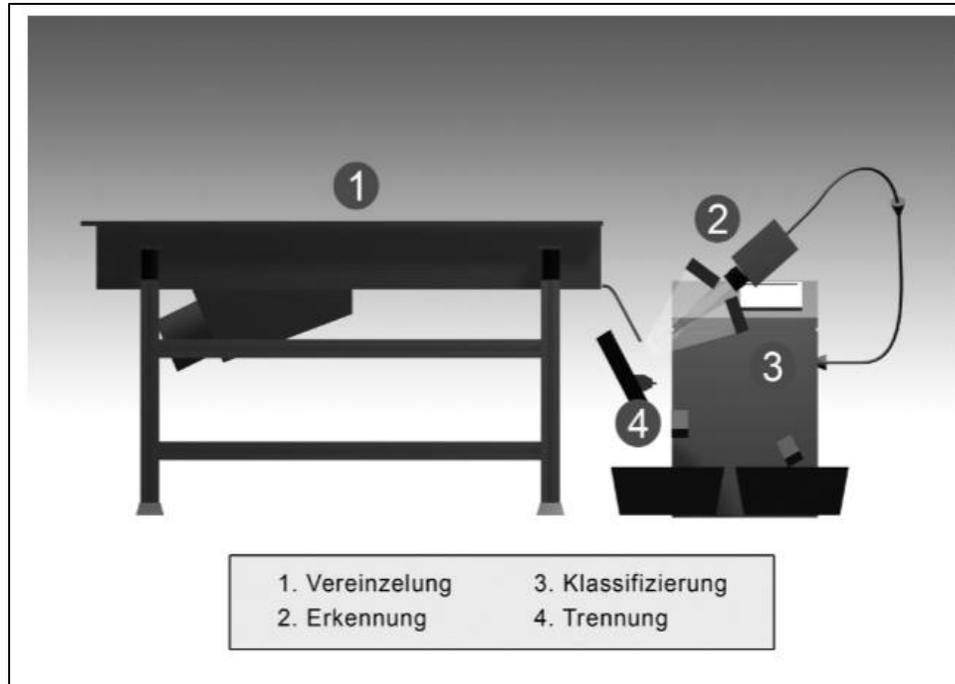
- **Sensortechnik** in der Abfallwirtschaft
- **Robotik** in der Abfallwirtschaft
- **Globale Hersteller**

4. Entwicklungen und Trends

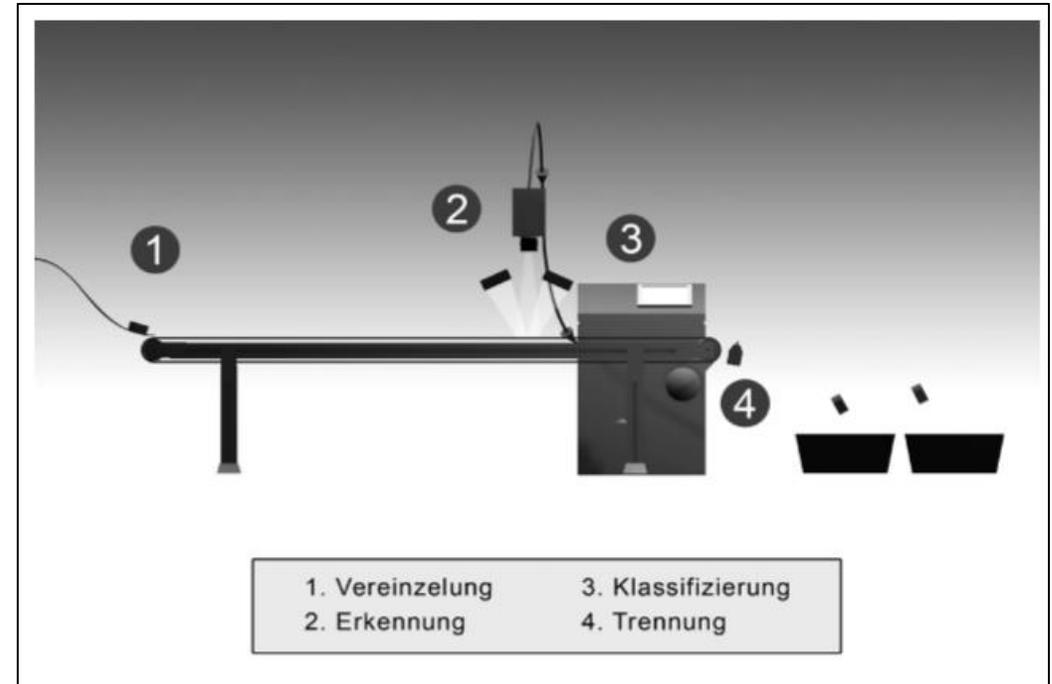
3. Digitalisierung



# Sensorgestützte Sortierung - Bauart



Rinnensortierer (Pretz & Julius 2008)

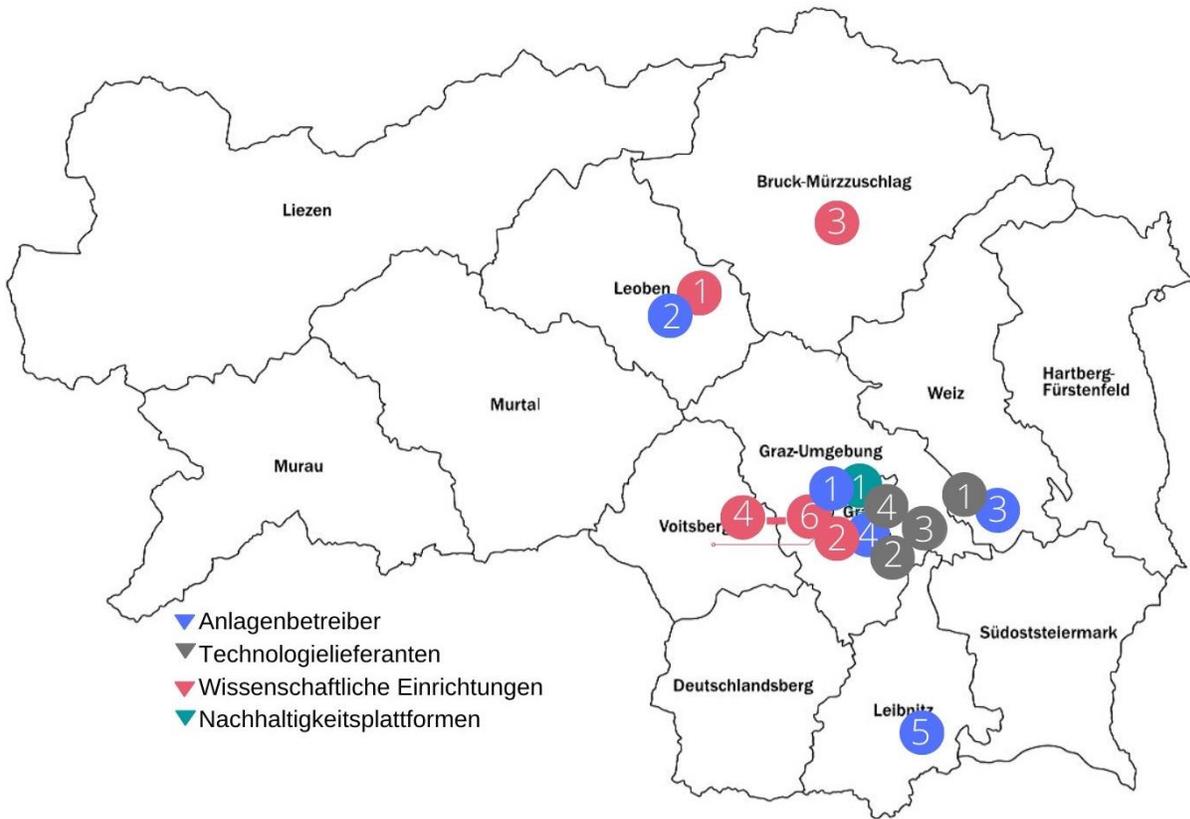


Bandsortierer (Pretz & Julius 2008)

# Sensortechnologien

Sensortechnologie	Materialeigenschaft	Beispielhafter Stoffstrom
Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR)	Molekulare Zusammensetzung	Verpackungsabfall, Hausmüll, Altpapier, Gewerbeabfall, Vorsortierung Wertstoffe, Baustellenmischabfall, Altfahrzeugverwertung
Visuelle Spektroskopie (VIS)	Farbe	Altpapier, Vorsortierung Wertstoffe, Spanplatten, Baustellenmischabfall
Elektromagnetischer Sensor	Elektrische Leitfähigkeit	Schrottaufbereitung, Elektronikabfall, Baustellenmischabfall, Gewerbeabfälle
Farbzeilenkamera	Farbe, Form	Schrottaufbereitung, Elektronikabfall, Baustellenmischabfall, Altglas
Röntgentransmission (XRT)	Atomare Dichte	Schrottaufbereitung, Elektronikabfall, Baustellenmischabfall, Gewerbeabfälle, Hausmüll
Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie (XRF)	Elementare Zusammensetzung, Farbe, Fluoreszenz, Scattering	Kupfer aus Eisenschrotten, Glassortierung, Kompostaufbereitung

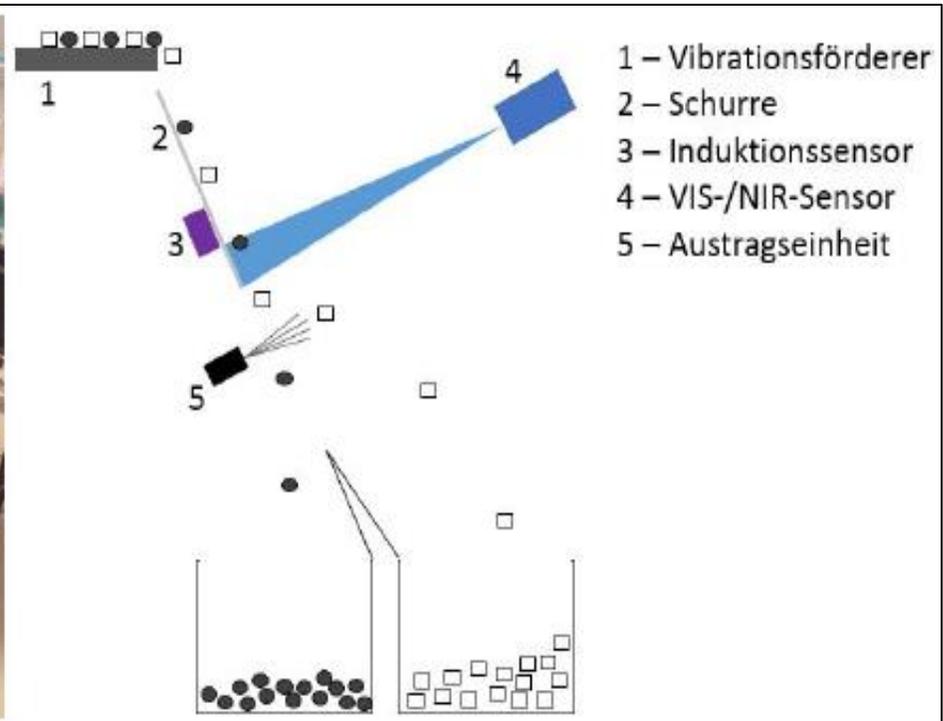
# Stakeholder in der Steiermark



Quelle: Eigene Darstellung, Verteilung der Stakeholder der steirischen Abfallwirtschaft

1	Binder+Co AG	Gleisdorf
2	EVKDI Kerschhagl GmbH	Raaba
3	REDWAVE, a division of BT-Wolfgang Binder GmbH	Eggersdorf bei Graz
4	SLOC GmbH	Graz
1	Ehgartner Entsorgungs GmbH	Graz
2	Mayer Recycling GmbH	St. Michael in der Obersteiermark
3	Müll ex-Umwelt-Säuberungs-GmbH	St. Margarethen an der Raab
4	Saubermacher Dienstleistungs GmbH	Graz
5	Thermo Team Alternativbrennstoffverwertungs GmbH	Retznei
1	AVAW, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben	Leoben
2	FH Joanneum, Standort Graz	Graz
3	FH Joanneum, Standort Kapfenberg	Kapfenberg
4	Joanneum Research Forschungsgesellschaft GmbH	Graz
5	Know Center	Graz
6	Technische Universität Graz	Graz
1	Green Tech Cluster Styria GmbH	Graz

# Sensorgestützter Versuchsstand am AVAW

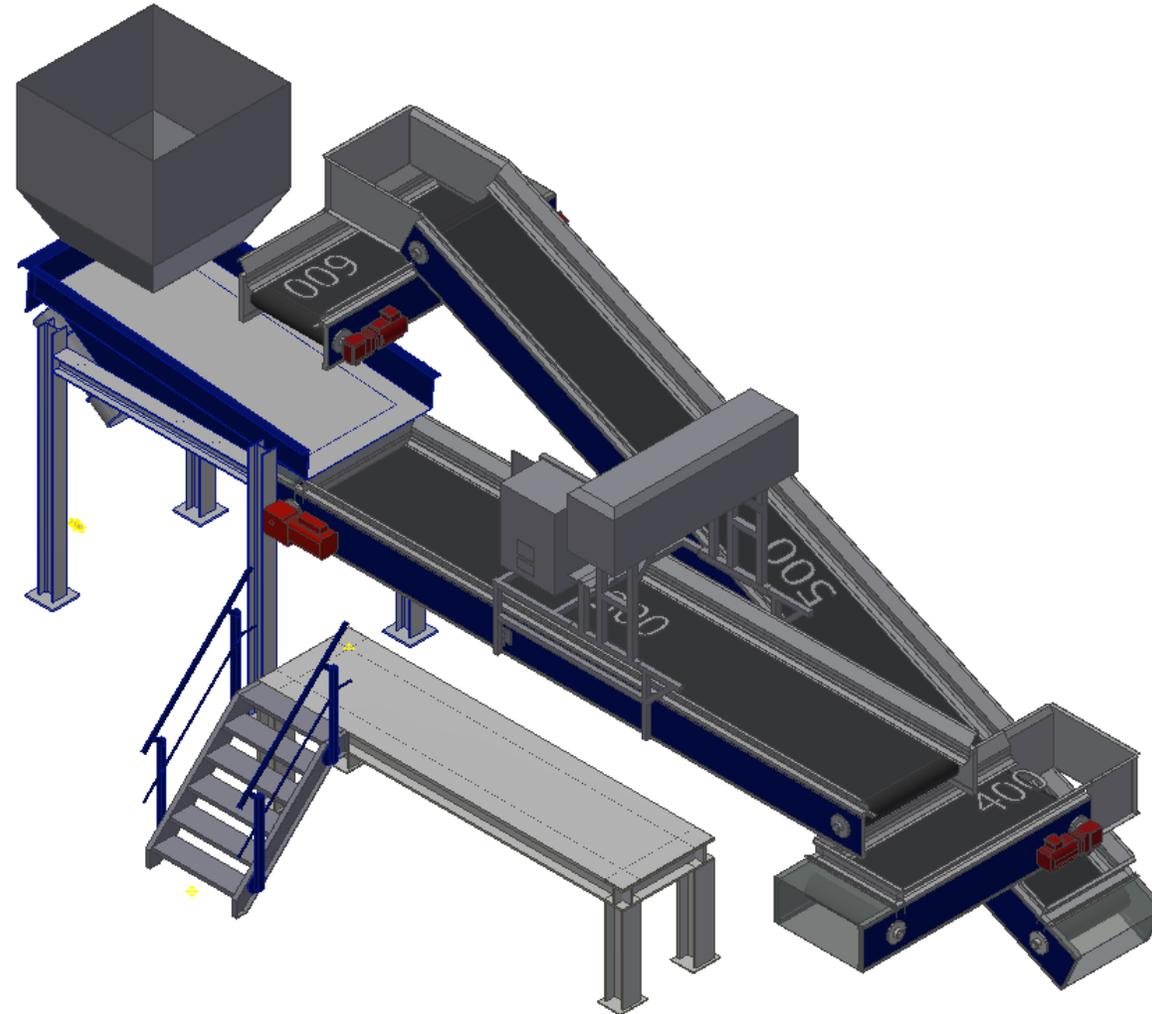


# Sensorgestützter Versuchsstand am AVAW

Die Versuchsanlage kann für folgenden Anwendungsfälle verwendet werden:

- Probencharakterisierung und Bestimmung der Zusammensetzung,
- Erstellen einer digitalen Korngrößenverteilung,
- Ausschleusen von Störstoffen,
- Anreicherung von Wertstoffen,
- Sortierung von Schüttgütern nach Stoffgruppen und
- Validierung von Sortier-/Trennergebnissen.

# Digital Waste Characterisation Lab



# Interviews

- Mit **9** Industrievertretern aus der Steiermark (4 Maschinenbauer und 5 Sortieranlagenbetreiber)
- Einordnung **neuer Technologien** nach ihrer Relevanz für die Abfallwirtschaft
- Einblick in die nationalen sowie globalen **abfallwirtschaftlichen Entwicklungen**
- Bild der **derzeitigen Lage** in der Abfallverwertungstechnik im Hinblick auf den Einsatz von sensorgestützter Sortierung und Robotik

➔ Strategieempfehlung für den steirischen Weg in eine Kreislaufwirtschaft

binder+cö

EVK

mayer

müllex

REDWAVE

Saubermacher

SLOC

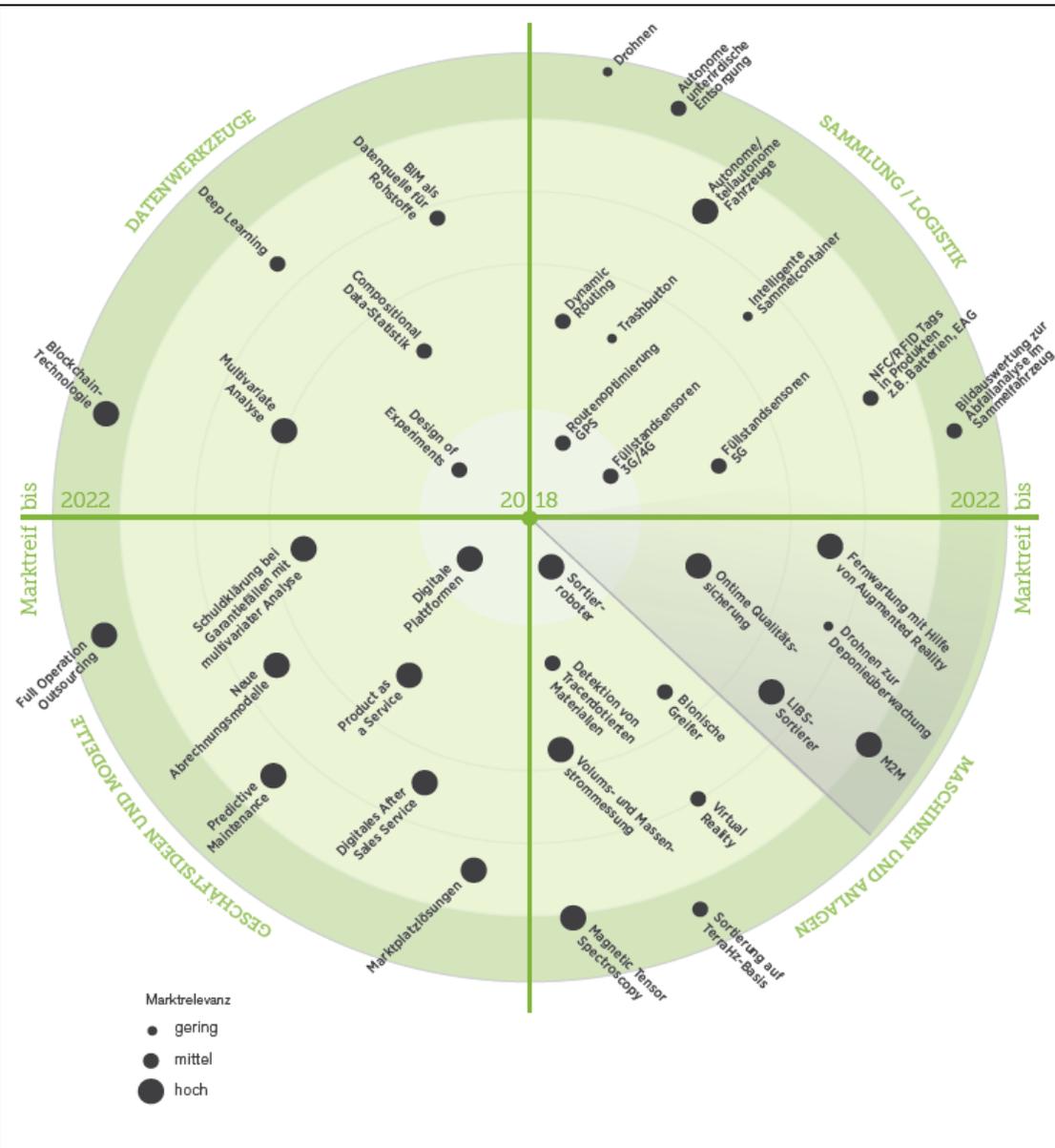
TT  
Thermo  
Team

zuser  
gruppe

# Industrie 4.0 Technologien

- Evaluierung der relevanten Technologien für die Digitalisierung der Abfallwirtschaft
- Zukunftsträchtigkeit aus Industriesicht
- Fokus auf Einsätze der Technologien in der sensorgestützten Sortierung und Robotik

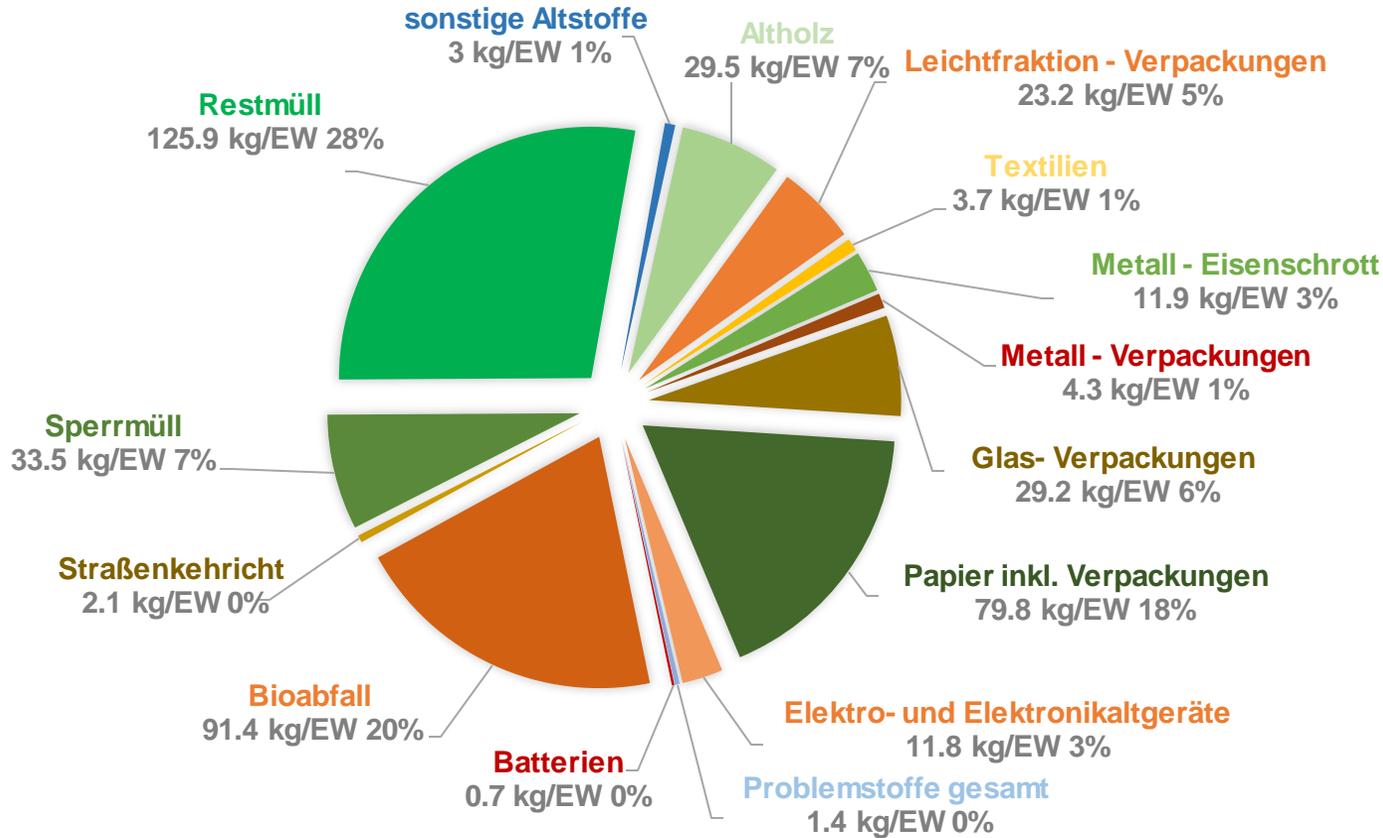
Quelle: Green Tech Radar 2018 „Digitale Abfallwirtschaft – Mehrwert entlang der gesamten Wertschöpfungsquelle“





# Ungenutzte Wertstoffpotentiale

ANTEILE EINZELNER FRAKTIONEN 2017



- Einschätzung der Industrievertreter
- Hinblick auf zu erfüllende Recyclingquoten

Quelle: Landesabfallwirtschaftsplan 2019



# Ergebnisse der Interviews und Ausblick

## I. Sortierung: Effizienz steigern

### I. **Vorkonditionierung** des Materials

- > Vereinzelnung
- > Flächigkeit

### II. **Durchsatzabhängigkeit** des sensorgestützten Sortierergebnisses

- > Stoffliche Zusammensetzung des Inputmaterials
- > Korngröße
- > Vorkonditionierung

### III. Wirtschaftlichkeit der **Kreislaufführung**, eines Scavenger-Moduls oder eines intelligenten Bunkersystems

- > Beispiel LVP Sortieranlage

### IV. Automatisierte **Qualitätskontrolle**

- > Erzeugung hochwertigerer Produkte
- > Robotersortierung

# Ergebnisse der Interviews und Ausblick

## II. Erkennung: Lösungen für bestimmte Materialien

### I. Schwarze Kunststoffe

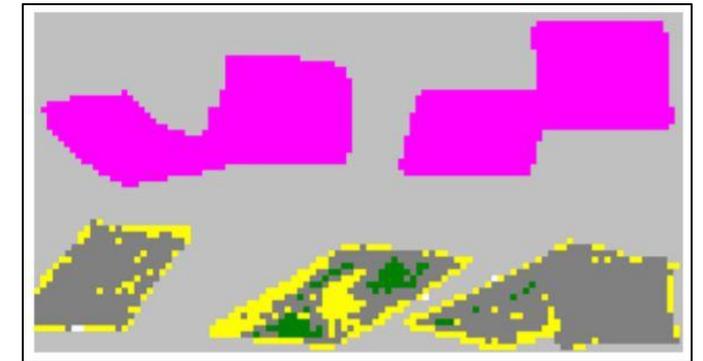
- > Sortierung mittels NIR-Technologie nicht möglich
- > Hohe Investitionskosten für mögliche Sensorfusionslösungen

### II. Verbundmaterialien

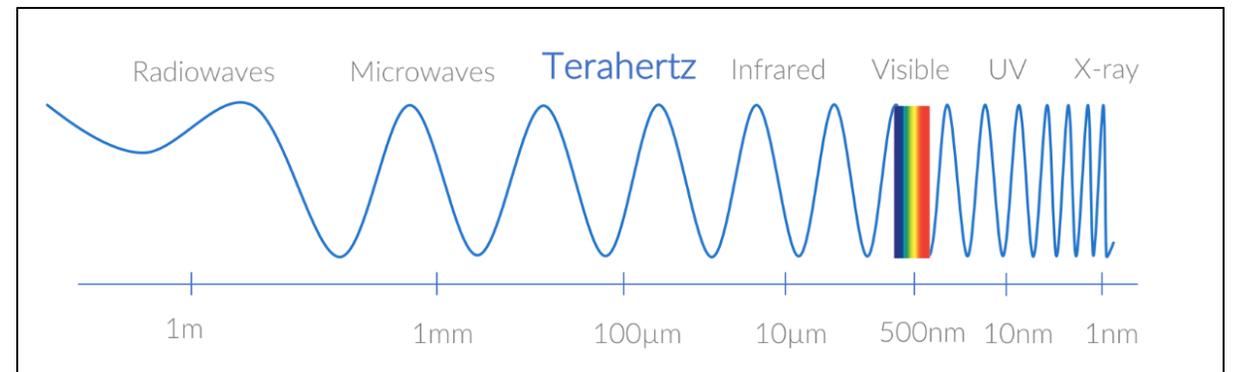
- > NIR und VIS sind Oberflächentechnologien

### III. PVC mit unterschiedlichen Zusatzstoffen

- > Unterschiedliche Spektren
- > EBS-Grenzwerte



Quelle: Küppers und Möllnitz 2018 : Klassifikation HDPE Flakes durch NIR Sortierer



Quelle: Lydit 2020

# Ergebnisse der Interviews und Ausblick

## III. Stoffströme: Ungenutzte Potentiale

- > Wirtschaftlichkeit LVP Sortierung: Transportkosten der Materialanlieferung

## IV. Sammlung: Bessere Trennerfolge erzielen

- > Wertstoffscanner und Bildtechnologie: Erhöhung der Sammelquoten
- > **Getrennte Sammlung immer besser als Sensorgestützte Sortieranlage**



Quelle: Wertstoffscanner der Saubermacher Dienstleistungs AG 2018

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft