

# Abschlussbericht BWPLUS

## 2nd Metal: Untersuchungen zur Steuerung nachhaltigen Verhaltens durch Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle in Baden-Württemberg

von

Dr. Malte Busch, Valerie Hübscher, Dr. Antonia Loibl, Katharina Wood

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

Förderkennzeichen: BWCE24102

Laufzeit: 01.01.2024 – 31.07.2024

Finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.

September 2024



**Baden-Württemberg  
Ministerium für Umwelt, Klima  
und Energiewirtschaft**

## Kurzfassung

Das Projekt *2nd Metal: Untersuchungen zur Steuerung nachhaltigen Verhaltens durch Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle in Baden-Württemberg* zielte darauf ab,

- Erkenntnisse darüber zu sammeln, welche Faktoren die Entscheidungen von Akteuren im Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg beeinflussen,
- ein besseres Verständnis darüber zu gewinnen, welche Einflussfaktoren auf die Entscheidungen der Akteure beim Handel auf Transaktionsplattformen relevant sind und
- zu analysieren, unter welchen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine B2B-Transaktionsplattform für Sekundärmetalle zu nachhaltigeren Entscheidungen der Akteure führen kann.

Eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Entscheidungen der Akteure im Sekundärmetallhandel wie Markttransparenz, Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, gesetzliche Anforderungen/Umweltauflagen, Vertrauen & persönliche (Geschäfts-) Beziehungen, Sekundärmetallpreise, Logistikaufwand und Materialqualität wurden u.a. mit Hilfe von Interviews erarbeitet, in die Kategorien Ökonomie, Ökologie, Regulierung und Sozio-Psychologie eingeordnet und hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen analysiert.

Die Analyse ergab folgende sechs Einflussfaktoren, die Ansatzpunkte für die Gestaltung digitaler Transaktionsplattformen bieten, um die Nachhaltigkeitsdimension als Entscheidungskriterium im Ein- und Verkauf von Metallen zu stärken: (1) Markttransparenz, (2) Prozessaufwand, (3) Logistikaufwand, (4) Kommunikation, (5) Preis- und Vertragssicherheit und (6) Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Dementsprechend sind diese sechs Faktoren und ihre Wechselwirkungen bei der Etablierung von Plattformen zu berücksichtigen. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass Plattformen ihr Angebot in Bezug auf Themen wie (standardisierte) Materialqualität, Unterstützung bei der Dokumentation des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks der Metalle und Zusatzleistungen wie Finanzierung und Logistikdienstleistungen noch verbessern können.

Der Bericht zeigt auch, dass Akteure in der Sekundärmetallindustrie wie z.B. Recyclingunternehmen und Gießereien digitale Transaktionsplattformen noch nicht als adäquate Möglichkeit für den Ein- und Verkauf von Metallen betrachten. Faktoren wie persönliche Beziehungen, analoge Kommunikation und (zum Teil gewollte) Intransparenz über Preise und Materialverfügbarkeit werden als Hindernisse gesehen.

Die Analyse der Voraussetzungen und Rahmenbedingungen, unter denen eine B2B-Transaktionsplattform für Sekundärmetalle zu nachhaltigeren Entscheidungen der Akteure führen kann, zeigte, dass technologische Faktoren, wie die Entwicklung fortschrittlicher Sortier- und Recyclingtechnologien, ebenso eine Rolle spielen wie die Rolle der rechtlichen Rahmenbedingungen, der Ausbau der Plattformdienstleistungen, z.B. die Unterstützung der Nutzer bei der Dokumentation des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, und ein generelles gesellschaftliches Bewusstsein für den Nutzen digitaler Plattformen.

## Inhalt

Kurzfassung.....	ii
Inhalt.....	iii
Abbildungsverzeichnis.....	v
Tabellenverzeichnis.....	vi
Abkürzungsverzeichnis.....	vii
1 Einleitung.....	8
1.1 Motivation.....	8
1.2 Zielsetzung.....	8
1.3 Methodisches Vorgehen.....	9
1.3.1 Kurzumfrage/Kurzinterviews.....	9
1.3.2 Tiefeninterviews.....	9
1.3.3 Workshop.....	12
2 Literaturübersicht & Stand der Diskussion.....	13
2.1 Metallindustrie: Ein Überblick.....	13
2.1.1 Metallindustrie/Sekundärmetallhandel in Deutschland.....	14
2.1.2 Metallindustrie/Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg.....	15
2.1.3 Sekundärmetallkreislauf: Akteure und Rollen.....	16
2.2 Digitale Transaktionsplattformen.....	19
3 Ergebnisse.....	23
3.1 Ergebnisse Kurzumfrage.....	23
3.2 Leitfrage 1: Einflussfaktoren und deren Wirkzusammenhänge im Sekundärmetallhandel.....	24
3.2.1 Einflussfaktoren im Sekundärmetallhandel.....	24
3.2.2 Wirkungsketten zur Ver-/Kaufentscheidung für Sekundärmetalle.....	30
3.3 Leitfrage 2: Einflussmöglichkeiten einer Transaktionsplattform für Sekundärmetalle auf nachhaltige Entscheidungen.....	35
3.3.1 Einflussfaktoren mit spezifischen Möglichkeiten für Transaktionsplattformen.....	35
3.3.2 Gestaltung einer Transaktionsplattform zur Unterstützung nachhaltiger Entscheidungen im Metallver-/einkauf.....	36
3.4 Leitfrage 3: Voraussetzungen für nachhaltige Entscheidungen.....	46
3.5 Abgeleitetes Szenario.....	49
4 Handlungsempfehlungen.....	52
5 Verwertung.....	54
6 Ausblick.....	55
Literaturverzeichnis.....	56

Einleitung

Anhang .....	63
Anhang 1.....	63
Anhang 2.....	66
Anhang 3.....	67
Anhang 4.....	69

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Sekundärmetall-Kreislauf: Phasen und Akteure.....	17
Abbildung 2: Grundschemata des Ver-/Kaufes von Sekundärmetallen .....	30
Abbildung 3: Einflussfaktoren "Markt" .....	31
Abbildung 4: Einflussfaktoren "Preis" .....	32
Abbildung 5: Einflussfaktoren "Prozessaufwand und Logistikaufwand".....	33
Abbildung 6: Einflussfaktoren "Materialeinsatz" .....	34
Abbildung 7: Einflussfaktoren "soziale Interaktion" .....	35
Abbildung 8: Darstellung der sechs Einflussfaktoren.....	45
Abbildung 9: Übersicht der Rahmenbedingungen .....	48
Abbildung 10: Übersicht über alle erarbeiteten wichtigen Einflussfaktoren .....	66

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu Fragestellungen des Projekts.....	10
Tabelle 2: Auflistung der Interviewten.....	10
Tabelle 3: Auflistung der ausgewerteten Podcastinterviews.....	12
Tabelle 4: Zahlen zur Metallindustrie in Baden-Württemberg im Jahr 2022 .....	16
Tabelle 5: Auswahl an Mehrwerten von Transaktionsplattformen .....	21
Tabelle 6: Transaktionsplattformen im Sekundärmetallhandel .....	21
Tabelle 7: Auflistung der Einflussfaktoren .....	24
Tabelle 8: Einflussfaktoren mit Erklärungen .....	67
Tabelle 9: Übersicht zu relevanten Einflussfaktoren.....	69

## Abkürzungsverzeichnis

BDA	Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände
CEAP	Circular Economy Action Plan (Dt.: EU-Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft)
CLD	Causal Loop Diagram (Dt.: Kausalschleifendiagramm)
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive (Dt.: EU-Richtlinie zur Unternehmens-Nachhaltigkeitsberichterstattung)
DERA	Deutsche Rohstoffagentur
ESG	Environmental, Social und Governance (Dt.: Umwelt, Soziales und Unternehmensführung)
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation (Neue Europäische Ökodesign-Verordnung)
EU	Europäische Union
EuRic	European Recycling Industries' Confederation (Dt.: Europäischer Bund der Recyclingindustrien)
KI	Künstliche Intelligenz
PCF	Produkt Carbon Footprint (Dt.: CO <sub>2</sub> -Fußabdruck für Produkte)
RPA	Robot Process Automation (Dt.: Robotergestützte Prozessautomatisierung)
STEEPL	Social, Technological, Economic, Environmental, Political and Legal (Dt.: Soziale, technologische, wirtschaftliche, ökologische, politische und rechtliche Aspekte)
UBW	Unternehmer Baden-Württemberg
UM BW	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
UVM	Unternehmerverband Metall Baden-Württemberg
UX	User Interface (Dt.: Benutzeroberfläche)
WVM	Wirtschaftsvereinigung Metalle

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Digitale Transaktionsplattformen sind in der für Baden-Württemberg wichtigen Metallindustrie bisher wenig verbreitet. Die Metallindustrie in Deutschland und Baden-Württemberg befindet sich nichtsdestotrotz im Wandel. Laut dem Vorstandsvorsitzenden von Südwestmetall, Joachim Schulz (2023), sind die "fetten Jahre" vorbei. Die Industrie hat mit rückläufigen Auftragseingängen zu kämpfen und muss gleichzeitig mehrere Transformationsherausforderungen meistern: Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Integration neuer Technologien, Fachkräftemangel und Bürokratie sind nur einige der Themen, mit denen sich nicht nur die Metallindustrie auseinandersetzen muss (Haschnik 2024).

Der technologische Wandel spielt in der vorliegenden Studie eine wichtige Rolle. Zum einen wurden relevante Faktoren identifiziert, die den Sekundärmetallhandel beeinflussen und in Wechselwirkung zueinanderstehen, zum anderen wurden Faktoren spezifiziert, die Einfluss auf den (nachhaltigen) Handel auf Transaktionsplattformen haben.

Konkret werden in diesem Projekt folgende Leitfragen beantwortet:

- Welche Faktoren beeinflussen die Entscheidungen der Akteure im Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg?
- Welchen Einfluss hat eine Transaktionsplattform für Sekundärmetalle auf die Entscheidungen der Akteure?
- Welche Voraussetzungen muss eine Transaktionsplattform erfüllen, um nachhaltigere Entscheidungen der Nutzer zu fördern?

Das Projekt 2nd Metal: Untersuchungen zur *Steuerung nachhaltigen Verhaltens durch Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle in Baden-Württemberg* wurde im Rahmen des Förderprogramms REKOWI (Ressourcenschonendes, kreislaufforientiertes Wirtschaften in Baden-Württemberg) durchgeführt. Das Projekt wird vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert und zielt darauf ab, einen Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Ressourcen zu leisten und die Unternehmen im Land beim Übergang zu einer ressourcenschonenderen Wirtschaftsweise zu unterstützen.

## 1.2 Zielsetzung

Im Rahmen des Projekts werden folgende Ziele verfolgt:

- Erkenntnisse darüber zu sammeln, welche Faktoren die Entscheidungen von Unternehmen/Akteuren im Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg beeinflussen.
- Ein besseres Verständnis darüber zu gewinnen, welche Einflussfaktoren auf die Entscheidungen der Akteure beim Handel auf Transaktionsplattformen relevant sind.
- Eine Analyse darüber, unter welchen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine B2B-Transaktionsplattform für Sekundärmetalle zu nachhaltigeren Entscheidungen der Akteure führen kann.



### 1.3 Methodisches Vorgehen

Das Projekt umfasste eine erste Literatur- und Branchenrecherche, eine Kurzbefragung, Tiefeninterviews sowie einen Workshop. Mit Hilfe des System Dynamics Ansatzes wurden aus den Ergebnissen der Interviews Wirkungsketten entwickelt, die im Workshop validiert und plausibilisiert wurden.

#### 1.3.1 Kurzumfrage/Kurzinterviews

Im März 2024 wurde eine Kurzumfrage an Unternehmen aus verschiedenen Branchen, z.B. der Metall- und Automobilindustrie, versandt. Darunter befanden sich vor allem produzierende Unternehmen, aber auch Unternehmen aus den Bereichen Recycling und Stahlhandel. Ziel der ca. 10-minütigen Umfrage war es, Herausforderungen im Allgemeinen und in Bezug auf die Nutzung von Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle abzufragen. Die Umfrage wurde in das Online-Umfragetool EFS implementiert und konnte von den Unternehmen sowohl als PDF als auch als Link ausgefüllt werden. Die Umfrage wurde über Branchen- und Wirtschaftsverbände, die Umwelttechnik BW GmbH sowie das Netzwerk des Projektteams verbreitet. Letztendlich wurde der Kurzfragebogen von 8 Unternehmen ausgefüllt. Zusätzlich wurden in dieser Phase Einkaufsleiter von Recycling- und Industrieunternehmen telefonisch kontaktiert. In diesen Telefonaten wurde eine starke Skepsis gegenüber Sekundärmetall-Transaktionsplattformen geäußert. Einige der gesammelten Eindrücke und Perspektiven finden sich im Abschnitt zu den geäußerten Herausforderungen und Barrieren in Kapitel 3.3. bei der Beantwortung der Leitfrage 3 wieder. Zwei der acht Kurzbefragungen wurden in Form von leitfadengestützten Kurzinterviews mit Einkaufsleitern zweier international tätiger Industrieunternehmen durchgeführt. Die Ergebnisse finden sich zu Beginn des Kapitels 3.1.

#### 1.3.2 Tiefeninterviews

Die Tiefeninterviews lassen sich in zwei Phasen gliedern. In der ersten Phase wurden 11 Interviews mit Sekundärmetall-Experten aus Unternehmen, Branchenverbänden und der Wissenschaft durchgeführt. Insgesamt wurde für die Phase 1 eine Liste mit 50 Personen erstellt, die für Interviews angefragt wurden. Die Experten kommen sowohl aus Baden-Württemberg als auch anderen Teilen Deutschlands.

In der zweiten Phase wurden Vertreter von aktiven und nicht mehr aktiven Sekundärmetalltransaktionsplattformen für Interviews angefragt. Zwei Transaktionsplattformen erklärten sich für ein Interview bereit. Darüber hinaus wurden (Podcast)-Interviews mit den Mitgründern von Metycle, Metaloop, Secontrade und Metalshub ausgewertet. Zielsetzung war, neben den Perspektiven von Experten aus der Sekundärmetallindustrie, zusätzlich die Sichtweisen von den Personen zu berücksichtigen, die digitale Marktplätze für Sekundärmetall aufgesetzt haben und aus erster Hand über Herausforderungen, Risiken und zukünftige Chancen beim Handel über Plattformen berichten können.

Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die Fragestellungen des Projekts, der Methodik zur Datenerhebung und die Darstellung der Ergebnisse.

*Tabelle 1: Übersicht zu Fragestellungen des Projekts*

<b>Fragestellung</b>	<b>Methodik zu Datenerhebung</b>	<b>Darstellung der Ergebnisse</b>
Was sind Herausforderungen im Sekundärmetallhandel?	- Literaturrecherche - Kurzumfragen - Interviews mit Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden	In Literaturübersicht
Was sind Einflussfaktoren im Sekundärmetallhandel?	- Literaturrecherche - Interviews mit Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden	- Auflistung der Faktoren in Excel-Tabelle - Übersicht in Kapitel 3.2.1 - Wirkungsketten in Kapitel 3.2.2
Was sind Einflussfaktoren im Sekundärmetallhandel auf Transaktionsplattformen?	- Interviews mit Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden - Interviews mit Plattformbetreibern	- Auflistung der Faktoren in Excel-Tabelle - Übersicht in Kapitel 3.3.1

In Tabelle 2 sind die Interviewten gemäß ihrer Rolle, Organisation, Datum des Interviews und der Auswahlkriterien gelistet.

*Tabelle 2: Auflistung der Interviewten*

<b>Interview Nummer (#)</b>	<b>Rolle der interviewten Person</b>	<b>Organisation</b>	<b>Datum des Interviews</b>	<b>Auswahlkriterium</b>
1	Gruppenleiter Fertigungssysteme Leichtbau	Forschungsinstitut	12.3.2024	Einblicke in Metallbranche durch Projekte mit produzierenden Unternehmen
2	Teamleiter, Innovation	Recycling Unternehmen	12.3.2024	Branchenkennner durch langjährige Erfahrungen in unterschiedlichen Positionen in Recyclingunternehmen
3	Technischer Leiter	Recycling Unternehmen	22.03.2024	Branchenkennner durch langjährige Erfahrungen im Sekundärmetallbereich
4	Prokurist	Verband	28.03.2024	Einblicke in Metallbranche durch Verbandsmitglieder (produzierende Unternehmen)

5	Referent	Verband	11.04.2024	Einblicke in Metallbranche durch Verbands-mitglieder (produzierende Unternehmen)
6	Geschäftsführung	Produzierendes Unternehmen	12.04.2024	Branchenkenner durch langjährige Erfahrungen in der Metallindustrie
7	Institutsleiter, Bereich Materialwissenschaften	Forschungsinstitut	12.04.2024	Fachliche Expertise zum Recycling von Metallen, Einblicke in Metallbranche durch Projekte mit produzierenden Unternehmen
8	Einkäufer	Produzierendes Unternehmen	16.04.2024	Branchenkenner durch langjährige Erfahrungen in der Metallindustrie
9	Referent für Metallschrott-Recycling	Verband	17.04.2024	Einblicke in Metallbranche durch Verbands-mitglieder (produzierende Unternehmen) und langjährige Erfahrungen mit Metall-Recycling
10	Leiter für Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz	Verband	30.04.2024	Einblicke in Metallbranche durch Verbands-mitglieder (produzierende Unternehmen)
11	Geschäftsführung	Forschungsinstitut	22.05.2024	Erfahrungen aus erster Hand zu Herausforderungen im Sekundärmetallrecycling
12	Geschäftsführung	Plattform für Sekundärrohstoffe	24.05.2024	Tiefenkenntnisse über Sekundärmetallrecyclingplattformen
13	CEO und Gründer	Plattform für Sekundärrohstoffe	18.06.2024	Tiefenkenntnisse über Sekundärmetallrecyclingplattformen

Tabelle 3 listet die ausgewerteten Podcastinterviews, die Namen der Plattformvertreter, deren Rollen, und das Datum der Aufzeichnung auf.

*Tabelle 3: Auflistung der ausgewerteten Podcastinterviews*

<b>Name und Rolle der Person</b>	<b>Organisation</b>	<b>Datum</b>
Frank Jackel, CEO und Gründer	Metalshub	01.10.2022
Jan Pannenbäcker, CEO und Gründer	Metaloop	21.09.2023
Sebastian Brenner, CEO und Gründer	Mecycle	19.12.2023
Brigitte Reich, Geschäftsführung	Secontrade	25.01.2024

### **1.3.3 Workshop**

Am 16.07.2024 fand der Workshop mit Akteuren aus Wirtschaft und Verbänden statt. Für den Workshop wurden zum einen die bisher interviewten Experten eingeladen, zum anderen wurden weitere Personen zusätzlich kontaktiert. Letztlich nahmen fünf Experten an dem hybrid durchgeführten Workshop teil. Darunter war auch eine Person, die in Phase 1 nicht interviewt worden war.

Ziel des Workshops war es, die zuvor erstellten Wirkungsketten durch die Teilnehmer auf Plausibilität zu prüfen, die Wirkungsketten aus Sicht der Teilnehmer zu konkretisieren sowie Rahmenbedingungen und Handlungsempfehlungen zu diskutieren. Im Vorfeld des Workshops wurden Wirkungsdiagramme (Causal Loop Diagrams) erstellt, die darauf abzielen, komplexe Problemstellungen zu visualisieren und Zusammenhänge schnell erfassbar zu machen. Dazu wurden Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen im betrachteten System mit Hilfe eines systemdynamischen Ansatzes visualisiert. Die Wirkungsdiagramme ermöglichten es, die Multikausalität und Vernetztheit der Zusammenhänge zu verdeutlichen, das lineare Ursache-Wirkungs-Denken aufzubrechen, verstärkende und abschwächende Effekte abzuschätzen und mehrdimensionale Erklärungen und Empfehlungen zu erarbeiten. Die Wirkungsdiagramme wurden mit Hilfe der Software Vensim erstellt. Die Grafiken zu den Wechselwirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren finden sich in Kapitel 3.2.

## 2 Literaturübersicht & Stand der Diskussion

Der folgende Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die Metallindustrie in Deutschland und Baden-Württemberg und beschreibt die Akteure und Rollen im Sekundärmetallkreislauf. Es folgt ein Überblick über digitale Transaktionsplattformen im Allgemeinen und über bestehende Transaktionsplattformen im Sekundärmetallhandel.

### 2.1 Metallindustrie: Ein Überblick

Die gängigsten Metalle lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: eisenhaltige Metalle (Fe-Metalle) zu denen bspw. Stahl und Stahlegierungen zählen und Nichteisen-Metalle (NE-Metalle), die kein Eisen enthalten. Dazu zählen unter anderem Aluminium, Kupfer, Blei und Zink (EuRIC 2020, S. 3). Die Metallschrottindustrie in der EU lässt sich demzufolge je nach Metall in noch kleinere Sektoren unterteilen, z. B. den Stahlrecyclingsektor oder den Aluminiumrecyclingsektor. Die Unterscheidung der einzelnen Metallsektoren ist insofern relevant, da die Aufbereitung von Sekundärmetallen je nach Metallart unterschiedlich aufwendig und rentabel ist. Im europäischen Stahlrecyclingsektor wurden gemäß dem Europäischen Bund der Recyclingindustrien (EuRIC) bereits im Jahr 2020 über 90% der Edelstahlprodukte am Ende ihrer Lebensdauer recycelt und zu neuen Produkten verarbeitet (EuRIC 2020, S. 4). Wohingegen im Zinkrecyclingsektor aktuell nur 60% der Sekundärmetalle im europäischen Markt recycelt werden (Initiative Zink 2024).

Metalle, die für Zukunftstechnologien von besonderer Bedeutung sind, wie Lithium, Kobalt oder Seltenerdmetalle, könnten durch vermehrtes Recycling entscheidend zur Versorgungssicherheit beitragen (Wolf 2023). Metallrecycling ermöglicht die Mediation von "Umwelt- und Akzeptanzrisiken" des Bergbaus, der häufig unter unsicheren, ausbeuterischen Bedingungen zu Lasten von Mensch und Umwelt im Ausland stattfindet" (Wolf 2023, S. 832). Laut dem Fachbereichsleiter am Centrum für europäische Politik in Berlin, Wolf, werden "grüne Wertschöpfungsketten für Europa nur dann zur Erfolgsgeschichte, wenn sie es ermöglichen, Klimaschutz mit einem Zugewinn an Versorgungssicherheit zu verbinden" (Wolf 2023, S. 832). Seiner Einschätzung nach steckt die angestrebte europäische Kreislaufwirtschaft für Metalle und deren Rückgewinnung jedoch noch in den "Kinderschuhen" (ebd.). Nur bei Kupfer, Kobalt und Nickel zeigt sich eine bestehende und profitable Sekundärgewinnung innerhalb Europas (ebd.). Die Importabhängigkeit kann jedoch zu einem deutlichen Standortnachteil werden und die Versorgungssicherheit beeinträchtigen z.B. durch politisch-, handels-, oder umweltbedingte Importausfälle. So weist auch die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) darauf hin, dass Störungen der Lieferketten eine Abkehr von der Importabhängigkeit besonders wichtig machen (Liesegang und Bookhagen 2023, S. 21). Ein weiterer Aspekt, der für eine verstärkte Umsetzung des Metallrecyclings spricht, ist die Tatsache, dass Metalle (bei entsprechender Aufbereitung der Sekundärmetalle) unbegrenzt und ohne Qualitäts- oder Funktionsverlust wiederverwertet werden können (EuRIC 2020, S. 7).

Die Europäische Union betont die Bedeutung von Materialrecycling und Sekundärrohstoffkreisläufen durch den "Critical Raw Materials Act" (Europäische Kommission 2024a) und den "Net Zero Industry Act" (Europäische Kommission 2023). Insbesondere für das Recycling von Seltenerdmetallen müssen aber auch verbraucherseitige Anreize für die fachgerechte Entsorgung von Elektroschrott

geschaffen werden. Zudem ist das Produktdesign von Elektronik entscheidend, um eine möglichst einfache Trennung der Metalle zu gewährleisten (Wolf 2023, S. 834). Neben der bereits erwähnten Notwendigkeit eines recyclinggerechteren Produktdesigns identifiziert die DERA als weitere Handlungsfelder die Schaffung von mehr Transparenz über die Sekundärmetallstoffströme sowie die Vereinheitlichung von verbindlichen Sammel-, Separierungs- und Sortieranforderungen (Bookhagen et al. 2023, S. 12). Darüber hinaus soll das Recycling zukünftig noch stärker in der Gesetzgebung berücksichtigt und Widersprüche zwischen Abfall-, Stoff- und Produktrecht gezielt abgebaut werden (ebd.).

Darüber hinaus veröffentlichte die Europäische Kommission 2020 den Circular Economy Action Plan (CEAP), der den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft in der EU beschleunigen soll (Europäische Kommission 2024b). Der Europäische Verband der Recyclingindustrie hat 2021 eine Kreislaufstrategie für Metalle formuliert, die dazu beitragen soll, auch in der energieintensiven Metallindustrie bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen (EuRIC 2021, S. 1). Eine entscheidende Rolle bei der Zielerreichung spielt der verstärkte Einsatz von Sekundärmetallen (ebd.). Um diesen zu erhöhen, setzt die Metallkreislaufstrategie von EuRIC an drei Stellschrauben an: Die Entwicklung der Metallindustrie von einer überwiegend linearen hin zu einer Kreislaufwirtschaft, die Abbildung des ökologischen Mehrwerts von Sekundärmetallen in deren Preis und die Anpassung der europäischen Abfallgesetzgebung, um Sekundärmetalle als Wertstoff und nicht als Abfall zu behandeln (ebd.).

### **2.1.1 Metallindustrie/Sekundärmetallhandel in Deutschland**

Metalle sind für das Vorankommen der deutschen Wirtschaft bei der Dekarbonisierung, Digitalisierung und Mobilitätswende von immenser Bedeutung. (Liesegang und Bookhagen 2023; Wolf 2023). Dabei sind vor allen Dingen die Bereiche Elektromobilität, Energieversorgung mit elektrischen Versorgernetzwerken und im besonderen Photovoltaik zu nennen (Gregoir et al. 2022, S. 9). Die für die multiplen Transformationen im Energie- und Mobilitätsektor notwendigen Lithium-Batterien, Windkraft-Turbinen und Elektromotoren basieren entscheidend auf dem Einsatz von Metallen wie Lithium, Cobalt, Nickel oder Kupfer (Gregoir et al. 2022). Aus dem DERA-Rohstoffbericht geht jedoch hervor, dass Deutschland zur Primärrohstoffgewinnung z.B. auf den Import von Eisenerz und anderen Metallen angewiesen ist, da der primäre Metallerzbergbau in Deutschland kaum noch stattfindet (Liesegang und Bookhagen 2023).

In der deutschen Metallindustrie arbeiten laut Statista 228.000 Beschäftigte. Die meisten von ihnen arbeiten in den Bereichen Roheisen-, Stahl-, und Ferrolegierungserzeugung und den Gießereiindustrien (Scholle 2024a). Der Umsatz der Branche schwankte in den letzten Jahren bedingt durch konjunkturelle Entwicklungen und betrug im Jahr 2023 126 Milliarden Euro (Scholle 2024b). Gemessen am Umsatz ist die Nichteisen-Metallindustrie der größte Sektor (ebd.). Damit zählte die Metallindustrie 2022 zu den sechs stärksten Industriezweigen hinter dem Automobilsektor, Maschinenbau, der chemisch-pharmazeutischen Industrie, Elektrotechnik und dem Ernährungsgewerbe (Rudnicka 2023).

Die Stahlbranche ist ein wichtiger Pfeiler für die deutsche Automobil- und Maschinenbauindustrie und beschäftigt mehr als 80.000 Personen direkt (Liesegang und Bookhagen 2023, S. 41). Im Jahr 2022 war Deutschland mit einer jährlichen Produktion von rund 37 Millionen Tonnen Rohstahl der größte Stahlhersteller in der EU und der achtgrößte weltweit (ebd.). Dabei wurden rund 26 Millionen Tonnen

Rohstahl über die Hochofenroute hergestellt und 11 Millionen Tonnen über Elektrolichtbogenöfen (ebd.). Während bei der Hochofenroute nur ca. 30% Sekundärrohstoffe eingesetzt werden können, ist beim Elektrolichtbogenofen ein Einsatz von bis zu 100 % Sekundärmetallen möglich und birgt somit Potenzial für einen höheren Stahlschrotteinsatz. Allerdings verfügt Deutschland im Jahr 2022 nur über begrenzte Kapazitäten zur Aufbereitung von Stahlschrott, was auch zu höheren Exportmengen von Stahlschrott im Vergleich zu Importmengen führt (Liesegang und Bookhagen 2023).

Die deutsche Metallindustrie und der Sekundärmetallhandel sehen sich derzeit mit mehreren Herausforderungen gleichzeitig konfrontiert. Zu den größten Herausforderungen zählen die Digitalisierung, die Dekarbonisierung und der demografische Wandel sowie Deglobalisierungstendenzen (Hüther 2023, S. 4). Auch das Thema Bürokratie stellt eine große Herausforderung dar. So gaben 86% von 900 Unternehmen in einer Umfrage des Arbeitgeberverbandes Gesamtmetall im Oktober 2023 an, "stark oder sehr stark von Bürokratie belastet zu sein" (Gesamtmetall 2023). Darüber hinaus wurden in den Interviews Genehmigungen für Neuanlagen bzw. Anlagenumbauten/-erweiterungen im Recycling- und Metallsektor im Zusammenhang mit überbordender Bürokratie genannt. Außerdem die Deklarations- und Transportvorschriften von Abfällen. Aufgrund der stark gestiegenen Energiepreise besteht die Befürchtung, dass wichtige industriebezogene Investitionen ins Ausland (z.B. USA) abwandern (Hüther 2023, S. 3). Politik, Kunden und die Gesellschaft im Allgemeinen fordern ein nachhaltigeres Wirtschaften durch Emissionsreduzierungen, eine stärkere Verfolgung des Kreislaufansatzes, den Einsatz höherer Rezyklat-Anteile und lückenlose Nachweise einer nachhaltigen Lieferkette (Erdle 2022). Das stellt insofern eine große Herausforderung dar, da die Metallbranche neben der Chemieindustrie zu den größten industriellen Treibhausgasemittenten in Deutschland zählt. Die Branche ist somit auch in Bezug auf die deutsche CO<sub>2</sub>-Bilanz höchst relevant (Pawlik 2024). Laut der Geschäftsführerin der Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVM), Franziska Erdle, ist die nationale Energie- und Klimapolitik nur bedingt auf die Rohstoffpolitik sowie die Kreislaufwirtschafts- und Umweltpolitik abgestimmt. Dies würde Hemmnisse und bürokratischen Aufwand für Recycling schaffen (Erdle 2022).

### **2.1.2 Metallindustrie/Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg**

In Baden-Württemberg beziehen sich die Cluster-Aktivitäten vor allen Dingen auf die Bereiche Automobilindustrie, Maschinen- und Elektrotechnik. Es gibt verschiedene Metallverbände wie Südwestmetall e.V. oder den Unternehmerverband Metall Baden-Württemberg (UVM). Die Mitglieder der Südwestmetall e.V. sind Unternehmen aus der Metall- und Elektroindustrie mit Tarifbindung (Südwestmetall 2024a). Der Verband zählte im Jahr 2021 rund 680 Mitglieder. Südwestmetall ist Mitglied beim Dachverband Unternehmer Baden-Württemberg (UBW), welcher wiederum Mitglied bei dem Dachverband Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA) ist (ebd.). Der UVM zählt hingegen rund 2000 Mitgliedern in 45 Innungen und ist einer der größten Verbände für die Metallindustrie im Bundesland (UVM 2024).

Der Soziologe Krauss legte dar, dass "die baden-württembergische Metallindustrie durch vertikale Liefer- und Leistungsbeziehungen vernetzt [und] in eng verflochtenen industriellen Clustern organisiert" sei (Krauss 2020, S. 272). Dies charakterisiert für Baden-Württemberg ein Alleinstellungsmerkmal im bundesdeutschen Vergleich vor allen Dingen in Bezug auf die "vertikale Zusammenarbeit zwischen KundInnen und Zuliefererfirmen" (ebd.). Im Vergleich zur vertikalen Vernetzung sei jedoch die

horizontale Vernetzung im Maschinenbau nicht überdurchschnittlich hoch im Bundesland (ebd.).

Bezogen auf die Strukturstudie "BWe mobil 2019", entgegnete der Südwestmetall-Vorsitzende Dr. Stefan Wolf, dass Arbeitnehmer der Metallindustrien für andere Aufgaben qualifiziert werden müssten (Steinmaier 2024). Allein in der Produktion des Antriebsstrangs würden viele Stellen wegfallen, je nachdem wie schnell Elektromobilität sich durchsetzen werde (ebd.). Wolf regte deswegen eine "Bildungs-Roadmap" an, um dem industriellen Strukturwandel zu begegnen. Die metallverarbeitende Industrie wird sich im Zuge der Veränderung hin zur Industrie 4.0 auch deutlich verändern und mehr von Mensch-Maschine Interaktionen gekennzeichnet sein sowie Robot Process Automation (RPA) (Börkircher und Walleter 2018).

Zu den Herausforderungen in der Herstellung von Metallerzeugnissen zählt unter anderem der reale Rückgang der Auftragseingänge um  $-5,7\%$  im Jahr 2023 gegenüber 2022 (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2024). Auffällig in der Region ist, dass rund ein Viertel der Beschäftigten in der Metallindustrie im Maschinenbau tätig ist. Die zweitstärkste Branche der baden-württembergischen Metallindustrie sind die Hersteller von Kraftwagen und Kraftwagenteilen mit rund 217.000 Beschäftigten (siehe auch Tabelle 4).

*Tabelle 4: Zahlen zur Metallindustrie in Baden-Württemberg im Jahr 2022*

<b>Branche</b>	<b>Betriebe</b>	<b>Beschäftigte (Stand: 2022)</b>	<b>Umsatz</b>
	Anzahl		In Mill. EUR
<b>Verarbeitendes Gewerbe insgesamt</b>	<b>8.514</b>	<b>1.297.776</b>	<b>437.291,6</b>
Metallerzeugung und -bearbeitung	123	20.385	14.206,7
Herstellung von Metallerzeugnissen	1.652	154.000	31.349,4
Maschinenbau	1.539	316.861	80.866,3
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	287	217.006	135.689,6

Quelle: Baden-Württemberg Statistisches Landesamt 2023

Trotz der aktuellen Herausforderungen liegt Baden-Württemberg im Vergleich zu anderen Innovationsregionen in Deutschland und Nordamerika hinter Massachusetts und Kalifornien auf Platz drei basierend auf den Faktoren: Wissensgesellschaft, Innovationskapazität und Globalisierung (Plünnecke 2022, S. 914).

### **2.1.3 Sekundärmetallkreislauf: Akteure und Rollen**

In diesem Kapitel wird zunächst auf den Begriff „Kreislauforientiertes Wirtschaften“ und dessen Ziele eingegangen, bevor der Sekundärmetallkreislauf näher betrachtet wird.

Unter kreislauforientiertem oder zirkulärem Wirtschaften wird ein Modell verstanden, das darauf abzielt Ressourcen wiederzuverwerten und geschlossene Materialkreisläufe zu schaffen (Schnappauf et al. 2021, S. 5). Ziel ist es, durch Abfallvermeidung und Ressourcenschonung einen Beitrag zum Umweltschutz zu



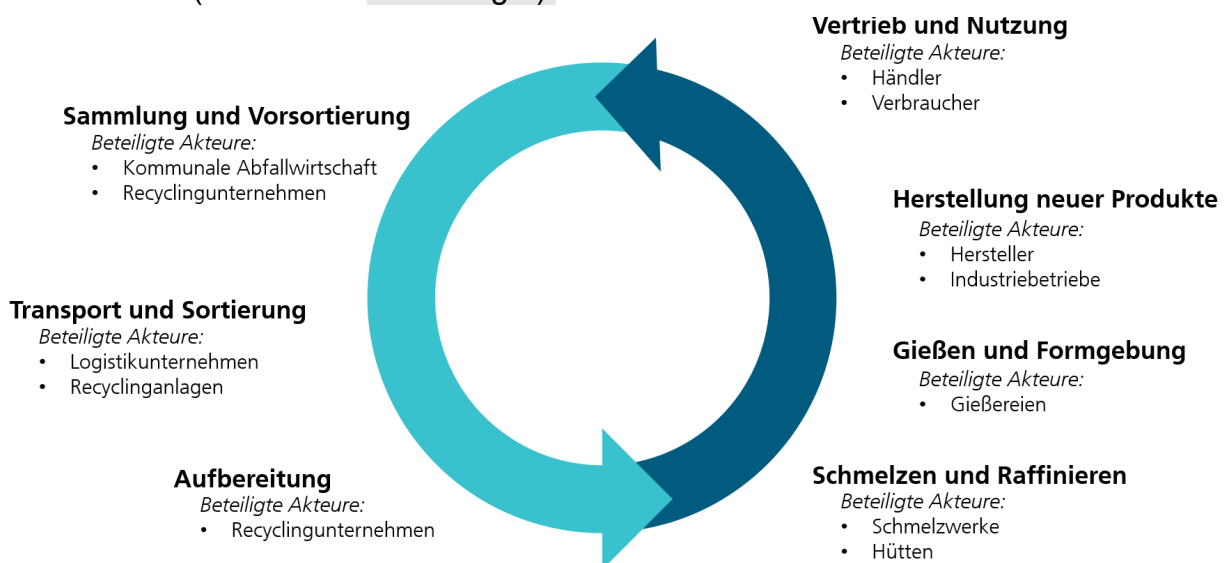
leisten (ebd.). In einem vollständig geschlossenen Stoffkreislauf werden alle Materialien kontinuierlich und vollständig wiederverwendet. Die Zufuhr von Primärmaterialien wird somit auf ein Minimum reduziert und der Einsatz von Sekundärmaterialien nimmt eine zentrale Rolle ein (ebd.).

Die Verfolgung unterschiedlicher Ziele kann zu einer kreislaforientierten Wirtschaftsweise beitragen. Folgende Strategien und Ziele können unterschieden werden (Fluchs et al. 2022, S. 22).

- Strategie „Kreisläufe schließen“: Ziele sind unter anderem die Wiederverwertung von Roh-/Betriebs-/Hilfsstoffen, Produkten und Produktteilen; die verbesserte Produktrückführung; der Verkauf von Nebenprodukten, Rest- und Abfallstoffen.
- Strategie „Kreisläufe schaffen/ermöglichen“: Ziele sind unter anderem die Verminderung der Rohstoffabhängigkeit; der Einsatz von alternativen / nachwachsenden Rohstoffen oder von Recyclingmaterialien.
- Strategie „Kreisläufe verlängern“: Ziele sind unter anderem die Wiederverwendung; die Erhöhung der Produktlebensdauer oder geringere Nutzungskosten für Abnehmer.
- Übergreifende Ziele (können keiner der drei zirkulären Strategien eindeutig zugeordnet werden): Ziele sind unter anderem die effiziente Nutzung von Ressourcen; geringere Herstellungskosten; Abfallvermeidung und Umweltschutz durch Ressourcenschonung; Erschließung neuer Märkte und Geschäftsmodelle; Senkung der Treibhausgasemissionen. Selten: Vernetzung mit Akteuren in der Wertschöpfungskette.

Hinzu kommt, dass Metalle äußerst kreislauffähige Rohstoffe sind. Unter der Voraussetzung, dass Sekundärmetalle sortenrein und sachgerecht aufbereitet werden, sind Metalle unbegrenzt wiederverwertbar und erleiden keine Einbußen bei Qualität oder Funktionalität (EuRIC, S. 7).

Im Folgenden wird auf den Sekundärmetallkreislauf näher eingegangen. Im Rahmen dessen werden ebenfalls die identifizierten Akteure gelistet und deren Rollen beschrieben (siehe auch **Abbildung 1**).



**Abbildung 1: Der Sekundärmetall-Kreislauf: Phasen und Akteure**

Quelle: Eigene Darstellung

Der Sekundärmetallkreislauf kann in sieben Schritte unterteilt werden. Dabei dient die Nummerierung der Phasen nur der Übersichtlichkeit, da der Einstieg in den Kreislauf an beliebiger Stelle erfolgen kann. Zudem werden in den einzelnen Phasen die vorhandenen Akteure systematisch identifiziert und deren Rollen beschrieben.

### **1. Sammlung und Vorsortierung**

Erläuterung: Sammlung von metallhaltigen Produkten und Abfällen durch Rückgabeprogramme, Altmetallsammlungen oder Sortieranlagen.

Beteiligte Akteure: Kommunale Abfallwirtschaft, Recyclingunternehmen, Bürger.

Rolle: Bürger: Beitrag durch Trennung von Metallabfällen und sachgerechte Entsorgung; Kommunale Abfallwirtschaft: Abholung, Annahme und Sammeln der Metallabfälle; Recyclingunternehmen: Vorsortierung der gesammelten Wertstoffe.

### **2. Transport und Sortierung**

Erläuterung: Transport der gesammelten Materialien zu Recyclinganlagen. Feinere Sortierung, oft mit Technologien zur Trennung von Eisen- und Nichteisenmetallen.

Beteiligte Akteure: Logistikunternehmen, Recyclingunternehmen (bspw. PreZero, Gerhard Lang Recycling GmbH).

Rolle: Logistikunternehmen: Sachgerechter Transport der Wertstoffe zum Recyclingunternehmen; Recyclingunternehmen: Feinere Sortierung der Wertstoffe durch Einsatz von Recyclinganlagen. Beinhaltet den Einsatz von diversen Sortiertechnologien für eine präzise Trennung der Metalle.

### **3. Aufbereitung**

Erläuterung: Aufbereitung der Sekundärmetalle und Zusammenstellung von individuell angepassten Chargen für die Schmelzwerke.

Beteiligte Akteure: Recyclingunternehmen (bspw. Cronimet Holding GmbH).

Rolle: Mechanische Aufbereitung der Metalle zur Vorbereitung auf das Schmelzen.

### **4. Schmelzen und Raffinieren**

Erläuterung: Einschmelzen der aufbereiteten Sekundärmetalle und sachgerechte Vorbereitung des Materials für die Gießereien.

Beteiligte Akteure: Schmelzwerke, Hütten (bspw. Badische Stahlwerke).

Rolle: Herstellung von Rohmetallen. In der Regel wird eine Mischung aus Primär- und Sekundärmetallen verwendet mit variierenden Anteilen.

### **5. Gießen und Formgebung**

Erläuterung: Vorbereitung der Rohmetalle für die Weiterverarbeitung.

Beteiligte Akteure: Gießereien (bspw. Heidelberg Manufacturing Deutschland).

Rolle: Vorbereitung der Rohmetalle für den Einsatz in Industriebetrieben zur Herstellung neuer Produkte.

### **6. Herstellung neuer Produkte**

Erläuterung: Verarbeitung der Rohmetalle zu neuen Produkten.

Beteiligte Akteure: Hersteller (bspw. Automobilproduzenten, Maschinenbauunternehmen), Industriebetriebe.

Rolle: Herstellung neuer Produkte. Anfallende Produktionsabfälle werden sortenrein in die Sammlung zurückgeführt.

## 7. Vertrieb und Nutzung

Erläuterung: Vertrieb und Nutzung der neuen Produkte.

Beteiligte Akteure: Händler, Verbraucher, Recyclingdienste.

Rolle: Am Ende der Nutzungszeit werden die Produkte wieder in die Sammlung zurückgeführt.

Eine Herausforderung für den Sekundärmetallkreislauf ist der fließende Übergang zwischen „Abfall“ und „Wertstoff“, der vor allem in den Phasen eins bis drei zu einem erhöhten bürokratischen Aufwand führen kann. Ein weiteres Hindernis für eine geschlossene Kreislaufwirtschaft sind die hohen Abfallexportmengen aus der EU. Um diese Exportmengen zu reduzieren und Anreize zur Rückführung in den regionalen Kreislauf zu schaffen, werden auf EU-Ebene strengere Regelungen für die Verbringung von Abfällen beschlossen (BMUV 2024). Im Einklang mit den europäischen Regelungen werden auch auf Landesebene Strategien zur effizienteren Nutzung von Primär- und Sekundärrohstoffen und zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft festgelegt (UM BW 2024).

## 2.2 Digitale Transaktionsplattformen

Eine weitere Funktion im Markt erfüllen bspw. Plattformen, die die Innovationsgenerierung durch Dritte fördern, wie Salesforce oder Microsoft (Obermaier und Mosch 2019, S. 383). Insbesondere Transaktionsplattformen führen zu einer Reduktion des administrativen Aufwands und zu einer Kostenreduktion. Plattformen sind zu einem zentralen Instrument für Unternehmen geworden. Diese können durch die Nutzung von Plattformen ihre Betriebskosten senken, indem sie auf zentrale Marktplätze zugreifen, die Skaleneffekte ermöglichen. Darüber hinaus bieten Plattformen ein hohes Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, so dass Unternehmen schneller auf Marktveränderungen reagieren und ihre Geschäftsmodelle anpassen können. Die Digitalisierung der Lieferkette spielt dabei eine zentrale Rolle. Viele Schritte in der Lieferkette wie Bestellung, Lagerhaltung und Versand können durch digitale Plattformen automatisiert werden. Die Möglichkeit der Echtzeitverfolgung von Waren und Materialien entlang der gesamten Lieferkette trägt zur Transparenz bei und hilft, Engpässe und Verzögerungen frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit der Datenanalyse. Plattformen sammeln wertvolle Daten über Markttrends, Kundenverhalten und Leistungskennzahlen, die Unternehmen für fundierte Entscheidungen nutzen können.

Neben einer leistungsfähigen technologischen Infrastruktur (Hard- und Software) sind weitreichende Regeln für Plattformen notwendig und zählen zu deren Erfolgsfaktoren. Dazu gehören Ein- und Austrittsvoraussetzungen, Eskalationsmechanismen im Konfliktfall, Ertragsmechanik und Verrechnungsmodi (Müller-Stewens und Stonig 2019, S. 376). Ein zentraler Erfolgsfaktor für digitale Transaktionsplattformen ist zudem ein effizientes Matching. Dies erfordert effiziente Algorithmen, gute Filterfunktionen und eine zielgerichtete Sammlung, Organisation, Sortierung, Analyse und Interpretation von Daten (Haselhoff und Harwardt 2022, S. 154). Die Interaktionsmöglichkeiten sollten sich durch eine hohe Nutzerfreundlichkeit auszeichnen, was bedeutet, dass das User Interface (UX) ansprechend gestaltet ist und hemmende Faktoren wie Unübersichtlichkeit abgebaut werden (ebd.). Der Netzwerkeffekt besagt, dass Plattformen umso attraktiver werden, je mehr Anbieter und Nachfragende sich dort versammeln (Schammer et al. 2023, S. 8). Üblicherweise werden für Plattformen Kommissionen (Transaktionsgebühren) von der verkaufenden Seite erhoben, während Käufer die Plattformen in der Regel kostenfrei nutzen können.

Abonnementgebühren werden auf Verkäuferseite eingesetzt, um den Verkäufern mehr Kundenreichweite oder zusätzliche Leistungen anzubieten (Obermaier und Mosch 2019, S. 388).

Digitale Plattformen tragen zudem in vielerlei Hinsicht zu mehr Nachhaltigkeit bei. Durch die Vernetzung von Anbietern und Nachfragern auf einer gemeinsamen Plattform können Produkte und Dienstleistungen gezielter, bedarfsgerechter und ressourcenschonender angeboten werden. Dies reduziert Überproduktion und minimiert Abfall. Bspw. können durch Sharing-Economy-Plattformen wie "Airbnb," "TooGoodToGo" oder Carsharing-Dienste wie "ShareNow" Ressourcen wie Wohnraum, Lebensmittel und Fahrzeuge besser ausgelastet werden (Botsman und Rogers 2010). Zudem können digitale Plattformen die Transparenz und Nachverfolgbarkeit von Lieferketten fördern. Durch die Digitalisierung und Vernetzung von Daten können Unternehmen und Endverbraucher besser nachvollziehen, woher Produkte stammen und unter welchen Bedingungen sie hergestellt wurden, auch im Sinne einer Kreislaufwirtschaft. In diesem Zusammenhang haben sich spezialisierte Plattformen entwickelt, wie zum Beispiel Online Waste Exchange Plattformen. Diese Plattformen konzentrieren sich auf den Austausch und Handel von Abfallprodukten und -materialien zwischen Unternehmen. Sekundärrohstoffmärkte sind ein „wichtiger Baustein“, um die Kreislaufwirtschaft umsetzen zu können (Fluchs et al. 2022, S. 22).

B2B-Transaktionsplattformen können zudem potenziell bestehende Informationsasymmetrien reduzieren (Lerch et al. 2019, S. 14). Informationsasymmetrien bestehen unter anderem in Bezug auf die Herkunft, die Verfügbarkeit, die Qualität und den ökologischen Fußabdruck von Sekundärmetallen. Metallhandelsunternehmen haben derzeit an dieser Stelle ein Informationsmonopol. Die bestehenden Informationsasymmetrien schränken die Möglichkeiten der einkaufenden Unternehmen ein, die ökologisch sinnvollste Wahl zu treffen. Hinzu kommt, dass Metallhandelsunternehmen keine finanziellen Anreize haben als Plattformbetreiber aufzutreten. Die bestehende Intransparenz und Informationsasymmetrie ist Bestandteil ihres Geschäftsmodells und verleiht ihnen Marktmacht. Die Informationsasymmetrie ist derart stark ausgeprägt, dass sie bei der Personalwahl in Metallunternehmen zum Tragen kommt. So berichtete ein Unternehmen in einem Telefonat, dass für sie das persönliche Netzwerk der Mitarbeitenden für den Einkauf von Sekundärmetallen (Schrotte) ein wichtiges Einstellungskriterium ist und dass nur wenige Mitarbeitende über solche Netzwerke verfügen. Durch die Reduktion aktuell notwendiger Intermediäre, wie z.B. Metallhandelsunternehmen, können die Transaktionskosten für den Handel und Einkauf von Sekundärmetallen drastisch reduziert werden (Haucap 2020, S. 29). Weiterhin kann die geplante Einführung des digitalen Produktpasses der bestehenden Intransparenz im Sekundärmetallmarkt entgegenwirken und künftig mehr Aufschluss über die Herkunft der Materialien geben (BMUV 2023).

Weber und Stuchtey (2019, S. 40) haben in ihren Untersuchungen gezeigt, dass der Aufbau von Plattformen mit dem Ziel einer Kreislaufwirtschaft mit wertschöpfungskettenübergreifendem Charakter besonders zielführend ist. Neben dem Abbau von Informationsasymmetrien und den damit verbundenen Effizienz- und Kosteneinsparungen haben Transaktionsplattformen vielfältige Auswirkungen auf unternehmerische Entscheidungen: Das Bewusstsein für Kreislaufwirtschaft wird erhöht, neue Bewertungsmethoden für Beschaffungsentscheidungen werden geschaffen (Weber und Stuchtey 2019, S. 20) und Unternehmen werden unabhängiger von persönlichen Netzwerken ihrer Händler und/oder Mitarbeiter, die Vernetzung der Akteure untereinander wird gestärkt (Fluchs et al. 2022, S. 22). Eine

Transaktionsplattform kann entsprechend Rückkopplungen im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk entwickeln (Ramesohl et al. 2022, S. 11).

In folgender Tabelle ist zusammengefasst dargestellt, welche Mehrwerte gemäß den wirtschaftlichen, technologischen und ökologischen Faktoren der Handel auf Transaktionsplattformen bieten kann:

*Tabelle 5: Auswahl an Mehrwerten von Transaktionsplattformen*

Ökonomische Faktoren	Ökologische Faktoren	Technologisch
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Netzwerkeffekte</li> <li>- Markttransparenz: z.B. Reduktion von Informationsassymetrien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transparenz zu CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</li> <li>- Fördern von Zirkularität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prozesseffizienz durch Digitalisierung</li> <li>- Digitaler Produktpass</li> </ul>

### **Bestehende Transaktionsplattformen im Sekundärmetallhandel**

Ein weiterer Bestandteil der Literaturanalyse ist die Erfassung bestehender Transaktionsplattformen, die Beschreibung der Nutzer, der Fokus der Plattformen und der dargestellte Mehrwert nach Angaben der Plattform. In Tabelle 6 sind die bestehenden digitalen B2B-Transaktionsplattformen im Sekundärmetallhandel dargestellt, zu denen Primärmaterial vorliegt. Eine Tabelle mit weiteren recherchierten, noch existierenden oder bereits eingestellten B2B-Transaktionsplattformen findet sich in Anhang 1.

*Tabelle 6: Transaktionsplattformen im Sekundärmetallhandel*

Plattform (Gründungs-jahr)	Nutzer	Fokus	Dargelegter Mehrwert nach Angaben der Plattform
Metalshub (2016)	Bergbau- unternehmen, Recycling- Unternehmen, Stahlwerke, Gießereien, etc.	Primär- rohstoffe & Sekundär -rohstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lieferantenempfehlungen, Due-Diligence-Prüfungen, Lieferanten Onboarding und Beziehungsmanagement</li> <li>- Digitale Analyse-Tools: Analyse von Einsparleistung, Lieferanten-Feedback, kundenspezifische Dashboards, Enterprise Resource Planning &amp; weitere Integrationen</li> <li>- Nachhaltigkeit: Scope 3 CO<sub>2</sub>-Datenerfassung</li> </ul>
Mecycle (2022)	Gießereien, Schrott- händler, Produktions- unternehmen, etc.	Hochwert ige Metalle, Nicht- Stahl (non- ferrous)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Breites Lieferantennetzwerk</li> <li>- Erhöhte Liquidität mit günstigen Zahlungsbedingungen</li> <li>- Nahtloses Onboarding und schnelle Antworten</li> <li>- Versand und Zoll</li> <li>- Vertrauenswürdiger Partner in Deutschland</li> <li>- Schnelle Zahlung</li> <li>- Sicherheit und Anonymität für Transaktionen</li> </ul>

<p>Metaloop (2016)</p>	<p>Gießereien, Automobil- zulieferer, Produktions- unternehmen, etc.</p>	<p>Altmetall</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einkauf, Verkauf, Logistik &amp; Finanzierung</li> <li>- Zeitersparnis durch technologiegestützten Abgleich von Nachfrage und Angebot</li> <li>- Liquidität im Sekundärmarkt für Metall</li> <li>- Nachhaltigkeit fördern – Kreislaufwirtschaft durch verbesserte innerbetriebliche Abläufe und optimierte Lkw-Ladungen</li> </ul>
<p>Secontrade (2018)</p>	<p>Recycling- unternehmen, Produktions- unternehmen, etc.</p>	<p>Sekundär - Rohstoffe aller Art</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohstoffe mit Fotos und allen wichtigen Informationen online</li> <li>- Just in time verkaufen</li> <li>- Reduziert Lagerkosten, indem Angebot auf den voraussichtlichen Produktionszeitpunkt ausgerichtet wird</li> <li>- Intelligente Suchfilter</li> <li>- Überprüfung der Anbieter</li> <li>- Bestbieterprinzip</li> <li>- Gebote auf Teilmengen</li> <li>- Transparentes Verfahren</li> </ul>

### 3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der durchgeführten Umfragen, Interviews und des Workshops dargelegt. Die Ergebnisse werden entlang der Leitfragen strukturiert.

1. Welche Faktoren beeinflussen die Entscheidungen der Akteure im Sekundärmetallhandel in Baden-Württemberg?
2. Welchen Einfluss hat eine Transaktionsplattform für Sekundärmetalle auf die Entscheidungen der Akteure?
3. Welche Voraussetzungen muss eine Transaktionsplattform erfüllen, um nachhaltigere Entscheidungen der Nutzer zu fördern?

#### 3.1 Ergebnisse Kurzumfrage

Mit Blick auf die acht ausgefüllten Umfragen lassen sich lediglich qualitative Aussagen treffen. Auf die Frage, welche Nachhaltigkeitsaktivitäten die Unternehmen verfolgen, haben fünf Unternehmen den Punkt "Nachhaltigkeitsberichterstattung" am häufigsten angegeben. Vier Unternehmen gaben an, das Thema "Nachhaltige Lieferkette" zu verfolgen.

Untenstehend sind drei Fragen herausgegriffen, zu denen sich zwei der in Form eines Kurzinterviews befragten Einkaufsleiter geäußert haben

##### **Bei welchen Produkten oder Prozessen werden Sekundärmetalle verwendet?**

- U1: "Wir nutzen Sekundärmetalle im gesamten Unternehmen. Unsere Motorenwerke in Japan nutzen, soweit ich weiß, Sekundäraluminium für Motor- und Getriebekomponenten. Wir nutzen es aber teils auch für elektrische Systeme, Strukturkomponenten, Karosserieteile (Aussenverkleidung) etc."
- U2: "Viele Strukturelemente von Traktoren, wie der Rahmen, die Achsen und die Kabine, können aus Sekundärmetallen hergestellt werden. Diese Metalle bieten in der Regel die erforderliche Festigkeit und Haltbarkeit und reduzieren gleichzeitig den Bedarf an neu abgebauten Ressourcen. Das wird für uns immer wichtiger, auch in anderen Einsatzgebieten. Geplant ist bspw. auch Blei aus alten Batterien zu recyceln, um sie für unsere neuen Batterien zu nutzen."

##### **Welche Vorteile sehen Sie im Einsatz von Sekundärmetallen?**

- U1: "Kosteneffizienz, Stärkung der Kreislaufwirtschaft, Reduzierung von Abfällen, da fallen mir einige ein. Nachhaltigkeit ist ein zentrales Thema".
- U2: "Grundsätzlich kann gesagt werden, dass viele unserer Kunden mittlerweile verlangen, verstärkt auf recyceltes Material zu setzen. Langfristig wollen wir aber natürlich auch Kosten senken, was im Moment nur bedingt möglich ist, da die Recyclingprozesse teils recht kompliziert sind."

##### **Planen Sie, den Einsatz von Sekundärmetallen in Zukunft zu erhöhen?**

- U1: Ja. Deren Verwendung ist in der Compliance verankert. Ich gehe davon aus, dass die Verwendung in vielen Ländern gesetzlich vorgeschrieben sein wird. Außerdem signalisiert es ein verantwortungsvolles Handeln und kann das Unternehmensimage und auch Stakeholder-Beziehungen verbessern.
- U2: Ja

## 3.2 Leitfrage 1: Einflussfaktoren und deren Wirkzusammenhänge im Sekundärmetallhandel

### 3.2.1 Einflussfaktoren im Sekundärmetallhandel

Die folgenden Variablen (auch Einflussfaktoren) wurden in den durchgeführten Interviews und Workshop als die relevantesten Faktoren beim Einkauf und Verkauf von Sekundärmetallen betrachtet. Die Einflussfaktoren werden gemäß der vier Kategorien wirtschaftlich, ökologisch, regulatorisch und sozio-psychologisch geordnet:

*Tabelle 7: Auflistung der Einflussfaktoren*

<b>Wirtschaftlich</b>	<b>Ökologisch</b>	<b>Regulatorisch</b>	<b>Sozio-Psychologisch</b>
Markttransparenz	Transparenz CO <sub>2</sub> - Fußabdruck	Rechtliche Anforderungen/ Umweltauflagen	Vertrauen & Persönliche (Geschäfts-) Beziehungen
Sekundärmetallpreise	Rezyklatanteil	Compliance	(Traditionelle) Kommunikation
Logistikaufwand	Umweltauflagen		„Bauchgefühl“
Materialqualität	Energie- einsparung		Weitere Aspekte: Anerkennung des Recyclinghandels
Prozessaufwand	Ressourcen- schonung		
Finanzierung/ Preis- und Vertragssicherheit	Abfall- reduzierung		
Rohstoffpreise			
Materialverfügbarkeit/ Quantität			

Im Folgenden wird auf die als am relevantesten eingeschätzten Einflussfaktoren Markttransparenz, Sekundärmetallpreise, Logistikaufwand, Materialqualität, Prozessaufwand, Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Umweltauflagen und Vertrauen & persönliche Beziehungen eingegangen. In Abschnitt 3.2.2 werden einige der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren näher erläutert. Die Einflussfaktoren, denen die größte Relevanz in Bezug auf Transaktionsplattformen zugemessen wird, werden bei der Beantwortung der Leitfrage 2 (Abschnitt 3.3) wieder aufgegriffen.

#### **Markttransparenz**

Markttransparenz kann als freier Zugang zu vollständigen, genauen, verständlichen und rechtzeitigen Informationen über Marktbedingungen, Preis, Angebot und Nachfrage von Rohstoffen verstanden werden. Die interviewten Experten legten dar, dass die Akteure des Sekundärmetallrecyclings mitunter nicht an Transparenz interessiert sind. Intransparenz über relevante Informationen des Sekundärmetallhandels würde Akteuren wie z.B. Recyclinghändlern Vorteile verschaffen. Dazu passt die folgende Aussage eines langjährigen Sekundärmetallexperten, der auch als Berater für eine digitale Transaktionsplattform gearbeitet hatte:

"Die Intransparenz ist oft ein Teil des Geschäftsmodells, da jeder seinen Vorteil wahren möchte. Die Herausforderung liegt darin, dass niemand seinen Wissensvorsprung



oder seine speziellen Fähigkeiten aufgeben möchte. Selbst wenn man klug recherchiert, ist es schwierig herauszufinden, wo Schrott anfällt und wer ihn abholt. Es herrscht eine absolute Intransparenz über die Bewegungen von Schrott. Bei Primärrohstoffen mag es übersichtlich sein, aber im Schrotthandel fehlt es an Transparenz darüber, welche Materialien wo anfallen und verarbeitet werden" (Interview #3).

Hinzu kommt die (fehlende) Transparenz hinsichtlich Qualitätsabweichungen und -Unterschieden, die dem Verkäufer von Sekundärmetallen nicht recht sein mag (Interview #9). Vertrauen & persönliche Beziehungen kann in diesem Zusammenhang als kompensatorischer Faktor genannt werden. Jahrelang gewachsene Beziehungen zwischen Käufer und Verkäufer können dafür sorgen, dass die Akteure schneller an schwer auffindbare Informationen kommen und somit Informationsasymmetrien minimiert werden können.

Ein Experte eines Branchenverbandes sagte hingegen, dass Stahlwerken Händler oftmals bekannt seien und schon aufgrund der geografischen Beschränkungen genug Transparenz vorherrschen würde (Interview #4). In diesen Kontext passt die Aussage eines Recyclinghändlers, der angab, maximal im Radius von 200 Kilometern Kunden zu beliefern, da sich das Geschäft aufgrund der Logistikkosten sonst nicht mehr lohnen würde. Der Verbandsvertreter verwies im Interview allerdings auf die Schrotthändler und Stahlwerke, um zu beurteilen, ob es tatsächlich eine Markttransparenz gäbe (Interview #4).

Es wurde in den Gesprächen wenig deutlich, was Händler und Unternehmen im klassischen Sekundärmetallhandel denn tun könnten, um mehr Transparenz herzustellen. In einem Gespräch (Interview #7) nannte der interviewte Rohstoffwissenschaftler ein börsennotiertes Stahlunternehmen, das Big Data nutzen würde, um den Herkunftsweg der eigenen Metalle zu ermitteln. Allerdings, ohne diese Informationen mit anderen Akteuren in der Wertschöpfungskette zu teilen.

### **Sekundärmetallpreise, Preis- und Vertragssicherheit**

Sekundärmetallpreise können stark fluktuieren, hängen unter anderem von Entwicklungen an der London Metal Exchange und von weiteren globalen Faktoren ab. Ein interviewter Branchenkenner, der aktuell für ein großes Recyclingunternehmen arbeitet, sagte dazu:

"Der Schrottpreis wird nicht einfach durch den lokalen Schrotthändler mit dem großen Hund bestimmt, sondern anhand von Arbeitslosenzahlen in Amerika, Konjunkturzahlen in der Türkei, der Inflationsrate in Asien, und was noch alles. Schrott und Altmetalle, die ich einfach mal Schrott nenne, werden weltweit verhandelt" (Interview #2).

Das Thema ist eng verknüpft mit dem vorherigen Faktor Markttransparenz. Ein interviewter Wissenschaftler (Interview #1) legte dar, dass "die Preisgestaltung im Stahl- und Metallhandel ein Beispiel" für mangelnde Transparenz sei. "Der Stahlpreis ist allgemein bekannt, aber nur wenige Händler veröffentlichen ihre Preise direkt auf ihrer Homepage. Es gibt zwar Webshops, in denen Preise einsehbar sind, doch viele traditionelle Händler halten sich damit zurück." Der interviewte Experte führte weiterhin aus, dass ihm nicht klar ist, warum dies der Fall sei, es jedoch zeigt, dass "Transparenz in Bezug auf Preise und Verfügbarkeit ein wichtiger Faktor ist [...] insbesondere beim Handel mit Sekundärmetallen." Ein Branchenexperte (Interview #4) sagte hinsichtlich der Schrottpreise, dass die Varianz eher mit Angebot und Nachfrage und den "normalen Marktmechanismen" zu tun hätte.

Trotz schwankender Schrottpreise sind die Margen im Handel von Sekundärmetallen grundsätzlich gering. Passend dazu ist folgende Aussage: "In der Branche sind die Margen auf das Metall selbst sehr gering, oft nur im Cent-Bereich" (Interview #1). Die geringe Marge hat dann auch Einfluss auf Investitionen, bspw. in neue Mülltrennungstechnologien. Nicht zuletzt ist die Aufbereitung von Sekundärmaterialien vor allem eine Kostenfrage. So legte ein Experte im Interview dar: "Viele Versuche, verunreinigte Schrotte sauber zu verarbeiten, sind gescheitert, da die Kosten nicht tragbar waren" (Interview #2).

Neben dem Thema Margen fanden auch die Aspekte Preissicherheit und Finanzierung Erwähnung in den Gesprächen. So legte ein Recyclingexperte dar, dass "die Finanzierung ebenfalls eine große Rolle im Schrotthandel spielt. Die Zahlungsbedingungen variieren stark, von sofortiger Bezahlung bis zu langen Zahlungszielen, besonders bei internationalen Geschäften. Dies erfordert ein gewisses Maß an finanzieller Flexibilität" (Interview #3).

### **Logistikaufwand**

Der Logistikaufwand bezieht sich auf alle Aktivitäten und Ressourcen, die für die physische Bewegung der Rohstoffe notwendig sind, einschließlich Planung, Organisation, Durchführung und Überwachung. Die Logistik ist deswegen ein relevanter Faktor des Sekundärmetallhandels, da die "Transportkosten für das Material [...] die ohnehin schon geringen Margen weiter belastet" (Interview #1). Der interviewte Geschäftsführer eines Recyclinghändlers sagte, dass die "halbe Marge für die Logistik draufgeht" (Interview #6). Ein anderer Interviewter (#8) drückte es so aus: "Beim Schrott ist es halt so, wenn ich den weit transportiere, dann wird er verhältnismäßig teurer, weil einfach der Warenwert entsprechend niedrig ist". Händler investieren daher Mittel, um LKW-Ladungen zu optimieren, um den Transport am effektivsten vorstattengehen zu lassen. In einem Gespräch wurde das Thema Personalmangel bei Fahrern aufgeworfen (Interview #9). Dies spielt ebenfalls eine große Rolle. Der Faktor Logistikaufwand findet auch immer wieder Erwähnung beim Thema des transparenten CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks. Die gefahrenen Kilometer, die Auslastungen von LKWs und der entsprechende CO<sub>2</sub> Ausstoß lassen sich im Gegensatz zu manchen Schrotten einfacher berechnen.

Den logistischen Aufwand und den Einfluss auf die Marge legte ein erfahrener Recyclingexperte im folgenden Statement dar: "Stahl wird in einem speziellen Lkw transportiert. Sie können die meisten Stahlprodukte nicht über UPS, DPD, DHL wie auch immer verschicken, weil sie einfach zu groß und zu schwer sind. Das heißt, die Logistik ist eine andere. Stahl ist im Zweifelsfalle ein Margen-armes Geschäft" (Interview #4).

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass Produktionsreste nicht immer in der Logistikkette sowohl beim Transport als auch bei der Lagerung berücksichtigt und eingeplant werden: "Ein spezifisches Problem, das ich beobachtet habe, betrifft die Logistik innerhalb der Unternehmen. Sie lagern Halbzeuge in großen Hallen mit Hochregallagern, und die automatisierte Entnahme führt direkt zur Säge. Die Herausforderung besteht darin, die Reststücke in dieser Logistikkette effizient zu verwalten" (Interview #1).

### **Materialqualität**

Ein interviewter Verbandsrepräsentant bringt es auf die einfache Formel: Qualität bestimmt den Preis. Je mehr Verunreinigungen und Beimischung anderer Materialien, desto günstiger wird der Schrott. "Es ist immer ein Balanceakt zwischen Aufbereitungsaufwand und erzielbarem Verkaufspreis" (Interview #10). Die

Problematik bei der Materialqualität von Sekundärmetallen ist, dass es keine einheitlichen Standards gibt und daher die Qualität nicht fest definiert werden kann. Laut eines interviewten Recyclingexperten wird "beim Weiterverkaufen [von Sekundärmetallen] auch Fremdmaterial, welches von den Entsorgern teuer entsorgt werden müsste, in Sortenreine untergejubelt. Dadurch sparen sie sich Entsorgung und verdienen noch mehr damit" (Interview #2). Letztlich geht es laut dem Interviewten "um das Spiel mit dem Prozentsatz der Störstoffe. Wenn ein Prozent erlaubt ist, versucht der Lieferant zwei oder drei Prozent unterzujubeln". Am Ende kommt es bei der Qualität, laut eines anderen Interviewten, immer "darauf an, was man mit den Produkten machen möchte" (Interview #4). Die Flugzeug- und Automobilbranche habe andere Ansprüche als ein Geländebauer. "Da die Anforderungen in der Luft- und Raumfahrt sehr hoch sind und oft Materialzeugnisse benötigt werden" (Interview #1), kämen die Schrotte etlicher Recyclinghändler eher nicht in Frage. Laut eines Recycling-Experten sei "das grundlegende Problem die Inhomogenität der Materialien, die eine konstante Qualität und Verarbeitung erschwert. Selbst mit strengen Kriterien und Standards unterscheidet sich das Material von Charge zu Charge" (Interview #2).

Der Zusammenhang von verwendeter Technologie und Schrottqualität kommt in folgender Aussage des Experten zum Ausdruck: "Die Qualität hängt stark von der Technologie der Anlagen ab. Es gibt Unterschiede zwischen den Anlagen und sogar regionale Unterschiede innerhalb Deutschlands, die die Qualität der sortierten Materialien beeinflussen" (Interview #2). So nennt er folgendes Beispiel:

"Stahl ist zwar unendlich recycelbar, aber die Anforderungen unterscheiden sich stark zwischen Betonstahl und Autostahl. Ein Werk wie BSW kann mehr Störstoffe tolerieren als ThyssenKrupp. Wenn ThyssenKrupp Kupfer oder ähnliches in ihrer Lieferung findet, könnte das zu schwerwiegenden Problemen führen."

Darüber hinaus ist der Faktor Materialqualität auch eng verknüpft mit Vertrauen & persönlichen Beziehungen. Recyclinghändler arbeiten über Jahre zusammen und bauen so Vertrauen in die Qualität des bereitgestellten Materials. Der Faktor Vertrauen wurde auch wiederholt als ein Faktor genannt, der von Plattformen nur schwerlich abbildbar sei. Das Gespräch mit dem Einkaufschef einer Gießerei zeigte, dass die sechs, sieben Stammlieferanten ein gewisses Vertrauen genießen (Interview #8). Allerdings schützen auch persönliche Beziehungen nicht davor, ausgetauscht zu werden, wenn die Qualität nicht stimmt oder zugesagte Spezifikationen nicht zutreffen. In Tests und Analysen unterscheidet das Unternehmen "zwischen 6 verschiedenen Schrott-Sorten und führen zusätzlich chemische Analysen für ca. 20 Stoffe durch".

Laut dem Geschäftsführer eines Recyclingunternehmens (Interview #6) fängt das Thema Materialqualität beim einzelnen Mitarbeiter an: "Sind diese motiviert sortenrein zu trennen? Gibt es das Bewusstsein, dass Schrott ein Wertstoff und kein Abfall ist? Weiterhin führte er aus, dass "die Mischung aus vielen Quellen in verschiedenen Größen und Qualitäten" die genaue Einschätzung der Schrottqualität erschwert.

Im Gespräch mit der Geschäftsführung einer Plattform kam hervor, dass "der Punkt eher [der] ist, was tatsächlich Qualitätskriterien für Sekundärrohstoffe [sind], dass diese genommen werden können, also als Ersatz zur Primärindustrie. Wenn ich mir das anschau, dann ist das meines Erachtens ein ganz großer Punkt für Sekundärrohstoffmärkte, dass ich Qualitätskriterien bräuchte, die einheitlich sind, europaweit zumindest" (Interview #12). Ähnlich äußerte sich ein Vertreter eines Recyclingunternehmens: "Das Hauptproblem bei Schrotten und auch bei Plattformen für Sekundärrohstoffe ist, dass es keine eindeutigen Kriterien gibt. Langjährige Verträge und Beziehungen zwischen Firmen (...) sind wichtig, da beide genau wissen,

was sie voneinander erwarten können. Wenn man jedoch über eine unbekannte Plattform kauft, weiß man nicht, was man bekommt" (Interview #2).

### **Prozessaufwand**

Der Einflussfaktor Prozessaufwand bezieht sich auf alle Tätigkeiten und Ressourcen, die für den Rohstoffhandel geplant, organisiert, durchgeführt, dokumentiert und überwacht werden müssen, von der Sammlung und Erfassung des Schrotts bis zur Qualitätskontrolle und abschließenden Dokumentation. Im klassischen Sekundärmetallhandel liefen und laufen viele dieser Prozesse analog. "Früher wurden Anfragen per E-Mail an etwa zehn Personen geschickt und Angebote eingeholt" (Interview #3). Ein anderer Gesprächspartner legte dar, dass „bis vor einigen Jahren viele noch Faxgeräte nutzten. Selbst moderne Unternehmen, die direkt an Daimler liefern, wickeln Aufträge teilweise noch über WhatsApp ab. Die vollständige Digitalisierung ist in diesem Sektor noch nicht allgegenwärtig. Daraus ergeben sich spezifische Herausforderungen für die Einführung von digitalen Plattformen und die Digitalisierung im Allgemeinen" (Interview #3).

Eine Plattform kann "den Verkaufsprozess transparent und effizient zu gestalten." In Bezug auf Transparenz weist der Experte darauf hin, dass "die Forderung nach Transparenz dazu führen kann, dass diese Lieferanten ihre Materialien nur direkt verkaufen und nicht über Plattformen anbieten."

Das Thema Lieferanten-Registrierung und Prüfung ist eines, das im (analogen) Sekundärmetall einigen prozessualen Aufwand verursacht. So zeigte sich im Gespräch mit dem Einkaufsleiter einer Gießerei, dass das "Lieferantenfreigabe-Thema [...] schon sehr, sehr aufwendig ist" (Interview #8). Dies sei jedoch über eine Plattform nicht unbedingt einfach abzubilden: "Und wenn wir jetzt an so eine Plattform gehen würden und wir hätten jetzt zwei, drei neue Lieferanten, dann müssen wir hier einen Megaaufwand betreiben. Also wir könnten da nicht sofort einsteigen...ich kann da nicht so einfach mal hier was bestellen, morgen da, übermorgen da."

Die folgende Aussage steht exemplarisch dafür, wie aufwendig Lieferantenüberprüfungen bei Gießereien sein können: "Stand heute ist es auf jeden Fall so, [dass] wir eben nur mit diesen freigegebenen Lieferanten arbeiten. Da ist ein Vor-Ort-Freigabe-Audit notwendig. Wir schauen uns da alles an. Wir schauen uns die Prüfungen an, die die durchführen. Wir auferlegen denen auch bestimmte Prüfungen zu machen, wie zum Beispiel jetzt die Radioaktivitätsprüfung, oder spektrale Analysen von dem Material, das sie an uns liefern. Also das sind all die Themen, die gehen wir akribisch mit denen durch und dann kriegen die irgendwann einmal die Freigabe von uns" (Interview #8).

### **Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck**

Der Faktor transparenter CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bezieht sich auf die Bereitstellung von umfassenden und transparenten Informationen zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des gehandelten Materials, sodass Käufer und Verkäufer (bestenfalls) den Fußabdruck ihrer Produkte berechnen und bereitstellen können. In den Interviews und den Umfragen wurde das Thema CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, bzw. Product Carbon Footprint (PCF) nur am Rande gestreift. Der Geschäftsführer eines Recyclingbetriebs (Interview #6) wies darauf hin, dass das aktuell viel auf Freiwilligkeit fußt und der Aufwand den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, insbesondere den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Logistik, zu evaluieren sehr aufwendig sei. Im Zuge der EU-Taxonomie werden allerdings in den nächsten Jahren auch kleinere Unternehmen berichtspflichtig, was Scope 1, 2 und 3 Emissionen angeht (siehe [hier](#) für weitere Informationen).

## **Umweltauflagen**

Der Einflussfaktor Umweltauflagen ist an der Schnittstelle der ökologischen und der regulatorischen Dimension zu verorten. In diesem Abschnitt wird auch auf das Thema Compliance eingegangen. Compliance kann weiter gefasst werden und bezieht sich auf Einhaltung von Gesetzen, Richtlinien, Vorschriften und ethischen Standards durch ein Unternehmen und seine Mitarbeiter. Compliance bedeutet konkret für Unternehmen in der Metallindustrie: Vermeidung von Korruption und Bestechung, Wettbewerbsschutz, Geldwäscheprävention und Analyse von Lieferkettenrisiken.

Ein mit der Metallindustrie arbeitender Wissenschaftler legte dar, dass sein Team in Bezug auf regulatorische Anforderungen festgestellt hat, "dass besonders für recycelte Materialien wie Green Steel, Nachweise über dessen Umweltfreundlichkeit immer wichtiger werden. Großlieferanten wie Heine+Beisswenger, die an die Automobilindustrie liefern, werden zunehmend nach CO<sub>2</sub>-Zertifikaten und ähnlichem gefragt" (Interview #1). In Bezug auf eine Sekundärtransaktionsplattform führte er aus, dass wenn "die [Plattform] speziell recyceltes Material anbietet und entsprechende Zertifikate vorweist, kann das durchaus interessant sein. Es könnte sogar sinnvoll sein, innerhalb der Plattform einen speziellen Bereich für recycelte Materialien einzurichten."

Ein Recyclingexperte näherte sich dem Thema Umweltauflagen aus anderer Perspektive: "Es gibt die Herausforderung, dass bei einem Rückgang der Konjunktur die Stahlwerke ihre Produktion drosseln können, während die Produktionsbetriebe weiterhin Material produzieren. Dies kann zu Überschüssen führen, die gelagert werden müssen, was wiederum eigene Herausforderungen mit sich bringt, einschließlich umweltrechtlicher Auflagen" (Interview #3).

Ein anderer Experte bezog sich auf EU-Regelungen: "Die Nutzung von Sekundärmetallen hängt stark von den Kosten für Eisenerz ab. Wenn Eisenerz teuer ist oder die Verfügbarkeit schwankt, lohnt sich der Einsatz von Schrott mehr. Das gilt auch für Kunststoffe. Die EU-Regulierungen fordern den Einsatz von recyceltem Material, aber recycelte Granulate sind oft teurer als Neumaterial, was Unternehmen unter Druck setzt. Viele Versuche, verunreinigte Schrotte sauber zu verarbeiten, sind gescheitert, da die Kosten nicht tragbar waren" (Interview #2).

## **Vertrauen/ persönliche Beziehungen**

Im klassischen Sekundärmetallhandel spielen Vertrauen und jahrelange persönliche Beziehungen eine immense Rolle. Das ist zum einen der Fall, um sicherzustellen, dass die kommunizierte Qualität (zumeist) auch der tatsächlichen Qualität entspricht und zum anderen, dass Käufer und Verkäufer schneller handeln können, wenn Probleme auftauchen. Ein Experte bringt es wie folgt auf den Punkt: "Langjährige Beziehungen und direkte Absprachen zwischen Abnehmern und Lieferanten sind entscheidend, da sie Anpassungen ermöglichen, wenn es Probleme gibt" (Interview #2).

Die Aussage eines weiteren Sekundärmetallexperten geht in eine ähnliche Richtung und deutet an, dass digitale Transaktionsplattformen diese Art des Vertrauens nicht in Gänze abbilden können: "Der Schrotthandel ist sehr auf persönliche Beziehungen und Vertrauen angewiesen. Wenn man hochwertigen Schrott versendet, wie bspw. Kupferschrott, vertraut man dem Empfänger Material von erheblichem Wert an. Das erfordert ein hohes Maß an Vertrauen und Zuverlässigkeit, was durch digitale Plattformen unterstützt werden kann, aber die Komplexität und Vielschichtigkeit der Branche bleibt bestehen" (Interview #3).

### 3.2.2 Wirkungsketten zur Ver-/Kaufentscheidung für Sekundärmetalle

Nachdem aus dem Interviewprozess mit verschiedenen Stakeholdern die Einflussfaktoren auf den Ver- und Einkauf von Sekundärmaterial herausgearbeitet wurden, ging es im nächsten Schritt darum diese Einflussfaktoren zueinander und zu den Verkäufern und Einkäufern in Bezug zu setzen. Abbildung 2 zeigt das Grundschemata des Ver-/Kaufs von Sekundärmetallen, das auf die Wirkzusammenhänge der verschiedenen Einflussfaktoren zu untersuchen war. Hierdurch sollten die Wirkungsketten, die zu einer Ver-/Kaufentscheidung für Sekundärmetalle führen, besser verstanden werden. Die Erstellung der Wirkzusammenhänge erfolgte auf der Basis der vorrausgegangenen Interviews sowie der langjährig aufgebauten Wissensbasis am Fraunhofer ISI zu den Themen Metallindustrie, Kreislaufwirtschaft, Materialkreisläufe und Recyclingprozesse. Die Ergebnisse wurden in einem Validierungsprozess mit den Stakeholdern im Workshop unterzogen.

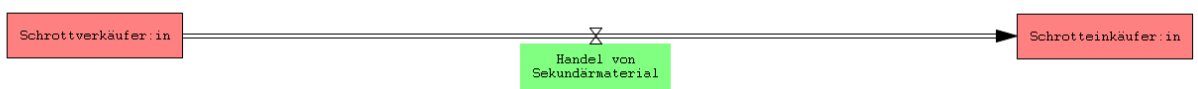


Abbildung 2: Grundschemata des Ver-/Kaufs von Sekundärmetallen

Im Folgenden werden die erarbeiteten Wirkungsketten der Ver-/Kaufentscheidung für Sekundärmetalle als sogenanntes Wirkungsdiagramm (engl. Causal Loop Diagram - CLD) rund um das Grundschemata aus Abbildung 2 präsentiert. Zur besseren Übersicht im komplexen Schema der Wirkungsketten wurden die Einflussfaktoren im Workshop wie auch in der folgenden Diskussion geclustert. Dies hat jedoch mehr mit der Handhabbarkeit und Lesbarkeit zu tun als mit den inhaltlichen Zusammenhängen. Die Pfeile geben die Richtung der betrachteten Wirkung an. Hier wurde der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Ver-/Kaufentscheidung für Sekundärmetalle untersucht. Die Gegenrichtung (Wie wirkt sich der Handel von Sekundärmaterial aus?) ist nicht Betrachtungsgegenstand. Die Polarität der Pfeile gibt eine verstärkende (+) oder abschwächende (-) Wirkung an. Die Lesweise ist dabei: Je höher ein Faktor (bspw. Sekundärmaterialpreis) desto geringer der Handel von Sekundärmaterial (negative Polarität - abschwächende Wirkung des Faktors) oder je höher ein Faktor (bspw. Materialverfügbarkeit) desto höher der Handel von Sekundärmaterial (positive Polarität - verstärkende Wirkung). Pfeile zwischen Einflussfaktoren und dem Handel von Sekundärmaterial ohne Polarität sind in ihrer Wirkung nicht eindeutig zuzuordnen (bspw. Materialqualität: Eine höhere Materialqualität kann sowohl den Handel fördern, z.B. durch mehr Einsatzmöglichkeiten des Sekundärmaterials, als auch schwächen, z.B. durch einen höheren Preis des Materials).

Die dargestellten Wirkungsketten sind als die generell wichtigsten Einflussfaktoren und Zusammenhänge zu lesen. Für einzelne Unternehmen, Personen oder Kontexte können weitere Wirkungsketten hinzukommen. Der Fokus ist zudem auf die innersten, direkten Einflussgrößen auf die Transaktion zwischen Verkäufer und Käufer gelegt. Nach außen könnten die Ketten beliebig lange fortgesetzt werden, daher muss an einem Punkt abgeschnitten werden. Zum Teil wurden indirekte Faktoren berücksichtigt und in das Wirkungsdiagramm integriert. Diese Entscheidung hing an der Wichtigkeit, die die Stakeholder dem Faktor zugeordnet haben, sowie der Häufigkeit der Nennung durch verschiedene Stakeholder.

Abbildung 3 zeigt die erste Gruppe an Einflussfaktoren mit ihren Wirkzusammenhängen auf den Ein-/Verkauf von Sekundärmetallen, die unter dem

Stichpunkt "Sekundärmarkt" zusammengefasst werden können. Dies sind Marktgröße, Materialqualität und Materialverfügbarkeit sowie Marktnachfrage. Die ersten drei Faktoren werden durch den Verkaufenden bestimmt, während die Marktnachfrage durch den Einkaufenden bestimmt wird. Eine gesteigerte Marktnachfrage wirkt sich nicht direkt auf den Handel von Sekundärmaterial aus, sondern gibt den Verkaufenden einen Anreiz den Markt zu vergrößern und die Materialverfügbarkeit zu verbessern. Die Wirkung auf die Materialqualität ist nicht eindeutig in ihrer Polarität. Klar ist jedoch, dass eine steigende Marktnachfrage eine Lenkungswirkung auf die angebotene Materialqualität hat. Steigende Marktgröße, Materialqualität und Materialverfügbarkeit wirken sich mit positiver Polarität auf den Handel von Sekundärmetallen aus, d.h. sie führen zu steigenden Ver-/Einkaufstransaktionen. Ein großer Markt mit guter, zuverlässiger Verfügbarkeit des Sekundärmaterials machen den Einsatz berechenbar und attraktiv. Bei der Materialqualität ist der Zusammenhang nicht eindeutig, da hier schnell weitere Faktoren wie der Preis ins Spiel kommen. Dennoch führt eine bessere Materialqualität zu mehr und zu hochwertigeren Einsatzmöglichkeiten, was generell förderlich für den Ver-/Einkauf von Sekundärmaterial ist.

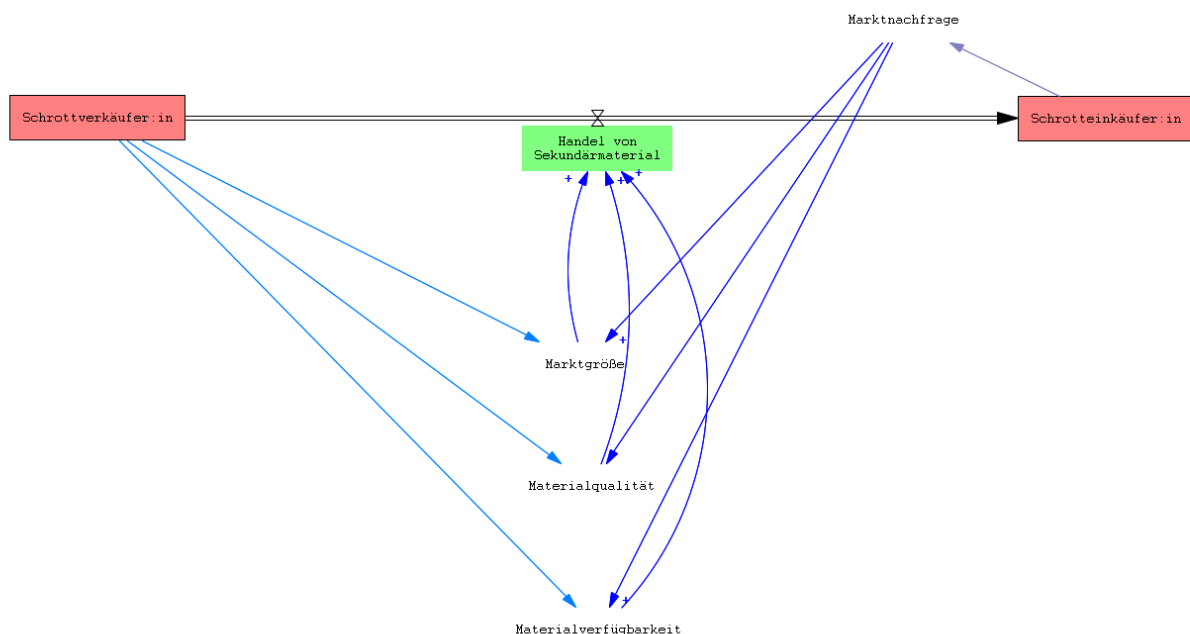


Abbildung 3: Einflussfaktoren "Markt"

Die zweite Gruppe an Einflussfaktoren können unter dem Stichwort Preis genannt werden. Abbildung 4 zeigt die Einflussfaktoren "Preis" mit ihren Wirkzusammenhängen auf den Ein-/Verkauf von Sekundärmaterial. Wichtigster Einflussfaktor auf den Handel von Sekundärmaterial ist hier der Sekundärrohstoffpreis. Dieser wird durch die zuvor genannten Marktfaktoren stark beeinflusst. Hierbei gilt je höher die Materialqualität und/oder die Nachfrage, desto höher der Sekundärrohstoffpreis. Umgekehrt gilt, je größer der Markt und je höher die Materialverfügbarkeit, desto niedriger der Preis. Insgesamt wirkt sich der Preis dann wiederum mit negativer Polarität auf den Handel von Sekundärmaterial aus: Je höher der Sekundärrohstoffpreis, desto geringer der Handel. Daneben wirkt sich der Sekundärrohstoffpreis wie auch der Primärrohstoffpreis aber auch auf die Preissicherheit aus. Hierbei spielt die Höhe des Preises keine Rolle. Die Preissicherheit hängt an der Fluktuation von Primär- und Sekundärpreis. Es ist daher keine Polarität der Wirkung angegeben. Eine höhere Preissicherheit wirkt sich wiederum eindeutig förderlich auf den Handel mit

Sekundärmaterial aus. Ein weiterer Einflussfaktor in den Wirkungsketten der Preisgruppe sind die finanziellen Mittel, die den Beschaffenden zur Verfügung stehen. Neben vielen anderen Faktoren, die die finanziellen Mittel des Einkäufers bestimmen, bestimmt der Primärrohstoffpreis die Obergrenze dieser Mittel. Je höher der Primärrohstoffpreis, desto mehr kann für substituierendes Sekundärmaterial potenziell ausgegeben werden. Höhere finanzielle Mittel auf Käuferseite fördern den Handel mit Sekundärmaterial.

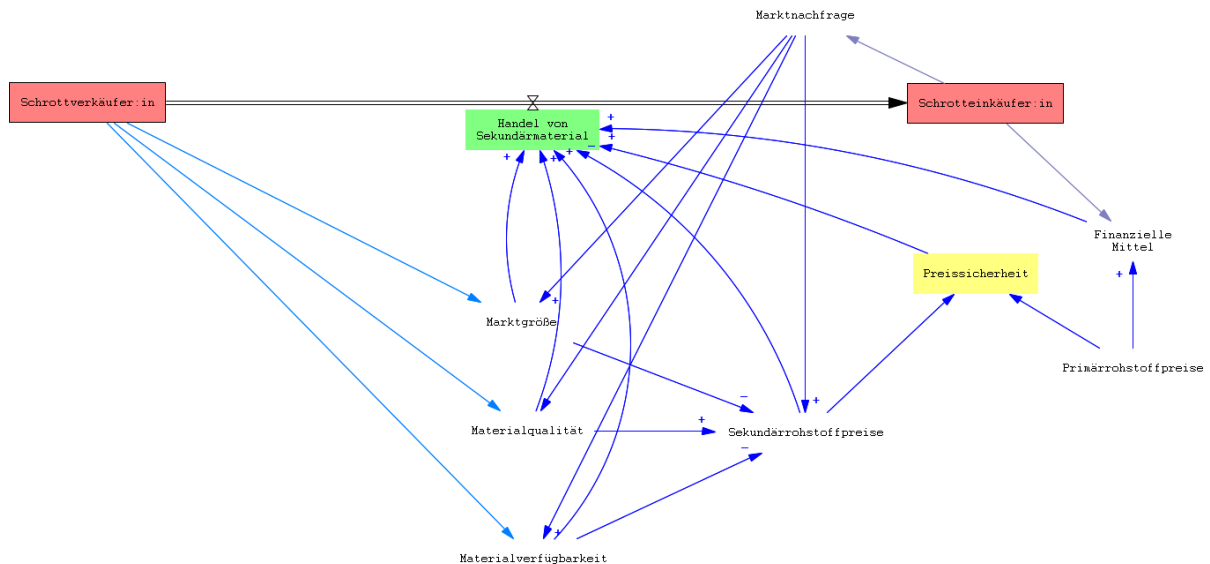


Abbildung 4: Einflussfaktoren "Preis"

Als nächstes sind Einflussfaktoren zu nennen, die den Aufwand eines Ver-/Einkaufs von Sekundärmaterial benennen. Dies lässt sich in Prozessaufwand und Logistikaufwand teilen. Abbildung 5 zeigt diese Einflussfaktoren mit ihren Wirkzusammenhängen auf den Ein-/Verkauf von Sekundärmaterial. Ein steigender Aufwand bremst auf beiden Bereichen den Handel mit Sekundärmaterial. Der Aufwand wird von verschiedenen indirekten Faktoren beeinflusst. Immer wieder betont wurden jedoch die rechtlichen und genauer steuerrechtlichen Auflagen, die sowohl den Logistikaufwand als auch den Prozessaufwand maßgeblich bestimmen.



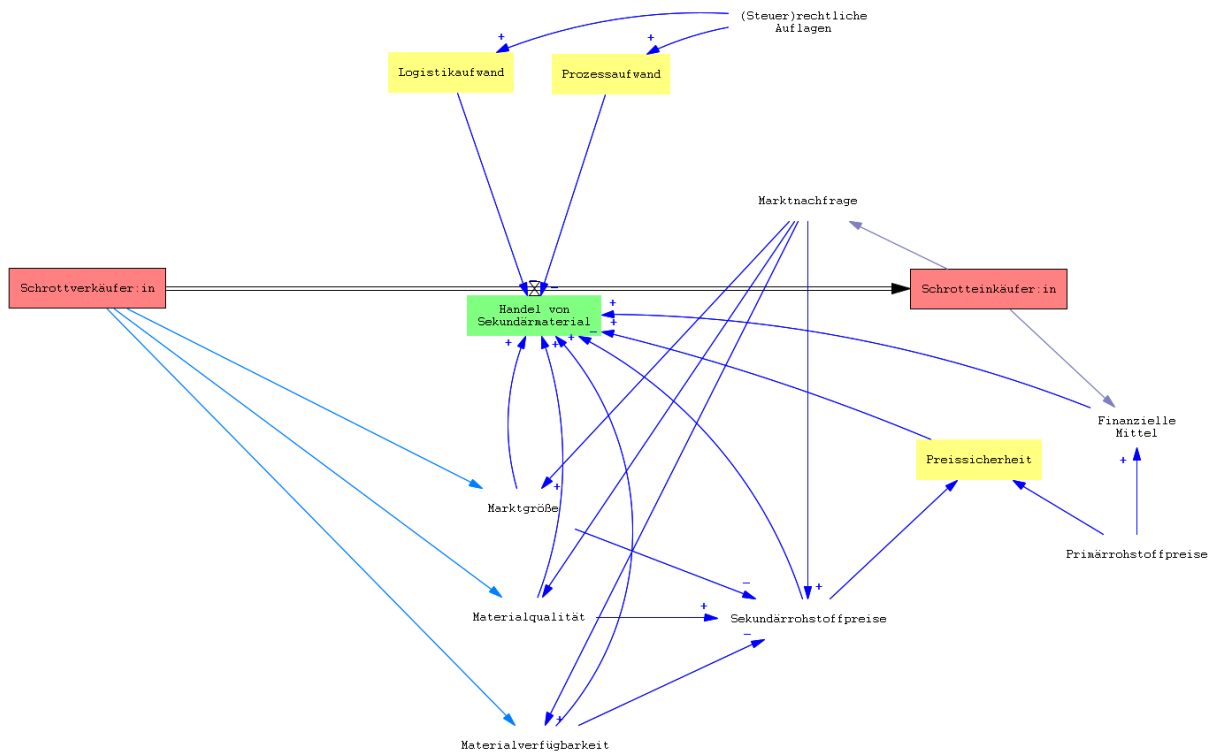


Abbildung 5: Einflussfaktoren "Prozessaufwand und Logistikaufwand"

Auf der Seite des Einkaufenden gibt es eine Reihe von Einflussfaktoren, die mit dem Einsatz des gekauften Sekundärmaterials zu tun haben. Abbildung 6 zeigt die Einflussfaktoren "Materialeinsatz" mit ihren Wirkzusammenhängen auf den Ein-/Verkauf von Sekundärmaterial. Zunächst genannt werden können die Transparenz des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und des Recyclinganteils eines Produktes. Es wird erwartet, dass beides in der Zukunft eine immer größere Rolle spielt. Eine solche Transparenz könnte durch entsprechende Regulierung (Umweltauflagen) in Zukunft für manche Produkte sogar vorgeschrieben werden. Bis auf einige wenige Ausnahmen hat der Einsatz von Sekundärmaterial bei Metallen einen sehr großen Vorteil gegenüber Primärmaterial. Gleichzeitig können durch einen hohen Recyclinganteil Ressourcen geschont und Abfall reduziert werden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass ein sozialer oder politischer Druck, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und den Recyclinganteil eines Produktes transparent auszuweisen, die Nachfrage nach Sekundärmetall deutlich erhöht. Mit dem Einsatz von Sekundärmaterial hängt bei Metallen oft auch eine Energieeinsparung zusammen. Auf der einen Seite führt dies zu geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen, was wiederum eine transparente Ausweisung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes attraktiver und wirksamer macht. Auf der anderen Seite erhöht eine größere Energieeinsparung durch Einsatz von Sekundärmaterial die wirtschaftliche und technische Machbarkeit des Recyclings. Diese wird außerdem von Umweltauflagen, den Sekundärrohstoffpreisen und den Einsatzmöglichkeiten des Recyclingmaterials/-produkts bestimmt. Umweltauflagen können dabei sowohl positiv wie auch negativ auf die Machbarkeit wirken. Je höher der Sekundärrohstoffpreis, desto schwieriger die wirtschaftliche Machbarkeit des Recyclings, aber auch, desto eingeschränkter die technischen Möglichkeiten, die sinnvollerweise noch verwendet werden können. Je mehr Einsatzmöglichkeiten das erhaltene Recyclingmaterial/-produkt hat, desto größer die wirtschaftliche und technische Machbarkeit des

Recyclings. Sowohl eine höhere wirtschaftliche und technische Machbarkeit des Recyclings als auch eine größere Anzahl an Einsatzmöglichkeiten des Recyclingmaterials/-produkts erhöht die Marktnachfrage nach Sekundärmaterial und wirkt sich dadurch förderlich auf den Handel von Sekundärmaterial aus.

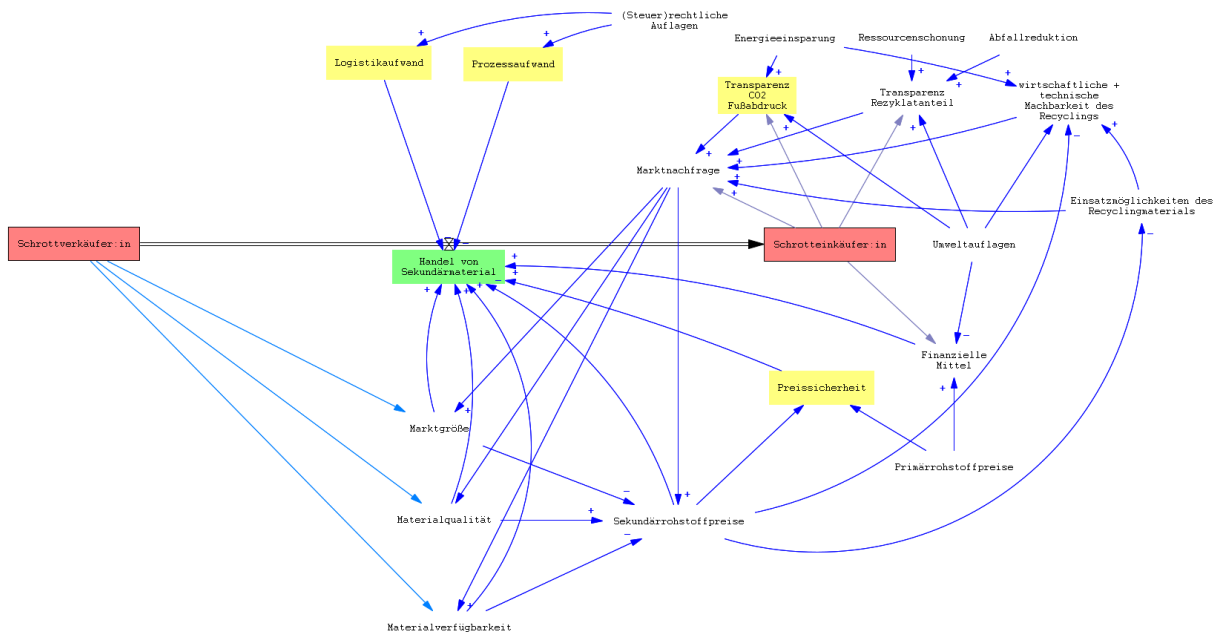


Abbildung 6: Einflussfaktoren "Materialeinsatz"

Die letzte Gruppe von Einflussfaktoren kann unter der Überschrift "Soziale Interaktion" betrachtet werden. Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, wurden diese Faktoren von den Interviewpartnern als sehr wichtig eingestuft. In Abbildung 7 sind Kommunikation, persönliche Beziehungen, Vertrauen sowie der etwas anders gelagerte Einflussfaktor Markttransparenz dargestellt. Eine größere, ganzseitige Version dieses Wirkungsdiagramms findet sich in Anhang 2. Die Kommunikation bei der Beschaffung von Sekundärrohstoffen wird von beiden Partnern bestimmt. Bessere Kommunikation erhöht das Vertrauen zwischen den Transaktionspartnern, kann aber auch den Prozessaufwand reduzieren und die Markttransparenz für beide Seiten verbessern. Die persönliche Beziehung zwischen Verkäufern und Käufern, die auf langjähriger Zusammenarbeit, aber auch auf informellen Treffen auf Konferenzen und Veranstaltungen beruht, wird von vielen Interviewpartnern als grundlegend für ihre Geschäftsbeziehungen im Sekundärhandel bezeichnet. Bessere persönliche Beziehungen erhöhen deutlich das Vertrauen in die Geschäftsbeziehung und können somit den Prozessaufwand reduzieren. Interessanterweise wurde aber auch angegeben, dass bessere persönliche Beziehungen zu einer besseren Materialqualität führen. Die Verkäufer fühlen sich verpflichtet, dem Käufer die geforderten Spezifikationen möglichst genau zu liefern und die Zusammensetzung der Lieferung ehrlich anzugeben. Auch die Markttransparenz wird von beiden Seiten, Verkaufenden und Einkaufenden, beeinflusst. Sie beinhaltet das Bedürfnis nach Übersicht und Verständnis des Sekundärhandels. Eine höhere Markttransparenz wirkt sich positiv auf das Vertrauen zwischen den Akteuren aus und verstärkt dadurch indirekt aber auch direkt den Ver-/Einkauf von Sekundärmaterial. Eine höhere Markttransparenz erhöht auch die Preissicherheit, nicht unbedingt die tatsächliche Preissicherheit aber die gefühlte Preissicherheit. Wenn die Zusammenhänge am Markt für die Akteure

transparent sind, können sie die Preisentwicklung nachvollziehen, für sich bewerten und ihr Handeln entsprechend planen. Alle drei genannten Faktoren Markttransparenz, Kommunikation und persönliche Beziehungen wirken sich positiv auf das Vertrauen zwischen Verkäufern und Käufern aus. Darüber hinaus wird Vertrauen auch von den Faktoren Preissicherheit, Materialqualität und Materialverfügbarkeit beeinflusst. Je höher das Vertrauen, desto günstiger ist es für den Handel mit Sekundärmaterialien. Dies wurde in den Interviews immer wieder als entscheidender Faktor gegenüber den anderen Einflussfaktoren und deren Wirkungszusammenhängen hervorgehoben.

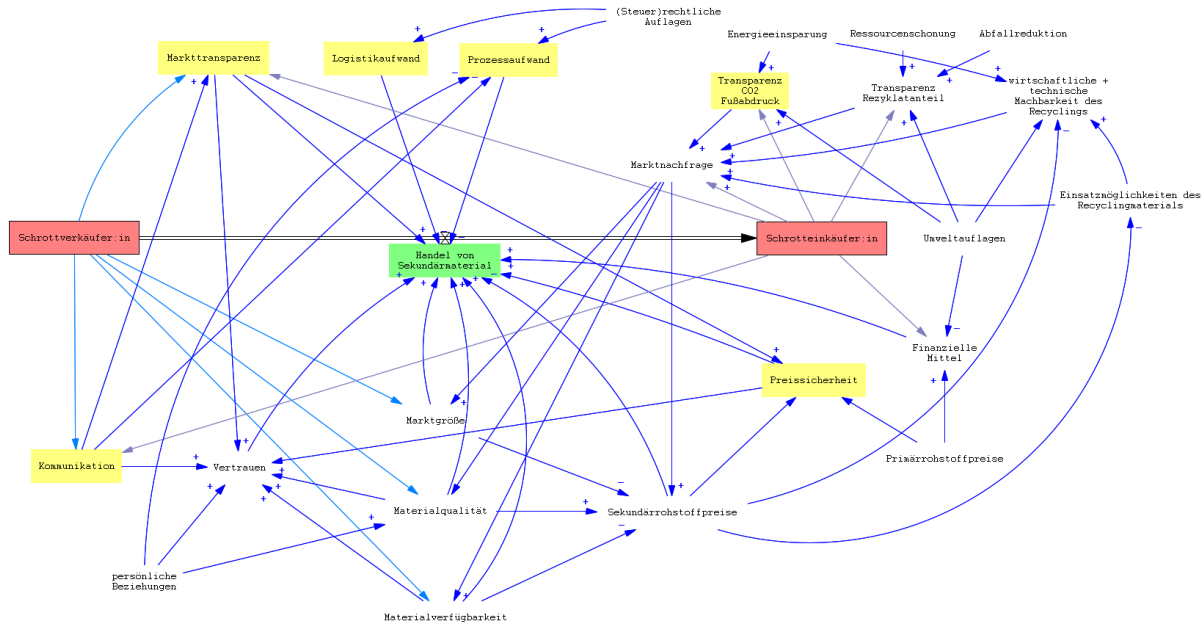


Abbildung 7: Einflussfaktoren "soziale Interaktion"

### 3.3 Leitfrage 2: Einflussmöglichkeiten einer Transaktionsplattform für Sekundärmetalle auf nachhaltige Entscheidungen

#### 3.3.1 Einflussfaktoren mit spezifischen Möglichkeiten für Transaktionsplattformen

Aus der Analyse der allgemeinen Einflussfaktoren auf Ver-/Kaufentscheidungen im Sekundärmetallhandel und ihren Wirkzusammenhängen im Causal Loop Diagram (siehe Abbildung 7) wurden in einem nächsten Schritt die für Transaktionsplattformen besonders relevanten Faktoren herausgefiltert und zur besseren Übersicht in Gelb hinterlegt. Gesucht wurden Faktoren, die Transaktionsplattformen auf Grund ihrer technischen und organisatorischen Eigenschaften besondere Ansatzpunkte für eine Lenkungswirkung Richtung Nachhaltigkeit geben, im Vergleich zu den herkömmlichen Strukturen des Sekundärmetallhandels. Identifiziert wurden sechs Einflussfaktoren, die spezifisch für Transaktionsplattformen Hebel sein könnten, um nachhaltigere Entscheidungen hin zu mehr Sekundärmetalleinsatz fördern könnten:

1. Markttransparenz,
2. Logistikaufwand,
3. Prozessaufwand,
4. Kommunikation,
5. Preissicherheit,

## 6. Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

Diese Auswahl wurde ebenfalls den Teilnehmern des Workshops zur Validierung vorgelegt und so bestätigt. Als übergreifender wichtiger Einflussfaktorort wurde von den Teilnehmern außerdem Compliance hinzugefügt. Dieses kann zum einen dem Einflussfaktor Markttransparenz zugeordnet werden, aber auch dem hinter Logistik- und Prozessaufwand liegenden Einflussfaktor der (steuer-)rechtlichen Auflagen.

### 3.3.2 Gestaltung einer Transaktionsplattform zur Unterstützung nachhaltiger Entscheidungen im Metallver-/einkauf

Nach der Auswahl der relevanten Einflussfaktoren wurden vom Projektteam und den Teilnehmer des Workshops Ideen zur Ausgestaltung einer Transaktionsplattform gesammelt: Wie könnte eine Transaktionsplattform gestaltet werden, um genau diese Ansatzpunkte zu nutzen die Akteure in Richtung nachhaltiger Entscheidungen im Metallhandel zu unterstützen?

Nach Einflussfaktoren geordnet werden die Ideen im Folgenden detaillierter dargestellt und mit Originalzitatzen illustriert:

#### **Markttransparenz**

Das folgende Zitat stammt von einer interviewten Person, die in der Geschäftsführung einer Sekundärmetalltransaktionsplattform ist: "(...) die Sorge vor der Transparenz. Das war etwas, mit dem wir schon konfrontiert worden sind, dass man [das] nicht will... also man muss eine Abwägung treffen zwischen, wie weit bin ich transparent oder wie weit können die Unternehmen sich gegenseitig sehen auf der Plattform und miteinander kommunizieren, weil man natürlich nicht will, dass der Mitbewerber weiß, wie viele Mengen man hier verkauft. Also da war eine gewisse Sorge, wobei wir auch hier merken, dass sich durch die Rahmenbedingungen in den letzten Jahren das ein bisschen verschiebt. Also Transparenz war sehr negativ besetzt und ich finde, das ändert sich jetzt gerade, dass man bewusst ist, ja, es ist wichtig hier Daten zu haben" (Interview #12).

Markttransparenz wurde in der Vergangenheit von vielen Akteuren am Sekundärmarkt zumindest zweischneidig oder sogar negativ gesehen. Passend dazu die Aussage eines Recyclingexperten: "Viele Beteiligte sind nicht daran interessiert, ihre Informationen mit Dritten zu teilen. Dies macht B2B im Metallsektor besonders schwierig" (Interview #3). Man erhoffte sich von verdecktem Handeln und persönlichen Absprachen bessere Preise oder exklusiven Zugang, in manchen Fällen sicher auch die Umgehung von Regularien oder der Erfolg einer unlauteren Transaktion. Das Zitat am Anfang des Abschnitts macht jedoch deutlich, dass hier ein Wandel im Gange ist. Unternehmen wissen offeneren Umgang mit Informationen zunehmend zu schätzen, auch weil die Anforderungen an sie in Sachen Reporting und Compliance deutlich gestiegen sind. Der Gründer der Plattform Metalshub, Frank Jackel, sagte dazu: "Der Rohstoffsektor hat die allerhöchsten Compliance-Risiken, die man sich vorstellen kann" (Jackel 2022).

Aus Nachhaltigkeitsperspektive könnte mehr Transparenz am Markt den Einsatz von Sekundärmaterial und die Nachhaltigkeit des Recyclings fördern. Unternehmen, denen der Sekundärmarkt bisher zu undurchschaubar und unsicher gewesen ist, werden motiviert anfallende Schrotte oder Reststoffe anzubieten oder in ihrem Materialeinkauf vermehrt auf sekundäre Quellen zu setzen. Durch mehr Transparenz am Markt sollte auch klarer werden, welche Materialien wohin gehen. Dadurch wird auf der einen Seite offengelegt, welche Sekundärmaterialien bisher nicht oder unzureichend einer neuen

Verwendung zugeführt werden. Dies kann Aufmerksamkeit von potenziellen Interessenten auf sich ziehen oder entsprechende Forschung und Innovationen anregen. Es zeigt sich aber auch, welche Sekundärmaterialien hochwertiger und damit sinnvoller dem Kreislauf wieder zu geführt werden könnten, als dies bisher der Fall ist. So können Materialflüsse auf Nachhaltigkeit optimiert werden.

Hierzu ein weiteres Mal die Plattformperspektive: “Und da sehe ich Plattformen schon als Zukunftsmodell, weil ich hier natürlich die Möglichkeit habe, erstens Materialien aufzuspüren, die vielleicht noch gar nicht so im Fokus sind. Und es besteht natürlich auch die Möglichkeit über eine Plattform, dass da Zwischenhändler sich Mengen zukaufen. Also es spricht jetzt nichts dagegen, dass es jemanden gibt, der verschiedenste kleinen Mengen sammelt, bündelt, schaut dann, dass er Qualität und Quantität dementsprechend hebt und verkauft es dann weiter. Also da sehe ich schon viele Möglichkeiten in Plattformen, gerade in den kleinstrukturierten, auch an diese Mengen zu kommen” (Interview #12).

Digitale Transaktionsplattformen können als Treiber für Transparenz angesehen werden, da sie auf verschiedene Weise mehr Markttransparenz erzeugen. Dazu passt die folgende Aussage: “Unser Ansatz ist es, hier eine Art Bühne anzubieten, um überhaupt einmal die Möglichkeit zu geben, zu zeigen, was gibt es denn hier am Markt. Immer mit dem Ziel, die Materialien natürlich, wenn möglich in eine höherwertige Verwertung zu bringen. Das sollte natürlich das grundlegende Ziel sein“ (Interview #12). Wie im Zitat angedeutet, können Plattformen offenlegen, wer am Markt aktiv ist. Je nach Gestaltung der Plattform kann dabei klar werden, wer welches Material in welcher Qualität und Menge in welcher Regelmäßigkeit anbietet oder nachfragt. Unter Umständen wird auch sichtbar, wer mit wem handelt. Die Plattform selbst hat ein Interesse daran für jedes Angebot auch einen Käufer zu finden oder umgekehrt einer Nachfrage mit entsprechendem Verkäufer auf der Plattform zu begegnen.

“Das war eine gewisse Herausforderung, [...] wenn man mit einer Plattform startet, gleichzeitig Angebot und Abnahme über die Plattform zum selben Zeitpunkt zusammenzubringen. [...] Wenn ich jetzt jemanden habe, der Materialien sucht, auch gleichzeitig den Anbieter auf die Plattform zu bekommen” (Interview #12).

Aus den abgeschlossenen Transaktionen kann eine Plattform auch durchschnittliche Preise und Preisentwicklungen ableiten und bereitstellen. Dies geschieht bspw. auf der Handelsplattform Metaloop über tagesaktuelle Preise von verschiedenen Schrotten. Damit wird für den Sekundärmarkt ein äquivalenter Mechanismus zu den an den Börsen gehandelten Primärrohstoffen geschaffen.

Durch den offeneren Umgang mit Information wird das Vertrauen in den Markt von Sekundärmaterialien gestärkt, was gerade auch kleinere und mittlere Unternehmen befähigen kann, tätig zu werden. Plattformen könnten, was die Qualität der Schrotte angeht, Mehrwerte schaffen, wie folgende Aussage eines Plattformgründers zeigt: “Das ist ja das größte Problem, dass der Schrott, ja, so eine hohe Varianz in der Qualität hat. Und normalerweise werden Rohstoffe auf Börsen gehandelt und sind quasi standardisierte Güter und die werden produziert, damit sie dann handelbar sind. Das ist halt bei Schrott nicht so - niemand stellt den Schrott her, damit das so ein Schrott ist. Aber natürlich, sozusagen, je mehr der Schrott standardisiert wird, desto effizienter wird der Markt dann auch automatisch” (Interview #13).

### **Prozess- und Logistikaufwand**

“Ich denke, der größte Impact ist wirklich die Effizienz des Marktes zu steigern und letztlich die Transaktionskosten zu reduzieren und quasi das Material schneller

zirkulieren zu lassen und dadurch einfach die Zeit zu reduzieren, die das Material sozusagen im Transit ist" (Interview #13).

So fasst ein Gesprächspartner den potenziellen Einfluss von digitalen Transaktionsplattformen auf die Organisation des Ver-/einkaufsprozesses von Sekundärmetallen und die dann anfallende Logistik zusammen. Plattformen haben die Möglichkeit die Effizienz des Marktes deutlich zu steigern und so zum einen die Nutzung des vorhandenen Materials zu intensivieren aber auch den Einsatz von Sekundärmaterial attraktiver zu machen. Beide Aspekte fördern die Nachhaltigkeit. Doch welche konkreten Ansatzpunkte hat eine digitale Transaktionsplattform den Prozess- und Logistikaufwand zu minimieren und die Effizienz des Marktes zu steigern? Bei einem entsprechend großen Angebot und Reichweite, bietet eine Plattform die Möglichkeit Transportwege durch entsprechendes Matching von Verkaufenden und Einkaufenden zu optimieren. Durch kürzere Transportwege werden Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen minimiert und die Transitzeit von Materialien kurzgehalten. Ergänzend kann eine Plattform auch die Organisation des Transports effizienter gestalten. Im Workshop sagte dazu ein Teilnehmer: "Logistikdienstleistungen könnte man gleich mitbuchen auf einer Plattform, bspw. die Abholung von Schrotten oder auch eine freie Lieferung".

Auf einer digitalen Transaktionsplattform kann die Logistik ein Teil des Serviceangebots sein. Dies könnte durch Einbindung entsprechender Drittfirmen und ihrer Angebote in die Plattform geschehen oder durch komplette Übernahme der Organisation des Transports durch die Plattform. Beides würde insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen helfen, die unter Umständen nur unregelmäßige oder kleinere Transaktionen tätigen und keine festen Logistikpartner haben. Das folgende Zitat bringt sogar Privatpersonen ins Spiel.

"Wenn ich jetzt, einen kaputten Toaster habe, das ist ja total nervig. Also, wie ich den entsorgen soll, [ich] muss irgendwie zum Recyclinghof fahren, oder so. Ich meine, dass dann damit nichts passiert, ist jetzt auch nicht verwunderlich. [...] ich weiß nicht, ob Sie das kennen, Schrott24.de, da werden Schrottpreise veröffentlicht und da können auch Privatpersonen Schrotte verkaufen. Und da hat man quasi den direkten Weg, können Sie sogar Kleinmengen per Paket verschicken" (Interview #13).

Dies mag wirtschaftlich nur bedingt interessant sein. Es ist jedoch bekannt, dass kleinere Unternehmen, wie z.B. Handwerker, nur bei besonders günstigen Preisen den logistischen Aufwand auf sich nehmen und Materialreste getrennt sammeln und verkaufen. Ein zentrales Logistikmanagement inklusive Dokumentation und evtl. Zusatzleistungen wie Echtzeitverfolgung und Routenoptimierung könnte aber auch darüber hinaus einen Mehrwert für alle Kunden generieren.

Das Optimierungspotenzial geht jedoch deutlich über die Logistik hinaus. Einen Vorteil haben digitale Lösungen wie die diskutierten Transaktionsplattformen, wenn sich Prozesse standardisieren und automatisieren lassen. Viele Schrotte fallen in Produktionsprozessen kontinuierlich in ähnlichen Mengen und vergleichbarer Materialqualität an. Auf der anderen Seite wird auf der Recyclingseite meist ein kontinuierlicher Zustrom an Material mit immer gleicher Spezifikation benötigt. Digitale Plattformen können Transaktionen nach einem Schema standardisieren, so dass mit wenigen Klicks z.B. das Einstellen oder Einholen von Angeboten wiederholt oder z.B. monatlich vollständig automatisiert werden kann.

"Wenn ich - gerade jetzt im Detailbereich - regelmäßig immer dieselben Fraktionen hab und einmal oder zweimal im Monat ausschreibe und Angebote einhole, dass das natürlich, sehr einfach ist, wenn ich hier, einen standardisierten Prozess verwende, wo

ich auch gleichzeitig eine sehr gute Dokumentation habe" (Interview #12). Mit der Dokumentation wird in diesem Statement ein weiterer oft erwähnter Aspekt im Bereich Prozess- und Logistikaufwand genannt. Für kleinere Unternehmen und/oder Gelegenheitsver-/kaufende kann eine Plattform Hilfestellung bei den zu beachtenden Regularien und Aspekten geben und so eine korrekte Dokumentation der Transaktion befördern. Doch auch für größere, sich gut im Markt auskennende Unternehmen bietet eine Plattform durch Bündelung und Übersicht einen Mehrwert in Sachen Dokumentation, wie das folgende Zitat zeigt: "Wie gesagt, was sicher ein großer Punkt ist, ist eben das Thema mit der Dokumentation. [...] Wir haben Unternehmen, die haben mehrere Standorte. Ich habe halt ganz klar diverse User anzulegen mit unterschiedlichen Rechten. Ich habe einen guten Überblick über das Ganze. Ich kann es automatisieren" (Interview #12).

Durch klare und übersichtliche Strukturen innerhalb der Plattform, sowohl durch die oben erwähnte Standardisierung der Prozesse, die Überprüfung aller notwendigen Prozessschritte als auch durch die Dokumentation aller durchgeführten Prozessschritte, kann eine digitale Transaktionsplattform somit Unternehmen entlasten, aber auch die damit verbundenen Risiken minimieren.

Gerade der Sekundärmarkt ist gekennzeichnet durch unklare Lieferketten, mangelnde Transparenz in allen Phasen der Transaktion von der Ausschreibung über die Verhandlungen bis zum Vertrag, manuelle Prozesse und persönliche Absprachen sowie fehlende Dokumentation der Transaktionen. Gleichzeitig ist die gesetzliche Regulierung kleinteilig, komplex und uneinheitlich über Landesgrenzen hinweg. Mehrere Gesprächspartner sehen hier einen klaren Vorteil der Abwicklung von Sekundärmetall ver-/einkäufen über eine digitale Plattform. Durch die Minimierung von Compliance-Risiken durch standardisierte Prozesse, gute Anleitung der Kunden durch die Transaktion und verlässliche Dokumentation wird der Sekundärmarkt nicht nur effizienter, sondern auch attraktiver und sicherer. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der konkrete Hinweis im folgenden Zitat auf die neue Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) der Europäischen Union (EU). Hier werden in den kommenden Jahren deutlich höhere Anforderungen an Unternehmen zur Offenlegung von Ursprung und Nachhaltigkeit ihrer Materialien und Produkte gestellt, denen Plattformen mit entsprechenden Angeboten begegnen können. Im Workshop äußerte sich ein Teilnehmer dazu wie folgt: "Plattformen sollten bei Compliance auch die CSRD-Datenanforderungen und weiteren Anforderungen mitdenken. Sie würden Consultants sinnvoll ergänzen. Plattformen könnten zum Beispiel zentralisierte Audits durchführen".

Eine weitere Möglichkeit für digitale Plattformen, den Prozess- und Logistikaufwand ihrer Kunden im Sekundärmetallhandel zu minimieren, ist die Unterstützung bei grenzüberschreitenden Transaktionen. Die Regelungen und Handhabungen z.B. in den Bereichen Schrottklassifizierung, Transportbedingungen oder Gefährdungsbeurteilung sind auch innerhalb der EU nicht einheitlich. Das folgende Zitat zeigt beispielsweise die Verwendung unterschiedlicher Abfallschlüssel in Österreich und Deutschland: „Speziell in Österreich sehen wir das jetzt teilweise auch, dass wir einfach mit eigenen Abfallschlüsseln agieren, nicht mit den europäischen EWC-Codes [European Waste Codes]. Das sind halt Schwierigkeiten, die das verkomplizieren. Da habe ich natürlich die Möglichkeit, über eine Plattform, wo mir da manche Dinge abgenommen werden, das zu vereinfachen und hier insbesondere auch kleineren Playern die Möglichkeit zu geben, hier einfach den Markt zu nutzen“ (Interview #12). Dies bedeutet einen erheblichen Mehraufwand für die Unternehmen und eine deutliche Barriere für den Aufbau neuer, zusätzlicher Lieferbeziehungen über

die Grenzen hinweg. Für die Nachhaltigkeit wäre ein flexibler Markt auch über Grenzen hinweg jedoch über den oben genannten Effizienzgedanken des Marktes hinaus wichtig, z.B. zur Minimierung von Transportwegen oder zur Abnahme von Schrott, der im eigenen Land keinen Abnehmer findet. Digitale Transaktionsplattformen können daher durch die Unterstützung des Handels im internationalen Kontext einen Mehrwert für Unternehmen schaffen, der auch die Nachhaltigkeit fördert.

### **Kommunikation**

Die folgenden zwei Zitate illustrieren wie häufig die Kommunikation zwischen Verkäufern und Einkäufern immer noch unstrukturiert über manuelle und schlecht dokumentierte Prozesse läuft. Das Einholen von Angeboten, die Abstimmung von Bedingungen und die Vergabe von Aufträgen wird häufig über E-Mail oder sogar über Telefon oder WhatsApp abgewickelt. In der Folge gibt es inkonsistente und unvollständige Prozessdokumentationen oder notwendige Prozessschritte wie die Vereinbarung von Rahmenbedingungen werden übersprungen.

"Das [Einholen von Angeboten] ist ein total manueller, langwieriger Prozess mit mangelnder Transparenz, hohen Compliance-Risiken, (...) und das auf eine digitale Plattform, in einen digitalen Prozess zu bringen, das hat einen enormen Werthebel für Unternehmen" (Jackel 2022).

"Was ich ja dann auch oft sehr überraschend finde, auch bei großen Unternehmen, dass Dokumentation schon ein Thema ist. Da geht man immer so davon aus, das ist eh klar vorhanden, ist aber nicht immer klar vorhanden. Also es ist manchmal schon überraschend, wie dann so Dinge vergeben werden, wenn ich jetzt Mitarbeiter habe, die mit Bekannten, die man dann kennt, via WhatsApp kommunizieren oder so. Ja dann sind zwar die Mengen verkauft, aber ich habe in Wirklichkeit nichts vereinbart. Ich habe keine AGBs vereinbart, ich habe keine Rahmenbedingungen, wenn es zu Problemen kommt oder ein Mitarbeiter plötzlich ausfällt, weiß keiner, was vereinbart worden ist" (Interview #12).

Eine digitale Plattform kann einen festen Kommunikationsprozess mit allen notwendigen Schritten implementieren. Dabei wird alles direkt für beide Partner transparent dokumentiert und jederzeit abrufbar gespeichert. Bestimmte standardisierte Prozessschritte können automatisiert und damit schnell und einfach gestaltet werden, wie z.B. die Angebotsanfrage (siehe auch Faktor "Prozess- und Logistikaufwand"). Durch die Vorabbereitstellung von sinnvoll zusammengestellten Informationen über Verkäufer, Käufer und Produkte kann der Kommunikationsaufwand hierfür deutlich reduziert oder sogar vermieden werden. Durch die Einbindung rechtlicher Rahmenbedingungen in den standardisierten Kommunikationsprozess kann den Transaktionspartnern Aufwand abgenommen und Sicherheit gegeben werden.

Auf der sozialen Ebene war die persönliche Kommunikation im Sekundärrohstoffhandel bisher essenziell, um Vertrauen zwischen den Akteuren aufzubauen. Der Verlagerung dieser Kommunikation auf eine digitalisierte Plattform wurde und wird daher mit großer Skepsis begegnet. Das folgende Zitat verdeutlicht dies:

"Auch das Thema Vertrauen, Bauchgefühl ist natürlich etwas, was wir schon sehr stark gemerkt haben zu Beginn, dass hier einfach eine große Sorge da war: ‚ich schaffe mich mehr oder weniger selber ab, ich verliere meine Kontakte‘, eben diese Gegengeschäfte, Tauschgeschäfte, die es da gibt. Das haben wir zu Beginn schon sehr stark gemerkt, dass das ein großes Hemmnis ist. Muss ich allerdings ehrlicherweise sagen, hat sich das gerade in den letzten Jahren schon gewandelt hat.



Da spielt sicher ein bisschen das Thema mit, dass Digitalisierung mehr und mehr ankommt und [es] einfach nicht mehr so risikobehaftet gesehen wird" (Interview #12).

Transaktionsplattformen müssen daher in der Gestaltung ihrer Kommunikationswege explizit auch auf den Aufbau von Vertrauen zwischen den Transaktionspartnern, aber auch zwischen diesen und der Plattform selbst, abzielen. Ein etabliertes Mittel digitaler Transaktionsplattformen hierfür ist die Bereitstellung von Informationen in Profilen und die Bewertung klassischerweise der Verkäufer, unter Umständen aber auch der Käufer nach einer erfolgten Transaktion. Dadurch entsteht ein transparentes Verhältnis für alle Akteure, das den Vertrauensaufbau durch langjährige Geschäftsbeziehungen oder Empfehlungen durch vertrauenswürdige Kollegen ersetzen soll. Ebenso können neue Akteure schnell identifiziert und eventuell mit Vorsicht ausprobiert werden.

Dennoch sind digitale Plattformen gut beraten, sich der sozialen Komponente des Sekundärmarktes bewusst zu sein und diesen nicht vollständig digitalisieren zu wollen. So könnten Community-Veranstaltungen in digitaler und analoger Form angeboten werden, um dem Bedürfnis nach Austausch und Vernetzung gerecht zu werden. Das Zusammentreffen auf Konferenzen oder Veranstaltungen wurde in den Interviews immer wieder als Basis für Geschäftsbeziehungen im Sekundärmarkt genannt. In die Kommunikationsstruktur der Plattform könnte aber auch die Möglichkeit integriert werden, ein direktes Gespräch anzufordern. Damit würde eine Art Übergang zwischen traditionellen Kommunikationsstrukturen und digitalisierter Kommunikation auf einer Plattform geschaffen. Dass dies auch eine Generationenfrage ist, deutet das vorangegangene Zitat bereits an. Digitale Kommunikation und plattformbasierte Transaktionen werden immer mehr eingeübt und sind für die jüngere Generation bereits Standard.

Zum Thema Kommunikation gehört auch, dass Plattformen Aufklärungsarbeit leisten und Unternehmen die Wertigkeit der Ressource Metallabfall näher zu bringen: "Da sehe ich schon ganz viel auch drinnen, dieses Bewusstsein zu schaffen, dass ich hier einen Abfall habe, der eigentlich ein Wertstoff ist, dass der Abfall unsere Ressource ist. (...) Da merken wir gerade, wenn wir mit Unternehmen reden, wo Industrieabfälle anfallen, da ist oft wirklich gar kein Bewusstsein vorhanden, dass dieser Industrieabfall für jemanden anderen eine Ressource sein kann " (Interview #12).

### **Preis- und Vertragssicherheit**

"Also die wichtigsten Faktoren, um nachhaltige Entscheidungen zu treffen - Ich glaube ganz ehrlich gesagt, es ist der Preis. (...) Der Reiz ist schon da, dass man sagt, man versucht sein Geschäftsmodell nachhaltig aufzusetzen. Nur ich glaube, schlussendlich muss es einfach wirtschaftlich funktionieren. Weil irgendwann sind dann einmal Förderungen etc. [zu Ende] und dann muss ich konkurrenzfähig sein" (Interview #12).

Der Sekundärrohstoffpreis oder genauer der Sekundärrohstoffpreis im Vergleich zum Primärrohstoffpreis wurde immer wieder als ein letztlich entscheidendes Kriterium in der Kaufentscheidung genannt. Der Preis selbst ist jedoch nicht unbedingt ein Faktor, den eine Transaktionsplattform stark mitbestimmen kann. Die Preissicherheit ist jedoch ein Einflussfaktor, den sich gerade Plattformen zunutze machen können. Zum einen kann eine Plattform durch die Vielzahl an stattfindenden Transaktionen den Verkaufenden durch Vergleich eine sinnvolle aktuelle Einordnung ihrer Ware ermöglichen, aber auch den Kaufenden den Vergleich zwischen verschiedenen Angeboten ähnlicher Qualität geben. Sie kann darüber hinaus einen Schritt weitergehen und historische Trends aus den erfolgten Transaktionen möglichst aufschlüsselbar nach Materialtypen und Qualitätsgruppen bereitstellen. Auch die Entwicklung des Primärrohstoffpreises kann natürlich dargestellt werden.

Möglicherweise kann die Plattform sogar mit Informationsmaterialien zu erwarteten Zukunftsentwicklungen den Nutzern weiteren Service in Bezug auf Preissicherheit bieten und somit das Marktverständnis erhöhen.

Folgendes im Workshop getroffene Statement zeigt, dass Plattformen aber auch beim ursprünglichen Sinn von Preissicherheit einen Vorteil für ihre Nutzern generieren können: "Große Unternehmen betreiben Hedging, z.B. bei Kupfer. Kleine können das nicht machen. Hier können Plattformen helfen". Hedging ist bei vielen Rohstoffen eine etablierte Methode sich gegen Risiken durch die volatilen Rohstoffpreise abzusichern. Kleinere Unternehmen sind hierzu möglicherweise nicht in der Lage oder bringen nicht das nötige Wissen mit, Hedging sinnvoll einzusetzen. Hier kann sich die Plattform als größeres, intermediär tätiges Unternehmen anbieten, entweder durch entsprechende Beratung oder auch durch die Übernahme solcher Risiken und entsprechendes Hedging für die dann größeren, weil unter Umständen zusammengefassten Transaktionsmengen.

Einen weiteren aus ökologischer Sicht interessanten Preisaspekt bringt das folgende Zitat in die Diskussion: "Naja, ein Wunsch wäre natürlich, also wenn ich es jetzt ganz allgemein auf Sekundärrohstoffe beziehen würde, [...], dass es hier eine Kostenwahrheit braucht, die wie auch immer die dargestellt wird im Vergleich zu Primärrohstoffen. Ich glaube, das ist ein ganz großer Hebel" (Interview #12).

Die derzeitige Preisgestaltung lässt Umweltkosten weitestgehend außer Acht. Besonders problematisch ist dies für Sekundärrohstoffe, die immer in Konkurrenz zu Primärrohstoffen stehen, die qualitativ und regulatorisch einfacher zu handhaben sind, aber mit erheblichen nicht eingepreisten Umweltkosten verbunden sind. Da nicht eingepreiste Umweltkosten an anderer Stelle zum Beispiel in Form von Klimawandelanpassungsmaßnahmen doch bezahlt werden müssen, kann der Wunsch nach Kostenwahrheit auch als Aspekt der Preissicherheit begriffen werden. Im Abschnitt Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck werden die konkreten Möglichkeiten einer Plattform zur Quantifizierung und Sichtbarmachung der mit den Materialien verbundenen Emissionen diskutiert. Dabei wird auch auf das Instrument der CO<sub>2</sub>-Bepreisung eingegangen, das versucht die Kosten durch klimawirksame Emissionen in den Produktpreis zu integrieren.

Das Thema Preissicherheit wurde von den Workshopteilnehmern um das Thema Vertragssicherheit ergänzt. Betrug ist ein sehr relevanter Aspekt im Sekundärmetallhandel. Dies wird auch durch die wiederholte Betonung des Vertrauens als entscheidender Einflussfaktor deutlich. Die folgenden Zitate verdeutlichen, dass die Verbesserung der Vertragssicherheit ein wichtiger Hebel für Transaktionsplattformen sein könnte, insbesondere bei Transaktionen, die aufgrund ihrer Größe (potenziell hoher finanzieller Verlust) oder internationaler Vertragspartner (potenziell nicht belangbar) mit einem hohen Risiko behaftet sind. Die Teilnehmer des Workshops haben hierzu folgende Aussagen getroffen: "Vor allem bei großen und internationalen Geschäften: Hält sich mein Partner an die Menge, den Preis, Qualität et cetera?" "Bei internationalen Lieferanten ist die Ware länger unterwegs. Das ist Hochrisikogeschäft. Hält der Händler sein Wort?"

Vor allem gegenüber kleinen und mittleren Unternehmen hat eine Plattform hier Vorteile. Zum einen kann sie bei Fehlverhalten nicht nur einzelnen, sondern allen an der Plattform beteiligten Transaktionspartnern mit einer transparenten schlechten Bewertung oder sogar mit der Sperrung des Akteurs drohen. Zum anderen hat eine Plattform auch andere Möglichkeiten, Audits durchzuführen. Dies kann sowohl in Form von allgemeinen Audits bei ihren Nutzern und der Bereitstellung der Ergebnisse

geschehen, als auch in Form von z.B. buchbaren Audits bei risikoreichen Transaktionen oder Warenkontrollen bei bestimmten Vertragspartnern. Unter bestimmten Umständen könnte eine Plattform auch mit Versicherungen oder Garantien für die über die Plattform abgewickelten Transaktionen arbeiten.

Ein befragter Recyclingexperte äußert im Zusammenhang mit Transaktionsplattformen folgende Bedenken hinsichtlich der Vertragssicherheit bzw. Abnahmeverpflichtung: "Was bringt eine Plattform dann, wenn ich feste Abnehmer wie bei den bayerischen Stahlwerken habe? Wenn die Plattform verwendet wird, könnte der Einkäufer eines Monats leer ausgehen und müsste seinen Ofen abschalten. Es besteht ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis. Ein bayerisches Stahlwerk verlässt sich darauf, jeden Monat eine bestimmte Menge zu erhalten. Kann diese Menge nicht geliefert werden, lässt sich der Ausfall nicht einfach kompensieren. Ebenso ist es für Lieferanten wichtig, eine feste Basis an Abnehmern zu haben. Die Unsicherheit, die eine Plattform mit sich bringt, macht es schwierig zu wissen, was eingekauft werden muss" (Interview #2). Ein weiterer Vertreter eines Unternehmens legte dar, dass "die Herausforderung der begrenzten Anzahl an Abnehmern" in Frage stellt, wie "nachhaltig das Geschäftsmodell von B2B-Plattformen im Metall- und Schrottbereich funktioniert. [...] Es gibt nicht viele Stahlwerke, was die Skalierbarkeit solcher Plattformen einschränkt. Trotz der Möglichkeit, Schrott mit verschiedenen Faktoren zu beschreiben, passt dies nicht auf allgemeine Online-Plattformen. Man muss spezifisch für den Metall- und Schrottsektor entwickeln" (Interview #3).

### **Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck**

"Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines metallhaltigen Produktes kommt zu 99% aus Primärmetall. Die Verwendung von Sekundärmetall ist der größte Hebel, um den Fußabdruck zu reduzieren". Dies äußerte ein Workshop-Teilnehmer zum Thema CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bei metallhaltigen Produkten.

In diesem Punkt herrschte große Einigkeit: Plattformen haben durch einheitliche, transparente Verkaufsstrukturen und technische Möglichkeiten die besten Voraussetzungen, um den Einkäufern Informationen zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zur Verfügung zu stellen und diesen gezielt als Entscheidungskriterium zu etablieren. Die Plattform könnte zum einen den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro kg Material neben jedem angebotenen (Sekundär-)Material ausweisen. Zum anderen könnte den Käufern ein Tool angeboten werden, das den Vergleich verschiedener Sekundärmaterialien in anpassbaren Mengen oder auch zwischen Sekundärmaterial und dem ersetzten Primärmaterial ermöglicht. Je spezifischer das Tool auf verschiedene Materialien und Qualitäten eingehen kann, desto hilfreicher ist es. Im Idealfall können die Käufer den ausgewiesenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck nutzen, um ihrerseits die Emissionen der aus dem Material hergestellten Produkte zu berechnen und auszuweisen. An dieser Stelle wurde im Workshop auf die Bedeutung von Standardisierung und Transparenz bei der Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks hingewiesen. Dies ist notwendig, um die Emissionsdaten entlang der Wertschöpfungskette zu erfassen und in die Berechnung der immer komplexer werdenden Produkte einfließen zu lassen.

Für die Verkäufer wiederum ist eine Unterstützung durch die Plattform notwendig, um das angebotene Sekundärmaterial zu klassifizieren und mit einem entsprechenden CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für den Verkauf zu versehen. Dies könnte nach einem Schema entlang bestimmter Material- und Qualitätskriterien erfolgen, ggf. unter Angabe von Zusatzinformationen wie z.B. Transportweg. Je spezifischer die Deklaration auf das einzelne Produkt zugeschnitten ist, desto besser. Auch hier sind Standardisierung und Transparenz wichtige Kriterien. Plattformen haben hier jedoch den Vorteil, dass sie

diese über sehr unterschiedliche Sekundärmaterialien und verschiedene Anbieter herstellen und gewährleisten können.

Weitere Punkte, die innerhalb der Diskussion zum Ansatzfeld CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aufkamen, waren zum einen der CO<sub>2</sub>-Preis und zum anderen der Recyclinganteil von Produkten. Bei einem entsprechend hohen CO<sub>2</sub>-Preis dient die Ausweisung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks eines Materials oder allgemeiner eines Produktes nicht mehr nur als ökologisch motiviertes Entscheidungskriterium, sondern ist für Kaufende direkt an wirtschaftliche Interessen gekoppelt. Die folgende Aussage gibt diesem Ansatz bei der nachhaltigen Gestaltung des Rohstoffmarktes sogar eine vorrangige Bedeutung:

“Am Ende ist glaube ich der CO<sub>2</sub>-Preis der größte Hebel, den man haben kann, um das wirklich nachhaltig zu gestalten” (Interview #13).

Die zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck analoge Ausweisung auch des Recyclinganteils wurde bei der Analyse von Einflussfaktoren und ihren Wirkungsmechanismen auf die Kaufentscheidung als eigenständiger Einflussfaktor definiert. Dieser wurde jedoch nicht als Handlungsfeld für Transaktionsplattformen definiert, da die Ausweisung eines Recyclinganteils bei den Sekundärmaterialkaufenden für ihre Produkte geschieht und somit nicht im Handlungsfeld der Plattformen liegt. Gesellschaftlicher oder politischer Druck zur Ausweisung eines Recyclinganteils könnte die Käufer motivieren, Sekundärmaterial statt Primärmaterial einzukaufen. Dies ist jedoch unabhängig von der Plattform. Ausnahme ist eine Plattform, die auch Mischprodukte anbietet, z.B. reine Metalle mit Sekundäranteil. Hier könnte die Ausweisung eines Recyclinganteils analog zur Ausweisung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks neben dem Produkt Kaufende motivieren nachhaltigere Entscheidungen zu treffen.

“Also, wie gesagt, das Thema mit dem Recyclinganteil, das finde ich ganz wichtig. Und vom Sozialkulturellen würde ich auf jeden Fall ganz stark das Vertrauen und damit zusammenhängend die Sicherheit sehen. Also, ich muss natürlich vertrauen können darauf, dass die Materialien [eine] sichere Herkunft haben, dass die Qualität stimmt, dass der Vertragspartner seriös ist. Also, das macht sicher ganz viel aus. Und beim Recyclinganteil sehe ich schon auch einen großen Hebel, wenn ich hier Vorgaben zu Recyclinganteilen habe” (Interview #12).

Auch Sebastian Brenner, der Mitgründer von Mecycle, sieht in der Ausweisung des Recyclinganteils ein zwar nicht Plattform-spezifisches aber in der Zukunft auf für Plattformen extrem wichtiges Kaufargument für Schrotte: “Man kann dann an den Schmelzer herangehen und die können das dann an einen Automobilhersteller weitergeben”, sodass dieser sagen könnte: “dieses Auto ist aus X% recyceltem Stahl hergestellt” (Brenner 2023).

Generell lässt sich hier zusammenfassen, dass digitale Transaktionsplattformen sehr gute Möglichkeiten haben Nachhaltigkeitsaspekte konsistent und transparent in ihrer Definition und Berechnung über eine breite Produktpalette hinweg darzustellen. Dies ließe sich auch über den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und den Recyclinganteil hinaus auf weitere Dimensionen der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit ausweiten, auch wenn diese beiden momentan sicherlich als die treibenden Faktoren zu sehen sind. Aber auch das in den kommenden Jahren zunehmend verschärfte Reporting innerhalb der CSRD der EU wird hier sicherlich eine wichtige Rolle als Treiber spielen. Transaktionsplattformen haben hierdurch einen wichtigen Hebel, die Nachhaltigkeit prominent zu platzieren und somit auch in den Entscheidungsfindungen ihrer Kunden zentral zu verankern. Gleichzeitig könnte ein solches Datenangebot auch eine große Chance für Transaktionsplattformen sein, Barrieren zu überwinden und sich am Sekundärmaterialmarkt zu etablieren, da die Interviewten breit davon ausgehen, dass

transparente Angaben zu CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und Recyclinganteil in der Zukunft sehr wichtig oder sogar verlangt sein werden.

## Zusammenfassung

Die vorausgegangenen Abschnitte diskutieren viele verschiedene Ideen, wie eine digitale Transaktionsplattform gestaltet werden sollte, um die Nachhaltigkeitsdimension im Metallein- und -verkauf als Entscheidungskriterium zu stärken. Sie geben damit eine Antwort auf die Leitfrage 2 dieses Forschungsprojektes. Abbildung 8 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der gesammelten Möglichkeiten für digitale Transaktionsplattformen innerhalb ihrer sechs Einflussfaktoren zur Förderung von Nachhaltigkeit im Sekundärmarkt. Sie zeigt die sechs Einflussfaktoren auf die Ver-/Kaufentscheidung von Sekundärmetallen, die für digitale Transaktionsplattformen besondere Ansatzpunkte bieten: (1) Markttransparenz, (2) Prozessaufwand, (3) Logistikaufwand, (4) Kommunikation, (5) Preis- und Vertragssicherheit und (6) Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Für jeden der sechs Punkte sind die Vorschläge zur Gestaltung einer potenziellen Plattform stichpunktartig gelistet.



Abbildung 8: Darstellung der sechs Einflussfaktoren

Lediglich die Vorschläge innerhalb des Einflussfaktors Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zielen direkt darauf ab Nachhaltigkeit als Entscheidungskriterium zu verankern. Dies geschieht hauptsächlich durch die prominente Darstellung von Nachhaltigkeitsindikatoren und die Bereitstellung entsprechender Daten.

Die weiteren Vorschläge haben eher das Ziel den Sekundärmarkt sicherer und transparenter zu machen oder die Abwicklung von Transaktionen effizienter zu gestalten. Hier geht es um Aspekte wie die Bereitstellung von vertrauenswürdigen Informationen, Zusammenführung von geprüften Nutzern, Standardisierung, Automatisierung und Dokumentation von Prozessschritten oder Übernahme von Dienstleistungen. Auf den ersten Blick besteht kein Zusammenhang zur Nachhaltigkeit der Materialnutzung. Doch effizientere Sekundärmarktgestaltung kann zu einer Intensivierung der Materialnutzung führen sowie eine optimierte Zusammenführung von verfügbarem Schrott und möglichen Einsatzorten unterstützen. Materialien werden schneller in den Kreislauf zurückgeführt und hochwertiger eingesetzt. Eine Steigerung von Vertrauen und Sicherheit im Sekundärmarkt soll dagegen neue Akteure in den

Markt bringen oder bestehende Akteure bestärken noch mehr auf Sekundärmaterialien zu setzen. Der Sekundärmetallhandel galt bisher als intransparent und risikobehaftet, was unter Umständen gerade kleinere oder neuere Akteure abschreckt. Mehrere Vorschläge versuchen die Möglichkeiten einer Plattform zu nutzen, um hierfür einen Wandel zu erzielen.

Zu allen sechs Einflussfaktoren konnten mehrere Vorschläge gesammelt werden. Dies zeigt zum einen, dass tatsächlich plattformspezifische Faktoren identifiziert werden konnten. Innerhalb dieser Faktoren bieten Plattformen Möglichkeiten der Marktgestaltung, die im konventionellen System nicht oder nur teilweise genutzt werden können. Zum anderen bedeutet dies, dass im Sekundärmetallmarkt relevante Entwicklungspotenziale bestehen, um Nachhaltigkeit stärker in den Materialver/einkauf zu integrieren.

### 3.4 Leitfrage 3: Voraussetzungen für nachhaltige Entscheidungen

Leitfrage 3 bezieht sich auf die Voraussetzungen, die eine Transaktionsplattform zu erfüllen hat, um nachhaltigere Entscheidungen der Nutzer zu fördern und auf die notwendigen Rahmenbedingungen. Die sechs STEEPL Dimensionen (soziokulturell, technologisch, ökologisch, ökonomisch und politisch/rechtlich) wurden als Struktur gewählt, um auf diese Leitfrage einzugehen. Die Informationen entstammen größtenteils den Interviews.

**Soziokulturell:** Der Recyclinghandel und Transaktionsplattformen haben in den letzten Jahren an Anerkennung gewonnen. Es wird auch zukünftig wichtig sein, dass Plattformen die wachsende gesellschaftliche Akzeptanz gegenüber der Rolle und Bedeutung von Sekundärmetallen zu nutzen wissen. Diese Akzeptanz wird dann weiterwachsen, wenn Plattformen benutzerfreundlich aufgesetzt sind. Aus einem Interview mit einer Plattform ging hervor, welche Rolle das gesellschaftliche Bewusstsein dabei spielt: "Ich glaube, wenn man einfach diesen Markt schafft, [...] dieses Bewusstsein schafft, dass ich Ressourcen ja hier in Europa habe und ich die halten muss und die konkurrenzfähig sind zu anderen Ressourcen, dann habe ich schon viel gewonnen" (Interview #12). Ein weiterer Aspekt könnten Partnerschaften mit Umweltorganisationen, Nachhaltigkeitsberatungen oder auch "Ankerunternehmen" sein, sprich Firmen, die bereits ein gewisses Vertrauen in der Branche genießen und somit weitere Nutzer in Richtung der Plattform bringen können.

**Technologisch:** Hinsichtlich der technologischen Dimension könnten die Plattformen davon profitieren, dass die Qualität der Sekundärmetalle in Zukunft mit Hilfe von KI und neuester Sensortechnik besser bestimmt werden kann. Damit einher geht die Entwicklung fortschrittlicher Sortier- und Recyclingtechnologien, die die Rückgewinnungsraten von Metallen erhöhen können. Darüber hinaus könnten Blockchain-Technologien in Zukunft dazu beitragen, Transaktionen und Prozesse sicherer zu machen. Technologische Lösungen könnten auch dabei helfen, die Rückverfolgbarkeit von Metallen zu gewährleisten und damit wiederum Nachhaltigkeitsanforderungen der Kunden zu erfüllen. Schließlich können digitalisierte Prozesse zu mehr Effizienz führen. Datenbasierte Plattformen können für mehr Transparenz sorgen und beispielsweise eine bessere Dokumentation der Qualität ermöglichen. Dies wiederum reduziert Unsicherheiten auf Kundenseite. Eine transparente Dokumentation kann auch die Anreize für Kunden erhöhen, mit recycelten Produkten zu werben, wie Brenner, Mitgründer von Metycle, erläuterte (Brenner 2023).

**Ökologisch:** Transaktionsplattformen könnten unterschiedliche Datenströme zu den Metallen zusammenführen, Transparenz über Herkunft und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck gewährleisten und somit Nutzer bei der Nachhaltigkeitsberichterstattung unterstützen. Dazu gehört auch die Dokumentation abfallrechtlicher Erfordernisse, Zertifikate und Nachweise zum Rezyklatanteil. Dazu passt die folgende Aussage aus einem Plattform-Interview: „Also da haben wir schon gemerkt, dass hier ein Bedarf ist, Prozesse zu standardisieren, zu dokumentieren und entsprechend auch zu automatisieren, vor allem auch im Hinblick auf [...] die rechtlichen Rahmenbedingungen [...] wie Taxonomie, ESG-Reporting [Environmental, Social und Governance], alle diese Dinge“, die Unternehmen im Allgemeinen, aber auch in der Metallindustrie künftig nachweisen müssen. „Da ist natürlich eine Dokumentation ein großer Vorteil“ (Interview #12).

**Ökonomisch:** Ein interviewter Wissenschaftler sagte, "wenn eine Plattform jedoch einfach zu bedienen ist und wirtschaftliche Vorteile bietet, sehe ich keinen Grund für Widerstände gegen deren Nutzung" (Interview #1). Die Nutzung der Plattform wird neben der einfachen Handhabbarkeit auch dann steigen, wenn die Nutzer neben dem Ein- und Verkauf von Sekundärmetallen ein Bündel an Leistungen angeboten bekommen: Z.B. Finanzierungs- und Preissicherheitsangebote, den Zugang zu Daten, die für die eigene Nachhaltigkeitsberichterstattung benötigt werden, sowie der einfache Zugang zu einem Metall-Innovationsökosystem. Der bereits zitierte Experte führte weiter aus: "Die Margen sind in diesem Geschäft generell sehr niedrig. Eine Sekundärplattform, die effizient mit Restposten umgeht und schnell auf Marktbedürfnisse reagiert, könnte hier durchaus Mehrwert bieten. Das setzt allerdings voraus, dass sowohl die Händler als auch ihre Kunden solche Plattformen akzeptieren und nutzen". Letztlich sollten "die Bedürfnisse der Kunden des Stahl-Metallhandels berücksichtigt werden, um Netzwerkeffekte, Benutzerfreundlichkeit, Marktzugänge und Transaktionskosten zu optimieren" (Interview #1). Für einen interviewten Recyclingexperten liegt eine wichtige Voraussetzung für den "Erfolg einer Plattform im Schrotthandel darin, den Servicegedanken zu verstärken und effektiv zu unterstützen. Der Schrotthandel bietet einen umfassenden Service an, der bspw. die Abholung von Material an Wochenenden einschließt, ohne die Produktion der Betriebe zu stören. Wir bieten einen 24-Stunden-Service und führen auch Qualitätskontrollen durch, um sicherzustellen, dass das Material korrekt sortiert wird" (Interview #3).

**Politisch/rechtlich:** Eine wichtige Rahmenbedingung für die Metallindustrie im Allgemeinen, aber eben auch für die Etablierung von Plattformen, ist das Thema Regulatorik. Folgende Aussage ist dazu exemplarisch: „Also wenn die Branche eins nicht braucht, dann mehr Regulatorik, weil diese Branche komplett überreguliert ist. Wir bewegen uns eigentlich in einem Begriff, den es so juristisch nicht gibt, der "Wertstoff". Also rein formal bewegen wir uns juristisch betrachtet im Abfall (Interview #6).

Die steuerliche Begünstigung von Sekundärmetallen könnte eine Maßnahme sein, um den Handel auf digitalen Sekundärmetallplattformen zu fördern. Des Weiteren würden Plattformen davon profitieren, wenn das Recycling von Metallen erleichtert werden würde. Durch „Design for Recycling“ oder „Design for Circularity“ Ansätze könnten Produkte so konzipiert werden, dass das Recycling am Ende der Lebensdauer einfacher vonstattengeht. Die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung oder der Circular Economy Action Plan (CEAP) und die Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR; Ökodesign Richtlinie) der EU könnten dazu einen Beitrag leisten. Diese Richtlinie wird derzeit für Stahlprodukte und damit erstmals explizit für Metallprodukte vorbereitet.

Hinsichtlich der Regulatorik äußerte sich die Geschäftsführung einer Plattform wie folgt: "Es total wichtig, gesicherte rechtliche Rahmenbedingungen zu haben. Und hier sehe ich in manchen Bereichen eine gewisse Schwierigkeit, wenn ich aus diesem strengen Abfallregime komme und Kreislaufwirtschaft haben will, dass das manchmal hinderlich ist. Also, ich glaube, man muss wahrscheinlich das Abfallrecht teilweise neu, kreislauffähiger denken" (Interview #12). Mit dem Thema Rohstoffverfügbarkeit kam ein weiterer Faktor in den Interviews auf, der laut dieser Expertin in Deutschland stärker priorisiert werden sollte: „Wir haben an ganz vielen verschiedenen Stellen anzusetzen. Zum einen, dass wir mehr Sekundärrohstoffe bei uns im Land lassen, wir sind nun mal ein rohstoffarmes Land. Und zum anderen, dass wir es auch besser aufbereiten. Wir selber [in Europa] bereiten schwierig aufzubereitende Rohstoffe nicht auf, sondern verkaufen diese halt [nach China]. Und das ist zu hinterfragen, zumindest für mich“ (Interview #11). Wenn weniger Sekundärmetalle exportiert werden würden, dann gäbe es auch mehr Rohstoffe, die auf digitalen Transaktionsplattformen gehandelt werden könnten.

Abbildung 9 zeigt eine Übersicht der Rahmenbedingungen, die nachhaltige Entscheidungen im Materialein/verkauf auf Transaktionsplattformen fördern könnten.






Soziokulturell	Technologisch	Ökologisch	Ökonomisch	Politisch & Rechtlich
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck, bspw. von Käufern, die einen geringen Co<sub>2</sub> Fußabdruck und hohen Recycling-Anteil ausweisen müssen</li> <li>• Höhere Wertschätzung/Akzeptanz von (Sekundär-) Metallen</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätssicherung durch Einsatz neuester Technologien wie KI und Image Recognition</li> <li>• Entwicklung von fortschrittlichen Sortier- und Recycling-Technologien</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz über Co<sub>2</sub> Fußabdruck für Nachhaltigkeits-Reporting</li> <li>• Dokumentation von abfallrechtlichen Erfordernissen, Zertifikate (z.B. zu Recyclatanteil), etc.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparente Preisgestaltung (steigert Vertrauen → erhöht Nutzeraufkommen)</li> <li>• Markttransparenz: Verfügbarkeit von Material, und dessen Qualität</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerliche Begünstigung/Anreize für Sekundärmetalle</li> <li>• Standardisierung von Sekundärmetallen</li> </ul>

Abbildung 9: Übersicht der Rahmenbedingungen

## Herausforderungen und Barrieren bei der Etablierung von Transaktionsplattformen

Die Interviews und Gespräche mit Sekundärmetallexperten, Wissenschaftlern und Verbandsvertretern hat allerdings auch Herausforderungen und Barrieren zu Tage geführt, auf die hier in Kürze eingegangen wird.

**Markt und Qualität:** Vor den eigentlichen Interviews wurden Telefonate durchgeführt. In einem dieser Gespräche sagte der Einkaufsleiter eines Stahlwerks in Baden-Württemberg: „Wir brauchen keine Plattform. Diese Versuche gibt es seit 20 Jahren, die sind alle gescheitert. Wir kaufen seit über 40 Jahren Produkte ein [...]. Wir kennen unseren Markt und unsere Lieferanten. Es gibt Dienste, die gegen eine Gebühr Informationen zu Sekundärmaterialien geben.“ Dies würde reichen. Nicht weit von dieser Aussage ist die eines interviewten Recyclingexperten: "Es wird nicht funktionieren. Alle bisherigen Plattformen, ob im Schrott- oder Papierbereich, selbst die, die wir hatten, haben es nicht geschafft. (...) Das Prinzip funktioniert nicht, weil man nichts kauft, ohne die Qualität zu sehen" (Interview #2).



**Mangelnde Digitalisierung & Regionalität:** Die Regionalität des Geschäfts schränkt für einige interviewte Experten die Sinnhaftigkeit einer Plattform ein. Folgende Aussage verdeutlicht, dass es für kleinere Unternehmen noch dauern kann, dass Plattformen eine attraktive Alternative zu den analogen Verkaufsprozessen sein können: "Die Realität zeigt, dass viele Unternehmen in Bezug auf Digitalisierung, vor allem beim Know-how und der technischen Infrastruktur, noch am Anfang stehen. Dies gilt insbesondere für kleine und regional agierende Unternehmen, deren Kundenbeziehungen oft eng und lokal begrenzt sind" (Interview #1).

**Geschäftsmodell & Persönliche Beziehungen:** Der Schrotthandel ist für viele ein „people's business“, das digital nur schwer abbildbar ist. Hinzu kommt, dass eine "Plattform Annehmlichkeiten ausknipsen würde" (Interview #6), sei es bei Übernachtungen bei Branchentreffen oder gemeinsamen Abenden in semi-privater Atmosphäre. Ein Verbandsrepräsentant legte dar, dass die „Digitalisierung Qualitätsbewertung und Vertrauen zum Geschäftspartner schwieriger machen wird“. Er kann sich insofern nicht vorstellen, dass sich eine digitale Plattform durchsetzen wird, wenngleich er das Potential für die Vereinfachung von Bestellungen, Abrechnungen und Vertragserstellung sieht (Interview #9).

### 3.5 Abgeleitetes Szenario

Im Folgenden werden die in Abschnitt 3.4 dargestellten Rahmenbedingungen aufgegriffen und daraus Annahmen für die Zukunft abgeleitet. Diese Annahmen bilden ein Szenario, das aufgreift, wie sich diese Rahmenbedingungen weiter entwickeln müssten, um nachhaltigere Entscheidungen der Nutzer auf digitalen Transaktionsplattformen zu fördern. Auch in diesem Abschnitt bilden die STEEPL Dimensionen soziokulturell, technologisch, ökonomisch, ökologisch und politisch/rechtlich die Struktur. Zwecks Übersichtlichkeit werden jeweils nur ein Einflussfaktor und eine zugehörige Annahme dargestellt.

**Dimension:** Soziokulturell. Einflussfaktor: Gesellschaftlicher Druck auf Unternehmen zu mehr Nachhaltigkeit. Dieser Einflussfaktor beschreibt die Anforderungen der Gesellschaft an Unternehmen, z.B. hinsichtlich der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeitsdimensionen.

**Annahme:** Eine Annahme ist, dass der gesellschaftliche Druck auf Unternehmen, nachhaltiger zu wirtschaften und ihren ökologischen Fußabdruck zu reduzieren, weiter zunehmen wird. Eine digitale Transaktionsplattform könnte die Transparenz und Rückverfolgbarkeit in den Lieferketten von Sekundärmetallen erhöhen. Eine Plattform könnte Nachhaltigkeitszertifikate und -bewertungen für recycelte Metalle bereitstellen, die Unternehmen dabei helfen, ihre nachhaltigen Praktiken zu kommunizieren und das Vertrauen der Verbraucher zu gewinnen. Darüber hinaus kann die Plattform Unternehmen bei der Optimierung ihrer Nachhaltigkeitsstrategien unterstützen, indem sie Echtzeitdaten über die Ökobilanz von Recyclingmetallen und deren Herkunft bereitstellt.

**Dimension:** Technologisch. Einflussfaktor: Prozessaufwand. Prozesse werden durch den Einsatz digitaler Überwachungstechnologien effizienter und schlanker. Eine einfache und schnelle Datenaufbereitung unterstützt die Kaufentscheidung. Der Einfluss von Big Data wird eine wichtige Rolle spielen, um Angebot und Nachfrage besser zusammenzubringen. Die digitale Datenaufbereitung kann Transaktionsprozesse (z.B. Finanzierung, Kaufprozess etc.) auf Plattformen

unterstützen und Qualitätsbestimmungen erleichtern. Durch den Einsatz von z.B. KI-Lösungen kann der Prozessaufwand weiter reduziert werden und die Plattformen können den Nutzern Prozesse abnehmen.

**Annahme:** KI und maschinelles Lernen werden in die digitale Transaktionsplattform integriert, um verschiedene Prozesse zu automatisieren und zu optimieren: Datenanalysen werden in Echtzeit durchgeführt, Markttrends vorhergesagt und automatisierte Entscheidungsprozesse ermöglicht. Dies reduziert den manuellen Aufwand für die Nutzer der Plattform erheblich. Z.B. könnten KI-basierte Systeme automatisch die besten Handelsangebote identifizieren, Preisvorschläge generieren und personalisierte Empfehlungen geben. Zudem könnte die Plattform durch maschinelles Lernen kontinuierlich aus den Transaktionsdaten lernen und ihre Effizienz weiter steigern.

**Dimension:** Ökologisch. Einflussfaktor: Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

**Annahme:** Der zunehmende gesellschaftliche, politische und regulatorische Druck, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der eigenen Produkte transparent zu machen, kann dazu führen, dass Unternehmen im Sekundärmetallhandel verstärkt Plattformen nutzen. Eine digitale Transaktionsplattform, die detaillierte Informationen über den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der gehandelten Recyclingmetalle bereitstellt, kann Unternehmen dabei unterstützen, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Diese Transparenz erhöht die Attraktivität der Plattform und fördert ihre Verbreitung und Nutzung, da Unternehmen aktiv nach Lösungen suchen, um ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Eine Plattform könnte zwar immer noch vor der Herausforderung stehen, dass die Herkunft der Materialien nicht immer angegeben werden kann, aber sie könnte die Möglichkeit bieten, Informationen über Metalle gebündelt zur Verfügung zu stellen.

**Dimension:** Ökonomisch. Einflussfaktor: Markttransparenz. Eine hohe Markttransparenz bedeutet, dass eine Plattform alle relevanten Informationen (z.B. Preise, Angebote) frei zugänglich macht, was zu effizienteren und faireren Märkten führt. Eine Transaktionsplattform kann in Echtzeit eine Übersicht über Anbieter, Abnehmer und Materialverfügbarkeit schaffen.

**Annahme:** Die Plattform implementiert ein System von verifizierten Nutzerprofilen und Bewertungssystemen, die das Vertrauen und die Transparenz auf dem Markt erhöhen können. Verkäufer und Käufer können Bewertungen und Feedback zu früheren Transaktionen einsehen. Dies kann die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit der Handelspartner erhöhen, das Betrugsrisiko verringern und faire Handelspraktiken fördern. Ein transparentes Bewertungssystem kann auch neuen Marktteilnehmern dabei helfen, sich schnell zurechtzufinden und vertrauenswürdige Geschäftspartner zu identifizieren.

**Dimension:** Politisch/rechtlich. Einflussfaktor: EU-Taxonomie/Regulatorische Anforderungen. Regulatorische Anforderungen wirken sich auf den Rohstoffhandel über Plattformen aus. Plattformen können zur Transparenz und Einhaltung von EU-Vorschriften beitragen, indem sie Zertifikate über Emissionen oder Rezyklatanteile ausstellen. Plattformen können die Nutzer bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützen, indem sie Vorlagen und Informationen bereitstellen.

**Annahme:** Strenge Vorschriften und hohe Compliance-Kosten im Rahmen der Umsetzung der EU-Taxonomie erschweren den Handel mit Sekundärmetallen. Die Auswirkung ist, dass kleine und mittelständische Unternehmen Schwierigkeiten haben könnten, die hohen Kosten für die Einhaltung der Vorschriften zu tragen, was zu einer Verringerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit führt. Der Handel mit Sekundärmetallen könnte sinken, da die administrativen und finanziellen Hürden zu hoch sind. Dies

könnte auch die Innovationskraft im Recyclingsektor bremsen und die Ziele der EU-Taxonomie gefährden, da Unternehmen möglicherweise zögern, in neue Technologien und Prozesse zu investieren.

Eine digitale Transaktionsplattform könnte einige der negativen Auswirkungen abschwächen, indem sie administrative Prozesse automatisiert und die Einhaltung von Vorschriften vereinfacht. Durch die Bereitstellung von Compliance-Tools und automatisierten Berichtsmechanismen könnte die Plattform die Kosten und den Aufwand für die Einhaltung der Vorschriften reduzieren. Dies könnte insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen helfen, im Markt für Sekundärmetalle wettbewerbsfähig zu bleiben und weiterhin am Handel teilzunehmen, trotz der hohen regulatorischen Anforderungen.

#### **Zusammenfassung des Szenarios:**

Im beschriebenen Szenario nimmt der gesellschaftliche Druck auf die Sekundärmetallindustrie in den nächsten Jahren massiv zu. Einhergehend mit dem regulatorischen Druck und den Verpflichtungen der EU, umfassende Nachhaltigkeitsberichte zu erstellen, steigt die Komplexität insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen weiter. Digitale Transaktionsplattformen könnten hier Abhilfe schaffen, indem sie Big Data und neueste (KI-)Technologien nutzen, um Käufer und Verkäufer beim sicheren, effektiven und effizienten Handel mit Sekundärmetallen zu unterstützen - mit Informationen über die kürzesten Lieferwege, die optimierten Recyclingtransporte und die erforderliche Qualität.

## 4 Handlungsempfehlungen

Im Zuge der Recherchen, der Interviews und dem Workshop haben sich einige Punkte herauskristallisiert, die im Folgenden nun als Handlungsempfehlungen gelistet werden:

**Handlungsempfehlung 1:** Bürokratieabbau. **Kategorie:** Politisch/Regulatorisch. **Adressaten:** Politik und Verwaltung.

Es sind schlankere und unkompliziertere Prozesse notwendig, um Vorschriften und Regularien effektiv zu begegnen. Diese Handlungsempfehlung lässt sich branchenübergreifend formulieren. Im Workshop wurde von einem Teilnehmer dargelegt, dass die Umweltauflagen für Unternehmen einen gehörigen Aufwand bedeuten. Die Harmonisierung von unterschiedlichen Gesetzgebungen (z.B. ist hierbei auch das unterschiedliche Verständnis zu beachten: Sekundärmetall als Abfall vs. Wertstoff) spielt im Recyclingbereich in diesem Kontext auch eine wichtige Rolle. Insbesondere für kleinere Unternehmen besteht die große Herausforderung darin, sich ändernden Gesetzgebungen zu stellen und personelle Ressourcen dafür freizumachen.

**Handlungsempfehlung 2:** Anreize für Einsatz von Sekundärmetallen schaffen. **Kategorie:** Ökonomisch/Regulatorisch. **Adressaten:** Politik und Wirtschaft.

Es ist wichtig, Voraussetzungen zu schaffen, dass einzelne Produktbestandteile nach der Entsorgung möglichst sortenrein wieder in den Kreislauf zurückgeführt und wiederverwertet werden können. Diese Handlungsempfehlung fand wiederholt Erwähnung, sei es im Interview mit einem Materialwissenschaftler, den Gesprächen mit Recyclingexperten oder Vertretern von Sekundärmetallplattformen. Recyclingfreundliche Produktdesigns, bzw. Produktgestaltung erhöhen die erneute Verwendung des Materials und erleichtern eine sortenreine Trennung. Die sortenreine Trennung der Metalle erhöht wiederum den Anteil an recyclebaren Produkten, trägt somit zu einer höheren Qualität von Sekundärmetallen bei und reduziert den Grad des Downcyclings. Politische und regulatorische Vorgaben, das Lebensdauerende von metallhaltigen Produkten von Anfang an auf Herstellerseite mitzudenken, können helfen Produkte so zu gestalten, dass eine sortenreine Trennung der einzelnen Materialien nach dem Lebensende möglich gemacht wird und dadurch Recyclingverfahren effektiver ausgerichtet werden können. Dies trägt auch zur Qualitätssicherung bei, auf die in Handlungsempfehlung 3 näher eingegangen wird.

**Handlungsempfehlung 3:** Qualitätssicherung: einheitliche Klassifizierung von Schrotten nach Qualitätsklassen. **Kategorie:** Politik/Regulatorisch. **Adressaten:** Politik, Wissenschaft und Wirtschaft.

Diese Handlungsempfehlung bezieht sich auf die Erstellung eines Katalogs zur Bestimmung der Qualität der verschiedenen Sekundärmetalle/Schrotte. Von den Workshop-Teilnehmern wurde angemerkt, dass es ideal wäre, europaweit einheitliche Qualitätsklassen zu definieren bzw. diese auf den EWC-Codes aufzubauen. Solche Kategorien müssen dafür allerdings zunächst erarbeitet und festgelegt werden. In diesem Zusammenhang kann ein digitaler Produktpass ins Spiel kommen, der unter anderem Informationsflüsse zur Qualität eines Produkts steuern kann.

**Handlungsempfehlung 4:** Akzeptanz für Plattformen steigern. **Kategorie:** Soziokulturell. **Adressaten:** Wirtschaft und Wissenschaft.

In den Interviews und der Literaturrecherche wurde deutlich, dass es bisweilen an der Akzeptanz von digitalen Lösungen in der Metallindustrie fehlt. Maßnahmen ergreifen, um die Akzeptanz für Handel auf Plattformen zu steigern. Diese Maßnahmen können sich bspw. auf eine verbesserte Kommunikation von erzielten CO<sub>2</sub> Ersparnissen beziehen. Das betrifft auch die gezielte Kommunikation von diesbezüglichen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Transaktionsplattformbetreiber könnten sowohl Politik als auch bisher analog arbeitenden Recyclingunternehmen durch "Use Case" darlegen, welche Erleichterungen Nutzer der Plattform erfahren. Im Lichte zukünftig steigender Nachhaltigkeitsberichtspflichten, könnten Plattformen benötigte Daten direkt in digitale Berichtsschnittstellen einpflegen, den Nutzern somit weiteren Mehrwert schaffen und auch dadurch an Akzeptanz gewinnen.

**Handlungsempfehlung 5:** Technologieoffenheit. **Kategorie:** Ökonomisch /Soziokulturell. **Adressaten:** Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Diese Handlungsempfehlung knüpft nahtlos an die vorherige an. In der Wirtschaft und Zivilgesellschaft kann eine größere Offenheit gegenüber neuen Technologien und digitalen Plattformen deren Nutzen und Akzeptanz erhöhen. Plattformen sollten vermehrt als Lösung und weniger als Bedrohung gesehen werden. Dies kann durch eine hohe Transparenz in Bezug auf die Funktionsweise, den Datenumgang und möglicher Mehrwerte erreicht werden. Die Mehrwerte eine Plattform sollten klar erkennbar und verstärkt kommuniziert werden. Technologieoffenheit kann auch dadurch forciert werden, indem die Zivilgesellschaft bei den Themen Kreislaufwirtschaft und digitale Plattformen und deren Verknüpfungen bspw. durch bundesweite und kommunale Bildungsprogramme eingebunden werden.

**Handlungsempfehlung 6:** Rohstoffverfügbarkeit. **Kategorie:** Ökonomisch/Politisch. **Adressaten:** Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Das Thema Rohstoffverfügbarkeit hat eine hohe geopolitischen Bedeutung. Durch die teilweise günstigeren Preise für Primärmaterial lohnt sich mitunter nicht das Recycling von Sekundärmetallen. Eine Verknappung der Primärmetalle wird in Zukunft zu erwarten sein. Um eine langfristige Verfügbarkeit von Rohstoffen in Deutschland zu sichern, kann ein Schritt sein, diese konsequenter in den nationalen Kreislauf zurückzuführen und den Export von Sekundärmetallen in das Ausland zu reduzieren. Initiativen, um Organisationen entlang der (Sekundär-)Metall-Wertschöpfungskette zu animieren, Metalle zu recyceln, können gefördert werden. Die Recycling-Strukturen dafür müssen jetzt geschaffen werden.

**Handlungsempfehlung 7:** Förderung von Big Data und KI-Forschung zur Bereitstellung von Produktinformationen. **Kategorie:** Ökonomisch/Technologisch. **Adressaten:** Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Die Förderung von Big Data und KI-Forschung zur Bereitstellung von Produktinformationen entlang der Wertschöpfungskette kann der Nutzung digitaler Transaktionsplattformen einen Schub geben. Mit Hilfe von Big Data und KI wird es nach Ansicht eines interviewten Wissenschaftlers in Zukunft besser möglich sein vorherzusagen, für welche Anwendung welcher Grad an Verunreinigung eines Metalls tolerierbar ist - ohne Qualitätsverlust. Denkbar sei die Förderung von Projekten, die bspw. mit Hilfe von Blockchain-Technologien helfen, den Informationsfluss von Recyclingprodukten zu verbessern, damit ein Nutzer im Wertstoffkreislauf gesicherte Informationen über die Produktqualität erhält. Eine Vertreterin einer Transaktionsplattform forderte zumindest für Europa Qualitätskriterien für Sekundärrohstoffe.

## 5 Verwertung

Die Verwertung der gewonnenen Erkenntnisse kann folgendermaßen erfolgen:

Den Recyclingunternehmen und Industrieverbänden können die Ergebnisse aufzeigen, welche der ausgearbeiteten Einflussfaktoren bereits durch digitale Transaktionsplattformen umgesetzt worden sind und wie sich diese unter den skizzierten Rahmenbedingungen weiterentwickeln könnten, um bald eine Alternative für den Handel von Sekundärmetallen darstellen zu können. Der Bericht zeigt aber auch auf, dass es noch Nutzungsbarrieren gibt, z.B. die Bestimmung der Qualität oder das Angebot zusätzlicher Services, die insbesondere kleineren und bald berichtspflichtigen Unternehmen, zusätzlichen Mehrwert bieten könnte.

Für die Betreiber von Transaktionsplattformen kann der praktische Nutzen der Arbeit darin liegen, dass die relevanten Einflussfaktoren des Sekundärmetallhandels bei der Weiterentwicklung bestehender und der Konzeption und Etablierung neuer digitale Transaktionsplattformen ebenso berücksichtigt werden können, wie die von den befragten Recyclingunternehmen, Verbänden und Forschungseinrichtungen geäußerten Bedenken, Sorgen und Hemmnisse für den Erfolg von Plattformen.

Politische Akteure könnten die Ergebnisse dieser Untersuchung helfen, ein Bild davon zu bekommen, wo Vertreter der Metallindustrie Herausforderungen sehen, den Sekundärmetallhandel verstärkt in Richtung digitaler Plattformen zu verlagern. Die Projekterkenntnisse legen auch dar, dass es politische und rechtliche Rahmenbedingungen braucht (z.B. „Recycling for Design“-Richtlinien, Anreize Sekundärmetalle in den Kreislauf zurückzuführen; Initiativen zur Qualitätsbestimmung von Metallen), damit eine geschlossene Kreislaufwirtschaft für Sekundärmaterialien in Deutschland gelingen und zur Versorgungssicherheit im Land beitragen kann.

Ebenso kann das Projekt die verschiedenen Akteure für ein stärkeres Denken und Handeln in geschlossenen Kreisläufen sensibilisieren. Entsprechend gilt es, die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen mitzugestalten, den technologischen Fortschritt (Einsatz von KI, Nutzung von Big Data) im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu nutzen und die Gesellschaft auf diesem Weg mitzunehmen. Das Projekt leistet auch einen Beitrag zur Diskussion um den Wert von Sekundärmetallen und die hohe ökologische Wirkung von Sekundärmetallen im Vergleich zur Gewinnung von Primärrohstoffen.

## 6 Ausblick

Das Forschungsprojekt hat gezeigt, dass bei den Akteuren in der Metallindustrie eine große Skepsis gegenüber digitalen Transaktionsplattformen vorhanden ist. Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch bereits etablierte und weiter expandierende digitale Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle. Im nächsten Schritt gilt es, die bestehenden digitalen Transaktionsplattformen noch attraktiver für die Akteure in der Metallindustrie zu gestalten. Als Ansatzpunkte können die erarbeiteten sechs Einflussfaktoren dienen, um nachhaltige Kaufentscheidungen zu fördern: (1) Markttransparenz, (2) Prozessaufwand, (3) Logistikaufwand, (4) Kommunikation, (5) Preis- und Vertragssicherheit und (6) Transparenz CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Da zwischen diesen Faktoren starke Wechselwirkungen bestehen, sollten sie bei der Entwicklung von zirkulären Plattformen gemeinsam betrachtet werden.

Für den Erfolg von digitalen Transaktionsplattformen für Sekundärmetalle wird langfristig die Nutzeranzahl entscheidend sein. Mehr Nutzer auf der Plattform bedeuten mehr und vielfältigere Angebote, was wiederum mehr Nutzer anlockt und dadurch wiederum den Handel über die Plattform anregt. Diesen beschriebenen selbstverstärkenden Kreislauf gilt es zu fördern. Die Attraktivität der Plattform sollte auch mit weiteren ergänzenden Dienstleistungen, z.B. im Bereich der Finanzierung, Logistik, Qualitätssicherung, Dokumentation des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und der Bereitstellung von Schnittstellen zu rechtlich erforderlichen Nachhaltigkeitsanforderungen, gestärkt werden, um neue Nutzer zu gewinnen. Es gilt die optimale Kombination aus den relevanten Einflussfaktoren zu finden, um einerseits die Plattform so attraktiv und andererseits so effizient wie möglich zu gestalten.

Eine etablierte Transaktionsplattform mit effizienten Prozessen und vielen Nutzern trägt zu nachhaltigen Kauf- und Verkaufsentscheidungen und damit zur Schließung des Materialkreislaufs bei. Im Idealfall können so zukünftig auch bisher nicht genutzte Sekundärmetalle in den Kreislauf zurückgeführt werden. Damit dies auf einem hohen Qualitätsniveau gelingt, müssen zudem bessere technologiegestützte Trenn- und Sortiertechniken zum Einsatz kommen und KI und Big Data besser genutzt werden. Damit digitale Transaktionsplattformen künftig eine größere Rolle im Handel mit Sekundärmetallen spielen, sind nicht nur die Plattformanbieter, sondern auch Gesellschaft, Wirtschaft, Politik und Wissenschaft gefordert.

## Literaturverzeichnis

Baden-Württemberg Statistisches Landesamt (2022): Eckdaten für Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Industrie/Struktur/kennngrWZ2008.jsp>, zuletzt aktualisiert 2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Bookhagen, Britta; Mählietz, Paul; von Wittken, Reinhard; Akinci Seda (2023): DERA Rohstoffinformationen (Nr. 58). Abschlussbericht Dialogplattform Recyclingrohstoffe. Handlungsoptionen zur Stärkung des Beitrags von Recyclingrohstoffen für die Versorgungssicherheit mit Metallen und Industriemineralen. Berlin: Deutsche Rohstoffagentur (DERA). Online verfügbar unter: [https://www.recyclingrohstoffe-dialog.de/Recyclingrohstoffe/DE/Downloads/58\\_DERA\\_Dialogplattform\\_Recyclingrohstoffe\\_Langversion.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.recyclingrohstoffe-dialog.de/Recyclingrohstoffe/DE/Downloads/58_DERA_Dialogplattform_Recyclingrohstoffe_Langversion.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

Botsman, Rachel; Rogers, Roo (2010): What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption. New York: Harper Collins. (Harper Business), ISBN: 978-0061963544

Börkircher, Mikko; Walleter, Reinhard (2018): Digitalisierung, Industrie und Arbeit 4.0 aus Sicht der Verbände der Metall- und Elektroindustrie. In: Prävention 4.0. Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0. Wiesbaden: Springer (SpringerLink Bücher). S. 67–80. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-17964-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-17964-9_4)

Brenner, Sebastian (2023): Metycle erhält Millionenfinanzierung für nachhaltigen Handel mit Sekundärmetallen. In: Startup Insider. Online verfügbar unter: <https://startup-insider.com/podcast/mecycle-erhalt-millionenfinanzierung-fur-nachhaltigen-handel>, zuletzt aktualisiert am 19.12.2023, zuletzt geprüft am 09.09.2024

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz BMUV (2023): EU-Staaten stimmen für Digitalen Produktpass und gegen Vernichtung von Neuwaren. Pressemitteilung Nr. 080/23. Online verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/pressemitteilung/eu-staaten-stimmen-fuer-digitalen-produktpass-und-gegen-vernichtung-von-neuwaren>, zuletzt aktualisiert am 22.05.2023, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz BMUV (2024): Verordnung (EU) 2024/1157 über die Verbringung von Abfällen. Online verfügbar unter



<https://www.bmuv.de/gesetz/verordnung-eu-2024-1157-ueber-die-verbringung-von-abfaellen>, zuletzt aktualisiert am 28.05.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Erdle, Franziska (2022): BGR Rohstoffkonferenz "Die Rohstoffversorgung Deutschlands für die Transformation unserer Wirtschaft" 5./6. Juli 2022/ Hannover - Herausforderungen für die deutsche Metallindustrie). Online verfügbar unter:  
[https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Veranstaltungen/Rohstoffkonferenz\\_2022\\_Rohstoffversorgung\\_Deutschlands/Quantz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Veranstaltungen/Rohstoffkonferenz_2022_Rohstoffversorgung_Deutschlands/Quantz.pdf?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt aktualisiert 2022, zuletzt geprüft am 22.07.2024

Europäischer Bund der Recyclingindustrien - EuRIC (2020): Fakten Metallrecycling. Online verfügbar unter: [https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC\\_Metal\\_Recycling\\_Factsheet\\_GER\\_002.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf), zuletzt geprüft am 02.09.2024

Europäischer Bund der Recyclingindustrien EuRIC (2021): EuRIC Circular Metal Strategy. Online verfügbar unter: [https://euric.org/images/Position-papers/EuRIC\\_Circular\\_Metals\\_Strategy\\_Final.pdf](https://euric.org/images/Position-papers/EuRIC_Circular_Metals_Strategy_Final.pdf), zuletzt aktualisiert am 01.02.2021, zuletzt geprüft am 02.09.2024

Europäische Kommission (2023): Pressemitteilung: Netto-Null-Industrie-Verordnung: EU soll Hochburg für Cleantech-Fertigung und grüne Arbeitsplätze werden. Online verfügbar unter:  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_23\\_1665](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_1665), zuletzt aktualisiert am 16.03.2023, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Europäische Kommission (2024a): Europäisches Gesetz zu kritischen Rohstoffen. Online verfügbar unter: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act\\_de](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_de), zuletzt aktualisiert am 03.05.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Europäische Kommission (2024b): Circular economy action plan. Online verfügbar unter: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en#:~:text=The%20European%20Commission%20adopted%20the%20new%20circular%20economy,resources%20and%20will%20create%20sustainable%20growth%20and%20jobs](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en#:~:text=The%20European%20Commission%20adopted%20the%20new%20circular%20economy,resources%20and%20will%20create%20sustainable%20growth%20and%20jobs), zuletzt aktualisiert am 11.3.2020, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Ewans, Peter C.; Gawer, Annabelle (2016): The Rise of the Platform Enterprise. Online verfügbar unter:  
[https://www.researchgate.net/publication/352947608\\_The\\_Rise\\_of\\_the\\_Platform](https://www.researchgate.net/publication/352947608_The_Rise_of_the_Platform)

m\_Enterprise , zuletzt aktualisiert Januar 2016, zuletzt geprüft am 03.09.2024.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.35887.05280>

Fluchs, Sarah; Neligan, Adrian; Schleicher, Carmen; Schmitz, Edgar (2022):  
Zirkuläre Geschäftsmodelle: Wie zirkulär sind Unternehmen? In: IW-Report  
Nr.27/2022. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft. Online verfügbar unter:  
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/260361/1/1805737090.pdf> zuletzt  
aktualisiert am 20.05.2022, zuletzt geprüft am 02.09.2024

Gesamtmetall (2023): Umfrage zur Bürokratie: M+E-Unternehmen ächzen unter  
Belastungen. Online verfügbar unter: [https://www.gesamtmetall.de/me-  
unternehmen-aechzen-unter-belastungen/](https://www.gesamtmetall.de/me-unternehmen-aechzen-unter-belastungen/), zuletzt aktualisiert am 05.12.2023,  
zuletzt geprüft am 09.09.2024

Gregoir, Liesbet; van Acker, Karel; Beretta, Simone; Heron, Chris (2022): Metals for  
Clean Energy. Pathways to Solving Europe's Raw Materials Challenge.  
Leuven: KU Leuven. Online verfügbar unter:  
[https://euagenda.eu/publications/metals-for-clean-energy-pathways-to-solving-  
europe-s-raw-materials-challenge](https://euagenda.eu/publications/metals-for-clean-energy-pathways-to-solving-europe-s-raw-materials-challenge), zuletzt aktualisiert am April 2022, zuletzt  
geprüft am 03.09.2024

Haschnik, Gregor (2024): Firmen fehlen Strategien für den Wandel. In: Frankfurter  
Rundschau. Online verfügbar unter: [https://www.fr.de/rhein-main/firmen-fehlen-  
strategien-fuer-den-wandel-92240719.html](https://www.fr.de/rhein-main/firmen-fehlen-strategien-fuer-den-wandel-92240719.html), zuletzt aktualisiert am 27.04.2023,  
zuletzt geprüft am 03.09.2024

Haselhoff, Vanessa Julia; Harwardt, Mark (2022): Digitale Plattformen – Grundlagen,  
Herausforderungen und Lösungsansätze. In: Praxisbeispiele der Digitalisierung:  
Trends, Best Practices und neue Geschäftsmodelle. Wiesbaden: Springer.  
S.137-158. ISBN: 978-3-658-37902-5

Haucap, Justus (2020): Plattformökonomie: neue Wettbewerbsregeln –Renaissance  
der Missbrauchsaufsicht. In: Wirtschaftsdienst (Volume 100). S.20-29. DOI:  
<https://doi.org/10.1007/s10273-020-2611-9>

Hüther, Michael (2023): Deindustrialisierung: Schreckgespenst oder notwendiger  
Schritt im Strukturwandel der deutschen Wirtschaft? In: ifo Schnelldienst  
(3/2023). S.3-30. Online verfügbar unter: [https://www.ifo.de/DocDL/sd-2023-03-  
zdg-huether-et-al-deindustrialisierung.pdf](https://www.ifo.de/DocDL/sd-2023-03-zdg-huether-et-al-deindustrialisierung.pdf), zuletzt aktualisiert am 15.03.2023,  
zuletzt geprüft am 03.09.2024

Initiative Zink, (2024): Hochleistungswerkstoff Zink. Online verfügbar unter:  
<https://www.zink.de/zink/materialkreislauf/recyclingrate/>, zuletzt geprüft am  
03.09.2024

Jackel, Frank (2022): #104 Dr. Frank Jackel, Gründer von metalshub: "Man muss antreten, mit einer Vision!". In: Wirtschaft Düsseldorf unplugged. Online verfügbar unter:  
<https://open.spotify.com/episode/2Pp33p9MRZyePDVarJqYQK?si=x7ZsZTQbQl6C61JUwz0thw&nd=1>, zuletzt aktualisiert am 01.10.2022, zuletzt geprüft am 09.09.2024

Krauss, Gerhard (2020): Das baden-württembergische Innovationssystem als organisationales Feld: eine organisationssoziologische Betrachtung. In: Innovationssysteme: Technologie, Institutionen und die Dynamik der Wettbewerbsfähigkeit. Wiesbaden: Springer. S.261-285. DOI:  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-22343-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-22343-4_12)

Krefting, Marco (2021): Baden-Württemberg sucht neue Wege zur Metallgewinnung. In: PZ-news. Online verfügbar unter [https://www.pz-news.de/wirtschaft\\_artikel,-Viel-mehr-als-nur-Schrott-Baden-Wuerttemberg-sucht-neue-Wege-zur-Metallgewinnung-\\_arid,1551852.html](https://www.pz-news.de/wirtschaft_artikel,-Viel-mehr-als-nur-Schrott-Baden-Wuerttemberg-sucht-neue-Wege-zur-Metallgewinnung-_arid,1551852.html), zuletzt aktualisiert am 29.03.2021, zuletzt geprüft am 11.09.2024

Liesegang, Michael; Bookhagen, Britta (2023): DERA Rohstoffinformationen (Nr. 57). Status Quo des Recyclings bei der Metallerzeugung und -verarbeitung in Deutschland. Recyclingatlas für die Metallerzeugung. Berlin: Deutsche Rohstoffagentur (DERA). Online verfügbar unter:  
<https://hdl.handle.net/11159/632033>, zuletzt aktualisiert August 2023, zuletzt geprüft 04.09.2024

Lerch, Christian; Meyer, Niclas; Horvat, Djerdj; Jackwerth-Rice, Thomas; Jäger, Angela; Lobsiger, Michael; Weidner, Nadia (2019): Die volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe. München: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Download/2019/digitale-b2b-plattformen-im-verarbeitenden-gewerbe.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Download/2019/digitale-b2b-plattformen-im-verarbeitenden-gewerbe.pdf?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt aktualisiert September 2019, zuletzt geprüft 04.09.2024

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg UM BW (2024): Landesstrategie Ressourceneffizienz. Online verfügbar unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/umwelt-und-wirtschaft/ressourceneffizienz-und-greentech/landesstrategie-ressourceneffizienz>, zuletzt aktualisiert am 19.07.2024, zuletzt geprüft am 29.08.2024

Müller-Stewens, Günter; Stonig, Joachim (2019): Unternehmens-Ökosysteme und Plattformen: Auf dem Weg zu einem geteilten Verständnis. In: Die

Unternehmung: Swiss Journal of Business Research and Practice. S.374-380.  
DOI: <https://doi.org/10.5771/0042-059X-2019-4-374>

Obermaier, Robert; Mosch, Philipp (2019): Digitale Plattformen – Klassifizierung, ökonomische Wirkungslogik und Anwendungsfälle in einer Industrie 4.0. In: Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Wiesbaden: Springer. S.379-417. ISBN: 978-3-658-24575-7

Pannenbäcker, Jan (2023): Metalloop sammelt 16 Mio. Euro für nachhaltige Metallrecycling-Lösung ein. In: Startup Insider. Online verfügbar unter: <https://www.startbase.de/mediathek/startup-insider/metalloop-sammelt-16-mio-euro-fuer-nachh-a801482664/>, zuletzt aktualisiert am 21.09.2023, zuletzt geprüft am 09.09.2024

Pawlik, Victoria (2024): Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie nach Branchen 2023. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1078829/umfrage/treibhausgasemissionen-der-deutschen-industrie-nach-branchen/>, zuletzt aktualisiert am 23.07.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Plünnecke, Axel (2022): Transatlantischer Innovationsindex: Innovationslandschaft im Vergleich. In: Wirtschaftsdienst 102 (12). S.914. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10273-022-3333-y>

Ramesohl, Stephan; Berg, Holger; Wirtz, Josha (2022): Circular Economy und Digitalisierung – Strategien für die digital-ökologische Industrietransformation. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Online verfügbar unter: [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7899/file/7899\\_Circular\\_Economy.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7899/file/7899_Circular_Economy.pdf), zuletzt aktualisiert Januar 2022, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Reich, Brigitte (2024): Secontrade und das Recycling von Sekundärrohstoffen. In: Trending Topics Tech Talk. Online verfügbar unter: <https://www.trendingtopics.eu/secontrade-und-das-recycling-von-sekundaerrohstoffen/>, zuletzt aktualisiert am 25.01.2025, zuletzt geprüft am 09.09.2024

Rudnicka, Joanna (2024): Wichtigste Industriebranchen in Deutschland nach Umsatz im Jahr 2022. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/241480/umfrage/umsaetze-der-wichtigsten-industriebranchen-in-deutschland/>, zuletzt aktualisiert am 03.01.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Schammer, Britta; Hess, Claudia; Boßlau, Mario (2023): Digitale Plattform-Geschäftsmodelle. In: Erfolgsfaktoren von Plattform-Geschäftsmodellen:

Exemplarische Analyse des Geschäftsmodells der Livestreaming-Plattform Twitch. Wiesbaden: Springer. S.3-8. ISBN: 978-3-658-40271-6

Schnappauf, Werner; Scholz, Imme; Bassen, Alexander; Burchardt, Ulla; Dubourg, Saori; Füllkrug-Weitzel, Cornelia; Hasselfeldt, Gerda; Krüger, Jörg-Andreas; Lewe, Markus; Maier, Lisi; Paetow, Hubertus; Reiche, Katharina; Röstel, Gunda; Weiger, Hubert; Wieczorek-Zeul, Heidemarie (2021): Zirkuläres Wirtschaften: Hebelwirkung für eine nachhaltige Transformation. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter: [https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2021/10/20211005\\_RNE\\_Stellungnahme\\_zirkulaeres\\_Wirtschaften.pdf](https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2021/10/20211005_RNE_Stellungnahme_zirkulaeres_Wirtschaften.pdf), zuletzt aktualisiert am 05.10.2021, zuletzt geprüft am 02.09.2024

Scholle, Katrin (2024a): Anzahl der Beschäftigten in der Metallindustrie\* in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2023. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/237219/umfrage/beschaefigtigenanzahl-der-metallindustrie-in-deutschland/> zuletzt aktualisiert am 05.07.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Scholle, Katrin (2024b): Statistiken zur Metallindustrie. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/themen/1358/metallindustrie/#topicOverview>, zuletzt aktualisiert am 24.07.2024, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Schulz, Joachim (2023): Metall- und Elektroindustrie in der Krise: Stellenabbau droht. Video-Interview. Online verfügbar unter: <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/krise-bei-metall-und-elektro-unternehmen-fehlen-100.html>

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2024): Industrie in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Faltblatt/803824002.pdf>, zuletzt aktualisiert am 30.09.2023, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2023): Pressemitteilung 91/2023: Südwestindustrie im Jahr 2022 – Beschäftigungsentwicklung positiv. Online verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023091>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2023, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Steinmaier, Volker (2024): Transformation der Autoindustrie kann nur gelingen, wenn alle Kräfte zusammenwirken. Online verfügbar unter <https://www.suedwestmetall.de/presse/pressemitteilungen/2019/03/suedwestmetall-transformation-der-autoindustrie-kann-nur-gelingen-wenn-alle-kraefte-zusammenwirken?OpenDocument&highlight=Strukturstudie>, zuletzt geprüft am 08.02.2024

Südwestmetall (2024): Im Dickicht der Verbände – wer macht was? Online verfügbar unter: <https://www.suedwestmetall.de/suedwestmetall/verbandslandschaft>, zuletzt geprüft am 02.09.2024

Unternehmerverband Metall Baden-Württemberg UVM (2024): Willkommen beim UVM. Online verfügbar unter: <https://www.metall-verband.de/> , zuletzt aktualisiert am 10.11.2020, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Weber, Thomas; Stuchtey, Martin (2019): Deutschland auf dem Weg zur Circular Economy. Erkenntnisse aus europäischen Strategien (Vorstudie). München: Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Online verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/deutschland-auf-dem-weg-zur-circular-economy/> zuletzt aktualisiert am 29.07.2019, zuletzt geprüft am 04.09.2024

Wolf, André (2023): Recycling seltener Metalle. Ein Weg zu resilienten grünen Lieferketten. In: Wirtschaftsdienst 103 (12), S. 832–836. Online verfügbar unter <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2023/heft/12/beitrag/recycling-seltener-metalle-ein-weg-zu-resilienten-gruenen-lieferketten.html>, zuletzt aktualisiert am 20.12.2023, zuletzt geprüft am 04.09.2024

## Anhang

## Anhang 1

Folgende Tabelle stellt weitere digitale (aktive sowie inaktive) Transaktionsplattformen für den Sekundärmetallhandel vor und soll als Ergänzung zu Tabelle 6 dienen.

<b>Plattform (Gründungs-jahr)</b>	<b>Nutzer</b>	<b>Fokus</b>	<b>Dargelegter Mehrwert</b>
Circulania (2019)	Gesamte Metall-Industrie	Wieder- verwendung aller industriellen Nebenprodukte und Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung einer industriellen Kreislaufwirtschaft</li> <li>- Erzeuger von Nebenprodukten müssen sich auf der Plattform registrieren</li> <li>- Bewertung der Produkte durch Experten von Circulania</li> <li>- Die Preiseinschätzung erfolgt basierend auf Marktforschungsdaten</li> <li>- Circulania führt Analysen des Materials durch, macht Vorschläge für spezifische Maßnahmen, kalkuliert und überprüft die Ergebnisse mit dem aktuellen Markt</li> <li>- Online-Verkauf und Auktion erfolgt basierend auf den VA-Spezifikationen</li> <li>- Innerhalb einer Woche werden die Produkte geliefert</li> </ul>
Vanilla Steel (2020)	Metall- und Stahlindustrie	Folgende Materialien kauft Vanilla Steel auf: 1A Stahl, Lagerhalter, Überwalzmengen, deklassiertes Material, Halbzeug, Nicht-Standard-Abmessungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vanilla Steel agiert auf dem europäischen Metallmarkt (in mehr als 25 Ländern)</li> <li>- Europaweit über 500 Lieferanten, über 3000 Einkäufer und über 200 Logistikpartner</li> <li>- Vanilla Steel hat sich das Ziel gesetzt innerhalb von 72 Stunden eine Preisrückmeldung zu geben</li> <li>- Verkäufer senden per Mail eine Materialliste an Vanilla Steel</li> <li>- Käufer teilen per Mail ihre Materialpräferenz mit und erhalten eine</li> </ul>

			maßgeschneiderte Materialliste
Laserhub (2017)	Unternehmen aus Deutschland, Österreich und Frankreich; Blech- und Zerspanungs- teile sowie Rohrprofile	Das Produzenten- Netzwerk von Laserhub besteht aus Unternehmen, die Dreh-, Fräs-, Drehfräs-, Rohrlaser-, Laser- und Biegeteile sowie Weiterbearbeitun- gsverfahren anbieten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laserhub übernimmt die komplette Auftragsabwicklung</li> <li>- Kunden erhalten nach kostenloser Registrierung eine Rückmeldung zur Machbarkeit und ein Sofortangebot (Preis und Lieferung)</li> <li>- Machbarkeitsprüfung durch Experten</li> <li>- Automatische Erkennung von Toleranz und Passungen, sowie Beratung durch Experten</li> <li>- schnelle und termingerechte Lieferung der Teile</li> <li>- Transparente Nachverfolgung und Sicherung der Bauteilpreise durch einen Rahmenvertrag</li> </ul>
SteelBuy (1985)		Baustahl oder Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Aluminium,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenige Klicks inserieren und kaufen</li> <li>- Integrierte Logistik und Rechnungsstellung</li> <li>- intelligente Matching-Technologie</li> <li>- Anonym miteinander handeln</li> <li>- Unternehmen können ihr Material mit Produktspezifikationen, Prüfzeugnissen und Preis pro Tonne auf der Plattform einstellen</li> </ul>
Materials4me (2016)	Endnutzer (Privatperson en oder Gewerbekund en)	Onlineshop für Profile und Rohre aus Edelstahl, Aluminium oder Stahl	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Online-Shop von thyssenkrupp</li> <li>- In dem Zentrallager in Dortmund liegen über 20.000 Tonnen Edelstahl und NE-Metalle</li> <li>- Kein Mindestbestellwert</li> <li>- Kostenlose Lieferung ab einem Bestellwert von 150€</li> </ul>
reststoffboers e.com (nicht mehr aktiv) (2000)	Interessant für Unternehmen in den Bereichen Chemie, Wasch- und	Umschlagbörse für Restmaterial. Die Firma Henkel erwirtschaftete dadurch ca. 2-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermarktung chemischer Reststoffe</li> <li>- Verkauf von Rohstoffen, Halbfertigprodukte sowie Verpackungen, die im</li> </ul>



	Reinigungsmittel, Kosmetik, Pharma, Hygiene oder Oberflächentechnik	Mio. Mark pro Jahr  Kooperation zwischen der Henkel-Gruppe und dem Vermarktungsdienstleister Surplex	eigenen Produktionsverband nicht mehr eingesetzt werden - Interessenten können online Details und Muster anfragen sowie ein Gebot abgeben
--	---	--	--



## Anhang 3

Die folgende Tabelle enthält die Einflussfaktoren gemäß der wirtschaftlichen, ökologischen, regulatorischen und sozio-psychologischen Dimensionen mit weitergehenden Erklärungen.

Tabelle 8: Einflussfaktoren mit Erklärungen

<b>Wirtschaftlich</b>	<b>Ökologisch</b>	<b>Regulatorisch</b>	<b>Sozio-Psychologisch</b>
<p><b>Markttransparenz:</b> Freier Zugang zu vollständigen, genauen, verständlichen und rechtzeitigen Informationen über Marktbedingungen, Preis, Angebot und Nachfrage von Rohstoffen</p>	<p><b>Transparenz von CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b> (inkl. Logistik und Herstellung): Bereitstellung von umfassenden und transparenten Informationen zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des gehandelten Materials, sodass Kaufende wiederum den Fußabdruck ihrer Produkte berechnen und bereitstellen können</p>	<p><b>Rechtliche Anforderungen/</b> Umweltauflagen: (steuer-) rechtliche Aspekte bei Handel mit Abfall/Schrott)</p>	<p><b>Vertrauen/ Persönliche Geschäftsbeziehungen:</b> Zusammenarbeit über Jahre</p>
<p><b>Preis - und Vertragssicherheit:</b> Langfristige Liefer- und Preiszusagen zur Vermeidung von Spekulationsrisiken der oft schwankenden Rohstoffpreise an den Börsen</p>	<p><b>Rezyklatanteil:</b> Anteil von Sekundärmetallen im Endprodukt</p>	<p><b>Compliance:</b> Vorgaben von EU-Taxonomie oder von Lieferkettenpartnern</p>	<p>„<b>Bauchgefühl</b>“ (in Bezug auf Schrottpreis und Marktentwicklungen): Schrotthändler passen Preise anhand „gefühlter“ zukünftiger Entwicklungen an</p>
<p><b>Logistikaufwand:</b> Alle Aktivitäten und Ressourcen, die für die physische Bewegung der Rohstoffe zu planen, zu organisieren, durchzuführen, zu dokumentieren und zu überwachen sind</p>	<p><b>Umweltauflagen:</b> Regulierungen, bspw. durch die EU-Taxonomie oder durch Zulieferer</p>		<p><b>Kommunikation:</b> aller Informationsaustausch zwischen Verkaufendem, Kaufendem und Plattform; möglichst effizient, transparent, umfassend und</p>

			vertrauens- bildend
<b>Materialqualität:</b> Eine festdefinierte Qualität ist nicht vorhanden, keine Festlegung über Menge des beigemischten Materials	<b>Energie- einsparung:</b> Herstellung aus Erzen ist energieintensiver als Einschmelzen von Sekundärmetallen		<b>Weitere Aspekte:</b> Anerkennung des Recyclinghandels
<b>Finanzierung:</b> eingesetzte finanzielle Mittel teilweise sehr hoch, vereinbarte Zahlungsziele	<b>Ressourcen- schonung:</b> Primärmetalle sind endliche Rohstoffe		
<b>Rohstoffpreise:</b> Das Verhältnis von Primärrohstoffpreisen zu Recyclingmaterial beeinflusst die Nachfrage nach Sekundärmetallen und Recyclingstahl.	<b>Abfallreduzierung:</b> Optimierung bestehender Recyclingtechnologien; Verringerung des Abfallaufkommens		
<b>Materialverfügbarkeit/ Quantität:</b> Intransparenz darüber, welche Mengen wann anfallen			
<b>Prozessaufwand:</b> alle Aktivitäten und Ressourcen, die für den Handel der Rohstoffe abseits der Logistik zu planen, zu organisieren, durchzuführen, zu dokumentieren und zu überwachen sind, bspw. Qualitätskontrollen			

## Anhang 4

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die im Workshop diskutierten Ideen zu relevanten Einflussfaktoren.

*Tabelle 9: Übersicht zu relevanten Einflussfaktoren*

<b>Einflussfaktoren</b>	<b>Diskussion/konkrete Ideen</b>
Markttransparenz	Transparenz-Probleme fangen im Reporting an, sowohl bei Primär- als auch Sekundärmaterialien.
Preis- und Vertragssicherheit	Wichtig bei Hochrisikogeschäften: mit internationalen Lieferanten, Ware ist länger unterwegs: Hält der Händler sein Wort? --> Plattformen könnten das abbilden Große Unternehmen betreiben bspw. bei Kupfer Hedging; Kleine können das nicht machen - hier könnte eine Plattform helfen; ab welchen Mengen macht das Sinn und kann Mehrwert für User generieren?
Kommunikation	Unterschied: Plattform, die als Händler tätig sein will, muss sich gängigen Kommunikation wegen anpassen; Plattform, die unabhängig sein will, muss ihrem Kunden einen Mehrwert bieten. Welcher Mehrwert könnte generiert werden?
Logistikaufwand	Logistik-Dienstleistung gleich mitbuchen auf Plattform: Abholung / freie Lieferung.
Prozessaufwand	Minimierung des prozessualen Aufwands durch weiterführende Digitalisierung.
Transparenz und CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Hier gibt es Potential für Plattform; aber auch Herausforderungen. Könnte Standardisierung einführen unter Berücksichtigung von Transport-Emissionen; Denkbar: Interaktives Tool, um individualisierten CO <sub>2</sub> -Fußabdruck zu errechnen; verknüpft mit Logistikaufwand.  Bei Transport werden Standardwerte genommen; Notwendig zu erfassen welche Kraftstoffart etc.: Herausforderung: noch keine gesetzliche Notwendigkeit vorhanden, die verpflichtet das detailliert und konkret zu erfassen.  Auch Potential: Korrekte Erfassung der CO <sub>2</sub> -Werte bei Produktion (mit Wasserstoff in Finnland / oder mit Kohle in Südafrika) würde Unterschied in CO <sub>2</sub> -Fußabdruck machen; Aber: wird nicht korrekt erfasst, Reporting ist das Problem.
Compliance	Ansetzen bei Rechtliche Compliance: Lieferketten, Taxonomie; Plattform könnte hier Daten generieren und Usern zur Verfügung stellen; auch Dokumente und Prozesse zur Verfügung stellen; hilft vor allem kleinen Unternehmen ohne eigene Rechtsexperten  Plattformen könnten zentralisierte Audits durchführen (ab 2026 Novelle). Plattform für kleine/mittlere Schrotthändler interessant: nehmen Arbeit ab.

Stoffströme	<p>Unterscheiden zwischen verschiedenen Stoffströmen: Bspw. privat - kommunal; bringt es Mehrwert diese online anzubieten? Dies sind Kleinmengen. Plattformen sollte Fokus auf größere Mengen legen.</p>
Vertragssicherheit	<p>Vor allem bei großen und internationalen Geschäften: Hält sich mein Partner an die Menge, den Preis, Qualität etc.? Risiko: Kunde hat schlechte Bonität und wird nicht mehr beliefert (Anonymität) oder auf Verkäuferseite: Schrotte mit sehr schlechter Qualität.</p> <p>Compliance: Plattform sollte CSRD-Daten/Anforderungen mitdenken: würde Consultant ergänzen.</p> <p>Im Bezug zu internationalen Geschäften: Wie kann eine Plattform Vertrauen schaffen und Sicherheit garantieren? Prüfung der Partner durch die Plattform; Auch Compliance und Lieferketten können über Plattform übernommen werden, v.a. für kleine Unternehmen.</p> <p>Anmerkung: Über Plattform skalierbar, für kleines Unternehmen allein nicht; Ebenso: neue Lieferanten finden: Audits erforderlich, sehr aufwendig, nur kurze Laufzeit (2 Jahre); kleine Unternehmen haben hier Probleme, ab 2026 wird das verpflichtend --&gt; Plattform kann hier evtl. Dienstleistung anbieten?</p>