

RegRess: **Regionales Ressourcenmanagement am Beispiel der metallverarbeitenden Industrie im Bergischen Städtedreieck**

Stakeholderanalyse und
ökologische Potentialanalyse

*Abschlussbericht der Arbeitspakete 2 und 4 des
Teilprojektes im Rahmen des Verbundvorhabens
„Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck“*

Das Projekt „Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck - Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Quartiersentwicklung“ wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW

Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Dieser Bericht ist Ergebnis der Arbeitspakete 2 und 4 des Projektes RegRess „Regionales Ressourcenmanagement am Beispiel der metallverarbeitenden Industrie im Bergischen Städtedreieck“. Das Projekt ist ein Teilprojekt im Rahmen des Verbundvorhabens „Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck“:

<https://bergische-gesellschaft.de/projekte/urbane-produktion/>

Das Projekt „Urbane Produktion im Bergischen Städtedreieck - Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Quartiersentwicklung“ wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren. Das Teilprojekt wurde durch die Bergische Universität Wuppertal geleitet. Dieser Bericht bezieht sich jedoch nur auf die Inhalte der dem Wuppertal Institut zugeordneten Arbeitspakete.

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Bickel, M., Schoch, K., & Hennes, L. (2023). RegRess: Regionales Ressourcenmanagement am Beispiel der metallverarbeitenden Industrie im Bergischen Städtedreieck – Stakeholderanalyse und ökologische Potentialanalyse. Wuppertal Institut.

Projektlaufzeit: 01/2020 - 11/2022

Projektleitung am Wuppertal Institut:

Dr. Manuel Bickel

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

Tel.: +49 202 2492-190

Fax: +49 202 2492-108

manuel.bickel@wupperinst.org

<http://wupperinst.org>

Autorinnen und Autoren: Dr. Manuel Bickel, Konrad Schoch, Lena Hennes

Weitere Mitarbeitende: Paul Suski

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	3
1	Hintergrund und Zusammenfassung	4
2	Stakeholder- und Netzwerkanalyse	5
3	Ökologische Potentialanalyse	7
3.1	Demonstrationsbeispiele	7
3.1.1	<i>Die Ideenfindung</i>	7
3.1.2	<i>Die ausgewählten Konzepte</i>	8
3.1.3	<i>Konzept 1: Die Umarbeitung obsoleter Spiralbohrer zu neuen Bits</i>	8
3.1.4	<i>Konzept 2: Die Umarbeitung ausgedienter Kochtöpfe zu Unterlegscheiben</i>	9
3.2	Stoffstrommodell - Ansatz Potenzialanalyse	11
3.2.1	<i>Grobabschätzung Konzept 1 Umarbeitung Spiralbohrer</i>	12
3.2.2	<i>Grobabschätzung Konzept 2 großer Kochtopf zu Unterlegscheiben</i>	14
3.3	Einflussfaktoren für Kaskaden mit ökologischem Potential und Ausblick	15
4	Literaturverzeichnis	17
5	Anhang	20

1 Hintergrund und Zusammenfassung

Die Kaskadennutzung von hochwertigen Materialien wie hochlegierten Metallen, also die Weiternutzung von Werkstoffen mittels Re-engineering beziehungsweise Reuse oder Re-manufacturing von Bauteilen oder Materialien, birgt in Kombination mit integrierten innovativen Produkt-Dienstleistungsmodellen ein hohes Potenzial für Ressourcenschonung und Klimaschutz. Denn über diesen Ansatz können hochwertige Materialien, die meist energieintensive Fertigungsverfahren unterlaufen, länger in der Nutzung gehalten werden. So kann der Zeitpunkt des Recyclings verzögert werden, welches insbesondere bei hochwertigen Materialien meist zu Qualitätsverlusten führt. Auf diese Weise kann der Bedarf an der Primärproduktion und entsprechend die ökologischen Wirkungen verringert werden. Gerade durch die regional hohe Dichte an produzierendem Gewerbe im metallbe- und -verarbeitenden Bereich bietet sich das Bergische Städtedreieck an für ein regional integriertes Ressourcenmanagement an.

Das Projekt RegRess trägt mit dazu bei, die Hürden zur Etablierung eines entsprechenden Ressourcenmanagements mit dem Fokus auf das Bergische Städtedreieck zu senken, um so ökonomische und ökologische Potenziale für die regionale Wirtschaft und Profilbildung der Unternehmen, insbesondere KMU, zu heben. Dieser Bericht dokumentiert die Ergebnisse einer Stakeholder-/Netzwerkanalyse von der regionalen bis zur nationalen Ebene als Basis für Kooperationen. Die Analyse identifiziert mittels Desktoprecherche 110 Netzwerke, von denen ca. 25 unmittelbar im Bergischen Städtedreieck tätig sind bzw. die Region abdecken. Darüber hinaus wird eine Methodik und deren Anwendung anhand von theoretischen Beispielen vorgestellt, um den ökologisch sinnvollen Einsatz von Kaskadennutzung aufzuzeigen und zu reflektieren. Die Methodik wurde auf die Beispiele der Kaskadennutzung ausgedienter Spiralbohrer sowie Kochtöpfe angewendet, wobei beide Beispiele tendenziell ökologische Einsparpotentiale aufweisen. Unter Vorbehalt einer detaillierteren Lebenszyklusanalyse wurden bei den Spiralbohrern bei einmaliger Kaskadierung Einsparungen in der Größenordnung von maximal 75% beim Material Footprint und 60% beim Carbon Footprint abgeschätzt. Aufgrund der aufwändigeren Form und höheren Reinigungsaufwänden liegen die Einsparungen beim Kochtopf geringer und wurden beim Material Footprint auf eine Größenordnung von maximal 26% und beim Carbon Footprint von 25% geschätzt.

Eine Kurzfassung der Inhalte dieses Berichtes sind im Ergebnisbuch des Gesamtvorhabens „Urbane Produktion“ enthalten.

2 Stakeholder- und Netzwerkanalyse

Im Bergischen Städtedreieck ist die Metallverarbeitung neben der Automobil- und Elektroindustrie ein wirtschaftlicher Schwerpunkt der Region. Von den 466 Betrieben des verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2020 gehören 173 zu der metallverarbeitenden Branche. Dabei ist insbesondere für Solingen die Schneidwarenindustrie und für Remscheid die Werkzeugindustrie relevant. Insbesondere in Wuppertal und Remscheid sind auch Maschinenbauunternehmen ansässig. Die Vernetzung dieser Akteure ist für eine wirkungsvolle Kaskadennutzung essentiell. Eine Vielzahl an Unternehmen im Bergischen Städtedreieck ist teilweise bereits in Netzwerken, Verbänden, Kooperationen und Partnerschaften eingebunden. Um die Profilbildung der Region weiter zu unterstützen, wurde die Stakeholderlandschaft im Bergischen Land analysiert und neben tabellarischen Zusammenstellungen in eine strukturierende graphische Darstellung überführt. Die Analyse identifiziert die in der Region agierenden Fachverbände, Kammern, Innungen, Kreishandwerkerschaften, Arbeitsgemeinschaften und Vereine mit einem Bezug zur metallverarbeitenden Industrie. Ergänzend wurden ebenfalls relevante Verbände auf Landes- oder Bundesebene erfasst, die Anknüpfungspunkte bieten, um das regionale Profil mit seinem Wissen und Serviceangeboten auf nationaler Ebene sichtbar machen zu können. Zusätzlich wurden weitere relevante „fachfremde“ Branchen für die Kaskadennutzung identifiziert, die für eine Adressierung von Stoffstromthemen, Ressourcennutzung und Kaskadennutzung von Relevanz sind und für die notwendige Kopplung von Sektoren sinnvoll sein könnten. Fokussiert wurde hier auf Verbände aus den Sektoren Materialprüfung, IT, Handel, (Industrie-)Logistik und Abfallwirtschaft.

Die Stakeholderanalyse identifiziert mittels Desktoprecherche 110 Netzwerke, von denen ca. 25 unmittelbar im Bergischen Städtedreieck tätig sind bzw. die Region abdecken. Durch eine verpflichtende Mitgliedschaft aller gewerblichen Mitglieder ist die bergische Industrie und Handelskammer ein zentrales Netzwerk für die Region. Zusätzlich existieren zahlreiche Arbeitgeberverbände auf freiwilliger Mitgliederbasis sowie die Innungen der Metallhandwerke Wuppertal bzw. Solingen und die Fachinnung der Metall- und Graviertechnik Remscheid, die übergeordnet durch die Kreishandwerkerschaften vertreten werden. Neben diesen „klassischen“ Verbänden sind in der Region weitere Netzwerke beziehungsweise Multiplikatoren tätig, deren Fokus auf der Förderung von Innovationen, der Vernetzung von Branchen und Unternehmen sowie der gemeinsamen Förderung von Forschung und Entwicklung liegt (z.B. die Neue Effizienz gGmbH, die Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e. V., das Maschinenbau Netzwerk Bergisch Land oder die Bergische Transferrunde der Bergischen Universität Wuppertal). Neben diesen vorwiegend regional tätigen Netzwerken, spielen zur Stärkung von Ansätzen der Kaskadennutzung von Metallen auch zahlreiche auf Landes- oder Bundesebene agierende Verbände für die Unternehmenslandschaft im bergischen Städtedreieck eine Rolle. Durch die besondere Präsenz der Schneid- und Werkzeugindustrie, beispielsweise der Industrieverband Schneid- und Haushaltswaren oder der Fachverband Werkzeugindustrie.

Ein Bild der Stakeholderlandschaft ist im Folgenden dargestellt, welches in größerem Format in den Zusatzmaterialien zu diesem Bericht zu finden ist. Darüber hinaus enthalten die Zusatzmaterialien Listen von Stakeholdern, insbesondere Unternehmen, Verbänden und Netzwerken mit Relevanz für Metallverarbeitung und

Kaskadennutzung, welche die weitere Vernetzung und Identifikation von Projektpartnern unterstützen kann.

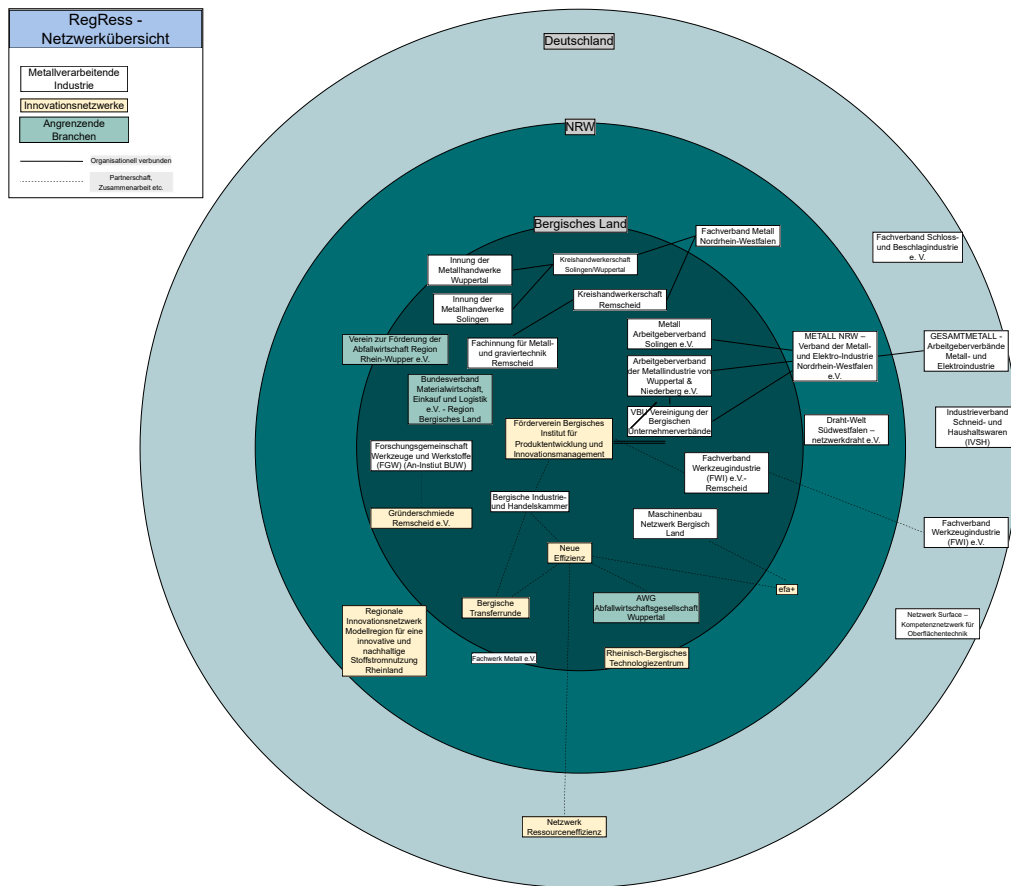


Abbildung 1: Stakeholderlandschaft Metallverarbeitung regional bis national, eigene Darstellung

Das entstandene Bild der Stakeholderlandschaft im Bergischen Städtedreieck dient als initiale Grundlage, um auf strukturierte Weise weitere regionale Kooperationspotenziale zwischen den Stakeholdern anzuregen und Umsetzungspotenziale abzuleiten. Beispielsweise wird es für Anschlussprojekte nun einfacher sein, passende Konsortien zu erstellen. Das Projekt RegRESS beziehungsweise die dahinterstehenden Organisationen haben zudem zur Stärkung der Profilbildung der Region im Bereich der Metalle die Etablierung des Kompetenzverbundes bergisch.metall unterstützt, das mit folgender Webpräsenz vertreten ist: <https://bergisch-metall.de/>. Die Unterstützung lag im Bereich der Beteiligung an Strategiegesprächen, einzelnen inhaltlichen Beiträgen sowie der Mitgliedschaft im Verbund.

Selbstverständlich ist es ein langer Weg, in der komplexen Stakeholderlandschaft die richtigen Strukturen auszubilden, um Kaskadennutzung flächendeckend und effizient einzusetzen. Ob und wie konkrete Potenziale gehoben werden können unter anderem von ökonomischen und ökologischen Faktoren ab. Die folgenden Analysen zeigen jedoch, dass derartige Bemühungen durchaus lohnenswert sein können.

3 Ökologische Potentialanalyse

Im Projekt RegRess wurde eine Methodik zur Schnellabschätzung ökologischer Potenziale der Kaskadennutzung entwickelt. Das Berechnungsmodell basiert auf vereinfachten Annahmen und dient daher dazu, mögliche ökologische Einspareffekte in ihrer Tendenz zu verstehen. Es ersetzt daher keine ausführliche Lebenszyklusanalyse. Grundsätzlich stellt es die Aufwände für die Umarbeitung ausgedienter Werkstoffe oder Produkte der Materialeinsparung durch die Kaskadennutzung gegenüber. Die ökologischen Wirkungen wurden auf Basis der Umweltdatenbank ecoinvent und Bewertungsmethoden des Wuppertal Institutes abgeschätzt. Die Ergebnisse der Methodik bei Anwendung auf die beiden theoretischen Beispiele Spiralbohrer und Kochtopf sind im Folgenden dargestellt. Interessierte können sich über die konkrete Machbarkeit von Kaskadennutzung am Beispiel eines Maschinenkreismessers zusätzlich über das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt „Circle of Tools“ informieren (<https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/848>).

Mit Blick auf die in der Region verarbeiteten Werkstoffe und vorliegende Produktgeometrien wurden neben anderen Optionen (i) die Umarbeitung obsoleter Spiralbohrer zu neuen Bits sowie (ii) die Umarbeitung ausgedienter Kochtöpfe zu Unterlegscheiben als denkbare Kaskaden identifiziert. Bei beiden konnten rechnerisch ökologische Potentiale aufgezeigt werden. Mögliche Kaskaden zu identifizieren bedarf eines kreativen Blickes auf Produkte und Fertigungsverfahren sowie einer kritischen Prüfung der Machbarkeit anhand von Kriterien. RegRess stützt sich auf die Kriterien, die im Projekt „Circle of Tools“ erarbeitet wurden. Die denkbaren Kaskaden wurden im Projektverlauf mit Hilfe von üblichen Innovationsmethoden konzipiert (Kapitel 1). Auf Basis dieser Demonstrationsbeispiele wurde eine Methodik zur Schnellabschätzung ökologischer Potenziale entwickelt (Kapitel 2). Die daraus resultierenden Implikationen für Kaskaden mit ökologischem Potential wurden in Form von Einflussfaktoren aufgearbeitet (Kapitel 3). Unter Vorbehalt einer detaillierteren Lebenszyklusanalyse wurden bei den Spiralbohrern bei einmaliger Kaskadierung Einsparungen in der Größenordnung von maximal 75% beim Material Footprint und 60% beim Carbon Footprint abgeschätzt. Aufgrund der aufwändigeren Form und höheren Reinigungsaufwänden liegen die Einsparungen beim Kochtopf geringer und wurden beim Material Footprint auf eine Größenordnung von maximal 26% und beim Carbon Footprint von 25% geschätzt.

3.1 Demonstrationsbeispiele

In diesem Kapitel wird kurz beschrieben, wie die Demonstrationsbeispiele konzipiert- und ausgewählt wurden. Hierfür wird zunächst der Prozess der Ideenfindung skizziert (Kapitel 1.1). Anschließend folgt eine genauere Erklärung der ausgewählten Konzepte (Kapitel 1.2). Grundlage für die Konzeption waren verschiedene Innovationsmethoden, wie sie bspw. von Rustler (2021) beschrieben werden.

3.1.1 Die Ideenfindung

Der Prozess der Ideenfindung erfolgte in zwei Schritten. Im ersten Schritt, der Inspirationsphase, wurden relevante Unternehmen mitsamt ihrer Produktportfolios begutachtet. Ausgangspunkt war insbesondere der Industrieverband Schneid- und Haushaltwaren (IVHS) mit seinen 87 Mitgliedern (IVHS 2022). Dieser gilt, neben

anderen Verbänden, als wesentliches Netzwerk im Bergischen Städtedreieck (IHK (2)). Darüber hinaus wurden Produktkataloge von Baumärkten und verschiedenen Anbietern von Schneid- und Haushaltswaren sowie Maschinenbauteilen gesichtet.

Im zweiten Schritt, der Ideationsphase, wurden hauptsächlich Brainstorming-Sessions durchgeführt. Produktkategorien wurden bildhaft dargestellt und auf Basis ihrer formalen und materiellen Übereinstimmung zugeordnet. Daraus ergaben sich verschiedene Konzepte. Diese wurden in weiteren Sessions gewichtet und evaluiert, bis schließlich vielversprechende Optionen identifiziert werden konnten.

3.1.2 Die ausgewählten Konzepte

Auf Basis der im vorigen Kapitel beschriebenen Ideationsphase wurden zwei vielversprechende Konzepte identifiziert. Hierfür wurden Kriterien angewendet, die im Projekt »Circle of Tools« (<https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/848>) erarbeitet wurden (u.a. Geometrie, Fertigungsverfahren, Demontagefähigkeit Materialkompatibilität). Die Fertigungsschritte zur Umarbeitung und das ökologische Potential der beiden Konzepte werden in Kapitel 2 erläutert.

3.1.3 Konzept 1: Die Umarbeitung obsoleter Spiralbohrer zu neuen Bits

Das erste Demonstrationsbeispiel der Umarbeitung von Spiralbohrern zu neuen Bits zielt besonders auf den Erhalt der kritischen Metalle Vanadium, Kobalt und Titan ab. Diese werden als Legierungselemente in Schnellarbeitsstahl (HSS) als Grundwerkstoff vieler Spiralbohrer eingesetzt.

In Nordrhein-Westfalen gibt es 194 074 Handwerksbetriebe, von denen 127 839 im Vollhandwerk tätig sind (Westdeutscher Handwerkskammertag 2021). Davon entfallen 88 269 Betriebe auf das Bauhauptgewerbe, das Ausbaugewerbe und auf den gewerblichen Bedarf (ebd.). Das durchschnittliche Gewicht von Spiralbohrern mit einem Durchmesser von 8 - 10 Millimetern beträgt 40 Gramm (eigene Messung). Angenommen, jedes Handwerksunternehmen sortiert pro Jahr rund 200 Spiralbohrer aus, von denen 20 Prozent auf diesen Durchmesser zurückzuführen sind, so ergibt sich eine Masse von 1600 Gramm. Bezogen auf die 127 839 Betriebe im Vollhandwerk bedeutet das ein Gesamtaufkommen von 204 542,4 Kilogramm bzw. 204,5 Tonnen pro Jahr.

Nicht umsonst gelten Spiralbohrer als „bekannteste und am meisten gebrauchte Bohrwerkzeug[e]“ (Paucksch et al. 2008: 135) und bestehen meistens aus Schnellarbeitsstahl (ebd.). Dieses Material, auch als High Speed Steel (HSS) bekannt, enthält bis zu 2,06% Kohlenstoff. Die gewöhnlichen Legierungselemente heißen Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt, Nickel und Titan. Dadurch erhält Schnellarbeitsstahl die folgenden einsatzbedingten Eigenschaften: i) besondere Härteeigenschaften; ii) anlassbeständig; iii) verschleißfest; iv) warmfest bis 600° C; korrosionsbeständig (HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (1) 2022). Durch verschiedene Ursachen wird an den Bohrerschneiden Verschleiß hervorgerufen. Nach Verformung, Abstumpfung oder möglichen Brüchen (Paucksch et al. 2008: 45), kommt es zur Auswechslung von Spiralbohrern und sie werden damit obsolet. Gewöhnlich werden obsoletere Spiralbohrer nicht separat gesammelt, sondern landen gemeinsam mit verschiedenst legierten

Stahlschrotten in einer einzigen Fraktion (Graedel et al. 2022), um sie den Schritten des physical processings (Heibeck et al. 2021) zuzuordnen.

Vanadium, Kobalt und Titan werden von der Europäischen Union (EU) als kritische Metalle deklariert (COM 2022). Alle drei Metalle sind in HSS als Legierungsbestandteile enthalten. Konzepte für eine Um- und Weiternutzung von Produkten aus HSS sind demnach relevant. Spiralbohrer eignen sich als Ausgangsprodukt, wenn sie nicht komplett gebrochen- oder verformt sind. Ist lediglich ihre Bohrerschneide abgestumpft oder leicht verformt, steht einer kaskadisch gekoppelten Produktion theoretisch nichts im Wege. Das gewählte Demonstrationsbeispiel beschreibt die Umarbeitung eines obsoleten Spiralbohrers (mit ausreichend großem Durchmesser) zu einem neuen bzw. mehreren neuen Bits. Diese bestehen gewöhnlich aus Chrom-Vanadium-Stahl (CrV). Eingesetzt wird der Stahl für Bauteile, die hohen Beanspruchungen standhalten müssen. Neben Kohlenstoff von bis zu 0,62%, besteht er gewöhnlich aus Silizium, Mangan, Chrom und Vanadium (Salzgitter Flachstahl 2019). Während der Kopf eines Spiralbohrers durch seine Schneidengeometrie nur begrenzt nutzbar ist, bietet der Zylinderschaft ausreichend Platz für die Neuproduktion von potentiell bis zu zwei Bits, wie in Abb. 1 ersichtlich wird.

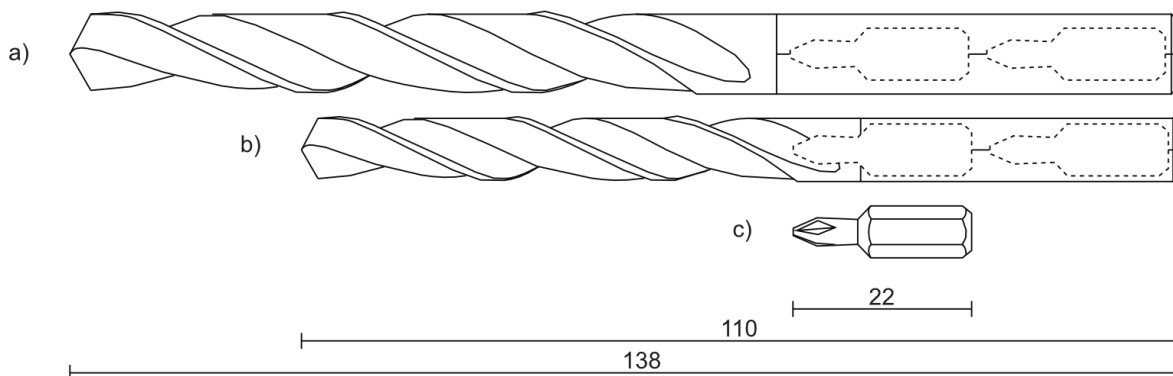


Abbildung 2: Spiralbohrer a) mit 10 Millimeter Durchmesser und Spiralbohrer b) mit 8 Millimeter Durchmesser eignen sich theoretisch zur Aufnahme von bis zu zwei Bits c) mit einer typischen Sechskantaufnahme in ¼ Zoll. Eigene Darstellung.

3.1.4 Konzept 2: Die Umarbeitung ausgedienter Kochtöpfe zu Unterlegscheiben

In Deutschland gibt es 41 378 000 Privathaushalte. Davon entfallen 8 756 000 Privathaushalte auf das Bundesland Nordrhein-Westfalen (Angaben für das Jahr 2018) (Statistisches Bundesamt 2020). Im Bergischen Städtedreieck werden im selben Jahr insgesamt 314 700 Privathaushalte gezählt, von denen 181 300 auf Wuppertal-, 78 900 auf Solingen- und 54 500 auf Remscheid entfallen (Information und Technik NRW 2019). Unter der Annahme, dass pro Privathaushalt jeweils zwei große Kochtöpfe existieren, ergibt sich eine Gesamtzahl von 362 600 Exemplaren, die in den Haushalten des Bergischen Städtedreiecks lagern. Gewöhnlich bestehen Kochtöpfe aus Edelstahl 18/10. Dies entspricht dem korrosionsbeständigen Stahl X5CrNi18-10 (HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (2) 2022). Chrom gilt mit mindestens 17,5 Prozent als Hauptlegierungselement, gefolgt von Nickel, mit mindestens 8 Prozent (HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (3) 2022). Ein großer Kochtopf (8 Liter Fassungsvermögen (vgl. Nagel-Zude GmbH & Co. KG)). hat eine Masse von ungefähr 2

Kilogramm (eigene Abschätzung). Unter dieser Prämisse nutzen allein die Privathaushalte des Bergischen Städtedreiecks 725 200 Kilogramm Edelstahl 18/10 für ihre großen Kochtöpfe. Dies entspricht 540 999,2 Kilogramm für Eisen, 126 910 Kilogramm für Chrom und 58 016 Kilogramm für Nickel.

Drei wesentliche Gründe lassen sich nennen, die dazu führen, dass Kochtöpfe aus Haushalten aussortiert werden und somit potentiell dem urbanen Lager entweichen. Dazu zählen: i) Haushaltsauflösungen, ii) technologische Umstellungen der Herde und iii) der Wunsch zum Neukauf.

Für die Um- und Weiternutzung eines großen Kochtopfs gibt es viele Möglichkeiten. Hierfür muss das Material allerdings in einem ausreichend guten Zustand sein. Unter Berücksichtigung der drei o.g. Gründe des Aussortierens ist diese Voraussetzung gegeben. Wenn Griffe, Boden und evtl. der obere Bereich des Topfs mit geeigneten Verfahren abgetrennt werden, bleibt die Außenhülle eines senkrechten Kreiszylinders bestehen. Wird dieser vertikal, d.h. entlang dessen Höhe, durch einen Schnitt geteilt und anschließend mit Prozessen des Walzens bzw. Biegens begradigt, verbleibt der abgewickelte Mantel als plane Platte. Die Fläche ist ausreichend groß, um als Grundlage für diverse Produkte zu fungieren. In Frage kommen einerseits Haushaltswaren, wie z.B. Eierbecher, Untersetzer für Gläser und Eisbecher, Tischkartenhalter, Serviettenhalter, Hausnummern, Ausstechformen und Schuhlöffel, die ebenfalls aus Edelstahl hergestellt werden. Andererseits sind Produkte für das Baugewerbe denkbar, wie z.B. Unterlegscheiben oder Klingen für Malerspachtel. Vor dem Hintergrund der inhärenten Materialeigenschaften des Edelstahls 18/10, was die gute Korrosionsbeständigkeit berücksichtigt, der Materialstärke eines großen Kochtopfs und der Anwendbarkeit möglicher Fertigungsverfahren zur Umgestaltung, beschreibt das Demonstrationsbeispiel die Umarbeitung eines großen obsoleten Kochtopfs zu mehreren neuen Unterlegscheiben. Unterlegscheiben gibt es grundsätzlich in vielen verschiedenen Ausführungen. Das Demonstrationsbeispiel fokussiert exemplarisch Varianten mit einem Durchmesser von 15 Millimetern und einer Scheibendicke von 1,2 Millimetern, bestehend aus Edelstahl A2/A4 (vgl. Pinter - Schrauben & Dübel).

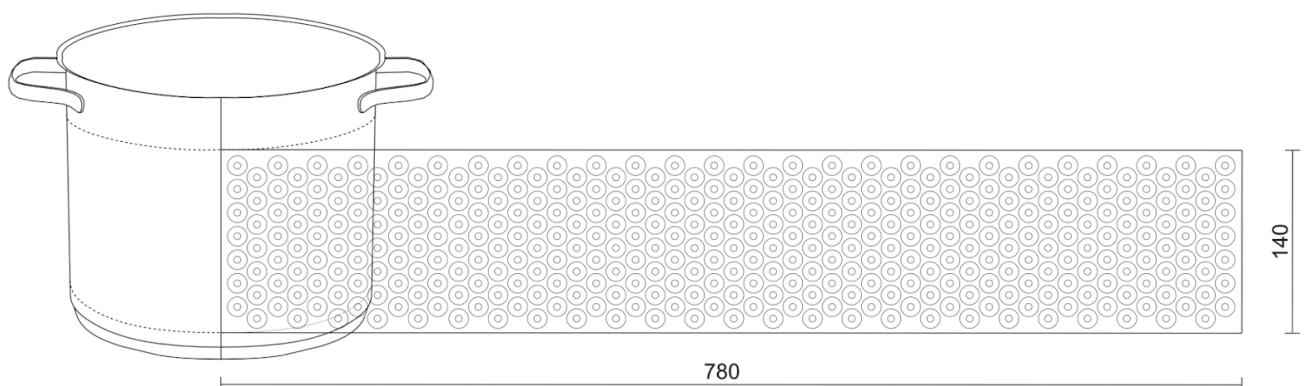


Abbildung 3: Ein Kochtopf (Höhe: 24 Zentimeter, Durchmesser: 25 Zentimeter) mit einem Fassungsvermögen von 8 Litern. Die abgewickelte Mantelfläche ist 1092 Quadratmeter groß und eignet sich theoretisch zur Aufnahme von 357 Unterlegscheiben (Durchmesser: 15

Millimeter), wenn angenommen wird, dass ungefähr 70 Prozent des Kochtopfs als abgewinkelte Mantelfläche genutzt werden kann. Eigene Darstellung.

3.2 Stoffstrommodell - Ansatz Potenzialanalyse

Die Fertigung von Metallprodukten macht im IHK-Bezirk 28 Prozent am Industrieumsatz aus (IHK (1)). Bereits auf den ersten Blick wird das Potential zur kaskadisch gekoppelten Produktion im Bergischen Städtedreieck von Neuware ersichtlich. Um abschätzen zu können, wie groß und unter welchen Bedingungen das Konzept tatsächlich ökologisch sinnvoll umgesetzt werden kann, wurde ein erstes Modell zur ökologischen Potenzialanalyse entwickelt, siehe nachstehende Abbildung.

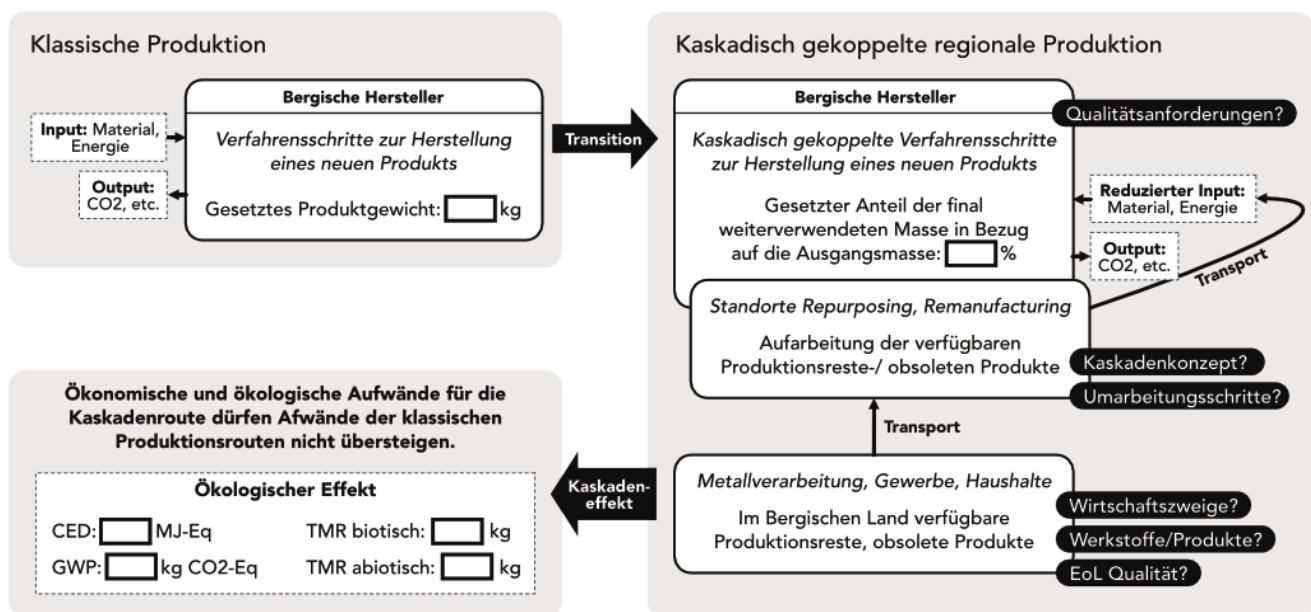


Abbildung 4: Ansatz der Potenzialanalyse. Der klassischen Produktion folgt eine kaskadisch gekoppelte Produktion, die auf einem Kaskadenkonzept und notwendigen Umarbeitungsschritten basiert. Eigene Darstellung WI. Eigene Darstellung.

Der Ansatz der Potenzialanalyse lässt sich grundsätzlich in zwei Segmente unterteilen. In der klassischen Produktion von Neuware benötigen Hersteller Energie und Material. Material kann aus sekundären Quellen bezogen werden, d.h. in Form von Schrotten in die Produktion von Neuware einfließen (post-consumer Schrotte sowie Produktionsabfälle/-reste).

In dieser Arbeit wird die Produktkategorie c), d.h. obsolete Produkte aller Art („Old (post-consumer) scrap“ fokussiert. Hierzu werden auch Bauteile und Komponenten von Maschinen gezählt, die, wie das Demonstrationsbeispiel (i) zeigt, aus diversen Gründen (z.B. durch Verschleiß) obsolet werden. Ursprung sind generell das produzierende Gewerbe, Unternehmen der Metallverarbeitung und Haushalte. Zentral für das Gelingen einer kaskadisch gekoppelten Produktion sind Aspekte der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von obsoleten Produkten. Die Datengrundlage hierfür ist nicht nur im Bergischen Städtedreieck unsicher, auch auf globaler Ebene kann die Menge an „metal stock per capita“, die von einer Gesellschaft genutzt wird bzw. in einem geographischen Raum zur Verfügung stehen, nur geschätzt werden (IRP 2011: 14/16).

Wenn eine ausreichende Verfügbarkeit und Nutzbarkeit identifiziert werden kann, gilt es die obsoleten Produkte mit geeigneten Transportmitteln zu den jeweiligen Standorten für Repurposing bzw. Remanufacturing zu bewegen. Hierbei sind ökologische Aufwände zu beachten, die von Transportmittel zu Transportmittel beträchtlich variieren können (EEA 2022: 39). In den genannten Standorten werden Produktionsprozesse angewendet, die notwendig sind, um die beschafften obsoleten Produkte bzw. ihre Komponenten um- oder aufzuarbeiten. Entscheidend für Kaskaden mit ökologischem Potential sind das zugrunde liegende Konzept und die daraus resultierenden Umarbeitungsschritte. Letztendlich gilt es, die auf diese Weise produzierte Neuware über den Markt zurück an produzierendes Gewerbe, Unternehmen der Metallverarbeitung oder Haushalte zurück zu transportieren. Generell ist die kaskadisch gekoppelte Produktion dann gewinnbringend, wenn ökologische Aufwände für die Kaskadennutzung die ökologischen Aufwände für klassische Produktionsrouten nicht übersteigen. Allerdings können Einspareffekte von Primärmaterial durch die kaskadisch gekoppelte Produktion einen möglichen ökologischen Nachteil ausgleichen, wenn diesem mehr Gewicht zugeschrieben wird. Dies kann bei bestimmten kritischen Metallen der Fall sein (COM 2022). Die nachfolgenden ökologischen Abschätzungen der Demonstrationsbeispiele (Kap. 2.1 und Kap. 2.2) basieren auf dem in Abb.3 reflektierten Ansatz. Obwohl es sich um Abschätzungen handelt, lassen sich Tendenzen aufzeigen und Anforderungen an Kaskaden mit ökologischem Potential ableiten. Weil die grundsätzliche Vorgehensweise zur Abschätzung der ökologischen Potentiale für alle Demonstrationsbeispiele gleich ist, wird von einer ausführlichen Aufarbeitung des zweiten Demonstrationsbeispiels in tabellarischer Form abgesehen.

3.2.1 Grobabschätzung Konzept 1 Umarbeitung Spiralbohrer

Bits bestehen gewöhnlich aus Chrom-Vanadium-Stahl. Für das zweite Demonstrationsbeispiel werden diese in Sechskantprofile umgeformt und so abgelängt, dass passende Rohlinge vorliegen. Aus den Rohlingen werden die Bits hergestellt. Die hierfür benötigten Fräser lassen sich verschiedenst arretieren (Kristen + Görmann KG 2022). Ein handelsüblicher Bit in 1/4 Zoll wiegt ungefähr 6 Gramm. In Fig. 1 werden die ökologischen Einflüsse aus der Produktion eines Bits reflektiert. Den größten Einfluss haben der primäre Energiekonsum (CED) mit rund 0,5 Megajoule pro Bit und der Total Material Requirement (TMR) mit rund 0,3 Kilogramm pro Bit.

Produktionsschritte	Prozesse (ecoinvent, proxy)	TMR abiotic (kg/Stk)	TMR biotic (kg/Stk)	Carbon Footprint (kg CO ₂ -Eq/Stk)	CED (MJ-Eq/Stk)
Material produzieren	steel production	0,25104	0,00126	0,02748	0,40891
Profil herstellen	drawing of pipe	0,02245	0,00005	0,00210	0,02303
Bits fräsen	steel turning	0,04293	0,00029	0,00551	0,08422
SUMME		0,31642	0,00160	0,03508	0,51616

Abbildung 5: Generischer Herstellungsprozess eines Bits. Drei vereinfachte Produktionsschritte mitsamt angenommenen Prozessen aus ecoinvent (3.6) bilden die Grundlage der ökologischen Grobabschätzung.

Aus obsoleten Spiralbohrern lassen sich bis zu zwei Bits herstellen. Dies erfolgt m.H.v. Schleif- oder Fräsprozessen. Es gilt zu berücksichtigen, dass von den Spiralbohrern lediglich die Schäfte tatsächlich weiterverarbeitet werden können. Dies macht pro Bohrer ca. 45 Prozent des Materials aus, was einem Gewicht von 18

Gramm entspricht. Die ökologischen Einflüsse der Umarbeitungsschritte eines obsoleten Spiralbohrers werden in Fig.3 dargestellt. Auffällig sind die Wirkungen des Reinigungsmittels, mit einem TMR von rund 1,5 Kilogramm und einem CED von rund 7 Megajoule pro Stück. Unter Zuhilfenahme von alternativen Reinigungsmitteln/-verfahren könnten derartige Einflüsse vermieden- bzw. reduziert werden.

Umarbeitungsschritte	Prozesse (ecoinvent, proxy)	TMR abiotic (kg/Stk)	TMR biotic (kg/Stk)	Carbon Footprint (kg CO ₂ -Eq/Stk)	CED (MJ-Eq/Stk)
Reinigen	water production	0,00060	0,00001	0,00010	0,00217
	cleaning consumables	1,37368	0,01398	0,32745	6,94823
Profil herstellen	steel turning	0,12880	0,00087	0,01652	0,25267
SUMME		1,50308	0,01486	0,34407	7,20308

Abbildung 6: Generischer Herstellungsprozess eines Sechskantprofils aus einem obsoleten Spiralbohrer. Drei vereinfachte Produktionsschritte mitsamt angenommener Prozesse aus ecoinvent (3.6) bilden die Grundlage der ökologischen Grobabschätzung.

Die potentiellen ökologischen Einspareffekte der kaskadisch gekoppelten Produktion lassen sich in Fig. 3 ablesen. Wenn sich aus einem geeigneten EoL Spiralbohrer jeweils zwei Bits herstellen lassen, können folgende ökologische Einspareffekten abgeschätzt werden: 0,42 Kilogramm abiotische Ressourcen; 0,002 Kilogramm biotische Ressourcen; 0,04 CO₂-Äquivalente und 0,6 Megajoule-Equivalente (b). Dies erscheint gering, jedoch fallen unter den abiotischen Ressourcen kritische Technologiemetalle an, die auch in geringen Mengen eine wichtige Rolle als Legierungsmetalle spielen und demnach im anthropogenen Stoffsystem erhaltungswürdig sind.

	TMR abiotic (kg/...)	TMR biotic (kg/...)	Carbon Footprint (kg CO ₂ -Eq/...)	CED (MJ-Eq/...)
Zwei Bits herstellen (konventionell)	0,633	0,003	0,070	1,032
Ein EoL Spiralbohrer umarbeiten (a)	1,503	0,015	0,344	7,203
Ein EoL Spiralbohrer umarbeiten (b)	0,129	0,001	0,017	0,255
Zwei Bits aus (a) herstellen	1,589	0,015	0,355	7,372
Zwei Bits aus (b) herstellen	0,215	0,001	0,028	0,423
Einspareffekt mit (a)	-0,956	-0,012	-0,285	-6,339
Einspareffekt mit (b)	0,418	0,002	0,043	0,609

Abbildung 7: Potentielle ökologische Einspareffekte lassen sich grob abschätzen. Der Einsatz spezieller Reinigungsmittel zum Säubern der obsoleten Spiralbohrer kann zu einem ökologischen Reboundeffekt führen (a). Ohne den Einsatz des angenommenen Reinigungsmittels (b) oder mit Alternativen kann indes ein ökologischer Vorteil entstehen.

Unberücksichtigt bleiben bisher potentielle ökologische Effekte, die aus Transportaufwendungen resultieren. In Fig. 4 werden maximal zulässige Transportdistanzen für verschiedene Transportmittel angedeutet. Annahme ist, dass dem potentiellen Betrieb für Repurposing und Remanufacturing die obsoleten Spiralbohrer bereits zur Verfügung stehen, d.h., dass hier keine Transportaufwendungen erbracht werden müssen. Wenn 84 obsolete Spiralbohrer am Standort für Repurposing und Remanufacturing in die kaskadisch gekoppelte Produktion eingehen, lassen sich theoretisch 168 Bits herstellen. Dies entspricht einer Masse von rund 1 Kilogramm. Der ökologische Einsparungseffekt wäre dementsprechend 168 mal höher als der ökologische Einsparungseffekt, der aus der Produktion von einem Bit resultiert. Wenn die 168

aus der kaskadisch gekoppelten Produktion hervorgegangenen Bits zurück an die Händler transportiert werden sollen, dann dürften sie mit einem Flugzeug maximal 8 196 Kilometer transportiert werden, sonst würde der ökologische Einspareffekt im Bezug auf den Carbon Footprint verfallen (Fig. 4).

Transportmittel	für TMR abiotic (km)	für TMR biotic (km)	für Carbon Footprint (km)	für CED (km)
Zug	71.206	65.259	59.055	54.162
LKW	25.313	127.113	21.529	18.803
Frachter See	290.570	504.068	32.287	33.895
Frachter Binnengewässer	26.302	384.683	81.815	84.451
Flugzeug	132.544	232.031	8.196	7.793

Abbildung 8: Maximal zulässige Transportdistanzen in Kilometer.

3.2.2 Grobabschätzung Konzept 2 großer Kochtopf zu Unterlegscheiben

Unterlegscheiben werden aus verschiedenen Gründen zwischen Mutter und Bauteil eingesetzt. Beispielsweise ermöglichen sie, dass „die Vorspannkraft der Schraube/Mutter auf eine größere Fläche verteilt und dadurch die Flächenpressung reduziert [wird]“ (Labisch und Wählich 2020: 185). Unterlegscheiben gibt es in verschiedensten Formen und Materialien. Varianten aus Edelstahl A2/A4 eignen sich besonders dann, wenn die Beständigkeit gegen Korrosion und eine lange Haltbarkeit im Vordergrund stehen (vgl. Edelstahl24). Das Hauptverfahren zur Herstellung von Unterlegscheiben ist das Stanzen (vgl. Soluciones Globales y Gestión de Compras D.L.). Hierfür wird entsprechendes Plattenmaterial benötigt. Eine Unterlegscheibe mit einem Durchmesser von 15 Millimetern und einer Scheibendicke von 1,2 Millimetern wiegt ungefähr 1 Gramm.

Die ökologischen Einflüsse aus der Produktion einer Unterlegscheibe belaufen sich für den TMR (abiotic) auf 0,0488 Kilogramm, für den TMR (biotic) auf 0,0003 Kilogramm, für den CF auf 0,0055 CO₂-Äquivalente und für den CED auf 0,0831 Megajoule-Equivalente. Entsprechend dem ersten Demonstrationsbeispiel, bilden auch hier angenommene Prozesse aus ecoinvent (3.6.) die Grundlage der ökologischen Grobabschätzung.

Die potentiellen Umarbeitungsschritte eines großen Kochtopfs in eine plane Platte werden in Kap. 1.2.2 beschrieben. Hinweise zu den ökologischen Wirkungen der hierfür erforderlichen Prozesse des Walzens und Sägens lassen sich nicht auffinden. Deshalb wird der Prozess des Fräsens als Proxy gewählt und die Menge an entferntem Stahl pro Kochtopf entsprechend definiert. Die ökologischen Einflüsse der Umarbeitungsschritte eines obsoleten Kochtopfs in eine plane Platte sind: 16,74 Kilogramm (TMR abiotic), 0,11 Kilogramm (TMR biotic), 2,04 CO₂-Äquivalente (CF) und 31,18 Megajoule-Equivalente (CED). Annahme des potentiellen ökologischen Einspareffektes der kaskadisch gekoppelten Produktion ist, dass sich aus einem obsoleten Kochtopf 357 Unterlegscheiben herstellen lassen (Abb.2). Unter dieser Prämisse ergeben sich folgende ökologischen Einspareffekte: 45,90 Kilogramm (TMR abiotic), 0,22 Kilogramm (TMR biotic), 5,07 CO₂-Äquivalente (CF) und 77,58 Megajoule-Equivalente (CED). Die positiven Werte verdeutlichen den ökologischen Einspareffekt, den diese kaskadisch gekoppelte Produktion impliziert. Der während des

Stanzens produzierte Verschnitt ist in der Berechnung berücksichtigt. Der Einspareffekt ist deshalb so deutlich, weil für die kaskadisch gekoppelte Produktion kein neues Material produziert werden muss. Angenommen wurde, dass 70% eines obsoleten Kochtopfs genutzt werden können, dies entspricht 1,4 Kilogramm des Edelstahls 18/10.

Für die Ermittlung der maximalen Transportdistanzen wird genau wie im ersten Demonstrationsbeispiel angenommen, dass die obsoleten Kochtöpfe bereits am Standort für Repurposing und Remanufacturing verfügbar sind und somit direkt in die kaskadisch gekoppelte Produktion integriert werden können. Für die kaskadisch gekoppelte Produktion von 357 Unterlegscheiben dürfen demnach 11 697 Kilometer mit dem Flugzeug zurückgelegt werden, bis der ökologische Einspareffekt in Bezug auf den Carbon Footprint hinfällig wird.

3.3 Einflussfaktoren für Kaskaden mit ökologischem Potential und Ausblick

Die in dieser Arbeit aufgezeigten Demonstrationsbeispiele zeigen, dass Kaskadennutzung einen Beitrag zum Schutz des Klimas und zum Erhalt von (kritischen) Metallen leisten kann.

Obwohl das Berechnungsmodell auf vereinfachten Annahmen basiert und die ausgewiesenen ökologischen Einspareffekte als Tendenz zu verstehen sind, lassen sich bis hierher bereits verschiedene Einflussfaktoren bestimmen, die Orientierung für das Design von ökologisch sinnvollen Kaskaden geben können. Sie gelten als Ergänzung zu den im Projekt „Circle of Tools“ erarbeiteten Kriterien. Dazu zählen als erstes (i) Prozesse zur Produktion und Umarbeitung: Während der Konzeption von Kaskaden sollten die notwendigen Prozesse zur Produktion und Umarbeitung bereits mitgedacht werden. Grund hierfür ist die Tatsache, dass Kaskaden nur dann einen ökologischen Vorteil generieren, wenn die ökologischen Aufwände der Umarbeitungsprozesse diejenigen Aufwände der primären Produktion nicht übersteigen. Als zweites gilt es (ii) Maschinenlaufzeiten zu beachten: Der Energiebedarf für Fertigungsverfahren wie z.B. das Laserschneiden können beträchtlich sein. Es sollten deshalb energieintensive Maschinen nur so lang wie wirklich nötig beansprucht werden, sodass keine ökologischen Reboundeffekte entstehen. Es sollten drittens nur solche (iii) Transportmittel gewählt werden, die den generierten ökologischen Vorteil der Kaskade nicht negativ beeinflussen. Auf welche ökologische Dimension die Kaskade letztendlich einzahlen soll, gilt es dabei zu diskutieren: So werden die biotischen Ressourcen besser geschützt, wenn die Wahl des Transportmittels nicht auf den Zugverkehr, sondern auf den Flugverkehr fällt. Andersherum werden weniger Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert, wenn nicht Flugzeuge, sondern Züge eingesetzt werden. Um die ökologischen Wirkungen der Transportmittel möglichst klein zu halten, sollte außerdem darauf geachtet werden, dass die (iv) Transportdistanzen zwischen den jeweiligen Standorten zur Umarbeitung nicht zu groß sind. Interessant kann während der Konzeptionsphase daher die gezielte Recherche nach regionalen Unternehmensclustern sein.

Grundsätzlich konnte durch die vorliegende Arbeit die Erkenntnis gewonnen werden, dass regionale Daten, insbesondere Stoffstromdaten, zur Abschätzung ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Verfahrensschritten der Metallverarbeitung nur begrenzt in geeignetem Detailgrad öffentlich zugänglich sind. Zukünftig könnte

die strukturierte digitale Erfassung von Stoffströmen mittels geeigneter Systeme die Kaskadennutzung von Materialien erleichtern. Dabei muss selbstverständlich die Vertraulichkeit der Unternehmensdaten gewährleistet sein. So könnte tendenziell ein stufenweises Matching und Freigabe von Informationen erfolgen, um sich Kaskadenlösungen anzunähern. Das Zusammenspiel von Werkstoffkunde, Fertigungstechnik, Design, Nachhaltigkeitsbewertung und Digitalisierung zu fördern, ist demnach ein zentraler Hebel für das regionale Ressourcenmanagement der Zukunft.

4 Literaturverzeichnis

Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.) (2015): Recycling und Rohstoffe – Band 8. Verfügbar online: https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR8/2015_RuR_173-182_Pehlken.pdf, 07.07.2022.

Rustler, F. (2021): Denkwerkzeuge der Kreativität und Innovation - Das kleine Handbuch der Innovationsmethoden. Midas Management Verlag AG: Zürich.

UBA (Hrsg.) (2012): Glossar zum Ressourcenschutz. Verfügbar online: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4242.pdf>, 07.07.2022.

EEA (2022): Transport and environment report 2021. Decarbonising road transport - the role of vehicles, fuels, and transport demand. EEA Report No 2/2022. <https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2021>, 11.07.2022.

IHK (1): Industrieumsätze im Bergischen Städtedreieck. Verfügbar online: <https://www.ihk.de/bergische/standortpolitik/zahlen-und-fakten/wirtschaftliche-lage-und-entwicklungen/industrieumsatz-1414248>, 11.07.2022.

Worrell, E.; Reuter, M.A. (2015): Handbook of Recycling. State-of-the-Art for Practitioners, Analysts, and Scientists. Elsevier: Waltham, MA, USA.

HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (1) (2022): Schnellarbeitsstahl. Verfügbar online: <https://www.hsm-stahl.de/werkstoffe/werkzeugstahl/schnellarbeitsstahl>, 11.07.2022.

IRP (2011): Assessing Mineral Resources in Society: Metal Stocks & Recycling Rates. Nairobi, Kenya.

Paucksch, E.; Holsten, S.; Linß, M.; Tikal, F. (2008): Zerspantechnik. Prozesse, Werkzeuge, Technologien. Vieweg+Teubner Verlag: Wiesbaden. Verfügbar online: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-8348-9494-6.pdf>, 11.07.2022.

Design Kit (2022): Methods. Verfügbar online: <https://www.designkit.org/methods>, 21.07.2022.

IVHS (2022): 87 Mitglieder, 3 Branchen, 1 Verband. Verfügbar online: <https://ivsh.de/mitglieder>, 21.07.2022

IHK (2): Netzwerkliste Bergisches Städtedreieck. Verfügbar online: <https://www.ihk.de/bergische/innovation-und-umwelt/innovation-und-technologie/innovation-und-technologie-wirtschaft-und-wissenschaft/netzwerkliste-bergisches-staedtedreieck-1408138>, 21.07.2022

Heibeck et al. (2021): Characterizing material liberation of multi-material light-weight structures from shredding experiments and finite element simulation. Available online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089268752100371X>, 21.07.2022.

Statistisches Bundesamt (2020): Entwicklung der Privathaushalte bis 2040. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2020. Verfügbar online:

https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Publikationen/Downloads-Haushalte/entwicklung-privathaushalte-5124001209004.pdf?__blob=publicationFile, 21.07.2022.

Information und Technik NRW (2019): Modellrechnung zur Entwicklung der Privathaushalte in Nordrhein-Westfalen 2018 bis 2040. Verfügbar online: <https://webshop.it.nrw.de/gratis/A469%20201851.pdf>, 21.07.2022.

Westdeutscher Handwerkskammertag (2021): Handwerksstatistik 2020/2021. Verfügbar online: https://www.handwerk.nrw/fileadmin/user_upload/Fakten/Dokumente/Handwerksstatistik_2020-2021.pdf, 21.07.2022.

HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (2) (2022): Schnellarbeitsstahl. Verfügbar online: https://www.hsm-stahl.de/werkstoffe/edelstahl-rsh/korrosionsbestaendiger-stahl?tx_twmaterial_twmaterial%5B%40widget_0%5D%5Bcurrent-Page%5D=3&cHash=8b97d93a4cdd21065c09952471541d2a, 21.07.2022.

HSM Stahl- und Metallhandel GmbH (3) (2022): Werkstoffdatenblatt 1.4301 / x5CrNi18-10. Verfügbar online: https://www.hsm-stahl.de/fileadmin/user_upload/datenblatt/HSM_Datenblatt_1.4301.pdf, 21.07.2022.

COM (2022): Critical raw materials. Verfügbar online: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en, 28.7.2022.

Graedel, T.E.; Reck, B.K.; Miatto, A. (2022): Alloy information helps prioritize material criticality lists. *Nature Communications* 13: 150.

Salzgitter Flachstahl (2019): 58CrV4. Verfügbar online: https://www.salzgitter-flachstahl.de/fileadmin/footage/MEDIA/gesellschaften/szfg/informationsmaterial/produktinformationen/warmgewalzte_produkte/deu/58crv4.pdf, 28.7.2022.

Bauhaus (2022): Wisent Körner. Verfügbar online: <https://www.bauhaus.info/meissel/wisent-koerner/p/11125104>, 28.7.2022.

Hornbach (2022): Durchtreiberset Rennsteig 6-tlg. Verfügbar online: <https://www.hornbach.de/shop/Durchtreiberset-Rennsteig-6-tlg/3881974/artikel.html>, 28.7.2022.

Kristen + Görmann KG (2022): Bit-Herstellung. Verfügbar online: <http://www.kristen-goermann.de/60/>, 28.7.2022.

Labisch, S.; Wählich, G. (2020): *Technisches Zeichnen. Eigenständig lernen und effektiv üben.* 6. Aufl. Springer: Wiesbaden.

Edelstahl24: Unterlegscheiben (Beilagscheiben). Verfügbar online: <https://www.edelstahl24.com/werkstatt/schrauben-und-normteile/beilagscheiben.html>, 8.8.2022.

Pinter Schrauben & Dübel: DIN 9021 A2 5,3x15x1,2 für M% - Scheiben. Verfügbar online: <https://www.schraubenhimmel.de/scheiben/unterlegscheiben/scheibengross-din-9021/24952/din-9021-a2-5-3x15x1-2-fuer-m-5-scheiben?c=246>, 8.8.2022.

Soluciones Globales y Gestión de Compras D.L.: Washers. Verfügbar online:
<https://www.gestiondecompras.com/en/products/mechanical-components-and-hardware/washers/>, 8.8.2022.

Nagel-Zude GmbH & Co. KG: RÖSLE Gemüsetopf / Partytopf 24cm - 8 Liter mit Gldeckel. Verfügbar online: https://www.1a-neuware.de/roesle-gemuesetopf/partytopf-24-cm-8-liter-mit-glasdeckel.html?cpkey=V18kgcbS4atF7lbdokiFU-kuNx5mGimjoYZvfEmrITwuR8jQzSntscE9QA4SiSqvljCtGKY5-nWc4i-IBg-DehA~~&gclid=EAIaIQobChMI3dvVyKe3-QIVb5BoCRorTga-GEAQYASABEgIjK_D_BwE, 8.8.2022.

<http://www.kristen-goermann.de/60/>: Produktion Bits telefonischer Kontakt

5 Anhang – Akteursanalyse

Der folgende Anhang gibt Details aus der Recherche zu Netzwerken und Organisationen mit Bezug zur Thematik im Projekt wieder. Sofern relevante Organisationen in dieser Sammlung fehlen sollten, ist dies den methodischen Grenzen einer Desktop-recherche geschuldet und spiegelt keine Priorisierung der Autor*innen wieder.

RegRes -
Netzwerkübersicht

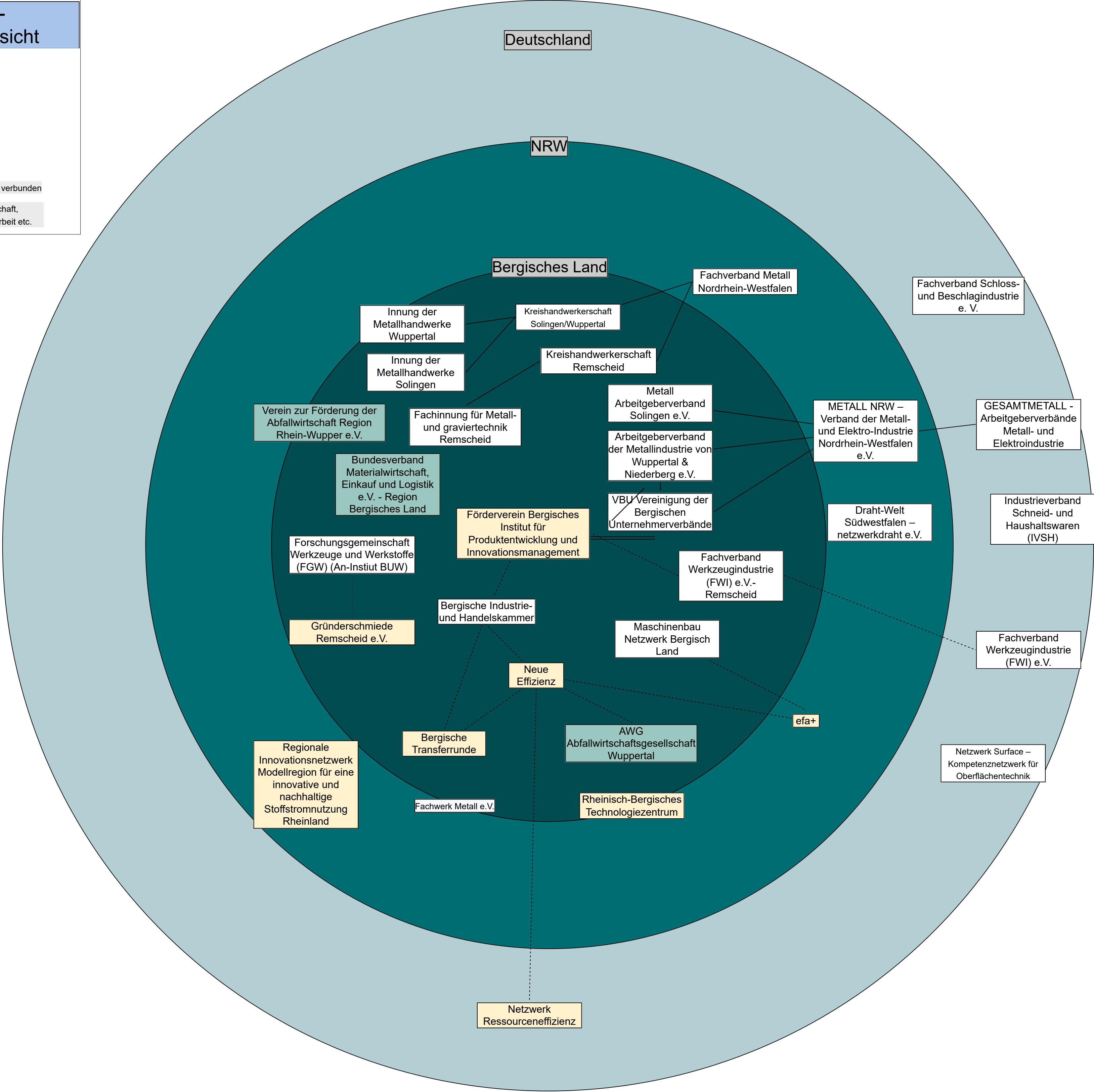
Metallverarbeitende
Industrie

Innovationsnetzwerke

Angrenzende
Branchen

Organisationell verbunden

Partnerschaft,
Zusammenarbeit etc.



Weitere bundesweite Metallverbände

- Arbeitgeberverband Stahl e.V.

Landesvereinigung der Unternehmensverbände Nordrhein-Westfalen e.V.

Bundesverband Metall.

Fachverband der Präzisions- werkzeugmechaniker e. V.

Fachverband Industrie verschiedener Eisen- und Stahlwaren e.V.

Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriker e.V. (VDW)

WirtschaftsVereinigung Metalle

Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer e.V.

Edelstahl-Vereinigung e. V.

Deutscher Schraubenverband e.V.

Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. (GDA)

Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.

Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie e.V.

Industrieverband Feuerverzinken//Insitut Feuerverzinken GmbH

BDG - Bundesverband der Deutschen Gießerei- Industrie e. V.

WirtschaftsVereinigung Metalle

Wirtschaftsvereinigung Stahl

Wirtschaftsvereinigung Stahlrohre e.V.

Fachverband Elektrowerkzeuge im Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)
- Industrieverband Blechumformung e.V. (IBU)

IFBS – Internationaler Verband für den Metallleichtbau

Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V.

Fachverband Verbindungs- und Befestigungstechnik (VBT)

Bauforumstahl e.v.

Fachverband Ferrolegerungen, Stahl- und Leichtmetallveredler e.V.

Fachverband Verbindungs- und Befestigungstechnik (VBT)

Verband der Deutschen Drehteile-Industrie

Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien e.V. (FMI)

Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie

Organisation europäischer Hersteller von Kupfergusslegierungen

Stahlinstitut VDEh – Gesellschaft zur Förderung der Eisenforschung mbH

FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.

Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. WSM

Industrieverband Härtetechnik e.V. (IHT)

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Fachverband Präzisionswerkzeuge e.V.

Industrieverband Massivumformung e. V.

Metallverarbeitende Industrie

Bundesverbände	Landesverbände NRW	Land
Innungen/Kreishandwerkerschaften/Kammern		
	Fachverband Metall Nordrhein-Westfalen	Kreishandwerkerschaft Solingen/Wuppertal Innung der Metallhandwerke Solingen Innung der Metallhandwerke Wuppertal Fachinnung für Metall- und graviertechnik Remscheid Kreishandwerkerschaft Remscheid Bergische Industrie- und Handelskammer
Sonstige Netzwerke/Verbände		
Arbeitgeberverband Stahl e.V.	Landesvereinigung der Unternehmensverbände Nordrhein-Westfalen e.V.	VBU Vereinigung der Bergischen Unternehmerverbände Metall Arbeitgeberverband Solingen e.V.
Fachverband Werkzeugindustrie (FWI) e.V.	METALL NRW – Verband der Metall- und Elektro-Industrie Nordrhein-Westfalen e.V.	Arbeitgeberverband der Metallindustrie von Wuppertal & Niederberg e.V.
Industrieverband Schneid- und Haushaltswaren (IVSH)	Draht-Welt Südwestfalen – netzwerkdraht e.V.	Maschinenbau Netzwerk Bergisch Land
Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer e.V.		Unternehmerstammtisch Automotive
Verband der deutschen Pinsel- und Bürstenhersteller e.V.		Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe (FGW) e. V (An-Institut BUW)
Fachverband Schloss- und Beschlagindustrie e. V.		
Bundesverband Metall		
Fachverband der Präzisionswerkzeugmechaniker e. V.		
Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW)		
Wirtschaftsvereinigung Metalle		
Fachverband Industrie verschiedener Eisen- und Stahlwaren e.V.		
Edelstahl-Vereinigung e. V.		
Infor-ma-ti-ons-stelle Edel-stahl Rost-frei		
Deutscher Schraubenverband e.V.		
Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie e.V.		
Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. (GDA)		
Netzwerk Surface – Kompetenznetzwerk für Oberflächentechnik		
BVT Verband Tore – Bundesweite Vereinigung von Tor- und Schrankenherstellern und Zulieferern für die Torindustrie		
Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.		
Industrieverband Feuerverzinken//Insitut Feuerverzinken GmbH		
BDG - Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie e. V.		
Wirtschaftsvereinigung Metalle		
Wirtschaftsvereinigung Stahl		
Wirtschaftsvereinigung Stahlrohre e.V.		
Fachverband Elektrowerkzeuge im Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)		
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.		
Stahlinstitut VDEh – Gesellschaft zur Förderung der Eisenforschung mbH		
FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.		
Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. WSM		

Industrieverband Härtetechnik e.V. (IHT) Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Fachverband Präzisionswerkzeuge e.V. Industrieverband Massivumformung e. V. Industrieverband Gitterroste e. V. Verband der Deutschen Fedemindustrie e.V. (VDFI) Industrieverband Blechumformung e.V. (IBU) Verband Deutscher Blitzschutzfirmen e.V. IFBS – Internationaler Verband für den Metallleichtbau Fachverband Verbindungs- und Befestigungstechnik (VBT) Bundesverband Lagerbehälter e.V. Arbeitskreis Stahl tanks Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. Bauforumstahl e.v. Fachvereinigung Stahlflanschen e.V. Fachverband Ferrolegierungen, Stahl- und Leichtmetallveredler e.V. Fördergesellschaft Metalverpackungen MBH (FGM) Fachverband Pulvermetallurgie e.V. (FPM) Verband der Deutschen Drehteile-Industrie Herstellervereinigung Industrieschilder im Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien (FMI) e.V Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien (FMI) e.V Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien e.V. (FMI) Organisation europäischer Hersteller von Kupfergusslegierungen Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie		
--	--	--

Angrenzende Branchen		
Bundesverbände	Landesverbände NRW	Regionale Verbände Bergisches Städtedreieck/Bergisches Land
Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke		
Netzwerk Ressourceneffizienz	RIN Stoffströme - Regionale Innovationsnetzwerk Modellregion für eine innovative und nachhaltige Stoffstromnutzung Rheinland	Neue Effizienz Förderverein Bergisches Institut für Produktentwicklung und Innovationsmanagement Gründerschmiede Remscheid e.V. Rheinisch-Bergisches Technologiezentrum Bergische Transferunde
IT		
		Networker NRW e.V. – Regionalforum Bergisches Land
(Industrie-)Logistik		
DSLVB Bundesverband Spedition und Logistik e.V. Forschungsgemeinschaft für Logistik e.V.	Verband Spedition und Logistik Nordrhein-Westfalen e.V. Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen (VVWL) e. V. - Landesverband Spedition + Logistik	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. - Region Bergisches Land

	Verband Spedition und Logistik Nordrhein-Westfalen e. V.	
Abfallwirtschaft		
Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V.		Bergischer Abfallwirtschaftsverband
Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V.		Verein zur Förderung der Abfallwirtschaft Region Rhein- Wupper e.V.
Entsorgungsgemeinschaft der deutschen Stahl- und NE-Metallrecyclingwirtschaft e.V. (ESN)		
Verband kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung e.V.		
Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung		
Interessengemeinschaft Deutsche Deponiebetreiber e.V.		
Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft e.V. (ESN)		
Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)		
Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.		
Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V.		
Handel		
Fachverband des Schraubengroßhandels e.V. (FDS)	Fachvereinigung Edelstahlhandel Nordrhein-Westfalen	
Verband Deutscher Metallhändler e. V.	Landesverband Spedition + Logistik im VVWL	
Edelstahlhandelsvereinigung		
Wirtschaftsverband Großhandel		
Metallhalbzeug e.V.		
Fachverband des Maschinen- und Werkzeug-Großhandels e.V. (FDM)		
Bundesverband Deutscher Stahlhandel		
Materialprüfung		
Bundesanstalt für Materialforschung und - prüfung		
Verband der Materialprüfungsanstalten		
Gesellschaft akkreditierter ZfPPrüfstellen (F-GZP)		
Deutscher Verband Unabhängiger Prüflaboratorien e.V.		
Deutsche Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM)		
Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.		
DGM - Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.		

Bestehende Netzwerke im Bereich Metallverarbeitung oder angrenzenden Branchen im Bergischen Städtedreieck

Kategorie/Branche	Begrenzung auf Bergisches Land	Name	Link
<i>BSD= nur Bergisches Städtedreieck, BL= Bergisches Land, NRW=NRW, D=Bundesverbände</i>			
Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke	BL/NRW	RIN Stoffströme - Regionale Innovationsnetzwerk Modellregion für eine innovative und nachhaltige Stoffstromnutzung Rheinland	https://www.stoffstroeme.de/
Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke	BSD	Neue Effizienz	https://www.neue-effizienz.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Werkzeugindustrie (FWI) e.V.	http://www.werkzeug.org/
Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke	BSD/BL	Förderverein Bergisches Institut für Produktentwicklung und Innovationsmanagement	https://www.ipi.uni-wuppertal.de/de/ueber-das-institut/foerderverein.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe (FGW) e. V (An-Institut BUW)	https://www.fgw.de/ueber-uns/
Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke	BSD	Gründerschmiede Remscheid e.V.	https://gruenderschmiede.org/

Brachenübergreifende Innovationsnetzwerke	BL	Rheinisch-Bergisches Technologiezentrum	https://www.tz-bg.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Schneid- und Haushaltswaren (IVSH)	https://ivsh.de/ueber-den-ivsh
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BL	Maschinenbau Netzwerk Bergisch Land	https://www.maschinenbaunetzwerk.de/
IT	BL	Networker NRW e.V. – Regionalforum Bergisches Land	https://www.networker.nrw/regionen/bergisches-land.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BL	Unternehmerstammtisch Automotive	-
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BL	VBU Vereinigung der Bergischen Unternehmerverbände	https://vbu-net.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Metall Arbeitgeberverband Solingen e.V.	https://www.vbu-net.de/ueber-uns/mitgliedsverbaende-mit-tarifbindung/agv-solingen.html

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Arbeitgeberverband der Metallindustrie von Wuppertal & Niederberg e.V.	https://www.vbu-net.de/ueberuns/mitgliedsverbaeude-mit-tarifbindung/metalindustrie-wuppertal-und-niederberg.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Fachinnung für Metall- und Graviertechnik Remscheid	https://metall-graviertechnik.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Innung für Metall Wuppertal	https://www.metallhandwerk-wuppertal.de/die-innung/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Innung für Metallhandwerke Solingen	https://handwerk-sgw.de/metallbau-innung
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Kreishandwerkerschaft Remscheid	https://www.handwerk-remscheid.de/star-tseite.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Schloss- und Beschlagindustrie e. V.	https://www.fvsb.de
Handel	D	Fachverband des Maschinen- und Werkzeug-Großhandels e.V. (FDM)	http://www.fdm.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Elektrowerkzeuge im Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)	https://www.zvei.org/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Herstellerverband Haus & Garten e.V. (Köln)	https://herstellerverband.de/
(Industrie-)Logistik	BL	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. - Region Bergisches Land	https://bergischland.bme.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	3D Netzwerk	https://www.3dnetzwerk.com/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Netzwerk Surface – Kompetenznetzwerk für Oberflächentechnik	https://netzwerk-surface.net/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer e.V.	https://www.vdwf.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband der deutschen Pinsel- und Bürstenhersteller e.V.	https://pinselbuersten.de/
Branchenübergreifende Innovationsnetzwerke	D	Netzwerk Ressourceneffizienz	https://www.neres.de/startseite/
Branchenübergreifende Innovationsnetzwerke	BL	Bergische Transferrunde	https://www.transferrer.uni-wuppertal.de/de/wirtschaft-trifft-wissenschaft/netzwerke/bergische-transferrunde.html
Abfallwirtschaft	BL	Bergischer Abfallwirtschaftsverband	https://www.bavweb.de/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Industrie verschiedener Eisen- und Stahlwaren e.V.	ifest.de
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	BVT Verband Tore – Bundesweite Vereinigung von Tor- und Schrankenherstellern und Zulieferern für die Torindustrie	https://www.bvt-tore.de/home
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Kreishandwerkerschaft Solingen-Wuppertal	handwerk-sgw.de
Abfallwirtschaft	D	Entsorgergemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft e.V. (ESN)	https://www.esn-info.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.	http://www.aluinfo.de/startseite.html
Abfallwirtschaft	D	Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)	https://www.bdsv.org/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Feuerverzinken//Insitut Feuerverzinken GmbH	https://www.feuerverzinken.com/
Handel	D	Verband Deutscher Metallhändler e. V.	http://www.vdm.berlin/index.php
Materialprüfung	D	Deutsche Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM)	https://dvm-berlin.de
Materialprüfung	D	Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.	https://www.dgzfp.de/
Materialprüfung	D	DGM - Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.	https://www.dgm.de/dgm/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	BDG - Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie e. V.	https://www.bdgu.ss.de/home/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Wirtschaftsvereinigung Metalle	https://www.wvmetalle.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Wirtschaftsvereinigung Stahl	https://www.stahl-online.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Wirtschaftsvereinigung Stahlrohre e.V.	https://www.wv-stahlrohre.de/
Handel	D	Bundesverband Deutscher Stahlhandel	www.stahlhandel.com
Handel	D	Wirtschaftsverband Großhandel Metallhalbzeug e.V.	http://www.wgm-berlin.de
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie e.V.	http://www.gdb-online.org/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. (GDA)	http://www.aluinfo.de
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Elektrowerkzeuge im Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)	https://www.zvei.org/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.	https://bdi.eu/
Branchenübergreifende Innovationsnetzwerke	D	Stahlinstitut VDEh – Gesellschaft zur Förderung der Eisenforschung mbH	https://www.vdeh.de/
Branchenübergreifende Innovationsnetzwerke	D	FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.	https://www.stahlforschung.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Edelstahl-Vereinigung e. V.	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Infor-ma-ti-ons-stelle Edel-stahl Rost-frei	https://www.edelstahl-rostfrei.de/
Materialprüfung	D	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	www.bam.de
Materialprüfung	D	Verband der Materialprüfungsanstalten	https://www.vmpa.de/
Materialprüfung	D	Gesellschaft akkreditierter ZfPPrüfstellen (F-GZP)	https://www.dgzfp.de/fgzp/
Materialprüfung	D	Bundesverband Metall	https://www.metallhandwerk.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	NRW	Fachverband Metall Nordrhein-Westfalen	https://metallhandwerk-nrw.de/
Materialprüfung	D	Deutscher Verband Unabhängiger Prüflaboratorien e.V.	https://vup.de/
Handel	D	ArGeZ Arbeitsgemeinschaft Zulieferindustrie	http://www.argez.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. WSM	https://www.wsm-net.de/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Härtetechnik e.V. (IHT)	https://haertetechnik.org/
Abfallwirtschaft	D	Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V.	https://www.bde.de/
Abfallwirtschaft	D	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.	https://www.bvse.de
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Fachverband Präzisionswerkzeuge e.V.	https://www.vdma.org/
Abfallwirtschaft	D	Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung	www.asa-ev.de/
Abfallwirtschaft	D	Interessengemeinschaft Deutsche Deponiebetreiber e.V.	www.inwesD.de
Abfallwirtschaft	D	Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V.	www.dgaw.de
Abfallwirtschaft	D	Verband kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung e.V.	https://www.vku.de/abfallwirtschaft
Abfallwirtschaft	BL	Verein zur Förderung der Abfallwirtschaft Region Rhein-Wupper e.V.	https://www.awrw.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	NRW	METALL NRW – Verband der Metall- und Elektro-Industrie Nordrhein-Westfalen e.V.	https://metall.nrw/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Arbeitgeberverband Stahl e.V.	https://www.agvstahl.de/index.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Massivumformung e. V.	https://www.massivumformung.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	NRW	Draht-Welt Südwestfalen – netzwerkdraht e.V.	https://www.netzwerkdraht.de/

Handel	D	Edelstahlhandelsvereinigung	https://edelstahlhandel.org/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Gitterroste e. V.	https://www.gitterroste-online.de/kontakt/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband der Deutschen Federnindustrie e.V. (VDFI)	https://www.federverband.de/
(Industrie-)Logistik	NRW	Landesverband Spedition + Logistik im VVWL	https://www.vvwle/vvwle1/landesverband-spedition-logistik/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	NRW	Landesvereinigung der Unternehmensverbände Nordrhein-Westfalen e.V.	https://www.undernehmer.nrw/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Industrieverband Blechumformung e.V. (IBU)	https://www.industrieverband-blechumformung.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband Deutscher Blitzschutzfirmen e.V.	https://blitzschutz.eu/index.php
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Deutscher Schraubenverband e.V.	https://www.schraubenverband.de/start/?no_cache=1
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	IFBS – Internationaler Verband für den Metallleichtbau	https://ifbs.eu/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Verbindungs- und Befestigungstechnik (VBT)	https://www.vbt-online.com/
Handel	NRW	Fachvereinigung Edelstahlhandel Nordrhein-Westfalen	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Bundesverband Lagerbehälter e.V. Arbeitskreis Stahltanks	https://www.behaelterverband.de/1/startseite/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V.	https://www.fsv-hagen.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Bauforumstahl e.v.	bauforumstahl.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachvereinigung Stahlflanschen e.V.	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Ferrolegierungen, Stahl- und Leichtmetallveredler e.V.	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fördergesellschaft Metallverpackungen MBH (FGM)	https://www.metallverpackungen.de
(Industrie-)Logistik	D	DSLV Bundesverband Spedition und Logistik e.V.	https://www.dslv.org/
(Industrie-)Logistik	NRW	Verband Spedition und Logistik Nordrhein-Westfalen e. V.	http://www.vsl-nrw.de/

(Industrie-)Logistik	NRW	Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen (VVWL) e. V. - Landesverband Spedition + Logistik	https://www.vvwl.de/vvwl-1/landesverband-spedition-logistik/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Pulvermetallurgie e.V. (FPM)	https://www.pulvermetallurgie.com/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verband der Deutschen Drehteile-Industrie	https://dreh.info/de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Herstellervereinigung Industrieschilder im Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien (FMI) e.V Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien (FMI) e.V	http://www.fmi.de/industrie.htm
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien e.V. (FMI)	fmi.de
Handel	D	Fachverband des Schraubengroßhandels e.V. (FDS)	https://www.fds-online.de/
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW)	www.vdw.de
(Industrie-)Logistik	D	Forschungsgemeinschaft für Logistik e.V.	https://fglnet.de/
Abfallwirtschaft	D	Entsorgungsgemeinschaft der deutschen Stahl- und NE-Metallrecyclingwirtschaft e.V. (ESN)	https://www.esn-info.de/de/impresum.php?sid=169
Abfallwirtschaft	D	Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V.	https://www.bdsv.org/

produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Organisation europäischer Hersteller von Kupfergusslegierungen	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Gesamtverband der Deutschen Buntmetallindustrie	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Wirtschaftsvereinigung Metalle	
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	D	Fachverband der Präzisionswerkzeugmechaniker e. V.	https://fdpw.de
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	BSD	Bergische IHK	bergische.ihk.de/
Branchenübergreifende Innovationsnetzwerke	BSD	Bergische Transferrunde	https://www.transfer.uni-wuppertal.de/de/wirtschaft-trifft-wissenschaft/netzwerke/bergische-transferrunde.html
produzierende Unternehmen/Handwerk/Vorleistungen/Metallverarbeitung	Ennepe Ruhr Kreis	Fachwerk Metall e.V. – Das Kompetenznetzwerk der Metallverarbeitung im Ennepe-Ruhr Kreis	http://www.fachwerkmetall.de

produzierende Unternehmen/Handwerk/V erleistungen/Metallverarbei tung	BSD	Berufsbildungszentrum der Remscheider Metall- und Elektroindustrie GmbH	https://www.bzi-rs.de/index.php/ausbildung/
Abfallwirtschaft	BL	AWG Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH Wuppertal	http://www.awg.wuppertal.de/