

Abschlussbericht Deutsche Bundesstiftung Umwelt

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Forschungsprojekt „HeizKreis“

Rückholung und Weiterverwendung Seltener Erden Magnete -
Kreislaufschließung bei Heizungspumpen

AZ: 33943/01

Projektbeginn: 01.07.2017

Verfasser:

Lutz Baberg

Thomas Fetting

Sonja Heil

Alexa Klocke

Christine Ruhe

Gabriele Seidel

Alexander Uphues

Christian Blackert

Lukas Harbarth

Ralf Holzhauer

Frank Müller

Florian Schubert

Fabienne Steffens

Stefan M. Winter



Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt	3
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	7
Einleitung.....	8
Zielsetzung.....	10
Vorstellung der Projektpartner	10
Projektorganisation.....	12
Arbeitspaket 1 – Mengenströme und Verwertungswege.....	14
Arbeitspaket 2 – Wertschöpfung entlang der Verwertungskette.....	17
Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43.....	19
Arbeitspaket 3 – Kommunikations- und Motivationsstrategie	21
Sanitär-, Heizung- und Klimabetriebe – Umfrage	22
Konzeptentwicklung.....	24
Arbeitspaket 4 – Herstellereigener Wiederverwendungs-/ Wiederverwertungsprozess	26
Prozesse zur Entmagnetisierung	29
Prozesse zur Wiederverwendung und -verwertung von Magneten.....	33
Arbeitspaket 5 – Qualitätsmanagement	35
Arbeitspaket 6 – Pilotversuch.....	37
Planung.....	37
Durchführung	39
Auswertung	40
Ökobilanzieller Vergleich.....	44
Durchführung des ökobilanziellen Vergleiches.....	46
Auswertung des ökobilanziellen Vergleichs	48
Arbeitspaket 7 – Nachhaltiges Kommunikationskonzept	50
Außendienstmitarbeiter Interviews	50
Pilotteilnehmer – Umfrage.....	53
Abschlussveranstaltung – Expertengespräch.....	54
Konzepte für deutschlandweites Rückholkonzept.....	54
Konzeptidee Nr.1 - Rückführung vom SHK-Betrieb direkt zu Hersteller.....	55
Konzeptidee Nr.2 - Rückführung über „THE METAL BOX“	55
Konzeptidee Nr.3 - Rückführung über den Großhandel und „THE METAL BOX“	56
Öffentlichkeitsarbeit.....	57

Graduierteninstitut NRW – Fachgruppe Ressourcen, Gelsenkirchen, 06.12.2017 und Fachgruppe Ressourcen, Leverkusen, 06.11.2018	57
ERFA Kreis, Hamburg, 13.04.2018	57
nachhaltig.digital, Bonn. 15.05.2018.....	57
FORSCHUNG 21, Landtag NRW, Düsseldorf, 05.06.2018	58
SHK-TV Auftritte, August 2018	59
Fraunhofer IML – Zukunftskongress Logistik 2018, Dortmund, 11.09.2018 – 12.09.2018.....	59
Veröffentlichungen.....	59
Fazit und Ausblick.....	60
Literatur	61
Anhang	62
1. Anhang – Zeitplan.....	63
2. Anhang – SHK Umfrage und Ergebnisse	64
3. Anhang – Wertschöpfung Analyseergebnisse.....	76
4. Anhang – Flyer Akquise Pilotprojekt	82
5. Anhang – Flyer „THE METAL BOX“	86
6. Anhang – Prozess der Entmagnetisierung.....	87
7. Anhang – Außendienstmitarbeiter Interview Fragebogen	88
8. Anhang – Pilotteilnehmer Umfrage.....	91

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	33943/01	Referat	31	Fördersumme	234.195,00 €
Antragstitel	HeizKreis – Rückholung und Weiterverwendung seltener Erden Magnete – Kreislaufschließung bei Heizungspumpen				
Stichworte	Recycling, Ressource Management, Produkt				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
24 Monate	01.07.2017	30.06.2019			
Zwischenberichte	30.06.2018				
Bewilligungsempfänger	Westfälische Hochschule Neidenburger Str. 43 45897 Gelsenkirchen			Tel	0209 9596 163
				Fax	
				Projektleitung	Prof. Dr. Ralf Holzhauer
				Bearbeiter	Lukas Harbarth
Kooperationspartner	WILO SE, Dortmund TSR Recycling GmbH & Co. KG, Bottrop Winter GmbH, Frankfurt Kurt Pietsch GmbH & Co. KG, Ahaus Th. H. Heidemann GmbH & Co. KG, Schwerte Vollmer GmbH & Co. KG, Arnsberg				

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Die Produktrückholung am Ende der Nutzungsphase stellt in der Kreislaufwirtschaft ein politisch und ökonomisch komplexes, aber zukunftsweisendes Themenfeld dar. Das Projekt „HeizKreis“ verfolgt das Ziel, Heizungspumpen einem geschlossenen Kreislaufwirtschaftssystem zuzuführen. Hierbei soll der Kreislauf der Rückholung und der Wiederverwertung der Nd-Fe-B-Magnete und anderer Pumpenbauteile geschlossen werden.

In Deutschland werden jährlich ca. 1.000.000 Heizungspumpen neu auf den Markt gebracht, was im Umkehrschluss bedeutet, dass ein großer Teil „alter“ Heizungspumpen ausgetauscht werden (Consultic, 2015). Hier liegt das große Potential hinsichtlich der Wiederverwertung und Wiederverwendung, das aktuell nicht genutzt wird, da es zurzeit keine industriellen Rückgewinnungswege der Magnete gibt. Sie landen nach dem Ausbau der Pumpen ungenutzt mit dem Stahlanteil in der Stahlrecyclingbranche und sind für immer verloren. Dies hat technische, logistische, betriebswirtschaftliche als auch motivationsbedingte Ursachen. In erster Linie besteht kein systematischer Zugang zu den direkten Nutzern und Eigentümern von Altpumpen. Der Vertrieb der Pumpen ist in drei Stufen aufgeteilt: Der Hersteller, in dem Fall die Firma Wilo, beliefert die Großhändler, die anschließend die Heizungspumpen weiter an die Installateure (SHK-Betriebe) vertreiben. Diese installieren die Pumpen bei privaten und gewerblichen Endkunden. Altpumpen gelangen bisher noch nicht über den Recycler an den Hersteller zurück, sondern landen anschließend im Elektro- und Elektronikschrott evtl. über Umwege bei einem Verwerter. Mit dem Projekt „HeizKreis“ soll eine zirkuläre Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Großhändler, Installateuren und Recycler geschaffen werden. Die existierenden Hemmnisse werde aufgezeigt und Lösungsansätze entwickelt.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Das Projekt ist in sieben Arbeitspakete, teilweise mit Unterarbeitspaketen unterteilt. Diese bedingen sich größtenteils gegenseitig, laufen teilweise aber auch parallel ab.

Zunächst werden die aktuellen Mengenströme und Verwertungswege von Alt- und Neupumpen herstellerübergreifend analysiert. Dazu werden offizielle Statistiken (DESTATIS), Datenerhebungen der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV) und Umfragen bei ausgewählten

Unternehmen der Schrottwirtschaft und kommunalen Recyclinghöfen herangezogen (AP1). Mit den gewonnenen Informationen wird die Wertschöpfung entlang der Verwertungskette analysiert und bewertet. Vorab wird diese, aufgeteilt in sämtliche aus den Heizungspumpen stammenden Stoffströme, detailliert dargestellt. Der Fokus liegt auf den Nd-Fe-B-Magneten. Durch die Datenlage des BDSVs können Schrotterlöse abgeschätzt werden, die bei dem bestehenden Geschäftsmodell erzielt werden können. Die Darstellung der Verwertungswege ermöglicht, den finanziellen Aufwand zum Handling mit ausrangierten Heizungspumpen zu beziffern (AP2). Um eine Rückführung der ausrangierten Pumpen zu garantieren, müssen geeignete Motivations- und Kommunikationsstrategien für die Vertriebs- und Verwertungskette erstellt werden. Dazu müssen den Unternehmen Win-win-Situationen aufgezeigt werden, sodass diese sich dazu bereit erklären, die gebrauchten Heizungspumpen einer Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung zuzuführen. Die Möglichkeiten der unbürokratischen und einfach durchzuführenden Sammlung müssen aufgezeigt werden. Dabei können sowohl ökonomische Anreize, wie Bonussystem, direkte Auszahlungen oder Rabatte bei Neukäufen, als auch ökologische Inzentive, wie Bewusstmachen von CO₂-Einsparungen und Ressourcenschonung bei Wiederverwendung von Pumpenbauteilen, speziell Permanentmagnete, kommuniziert werden (AP3). Mit den Ergebnissen werden Prozesse konzipiert, wie die recycelten Nd-Fe-B-Magnete in den bestehenden Prozess zur Produktion von Heizungspumpen den Qualitätsstandards entsprechend wiedereingegliedert werden können. Dazu wird der bestehende Fertigungsprozess zum Einbau der Magnete analysiert. Weiter werden zurückgeholte Heizungspumpen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und ihrer Magnete untersucht (AP4). Ein Konzept zur Qualitätsüberprüfung und –sicherung wird erstellt, um die gebrauchten Magnete zielgerecht der Wiederverwendung, Wiederverwertung oder einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Die Qualitätsstandards von neuwertigen Magneten, die in neue Heizungspumpen verbaut werden, werden dafür zunächst katalogisiert und es gilt diese bei der Wiederverwertung bzw. Wiederverwendung einzuhalten. Die Magnete werden einer Qualitätsüberprüfung unterzogen, bei der magnetische Feldstärke, Oberflächenbeschaffenheit, geometrische Abmessungen, sowie äußere und innere Beschädigungen überprüft werden (AP5). Die entwickelten Strategien und Konzepte werden in einem Modellversuch mit sämtlichen Partnern des Projektes „HeizKreis“ erprobt und abschließend ein ökobilanzieller Vergleich gezogen (AP6). Die Ergebnisse des Forschungsprojekts werden in Fachzeitschriften und Vorträgen veröffentlicht. Weiter soll ein nachhaltiges Kommunikationsnetzwerk aufgebaut werden, das es erlaubt ausgebaute Magnete aus Heizungspumpen den jeweiligen Unternehmen zuzuordnen (AP7).

Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <http://www.dbu.de>

Ergebnisse und Diskussion

Innerhalb des Sammelpiloten wurden 185 Pilotteilnehmer für die Pumpensammlung und -rückführung dokumentiert. Darunter waren 183 Fachhandwerksbetriebe verschiedener Betriebsgrößen, ein Industrieunternehmen und ein Metallgroßhandel. Mit Hilfe aller 185 Pilotteilnehmer sind 3.264 Altpumpen mit einem Gewicht von 15,98 Tonnen zurückgeführt worden. Es ergibt sich eine durchschnittliche Pumpenmenge von 6 Pumpen pro Monat je Pilotteilnehmer; für die durchschnittliche Pumpenmenge pro Monat je Fachhandwerksbetrieb ergibt sich eine Menge von 5.

2.660 Altpumpen sind vollständig analysiert worden; die Differenz ergibt sich aufgrund von einer verspäteten Pumpenlieferung zurück zu Wilo. Alle weiteren Ergebnisse beziehen sich auf die analysierte Gesamtmenge von 2.660 Altpumpen. 1.672 Pumpen (63%) wurden über die Kleinbehälterlösung „THE METAL BOX“ durch TSR zurückgeführt. Über die Direktabholung durch WILO sind insgesamt 654 Pumpen gesammelt worden (25%); mit der Rückführung über den Großhandel Pietsch waren es 134 Pumpen (5%). Die geringen Mengen über Hersteller und Großhandel sind dadurch bedingt, dass die Vertriebswege dieser Kanäle während der Akquise der Pilotteilnehmer, die „THE METAL BOX“ beworben haben. 200 WILO-Pumpen fielen über den Metallgroßhandel an (7%). Von den 2.660 Altpumpen könnten potentiell, abhängig vom Baujahr des Pumpenexemplars, alle 1.846 WILO-Fabrikate die Seltenen Erden Magneten enthalten (69%). Nach Demontage und Analyse der Altpumpen zeigte sich, dass 327 Altpumpen mit 724 der wertvollen Dauermagneten bestückt waren (12% der Gesamtpumpenmenge), was einem Magnetgewicht von 11 kg an Seltenen Erden entspricht. Weiter war eine Unterscheidung zwischen recyclebaren und nicht-recyclebaren Permanentmagnet nötig. In 196 Altpumpen waren nicht-recyclebare Magnete verbaut. Diese kunststoffgebundene SEM sind aufgrund des Fertigungsverfahren keiner Wiederverwendung oder Wiederverwertung zuzuführen. 131 Pumpen – 5% der Gesamtpumpenmenge – enthielten 528 heißgepresste und gesinterte Magnete und waren somit recyclefähig. Für eine direkte Wiederverwendung nach erfolgreicher Qualitätskontrolle waren 219 SEM geeignet (41%). Dies entspricht einer Zahl von 54 Neu-Pumpen, in denen wiederverwendbare und überprüfte Magneten reintegriert werden könnten.

Um das Potential für ein Roll-Out in ganz Deutschland abzuschätzen, sind erste Hochrechnungen mit Hilfe der Erkenntnisse aus der Pilotphase berechnet worden. Es gibt über 50.000 Fachhandwerksbetriebe

deutschlandweit. Verrechnet mit dem prozentualen Anteil an effektiv-sammelnden Betrieben aus der Pilotphase (62%), würden 31.000 Fachhandwerksbetriebe 2.232.000 Pumpen jährlich herstellerübergreifend sammeln. Auf die Magnetmenge heruntergerechnet könnten dadurch jährlich 125.719 wiederverwendbarer Magnete erfasst werden. Dies resultiert in 31.429 potentielle Neu-Pumpen pro Jahr, die mit wiederverwendbaren Magneten versehen werden könnten.

Auf Basis der Erkenntnisse der Pilotphase, getätigter SHK-Umfragen und Außendienstmitarbeiter-Interviews, und des abschließenden Expertengesprächs an der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen, sind verschiedene Konzepte für ein deutschlandweites Sammelsystem entwickelt worden:

1. Rückführung über Pumpenhersteller
2. Rückführung über Recyclingunternehmen
3. Rückführung über Großhandel in Kombination mit Recyclingunternehmen.

Mit den verbindlichen Zusagen der drei Parteien der Vertriebskette, Wilo (Hersteller), TSR (Recycler) und Pietsch (Großhandel) könnte das letzte Konzept eine durchführbare Lösung darstellen. Es starten zeitnah die Planungen für ein nachhaltiges Rückführungskonzept mit dem Ziel, die gesamte Bundesrepublik Deutschland abzudecken.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Eine erste Präsentation erfolgte gemeinsam mit der Firma WILO auf der B.A.U.M. Jahrestagung 2017. Das Projekt „HeizKreis“ wurde hier als Praxisbeispiel dargestellt.

Holzhauser R.: Circular Economy - Was bringt der neue Name?, B.A.U.M. Jahrestagung 2017, <http://www.baumev.de/Programm.html> ausgelesen 06.07.2017.

Bis zur Abgabe des Abschlussberichtes ist das Projekt auf den folgenden Veranstaltungen präsentiert worden:

Graduierteninstitut NRW – Fachgruppe Ressourcen in Gelsenkirchen
ERFA Kreis NRW in Hamburg
nachhaltig.digital in Bonn
Hochschulnetzwerk NRW im Düsseldorfer Landtag
Graduierteninstitut NRW – Fachgruppe Ressourcen in Leverkusen
Fraunhofer IML, Zukunftslogistik 2018 in Dortmund
Koop Kaffee an der Westfälischen Hochschule in Gelsenkirchen

Weiter sind Reportagen und Videobeiträge zusammen mit SHK-TV erstellt worden. Darüber hinaus ist in den Fachzeitschriften „RECYCLING Magazin“ und „Müll und Abfall“ das Forschungsprojekt „HeizKreis“ publiziert worden sowie in der RAS „Das Wirtschaftsjournal für die Gebäudetechnik“ (Ausgabe September 2018).

Fazit

Zusammenfassend ist durch das Forschungsprojekt „HeizKreis“ deutlich geworden, dass eine Kreislaufschließung von Heizungspumpen möglich ist. Der Anteil der Pumpen mit SEM ist bislang noch gering (12,29 %), jedoch wird dieser innerhalb der nächsten Jahre ansteigen. Seit 2001 werden Pumpen mit SEM verbaut - seit 2013 ausschließlich zu 100% - und in den Markt gebracht, wodurch die Rückläuferquote steigen wird. Die Erfahrungen dieses Leuchtturmprojektes zeigen, dass es durchaus möglich ist, die Unternehmen der gesamten Wertschöpfungskette eines hochwertigen Produktes zu vernetzen, um dadurch eine Rückholung aus dem Markt und somit eine Kreislaufschließung zu realisieren. Trotz immer noch nötiger Aufklärungsarbeit bezüglich richtiger Entsorgung von Altpumpen, zeigt das entgegengekommene Engagement und die Ergebnisse von Umfragen der Pilotteilnehmer, dass der Markt für eine Kreislaufschließung bereit ist.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Trendentwicklung der Neodymoxid Preise - hellblau Dollar/ kg Preise, dunkelblau Euro/ kg Preise – Tradium 2019	8
Abbildung 2 Wilo Pumpen im Motoren Schrott - Die Seltenen Erden Magneten gehen verloren.....	9
Abbildung 3 Das Projektteam bei TSR in Dortmund am 22.11.2017	13
Abbildung 4 Das Projektteam bei Vollmer in Arnsherg am 26.04.2018 – Unternehmensführung.....	13
Abbildung 5 Projektteam „HeizKreis" auf der Abschlussveranstaltung an der WHS am 06.06.2019...	14
Abbildung 6 Mengenstrom von Heizungsumwälzpumpen in Deutschland	15
Abbildung 7 Ist-Zustand der Vertriebswege (grün) und bisherigen Verwertungswegen (blau)	16
Abbildung 8 Soll-Zustand Verwertungswege. Bisherige Verwertungswege (blau), Kreislaufschließung der Pumpen zum Hersteller durch neue Verwertungswege (grün)	16
Abbildung 9 Demontierte Stratos Altpumpe.....	18
Abbildung 10 Gewichtszusammensetzung der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – Stofflichkeit [g%]	19
Abbildung 11 Gewichtszusammensetzung der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – Bauteilebene [g%]	20
Abbildung 12 Wertstofflös der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – [€%]	20
Abbildung 13 Schematische Darstellung der Metallpulver Legierungsherstellung für heißgepresste Magnete (Melt-Spin-Prozess) aus Magnequench Werkzeugkatalog	27
Abbildung 14 Wilo interne Magnetproduktion – Prozessablauf.....	28
Abbildung 15 Demontageprozess. Von links nach rechts: Auspressen des Stators aus Motorgehäuse. Einspannung des Rotors in Drehmaschine zur Freistellung des Rotorpakets. Ausdrücken der Seltenen Erden Magnete aus Rotorpaket.	29
Abbildung 16 Typische Hysterese-Kurve von Dauermagnetischen Werkstoffen (Quelle: WILO SE)	30
Abbildung 17 Optimaler Wechselfeldentmagnetisierungs-Prozess (links) mit Darstellung der Problematik der Amplitudenschrittweitenwahl (rechts). In Anlehnung an Ross 2007b, S.148; Deutsch 2012, S 191 f	31
Abbildung 18 Verschiedene Kurvenformen des Impulsstromes für die Magnetisierung (links) und Entmagnetisierung (rechts) (Quelle: WILO SE).....	32
Abbildung 19 Hysterese Schleifen mit dazugehörigem abklingenden Impulsstrom (Quelle: WILO SE).	32
Abbildung 20 Sintermagnet Verwertung - Ergebnisse aus den Versuchen mit Melt-Spinner in der Wilo Magnetproduktion	34
Abbildung 21 Typische Entmagnetisierungskurve von zwei Magneten aus der WILO Magnet Produktion.....	36
Abbildung 22 Rückführungswege für die Pilotphase. Die Pilotteilnehmer können ihre Altpumpen über die Wege A, B oder C zu Wilo zurückführen. A: Abholung durch Wilo bei ausreichender Pumpenmenge. B: Rückführung durch Großhandel Pietsch; dabei sind drei verschiedene Optionen möglich: Abgabe im Retourenlager in Ahaus, Abgabe an einer der Zentralstationen oder die Abholung der Altpumpen von der Baustelle durch den Großhandel Pietsch. C: Rückführung durch THE METAL BOX	38
Abbildung 23 Geographische Verteilung der Pilotteilnehmer (Quelle: WHS).	40
Abbildung 24 Pumpenmenge je Rückführungsweg. MGH = Metallgroßhandel	41
Abbildung 25 Pumpengewichte (in Tonnen) je Rückführungsweg. MGH = Metallgroßhandel	41
Abbildung 26 Zusammensetzung der zurückgeführten Pumpen hinsichtlich ihres Wiederverwertungs- und Wiederverwendungspotentials.....	42
Abbildung 27 Demontage eines zurückgeführten Rotorpakets – Links: Intaktes Rotorpaket mit Seltenen Erden Magneten. Rechts: Die enthaltenen SEM sind durch die Demontage beschädigt worden.....	43

Abbildung 28 Erste Hochrechnung für deutschlandweite Pumpensammlung mit den Erkenntnissen des Pilotversuches.....	43
Abbildung 29 Ansatz „cradle to grave“ (Quelle: Dennis Timmers).	44
Abbildung 30 Treibhauspotential.....	48
Abbildung 31 Versauerungspotential.....	49
Abbildung 32 Eutrophierungspotential.....	49
Abbildung 33 Ozonabbaupotential	50
Abbildung 34 Gründe der Fachhandwerksbetriebe für die Nicht-Teilnahme an der Pilotphase aus Sicht der ADM.....	51
Abbildung 35 Gründe der Fachhandwerksbetriebe für die Teilnahme an der Pilotphase aus Sicht der ADM.....	52
Abbildung 36 Übersicht der Anreize, die für eine langfristige Pumpenrückführung nötig sind.	53
Abbildung 37 Abschlussveranstaltung am 06.06.2019 an der WHS in Gelsenkirchen.	54
Abbildung 38 Thementisch im NRW Landtag in Düsseldorf - Forschung 21.....	58
Abbildung 39 Gewichtszusammensetzung der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – Stofflichkeit [g%]	76
Abbildung 40 Gewichtszusammensetzung der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – Bauteilebene [g%]	76
Abbildung 41 Wertstofflerlös der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – [€%]	77
Abbildung 42 Gewichtszusammensetzung der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – Stofflichkeit [g%]	77
Abbildung 43 Gewichtszusammensetzung der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – Bauteilebene [g%]	78
Abbildung 44 Wertstofflerlös der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – [€%]	78
Abbildung 45 Gewichtszusammensetzung der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – Stofflichkeit [g%]	79
Abbildung 46 Gewichtszusammensetzung der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – Bauteilebene [g%]	79
Abbildung 47 Wertstofflerlös der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – [€%]	80
Abbildung 48 Gewichtszusammensetzung der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – Stofflichkeit – [g%].....	80
Abbildung 49 Gewichtszusammensetzung der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – Bauteilebene – [g%]	81
Abbildung 50 Wertstofflerlös der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – [€%]	81

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einzelkomponenten der Wilo-Stratos Baureihe	17
Tabelle 2 Vergleich der Wertstoffanalyseergebnisse mit Verschrottung einer Pumpe mit und ohne Sortierung.....	18
Tabelle 3 Tabellarische Übersicht der Erlöse von Altpumpen mit und ohne Demontage	27
Tabelle 4 Tabellarische Übersicht der Prognose zur Entwicklung der zurückgeführten Pumpenmenge mit SEM in Deutschland für verschiedene prozentuale Wachstumsraten für zurückgeführte Pumpen mit SEM	44
Tabelle 5 Gewichtszusammensetzung der Verpackung Wilo-Stratos 50/1-9 (Quelle: WILO SE)	46
Tabelle 6 Transportwege der Altpumpen über die dreistufige Vertriebskette für Ist- und Soll-Zustand	46
Tabelle 7 Auflistung der Bauteile der Wilo-Stratos 50/1-9 mit entsprechenden Werkstoffbezeichnungen	47

Einleitung

In Zeiten der ausgehenden Rohstoffe ist ressourceneffizientes Wirtschaften in der heutigen Industrie zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit unabdingbar. Neben der ökonomischen haben die Unternehmen eine ebenso wichtige ökologische und soziale Verantwortung. Gerade Unternehmen, die Produkte in ihrem Portfolio führen, in denen Seltene Erden Elemente (SEE) verbaut werden, müssen sich dieser Verantwortung stellen.

Auch in modernen Heizungspumpen sind SEE in Form von Neodym-Eisen-Bor-Magneten (Nd-Fe-B-Magnete) verbaut. Diese beinhalten neben dem Neodym auch Dysprosium, Praseodym und teilweise Terbium. Zurzeit gibt es aber keine industriellen Rückgewinnungswege dieser Magnete. Dabei sind die Magnete das bedeutendste Anwendungsfeld dieser Seltenen Erden und wichtiger Rohstoffträger in allen Technologiebereichen (z. B. Elektromotoren in Industrie, Haushalt und konventionelle Automobilindustrie, Elektromobilität, Audioanwendungen und Windkraft) [1].

Heizungspumpen sind Bestandteil jedes Haushaltes bzw. jedes Mehrfamilienhauses, Gewerbegebäude und Industrieunternehmen. Die dort eingesetzten Pumpen tragen maßgeblich zum weltweiten Energieverbrauch bei. Heute betriebene Pumpen jeglicher Art sind für mindestens 10% des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich, darunter auch die projektrelevanten Heizungspumpen [2]. Unter anderem aus diesem Grund wurde 2005 die europäische Ökodesign-Richtlinie ins Leben gerufen, die die Anforderungen der umweltgerechten Gestaltung von Energy-related Products (ErP) regelt. 2009 wurde diese Richtlinie novelliert.

Zu dieser umweltgerechten Gestaltung zählt auch die Energieeffizienz. Diese kann bei Pumpen durch die Nutzung der Nd-Fe-B-Magnete in der Antriebstechnik erreicht werden. Allerdings ist der Abbau der des Neodyms, eine der 17 Seltenen Erden, mit hohen Belastungen für die Umwelt und schwankenden Preisen, wie in Abbildung 1 zu sehen – vor allem diktiert durch den Hauptlieferanten China – verbunden.

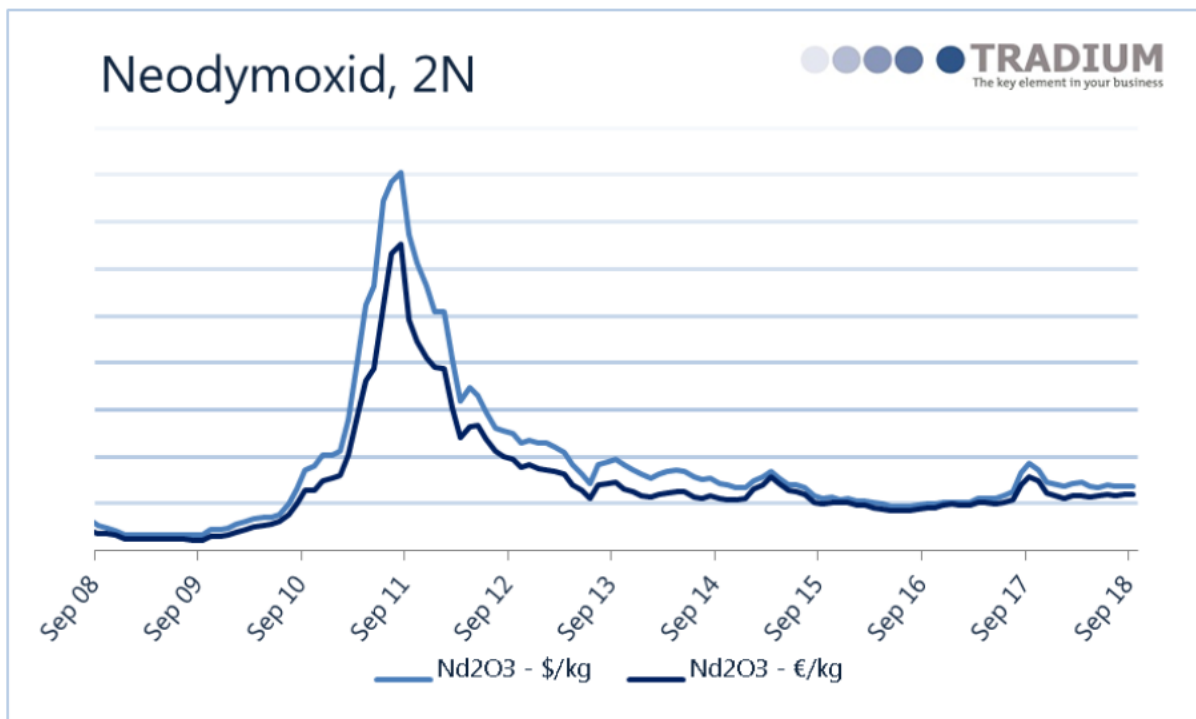


Abbildung 1 Trendentwicklung der Neodymoxid Preise - hellblau Dollar/ kg Preise, dunkelblau Euro/ kg Preise – Tradium 2019

Die Lebensdauer solcher Pumpen beläuft sich auf 6 bis 40 Jahre. Allein in Deutschland werden jährlich ca. 1.000.000 Heizungspumpen (Heizungsumwälzpumpen) auf den Markt gebracht [3]. Diese stellen ein Potential für einen Austausch von Alt gegen Neu dar. Diese Altpumpen bergen zusammen mit den verbauten Wertstoffen ein hohes Potential zur Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung, das aktuell nicht genutzt wird. Es existieren momentan keine Kreisläufe, die eine Wiederverwendung der Bauteile vorsehen. Eine zirkuläre Wertschöpfung, die gerade in Nordrhein-Westfalen ein hohes Potenzial birgt, findet somit nicht statt [4]. Ein hochwertiges Recycling dieser Magnete durch Kreislaufführung des Produktes am Ende des Lebenszyklus ist ein wesentlicher Beitrag zur Schonung der Ressourcen. Neben den o.g. Permanentmagneten beinhalten Heizungspumpen auch Stahl, Kupfer, Aluminium, Messing, Kunststoffe und Elektronikbauteile.

Die Pumpen werden nach dem Ausbau dem Elektroschrottreycling, wie in Abbildung 2 zu sehen, zugeführt. Die Magnete landen somit ungenutzt zusammen mit dem Stahlanteil in der Stahlrecyclingbranche und sind für immer verloren. Dass es zurzeit keine Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung von Pumpen und deren Bauteile gibt, hat eine Vielzahl von technischen, logistischen, betriebswirtschaftlichen und motivationsbedingten Ursachen (Ist-Zustand).



Abbildung 2 Wilo Pumpen im Motoren Schrott - Die Seltenen Erden Magneten gehen verloren

In erster Linie besteht kein systematischer Zugang zu den direkten Nutzern und Eigentümern von Altpumpen. Der Vertrieb von Heizungspumpen läuft in der Regel über drei Stufen. Der Hersteller, in dem Fall die Firma WILO SE, beliefert die Großhändler, die anschließend die Heizungspumpen weiter an die Installateure (SHK-Betriebe) vertreiben. Diese installieren zum Schluss die Pumpen bei privaten oder gewerblichen Endkunden. Die ausgebauten Altpumpen landen anschließend mit anderem Elektro- und Elektronikschrott und Motorschrott evtl. über Umwege bei einem Verwerter.

Zielsetzung

Das Projekt „HeizKreis“ zielt auf einen branchenweiten Lösungsansatz, der eine ressourcenschonende Kreislaufschließung von der Rückholung bis zur Wiederverwendung/-verwertung der Nd-Fe-B-Magnete und anderer Pumpenbauteile zulässt. Hierbei werden die Stufen des Vertriebswegs der neuen Heizungspumpen genutzt, um die ausgebauten Altpumpen zum Hersteller zurückzuholen und nach dem Ausbau der verwendbaren/ -verwertbaren Bauteile, speziell der Nd-Fe-B-Magnete, diese wieder in den Fertigungsprozess der Neupumpen zu reintegrieren oder, wenn dies nicht möglich ist, einer sortenreinen stofflichen Verwertung zuzuführen. Ausschlaggebend ist die unentbehrliche Motivation zur dezentralen Sammlung von Altpumpen aller der Kette beteiligten Unternehmen.

Aufgeteilt in sieben Arbeitspakete werden, basierend auf der dreistufigen Vertriebskette, technische, logistische und motivationspsychologische Rückhollösungen entwickelt, mit dem Ziel die Pumpenkomponenten einer Wiederverwendung und Wiederverwertung zuzuführen und wieder in die Produktion einzugliedern. Die verschiedenen Rückholwege werden in einem Demonstrationsprojekt hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit, Kosteneffizienz und Akzeptanz der Teilnehmer beurteilt, um ein finales Konzept zu präsentieren. Nach der vorherigen Analyse der Mengenströme und Verwertungswege der Heizungspumpen, werden Prozesse zur Qualitätsüberprüfung der Magnete aus Altpumpen konzipiert. Entscheidend für die Kreislaufschließung ist der Aufbau einer Kommunikations- und Motivationsstrategie, die ebenfalls in dem Pilotversuch erprobt wird und als nachhaltiges Kommunikationskonzept branchenübergreifend zur Motivation weiterer Industrieunternehmen dient.

Vorstellung der Projektpartner

Für den Erfolg eines Projektes wie „HeizKreis“ ist es entscheidend, dass jedes Glied der Vertriebskette in dem Projektteam vertreten ist. Daher sitzen neben der Westfälische Hochschule als wissenschaftliche Begleitung sowie Projektkoordinator und WILO SE als Pumpenhersteller, auch mit TSR Recycling GmbH ein Recyclingunternehmen, mit Kurt Pietsch GmbH & Co. KG ein Großhändler und mit Th. H. Heidemann GmbH & Co. KG und Vollmer GmbH & Co. KG auch zwei Betriebe der Sanitär, Heizung und Klima Branche (SHK) am Projektstisch. Darüber hinaus ist mit Winter GmbH eine Marketing-Agentur miteinbezogen, die als Expertin in Sachen Kommunikations- und Motivationsstrategien, gerade in der SHK-Branche, vertreten ist.

Westfälische Hochschule (Bewilligungsempfänger)

Die Westfälische Hochschule (WHS) bringt sich mit dem Zentrum für Recyclingtechnik in das Projekt „HeizKreis“ ein. Prof. Dr.-Ing. R. Holzhauser ist seit April 1994 Professor an der Westfälischen Hochschule. In der Lehre ist er verantwortlich für die Bereiche: Recyclingtechnik, Nachhaltigkeit und Biomassen Energiesysteme. Mit den Einsatzmöglichkeiten teilzerstörender Demontagetechnik bei Elektrokleingeräten beschäftigt sich das Labor für Mechanische Verfahrenstechnik bereits seit 1996. Seit 2012 finden Forschungsschwerpunkte im Bereich der Seltenen Erden-Metalle statt. Hierbei wurden Verfahren zur automatisierten Trennung von Hochleistungsmagneten entwickelt, welche im Labormaßstab sehr gute Ergebnisse erzielen. Verschiedene Bachelor- und Masterarbeiten wurden hierzu verfasst, deren Ergebnisse internationale Anerkennung in Vorträgen und Veröffentlichungen wie dem 13th International Electronics Recycling Congress IERC 2014, Salzburg; der Zeitschrift Müll und Abfall Nr. 9 2014; Going Green – CARE INNOVATION 2014, Wien November 2014 fanden.

Die Westfälische Hochschule als Kooperationspartner konnte in dieser Konstellation bereits die geförderten Projekte AIF Proinno II mit der Theco Kabelrecycling GmbH sowie TRAF0 mit der Johnson Controls AG erfolgreich durchführen. Hinzu kommen zahlreiche Industrieprojekte mit internationalen und

kommunalen Partnern wie Last-Mile-Logistic Netzwerk GmbH, autoonline GmbH, AGOS GmbH, Verband der Automobilverwerter, Stadt Gelsenkirchen, GNS GmbH, Baumineral GmbH, E.ON AG, Abfallverbrennungsanlage Kamp-Lintfort.

WILO SE

Die WILO SE ist einer der führenden Hersteller von Pumpen und Pumpensystemen für die Heizungs-, Kälte- und Klimatechnik sowie für die Wasserver- und Abwasserentsorgung. Seit der Gründung 1872 als Kupfer- und Messingwarenfabrik hat es sich zum Innovationsführer im Hightech-Pumpenbereich mit über 60 Tochtergesellschaften weltweit und mehr als 7.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern entwickelt. 2018 erreichte Wilo einen Umsatz von 1,46 Milliarden Euro. Die WILO SE hat im Jan. 2014 einen eigenen Bereich „Wilo Recycling-Center“ gegründet, um der zunehmenden Bedeutung der Ressourceneffizienz auch bei Altprodukten Rechnung zu tragen. Es sollen hierüber die Stoffströme aller Produktretouren gelenkt und der Prozess der aktiven Rückholung alter Produkte entwickelt werden. Ziel ist es, die Altprodukte materialgerecht zu zerlegen und insbesondere die Seltene Erden-haltigen Permanentmagnete herauszutrennen und sortenrein wiederzuverwenden/ -verwerten. Somit wird ein großer Beitrag geleistet, der Ressourcenkritikalität der SEE entgegenzutreten.

TSR Recycling GmbH & Co. KG

Die TSR Recycling GmbH & Co. KG ist ein starker Versorger der Stahl- und Metallindustrie mit Verarbeitungsstandorten in Europa und Handelsbüros weltweit. Als deutscher Marktführer und einer der fünf Top-Recycler in Europa organisiert TSR als Dienstleister Recyclingprozesse und liefert als Rohstoffversorger jährlich mehr als 7 Millionen Tonnen Sekundärrohstoffe an Stahlwerke, Gießereien und Metallhütten. Im Rahmen einer sich wandelnden Schrottbranche verstärkt TSR zunehmend sein kundenorientiertes Dienstleistungsangebot und bietet unter anderem Gesamtentsorgungskonzepte für gewerbliche Betriebe an. Mit ihren Aktivitäten schließt TSR wirtschaftliche Stoffkreisläufe zur nachhaltigen Entlastung der Industrie, der Konsumenten und damit auch der Umwelt – einfach und ohne Umwege vom Ende zum Anfang.

Winter GmbH

In den 20 Jahren seit der Gründung engagiert sich die Agentur Winter mit Leidenschaft für die Aufgaben ihrer Kunden. Beratend, konzeptionell und gestalterisch schaffen sie Lösungen und setzen ganzheitliche Projekte um. Mit langjähriger Erfahrung entwickeln sie auf der Grundlage individueller Kundenbedürfnisse zielorientierte Strategien und setzen Produkte und Dienstleistungen in Szene. Als Full-Service-Partner von Kunden transportieren sie konzeptionelle Ideen in Schrift, Bild und Grafik auf das Papier oder ins Netz. Und das wird effizient und zuverlässig erledigt. Mit ihrem kleinen Team verfügt die Agentur Winter über große Flexibilität und arbeitet seit vielen Jahren gemeinsam in der Projektrealisierung. Von der Beratung über die Konzeption bis hin zur Komplettprojektierung bieten sie alles aus einer Hand, damit der Kunde die Hände freihat für ihre Kernaufgaben.

Jede Aufgabenlösung beginnt mit einer Idee. Auch erfolgreiche Kommunikationskampagnen und Marketingaktionen finden so ihren Anfang. Die Agentur Winter begleitet ihre Kunden auf diesem Weg, ganz nach Wunsch auf Projektbasis oder als Full-Service-Dienstleister. Ihre Kernkompetenzen liegen in der Konzeption und Umsetzung von Image- und Produkt-Kampagnen, der Entwicklung von kundenspezifischen Partnerprogrammen, der Optimierung bestehender Kataloge und Neukonzeptionen, der Entwicklung von Maßnahmen und Aktionen zur Verkaufsförderung, Corporate Identity und Corporate Design, Kundenzeitungen, Magazine und Newsletter, in der Durchführung von Marktforschungen und Marktrecherchen und in der individuellen Kreation und Werbemittelproduktion.

Kurt Pietsch GmbH & Co. KG

Die Unternehmensgruppe Pietsch ist einer der führenden Großhändler der Sanitär-, Heizungs-, Umwelt-, Lüftungs- und Bedachungsbranche in Deutschland.

Das stetig wachsende Großhandelsunternehmen mit über 1000 Mitarbeitern, 130 Auszubildenden und rund 70 Standorten in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Sachsen kann so flächendeckend dem Kunden zur Verfügung stehen. Pietschs Kernkompetenz fußt auf dem Grundsatz: Die richtige Ware in der richtigen Qualität zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen. Diese traditionelle Anforderung ist und bleibt die Hauptaufgabe im Hintergrund. Mithilfe ihrer drei Regionalläger und einer LKW-Flotte von über 100 Fahrzeugen versorgt Pietsch täglich seine Handwerkskunden und kann eine schnelle und reibungslose Lieferung gewährleisten.

Vollmer GmbH & Co. KG

Seit der Gründung im Jahre 1945 ist Vollmer ein Unternehmen, das sich aus der Tradition heraus weiterentwickelt hat.

In den Bereichen Heizung, Klima- und Lüftung, Kälte und im Bereich Sanitär kennen sie sich aus. Sie planen, entwerfen und führen aus. Nach kundenspezifischen Anforderungen entstehen umweltbewusste Anlagen nach neuester Erkenntnis und Technik. Vollmer erledigt Wartungsarbeiten für Anlagen. Die regelmäßige Kontrolle aller Funktionen und der Austausch von Ersatzteilen wird von qualifizierten und regelmäßig geschulten Mitarbeitern ausgeführt. Die Wartung erhöht die Lebensdauer und die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Das Wissen und die Fähigkeiten hat Vollmer zu einem Unternehmen mit 86 Mitarbeitern werden lassen, die sich gerne neuen Herausforderungen stellen.

Th. H. Heidemann GmbH & Co. KG

Als Traditionsunternehmen setzt Heidemann ihr Know-how seit 60 Jahren erfolgreich für Privatkunden, Behörden sowie die Industrie im Bereich Sanitär, Heizung und Klima ein. In vielfältigen Geschäftsfeldern bieten sie höchste Qualität mit optimalem Preis-Leistungs-Verhältnis. 40 ausgebildete Fachkräfte und ein professionelles Ingenieurbüro sorgen für die perfekte Beratung, Planung sowie die fach- und termingerechte Ausführung.

Projektorganisation

Zu Beginn des Projektes ist eine Geheimhaltungsvereinbarung zwischen allen Projektpartnern beschlossen worden, um einen transparenten und dabei sicheren Datenaustausch zu ermöglichen.

Das Projektteam kommt in regelmäßigen Meetings zusammen, um die Projektfortschritte zu diskutieren und den weiteren Verlauf zu planen. Es wird versucht, die Austragungsorte so zu variieren, dass die Betriebe aller Projektpartner kennengelernt werden. Beispielsweise wurden wie in Abbildung 3 zusehen, die TSR in Dortmund und wie in Abbildung 4 zu sehen, die Vollmer GmbH in Arnsberg als Austragungsort ausgewählt.

Auf der Abschlussveranstaltung an der WHS wurden die Projektergebnisse vor einem ausgewählten Publikum vorgestellt. Weiter wurde in einer Expertendiskussion die Zusammenarbeit nach der Projektphase besprochen. Abbildung 5 zeigt das Projektteam auf dieser Veranstaltung.



Abbildung 3 Das Projektteam bei TSR in Dortmund am 22.11.2017



Abbildung 4 Das Projektteam bei Vollmer in Arnberg am 26.04.2018 – Unternehmensführung



Abbildung 5 Projektteam „HeizKreis“ auf der Abschlussveranstaltung an der WHS am 06.06.2019

Arbeitspaket 1 – Mengenströme und Verwertungswege

Im ersten Arbeitspaket wird eine herstellerübergreifende Analyse der aktuellen Mengenströme und der Verwertungswege nach dem Ausbau der Altpumpen durchgeführt.

Für die Anzahl der in Verkehr gebrachten Neupumpen werden zum einen die Vertriebszahlen der offiziellen Statistiken herangezogen. Zum anderen werden durch Umfragen bei ausgewählten Installateuren sowie bei ausgewählten Großhändlern direkt am Markt erfasste Zahlen erhoben.

Für die Ermittlung der Verwertungswege der ausgebauten Altpumpen wird ähnlich vorgegangen. Durch Umfragen bei ausgewählten Unternehmen der Schrottwirtschaft werden die Wege, die die Bauteile und Wertstoffe der Pumpen gehen, deutlich. Dabei wird zwischen dem Ist- und Soll-Zustand der Verwertungswege differenziert.

Basierend auf den Daten wird eine Mengenübersicht der in den Markt eingehenden und ausgehenden Heizungspumpen und deren Recyclingwege erstellt und ausgewertet. Beteiligt hierbei sind neben Wilo und WH auch die TSR sowie die Unternehmen SHK-Branche.

Wichtige Informationen hierfür wurden neben der Recherche auch durch einen Fragenkatalog, der zu Beginn des Projektes allen Projektteilnehmern ausgehändigt worden war, gesammelt.

Abbildung 6 zeigt den ermittelten Mengenstrom von Heizungsumwälzpumpen in Deutschland. Der Gesamtbestand an Heizungsumwälzpumpen beläuft sich auf 42.000.000 Pumpen [5]. Dieser Mengenstrom differenziert sich – mit den Marktanteil Wilos verrechnet – in 18.480.000 Wilo-Pumpen und 23.520.000 Nicht Wilo-Pumpen. Die Wilo-Pumpen lassen sich in zwei weitere Fraktionen von Pumpen unterteilen: mit SEM (4 Millionen) und ohne SEM (14 Millionen). Letztere besitzen zwar nicht die projektrelevanten Seltenen Erden Magnete, enthalten dennoch potentielle Bauteile und Wertstoffe, die zur Wiederverwendung/ -verwertung genutzt werden können. Die Heizungspumpen mit den SEM spalten sich in Pumpen mit nicht-kunststoffgebundenen SEM (1 Millionen) und Pumpen mit kunststoffgebundenen SEM (3 Millionen). Die unterschiedlichen Zusammensetzungen sind für das Recycling ausschlaggebend, da die nicht-kunststoffgebundenen SEM nach einer Aufbereitung wiederzuverwerten

sind. Für die nächste Produktgeneration strebt Wilo an, die kunststoffgebundenen SEM vollständig durch nicht-kunststoffgebundene SEM zu ersetzen.

Für das Projekt ergibt sich somit im Gesamtbestand ein Potential von 18.480.000 Heizungsumwälzpumpen, die sowohl die im Fokus liegenden SEM als auch andere für die Wiederverwertung und besonders Wiederverwendung interessanter Bauteile beinhalten.

Neben dem Gesamtbestand wird darüber hinaus auch die jährliche Menge, die in den Markt eingehenden Heizungsumwälzpumpen ermittelt. 1.000.000 Wilo-Pumpen werden jährlich in Deutschland vertrieben, wodurch sich – mit dem Marktanteil Wilos zurückgerechnet – eine herstellerübergreifende Zahl jährlich von 2.300.000 Pumpen ergibt. Das für eine Wiederverwertung und Wiederverwendung nutzbare Potential beläuft sich auf 1.000.000 Pumpen. Davon enthalten durchschnittlich 404.000 Pumpen die SEM, wovon wiederum 110.000 mit den nicht-kunststoffgebundenen SEM verbaut sind. Für das Projekt sind vor allem Pumpen aus dem Austauschgeschäft relevant. Hierzu ist das Verhältnis zwischen Ersteinbau von Pumpen und Austausch von Altpumpen erfragt worden: Wilo nimmt ein Verhältnis Ersteinbau zu Austausch von 80/20 % wahr; die SHK Betriebe bestätigen einen ähnlichen Trend von 65/35 %. Demzufolge werden potenziell 71.500 bis 88.000 Pumpen jährlich ausgetauscht, mit denen nach Kreislaufschließung aktuell ein Recycling stattfinden könnte.

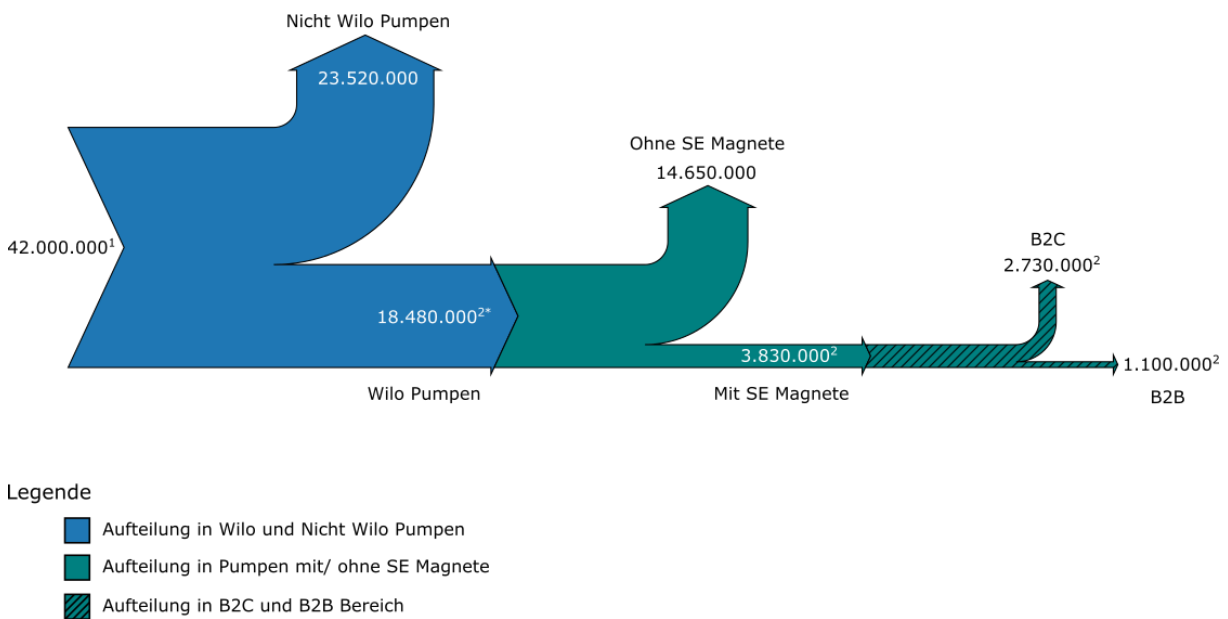


Abbildung 6 Mengenstrom von Heizungsumwälzpumpen in Deutschland

Der bisherige Verwertungsweg (Ist-Zustand) der Altpumpen ist in Abbildung 7 dargestellt. Der Endkunde ist in vier Kategorien zu unterteilen: Großbetriebe, Ein- und Zweifamilienhäuser, Miet-, Verwaltungs- & Gewerbeobjekte und Industrie. Ein geringer Teil der Altpumpen gelangt direkt z.B. in Kooperation zwischen Uniper SE und Wilo direkt zu Wilo zurück. Solche Kooperationen entstehen selten; der Großteil der Pumpen wird bei allen Kanälen von SHK-Betrieben ausgebaut.

Nach der Demontage durch den SHK Betrieb, teilt sich der Altpumpen-Strom in drei Stoffströme auf, die auch nach intensiver Recherche nicht detailliert beziffert werden können. Über die Projektteilnehmer ist es jedoch immerhin möglich, klare Zahlen zu deren Stoffströme zu erfassen. Zusammen mit Recycler und Großhändler wird allerdings nur ein geringer Teil der Altpumpen erfasst. Von den jährlich

potenziellen 71.500 bis 88.000 Altpumpen gelangen aktuell nur knapp 1.000 zurück zu Wilo. Der restlichen Pumpen finden zum Teil entgegen dem geltenden Elektro- und Elektronikgerätegesetz ihren Weg zu Schrotthändlern.

Im Ist-Zustand ist bereits eine beginnende Kreislaufschließung zu erkennen, jedoch sind die Mengen an zurückgebrachten Altpumpen verschwindend gering.

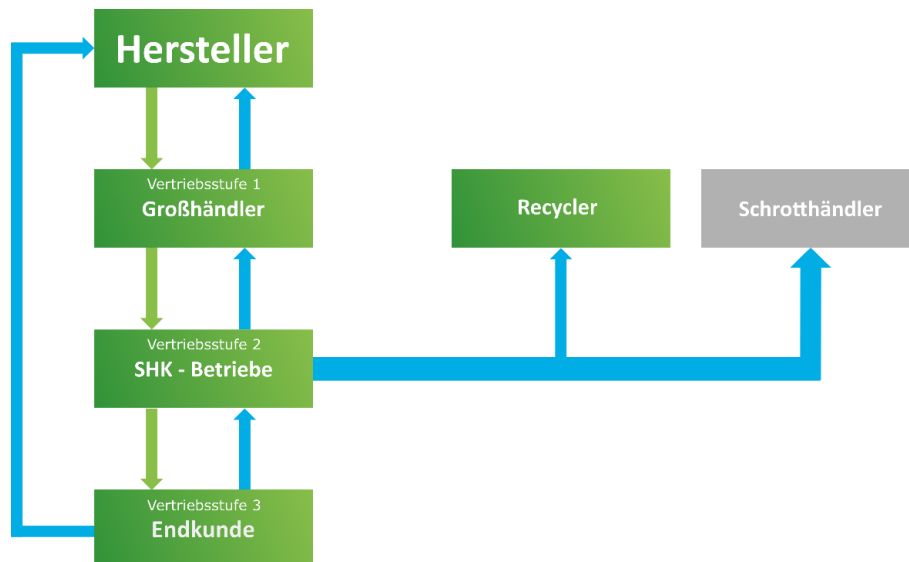


Abbildung 7 Ist-Zustand der Vertriebswege (grün) und bisherigen Verwertungswegen (blau)

Der Soll-Zustand nutzt die Strukturen des Ist-Zustandes (Abbildung 8). Die finale Kreislaufschließung soll in der Art umgesetzt werden, dass auch Altpumpen, die zurzeit bei Recyclinghöfen und Schrotthändlern gesammelt werden, ihren Weg zu Wilo zurückfinden. Die Großhändler erfassen momentan nur Pumpen innerhalb der Garantie- und Gewährleistungszeit. Auch hier sollen alle erfassbaren Pumpen gesammelt und zu Wilo zurückgeführt werden.

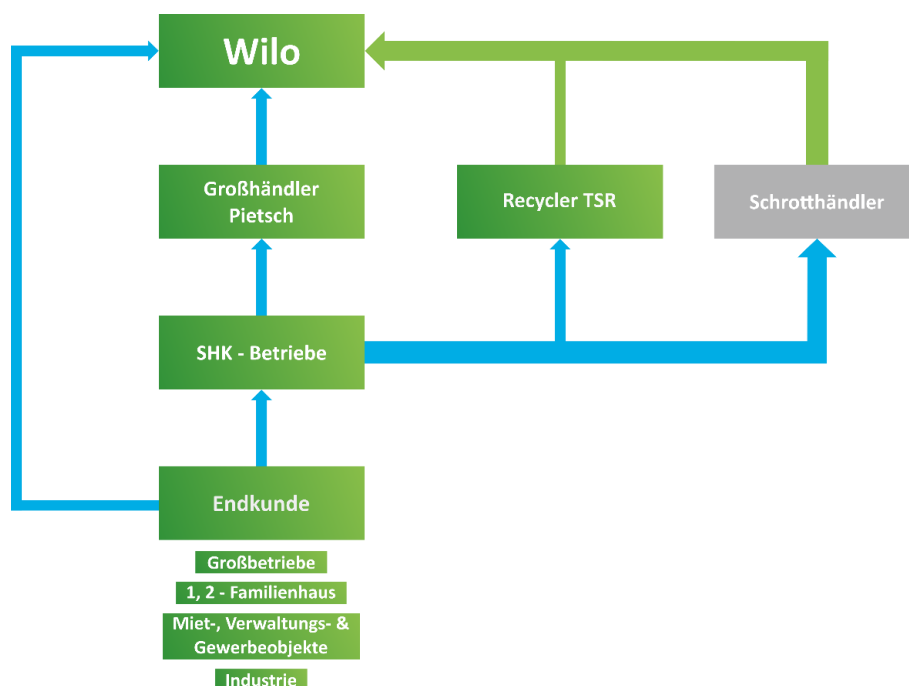


Abbildung 8 Soll-Zustand Verwertungswegen. Bisherige Verwertungswegen (blau), Kreislaufschließung der Pumpen zum Hersteller durch neue Verwertungswege (grün)

Arbeitspaket 2 – Wertschöpfung entlang der Wertungskette

Im zweiten Arbeitspaket wird über den gesamten Projektzeitraum, basierend auf den Erkenntnissen des ersten Arbeitspaketes, eine Analyse mit anschließender Bewertung der Wertschöpfung entlang der Wertungskette durchgeführt. Vorab wird die Wertungskette, aufgeteilt in sämtliche aus den Heizungspumpen stammenden Stoffströme, detailliert dargestellt. Der Fokus liegt auf den Nd-Fe-B-Magneten.

Durch die Datenlage von Wilo und TSR werden Schrotterlöse abgeschätzt, die bei dem bestehenden Geschäftsmodell erzielt werden können. Die Darstellung der Wertungswege ermöglicht, den finanziellen Aufwand zum Handling mit ausrangierten Heizungspumpen zu beziffern. Für das Projekt sind zunächst die Pumpen der Stratos Baureihe relevant, da diese die wertvollen und leicht recyclebaren Seltenen Erden Magnete enthalten. Die Stratos Serie besteht aus fünf verschiedenen Pumpentypen der Baureihe Wilo-Stratos (Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23, Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33, Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43, Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53, Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63), die sich in Motorgröße und Gewicht unterscheiden. Allgemein bestehen diese Pumpen aus 32 Einzelkomponenten (Tabelle 1) und Abbildung 9 zeigt eine vollständig demontierte Stratos Pumpe.

Tabelle 1: Einzelkomponenten der Wilo-Stratos Baureihe

Nr.	Bauteile
1	Isolierung Pumpengehäuse
2	Stifte für Isolierung 4 Stück
3	Schrauben Pumpengehäuse
4	Dichtung Pumpengehäuse O-Ring
5	GG Pumpengehäuse
6	Schrauben vom Elektronikdeckel (Anschlussbereich)
7	Elektronikdeckel (Anschlussbereich)
8	Schraubenabdeckungen Elektronikabdeckung
9	Schrauben für Elektronikabdeckung
10	Elektronikabdeckung
11	Schrauben für Platine
12	Platinen
13	PG Verschraubungen
14	Metallringe der PG Verschraubungen
15	Gummis der PG Verschraubungen
16	Elektronikgehäuse Unterteil rein
17	Elektronikgehäuse Unterteil unrein
18	Schwarzer Kunststoffabdeckung am Modul
19	Dichtung zwischen Modul und Motor
20	Laufgrad
21	Gleitringdichtung Feder
22	Messing Lagerschild
23	Filterscheibe Lagerschild
24	Rotorwelle
25	Nirohülse
26	Rotorpaket
27	SE Magnete
28	Motorgehäuse
29	Stator
30	hinterer Lagerträger
31	Spaltrohr
32	Gleitlagerträger

Die Wertschöpfung wird vor allem durch die Sortierung der Komponenten nach der Demontage der Pumpe beeinflusst. Im Wilo Recycling-Center werden Altpumpen in verschiedene Stoffströme sortiert. Die im Folgenden aufgezählten Fraktionen sind die internen Wilo Bezeichnungen: *Gewerbeabfälle, Wiederverwendung, Mischschrott, Grauguss Schrott, Kunststoff Müll, Platinenschrott, Aluminium rein und unrein, Messing rein und unrein, SE Schrott, Stator Schrott und VA rein.*

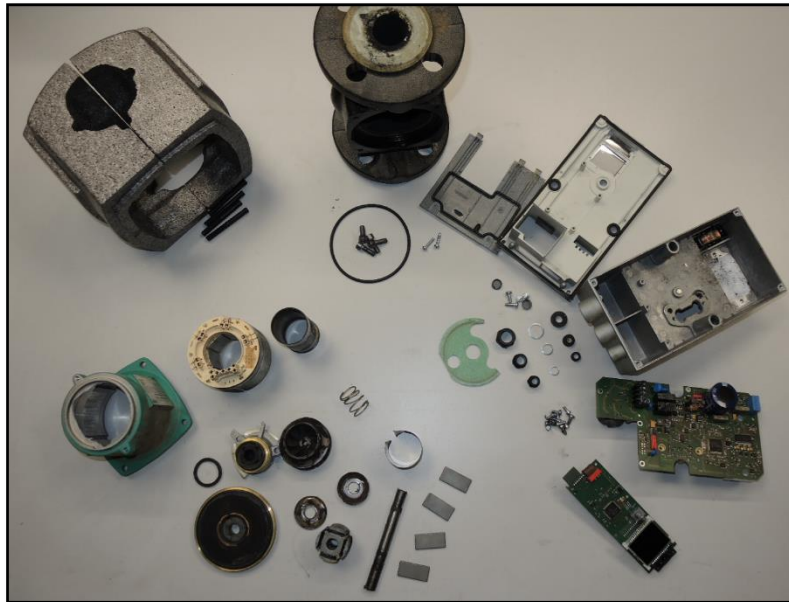


Abbildung 9 Demontierte Stratos Altpumpe

Durch eine sortenreine Sortierung verdoppelt sich der Schrott-Erlös der Pumpen abzüglich Demontageskosten. Das Ergebnis des geplanten Pilotversuchs wird zeigen, ob der Erlös durch eine Wiederverwendung noch weiter gesteigert werden kann. Eine Abschätzung um den Prozentsatz kann allerdings noch nicht gegeben werden. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Kosten und der Erlöse der Stratos Pumpen ohne und mit Sortierung.

Tabelle 2 Vergleich der Wertstoffanalyseergebnisse mit Verschrottung einer Pumpe mit und ohne Sortierung

Motorgröße	Erlös bei Verkauf an TSR – komplett Pumpen [€]	Erlös Bauteile [€]	Kosten Dem. [€]	Erlös nach Dem. [€]	Mehrwert zu Komplett VK [€]
43	2,28	9,12	2,00	7,12	4,84
63	4,84	19,37	2,00	17,37	12,53
33	1,39	5,56	2,00	3,56	2,17
53	4,19	16,76	2,00	14,76	10,57
23	0,83	3,32	2,00	1,32	0,49

Die Wertschöpfungsanalyse der einzelnen Stratos Pumpen gliedert sich in eine Wertstoffebene, in eine Bauteilebene und in eine Erlösebene. Abbildung 10 bis Abbildung 12 verdeutlichen die Analyseergebnisse für die Stratos Pumpe 50/1-9 – 2095503 – Motorgröße 43. Die Ergebnisse der anderen vier Pumpentypen sind dem Anhang – Wertschöpfung Analyseergebnisse beigelegt.

Die Wertschöpfung durch Wiederverwertung und Wiederverwendung von Bauteilen kann nicht mit exakten Werten beziffert werden. Durch eine mögliche Reintegration der Bauteile gehen diese nicht in den Schrotterlös mit ein, jedoch werden somit Herstellkosten gespart.

Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43

Abbildung 10 zeigt die Gewichtszusammensetzung in g% der Stratos Pumpe hinsichtlich der enthaltenen Wertstoffe. Der Grauguss-Anteil macht 62% des Gesamtgewichtes aus. Der nächst größere Anteil weist der Aluminium Schrott mit 13% auf, der in reines und unreines Aluminium aufgeteilt wird. Der Stator Schrott Anteil beträgt 10%. Mit nur 1% des Gesamtgewichtes sind die Seltenen Erden Magneten enthalten.

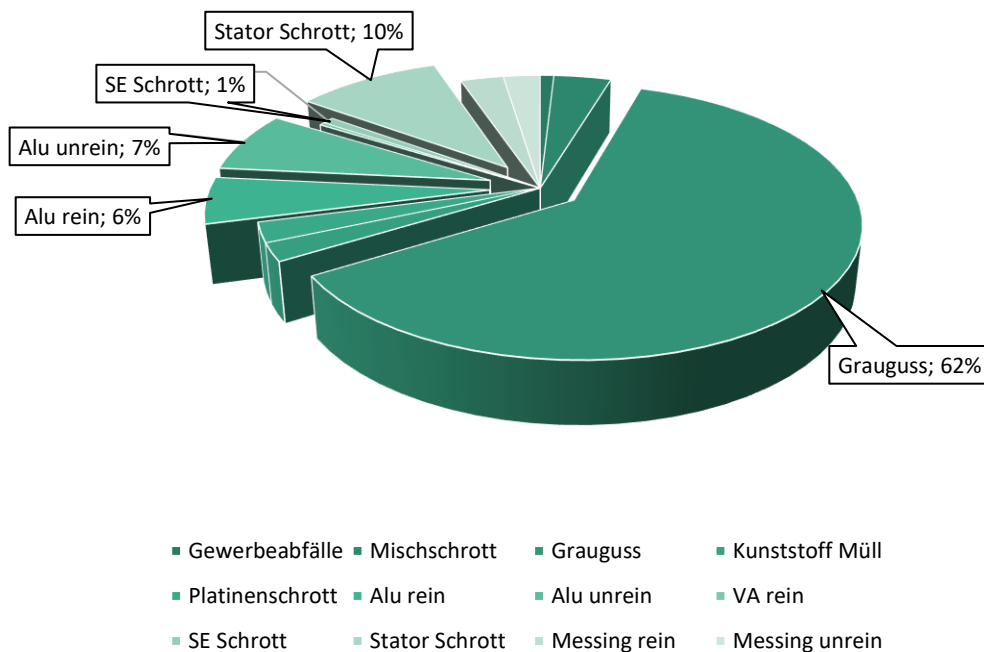
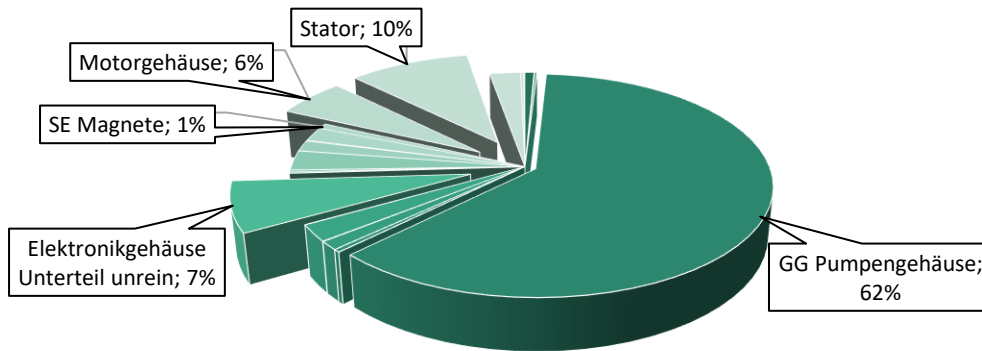


Abbildung 10 Gewichtszusammensetzung der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – Stofflichkeit [g%]

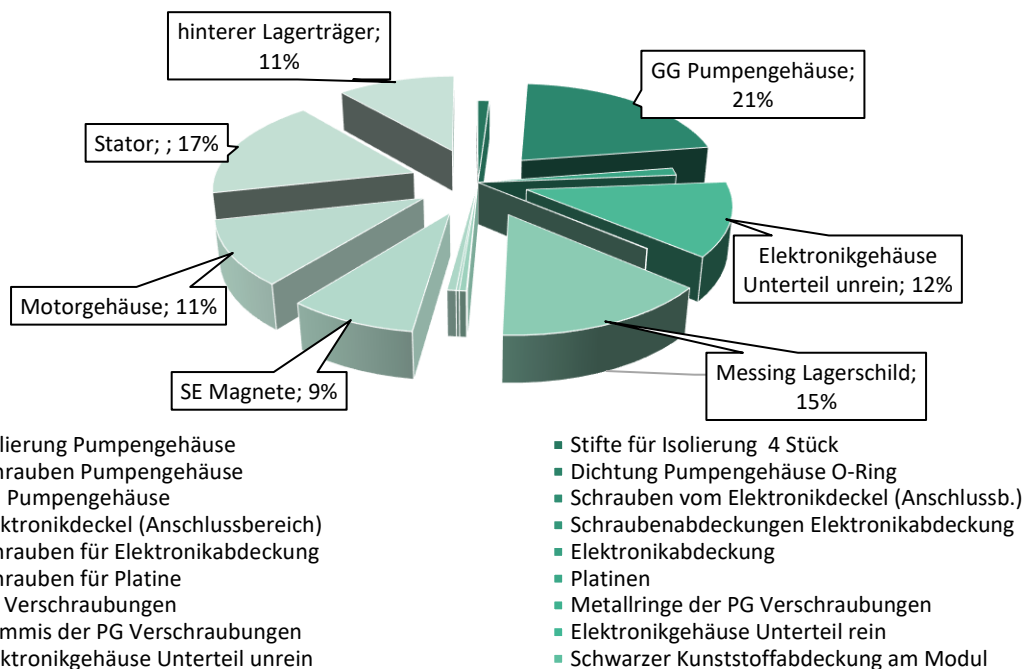
Abbildung 11 zeigt die Gewichtszusammensetzung der Stratos Pumpe hinsichtlich der verschiedenen Bauteile. Wie auch auf der Wertstoffebene, hat das Grauguss Pumpengehäuse einen Gewichtsanteil von 62% des Gesamtgewichtes. Der Stator macht 10% aus. Elektronikgehäuse Unterteil und Motorgehäuse machen 7% und 6% des Gesamtgewichtes aus; die Seltenen Erden Magneten nur 1%.



- Isolierung Pumpengehäuse
- Schrauben Pumpengehäuse
- GG Pumpengehäuse
- Elektronikdeckel (Anschlussbereich)
- Schrauben für Elektronikabdeckung
- Schrauben für Platine
- PG Verschraubungen
- Gummis der PG Verschraubungen
- Elektronikgehäuse Unterteil unrein
- Dichtung zwischen Modul und Motor (grün)
- Stifte für Isolierung 4 Stück
- Dichtung Pumpengehäuse O-Ring
- Schrauben vom Elektronikdeckel (Anschlussb.)
- Schraubenabdeckungen Elektronikabdeckung
- Elektronikabdeckung
- Platinen
- Metallringe der PG Verschraubungen
- Elektronikgehäuse Unterteil rein
- Schwarzer Kunststoffabdeckung am Modul
- Laufrad

Abbildung 11 Gewichts zusammensetzung der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – Bauteilebene [g%]

Abbildung 12 zeigt den prozentualen Umsatz pro Bauteil. Das Graugussgehäuse macht ein Fünftel des Gesamterlöses aus. Stator und das Messing Lagerschild gehen mit 17% und 15% in den Erlös mit ein. Die Bauteile Elektronikgehäuse Unterteil, Motorgehäuse und die SE Magnete machen ein Zehntel des Umsatzes aus.



- Isolierung Pumpengehäuse
- Schrauben Pumpengehäuse
- GG Pumpengehäuse
- Elektronikdeckel (Anschlussbereich)
- Schrauben für Elektronikabdeckung
- Schrauben für Platine
- PG Verschraubungen
- Gummis der PG Verschraubungen
- Elektronikgehäuse Unterteil unrein
- Stifte für Isolierung 4 Stück
- Dichtung Pumpengehäuse O-Ring
- Schrauben vom Elektronikdeckel (Anschlussb.)
- Schraubenabdeckungen Elektronikabdeckung
- Elektronikabdeckung
- Platinen
- Metallringe der PG Verschraubungen
- Elektronikgehäuse Unterteil rein
- Schwarzer Kunststoffabdeckung am Modul

Abbildung 12 Wertstoff erlös der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 – [€%]

Arbeitspaket 3 – Kommunikations- und Motivationsstrategie

Arbeitspaket 3 nimmt sich der Aufgabe an, Lösungen zum Überwinden der Hürden für eine erfolgreiche Pumpenrückführung zu konzeptionieren. Die Hürden liegen zum einen in der fehlenden Transparenz der Mengenströme und Verwertungswege und zum anderen in den fehlenden Kommunikationsstrukturen innerhalb der dreistufigen Vertriebskette. Für eine erfolgreiche Pumpenrückführung ist es daher von besonderer Wichtigkeit, dass alle Beteiligten in der Vertriebskette sich dieser Problematik annehmen und darüber hinaus zu einem gemeinsamen ressourcenschonenden Handeln motiviert werden.

Zur Motivation müssen Win-win-Situationen aufgezeigt werden, die die Unternehmen dazu anhalten, die gebrauchten Heizungspumpen einer Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung zuzuführen. Die Möglichkeiten der unbürokratischen und einfach durchzuführenden Sammlung müssen den Unternehmen aufgezeigt werden. Als Beispiel hierfür ist das Konzept „THE METAL BOX“ der TSR Recycling GmbH & Co. KG zu nennen. Für ein branchenübergreifendes Konzept müssen solche Win-win-Situationen für sämtliche Parteien, Pumpenhersteller, Recycler, Großhändler und SHK Betriebe ausgearbeitet sein. Dieses wird in Arbeitspaket 7 behandelt.

Aber nicht nur ökonomische Inzentive, sondern auch die bewusste Förderung ökologischer Anreize muss kommuniziert werden. Ökonomische Inzentive könnten je nach Konzept Bonussystem, direkte Auszahlungen aber auch Rabatte bei Neukäufen beinhalten. Ökologische Anreize zielen eher auf das Bewusstmachen von CO₂-Einsparungen und Ressourcenschonung bei Wiederverwendung von Pumpenbauteilen, speziell Permanentmagnete.

Die in diesem Arbeitspaket erarbeitete Kommunikations- und Motivationsstrategie ist zunächst für den Demonstrationsversuch entworfen. Diese wird in Arbeitspaket 7 zu einem Konzept ausgearbeitet.

Für die im September 2018 gestartete Pilotphase waren die SHK Betriebe eine überwiegende Zielgruppe. Im Folgenden wird ein allgemeiner Einblick in die SHK Branche gegeben und auf die Bedürfnisse der Betriebe hinsichtlich Ressourcenschonung, Pumpenrückführung und -sammlung aufgezeigt.

Laut Angaben des Zentralverbands Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) existieren im Jahr 2016 mehr als 51.000 Handwerksbetriebe mit über 365.000 Mitarbeitern. Der Umsatz liegt bei ca. 41,7 Mrd. Euro. Von der Gesamtzielgruppe sind ca. 24.000 Betriebe in der Innung organisiert. Diese beschäftigen 215.000 Mitarbeiter und erwirtschaften ca. zwei Drittel des Branchengesamtumsatzes. Jährlich starten ca. 11.000 Jugendliche ihr Berufsleben in der SHK-Branche. Davon erlernen die meisten den Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik. In einer 2014 erstellten Strukturanalyse haben 18,8 % der Betriebsinhaber eines Innungsbetriebes einen Fachhochschulabschluss und 6,2 % einen Hochschulabschluss. Fast die Hälfte aller Betriebsinhaber ist bereits über 50 Jahre alt. Nur etwa jeder 20. Betrieb wird von einer Frau geleitet. Durchschnittlich sind in den SHK-Betrieben 6,6 Personen beschäftigt und erzielen einen durchschnittlichen Umsatz von ca. 720.000 Euro. Bei ca. 63 % der Betriebe sind weniger als 5 Beschäftigte tätig und nur bei ca. 5 % der Betriebe arbeiten mehr als 20 Mitarbeiter [6].

Werden die Auftraggeber nach der Betriebsgröße differenziert, ergeben sich klare Strukturen: je kleiner der Betrieb, desto mehr Umsatz wird über Privatkunden generiert und nicht über gewerbliche, industrielle oder öffentliche Auftraggeber [7].

Eine Hauptaufgabe ist die Bewältigung der Energiewende mit dem Ziel, durch den Einsatz Hocheffizienzpumpen in Industrie und Haushalten eine Effizienzsteigerung und CO₂-Einsparungen zu erzielen, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Zwei Drittel der Heizungsanlagen in Deutschland sind veral-

tet und müssen energetisch modernisiert werden. Hocheffizienzpumpen verbrauchen 70 bis 80 % weniger Strom als die alten Pumpen [8]. Um den Austausch für Privatpersonen und Unternehmen voranzutreiben, sind von der Politik Förderprogramme und Richtlinien ins Leben gerufen, die den Austausch von alten Pumpen durch Hocheffizienzpumpen monetär fördern. Das Bundeswirtschaftsministerium beispielsweise unterstützt den Pumpentausch mit der „Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich“ und zahlt einen Zuschuss von 30% des Nettopreises.

Sanitär-, Heizung- und Klimabetriebe – Umfrage

Zu Beginn des Projektes ist eine Umfrage für Betriebe der SHK Branche erarbeitet worden, um eine Einschätzung dafür zu bekommen, wie die projektrelevante Zielgruppe „SHK Betriebe“ zu den Themen Recycling, Seltene Erden und Rückführung von Altpumpen steht. Hieraus sind wichtige Informationen für die spätere Pilotphase gesammelt worden, bspw. welche Rückführungswege die Betriebe favorisieren.

Die Umfrage ist im Oktober 2017 von der Vollmer GmbH geplant und ein erster Fragenkatalog daraufhin entworfen worden. In Zusammenarbeit mit dem gesamten Projektteam entstand die finale Umfrage, die sich in zwei Abschnitte unterteilen lässt: „Kundeneinschätzung & Kundenzusammensetzung“ und „Umgang mit Heizungspumpen“.

Die Umfrage ist über drei Kanäle in urbane, suburbane und ländliche Bereiche NRW verteilt worden. Die TSR hat die Umfrage an Betriebe der Innungen Dortmund, Düsseldorf und Duisburg verschickt, Vollmer an Betriebe der Innungen Brilon und Arnsberg und die Westfälische Hochschule hat innerhalb einer Projektarbeit einer Masterstudentin die Umfrage an Betriebe im Raum Bochum verteilt. Die Umfrage lief von Dezember 2017 bis März 2018 über einen Zeitraum von drei Monaten. Dabei sind 199 Betriebe befragt worden, von denen 40 Betriebe die Umfrage beantwortet zurückgesendet haben.

Im Rahmen der Projektierung ist ein ausgewählter Kreis an Fachbetrieben per Fragebogen gebeten worden 12 Fragen zu beantworten. Alle Angaben wurden anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgte nicht. Die Umfrage ist dem Anhang – SHK Umfrage und Ergebnisse zu entnehmen.

Zunächst ist nach einer Einschätzung der SHK Betriebe über ihre Kunden gefragt worden, wie weit sich diese für den weiteren Weg der ausgebauten Pumpen interessieren. 28 der 40 teilnehmenden Betriebe geben an, dass sich ihre Kunden nicht dafür interessieren, was mit den Altpumpen nach dem Ausbau geschehe. Dies sind mehr als 50% der befragten Betriebe. Im Anschluss sollten die Betriebe eine Einschätzung geben, wie viele Kunden die Altpumpen selbst entsorgen möchten. Auch hier erleben mehr als 75% der Betriebe, dass die Kunden ihre Altpumpen lieber durch Andere entsorgen lassen. Dies geschieht meist durch den SHK Betriebe selbst, da 93% der Betriebe dies nach dem Ausbau ihren Kunden anbieten.

Weiter wurde gefragt, wie die Kunden der befragten SHK Betriebe hinsichtlich der Themen „Umwelt“, „Energieeffizienz“ und „Ressourcenschonung“ stehen. Hierbei ist das Verhalten in vier Kategorien von „Sehr interessiert“ bis „Gar nicht interessiert“ gestaffelt. Die SHK Betriebe schätzen ihre Kunden so ein, mehr als 50% an den Themen „Umwelt“ und „Energieeffizienz“ interessiert bis sehr interessiert sind. Vor allem das Thema „Energieeffizienz“ ist bei den Kunden von großer Bedeutung: insgesamt 86% sind interessiert bis sehr interessiert. Das Thema „Ressourcenschonung“ liegt mit nur bei 40% der Kunden

im Interessensfokus. „Umwelt“ interessiert mehr als jeden zweiten Kunden der befragten Betriebe (58%).

Darüber hinaus ist nach der Kundenzusammensetzung der Betriebe gefragt worden. 14% der befragten Fachhandwerkerbetriebe tauschen Pumpen in Industrieunternehmen aus. Der Rest der Pumpen wird in Einfamilienhäusern (34%) und Mehrfamilienhäusern (44%) getauscht.

Neben der Kundenzusammensetzung ist ebenfalls nach dem prozentualen Anteil zwischen Pumpen „Ersteinbau“ und „Austausch“ gefragt worden. Die durchschnittliche Verteilung beträgt 65% zu 35%.

Die ausgebauten Pumpen werden zu 94% von den Betrieben entsorgt und landen zu 94% im Altmetallschrott und zu 4% im Elektroschrott. 2% der Betriebe entsorgen die Pumpen in andere Ströme. Lediglich 5% der Betriebe nutzen Altpumpen für Reparaturzwecke und 1% weder entsorgt noch nutzt die Pumpen zur Reparatur.

Eine für die Pilotphase wichtige Frage ist, ob die befragten Betriebe bereit wären, ausgebaute Pumpen gesondert zu sammeln, um eine Rückführung und Weiterverwendung von Seltenen Erden und weiteren Wertstoffen zu sichern. 95% der Betriebe wären dazu bereit, ihre ausgebauten Altpumpen zur Kreislaufschließung zuzuführen.

Zur Rückführung stehen den Betrieben mehrere Rückführungswege zur Verfügung. Hierzu sollten sie ihren favorisierten Weg/ ihre favorisierten Wege auswählen. 85% der Befragten sehen für sich das Konzept THE METAL BOX von TSR als geeigneten Rückführungsweg. Eine kostenfreie Abholung durch den Hersteller kommt für 48% in Frage. 35% sehen eine Abholung über den Großhandel als idealen Rückführungsweg und 18% würden ihre Altpumpen aktiv beim Großhändler abgeben. 11% würden die Altpumpen an den regionalen Schrotthändler abgeben. Die Option der Abholung der Altpumpen direkt von der Baustelle durch den Großhandel ist nicht gewünscht.

So wie das Interesse der Kunden hinsichtlich „Umwelt“, „Energieeffizienz“ und „Ressourcenschonung“ von Bedeutung ist, so ist ebenfalls die Sichtweise der Betriebe zu diesen drei Themen interessant. 97% der Betriebe stehen dem Thema „Umwelt“ interessiert bis sehr interessiert gegenüber. „Energieeffizienz“ steht bei 100% der Betriebe im Interessensfeld und „Ressourcenschonung“ bei 93%.

Das Interesse der Betriebe zu diesen Themen lässt sich ebenfalls mit der nächsten Frage verdeutlichen. 65% der befragten Betriebe haben in ihrem Unternehmen jemanden beschäftigt, der sich speziell mit diesen drei Themengebieten auseinandersetzt.

Zuletzt sind noch Details zu der Zahl an jährlich verbauten Pumpen und zur Betriebsgröße erfragt worden. 30% der befragten Betriebe haben 1 bis 5 Mitarbeiter. Ein weiteres Drittel beschäftigt bis zu 10 Mitarbeiter. 6 Betriebe haben 11 bis 15 Mitarbeiter angestellt; 3 Betriebe 16 bis 25 Mitarbeiter; je 4 Betriebe haben bis zu 50 Mitarbeiter und mehr als 100 Mitarbeiter und ein Betrieb beschäftigt bis zu 100 Angestellte. Die maximale Betriebsgröße liegt hierbei bei 130 Mitarbeiter.

29 Betriebe bauen mehr als 26 Pumpen jährlich bei ihren Kunden aus. Davon sind 13 Betriebe bei einer Pumpenanzahl bei 26 bis 50 Pumpen angesiedelt, 9 bei 51 bis 100 Pumpen jährlich und 7 Betriebe bei mehr als 100 Pumpen im Jahr. Die maximale Anzahl liegt hierbei bei 1547 Pumpen.

Einen Auszug mit den aussagekräftigsten Ergebnissen, die für die Konzeptionierung der Motivations- und Kommunikationsstrategie wichtig sein könnten, ist folgend zusammengestellt. Alle weiteren Ergebnisse sind dem Anhang – SHK Umfrage und Ergebnisse zu entnehmen.

Von den Antworten aus den Befragungen lassen sich folgende drei Kernaussagen ableiten:

1. In 65% der Betriebe beschäftigt sich jemand mit den Themen „Umwelt allgemein“, „Energieeffizienz“, „Ressourcenschonung“
2. 95% der SHK Betriebe sind bereit, ausgebaute Pumpen gesondert zu sammeln, um eine Rückführung und Weiterverwendung von Seltenen Erden zu ermöglichen
3. Die Rückführung wird von den Betrieben sehr differenziert gefordert.

Diese Erkenntnisse sind bei der Ansprache und Kommunikationsstrategie berücksichtigt und in entsprechende Angebote bzw. Prozesse eingeflossen.

Konzeptentwicklung

Am 13. April hatte das Projektteam „HeizKreis“ die Möglichkeit einer Projektpräsentation insbesondere der Projektziele vor einen Unternehmerkreis aus der Zielgruppe. Der ERFA-Kreis NRW vereint 13 Unternehmen mit jeweils mehr als 20 Mitarbeitern. Alle Unternehmen entsprechen den Vorgaben für die Teilnahme am Pilotprojekt hinsichtlich der Tätigkeiten und der regionalen Zugehörigkeit. Ziel der Präsentation war ein Pretest der erarbeiteten Motivationsstrategie zur Ansprache aller geplanten Unternehmen für das Pilotprojekt. Mit der kombinierten Text- und Bildaussage „Es ist fünf vor zwölf“ sind die präsentierenden Vertreter des Projektes an den Start gegangen. Inhaltlich wurde im Rahmen der Diskussion besonders die Themen „Was sind Seltene Erden?“, „Wofür werden diese benötigt?“ und „Warum wird nicht recycelt?“ hinterfragt. Alle Fragen sowie die verschiedenen möglichen Rückführungswege für einen Recyclingprozess wurden mit den Teilnehmern diskutiert und erörtert. Auch die Teilnehmer des ERFA-Kreises haben sich am Ende der Diskussion dazu bereit erklärt, am Pilotprojekt teilzunehmen.

Der Einsatz der strategischen Kernaussage „Es ist fünf vor zwölf“ war nach dem erfolgreichen Pretest gesetzt. „Fünf vor zwölf“ bewirkt beim Leser und Zuhörer folgende Botschaften: ein nachteiliges Ereignis oder eine Bedrohung steht unmittelbar bevor, eine dringende Aktion oder Reaktion und akuter Handlungsbedarf wird gefordert.

Die über den ERFA-Kreis und bereits in der SHK-Umfrage sowie in persönlichen Gesprächen gesammelten Informationen werden in der Konzeption der Ansprache wie folgt berücksichtigt. Der Zielgruppe mangelt es durch fehlende Aufklärung an Wissen über die im Projekt angesprochene Problematik. Hierzu soll Aufklärungsarbeit stattfinden, um das fehlende Wissen zu kompensieren. Das übergeordnete Thema Seltene Erden und deren gesamter Lebenszyklus muss vorgestellt werden und die Fragen hierzu beantworten werden:

- Was sind Seltene Erden?
- Wo werden sie abgebaut?
- Wofür werden Sie benötigt?
- Was passiert am Ende des Lebenszyklus mit den verbauten SEM?

Nach der Aufklärung wird das Thema Recycling der SEM angegangen und eine mögliche Lösung hierfür aufgezeigt. Die Idee der Rückgewinnung der Rohstoffe durch eine Kreislaufschließung am Beispiel von Heizungspumpen wird aufgezeigt und die verschiedenen Rückführungswege für den Pilotversuch erläutert.

Eine zusätzliche Motivation zur Teilnahme erfolgt über die emotionale und persönliche Ansprache mit den Schlagworten, „Vorbildfunktion“, „Sicherung der Produktion hocheffizienter Produkte“ und „Umwelt und Verantwortung für unsere Kinder“. Medial werden die Inhalte in einem DIN Lang Leporello

und per PowerPoint-Präsentation aufbereitet. Die Medien kommen bei der Akquisition weiterer Pilotteilnehmer zum Einsatz. Die Beiden Medien sind dem Anhang – Flyer Akquise Pilotprojekt und Anhang – Flyer „THE METAL BOX beigefügt.

Auszug aus dem Flyer:



Es ist fünf vor zwölf
Jetzt gemeinsam handeln

Bedarf Seltener Erden für ausgewählte Zukunftstechnologien



Kategorie	Werte (Tonnen)
Produktion 2013	~38.000
Bedarf 2013	~30.000
Bedarf 2035	~70.000

Ohne Sie dreht sich nichts.

Die Produktion hocheffizienter Produkte ist ohne Seltene Erden nicht möglich. So sind zum Beispiel Seltene Erden im Permanentmagnet-Rotor der Wilo Stratos verbaut.



3

Mit Vollgas in die Schrottpresse

Irgendwann ist der Tag da und ausgediente Produkte werden ersetzt. Die Leistung lässt nach, die Reparatur wäre unwirtschaftlich oder das Produkt ist einfach kaputt. Doch was passiert mit dem ausgedienten Produkt?

Bis heute findet der Elektromüll seinen Weg vom Fachhandwerk zum Schrotthändler über den -verwerter direkt in die endgültige Vernichtungsanlage.

Die naheliegende Idee des Produktrecyclings ist seit Jahren in aller Munde, aber ohne eine gut strukturierte Prozesskette ist das Thema nicht zu bewältigen.



Wiederverwertung ausgeschlossen – funktionierende Bauteile und hochwertige Rohstoffe sind für immer verloren.

6

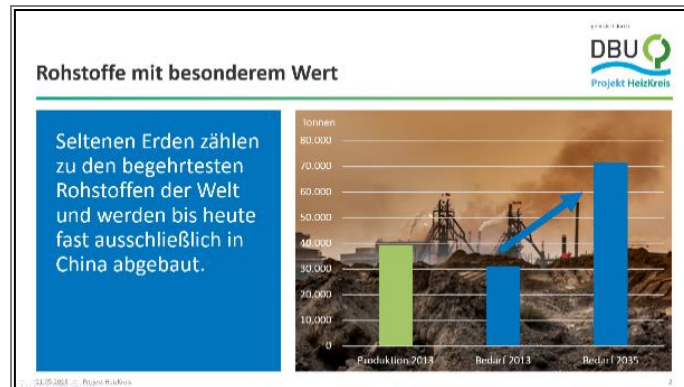
Das Pilotprojekt geht an den Start

Zeitraum:	September 2018 – Februar 2019
Region:	Dortmund und Umgebung
Teilnehmer:	bis zu 200 Betriebe, die im Austauschgeschäft in der Industrie und im Gewerbe tätig sind
Rückführung:	A. Wilo B. Großhandel Pietsch C. METAL BOX von TSR
Pumpenmodelle:	alle



9

Auszug aus der PowerPoint-Präsentation:



Darüber hinaus wurde für die Projektabwicklung eine eigenständige Homepage entwickelt. Die potenziellen Interessenten und Pilotteilnehmer konnten auf der Landingpage www.pumpenrecycling.de weitere Informationen abrufen und sich für die Teilnahme eintragen.

Arbeitspaket 4 – Herstellereigener Wiederverwendungs-/ Wiederverwertungsprozess

In diesem Arbeitspaket sind Erkenntnisse in der Demontage von Stratos Pumpen gesammelt worden, welche im Rahmen der Gewährleistungszeit von Wilo-Kunden retourniert worden sind. Um an die Permanentmagnete zu gelangen, ist eine tiefere Produktzerlegung erforderlich, als bisher im Recycling-Center von Wilo erfolgt. Bei der aktuellen Produktzerlegung wird der Rotorstecksatz, welcher die Permanentmagnete enthält, nicht weiter zerlegt, sondern als „Sorte Rotorstecksatz-Mischschrott“ dem Verwertungspartner Wilos zur Verfügung gestellt. Dieser verwertet ihn als minderwertigen Mischschrott und dabei gehen bislang die wertvollen Permanentmagnete mit den Seltenen Erden verloren. Als eines der Hauptprobleme bei der Zerlegung des Rotorstecksatz hat sich der Umgang mit dem magnetisierten Rotor herauskristallisiert.

Während des Projektes ist der Weg bis zur Demontage des Rotorstecksatz optimiert und um die Demontage des Rotorstecksatz erweitert worden. Durch die Zerlegung des Rotorstecksatz werden weitere Wertstoffe gewonnen, welche den Zerlegeprozess in seiner wirtschaftlichen Betrachtung positiv unterstützen. Allein durch die Gewinnung des Lagerschildes aus Messing können pro Rotorstecksatz ein zusätzlicher Erlös von ca. 0,6 €/Stück – 3,2 €/Stück erzielt werden. Die Demontageschritte der gesamten Pumpe und die gewonnenen Sorten zur Verwertung sind innerhalb dieses Arbeitspakets erfasst und somit die Wirtschaftlichkeit der Demontage ermittelt worden. Je nach Baugröße wird aktuell

pro Pumpe ein Gewinn erzielt, der nach Abzug der Demontagekosten, zwischen ca. 1,3 €/Stück- 17 €/Stück beträgt. Die Erlöse sind in Tabelle 3 dargestellt (Info: für die Ermittlung der Erlöse für die verschiedenen Wertstoffe, wurden Durchschnittspreise aus dem Jahr 2017 zugrunde gelegt).

Tabelle 3 Tabellarische Übersicht der Erlöse von Altpumpen mit und ohne Demontage

Motorgröße	Gesamtgewicht [g]	Erlös [€]	Demontagekosten [€]	Ergebnis [€]	Alternative: wenn komplette Pumpe ohne Zerlegung verwertet wird. [€/Kg]	Erlös bei Verkauf an TSR - komplette Pumpen [€]	Mehrwert durch Demontage [€]
43	14998	9,12	2	7,12	0,25	2,28	4,84
63	31028	19,37	2	17,37	0,25	4,84	12,53
33	9278	5,56	2	3,56	0,25	1,39	2,17
53	25204	16,76	2	14,76	0,25	4,19	10,57
23	4060	3,32	2	1,32	0,25	0,83	0,49

Der Herstellprozess für die verwendeten Dauermagnete unterscheidet sich und daher muss auch beim Recycling zwischen den beiden Arten von Dauermagneten unterschieden werden.

Die Herstellung von Nd-Fe-B-Magneten kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Dabei wird zwischen dem Sinterverfahren und dem Heißpressverfahren unterschieden. Beim Heißpressverfahren, wie in Abbildung 13 gezeigt, wird zusätzlich ein auf eine besondere Art hergestelltes Metallpulver verwendet. Beide Verfahren benötigen als Ausgangsmaterial Legierungspulver mit speziellen magnetischen Eigenschaften, die erheblichen Einfluss auf die Qualität des Endproduktes haben. Beim Sinterverfahren wird die Legierung klassisch mit Schutzgas erschmolzen und in Tiegeln oder auf bewegte Oberflächen abgegossen, um den nachfolgenden Zerkleinerungsprozess zu erleichtern. Beim Ausgangsmaterial für Heißpressverfahren wird die Legierung auf ein wassergekühltes Kupferrad abgegossen und es entsteht eine enorme Abkühlrate, sodass eine teilweise amorphe Legierung entsteht.

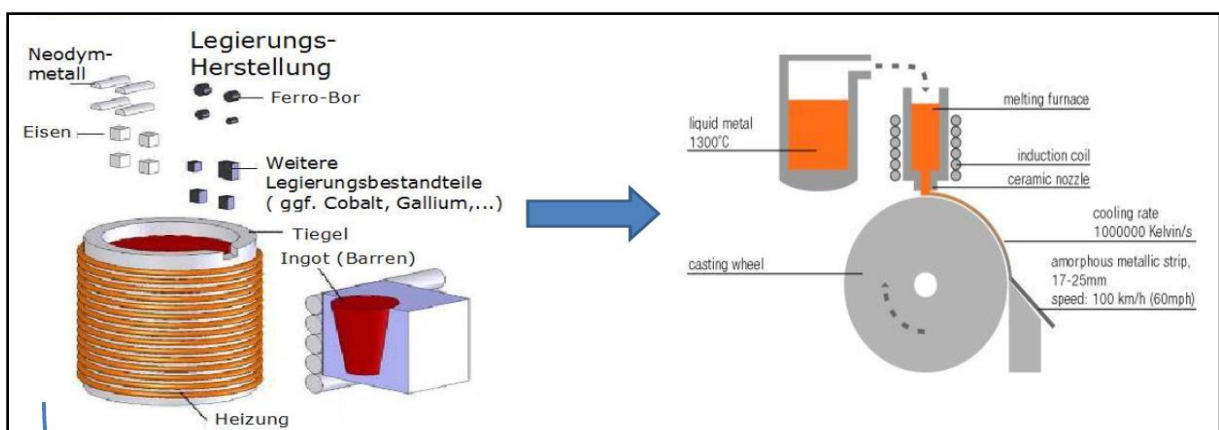


Abbildung 13 Schematische Darstellung der Metallpulver Legierungsherstellung für heißgepresste Magnete (Melt-Spin-Process) aus Magnequench Werkzeugkatalog

Daher wird nachfolgend im Text in Sintermagnete und heißgepressten Magnete unterschieden. Auf die Unterschiede bei der Magnetherstellung soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden, da die Relevanz für das Recycling im Pulverrohstoff begründet ist. Lediglich sei angemerkt, dass die Sintermagnete zugekauft werden, während die heißgepressten Magnete bei Wilo hergestellt werden.

Bei der Analyse des Herstellprozesses für die Magnetrotoren war eine Unterscheidung in Sinter- und heißgepresste Magnete nicht erforderlich, da der Prozess sich nicht unterscheidet. Nachfolgend wird der Montageprozess schematisch dargestellt (Abbildung 14).

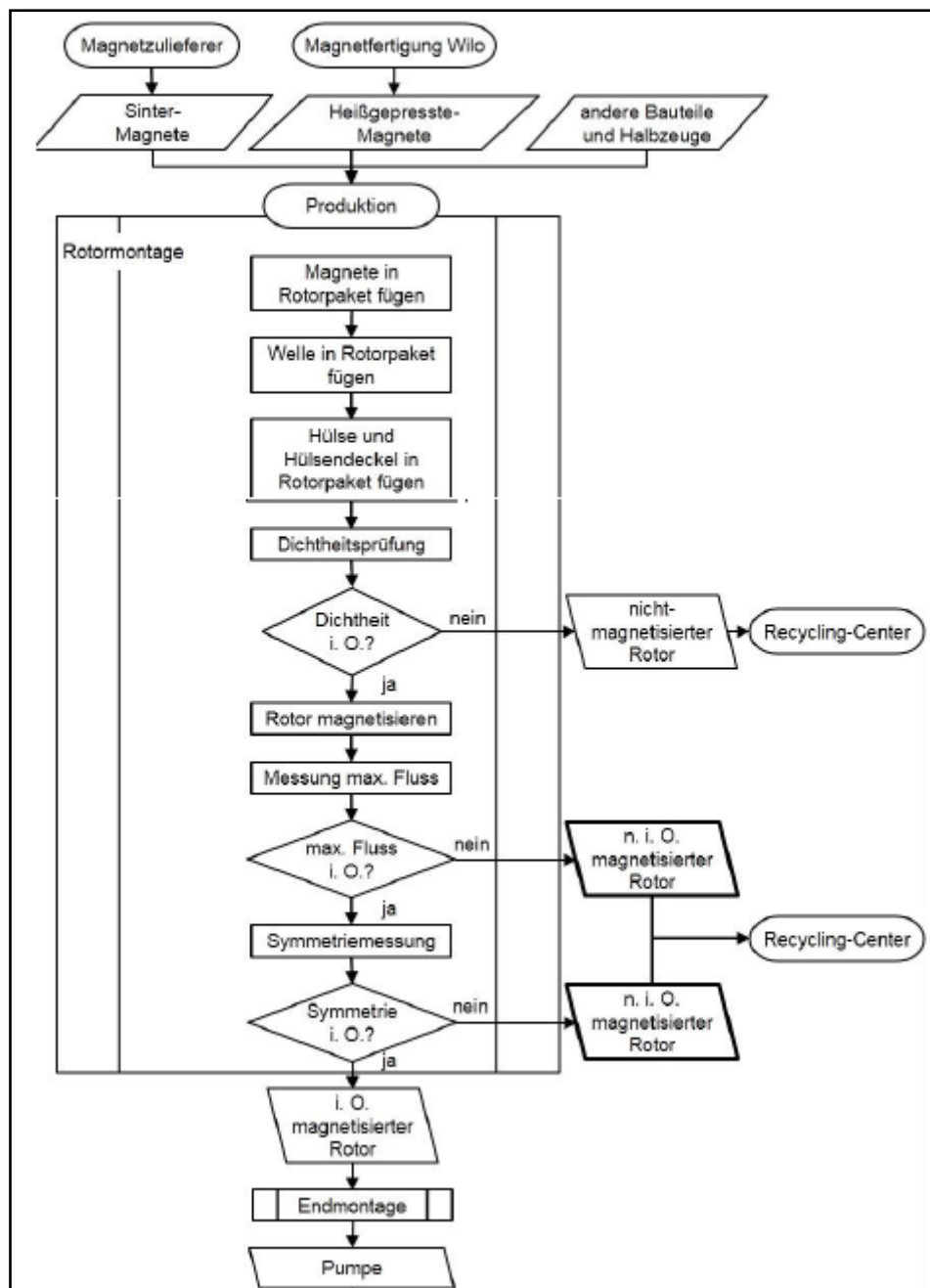


Abbildung 14 Wilo interne Magnetproduktion – Prozessablauf

Im Anschluss dieser Analyse ist ein Demontageprozess für Magnetrotoren entwickelt worden, der es ermöglicht den verbauten Magneten zu separieren. Die Demontage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge wie der Montageprozess:

1. Rotor ggf. entmagnetisieren
2. Hülsendeckel abdrehen
3. Welle auspressen
4. Magnete auspressen.



Abbildung 15 Demontageprozess. Von links nach rechts: Auspressen des Stators aus Motorgehäuse. Einspannung des Rotors in Drehmaschine zur Freistellung des Rotorpakets. Ausdrücken der Seltenen Erden Magnete aus Rotorpaket.

Da alle Pumpen, die mit Blockmagneten versehen sind, unabhängig von der Größe den gleichen Aufbau aufweisen, ist es nicht erforderlich zwischen den Pumpengrößen zu unterscheiden.

Prozesse zur Entmagnetisierung

Eine der Herausforderungen im Rahmen des Projektes ist das Entmagnetisieren der Rotoren. In einem magnetisierten Permanentmagneten sind die „Weiß'schen Bezirke“ parallel in Richtung des zuvor angelegten Magnetfeldes geordnet. Ziel einer Entmagnetisierung ist somit, die magnetische Ordnung der Elementarbereichsstrukturen im Permanentmagneten zu stören. Diese Unordnung, die vor dem Magnetisieren vorhanden war, ist nur dadurch zu erreichen, dass die Atome vermehrt um ihre Ruhelage schwingen. Auslöser für die Atomschwingung können Wärme oder radioaktive Strahlung sein. Da das Handling mit Strahlungsquellen genehmigungspflichtig ist, besteht hier nur die Möglichkeit einer thermischen Entmagnetisierung. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass das im permanentmagnetischen Werkstoff hervorgerufene innere Feld, die so genannte Magnetisierungsfeldstärke, etwa den zwei bis vierfachen Betrag der Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation (jH_c) haben soll, damit die äußere Entmagnetisierungskennlinie erreicht wird.

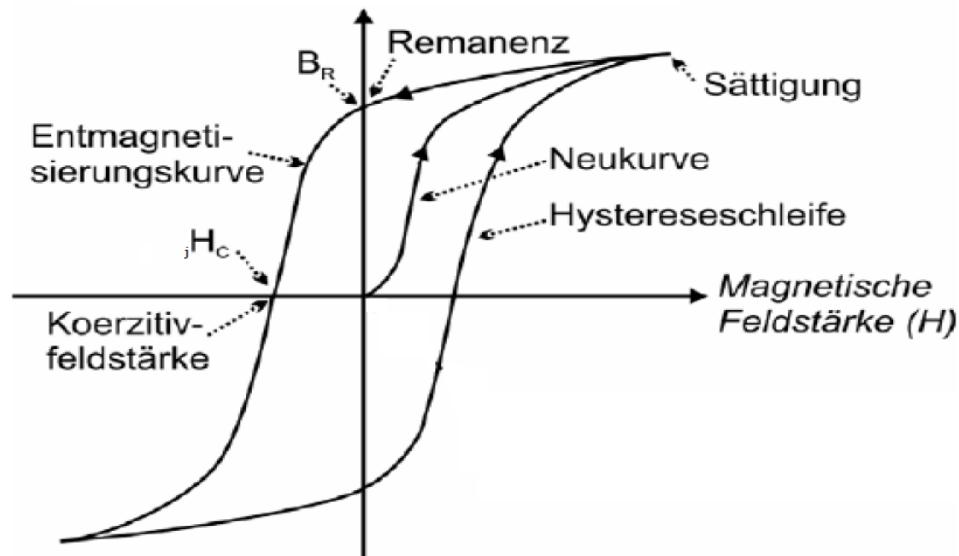


Abbildung 16 Typische Hysterese-Kurve von Dauermagnetischen Werkstoffen (Quelle: WILO SE)

Da aufgrund steigender Temperatur verstärkte Atombewegungen stattfinden, beeinflusst die Temperatur die magnetischen Eigenschaften von Werkstoffen. Von besonderer Bedeutung ist hier die so genannte Curie-Temperatur „ T_c “, bei der alle ferromagnetischen Stoffe paramagnetisch werden. Beim thermischen Entmagnetisieren ist der Magnet also auf die Curie-Temperatur zu erwärmen und anschließend für den weiteren Einsatz wieder abzukühlen. Dabei muss beachtet werden, dass das gesamte Volumen auf der Temperatur gewesen sein muss, und nicht nur Oberflächenschichten. Daher ist die Temperatur über einen gewissen Zeitraum zu halten. Das Verbleiben auf einer Temperatur oberhalb der Curie Temperatur darf aber auch nicht zu lange erfolgen, da es sonst zu Gefüge Änderungen kommen kann, die sich nachteilig auf die magnetischen Eigenschaften auswirken. Die thermische Entmagnetisierung als die „einfachste und zuverlässigste“ Methode zur Entmagnetisierung, da hierbei sämtliche magnetische Ordnung verschwindet. Wenn jedoch ganze Baugruppen erhitzt werden müssen, um die Magnete unmagnetisch zu machen, kann diese Methode schnell sehr aufwendig werden. Auch bei Magnetsystemen, die im System eingeklebt sind, ist eine thermische Entmagnetisierung nicht immer möglich.

Daher soll im Rahmen dieses Projektes versucht werden mittels einer Wechselfeldentmagnetisierung der Baugruppe die Magnete soweit zu entmagnetisieren, dass eine Demontage möglich wird. Bei der Wechselfeldentmagnetisierung wird der Permanentmagnet in ein magnetisches Wechselfeld mit einer stetig bis auf null abnehmenden Amplitude gebracht. Das Prinzip hierbei ist, dass durch das abklingende Wechselfeld die Hystereseschleife mit abnehmender Feldstärke durchlaufen wird, sodass sie sich langsam dem Nullpunkt annähert und dieser im optimalen Fall erreicht wird (Abbildung 16).

Die Herabregelung des Feldes kann dabei elektronisch oder manuell durch Herausführen des Bauteils aus dem Wechselfeld erfolgen. Bei der zweitgenannten Variante ist auf eine konstante Geschwindigkeit zu achten, damit sich das Feld mit zunehmendem Abstand kontinuierlich verringert.

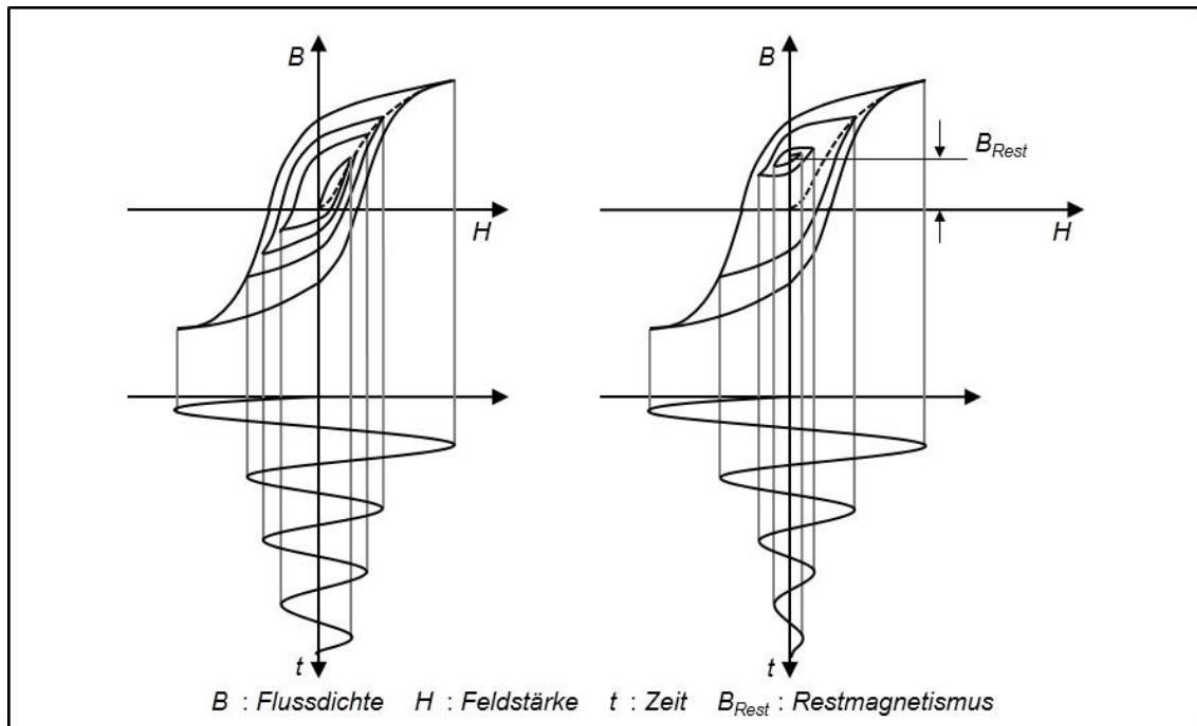


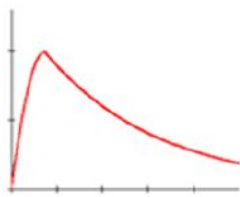
Abbildung 17 Optimaler Wechselfeldmagnetisierungs-Prozess (links) mit Darstellung der Problematik der Amplitudenschrittweitenwahl (rechts). In Anlehnung an Ross 2007b, S.148; Deutsch 2012, S 191 f

Den wichtigsten Einfluss auf das Ergebnis hat die Schrittweite, mit der die Amplitude abnimmt. Eine zu schnelle Abnahme führt zum Verbleib von unerwünschtem Restmagnetismus. Die oben gezeigte Abbildung 17 veranschaulicht diese Problematik. Die Reduzierung der Amplitude pro Vorzeichenwechsel sollte vor allem in dem Bereich der Koerzitivfeldstärke in möglichst kleinen Stufen erfolgen und den Wert der Koerzitivfeldstärke um 5 – 10% nicht überschreiten. Es ist jedoch anzumerken, dass eine völlige Entmagnetisierung des Werkstoffes kaum realisierbar ist, da auftretenden Wirbelströme ein tieferes Eindringen in das Werkstück verhindern, und auch lokale Unterschiede in der Koerzitivfeldstärke über das Volumen dazu führen können, dass einzelne Bereiche bereits wieder in der anderen Richtung magnetisiert sind. Jedoch sollte der Restmagnetismus auf einen so geringen Wert absinken, dass ein gefahrloses Handling zur Demontage möglich ist.

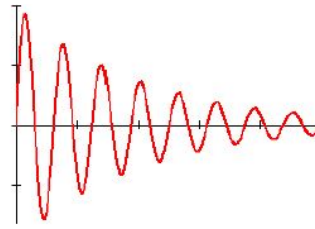
Grundsätzlich wäre es möglich, in einem gleichförmigen, der Magnetisierung entgegen gerichteten, Magnetfeld, eine Entmagnetisierung herbeizuführen, jedoch setzt das eine genaue Kenntnis der jeweiligen Koerzitivfeldstärke des Magneten voraus. Da jedoch stets, wenn eine Entmagnetisierung durch ein Magnetfeld vorgenommen wird, nur Teilbereiche des Magneten ihre Magnetisierung umkehren, bis das der Magnet nach außen unmagnetisch wirkt, muss bei einer Wiederverwendung der Magnet in der gleichen Richtung wieder magnetisiert werden. Anderenfalls erreicht man nicht wieder die ursprünglichen magnetischen Werte. Daher wird ein thermisches Entmagnetisieren der separierten Magnete nachgeschaltet.

Die Erzeugung der erforderlichen Magnetfelder erfolgt in der Regel durch einen hohen Strom, der durch eine Spule fließt. Diese Impulsstromerzeugung wird meistens aus dem Wechselspannungsnetz durch eine Kondensatorentladung realisiert. Diese Art der Impulsstromerzeugung zeichnet sich durch eine geringe Netzbelastung und Netzurückwirkung aus. Die Entladung erfolgt in 2 bis 10 Millisekunden (ms). Zur Magnetisierung reichen üblicherweise einige Millisekunden aus. Zum Entmagnetisieren wird ein abklingendes Wechselfeld benutzt, bei dem eine Impulsdauer bis zu 30 ms erforderlich sein kann.

Der Verlauf des Impulsstroms für das Magnetisieren unterscheidet sich von dem für das Entmagnetisieren, die maximale Amplitude ist jedoch etwa gleich.



Impulsstrom zum Magnetisieren



Abklingendes Wechselfeld zum Entmagnetisieren

Abbildung 18 Verschiedene Kurvenformen des Impulsstromes für die Magnetisierung (links) und Entmagnetisierung (rechts) (Quelle: WILO SE).

Es ist nur zu beachten, dass die erste Spannungs- bzw. Stromspitze von der Polarität angelegt ist, dass für den Magnet ein Gegenfeld erzeugt wird. Das heißt wenn der erste Peak in der Entmagnetierspule ein Nordpol am oberen Rand der Spule erzeugt, ist der Magnet mit dem Nordpol nach unten in die Spule zu legen.

Das Entmagnetisieren von Rotoren, die mit einer Vielzahl von Magneten bestückt sind, ist nun durch die in den vorigen genannten Sachverhalten schwierig, da solche Rotoren üblicherweise mit einer abwechselnden Polarisierung der Magnete aufgebaut sind. Daher wurde für diese Rotoren eine außergewöhnliche Vorgehensweise gewählt: die Rotoren mit den darauf befindlichen Magneten werden so in die Spule eingebracht, das mit dem ersten Peak die Magnetisierung bei allen Magneten um 90° gedreht wird. Die Magnete sind dann senkrecht zu Ihrer Vorzugsrichtung über die Länge magnetisiert, und nicht mehr über die Dicke. Der Rest des nun nachfolgenden Wechselfeldes kann nun die Hysterese in immer kleiner werdenden Schleifen durchfahren (Abbildung 19).

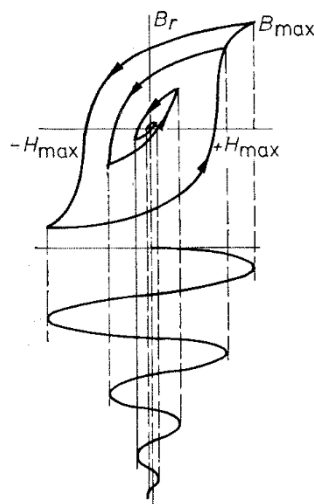


Abbildung 19 Hysterese Schleifen mit dazugehörigem abklingenden Impulsstrom (Quelle: WILO SE).

Die für diesen Prozess erforderlichen Magnetfelder müssen bedingt durch die Magnetisierung in die „schwere Richtung“, entgegen der Vorzugsrichtung, deutlich höher sein, als für normales entmagnetisieren in der „leichten Richtung“, in Vorzugsrichtung. Die dazu hergestellte Spule benötigt daher für eine Serien Entmagnetisierung eine Wasserkühlung. Auch sind für Magnetwerkstoffe, die ein jH_c haben, das größer ist als 1500 kA/m , die von der Kondensatorbatterie zur Verfügung gestellte Energie

nicht mehr ausreichend zur vollständigen Entmagnetisierung. Magnete mit dieser hohen Entmagnetisierungsfestigkeit müssen dann ausgebaut werden und der verbleibende Restmagnetismus über eine thermische Nachbehandlung vollständig entfernt werden. Der Prozess der Entmagnetisierung durch elektronische Herabregelung des Magnetfeldes ist im Anhang – Prozess der Entmagnetisierung bildlich dargestellt.

Für die Entmagnetisierung der Statoren ist innerhalb des Projektes eine geeignete Vorrichtung mit Spule angeschafft worden (siehe Abbildung 20).

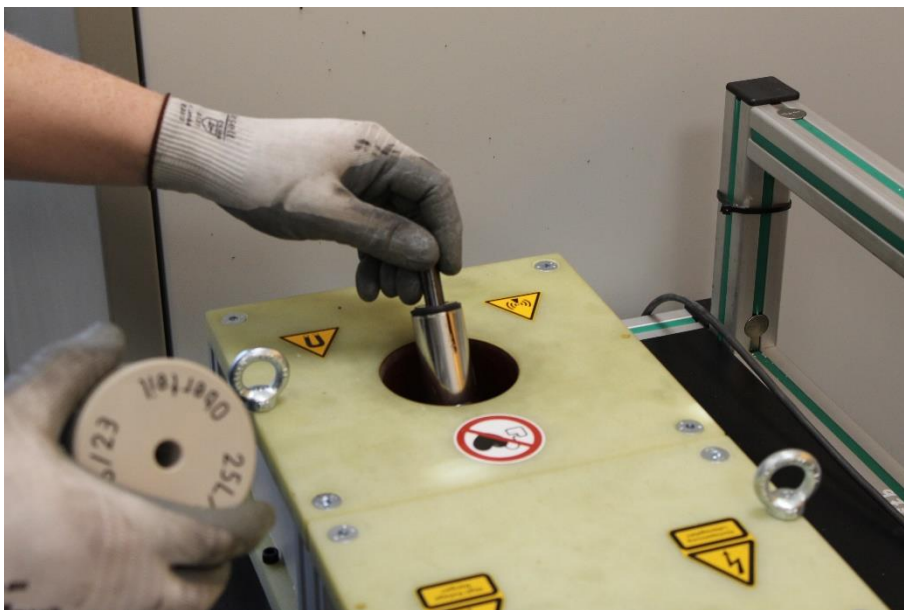


Abbildung 20 Vorrichtung zur Entmagnetisierung

Prozesse zur Wiederverwendung und -verwertung von Magneten

Sowie die Magnete nun entmagnetisiert vorliegen, erfolgt eine Sichtkontrolle, ob eine einfache Wiederverwendung möglich ist. Qualitätsbestimmender Faktor ist hier eine mögliche Korrosion der Magnete durch eine undicht gewordene Kapselung. Sollte ein Anzeichen für Korrosion vorliegen, ist eine einfache Wiederverwendung nicht möglich und die Magnete müssen einem Verwertungsprozess zugeführt werden. Da es sich bei den Magnetmaterialien um einen spröden harten Werkstoff handelt, ist auch eine Beschädigung durch das Auspressen möglich, und auch solche Magnete sind den Verwertungsprozess zu zuführen. Ebenso ist eine Wiederverwendung nicht möglich, wenn sich die geometrischen Abmessungen bei einer Baugröße geändert haben sollten. Hier ist dann auch der Verwertungsprozess vorzusehen.

Bei dem Verwertungsprozess ist nun die notwendige Unterscheidung zwischen Sintermagnete und heißgepressten Magneten vorzunehmen. Die heißgepressten Magnete aus der Wilo eigenen Fertigung lassen sich zur Wiederverwertung unter Schutzgas klein mahlen, und dann bis zu 10% dem Fertigungspulver zugeben. Nur bei sehr starker Korrosion, bei der der Magnet schon zu Pulver zerfallen ist, kann diese Verwertung nicht vorgenommen werden.

Für die Sintermagnete ist dieser Prozess nicht verwendbar, denn durch einen Mahlprozess werden die magnetischen Eigenschaften der Legierung so weit zerstört, dass hier eine andere Lösung gefunden werden muss.

Grundsätzlich könnte man die Sintermagnete wieder einschmelzen und diese Schmelze zunächst nachlegieren und dann abgießen und erneut für Sintermagnete verwenden. Da jedoch diese Verwertung in Europa kaum möglich ist, müssten diese Materialien zurück zum Hersteller nach China geschafft werden. Diese Vorgehensweise ist jedoch kaum wirtschaftlich.

Die zu untersuchende Vorgehensweise besteht darin, dass das Sintermaterial zunächst aufgeschmolzen wird, dann aber analog wie das Ausgangsmaterial zum Heißpressen über den oben skizzierten Melt-Spin-Prozess abgegossen wird. Dadurch entstehen dann neue Möglichkeiten der Wiederverwertung:

1. Beimischen des Melt-Spin-Pulvers zum Fertigungsmaterial, wobei eine mögliche Grenze der untermischbaren Menge noch zu ermitteln ist
2. Direkte Verwendung als „frische“ Pulverlegierung und direktes heißpressen von Magneten aus 100 % Rezyklat, wobei ein nachlegieren mit durch Oxidation verloreener Elemente erfolgen muss.

Erste Versuche mit so hergestelltem Material sind bereits durchgeführt worden und ist nachfolgend in der Entmagnetisierungskurve dargestellt (Abbildung 21). Der dabei erzielte Restmagnetismus bei einer Verwendung von 100% Recycling Material „ B_r “ weicht jedoch um mehr als 20% vom Sollwert ab.

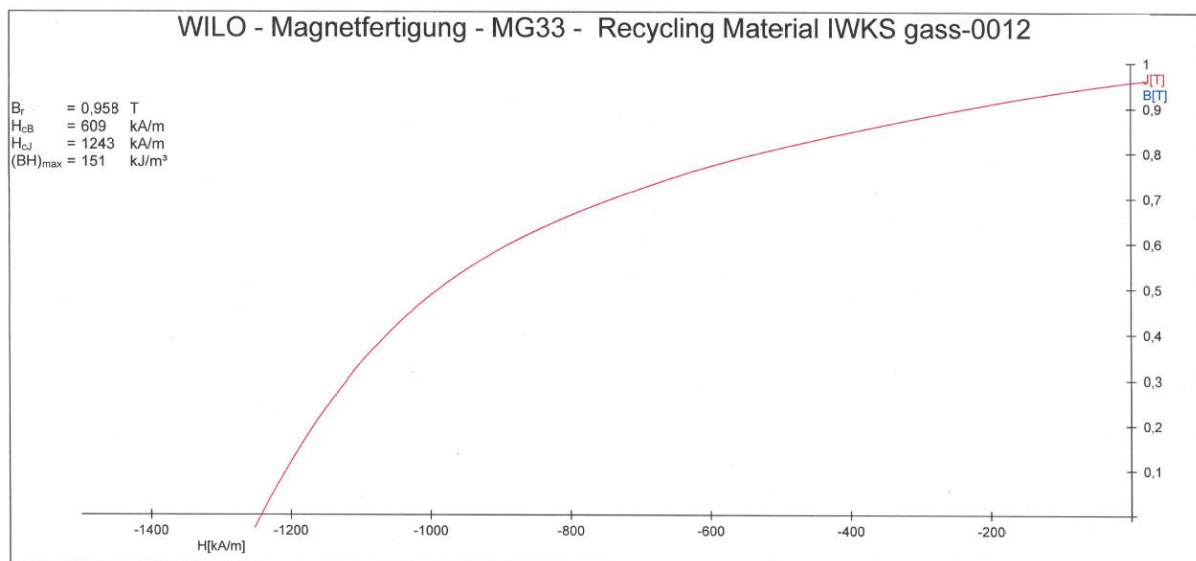


Abbildung 21 Sintermagnet Verwertung - Ergebnisse aus den Versuchen mit Melt-Spinner in der Wilo Magnetproduktion

Arbeitspaket 5 – Qualitätsmanagement

Neue Magnete, die in neuen Heizungspumpen verbaut werden, müssen Qualitätsstandards hinsichtlich physikalischer, geometrischer und optischer Eigenschaften einhalten. Diese gilt es in diesem Arbeitspaket durch Wilo und die WHS zu erfassen und zu katalogisieren.

Somit wird ein Konzept zur Qualitätssicherung aufgebaut, das es erlaubt, die gebrauchten Magnete zielgerichtet einer Wiederverwendung, Wiederverwertung oder einer stofflichen Verwertung zuzuführen.

Die erforderlichen Qualitätsmerkmale für die in den Pumpen verbauten Dauermagnet sind analysiert. Folgende Merkmale sind bestimmt worden:

1. Geometrische Abmessungen (Länge, Breite und Höhe) der Blockmagnete
2. Optische Beurteilung hinsichtlich Korrosion und Abplatzungen sowie gegeben falls Risse.
3. Magnetische Eigenschaften wie Remanenzflussdichte, Koerzitivfeldstärke und maximales Energieprodukt.
4. Streuung der magnetischen Eigenschaften ins besondere der Remanenzflussdichte kleiner 3%

Die Ermittlung der geometrischen und optischen Qualitätsmerkmale ist keine besondere Schwierigkeit und einfach zu erfassen. Eventuell muss für kleinere Ausbrüche ein Grenzmuster Tableau erstellt werden, das den Werkern ermöglicht nach der Demontage eine Separierung vor zu nehmen.

Die größere Schwierigkeit ist die Prüfung der magnetischen Eigenschaften. Diese Eigenschaften lassen sich nur an einem magnetisierten Magneten bestimmen. Den ausgebauten Magneten kann man diese Eigenschaften nicht zu ordnen. Hier kann nur eine statische Methode weiterhelfen. Zumal in den gegenwärtig gebauten Pumpen die Magneten chargenweise verarbeitet werden, da sonst eine Einhaltung der kleinen magnetischen Streuung nicht möglich ist.

Die Vorgehensweise ist wie folgt angedacht:

Zunächst muss die Größe des zu prüfenden Postens ermittelt werden. Nun muss je nach Größe des Postens die Stückzahl einer Stichprobe festgelegt werden, dass sich eine Annahme Wahrscheinlichkeit von mindestens 99 % ergibt.

Diese Stichprobe wird nun entnommen und magnetisiert. Anschließend werden der magnetische Fluss bzw. das magnetische Moment aller Magnete der Stichprobe in einer Helmholzspule bestimmt. Nun werden die zwei Magnete mit dem höchsten Wert und die zwei Magnete mit dem niedrigsten Flusswert vollständig magnetisch gemessen durch Bestimmung der Entmagnetisierungskurve (Abbildung 22).

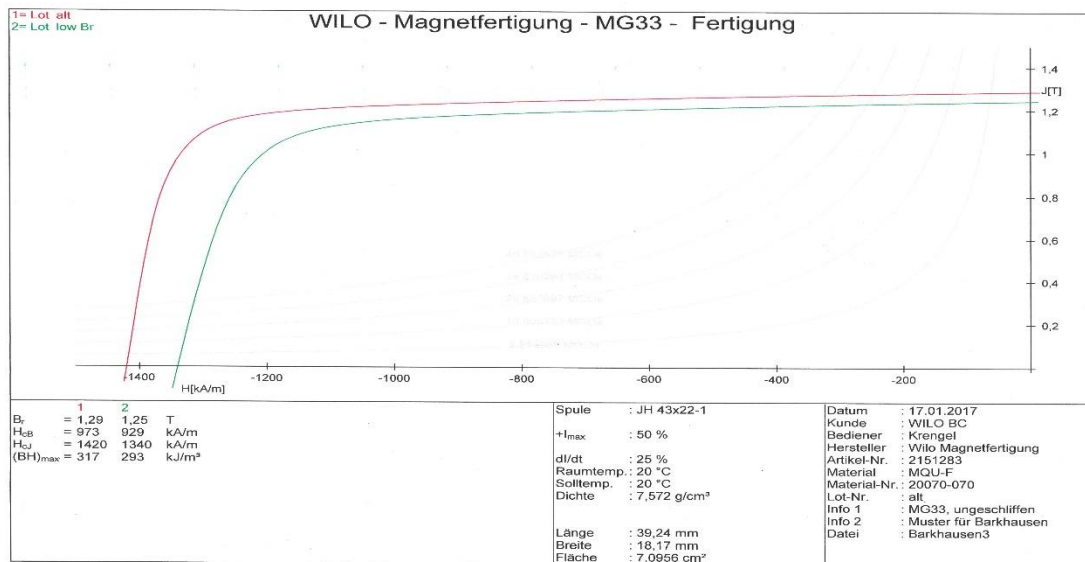


Abbildung 22 Typische Entmagnetisierungskurve von zwei Magneten aus der WILO Magnet Produktion

Aus den so gewonnenen Daten hat man eine Übersicht über den gesamten Posten und kann entscheiden, ob dieser Posten so in der Produktion verwendet werden kann, oder ob gegeben falls eine weitere Sortierung erforderlich ist.

Mit der aktuellen Gesetzeslage ist eine Reintegration gebrauchter und zurückgeführter Pumpenkomponenten nur dann möglich, wenn diese nach bestandener Qualitätsanalyse entsprechend der Norm DIN EN 62309 (Zuverlässigkeit von Produkten mit wieder verwendeten Teilen – Anforderungen an Funktionalität und Prüfungen) gekennzeichnet werden. Die Teile müssen den hohen Qualitätskriterien gerecht werden, sodass nicht mehr von gebrauchten, sondern „als neuwertig qualifizierte“ Teile gesprochen werden darf. Neuwertig qualifizierte Teile müssen den Anforderungen und Erwartungen in Bezug auf Lebensdauer und Funktionalität eines neuen Teils gerecht werden. Außerdem muss der Endkunde über den Status dieser Teile in Kenntnis gesetzt werden. Mit dieser Norm ist auf Gesetzesebene ein erster und wichtiger Schritt im Hinblick auf eine nachhaltige Produktnutzung und Produktion getätigt worden.

Innerhalb der Pilotphase wurde eine Potentialanalyse aufgestellt, wie viele der zurückgeführten Magnete, nach Qualitätsanalyse für einen möglichen Wiedereinbau in ein neues Produkt verwendet werden könnten.

Arbeitspaket 6 – Pilotversuch

Zur Überprüfung der Parameter und Datenlage aus den vorherigen Arbeitspaketen, wird die technische Erprobung und Bewertung in einem Pilotversuch durchgeführt. Im Weiteren werden die Planung, Durchführung und Auswertung der Pilotphase vorgestellt.

Hierzu ist ein Pilotversuch mit dem gesamten Projektteam entwickelt worden. Basierend darauf wurden Altpumpen in ausreichender Anzahl über die zu testenden Strukturen aus dem Markt zurückgeholt. Vorab dazu wurde die Pilotphase betriebsintern logistisch und personell vorbereitet. Anschließend wurde der aussagekräftige Demonstrationsversuch durchgeführt, analysiert und bewertet. Durch die Bewertung der Testreihe wurden im Anschluss wichtige Rückschlüsse für die weitere Pumpenrückführung gezogen. Der Demonstrationsversuch wurde unabhängig der zurückgeholten Produktarten bei allen Heizungspumpen durchgeführt.

Planung

Für den Pilotversuch wurden im Vorfeld folgende Punkte in gemeinsamer Übereinkunft aller Projektteilnehmer festgelegt:

- Erarbeiten von Rückführungswegen
- Akquise von Pilotprobanden
- Qualitätskontrolle der Magnete
- Dokumentation der Altpumpen

Bezüglich der Rückführungswege musste sichergestellt werden, dass jeder Projektpartner, der einen Rückführungsweg anbietet, ausreichende Kapazitäten hinsichtlich, Arbeitskraft, Räumlichkeiten, Lagerung und Logistik besitzt. Bis zum Start der Pilotphase sollten 100 bis 200 Betriebe akquiriert werden; darunter SHK Betriebe, Industrieunternehmen und Schrotthändler. Hierzu wurde die in AP 3 konzipierte Motivationsstrategie eingesetzt.

Kernelement des Demonstrationsversuches war neben der Rückführung von Altpumpen, die Wiederverwendung und Wiederverwertung von Pumpenkomponenten, speziell der Seltenen Erden Magnete. Hierzu waren Qualitätskontrollen für Altmagnete erforderlich. In AP 5 sind die entscheidenden Qualitätsmerkmale für Neumagnete beschrieben worden. Diese Vergleichswerte waren ebenfalls für Altmagnete verpflichtend einzuhalten, um diese einer Wiederverwendung oder Wiederverwertung zuzuführen. Mögliche Recyclingprozesse der Dauermagnete sind in AP 4 erläutert worden.

Eine qualitative Auswertung der Pilotphase mit der Erarbeitung eines branchenübergreifenden Kommunikations- und Rückführungskonzeptes, war nur mit einer detaillierten Dokumentation des gesamten Prozesses möglich. Es war erforderlich mindestens folgende Parameter zu dokumentieren:

- Überprüfung des Zustandes der Altpumpe auf Beschädigungen
- Pumpentyp (Baureihe, Baujahr, Pumpen-Identifikationsnummer, bisherige Laufzeit)
- Rückführungsweg
- Anzahl der Pumpen mit und ohne SEM
- Pumpenmenge insgesamt mit Gewicht nach Abschluss der Pilotphase
- Magnetmenge insgesamt mit Gewicht nach Abschluss der Pilotphase

In der Pilotphase wurde die Pumpenrückführung mit allen ausgearbeiteten Rückführungsmodellen erprobt. Die Pilotphase fand im Großraum Dortmund (Radius 100 km) statt und erstreckte sich über einen Zeitraum von sechs Monaten von September 2018 bis Februar 2019. Hierbei wurden die folgenden Rückführungswege erprobt:

- A. Abholung durch Wilo bei ausreichender Pumpenmenge
- B. Rückführung durch den Großhandel Pietsch
 - i. Abgabe der Altpumpen im Retourenlager in Ahaus
 - ii. Abgabe der Altpumpen in verschiedenen Zentrallagern und Weiterleitung zum Retourenlager in Ahaus
 - iii. Abholung durch Pietsch von der Baustelle
- C. Sammlung mit THE METAL BOX

Neben den angebotenen Rückführungswegen fand auch eine Abholung durch Wilo bei einem ausgewählten Schrotthändler statt. Die verschiedenen Rückführungswege sind grafisch in Abbildung 23 dargestellt.

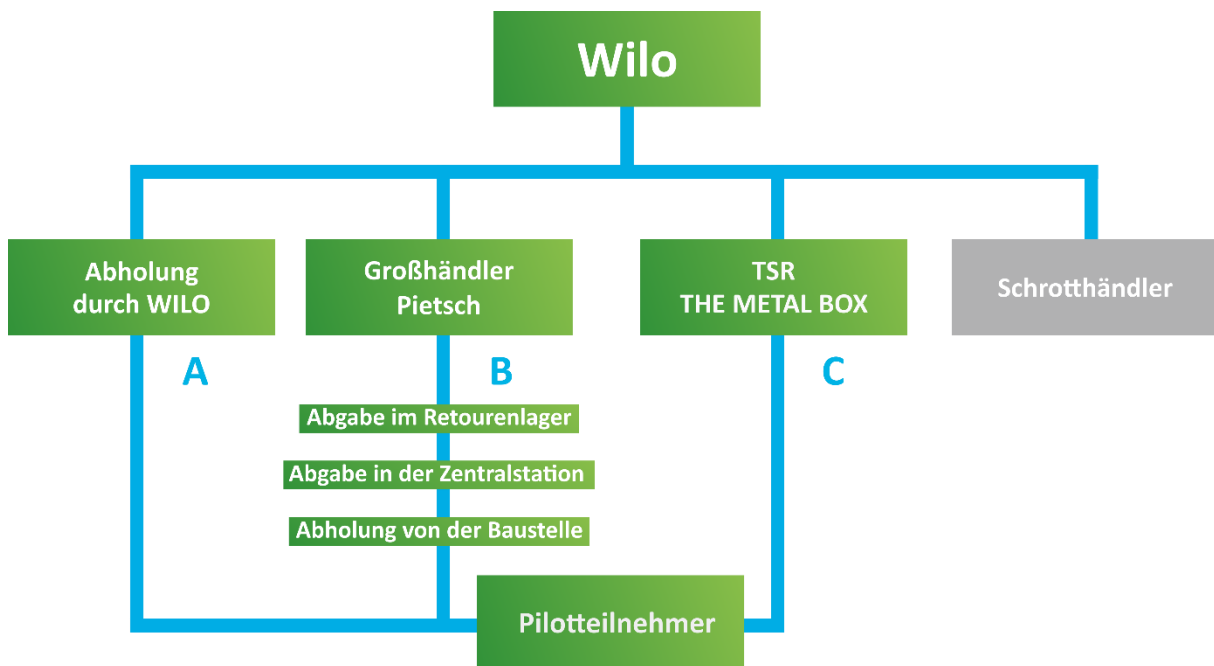


Abbildung 23 Rückführungswege für die Pilotphase. Die Pilotteilnehmer können ihre Altpumpen über die Wege A, B oder C zu Wilo zurückführen. A: Abholung durch Wilo bei ausreichender Pumpenmenge. B: Rückführung durch Großhandel Pietsch; dabei sind drei verschiedene Optionen möglich: Abgabe im Retourenlager in Ahaus, Abgabe an einer der Zentralstationen oder die Abholung der Altpumpen von der Baustelle durch den Großhandel Pietsch. C: Rückführung durch THE METAL BOX

Unternehmen, die eine ausreichende Menge an Pumpen zu Verfügung stellen konnten, wurden von Wilo direkt angefahren und die Altpumpen abgeholt. Die „THE METAL BOX“ ist eine Systemlösung der TSR Recycling GmbH & Co. KG zur Sammlung von Schrotten unterschiedlichster Metalle. Ziel ist eine transparente und legale Alternative zur herkömmlichen Schrottsorgung anzubieten, sodass Betriebe der SHK Branche legal ihre Schrotte entsorgen und mehr Geld für ihren Schrott bekommen können. Die offizielle Informationsbroschüre befindet sich im Anhang – Flyer Akquise Pilotprojekt.

Bislang kommt „THE METAL BOX“ hauptsächlich in NRW zum Einsatz. Ein SHK Betrieb bestellt den Kleinbehälter „THE METAL BOX“, stellt diesen in seinem Betrieb auf und sammelt seinen Schrott in der Metal Box. Ist die Box voll, wird über das Smartphone per App oder Anruf die Abholung angefordert oder erfolgt in einem festen Turnus. Die Box fasst circa einen Kubikmeter und ist für FE- und NE-Metall Schrotte gedacht. TSR schickt einen LKW mit einem neuen Behälter zum jeweiligen Betrieb, tauscht und verwiegt die abzuholende Metal Box. Von dort aus gelangt die Box zur TSR-Niederlassung, wo der Schrott bei Bedarf in einzelne Fraktionen sortiert und verwogen wird. Der SHK-Betrieb erhält eine Gut-schrift für den Schrotterlös.

Die Rückführung über den Großhandel Pietsch konnte in drei verschiedene Kategorien unterteilt werden:

1. Abgabe der Altpumpen im Retourenlager in Ahaus
2. Abgabe der Altpumpen in einem der über 70 Fachcenter
3. Abholung von der Bausteile durch Pietsch

Der dritte Rückführungsweg war nach der SHK Umfrage Auswertung zunächst verworfen. Allerdings hat sich im Rahmen der Projektvorstellung beim ERFA-Kreis in Hamburg diese Rückführungsmethode für größere SHK-Betriebe als Systemlösung herauskristallisiert. Das SHK-Unternehmen erhält für seine Altpumpen keine Vergütung.

Mit einer Anfallstelle großer Mengen an Altpumpen (Uniper SE) gibt es eine Kooperation mit Wilo zur Altpumpenrücknahme. Für die Pumpenrückführung wurde keine Vergütung gewährt.

Zu den Zielgruppen gehören SHK-Betriebe jeder Betriebsgröße, ausgewählte Großunternehmen und ausgewählte Schrotthändler. Die Akquise der SHK-Betriebe findet über die Vertrieb-Teams von Wilo, TSR und Pietsch statt. Die SHK-Betriebe, die bereits Kunden von THE METAL BOX sind, wurden in die Liste der Pilotprobanden eingefügt. Diese wurden darüber informiert, dass Sie an einer Pilotphase teilnehmen und aufgefordert, ihre Altpumpen der Metal Box zuzufügen. „Neu-Probanden“ konnten sich bei der Anmeldung für die Pilotphase auf der Projekt-Homepage den für sich geeigneten Rückführungsweg aussuchen.

Als letzte Zielgruppe waren Schrotthändler in den Fokus gerückt. Die Schrotthändler sollten Altpumpen auf ihrem Hof sammeln und bei Bedarf Wilo zur Abholung durch Wilo kontaktieren. Da ein Großteil des Stoffstroms Altpumpen nicht beziffert werden kann und womöglich bei den Schrotthändlern zusammenkommt, hat sich das Projektteam dazu entschlossen, die Schrotthändler mit einzubeziehen, um eine Einschätzung dafür zu bekommen, welche Mengen der legalen Verwertung von Pumpen verloren gehen. Die Akquise endete laut Zeitplan im August 2018 und ging in die Durchführung des Pilotversuches über.

Durchführung

Die Sammelphase des Pilotversuches erstreckte sich vom 01.09.2018 bis 28.02.2019. Während der Pilotphase sind keine Probleme hinsichtlich der Bereitstellung von Metal Boxen oder der Abholung der Altpumpen entstanden. Die angemeldeten Betriebe wurden mit ihrem Einverständnis zentral in einer Tabelle hinterlegt. Die Altpumpen und Magnete je Betrieb sind ebenfalls tabellarisch erfasst worden.

Abbildung 24 zeigt die geographische Verteilung der Pilotteilnehmer samt der gesammelten Pumpenmenge. Der Pilotversuch beschränkte sich nicht auf einen bestimmten Pumpentypen.

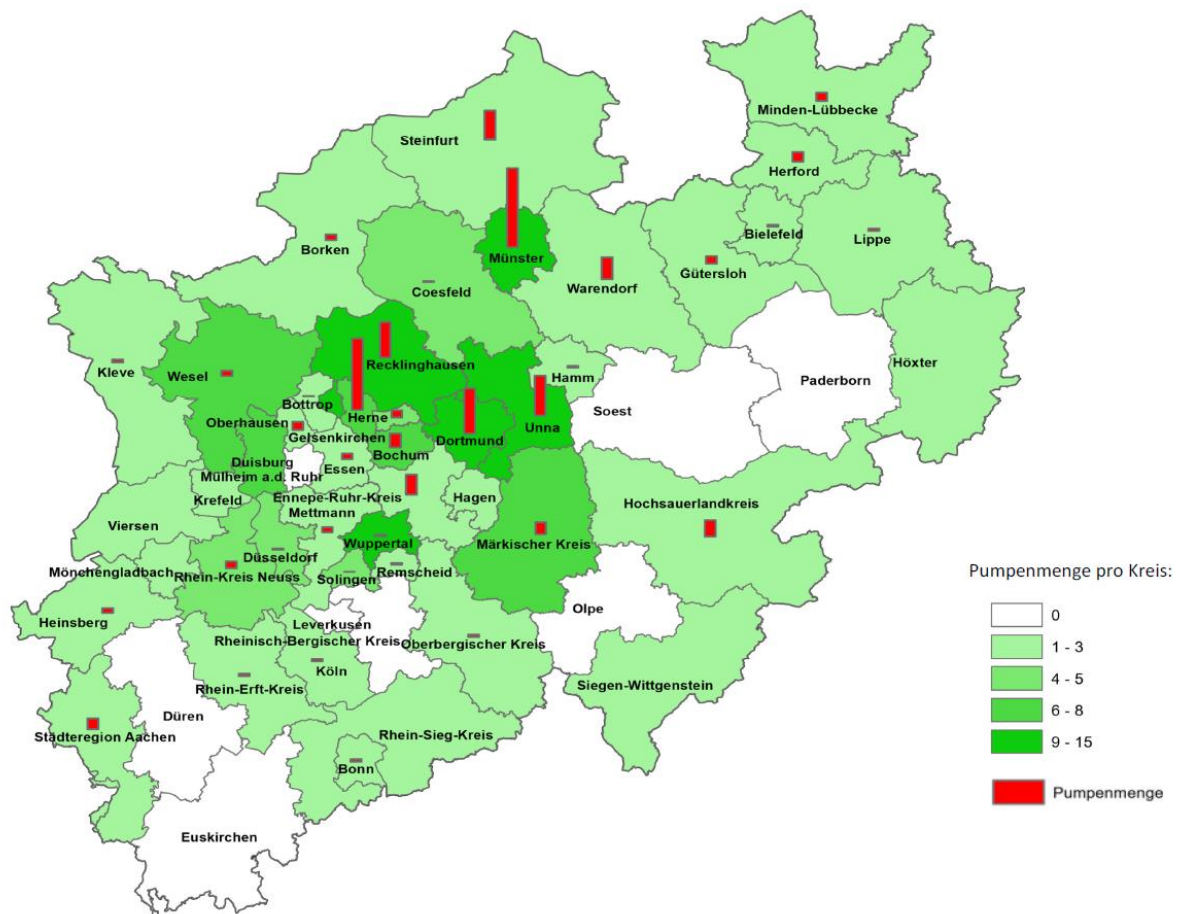


Abbildung 24 Geographische Verteilung der Pilotteilnehmer (Quelle: WHS).

Die Sortierung, welche Pumpen für das Bauteil- und Magnetrecycling geeignet war, fand in der Wilo internen Recyclingabteilung statt. Am Ende der Pilotphase sind alle persönlich kontaktierten Pilotteilnehmer (178 Betriebe) von der Beendigung der Sammelphase informiert worden. Gleichzeitig ist eine abschließende Umfrage und eine Einladung für die Abschlussveranstaltung versendet worden.

Auswertung

Insgesamt wurden 185 Pilotteilnehmer für die Pumpensammlung und -rückführung dokumentiert. Darunter waren 183 Fachhandwerksbetriebe verschiedener Betriebsgrößen, ein Industrieunternehmen und ein Metallgroßhandel. Es hatten sich fünf Betriebe nicht aktiv über die Homepage *pumpenrecycling.de* für die Pilotphase angemeldet, aber dennoch Pumpen zurückgeführt, sodass sie für eine Betrachtung der angewendeten Kommunikationswege nicht miteinbezogen werden. Daraus resultieren 178 Fachhandwerksbetriebe, die über zwei unterschiedliche Kommunikationswege über das Projekt „HeizKreis“ und die Pumpensammlung aufgeklärt worden waren.

Zu Beginn der Pilotphase sind alle 178 Betriebe per E-Mail kontaktiert worden. Des Weiteren wurden 114 Pilotteilnehmer in persönlichen und telefonischen Gesprächen nochmals kontaktiert. Dabei haben 71 Betriebe effektiv Altpumpen zurückgeführt (62% der nochmals kontaktierten Pilotteilnehmer). Insgesamt haben 76 von 178 Betrieben Altpumpen gesammelt, was 42% der angeschriebenen Pilotteilnehmer entspricht. Es zeigt sich, dass ein erneutes Aufmerksam machen auf die Pumpensammlung

und ein Sensibilisieren für die Themen Ressourcenschonung und Seltene Erden innerhalb eines persönlichen Gesprächs dafür sorgt, dass diese Betriebe dem Sammeln von Altpumpen motivierter gegenüberstehen. Mit Hilfe aller sammelnden Pilotteilnehmer sind, wie in Abbildung 25 und Abbildung 26 zu sehen, 3.264 Altpumpen mit einem Gewicht von 15,982 Tonnen zurückgeführt worden. Es ergibt sich eine durchschnittliche Pumpenmenge von 6 Pumpen pro Monat je Pilotteilnehmer und 5 Pumpen pro Monat je SHK-Betrieb.

Es ist zu erkennen, dass mit 2.276 Pumpen die meisten Pumpen über die Kleinbehälterlösung „THE METAL BOX“ durch TSR zurückgeführt worden sind (63%). Über die Direktabholung durch Wilo sind insgesamt 654 Pumpen gesammelt worden (25%); mit der Rückführung über den Großhandel Pietsch waren es 134 Pumpen (5%). Die geringen Mengen über Hersteller und Großhandel sind dadurch bedingt, dass die Vertriebsmitarbeiter dieser Kanäle während der Akquise der Pilotteilnehmer, die „THE METAL BOX“ beworben haben. 200 Wilo-Pumpen fielen über den Metallgroßhandel an (7%).

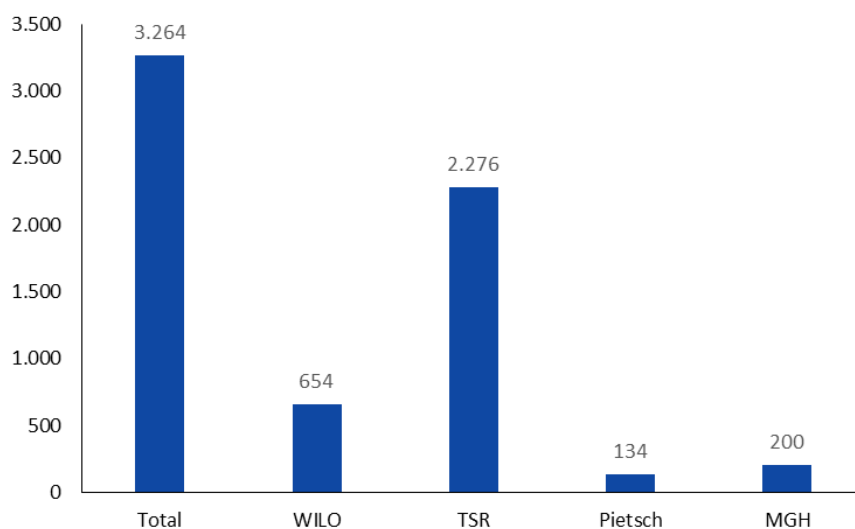


Abbildung 25 Pumpenmenge je Rückführungsweg. MGH = Metallgroßhandel

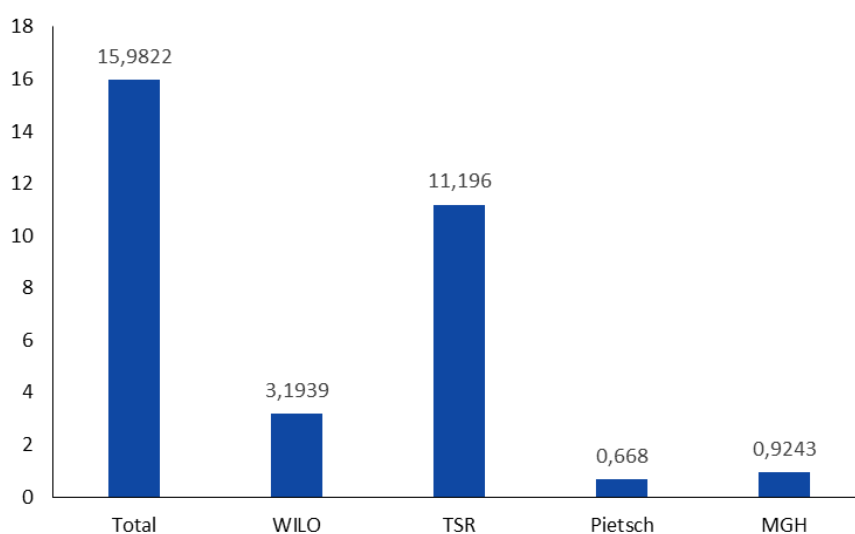


Abbildung 26 Pumpengewichte (in Tonnen) je Rückführungsweg. MGH = Metallgroßhandel

2.660 Altpumpen sind vollständig analysiert worden; die Differenz ergibt sich aufgrund von einer verspäteten Pumpenlieferung zurück zu Wilo. Alle weiteren Ergebnisse beziehen sich auf die analysierte Gesamtmenge von 2.660 Altpumpen.

Von den 2.660 Altpumpen könnten potentiell – abhängig vom Baujahr des Pumpenexemplars – alle 1.846 Wilo-Fabrikate die Seltenen Erden Magneten enthalten (69%). Nach Demontage und Analyse der Altpumpen zeigt sich, dass 327 Altpumpen mit 724 der wertvollen Dauermagneten bestückt waren (12% der Gesamtpumpenmenge), was einem Magnetgewicht von 11 kg an Seltenen Erden entspricht. Weiter war eine Unterscheidung zwischen recyclebaren und nicht-recyclebaren Permanentmagnet nötig. In 196 Altpumpen waren nicht-recyclebare Magnete verbaut. Diese kunststoffgebundene SEM sind wegen des in AP 4 erklärten Fertigungsverfahren keiner Wiederverwendung oder Wiederverwertung zuzuführen. 131 Pumpen – 5% der Gesamtpumpenmenge – enthielten 528 heißgepresste und gesinterte Magnete und waren somit recyclefähig. Für eine direkte Wiederverwendung nach erfolgreicher Qualitätskontrolle waren 219 SEM geeignet (41%). Dies entspricht einer Zahl von 54 Neu-Pumpen, in denen wiederverwendbare und überprüfte Magneten reintegriert werden könnten.



Abbildung 27 Zusammensetzung der zurückgeführten Pumpen hinsichtlich ihres Wiederverwertungs- und Wiederverwendungspotentials

Die restlichen 309 Magnete könnten aufgrund von Beschädigungen nur einem Materialrecycling zur Verfügung stehen (59%). In Abbildung 28 sind intakte und defekte Magnete nach der Demontage dargestellt.

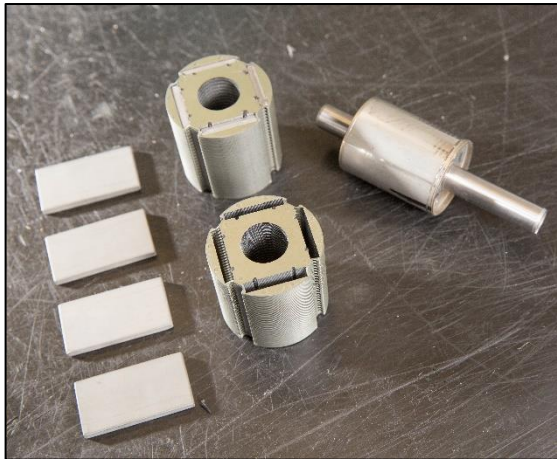


Abbildung 28 Demontage eines zurückgeführten Rotorpakets – Links: Intaktes Rotorpaket mit Seltene Erden Magneten. Rechts: Die enthaltenen SEM sind durch die Demontage beschädigt worden.

Das bisher dargestellte Mengengerüst entspricht der aktuell im Markt vorhandenen Zusammensetzung an Altpumpen, die größtenteils vor dem Einsatz von Seltene Erden Magneten hergestellt wurden. Um das zukünftige Potential für ein Roll-Out in ganz Deutschland abzuschätzen, sind erste Hochrechnungen mit Hilfe der Erkenntnisse aus der Pilotphase erstellt worden (Abbildung 29). Es gibt über 50.000 Fachhandwerksbetriebe deutschlandweit. Werden diese Betriebe mit der konzipierten „5 vor 12“ Kommunikationsstrategie persönlich und telefonisch kontaktiert, würden 62%, umgerechnet 31.000 Betriebe Pumpen sammeln. Dies entspräche, mit der durchschnittlichen Anzahl an Pumpen, die im Pilotversuch ermittelt wurde, einer Pumpenanzahl pro Monat von 186.000 zurückgeführte Pumpen; 2.232.000 Pumpen jährlich (herstellerübergreifend). Von diesen 2.232.000 Pumpen sind 1.540.080 Wilo-Fabrikate, von denen wiederum 189.275 Pumpen Seltene Erden Magneten enthalten. 4,92% der jährlichen Gesamtmenge haben recyclebare SEM (75.771 Pumpen jährlich). Diese 75.771 Pumpen enthalten im Durchschnitt vier Magnete pro Pumpe, sodass sich eine Gesamtmagnetmenge von 303.084 ergibt. Daraus ergibt sich eine Magnetmenge von 125.719 wiederverwendbaren Magneten. Dies resultiert in 31.429 potentielle Neu-Pumpen jährlich, die mit wiederverwendbaren Magneten

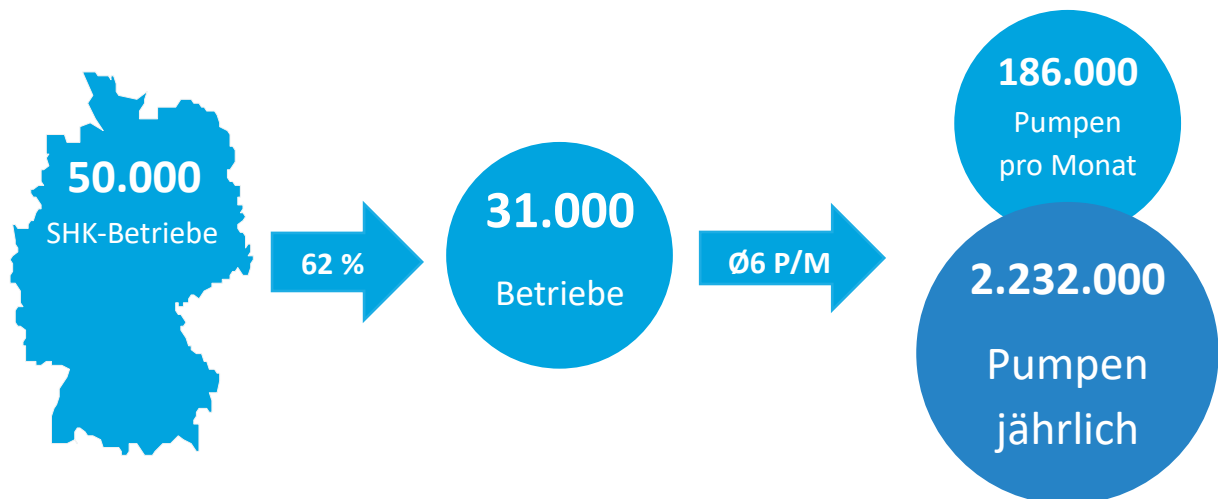


Abbildung 29 Erste Hochrechnung für deutschlandweite Pumpensammlung mit den Erkenntnissen des Pilotversuches

versehen werden könnten. 177.364 Magnete werden dem Materialrecycling zugeführt (58,52% der Gesamtmenge 303.084).

Bislang liegt der Anteil der Pumpen mit den wichtigen Seltenen Erden Magneten bei 4,92%. Diese Zahl wird in den nächsten Jahren steigen, da seit 2013 zu 100% Pumpen mit SEM in den Markt gelangen und immer weiter Pumpen ohne SEM aus den deutschen Haushalten und Industrieunternehmen verschwinden. Der Markt wird dementsprechend nur noch Pumpen mit SEM enthalten. Tabelle 4 zeigt eine Prognose zur Pumpenentwicklung mit steigendem Anteil der Pumpen mit SEM im Markt. Für eine angenommene Wachstumsrate von jährlich 1%, 5% und 10% wird die in 10 Jahren zu erwartende Pumpenmenge prognostiziert. Bei den aktuell zurücklaufenden Mengen ist die Firma Wilo mit handwerklichen Methoden in der Lage, die notwendige Demontage der Pumpen vorzunehmen. Bei der maximal zu erwartenden Pumpenmenge von 1,5 Mio. Pumpen sind hierzu automatisierte, großtechnische Lösungen aufzubauen.

Tabelle 4 Tabellarische Übersicht der Prognose zur Entwicklung der zurückgeführten Pumpenmenge mit SEM in Deutschland für verschiedene prozentuale Wachstumsraten für zurückgeführte Pumpen mit SEM

Zeitraum / Wachstum	0%	1%	5%	10%
2019	189.275	189.275	189.275	189.275
2020	189.275	204.677	266.280	343.284
2021	189.275	220.077	343.284	497.292
2022	189.275	235.478	420.288	651.300
2023	189.275	250.879	497.292	805.308
2024	189.275	266.280	574.296	959.316
2025	189.275	281.681	651.300	1.113.324
2026	189.275	297.081	728.304	1.267.332
2027	189.275	312.482	805.308	1.421.340
2028	189.275	327.883	882.312	1.575.348

Ökobilanzieller Vergleich

Es ist ein ökobilanzieller Vergleich erstellt worden, um die Auswirkungen der Kreislaufschließung von Heizungspumpen in den Wirkungskategorien Treibhauspotential, Versauerungspotential, Überdüngungspotential und Ozonabbaupotential zu bewerten. Hierbei ist der bisherige Ist-Zustand, ohne Pumpenrückführung und ohne eine Wiederverwendung und Wiederverwertung von ausgewählten Pumpenkomponenten („cradle to grave“), mit dem Soll-Zustand („cradle to cradle“) beispielhaft an der Wilo-Stratos 50/1-9 mit einem exemplarischen Großhändler und Fachhandwerksbetrieb verglichen worden [9, 10].

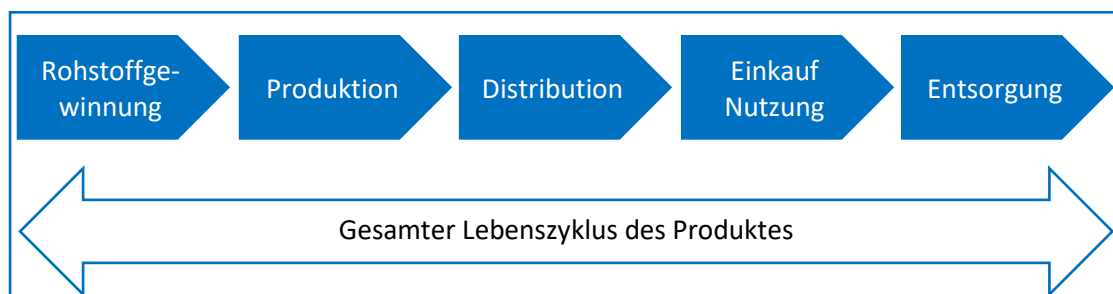


Abbildung 30 Ansatz „cradle to grave“ (Quelle: Dennis Timmers).

Der Bilanzierungsrahmen verfolgt den Ansatz von „cradle to grave“ (Abbildung 30). Bei diesem Lebenszyklus wird das Produkt von Anfang, der Rohstoffgewinnung, bis zum Ende, der Entsorgung, bilanziert.

Für die Grundstrukturen wird die frei zugängliche Software Gabi Education genutzt. Während der Nutzungsphase wird davon ausgegangen, dass diese bei beiden Szenarien gleich ist. Es erfolgt somit keine Bewertung der Nutzungsphase.

Da die frei zugänglichen Datenbanken der genutzten Software GaBi Education limitiert sind, wurden Daten für Seltene Erden Magneten [11], Platinen [12] und Wellpappe [13–15] aus Ergebnissen anderer Ökobilanzen herangezogen. Bei den Werkstoffen Gusseisen, Kunststoff und Messing handelt es sich um unvollständige Lebenszyklusdaten. Für ein komplettes LCA-Ergebnis wäre eine zusätzliche Modellierung mit weiteren Datenbanken nötig.

Die Wirkungskategorien Treibhauspotential, Versauerungspotential, Überdüngungspotenzial und Ozonabbaupotential dienen im ökobilanziellen Vergleich als Referenzgrößen und sind als sogenannte Äquivalenten als Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung angegeben. Niedrigere Werte bedeuten geringere negative Einflüsse auf die Umwelt.

Das Treibhauspotential ermittelt einen möglichen Anteil eines Stoffes zur Erwärmung der Erdoberfläche, besser bekannt als Treibhauseffekt. Je höher der Beitrag ist, desto größer ist der potenzielle Einfluss auf die weltweite Erderwärmung. Der Wert wird in kg CO₂-Äquivalent angegeben.

Reagieren Luftschadstoffe, wie zum Beispiel Schwefel- und Stickstoffverbindungen, entsteht saurer Regen. Dadurch wird das Ökosystem, aber auch Lebewesen sowie Gebäude geschädigt. Bekannte Beispiele sind hierfür das Wald- bzw. Fischsterben. Durch Nährstoffauswaschungen im Boden oder erhöhte Chemikalien in den Gewässern kommt es zu den obengenannten Beispielen. Das Versauerungspotenzial gibt diesen Wert in kg SO₂-Äquivalent an.

Bei dem Überdüngungs- oder auch Eutrophierungspotenzial handelt es sich um den Zuwachs der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor. Luftschadstoffe, Düngung in der Landwirtschaft und Abwasser führen zur Eutrophierung. In Gewässern hat dies zur Folge, dass die Algenbildung ansteigt. Ein höherer Wert birgt größere Gefahren für die Menschheit und das Ökosystem. Das Potential hat die Einheit kg PO₃-Äquivalent.

Für das Leben auf der Erde ist die Ozonschicht existentiell. Sie nimmt die kurzweilige UV-Strahlung auf und gibt diese mit einer größeren Wellenlänge in alle Richtungen ab. Das Absorbieren der meisten UV-Strahlungen durch die Ozonschicht führt zu einer geringeren Erwärmung der Erdoberfläche. Ein Ozonabbau sorgt dafür, dass Menschen und die Flora empfindlicher auf UV-A- und UV-B-Strahlungen reagieren. Behinderung der Photosynthese oder auch schnellere Hautkrebs sowie Augenerkrankungen sind die Folgen. Der Wert wird in kg R11-Äquivalent angegeben.

Die Ergebnisse bezüglich Materialzusammensetzung, Herstellung, Transport und Entsorgung aus Arbeitspaket 2 – Wertschöpfung entlang der Wertschöpfungskette der Stratos 50/1-9 - 2095503 - Motorgröße 43 wurden für den ökobilanziellen Vergleich übernommen.

Die fertige Pumpe wird in einem Wellpappkarton aus Recyclingfasern ausgeliefert. Zusätzlich sorgt ein mit Polyethylenfolie überzogener Polyurethanschaum für einen sicheren Transport des Produktes (Tabelle 5). Das Gesamtgewicht des Paketes inklusive der Transportsicherung und der dazugehörigen Beschreibungen bzw. Datenblätter beträgt 15,9 kg.

Tabelle 5 Gewichtszusammensetzung der Verpackung Wilo-Stratos 50/1-9 (Quelle: WILO SE)

Material	Gewicht [g]
Transportschutz Polyurethanschaum	160
Transportschutz Polyethylenfolie	25
Betriebs- und Serviceanleitung	60
Karton	555
Gesamt	800

Tabelle 6 zeigt die Abschätzungen der Transportwege für Ist- und Soll-Zustand. Im Ist-Zustand liegt der Transportweg bei 96 Kilometern von Pumpenhersteller bis Verwerter. Der Transportweg des Soll-Zustand ist durch Rückführungsfahrt vom SHK-Betrieb zum Pumpenhersteller um 38 km länger und wirkt damit auf die Ökobilanz.

Tabelle 6 Transportwege der Altpumpen über die dreistufige Vertriebskette für Ist- und Soll-Zustand

Absender	Empfänger	Strecke [km]
WILO SE	GH Pietsch	7
GH Pietsch	SHK-Betrieb	46
SHK-Betrieb	Endkunde	15
Endkunde (Ist)	SHK-Betrieb, Schrottcontainer	20
SHK-Betrieb (Ist)	Verwerter	8
Endkunde (Soll)	SHK-Betrieb, Pum- pensammlung	20
SHK-Betrieb (Soll)	WILO SE	46
Summe Ist		96
Summe Soll		134

Alle Komponenten der Wilo-Stratos 50/1-9 sind recycelbar. Produktteile wie das Pumpengehäuse, die FE-Metalle, die Isolierung und Verbindungsstifte der Isolierung haben keinen Verschleiß und sind somit potenziell wiederverwendbar. Die Seltenen Erden Magneten können je nach technischem Zustand nach der Demontage einer Wiederverwertung (stoffliche Verwertung) oder einer Wiederverwendung zurückgeführt werden. Für eine Wiederverwertung dient die zitierte Ökobilanz zu Neodym als Quelle [11]. Für eine Wiederverwendung mit allen essenziellen Aufarbeitungsschritten, wie Demontage, Entmagnetisierung, Qualitätsanalyse und Magnetisierung, liegt der Datensatz nicht vor. Daher bleibt in diesem ökobilanziellen Vergleich bei einer Wiederverwendung der SEM als Bauteil der notwendige Aufarbeitungsprozess unberücksichtigt. Die Betriebs- bzw. Serviceanleitung der Pumpe besteht aus Papier und wird komplett recycelt. Bei dem Polyurethanschaum sowie der Polyethylenfolie erfolgt keine Wiederverwendung, sodass diese energetisch verwertet werden. NE-Metalle gelten als Verschleißteile und werden einer stofflichen Verwertung zugeführt.

Durchführung des ökobilanziellen Vergleiches

Um potentielle Umwelteinwirkungen zu ermitteln, müssen für die Ökobilanzierungssoftware Gabi Education produktspezifische Datensätze angelegt werden. Diese beinhalten den Herstellungsprozess, Transportwege, Einbau, Entsorgung und wurden wie vorab beschrieben über Gabi hinaus aus externen Ökobilanzen ergänzt. Als Informations- und Entscheidungsinstrument wurde die CML-Methode 2015

nach DIN EN ISO 14040 gewählt. Die CML-Methode ist ein ökologieorientiertes Informations- und Entscheidungsinstrument zur quantitativen Visualisierung der direkten stofflichen und energetischen Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Produktsystem. Folgende Werkstoffe dienen als Grundlage (Tabelle 7).

Tabelle 7 Auflistung der Bauteile der Wilo-Stratos 50/1-9 mit entsprechenden Werkstoffbezeichnungen

Nr.	Bauteile	Werkstoff
1	Isolierung Pumpengehäuse	Polypropylen
2	Stifte für Isolierung 4 Stück	Kunststoff
3	Schrauben Pumpengehäuse	Stahl verzinkt
4	Dichtung Pumpengehäuse O-Ring	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)
5	GG Pumpengehäuse	Grauguss
6	Schrauben vom Elektronikdeckel (Anschlussbereich)	Stahl verzinkt
7	Elektronikdeckel (Anschlussbereich)	Kunststoff
8	Schraubenabdeckungen Elektronikabdeckung	Kunststoff
9	Schrauben für Elektronikabdeckung	Stahl verzinkt
10	Elektronikabdeckung	Kunststoff
11	Schrauben für Platine	Stahl verzinkt
12	Platinen	
13	PG Verschraubungen	Stahl verzinkt
14	Metallringe der PG Verschraubungen	Metall
15	Gummis der PG Verschraubungen	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)
17	Elektronikgehäuse Unterteil unrein	Aluminium
19	Dichtung zwischen Modul und Motor	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)
20	Lauftrad	Polypropylen
21	Gleitringdichtung Feder	Aluminium
22	Messing Lagerschild	Messing
23	Filterscheibe Lagerschild	Kunststoff
24	Rotorwelle	Edelstahl
25	Nirohülse	Edelstahl
26	Rotorpaket	Aluminium
27	SE Magnete	Neody-Eisen-Bor
28	Motorgehäuse	Aluminium
29	Stator	Metall
30	hinterer Lagerträger	Messing
31	Spaltrohr	Kunststoff
32	Gleitlagerträger	Grauguss

Auswertung des ökobilanziellen Vergleichs

In den nachfolgenden Diagrammen erfolgt der Vergleich des Ist-Zustandes mit dem Soll-Zustand. Die einzelnen Wirkungskategorien bilanzieren für den Soll-Zustand:

- die Wiederverwertung der Nd-Fe-B-Magnete (bei Wiederverwendung Nd-Fe-B-Magnete wären alle Werte „0“, da eine Bilanzierung der notwendigen Aufarbeitung nicht möglich ist)
- die Wiederverwertung des Graugussgehäuses (übrige FE-Metalle bleiben unberücksichtigt)
- keine Änderungen der NE-Metalle (Wiederverwendung nicht möglich, da Verschleißteile)
- Wiederverwertung der Kunststoffstifte (übrige Kunststoffe bleiben unberücksichtigt)
- keine Änderungen der Platine
- keine Änderung der Verpackung
- Berücksichtigung der unterschiedlichen Transportwege

Das Treibhauspotential ist in Abbildung 31 dargestellt. Durch die Wiederverwendung des Gussgehäuses und der Wiederverwertung der Nd-Fe-B-Magnete ist eine CO₂-Reduzierung von ca. 8 % möglich. Die Firma Wilo verbaut jährlich 1 Millionen Heizungsumwälzpumpen mit einem recycelbaren Magneten in Deutschland. Durch die Wiederverwendung/-verwertung der Bauteile ist eine CO₂-Reduzierung von 3.408,48 t pro Jahr möglich.

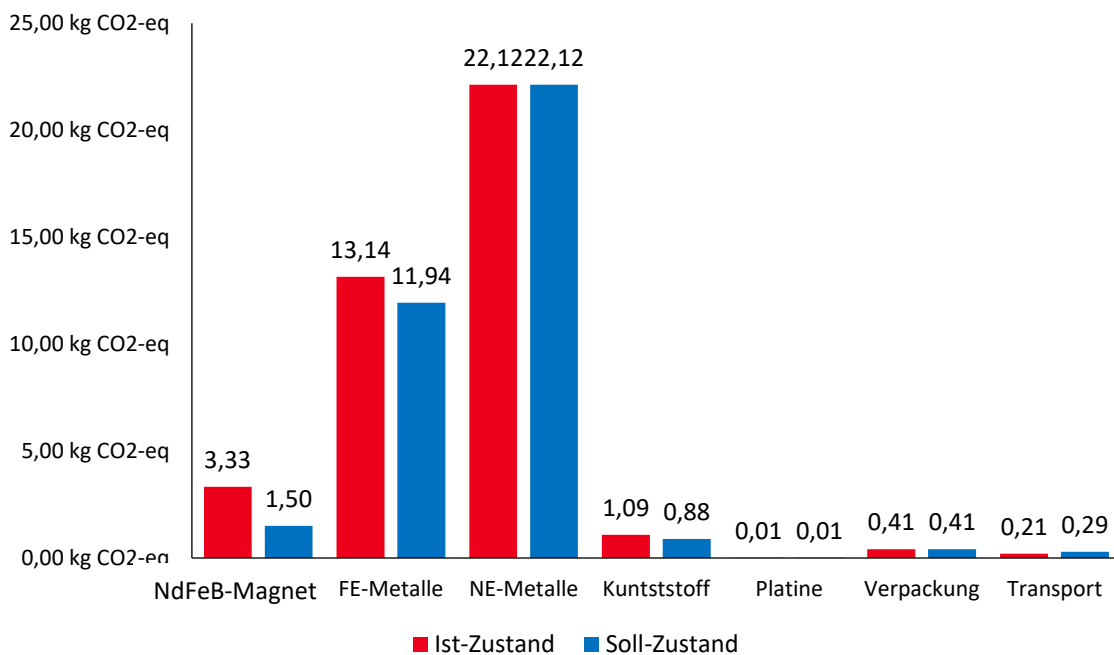


Abbildung 31 Treibhauspotential

Bei dem Versauerungspotential (Abbildung 32) ist zu sehen, dass hauptsächlich die Nd-Fe-B-Magnete verantwortlich sind. Durch die wiederverwertbaren Magnete werden ca. die Hälfte der schädlichen Schwefel- und Stickstoffverbindungen bei der Herstellung der Heizungspumpen vermieden.

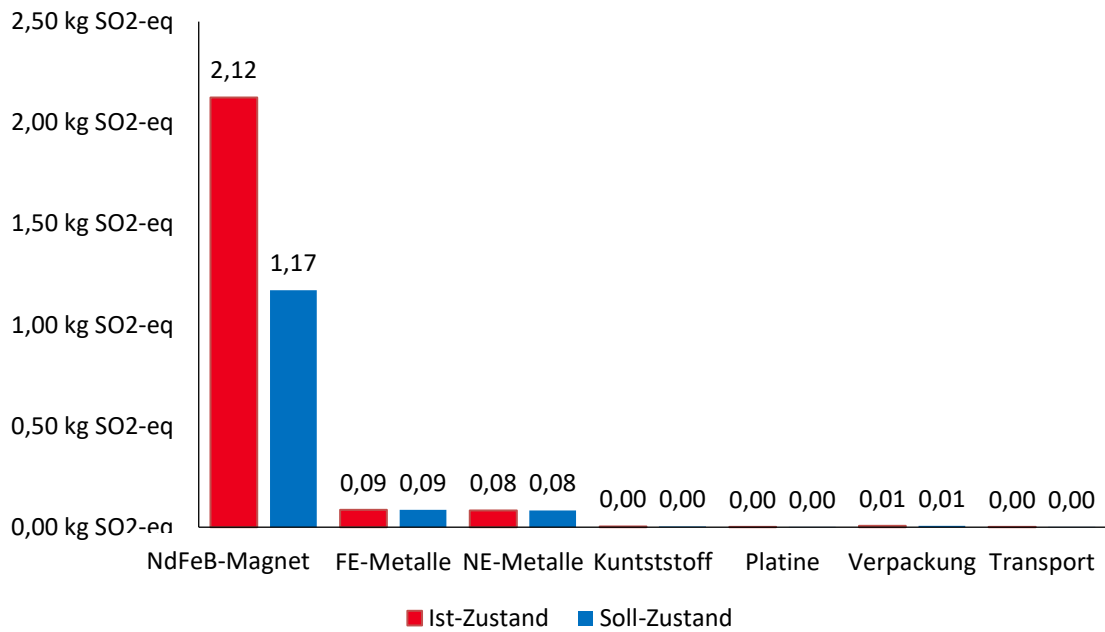


Abbildung 32 Versauerungspotential

Die Nd-Fe-B-Magnete haben auf das Eutrophierungspotential kaum Einfluss (Abbildung 33).

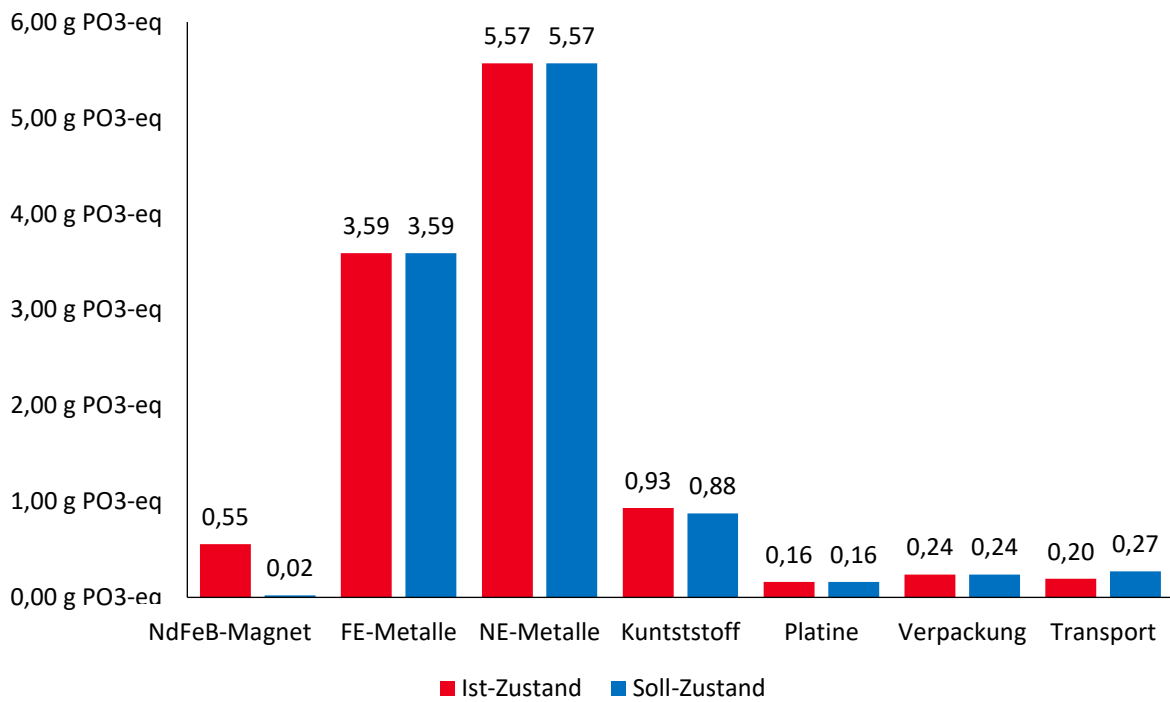


Abbildung 33 Eutrophierungspotential

Die Pumpenherstellung hat kaum Auswirkungen auf das Ozonabbaupotential (Abbildung 34).

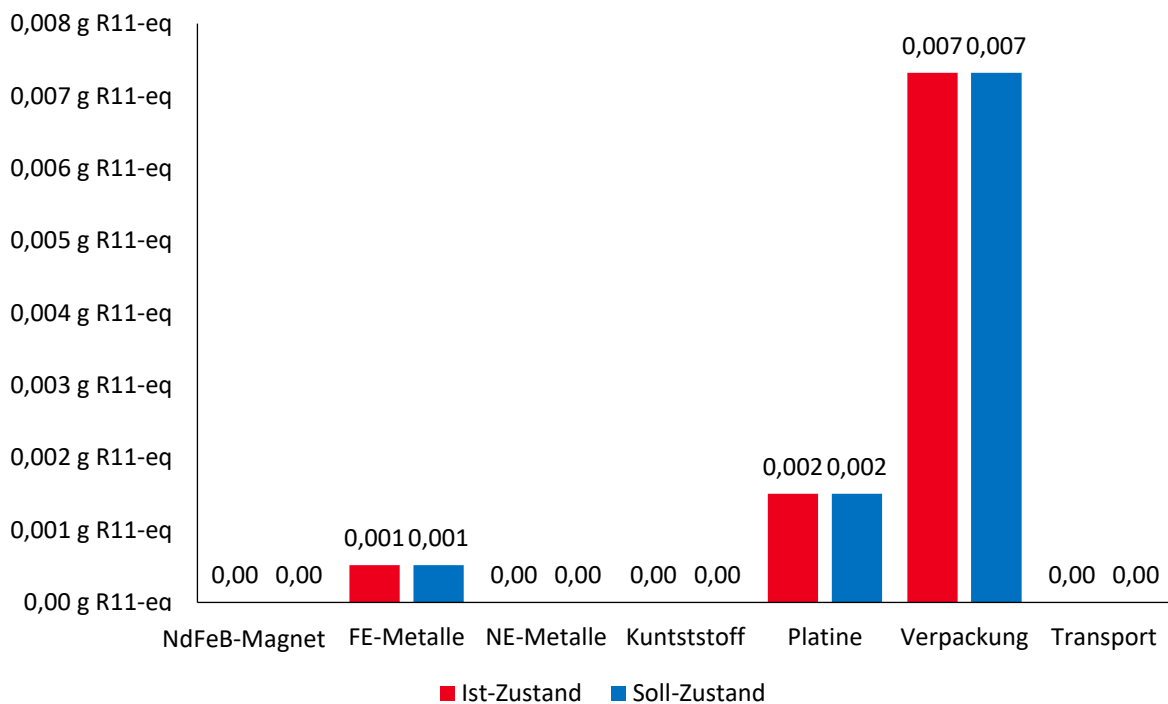


Abbildung 34 Ozonabbaupotential

Wie aufgezeigt, ist das wesentliche Einsparpotenzial durch den Einsatz wiederverwendeter oder wiederverwerteter Nd-Fe-B-Magnete im Bereich des Versauerungspotenzials.

Arbeitspaket 7 – Nachhaltiges Kommunikationskonzept

In diesem Arbeitspaket werden drei mögliche Konzepte für eine deutschlandweite Rückführung von Heizungspumpen vorgestellt. Als Grundlage dienen zum einen die Ergebnisse des Pilotversuches und zum anderen Erkenntnisse aus Gesprächen mit Außendienstmitarbeitern (ADM) und weiteren Ergebnisse einer Pilotteilnehmer-Umfrage. Innerhalb einer Masterarbeit sind die Themen des Interviewgespräches und der Umfrage zusammengestellt worden und in gemeinsamer Absprache mit dem Projektteam entstanden die finalen Fragebögen [17].

Außendienstmitarbeiter Interviews

Ziel der Interviews war eine Einschätzung der Außendienstmitarbeiter zu bekommen, weshalb die Fachhandwerksbetriebe an der Pilotphase teilgenommen haben bzw. sich dagegen entschieden haben. Die Fragen sind in drei Themengebiete unterteilt: allgemeine Fragen, Fragen zur Pilotphase und persönliche Meinung bzgl. Ausblick des Projektes. Die Fragebögen wurden an die Außendienstmitarbeiter von Wilo, TSR und Pietsch verteilt. Darüber hinaus wurden persönliche Gespräche geführt. Der Interview Fragebogen ist dem Anhang – Außendienstmitarbeiter Interview Fragebogen zu entnehmen. Im Rahmen des Projektes wurden alle Angaben anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgte nicht.

Alle Außendienstmitarbeiter waren in ganz Nordrhein-Westfalen aktiv; das Ruhrgebiet sowie das Münsterland und Sieger- und Sauerland wurden während der Akquise Phase abgedeckt. Insgesamt haben die neun befragten Außendienstmitarbeiter 167 Betrieben, mehrheitlich mit mehr als zehn Mit-

arbeitern, das Projekt „HeizKreis“ vorgestellt und die Teilnahme an der Pilotphase angeboten. Die Gespräche wurden zu 90% mit der Geschäftsleitung, selten mit technischen Mitarbeitern oder Kundendienstleitern geführt. Weiter wurden alle Mitglieder der SHK-Innung Aachen Land durch den Obermeister zur Teilnahme an der Pilotphase kontaktiert. Die Zahl der dadurch teilgenommenen Betriebe ist unbekannt.

Die Außendienstmitarbeiter sind nach den verschiedenen Vertriebssystemen von Wilo, TSR oder Pietsch vorgegangen. Von den 167 angesprochenen Betrieben entschieden sich 36 für die Pilotteilnahme, was einer Erfolgsquote 21% entspricht. Die verwendeten Medien, Website, Flyer und Präsentation, waren laut Aussagen der Vertriebsmitarbeiter für die Gespräche ausreichend. Sofern Zeit zur Vorstellung des Projektes fand, reagierten die SHK-Betriebe mit Interesse und positiven Feedback. Das Nicht-Teilnehmen der Betriebe war nicht auf die Akquisemedien zurückzuführen, sondern war durch andere Faktoren bedingt. Abbildung 35 zeigt die verschiedenen Hemmnisse und Gründe für eine Nicht-Teilnahme der Betriebe aus Sicht der Außendienstmitarbeiter. Der meist genannte Grund war die mangelnde Lagerkapazität bei den Fachhandwerksbetrieben, um eine Sammelbox, in Form einer Gitterbox oder der Metal Box aufzustellen. Weiter sahen die Betriebe einen auf sie zukommenden Mehraufwand, der mit dem Alltagsgeschäft nicht vereinbar wäre.

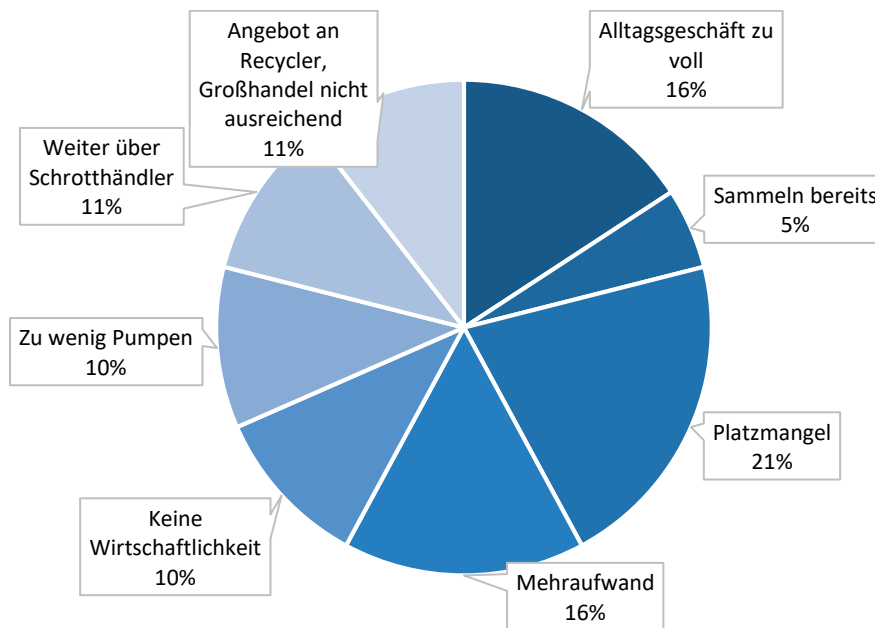


Abbildung 35 Gründe der Fachhandwerksbetriebe für die Nicht-Teilnahme an der Pilotphase aus Sicht der ADM, Basis 167 Betriebe

Die Gründe für eine Teilnahme an der Pumpensammlung sind in Abbildung 36 dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass der Umweltgedanke, mit den Themen, wie Kreislaufschließung, Ressourcenschonung und Seltene Erden, im Vordergrund noch vor einer möglichen Vergütung steht.

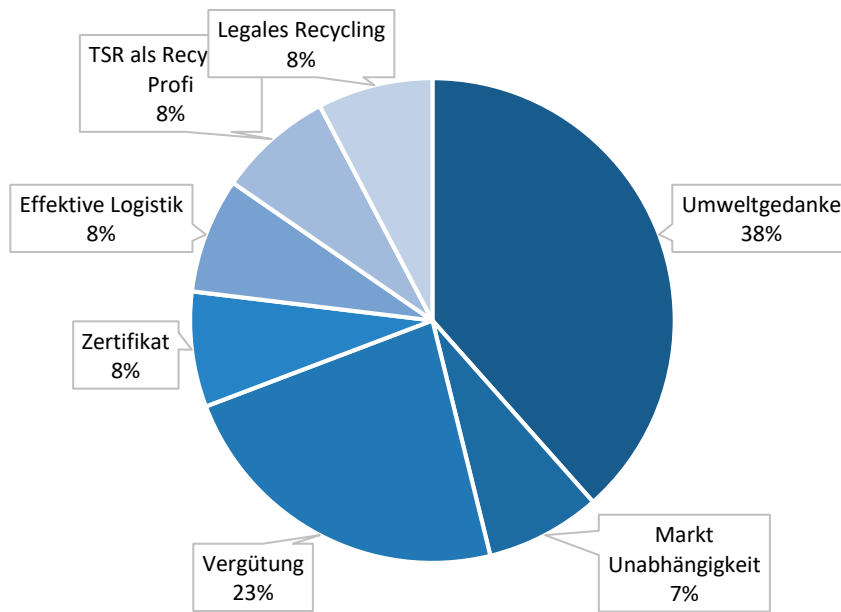


Abbildung 36 Gründe der Fachhandwerksbetriebe für die Teilnahme an der Pilotphase aus Sicht der ADM, Basis 167 Betriebe

Alle ADM waren sich einig, dass das Vorhaben des Projektes eine zukunftsweisende Idee darstellt. Themen wie Recycling von Wertstoffen und Ressourcensicherung sind wichtig und müssen weiter vorangetrieben werden.

Allerdings merken sie ebenfalls an, dass für eine langfristige Pumpensammlung noch gewisse Anreize fehlen und Problematiken gelöst werden müssen. Abbildung 37 zeigt verschiedene Anreize, die für eine langfristige Pumpenrückführung nötig sind. Der wirtschaftliche Anreiz sei die einzige momentane Möglichkeit langfristig die Pumpen zurückzuführen. Weiter sei eine simple Logistikstruktur, hinsichtlich Sammlung und Abholung der Altpumpen entscheidend, dass der Fachhandwerker ohne Mehraufwand und während seines Tagesgeschäftes Pumpen sammeln könne. Ein weiterer Vorschlag war, weiterhin Werbung bei den SHK-Betrieben und auch in den Innungen zu betreiben, um die Reichweite dadurch zu erhöhen. Ebenso wichtig sei die Aufklärungsarbeit für die Monteure, aber auch für die Endkunden. Die Altpumpe ist Eigentum des Endkunden und dieser darf über den weiteren Verwertungsweg entscheiden. Ein über das Thema aufgeklärter Monteur könne nun anbieten, die Altpumpe fachgerecht zu entsorgen und somit einen Beitrag zur Schonung der Umwelt und Ressourcen zu leisten.

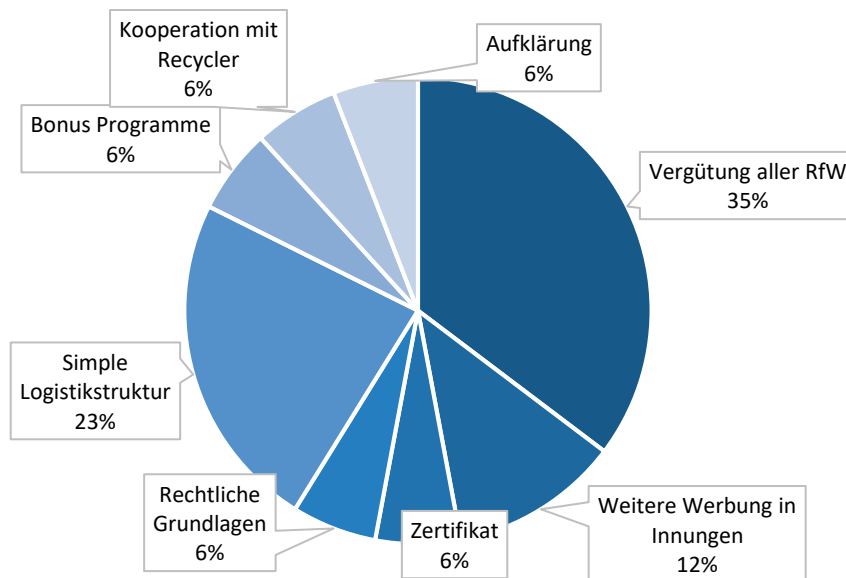


Abbildung 37 Übersicht der Anreize, die für eine langfristige Pumpenrückführung nötig wären.

Pilotteilnehmer – Umfrage

Die Umfrage war in elf Fragen unterteilt u.a. Kritikpunkte bezüglich der angebotenen Rückführungswege und Präferenzen, infrastrukturelle Probleme im Betrieb und Motivation zur Weitersammlung nach der Pilotphase. Die Umfrage ist dem Anhang – Pilotteilnehmer Umfrage zu entnehmen. Im Rahmen des Projektes wurden alle Angaben anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgte nicht.

Bedingt durch den geringen Rücklauf von 11 von 178 angeschriebenen SHK-Betrieben ist die Umfrage nicht als repräsentativ einzuschätzen. Die folgenden Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtheit der Rückläufer. 55% der Betriebe haben durch das Wilo Vertriebsteam das Projekt „HeizKreis“ kennengelernt. 36% wurden über eine Informationsmail oder Fachzeitschrift über die Pilotphase in Kenntnis gesetzt und 1% über die Vertriebsmitarbeiter von Pietsch. Gründe für eine Unterstützung des Projektes bestanden im Umweltgedanken, Ressourcenschonung, Kreislaufschließung und fachgerechter Entsorgung von Altpumpen. Für den ausgewählten Rückführungsweg war eine unkomplizierte Vereinbarung der Pumpensammlung mit dem Tagesgeschäft entscheidend.

82% der Betriebe haben vor der Sammlung Anreize, in Form von Aufklärung ihrer Mitarbeiter über das Projekt und speziell der Seltenen Erden getätigt. Darüber hinaus gab es bei 90% keinerlei infrastrukturelle Probleme, wie bspw. Platzmangel, die im Vorfeld hätten gelöst werden müssen. Lediglich 10% hatten zunächst keine Lagerkapazitäten. Dass die Betriebe an einer Pilotphase zur Rückführung von Altpumpen teilnehmen, haben 27% ihren Kunden mitgeteilt.

Es wurde eine prozentuale Zuordnung erfragt, in welchen Gebäude Pumpen ausgetauscht worden sind. Die durchschnittliche Verteilung sieht wie folgt aus: Einfamilienhäuser 41%, Mehrfamilienhäuser 30%, Gewerbe/ Industrie 29%.

In 81% der Fälle entstanden keine Probleme während der Pilotphase. 18% hatten Probleme, dass die Mitarbeiter des Großhandels zunächst nicht in Kenntnis über die Annahme von Altpumpen gesetzt worden sind. 1% enthielt sich.

Verbesserungsvorschläge für die Pumpensammlung sind der Austausch der vollen mit einer leeren Gitterbox bei Abholung und eine Verschlussmöglichkeit, sodass die Pumpen diebstahlgeschützt gelagert werden können.

Alle Fachhandwerksbetriebe wären bereit auch zukünftig den Stoffstrom „Altpumpe“ gesondert zu sammeln. Allerdings wird die Rückführungsmethode über eine portofreie Rücksendung nicht angenommen, da zusätzlicher Verpackungs- und Zeitaufwand entstehe. Für die Fachhandwerker sind folgende Punkte essentiell für eine weitere Pumpensammlung: ein simples Sammelsystem und eine effiziente Logistikstruktur. Diese kann sowohl statisch als auch dynamisch geregelt sein. Bei einer Abholung der vollen Box soll eine leere Box bereitgestellt werden. Weiter wünschen sich 18% ein erweitertes Rückführungsweg-Angebot, bspw. durch Kooperationen mit mehreren Großhändlern. 18% sehen weiterhin Aufklärungsbedarf hinsichtlich Seltene Erden und der Rohstoffschonung durch Kreislaufwirtschaft.

Abschlussveranstaltung – Expertengespräch

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden innerhalb einer Abschlussveranstaltung an der Westfälischen Hochschule vor einem geladenen Publikum präsentiert. Abgerundet wurde die Abschlussveranstaltung durch ein Expertengespräch mit hochkarätigen Vertretern aus der Industrie, Recycling- und SHK-Branche sowie des Umweltrechts. Dabei wurde die Basis für ein deutschlandweites Rückholkonzept diskutiert. Die Vertreter von WIL0 SE, TSR Recycling GmbH & Co. KG und Kurt Pietsch GmbH & Co. KG haben übereinstimmend zugesagt, zusammen an der Entwicklung einer deutschlandweiten Pumpenrückholung zu arbeiten.



Abbildung 38 Abschlussveranstaltung am 06.06.2019 an der WHS in Gelsenkirchen.

Konzepte für deutschlandweites Rückholkonzept

In diesem Kapitel werden mit Hilfe der Erkenntnisse des Pilotversuches, der ADM Interviews, der abschließenden Umfrage und des Expertengesprächs, verschiedene Konzeptszenarien für ein deutschlandweites Sammelsystem erläutert.

Mit den verbindlichen Zusagen der drei Parteien der Vertriebskette, Wilo, TSR und Pietsch, starten zeitnah die Planungen für ein nachhaltiges Rückführungskonzept mit dem Ziel die gesamte Bundesrepublik Deutschland abzudecken.

Es sind zunächst drei mögliche Konzepte zur Realisierung einer deutschlandweiten Kreislaufführung von Heizungspumpen erstellt worden [17]. Für eine Erfassung von ganz Deutschland liegt es nahe, mit mehreren Recyclingbetrieben und Großhändlern zusammenzuarbeiten.

Konzeptidee Nr.1 - Rückführung vom SHK-Betrieb direkt zu Hersteller

Diese Konzeptidee beschreibt den direkten Weg der Heizungspumpe vom SHK-Betrieb zurück zum Hersteller.

Jeder SHK-Betrieb sammelt seine ausgebauten Pumpen in einer speziellen Gitterbox des Herstellers. Sobald diese Gitterbox gefüllt ist, veranlasst der SHK-Betrieb per Mail oder via App ein Abholen der Box durch den Hersteller, der diese im Gegenzug durch eine Leere austauscht. Die Organisation der Logistik genauso wie das zur Verfügung stellen der Gitterboxen liegt in der Hand des Heizungspumpenherstellers.

Ziel dieser Konzeptidee ist es, dass die Pumpen auf schnellstem Weg direkt vom Fachhandwerker zurück zum Hersteller gelangen. Es soll kein großer Aufwand für den SHK-Betrieb entstehen. Die Logistik und der Tausch der Gitterboxen sollen einfach und unkompliziert für den Fachhandwerker sein.

Bei dieser Konzeptidee können jedoch Probleme, sowohl auf Seiten des Fachhandwerks als auch auf Seiten des Pumpenherstellers entstehen. Aus Sicht der SHK-Betriebe sind vor allem infrastrukturelle Probleme, wie Platzmangel für die Aufstellung von Gitterboxen, zu lösen. Die Umfrage der Pilotteilnehmer zeigt, dass 90% der Befragten zwar ohne weiteren Platz für eine weitere Gitterbox schaffen konnten, dennoch müssen auch die restlichen 10% in das Konzept miteinbezogen werden. Der Platzmangel könnte dadurch behoben werden, dass verschieden große Boxen angeboten werden, je nach zu erwartender Pumpenmenge. Kommt der Aspekt einer branchenweiten Sammlung hinzu, müsste die Frage der Sortierung der Pumpenfabrikate geklärt werden. Ein Aufstellen mehrerer Gitterboxen für jeden Pumpenhersteller ist platztechnisch nicht überall realisierbar.

Aus Sicht des Herstellers könnte es in der Logistik zu Problemen kommen. Laut Zentralverband SHK gab es im Jahr 2016 mehr als 51.000 registrierte SHK-Betriebe. Es stellt sich daher die Frage, ob der Pumpenhersteller in der Lage ist, die Abholung bei jedem SHK-Betrieb logistisch gewährleisten zu können. Schafft es der Pumpenhersteller zusätzlich zu seinen Lieferungen an den Großhandel die vollen Gitterboxen beim SHK-Betrieb abzuholen und eine neue Leere hinzustellen? Ist der Hersteller ebenso in der Lage durch das Warenwirtschaftssystem eine korrekte Abwicklung der Abholung zu schaffen?

Vorteil dieser Konzeptidee ist jedoch, dass es keine Zwischenstationen in Form von Großhandel oder Recycling-Unternehmen gibt. So bekommt der Hersteller direkt seine Pumpen zurück ohne die Gefahr, dass Pumpen verloren gehen. Auch ist die Vergütung ohne Zwischenhändler kostengünstiger.

Konzeptidee Nr.2 - Rückführung über „THE METAL BOX“

In dieser Konzeptidee geht es um die Rückführung der Heizungspumpe vom SHK-Betrieb über den Recycler TSR, gesammelt durch die „THE METAL BOX“, zurück zum Hersteller.

Wie vorab bereits erwähnt, ist „THE METAL BOX“ eine Kleinbehälterlösung zur Sammlung von FE- und NE-Metallen. Der Fachhandwerker hat die Möglichkeit seine Heizungspumpen gemeinsam mit dem alltäglich anfallenden Schrott zu sammeln. Sobald die Box voll ist, kann der Fachhandwerker telefonisch die Abholung veranlassen. Diese wird vor Ort von TSR mit einer geeichten Waage verwogen und die Box wird ausgetauscht. Auf dem Recyclinghof wird der Inhalt der Box sortiert und die Erlöse dem

Fachhandwerker gutgeschrieben. In dieser Box sollen nun auch Pumpen gesammelt werden. Die Pumpen werden als separater Stoffstrom händisch aussortiert und den richtigen Herstellern zugeordnet. Anschließend kann der jeweilige Pumpenhersteller seine volle Gitterbox mit seinen Pumpen bei der TSR abholen und diese nach seinen eigenen Verfahren recyceln und wiederverwenden.

Ziel dieser Konzeptidee ist es, dass der Fachhandwerker seinen Schrott inklusive der Pumpen ordnungsgemäß und steuerlich korrekt entsorgt. Außerdem muss der Handwerker keinen Mehraufwand betreiben Pumpen und Schrott separat zu sammeln und zu entsorgen.

Bei diesem Konzept obliegt die logistische Abwicklung der TSR Recycling GmbH & Co. KG. Für eine flächendeckende Sammlung ist es nötig, eine deutschlandweite Logistikstruktur aufzubauen. In Nordrhein-Westfalen ist das System „THE METAL BOX“ soweit etabliert. Es müsste das Ausrollen auf weitere Bundesländer folgen. Dennoch entscheidet der Fachhandwerker allein darüber, ob eine Metal Box in seinem Betrieb aufgestellt wird oder nicht. „THE METAL BOX“ ist eine Kleinbehälterlösung; daher kann diese für größere Betriebe zu klein sein, die für ihre Schrotte Container mit größerem Volumen benötigen.

Ein Vorteil dieser Konzeptidee ist, dass durch die Rückführung über „THE METAL BOX“ eine fachmännische Entsorgung durch den Recycler gewährleistet ist. Außerdem ist die Vergütung steuerrechtlich abgesichert.

Konzeptidee Nr.3 - Rückführung über den Großhandel und „THE METAL BOX“

Diese Konzeptidee beinhaltet die Rückführung der Heizungspumpe vom SHK-Betrieb über den Großhandel und der Sammellösung „THE METAL BOX“ zum Hersteller.

Nach Austausch von Pumpen durch den Fachhandwerker, ist es möglich die Altpumpen unmittelbar an den Großhandel über verschiedene Rückführungswege (siehe Abbildung 23) zurückzugeben. Der Großhandel sammelt über „THE METAL BOX“ Altpumpen, die bei vollständiger Füllung durch TSR abgeholt und ausgetauscht werden. Die vollen Boxen werden im Werk von TSR sortiert und den jeweiligen Pumpenherstellern zugeführt.

Das Ziel dieser Konzeptidee ist es, die vorhandenen Strukturen des Stoffstroms Heizungspumpe zu nutzen und diese als Rückführung zu realisieren. Durch die schon bereits vorhandenen Strukturen kommen weder für den SHK-Betrieb noch für den Großhandel als auch für den Hersteller finanziell zu einem erhöhten Aufwand.

Zur Realisierung dieses Konzeptes ist die Zusammenarbeit aller Großhändler nötig. In anlaufenden Gesprächen zwischen WILO SE und Pietsch GmbH & Co. KG ist das Interesse der Haustechnikbeteiligungsgesellschaft (HBG), ein Zusammenschluss von unabhängigen SHK Großhändlern aus dem Bundesgebiet, an der Mitarbeit zur Pumpenrückführung bekundet worden. Während der Pilotphase ist bereits ein funktionierendes Warenwirtschaftssystem bei Pietsch etabliert worden. Dabei wurde eine allgemeine Artikelnummer und eine eigene Retourart „Projekt HeizKreis Pilot“ angelegt. Der Fachhandwerksbetrieb erhielt darüber hinaus nach Abgabe der Altpumpen einen Retourenbeleg. Darüber war Mitarbeiteranzahl des Betriebes und die abgegebene Pumpenanzahl pro Betrieb erfassbar. Dieses System wäre für andere Großhändler mit Abänderungen übertragbar. Es müsste allerdings gewährleistet werden, dass auch Fachhandwerker, die ihre Waren über die Onlineplattformen der Großhändler bestellen, die Altpumpen einfach und unkompliziert zurückgeben können.

Ein Vorteil dieses Konzeptes ist es, dass alle Beteiligten mit ihren Kernkompetenzen vernetzt werden. Das Rückholverfahren baut auf den bestehenden Vertriebswegen von Hersteller, Großhandel und Fachhandwerksbetrieb auf. Dadurch können die gegenwärtigen logistischen Strukturen von Pietsch GmbH & Co. KG weiterhin genutzt und zukünftig mit denen der HBG erweitert werden. TSR Recycling übernimmt die Sortierung und WILO SE die fachgerechte Demontage der Altpumpen.

Öffentlichkeitsarbeit

In den DBU Richtlinien ist verankert, dass Projekt „HeizKreis“ an verschiedenen Veranstaltungen vorzustellen. Dies diene sowohl der Aufklärung für das sensible Thema Seltene Erden, Kreislaufschließung und Ressourcenschonung, als auch zur Werbung für das Projekt und zur Akquise für den anlaufenden Pilotversuch im September 2018.

Hierzu wurde das Projekt in den folgenden Veranstaltungen platziert:

- Graduierteninstitut NRW, Fachgruppe Ressourcen
- ERFA Kreis, Hamburg
- nachhaltig.digital, Bonn
- Landtag NRW, Düsseldorf
- SHK-TV
- Fraunhofer IML, Dortmund

Graduierteninstitut NRW – Fachgruppe Ressourcen, Gelsenkirchen, 06.12.2017 und Fachgruppe Ressourcen, Leverkusen, 06.11.2018

Das GI NRW ist eine gemeinsame wissenschaftliche Einrichtung der 16 staatlichen und vier staatlich refinanzierten Fachhochschulen/Hochschulen für angewandte Wissenschaften sowie der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW. Das GI NRW hat den hochschulgesetzlichen Auftrag, kooperative Promotionen an FH/HAW und Universitäten nachhaltig zu stärken und auszubauen. In Vorträgen und Posterpräsentationen wird der Umgang mit Ressourcen, gespiegelt an der Ökonomie, der Effizienz und der Nachhaltigkeit diskutiert.

ERFA Kreis, Hamburg, 13.04.2018

Der ERFA Kreis in Hamburg hat dem Projektteam die Möglichkeit geboten, das Projekt vor einem Publikum mit großen SHK Betrieben vorzustellen. Wie bereits in Kapitel Arbeitspaket 3 erwähnt, dient die Vorstellung einerseits, um Feedback von weiteren SHK Betrieben zu bekommen, in wie weit eine Pumpenrückführung und auf welchen Wegen diese am realistischen sei, und zum anderen, um Akquise für die Pilotphase zu betreiben. Alle anwesenden Betriebe bestätigten ihre Teilnahme an der Pilotphase und führten mit den Vortragenden rege und konstruktive Diskussionen.

nachhaltig.digital, Bonn. 15.05.2018

„nachhaltig.digital“ will Kompetenzen zusammenbringen und Ideen vernetzen. Im Zentrum von „nachhaltig.digital“ steht die Frage, wie die Digitalisierung für eine lebenswerte, nachhaltige Zukunft genutzt werden kann – ökologisch, sozial, ethisch, kulturell und ökonomisch wertvoll. Primär mit und für den Mittelstand werden Dialoge unterstützt, Ideen vernetzt und über Branchengrenzen hinweg konkrete Lösungsansätze entwickelt. Darum ging es auch beim offiziellen Auftakt der Kompetenzplattform: Ge-

meinsam mit über 130 ExpertInnen sowie PraktikerInnen auf dem Gebiet haben wir innovative Lösungsansätze für eine nachhaltig-digitale Entwicklung in verschiedenen für den Mittelstand relevanten Themenfeldern diskutiert [18]. Das Projekt „HeizKreis“ wurde eingeladen, einen Thementisch zu Produktrecycling und Produktrückführung zu leiten.

FORSCHUNG 21, Landtag NRW, Düsseldorf, 05.06.2018

Am 5. Juni 2018 veranstaltete das Hochschulnetzwerk NRW (HN NRW) im nordrhein-westfälischen Landtag gemeinsam mit dem Landtagspräsidenten André Kuper die Veranstaltung FORSCHUNG 21. In der Wandelhalle fanden sich geladene Gäste zusammen, um sich über die Potenziale von angewandter Forschung auszutauschen und deren Vielfalt zu erleben. Unter ihnen waren etwa Annette Storsberg (Staatssekretärin des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW), Angela Freimuth (FDP, Vizepräsidentin des Landtags) sowie interessierte Landtagsabgeordnete und Präsidiumsvertreter der Mitgliedshochschulen. Landtagspräsident Kuper begrüßte die Anwesenden und wies einleitend auf den Stellenwert von Fachhochschulen und Hochschulen für angewandte Wissenschaften (FH/HAW) hin. In der anschließenden Interviewrunde standen zudem Wirkung und Potenziale von angewandter Forschung im Vordergrund.



Abbildung 39 Thementisch im NRW Landtag in Düsseldorf - Forschung 21

An den Thementischen konnten die Teilnehmer nachfolgend einen Einblick in die Forschungsarbeit von FH/HAW bekommen und mit Experten zu den Themen Digitalisierung, Pflege, Sicherheit, Ressourcen, Lebenswissenschaften und Medien und Kommunikation diskutieren. Im offenen Austausch wurden in den Kleingruppen etwa die ethischen Aspekte von Assistenzsystemen und die Auswirkungen der Digitalisierung für die Hochschullehre erörtert. Auf zwei Stelen waren 21 Leuchtturmprojekte aus den Mitgliedshochschulen als digitale Poster zu sehen und verliehen der Vielseitigkeit von angewandter Forschung so auch visuell Ausdruck. Begleitend sind die jeweiligen Forschungszusammenhänge der Projekte in der Broschüre FORSCHUNG 21 informativ aufbereitet und erläutert. Zudem finden sich hier Kontaktdaten aller Mitgliedshochschulen [19]. Die Westfälische Hochschule durfte dabei beim Thementisch bezüglich „Produktionskreisläufe: Ressourcen nachhaltig nutzen“ das Projekt „HeizKreis“ vorstellen – wie in Abbildung 39 zu sehen.

SHK-TV Auftritte, August 2018

Am 08.08.2018 drehte das Team von SHK-TV ein Interview zusammen mit Herrn Ralf Holzhauer an der Westfälischen Hochschule. Das Interview wurde am 15.08.2018 ausgestrahlt. In dem Interview stellt Herr Holzhauer das Projekt „HeizKreis“ vor und berichtet über die damals anlaufende Pilotphase mit den drei verschiedenen Rückführungswegen. Darüber hinaus besuchte SHK-TV am 31.08.2018 den an der Pilotphase teilnehmenden SHK-Betrieb Vestring Gebäudetechnik GmbH, der in der Reportage über die Motivation zur Teilnahme an der Pilotphase berichtet und wie die Pumpensammlung in dem Betrieb realisiert worden ist.

Fraunhofer IML – Zukunftskongress Logistik 2018, Dortmund, 11.09.2018 – 12.09.2018

Führende Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft aus ganz Deutschland treffen sich seit mehr als 35 Jahren auf dem Zukunftskongress Logistik in Dortmund und richten den Blick in die Zukunft der Logistik. Mit dem Expertenwissen des Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und dem Digital.Hub Logistics, bieten die traditionsreichen Dortmunder Gespräche Jahr für Jahr ein attraktives Programm. Über 500 Teilnehmer nutzen regelmäßig die Gelegenheit, sich über aktuelle technologische und gesellschaftliche Entwicklungen auszutauschen und Kontakte zu den Entscheidern aus der Branche zu knüpfen [20].

Veröffentlichungen

Neben den öffentlichen Präsentationen über das Projekt werden weitere Veröffentlichungen in den Fachzeitschriften „RECYCLING magazin“ und „Müll und Abfall“ platziert werden sowie in der RAS „Das Wirtschaftsjournal für die Gebäudetechnik“ (Ausgabe September 2019).

Fazit und Ausblick

Die Erfahrungen aus diesem Projekt belegen, dass es möglich ist, die Unternehmen der gesamten Wertschöpfungskette eines hochwertigen technischen Investitionsproduktes zu vernetzen, um dadurch eine Rückholung aus dem Markt und somit eine Kreislaufschließung zu ermöglichen. Trotz immer noch nötiger Aufklärungsarbeit bezüglich richtiger Entsorgung von Altpumpen, zeigen das Engagement aller Beteiligten und insbesondere die Gespräche mit und die Umfragen bei den Pilotteilnehmern, dass der Markt für eine Kreislaufschließung bereit ist.

Bei dem abschließenden Expertengespräch mit den Entscheidern der beteiligten Projektunternehmen wurde die Basis für ein deutschlandweites Rückholkonzept geschaffen. Es laufen vertiefende Gespräche zwischen Hersteller, Großhandel und Verwerter, um das Ziel einer flächendeckenden Rückführung von Altpumpen voranzutreiben. In absehbarer Zukunft sollen Businesspläne entworfen werden, um ein Konzept zur Rückholung von Heizungspumpen aufzubauen. Bis eine funktionierende Logistikstruktur mit allen beteiligten Unternehmen aufgebaut ist, benötigt es allerdings noch etwas Zeit. In den kommenden Monaten soll der Fortschritt dieser Planung innerhalb von Pressemitteilungen veröffentlicht werden. Weiter wird die bestehende Homepage www.pumpenrecycling.de für die Platzierung dieser Ergebnisse im Internet genutzt.

Positives Feedback wurde nicht nur von den zukünftig die Wertschöpfungskette betreibenden Unternehmen, WILO SE, TSR GmbH & Co. KG und Pietsch GmbH & Co. KG, ausgesprochen, sondern auch die indirekt beteiligten Fachhandwerksbetriebe Vollmer und Heidemann und Agentur Winter sagen zu, weiter als Multiplikatoren für die Erreichung einer funktionierenden Pumpensammlung zu agieren.

Das Projekt „HeizKreis“ zeichnet sich durch die erfolgreiche und konstruktive und transparente Zusammenarbeit aller Beteiligten einer Vertriebskette aus.

Das Projekt macht deutlich, dass Spezialthemen Partnerschaften benötigen.

Literatur

- [1] F. Marscheider-Weidemann *et al.*, *Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016: Auftragsstudie*, 2016. Aufl. Berlin: DERA, 2016.
- [2] Grundfos, „Optimale Pumpenlösungen für die Wasserwirtschaft“, 2011.
- [3] Consultic, „Absatzentwicklung Heizungs- und Brauchwasserpumpen: Bericht UP“, 2015.
- [4] T. Scheelhaase und G. Zinke, „Potenzialanalyse einer zirkulären Wertschöpfung im Land Nordrhein-Westfalen“, EPEA; Kienbaum, Düsseldorf-Hamburg-Berlin, 2016. [Online] Verfügbar unter: <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/herunterladen/der/datei/potenzialanalyse-mweimh-2016-web-pdf/von/potenzialanalyse-bericht/vom/mwide/2361>. Zugriff am: 5. Dezember 2017.
- [5] Dipl.-Ing. Udo Kunz, „Stromeinsparung durch Einsatz von Hocheffizienzpumpen“. ISH Messe Frankfurt, 2011.
- [6] K. Müller, „Marktforschung Strukturanalyse SHK-Handwerk“, 2015.
- [7] Zentralverband Sanitär Heizung Klima, „FACHWISSEN FÜR SHK-GEWERKE: ENERGIEWENDE IM WÄRME-MARKT“. Zugriff am: 5. Dezember 2017.
- [8] *Heizungspumpen-Förderung 2018: Alle Infos + Checkliste | co2online*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/umwaelzpumpe/umwaelzpumpe-foerderung-fuer-austausch/>. Zugriff am: 6. Dezember 2018.
- [9] Dennis Timmers, „Ökobilanzierung - Rückholung und Weiterverwendung seltener Erden Magnete - Kreislaufschließung bei Heizungspumpen“.
- [10] Dennis Timmers, „Ansätze zur technischen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeitsbewertung der stofflichen Verwertung zurückgeführter Heizungspumpen“, 2019.
- [11] H. Jin, P. Afiuny, T. McIntyre, Y. Yih und J. W. Sutherland, „Comparative Life Cycle Assessment of NdFeB Magnets: Virgin Production versus Magnet-to-Magnet Recycling“, *Procedia CIRP*, Jg. 48, S. 45–50, 2016.
- [12] E. Ozkan, N. Elginöz und F. Germirli Babuna, „Life cycle assessment of a printed circuit board manufacturing plant in Turkey“ (eng), *Environmental science and pollution research international*, Jg. 25, Nr. 27, S. 26801–26808, 2018.
- [13] R. Kenyon, „Ökobilanz Wellpappe-Produkte“.
- [14] A. I. M’hamdi, N. I. Kandri, A. Zerouale, D. Blumberga und J. Gusca, „Life cycle assessment of paper production from treated wood“, *Energy Procedia*, Jg. 128, S. 461–468, 2017.
- [15] A. Ongmongkolkul, H. N. Per und M. N. Mousa, *Life Cycle Assessment of Paperboard Packaging Produced in Thailand*.
- [16] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, *Schwefeldioxid-Emissionen*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/schwefeldioxid-emissionen#textpart-1>. Zugriff am: 20. Juni 2019.
- [17] Christine Ruhe, „Konzepte für ein deutschlandweites Sammelsystem für Heizungspumpen basierend auf einem Realversuch in der SHK-Branche“, 2019.
- [18] Deutsche Bundesstiftung Umwelt, *nachhaltig.digital: 15.05.2018 in Bonn - Offizieller Auftakt von nachhaltig.digital, der Kompetenzplattform für Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Mittelstand*. [Online] Verfügbar unter: https://www.dbu.de/550artikel37522_2440.html. Zugriff am: 20. Juni 2018.
- [19] Z. f. F. zefo, *FORSCHUNG 21: Impulse. Austausch. Perspektiven*. Forschungsvielfalt im Mittelpunkt. [Online] Verfügbar unter: <https://www.hn-nrw.de/aktivitaeten/events/forschung21/>. Zugriff am: 20. Juni 2018.
- [20] Mandy Lindemann, *Zukunftskongress Logistik 2018 - 36. Dortmunder Gespräche*. [Online] Verfügbar unter: https://www.iml.fraunhofer.de/de/veranstaltungen_messen/zukunftskongress-logistik-2018.html. Zugriff am: 24. Juni 2019.

Anhang

1. Anhang – Zeitplan.....	63
2. Anhang – SHK Umfrage und Ergebnisse.....	64
3. Anhang – Wertschöpfung Analyseergebnisse.....	76
4. Anhang – Flyer Akquise Pilotprojekt	82
5. Anhang – Flyer „THE METAL BOX“	86
6. Anhang – Prozess der Entmagnetisierung.....	87
7. Anhang – Außendienstmitarbeiter Interview Fragebogen	88
8. Anhang – Pilotteilnehmer Umfrage.....	91

1. Anhang – Zeitplan

	Projektmonat																																											
	Q3 17			Q4 17			Q1 18			Q2 18			Q3 18			Q4 18			Q1 19			Q2 19																						
	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36								
Literaturrecherche	Intensive Phase																																											
Zirkuläre Wertschöpfung																																												
Mengenströme und Verwertungswege																																												
Heizungspumpen																																												
Seltene Erden Magnete																																												
Ökobilanz																																												
Arbeitspakete																																												
1. Mengenströme und Verwertungswege																																												
Fragenkatalog																																												
1.1 Mengenströme																																												
1.2 Verwertungswege																																												
2. Wertschöpfung entlang der Verwertungskette																																												
Fragenkatalog																																												
2.1 Stoffströme der Heizungspumpen																																												
2.2 Analyse und Bewertung Wertschöpfungskette																																												
3. Kommunikations- und Motivationsstrategie																																												
Fragenkatalog																																												
3.1 Entwicklung Kommunikationsstruktur																																												
3.2 Entwicklung Motivationsstruktur																																												
4. Hersteller eigener Wiederverwendungs-/ Wiederverwertungsprozess																																												
Fragenkatalog																																												
4.1 Bestehender Fertigungsprozess																																												
4.2 Rückführung und Analyse von Altpumpen																																												
4.3 Entwicklung von Rahmenbedingungen für Magnete aus zurückgeführten Altpumpen																																												
5. Qualitätsmanagement																																												
Fragenkatalog																																												
5.1 Erfassung von Qualitätsstandards neuer Magnete																																												
5.2 Freilegung von Prüfverfahren für gebrauchte Magnete																																												
6. Serienversuch																																												
6.1 Vorbereitung Serienversuch																																												
6.2 Durchführung Serienversuch																																												
6.3 Auswertung Serienversuch mit Ökobilanzziel: Vergleich																																												
7. Nachhaltiges Kommunikationskonzept																																												
Veröffentlichungen, Fachtagungen, Studien																																												

2. Anhang – SHK Umfrage und Ergebnisse



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Ihre Kompetenz ist gefragt!

Projekt „HeizKreis“

Heizungspumpen – Schließung von Materialkreisläufen Rückholung und Weiterverwendung Seltener Erden Magnete

Heizungspumpen sind für mindestens 10 % des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich. Daher sind innerhalb der letzten Jahre Gesetze und Richtlinien veranlasst worden, um eine umweltgerechte Gestaltung der Pumpen zu garantieren. Dazu gehört auch deren Energieeffizienz, sodass heutzutage Hocheffizienzpumpen zum Einsatz kommen, die mit Hilfe von Seltenen Erden Magneten die Effizienz erhöhen. Seltenen Erden sind zukunftsweisende Ressourcen und gelangen nach deren Verwendung momentan noch ungenutzt zusammen mit dem Stahlanteil der Pumpe in die Stahlrecyclingbranche und sind für immer verloren.

Das Projekt „HeizKreis“ erprobt am Beispiel der Heizungspumpen die Kreislaufschließung von der Produktion über die Rückholung bis zur Wiederverwendung der Nd-Fe-B-Magnete und anderer Pumpenbauteile.

Da Ihr Betrieb und Ihre Mitarbeiter die Schnittstellen zwischen der neuen und der alten Heizungspumpe sind, entscheiden Sie letztlich über den Erfolg des Projektes. Mit dieser Umfrage möchten wir einen Einblick in die Praxis speziell bei den SHK Betrieben bekommen.

Im Rahmen dieses Projektes werden ihre Angaben anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgt nicht.

Kundeneinschätzung und Kundenzusammensetzung

1. Wie viel Prozent der Kunden interessiert es, was mit den ausgebauten Pumpen passiert?
_____ %

Wie viel Prozent der Kunden möchten ihre Altpumpen selber entsorgen? _____ %

Bieten Sie an, die Pumpen zu entsorgen?

Ja

Nein

2. Wie würden Sie Ihre Kunden hinsichtlich der folgenden drei Themen einschätzen? (Bitte ankreuzen)

Umwelt allgemein Sehr interessiert Gar nicht interessiert

Energieeffizienz Sehr interessiert Gar nicht interessiert

Ressourcenschonung Sehr interessiert Gar nicht interessiert

3. Können Sie eine prozentuale Verteilung darüber geben, bei welchen Kunden Sie Pumpen austauschen?
- _____ % Unternehmen
- _____ % Einfamilienhäuser
- _____ % Mehrfamilienhäuser
4. Wie hoch ist der prozentuale Anteil „Ersteinbau“ gegenüber „Austausch alt gegen neu“?
- _____ % Ersteinbau
- _____ % Austausch alt gegen neu
5. Was passiert in Ihrem Unternehmen mit den ausgebauten Pumpen? _____ % Entsorgung
- _____ % Reparatur
6. Wie entsorgt Ihr Unternehmen die ausgebauten Pumpen?
- _____ % Altmetall-
- schrott _____ %
- Elektroschrott
7. Wäre Ihr Unternehmen bereit, die ausgebauten Pumpen gesondert zu sammeln, um eine Rückführung und Weiterverwendung von Seltenen Erden und weitere Wertstoffe zu sichern?
- Ja
- Nein
8. Wie wäre eine Rückführung der ausgebauten Pumpen für Sie zu realisieren? (Bitte ankreuzen)
- Über die Rückgabe an regionalen Schrotthändler
- Über eine „[METAL BOX](#)“, die ein Recycler bei Ihnen vor Ort aufstellt
- Über eine Abholung von der Baustelle über den Großhandel
- Über eine Abholung von Ihrem Betrieb über den Großhandel
- Aktiv beim Großhandel abgeben
- Kostenfreie Abholung durch den Hersteller
- Sonstige _____

Umgang mit Heizungspumpen

Allgemeines

9. Wie steht Ihr Unternehmen zu den folgenden drei Themen? (Bitte ankreuzen)

Umwelt allgemein Sehr interessiert Gar nicht interessiert

Energieeffizienz Sehr interessiert Gar nicht interessiert

Ressourcenschonung Sehr interessiert Gar nicht interessiert

10. Ist in Ihren Unternehmen jemand beschäftigt, der sich mit „Umwelt allgemein“, „Energieeffizienz“, „Ressourcenschonung“ auseinandersetzt?

Ja

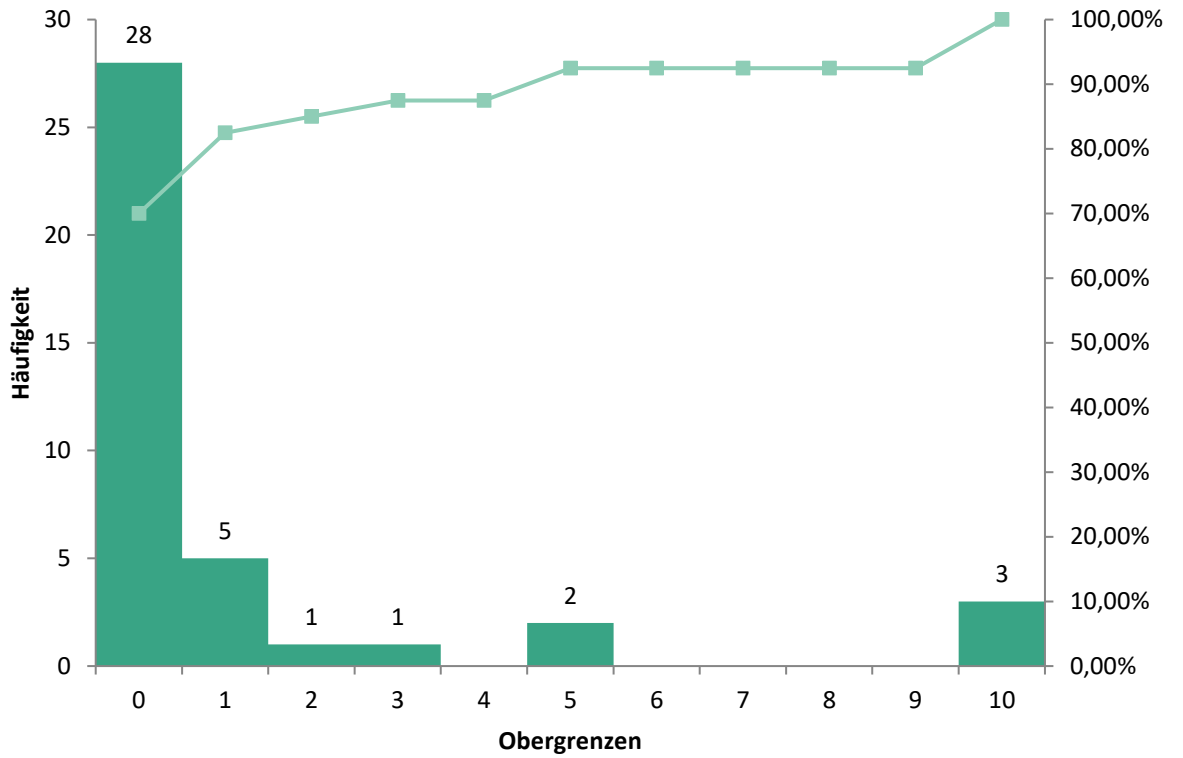
Nein

11. Wie viele Mitarbeiter sind in Ihrem Betrieb beschäftigt? (*exakte Zahl*)

12. Wie viele Pumpen verbaut ihr Unternehmen im Jahr? (*exakte Zahl*) _____

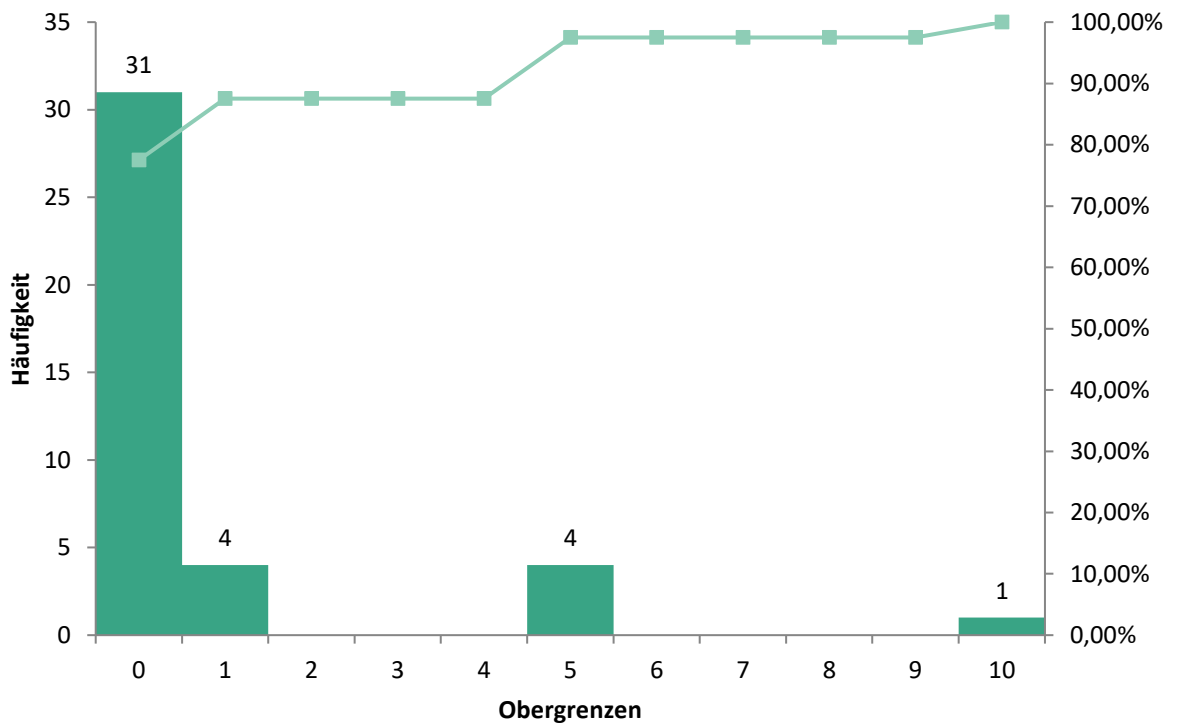
1. Wie viel Prozent der Kunden interessiert es, was mit den ausgebauten Pumpen passiert?

Ø 1%

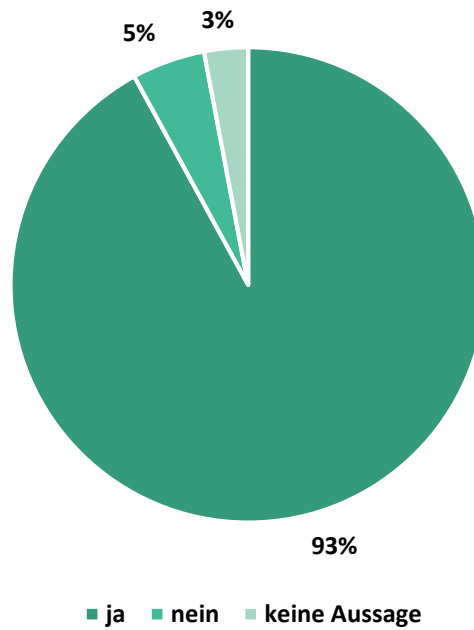


Wie viel Prozent der Kunden möchte ihre Alt-Pumpe selber entsorgen?

Ø 1%

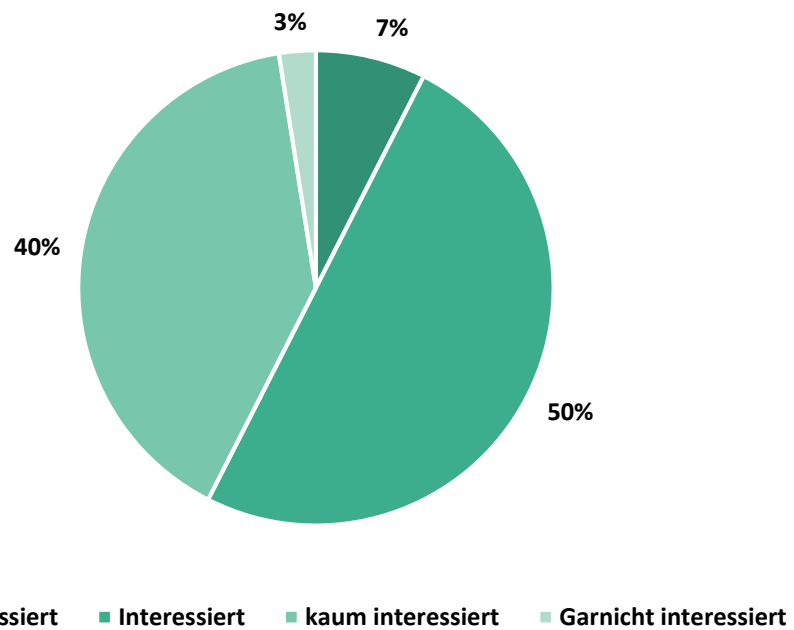


Bieten Sie an, die Pumpe zu entsorgen?

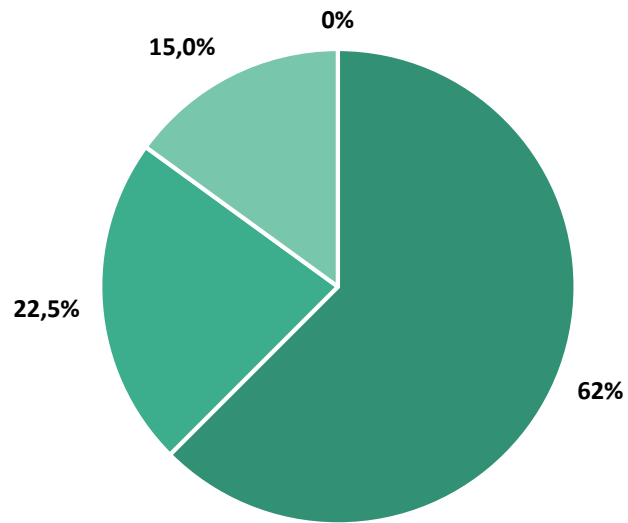


2. Wie würden Sie Ihre Kunden hinsichtlich folgender drei Themen einschätzen?

a. Umwelt

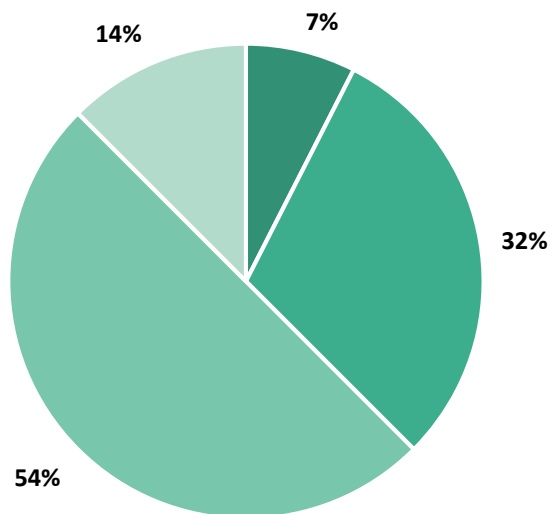


b. Energieeffizienz



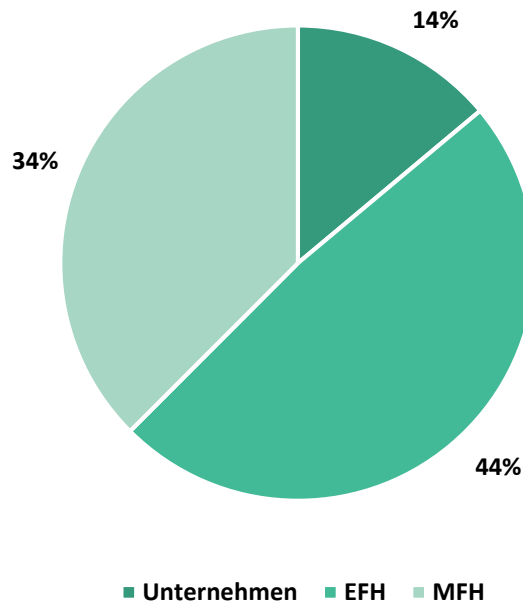
■ Sehr interessiert ■ Interessiert ■ kaum interessiert ■ Garnicht interessiert

c. Ressourcenschonung

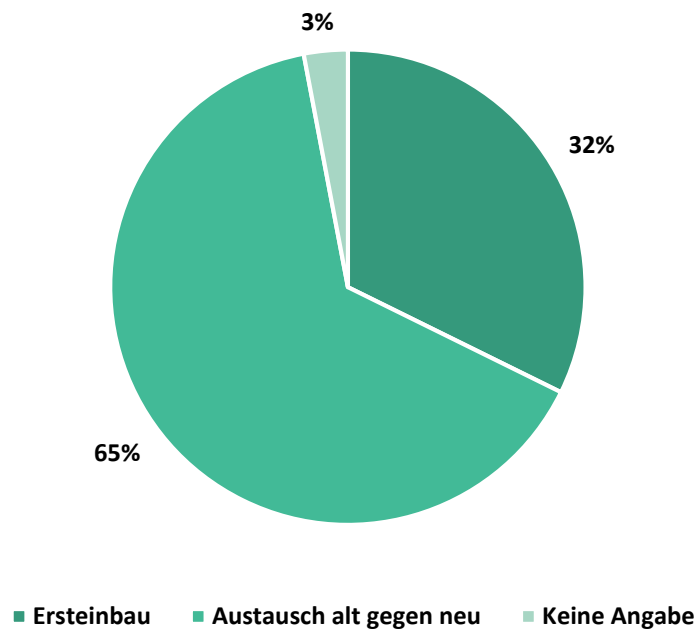


■ Sehr interessiert ■ Interessiert ■ kaum interessiert ■ Garnicht interessiert

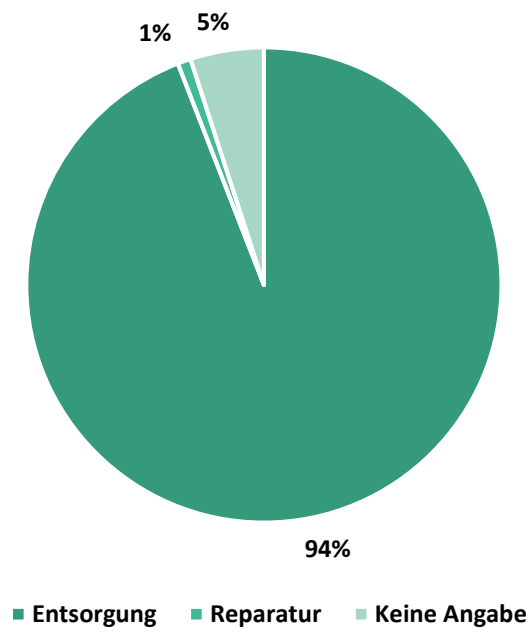
3. Können Sie eine prozentuale Verteilung darüber geben, bei welchen Kunden Sie Pumpen austauschen?



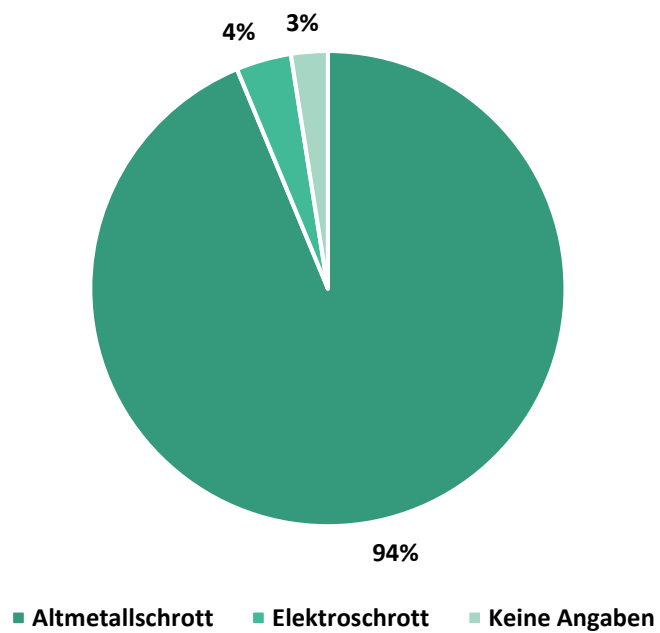
4. Wie hoch ist der prozentuale Anteil „Ersteinbau“ gegenüber „Austausch alt gegen neu“?



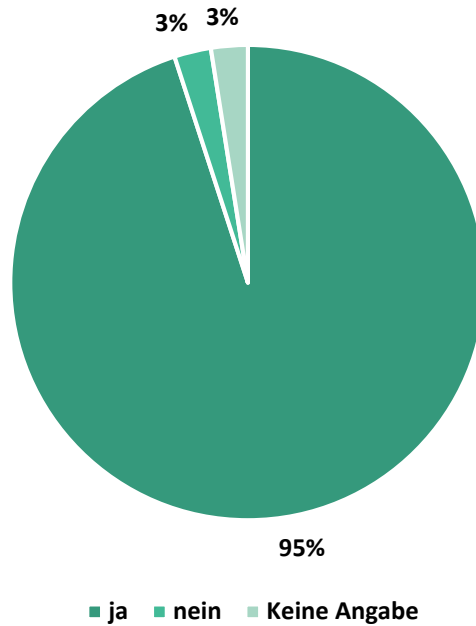
5. Was passiert in Ihrem Unternehmen mit den ausgebauten Pumpen?



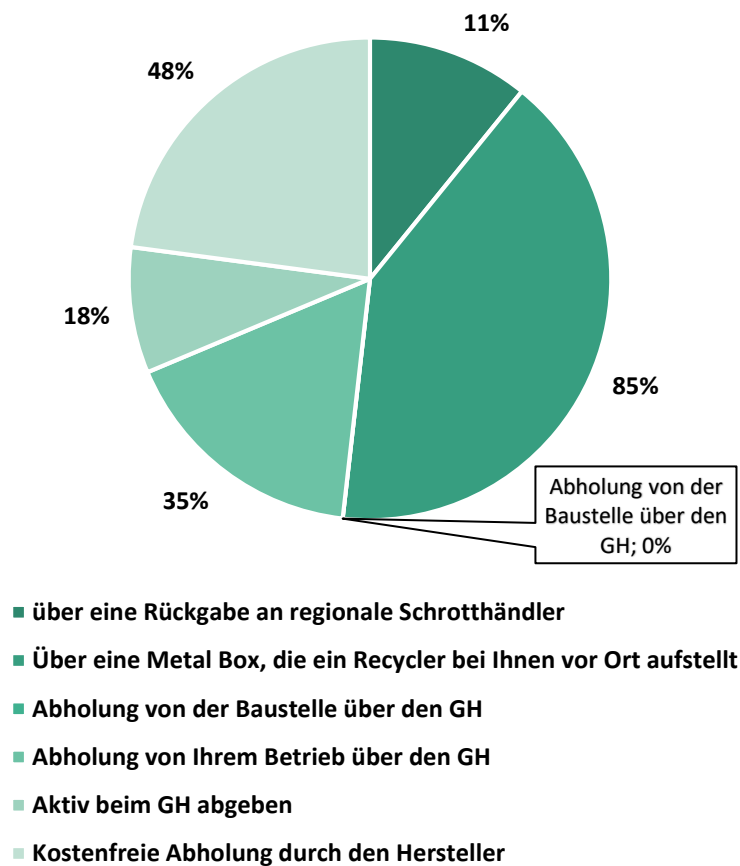
6. Wie entsorgt Ihr Unternehmen die ausgebauten Pumpen?



7. Wäre Ihr Unternehmen bereit, die ausgebauten Pumpen gesondert zu sammeln, um eine Rückführung und 6. Weiterverwendung von Seltenen Erden und weitere Wertstoffe zu sichern?

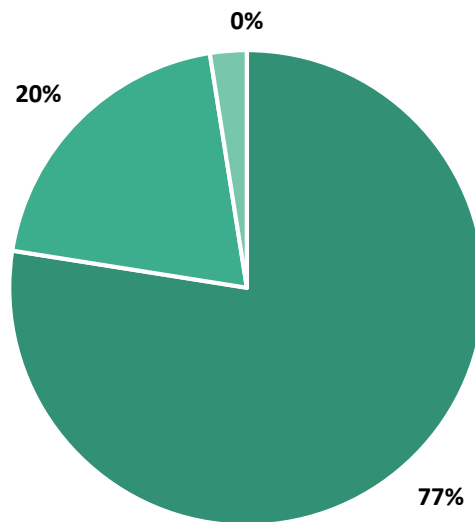


8. Wie wäre eine Rückführung der ausgebauten Pumpen für Sie zu realisieren?



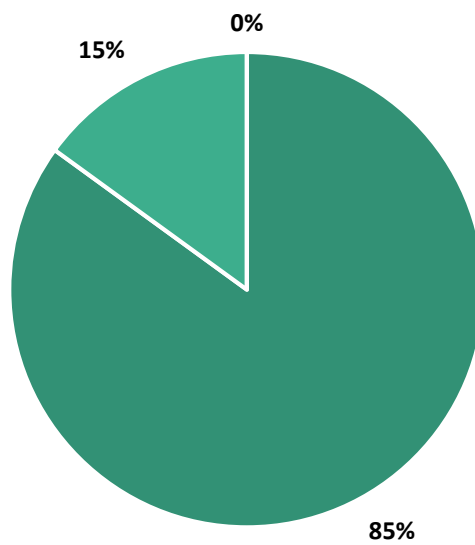
9. Wie steht Ihr Unternehmen zu folgenden drei Themen?

a. Umwelt allgemein



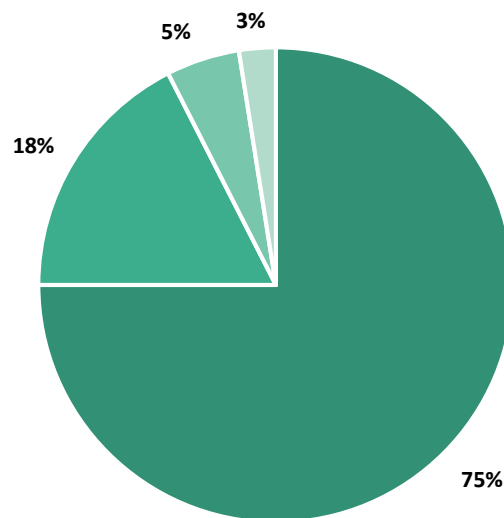
■ Sehr interessiert ■ Interessiert ■ kaum interessiert ■ Garnicht interessiert

b. Energieeffizienz



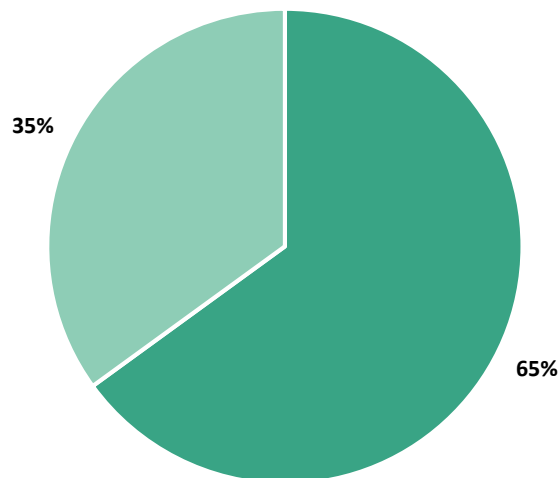
■ Sehr interessiert ■ Interessiert ■ kaum interessiert ■ Garnicht interessiert

c. Ressourcenschonung



■ Sehr interessiert ■ Interessiert ■ kaum interessiert ■ Garnicht interessiert

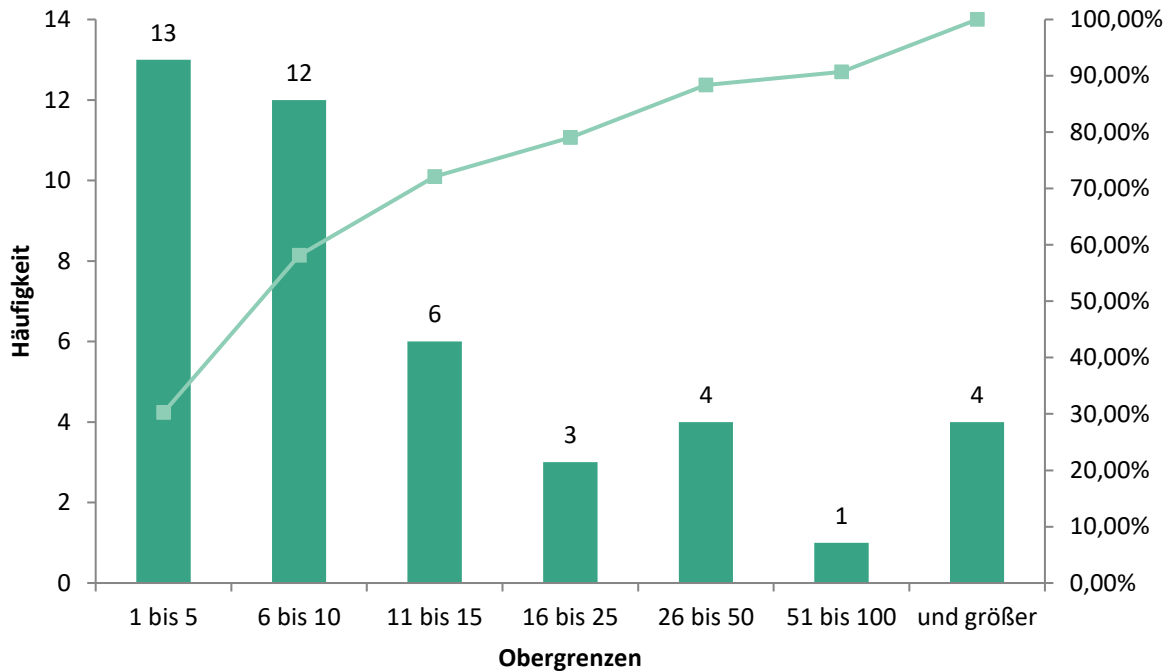
10. Ist in Ihrem Unternehmen jemand beschäftigt, der sich mit „Umwelt allgemein“, „Energieeffizienz“ und „Ressourcenschonung“ auseinandersetzt?



■ ja ■ nein

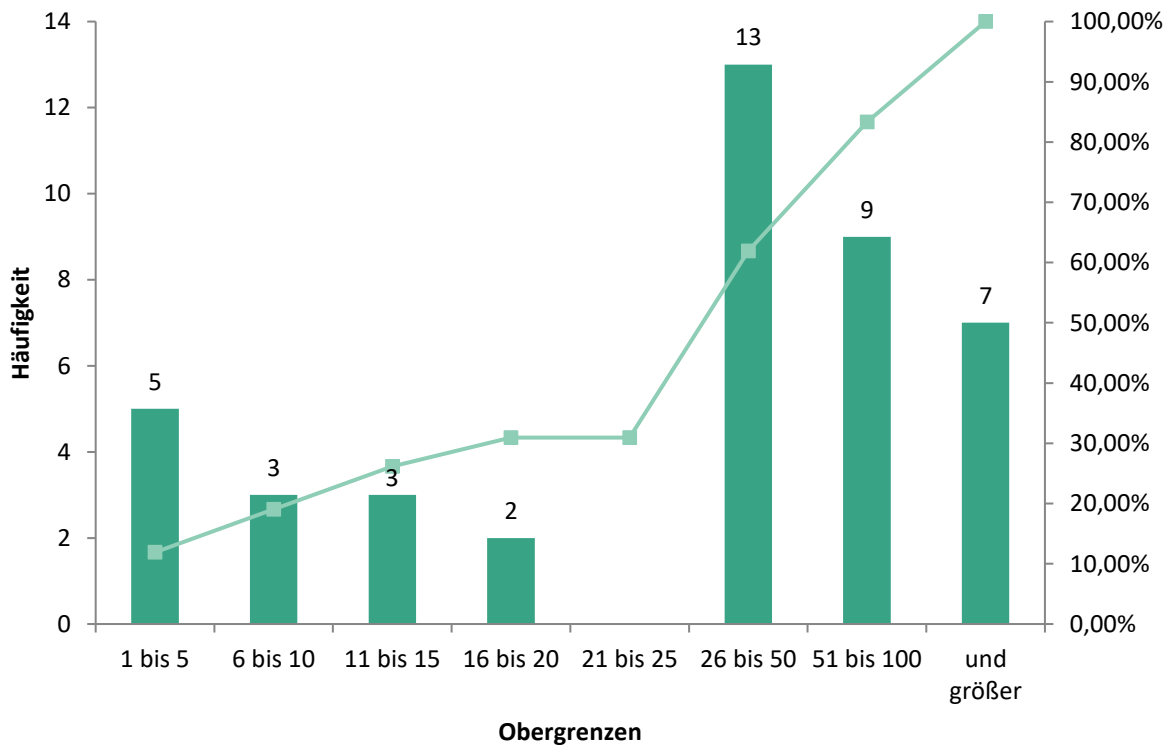
11. Wie viele Mitarbeiter sind in Ihrem Betrieb beschäftigt?

Ø 20; MinWert 1, MaxWert 130



12. Wie viele Pumpen verbaut Ihr Unternehmen im Jahr?

Ø 99; MinWert 0, MaxWert 1547



3. Anhang – Wertschöpfung Analyseergebnisse

a. Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63

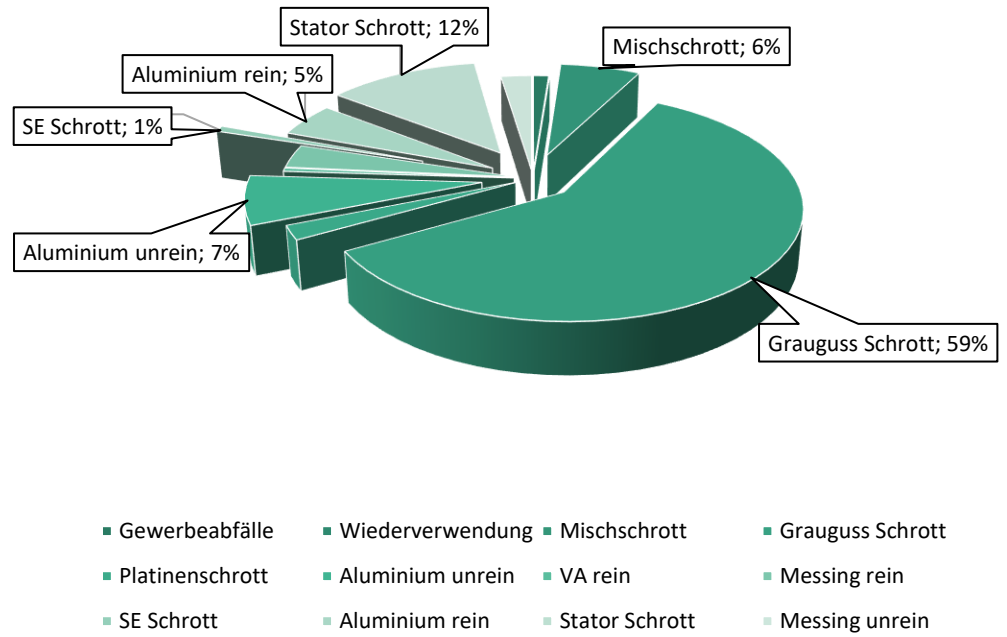


Abbildung 40 Gewichtszusammensetzung der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – Stofflichkeit [g%]

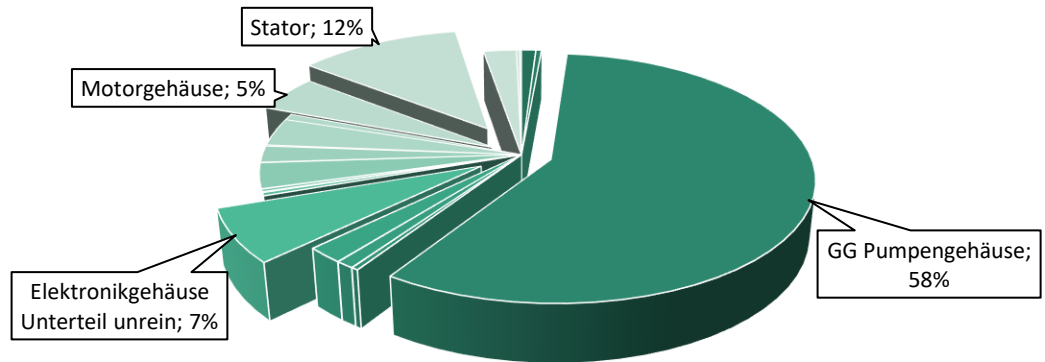


Abbildung 41 Gewichtszusammensetzung der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – Bauteilebene [g%]

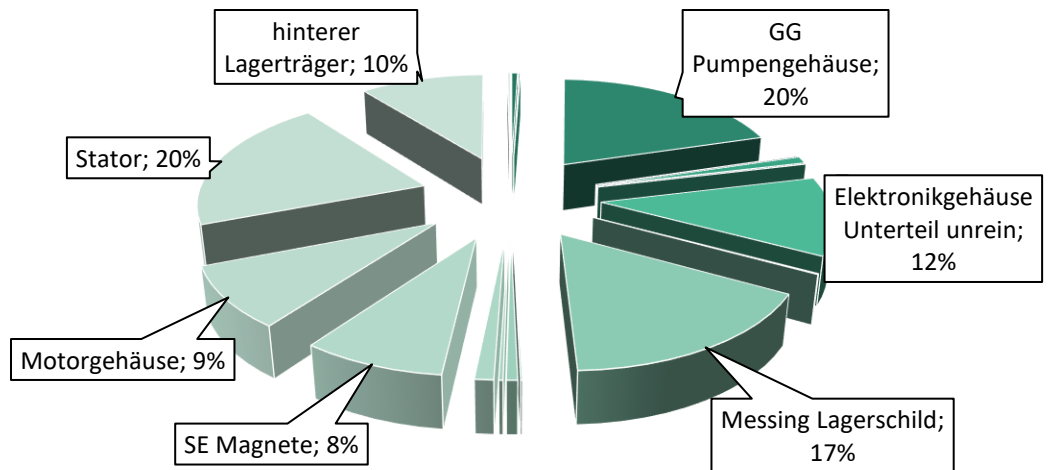
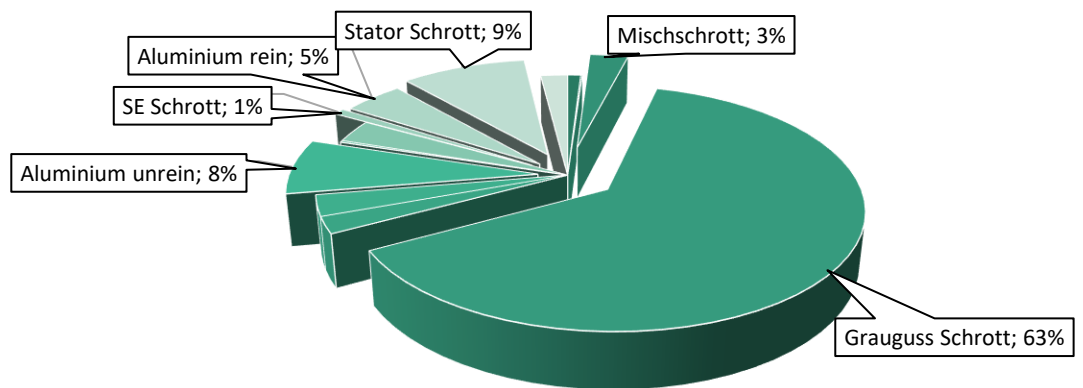


Abbildung 42 Wertstofflerlös der Stratos 80 (100)/1-12 - 2097971 - Motorgröße 63 – [€%]

b. Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33



- Gewerbeabfälle
- Kunststoff Müll
- Messing rein
- Messing unrein
- Wiederverwendung
- Platinenschrott
- SE Schrott
- Mischschrott
- Aluminium rein
- Aluminium unrein
- VA rein
- Grauguss Schrott
- Stator Schrott

Abbildung 43 Gewichtszusammensetzung der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – Stofflichkeit [g%]

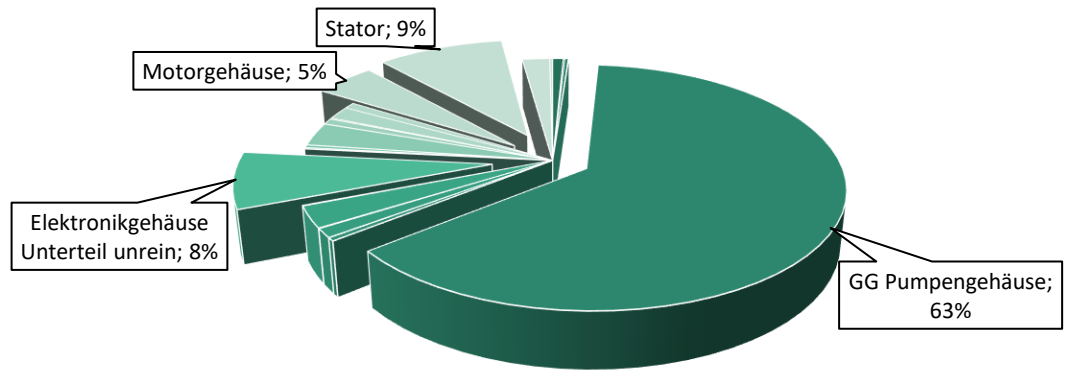


Abbildung 44 Gewichtszusammensetzung der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – Bauteilebene [g%]

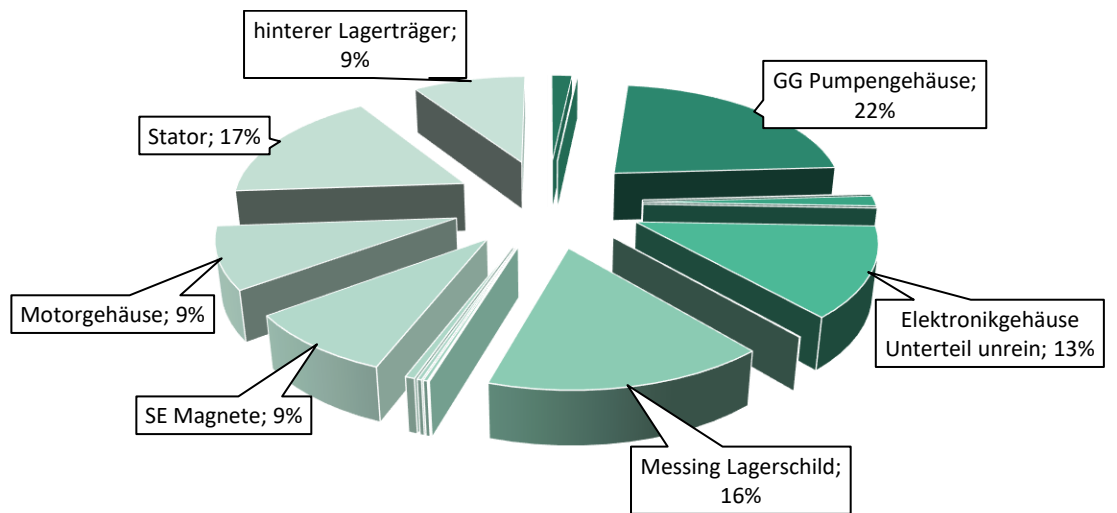


Abbildung 45 Wertstofflös der Stratos 32/1-12 - 2095498 - Motorgröße 33 – [€%]

c. Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53

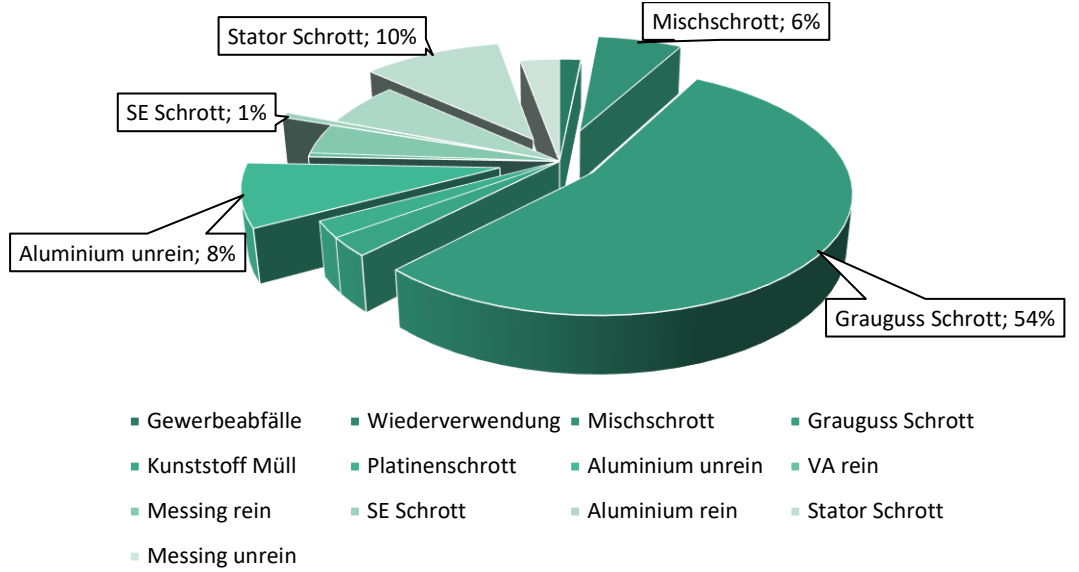


Abbildung 46 Gewichtszusammensetzung der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – Stofflichkeit [g%]

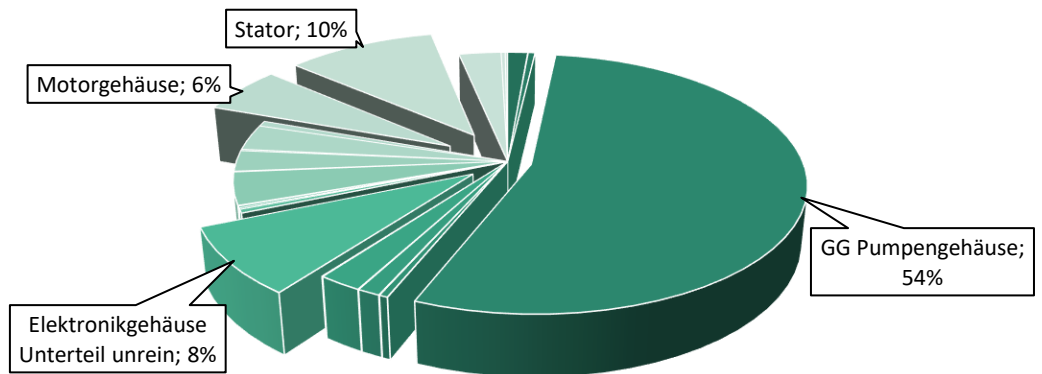


Abbildung 47 Gewichtszusammensetzung der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – Bauteilebene [g%]

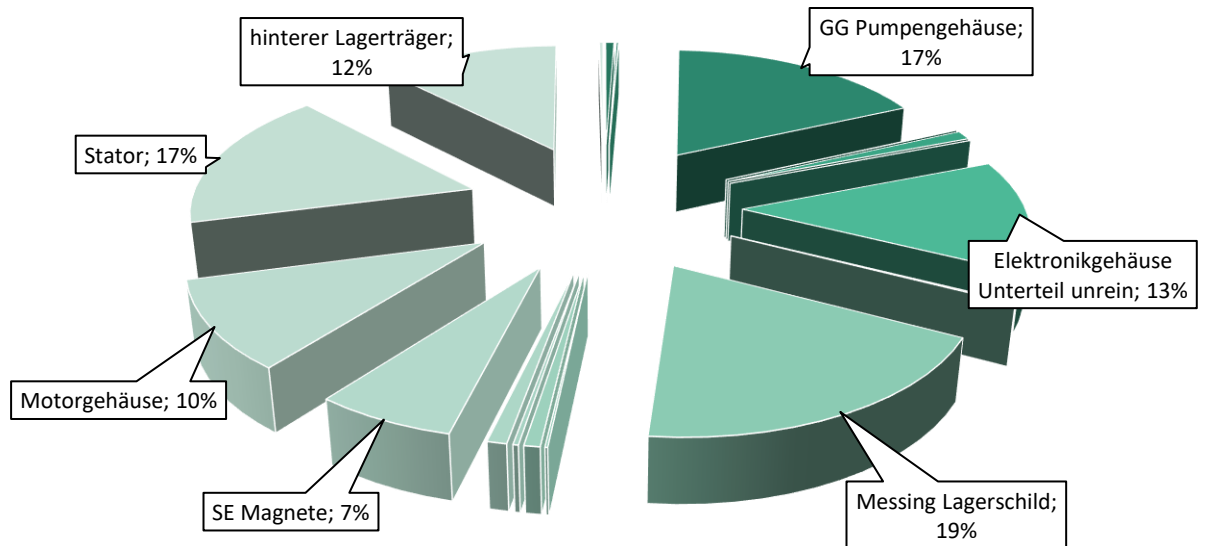


Abbildung 48 Wertstofflös der Stratos 65/1-12 - 2090460 - Motorgröße 53 – [€%]

d. Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23

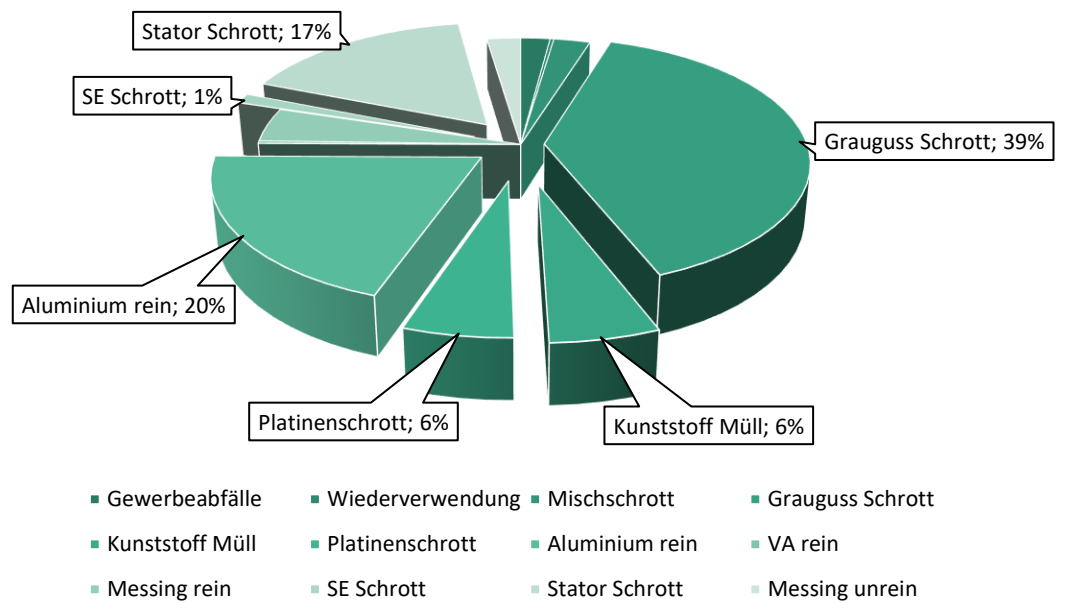


Abbildung 49 Gewichtszusammensetzung der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – Stofflichkeit – [g%]

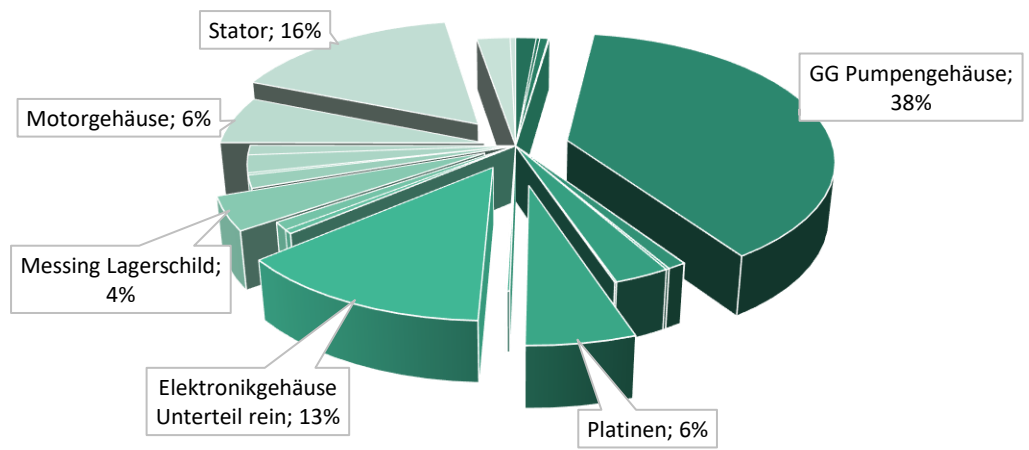


Abbildung 50 Gewichtszusammensetzung der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – Bauteilebene – [g%]

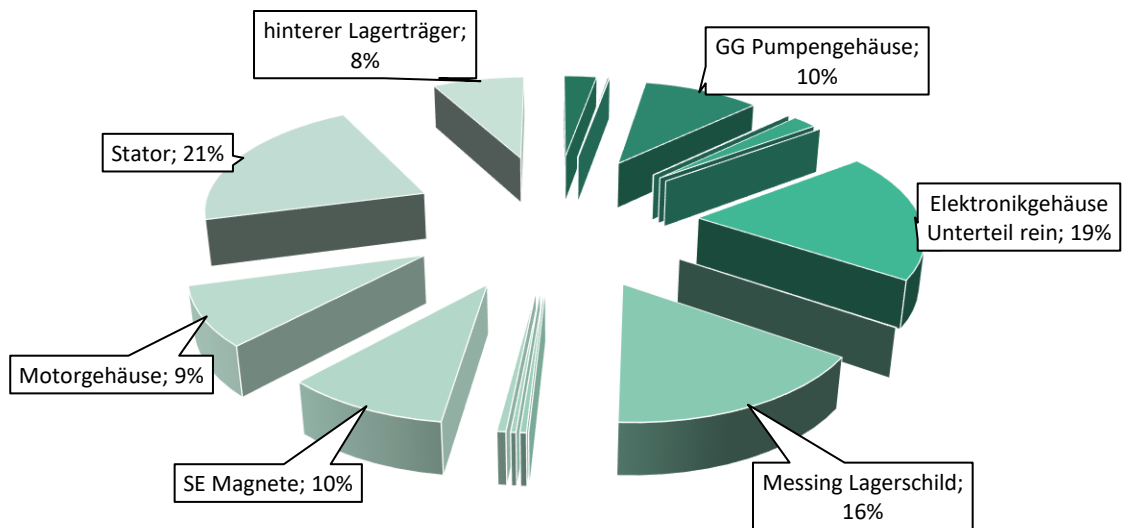


Abbildung 51 Wertstofflerlös der Stratos 30/1-6 - 2095495 - Motorgröße 23 – [€%]

4. Anhang – Flyer Akquise Pilotprojekt



**Es ist fünf
vor zwölf**

Jetzt gemeinsam handeln

**Rohstoffe
mit besonderem
Wert**

Immer wieder ist in den Rohstoffdiskussionen die Rede von **Seltenen Erden**. Sie zählen zu den begehrtesten Rohstoffen der Welt und werden bis heute fast ausschließlich in China abgebaut. Seltene Erden sind jedoch gar nicht so selten, wie es der Name vortäuscht. Sie kommen in der Erdkruste tausendfach häufiger vor als Gold oder Palladium und man findet diese besonderen Metalle fast überall auf der Welt in den Mineralien.

Der Abbau der Seltenen Erden erfolgt allerdings über Säuren, mit denen die Metalle aus den Bohrlöchern gewaschen werden. Der dabei vergiftete Schlamm wird in künstlichen Teichen gelagert, die insbesondere in China aufgrund mangelnder Umweltauflagen keinesfalls sicher sind. Neben der Gefahr für das Grundwasser besteht das permanente Risiko für das Austreten von Radioaktivität, da viele Seltene Erden radioaktive Substanzen enthalten.

Daraus resultiert eine **Rohstoffabhängigkeit von China mit ungewissem Ausgang** hinsichtlich Preisentwicklung, Abbaumenge und Umweltsicherheit.

2

**Bedarf Seltener Erden für
ausgewählte Zukunftstechnologien**



Kategorie	Werte (Tonnen)
Produktion 2013	~38.000
Bedarf 2013	~30.000
Bedarf 2035	~70.000

**Ohne Sie dreht
sich nichts.**

Die Produktion hocheffizienter Produkte ist ohne Seltene Erden nicht möglich. So sind zum Beispiel Seltene Erden im Permanentmagnet-Rotor der Wilo-Stratos verbaut.



3



Der Treibstoff der modernen Welt

4



Seltene Erden finden in den unterschiedlichsten Industrie-
anwendungen ihre Verwendung und sind für viele
Schlüsseltechnologien essentiell wichtig. Moderne
Produkte wie Windräder, Smartphones, PCs, Flachbild-
schirme, Hybridfahrzeuge, E-Bikes und **Hocheffizienz-
pumpen können ohne Seltene Erden nicht hergestellt
werden** und die produzierten Stückmengen dieser
Produkte steigen stets weiter an.

Es gibt inzwischen kaum irgendein IT-Produkt, welches
ohne Seltene Erden produziert wird, so dass bereits heute
die Seltene Erden als Treibstoff des 21. Jahrhunderts
oder als das Öl der Zukunft benannt werden.

5

Mit Vollgas in die Schrottpresse

Irgendwann ist der Tag da und ausgediente Produkte
werden ersetzt. Die Leistung lässt nach, die Reparatur
wäre unwirtschaftlich oder das Produkt ist einfach kaputt.
Doch was passiert mit dem ausgedienten Produkt?

Bis heute findet der Elektromüll seinen Weg vom Fach-
handwerk über Schrotthändler zum Verwerter und wird in
die klassischen Ströme (Stahl, Kupfer, Aluminium)
separiert. Gerade die immens wichtigen Seltene Erden
verschwinden u.a. mit dem Stahlschrott in der Schrott-
press und den Schmelzen und sind somit verloren.



Wiederverwertung ausgeschlossen –
funktionierende Bauteile und hochwertige
Rohstoffe sind für immer verloren.

6

Die naheliegende Idee des Produktrecyclings ist seit
Jahren in aller Munde, aber ohne eine gut strukturierte
Prozesskette ist das Thema nicht zu bewältigen.

Bedauerlicherweise wird mehr als die Hälfte unseres
Elektroschrotts gar nicht recycelt oder eben über die
Schredderanlage vernichtet. Ein Großteil landet sogar
einfach im Hausmüll, obwohl das verboten ist: Pro Kopf
und Jahr „entsorgen“ wir so in Deutschland im Schnitt
über anderthalb Kilogramm Elektrokleingeräte und
Elektronik in der Mülltonne. Am Beispiel Smartphones
lässt sich das Problem gut schildern: Nur in Deutschland
liegen vermutlich 80 Millionen derartiger Geräte in
Schubladen und Schränken herum. Und fast zwei
Millionen Smartphones mitsamt der darin verbauten
Seltene Erden landen jährlich in der Tonne.

Die Gründe hierfür sind unterschiedlich – mangelndes
Vertrauen zu den Entsorgern, kein organisiertes Sammel-
system, Bedenken wegen der Datenproblematik sowie
fehlende Aufklärung über die vorhandenen und verwertba-
ren Rohstoffe.

Vorbildlich anders



Anders ist es bei dem Beispiel Batterien. Mit einem
flächendeckenden Sammelsystem werden die Altbatteri-
en über Sammelbehälter zurück genommen und dem
professionellen Batterierecycling zugeführt. Dadurch
werden wertvolle Metalle wie Zink, Eisen oder Mangan
zurückgewonnen.

7

Aktives Handeln wird gefördert

Mit dem Forschungsprojekt HeizKreis fördert die Deutsche Bundesstiftung Umwelt ein Projekt zur Konzeption und **Erprobung der zirkulären Wertschöpfungskette von Hocheffizienzpumpen** zwischen Hersteller, Großhändler, Fachhandwerker und Recyclingbetrieben.

Als Ideengeber versucht das Projektteam die nachhaltige Rückgewinnung Seltener Erden aus den Hocheffizienzpumpen in Serie zu demonstrieren. Alle beteiligten Partner sind markterfahren und arbeiten Hand in Hand im Gesamtprojekt.

In einem Konzept sind alle Prozesswege berücksichtigt – vom organisierten Rückholssystem bis zur Detailzerlegung der Pumpen beim Hersteller.

In einem Pilotprojekt wird die Durchführbarkeit getestet, um nach erfolgreicher Bewertung in die bundesweite Umsetzung zu starten.



Was geht mich das an?

Mit der Titelkommunikation „Es ist fünf vor zwölf“ zeigen wir symbolisch, dass ein akuter Handlungsbedarf vorhanden ist. Der weltweit steigende Bedarf an Seltenen Erden ist über kurz oder lang nicht mehr zu befriedigen und Abhängigkeiten, Preiskämpfe und viele weitere Probleme drohen den Markt zu beherrschen. Insbesondere die Produktion von hocheffizienten Elektronikprodukten ist gefährdet.

Dazu geht das Thema Umwelt jeden einzelnen von uns etwas an und wir tragen gemeinsam und jeder für sich die Verantwortung für unsere Kinder. Wir können nicht länger wegsehen und die Augen verschließen – wir müssen jetzt handeln.



Das Pilotprojekt geht an den Start

Zeitraum: September 2018 – Februar 2019

Region: Dortmund und Umgebung

Teilnehmer: bis zu 200 Betriebe, die im Austauschgeschäft in der Industrie und im Gewerbe tätig sind

Rückführung: A. Wilo
B. Großhandel Pietsch
C. METAL BOX von TSR

Pumpenmodelle: alle



Die **Rettung hochwertiger Pumpen vor der Schrottpresse** ist keine Kavaliersonne, sondern ein dringendes MUSS – ab sofort.

Als Unternehmer hat jeder die Vorbildfunktion gegenüber Mitarbeitern, Kunden und allen anderen Marktteilnehmern. Das proaktive und vernünftige Handeln ist optimal für kommunikative Nutzung im Markt geeignet und führt zu einem Wettbewerbsvorteil durch Imagegewinn.

Für Ihr persönliches Engagement bekommen Sie natürlich von uns ein Teilnehmerzertifikat, Sie profitieren durch die exklusive Bereitstellung der Pilotergebnisse vor allen anderen Marktteilnehmern. Alle Teilnehmer werden am Ende des Projektes zur großen Abschlussveranstaltung bei Wilo oder TSR eingeladen.

Anmeldung und weitere Informationen unter:
www.pumpenrecycling.de

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Projektteilnehmer



www.pumpenrecycling.de


5. Anhang – Flyer „THE METAL BOX“

> WEITERE SAMMELSYSTEME

Unsere Container. Für jeden Bedarf und jedes Metall

Ein Kubikmeter reicht Ihnen nicht aus? Kein Problem: Container bis 36 Kubikmeter gehören zu unserem Standard. Wir bieten Ihnen für jeden Zweck den passenden Behälter.

Wir stellen Ihnen nach DIN-Norm gefertigte Behälter unterschiedlichster Art und Größe zur Verfügung, bei Bedarf auch Sonderlösungen



Haben wir Ihr Interesse geweckt?
Gerne beraten wir Sie persönlich

☎ Hotline 0800 8777329 (kostenlos)
@ metalbox@tsr.eu

THE METAL BOX


THE METAL BOX ist eine Lösung der TSR Recycling GmbH & Co. KG. Das Unternehmen ist Teil der REMONDIS-Gruppe, einem der weltweit größten Dienstleister für Recycling, Service und Wäasser. Die Unternehmensgruppe verfügt über Niederlassungen und Beteiligungen in über 30 Staaten Europas, Afrikas, Asiens und Australiens. Hier arbeiten mehr als 32.000 Mitarbeiter für rund 30 Millionen Bürger sowie für viele tausend Unternehmen auf höchstem Niveau. Im Auftrag der Zukunft.

TSR Recycling GmbH & Co. KG
Hauptverwaltung // Brunnenstr. 138
44536 Lünen // Deutschland
T +49 2306 106-3800
F +49 2306 106-3790
info@tsr.eu // tsr.eu
metalbox@tsr.eu
the-metal-box.eu
Ein Unternehmen der
REMONDIS-Gruppe

THE METAL BOX

Schrottsorgung leicht gemacht. Die neue Kleinbehälterlösung

Vergütung zu tagesaktuellen Preisen



> THE METAL BOX

Bei Ihnen im Betrieb fallen regelmäßig Schrotte an? Sie benötigen Unterstützung bei der Entsorgung? Unsere Full-Service-Lösung bietet Ihnen Sammlung und Entsorgung aus einer Hand!

the-metal-box.eu

> FULL SERVICE AUS EINER HAND

THE METAL BOX: Eine intelligente Lösung

Regelmäßig fallen bei Ihnen Schrotte an, die fachgerecht recycelt werden müssen. Das übernehmen wir zukünftig für Sie: Wir stellen Ihnen THE METAL BOX bereit, Sie sammeln und wir recyceln die Materialien für Sie.

Ihre Vorteile auf einen Blick

- Transparente und schnelle Gutschrift
- Vergütung zu aktuellen Tagespreisen
- Verwiegung vor Ort
- Einhaltung der Gewerbeabfallverordnung und behördlichen Pflichten
- Aufbereitung und Rückführung in den Recyclingkreislauf

THE METAL BOX

- In den Maßen 1,20 x 1,00 x 0,76 m (L x B x H)
- Auch mit Deckel und abschließbar verfügbar
- Mit bis zu 600 Litern Volumen



Bei Vertragsabschluss fallen eine monatliche Mietgebühr für THE METAL BOX sowie eine Transportpauschale pro Box an

> THE METAL BOX – DAS PRINZIP

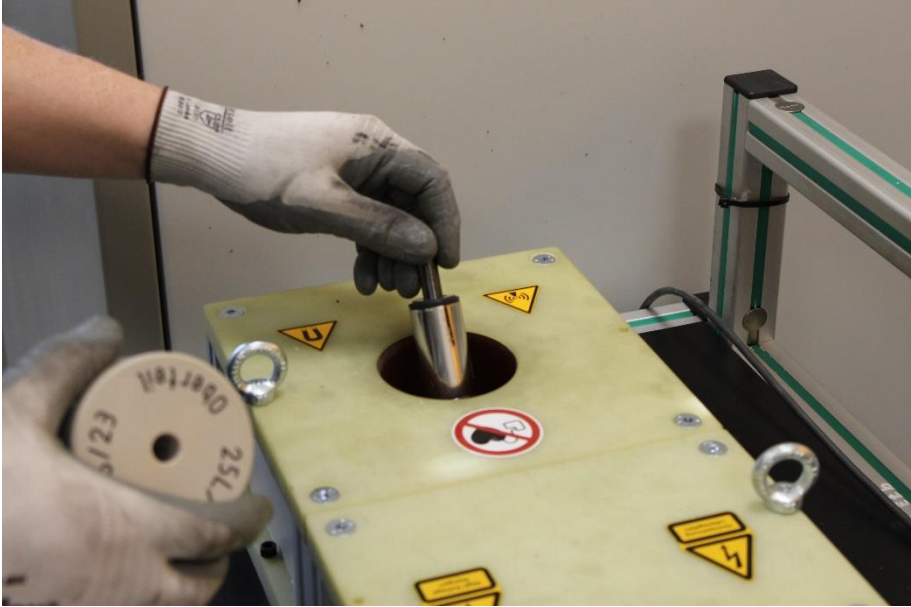
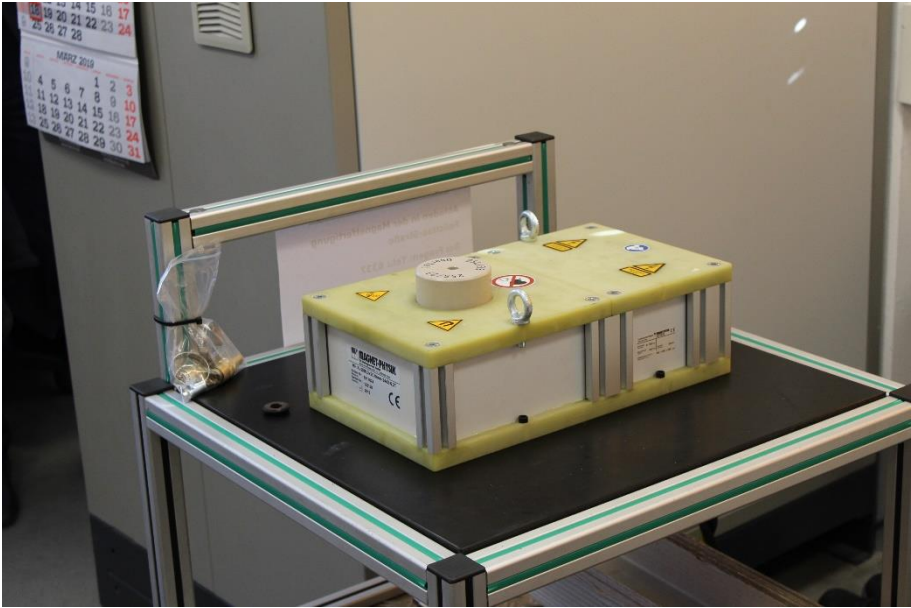
So funktioniert es:



- 1** Sie melden uns Ihre volle Box
- 2** Verwiegung Ihrer Box bei Ihnen vor Ort
- 3** Behälteraustausch: voll gegen leer
- 4** Transport zur TSR-Niederlassung
- 5** Sortierung und erneute Verwiegung
- 6** Transparente und schnelle Gutschrift für Sie



6. Anhang – Prozess der Entmagnetisierung





Ihr Feedback ist gefragt!

Projekt „HeizKreis“

Heizungspumpen – Schließung von Materialkreisläufen Rückholung und Weiterverwendung Seltener Erden Magnete

Ziel dieser Umfrage ist eine Einschätzung eines Außendienstmitarbeiters zu erhalten, aus welchen Gründen die Betriebe an der Pilotphase teilgenommen haben bzw. sich dagegen entschieden haben. Diese Ergebnisse werden im weiteren Verlaufe des Projektes für die Konzeption eines deutschlandweites Rückführungsmodell genutzt.

Die Fragen sind in drei Themengebiete unterteilt: allgemeine Fragen, Fragen zur Motivation der angesprochenen Betriebe und Fragen zur eigenen Einschätzung zum Projekt und zur Pilotphase.

Im Rahmen dieses Projektes werden ihre Angaben anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgt nicht.

Allgemein

1. Wie groß ist Ihr Einzugsgebiet? (*Kreise, Städte*)

Generell: [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

Während der Pilot-Akquise: [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

2. Wie vielen Betrieben haben Sie das Projekt „HeizKreis“ und die Teilnahme an der Pilotphase vorgestellt?

[Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

3. Wie viele Betriebe haben sich für eine Teilnahme an der Pilotphase entschieden?

[Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

4. Können Sie eine prozentuale Einschätzung darüber geben, wie viele Groß- bzw. Kleinbetriebe zugesagt haben? (Großbetriebe >10 Mitarbeiter)

[Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

5. Gibt es ein System, nach welchem Sie bei der Auswahl der Betriebe vorgehen?

- Ja
 Nein

Wenn ja: Was für ein System? [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)

6. Mit welchen Personen haben Sie überwiegend vor Ort gesprochen? (Inhaber, Geschäftsführer, Abteilungsleiter, Einkauf, Marketing, etc.)

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Pilotversuch

7. Hatten die angesprochenen Betriebe bereits vorher von dem Projekt erfahren?

- Ja
 Nein

Wenn ja: Woher? (bspw. andere Vertriebsteams, Internetseite, SHK-TV, Newsletter)

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

8. Haben sie die bereitgestellten Medien (Präsentation, Flyer) benutzt?

- Ja
 Nein

Wenn ja: Waren diese ausreichend?

- Ja
 Nein

Welche weiteren Medien wären Ihrer Meinung nach nötig?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

9. Wurden alle drei Rückführungswege den Betrieben angeboten?

- Ja
 Nein

10. Was könnten mögliche Gründe sein, warum die Betriebe an der Pilotphase teilnehmen/ nicht teilnehmen?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

11. Haben Sie mögliche Hemmnisse (Lagermöglichkeiten, monetärer und personeller Aufwand) bei den Pilotteilnehmern und bei denen, die nicht mitmachen, erkannt?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

12. Welche Argumente und Anreize (Geld, Bonus, etc.) hatten Ihrer Meinung nach zu einer Teilnahme am Piloten geführt?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

13. Gab es bereits Rückmeldungen von Betrieben?

- Ja
 Nein

Wenn ja: In welcher Form? (bspw. Probleme, Fragen, Beschwerden, etc.)

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

14. Wie kommunizieren Sie mit den Betrieben? (Telefon, E-Mail, etc.)

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Ausblick

15. Sehen Sie das Projekt als zukunftsweise Idee?

Ja

Nein

Begründung: Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

16. Welche Anreize müssen geschaffen werden, damit SHK-Betriebe auch nach der Pilotphase weiterhin Pumpen zurückführen?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.



Vielen Danke für Ihre Unterstützung. Ihre Erfahrung ist gefragt!

Projekt „HeizKreis“

Heizungspumpen – Schließung von Materialkreisläufen Rückholung und Weiterverwendung Seltener Erden Magnete

Das Projekt „HeizKreis“ hat mit Ihrer Unterstützung eine sechsmonatige Pilotphase erfolgreich durchlaufen, in der eine Rückholung von Heizungspumpen erprobt worden ist. Dabei sind 2660 Pumpen zurückgeführt und über 11 kg an Seltenen Erden Magneten gesammelt worden, um diese einer Wiederverwertung/ -verwendung zuzuführen.

Ziel der Pilotphase ist es herauszufinden, wie die Weichen gestellt werden müssen, dass eine zukünftige Pumpenrückführung funktionieren kann. Da Ihr Betrieb und Ihre Mitarbeiter die Schnittstellen zwischen der neuen und alten Heizungspumpe sind, entscheiden Sie letztlich über den weiteren Erfolg des Projektes. Für die Erstellung eines deutschlandweiten Rückhol-Konzeptes möchten wir daher Ihre Meinung miteinbeziehen.

Im Rahmen dieses Projektes werden Ihre Angaben anonymisiert genutzt. Eine Weitergabe unternehmensbezogener Daten erfolgt nicht.

Allgemein

1. Wie haben Sie von dem Projekt erfahren?

- Pietsch Vertriebsmitarbeiter
- TSR Vertriebsmitarbeiter
- Wilo Vertriebsmitarbeiter
- Sonstige Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

2. Warum unterstützen Sie das Projekt?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Pilotphase

3. Was waren Ihre Gründe für den gewählten Rückführungsweg?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

4. Wurden in Ihrem Betrieb Anreize zum Sammeln der Pumpen geschaffen?

- Ja
- Nein

Wenn ja: Welche?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

5. Gab es im Vorfeld infrastrukturelle Probleme, die gelöst werden mussten? (bspw. Platzmangel)

- Ja
- Nein

Wenn ja: Welche?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Kunde

6. Haben Sie Ihren Kunden mitgeteilt, dass Sie bei diesem Pilotversuch mitmachen?

- Ja
- Nein

7. Können Sie eine prozentuale Zuordnung vornehmen, in welchen Gebäuden Sie während des Pilotversuches Pumpen ausgetauscht haben?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. % Einfamilienhäuser

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. % Mehrfamilienhäuser

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. % Gewerbe/Industrie

Ausblick

8. Gab es während der Pilotphase Probleme, die für eine zukünftige Pumpensammlung verbessert werden müssen?

- Ja
- Nein

Wenn ja: Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

9. Wären Sie bereit auch in Zukunft Pumpen gesondert zu sammeln?

- Ja, weil Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.
- Nein, weil Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

10. Wären Sie bereit Pumpen portofrei per Post an den Hersteller zurück zu senden?

- Ja, weil Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.
- Nein, weil Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

11. Was glauben Sie ist nötig, damit eine Rückführung auch nach der Pilotphase weiterhin möglich ist?

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.