

Texte

Texte

**15
06**

ISSN
1862-4804

Stoffstrom- und Marktanalyse zur Sicherung der Altölentsorgung

**Umwelt
Bundes
Amt**



Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 204 31 32
UBA-FB 000883



Stoffstrom- und Marktanalyse zur Sicherung der Altölentsorgung

von

**Knut Sander
Dirk Jepsen
Stéphanie Zangl
Stephanie Schilling**

ÖKOPOL - Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Die in dem Bericht geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 2.3
Edda Hoffmann

Dessau, Mai 2006

Berichts-Kennblatt

| | | |
|---|--|-----|
| Berichtsnummer UBA-FB | 2. | 3. |
| 4. Titel des Berichts: Stoffstrom- und Marktanalyse zur Sicherung der Altölentsorgung | | |
| 5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Sander, Knut; Jepsen, Dirk; Zangl, Stéphanie; Schilling, Stephanie | | |
| | 8. Abschlussdatum 15.11.2005 | |
| | 9. Veröffentlichungsdatum | |
| 6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) ÖKOPOL – Institut für Ökologie und Politik GmbH Nernstweg 32 - 34, D – 22765 Hamburg | | |
| | 10. UFOPLAN-Nr. 204 31 322 | |
| | 11. Seitenzahl 105 | |
| 7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau | | |
| | 12. Literaturangaben 35 | |
| | 13. Tabellen 39 | |
| | 14. Abbildungen 34 | |
| 15. Bemerkungen | | |
| 16. Kurzfassung | | |
| <p>Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde eine den aktuellen Bedingungen entsprechende Stoffstrombilanz der deutschen Altölentsorgung erstellt. Neben der Ist-Aufnahme wurde untersucht, ob und wie sich die Veränderungen der Marktbedingungen der letzten Jahre auf die Altölentsorgung ausgewirkt haben und welche weiteren Effekte sich aus derartigen Marktbewegungen ergaben.</p> <p>Im Rahmen der Stoffstromanalyse wurde das bestehende „Rückrechnungsmodell“ zur Bestimmung der Stoffströme der deutschen Altölentsorgung überprüft und weiter qualifiziert. Dabei zeigte sich im Ergebnis, dass ungeachtet der dargestellten Optimierungsbedarfe die Rückrechnungsmethodik strukturell für die Berechnung der Stoffströme der deutschen Altölentsorgung geeignet ist und über die im Rahmen der vorliegenden Studie vorgenommenen weiteren Qualifizierungen ausreichend präzise Ergebnisse für eine transparente Marktbeobachtung liefert.</p> <p>In der Marktanalyse wurden ökonomische Grundparameter des deutschen Altölverwertungsmarktes wie Angebot, Nachfrage und Preise bzw. Preisdifferenzen betrachtet. Dabei wurde analysiert, wie sich die wechselnden Marktbedingungen auf die Altöl-Stoffströme zur und in der Verwertung auswirken und ob die gegebenen Rahmenbedingungen für eine langfristig gesicherte und unter ökologischen Gesichtspunkten nachhaltige Altölentsorgung ausreichen.</p> <p>Die Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich bei dem deutschen Altölmarkt um einen funktionierenden Markt handelt. Mit zunehmenden Tendenzen wurden im Untersuchungszeitraum die überwiegenden Mengen der verfügbaren Altöle einer Verwertung zu meldepflichtigen Mineralölprodukten zugeführt, während noch knapp 30% von den Direktverwertern aufgenommen wurden. Im Untersuchungszeitraum, in dem auch die Förderrichtlinie und die Altölverordnung in Kraft traten, wurden in Deutschland relevante Investitionen in den Ausbau von Aufbereitungsanlagen getätigt. Neben Kapazitätsausweiterungen bei bestehenden Anlagen und Errichtung einer Neuanlage flossen diese Investitionen in Anlagentechniken mit qualitätssteigernder Wirkung, z.B. im Bereich des Basisöl Finishing. Es kann so von einer insgesamt verbesserten Fähigkeit zur Produktion hochwertiger und marktgängiger Sekundäräffinate ausgegangen werden. Die Entsorgungssicherheit der anfallenden Altöle ist in vollem Umfang gegeben. In allen Verwertungsbereichen bestehen relevante Reserve- Kapazitäten.</p> | | |
| 17. Schlagwörter | | |
| Altöl, Altölentsorgung, Rückrechnungsmodell, Stoffstrommodell, Altölverordnung, Altölrichtlinie | | |
| 18. Preis | 19. | 20. |

Report Cover Sheet

| | | |
|---|---------------------------------------|----|
| 1. Report No. UBA-FB | 2 | 3 |
| 4. Report Title: Material flow analysis and market survey for securing the disposal of waste oils | | |
| 5. Author(s), Name(s), First Name(s) Sander, Knut; Jepsen, Dirk; Zangl, Stéphanie; Schilling, Stephanie | 8. Report Date 15.11.2005 | |
| | 9. Publication Date | |
| 6. Performing Organisation (Name, Address) ÖKOPOL – Institute for Environmental Strategies Ltd. Nernstweg 32 - 34, D - 22765 Hamburg | 10. UFOPLAN-No. 204 31 322 | |
| | 11. No. of Pages 105 | |
| 7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau | 12. No. of References 35 | |
| | 13. No. of Tables, Diagrams 39 | |
| | 14. No. of Figures 34 | |
| 15. Remarks | | |
| <p>16. Abstract:</p> <p>This research project had two main topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A material flow analysis of the German waste oil flow adapted to the current situation 2. An analysis of the German waste oil recovery market, possible recent market changes and the potential influences of different factors. <p>In order to determine the German waste oil mass flows the German Ministry of Environment applies a calculation model which is based on a backwards calculation approach (Rückrechnungsmodell, backward calculation model). The performed analysis of this model revealed that it is suitable for the calculation of the German waste oil material flows. Aiming at a further qualification some elements of the model have been updated respectively adapted to new developments.</p> <p>In the course of the market analysis the basic economic parameter like supply, demand, prices resp. price differences of the German waste oil management market were considered.</p> <p>It was analysed how the changing market conditions affect the waste oil material flows and the waste oil recovery. Furthermore it was examined whether the given circumstances are sufficient to maintain a secure and sustainable waste oil disposal.</p> <p>The research results showed that the German waste oil market performs well and is reacting flexible on price signals of the respective (primary) reference products.</p> <p>During the timeframe investigated (2000-2004) an increasing majority of the available waste oil was used for the production of secondary mineral oil products. 30% of the available waste oil has been submitted to energy recovery operations.</p> <p>During these years the waste oil ordinance (Altölverordnung) and the directive to promote processing of waste oil into base oil (Förderrichtlinie) entered into force and relevant investments in waste oil treatment facilities were executed.</p> <p>The reliability of the future waste oil management is therefore approved and sufficient capacity reserves are available in all waste oil related management areas.</p> | | |
| 17. Keywords: | | |
| Waste oil, Backward calculation method, material flow analysis, German waste oil ordinance, Council Directive on the disposal of waste oils (75/439/EEC) | | |
| 18. Price | 19 | 20 |

Inhalt

| | | |
|--------|---|-----|
| 1 | Kurzfassung..... | 7 |
| 2 | Einleitung | 15 |
| 3 | Vorbemerkung..... | 16 |
| 4 | Stoffstromanalyse | 17 |
| 4.1 | Rückrechnungsmodell..... | 17 |
| 4.1.1 | Grundkonzept..... | 17 |
| 4.1.2 | Schritte des Rückrechnungs-Modells | 19 |
| 4.2 | Altöl-Rücklaufquoten | 26 |
| 4.2.1 | Motoröl | 27 |
| 4.2.2 | Prozessöle..... | 42 |
| 4.2.3 | Hydrauliköl..... | 43 |
| 4.2.4 | Getriebeöl | 47 |
| 4.2.5 | Metallbearbeitungsöle | 51 |
| 4.2.6 | Basisöle | 55 |
| 4.2.7 | Verlustschmierstoffe | 56 |
| 4.2.8 | Maschinenöle | 56 |
| 4.2.9 | Kompressorenöle..... | 57 |
| 4.2.10 | Elektroisolieröle | 58 |
| 4.2.11 | Turbinenöle..... | 59 |
| 4.2.12 | Zusammenfassung der Ergebnisse..... | 59 |
| 4.3 | Ergänzende Stoffstromanalysen | 61 |
| 4.3.1 | Anteil Sammelkategorie I Altöle am Altöl-Potenzial | 61 |
| 4.3.2 | Anteil biologisch schnell abbaubarer Schmierstoffe am Altöl-Potenzial | 63 |
| 4.4 | Primärerhebung Entsorgungswege | 63 |
| 4.4.1 | Vorbemerkung..... | 63 |
| 4.4.2 | Vorgehen | 65 |
| 4.4.3 | Ergebnisse | 66 |
| 4.5 | Vergleich und Gesamtbewertung..... | 71 |
| 4.6 | Aktualisiertes Rückrechnungsmodell am Beispiel des Jahres 2004 | 78 |
| 5 | Marktanalyse | 81 |
| 5.1 | Angebotsseite | 81 |
| 5.1.1 | Altöl-Preise..... | 81 |
| 5.1.2 | Angebotsmengen..... | 83 |
| 5.2 | Nachfrageseite..... | 86 |
| 5.2.1 | Nachfrageimpulse VoP | 86 |
| 5.2.2 | Nachfrageimpulse VmP | 93 |
| 5.3 | Rechtliche Rahmenregelungen | 99 |
| 5.4 | Fazit | 102 |
| 6 | Quellen | 104 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Schematische Darstellung Rückrechnungsmodell..... | 8 |
| Abbildung 2: Übersicht Altöl Mengenströme 2003 (kt, Altöl trocken) [Datenbasis: Betreiberangaben] | 12 |
| Abbildung 3: Schematische Darstellung Rückrechnungsmodell..... | 19 |
| Abbildung 4: Rechenmodell Motoröl | 27 |
| Abbildung 5: Bestand an KFZ im Jahr 2003 [KBA 2003] | 29 |
| Abbildung 6: Bestand an LKW in Deutschland am 1.1.2003 nach zulässigem Gesamtgewicht [KBA 2003]..... | 30 |
| Abbildung 7: Bestand an LKW in Deutschland am 1.1.2003 nach Nutzlastklassen [KBA 2003]..... | 30 |
| Abbildung 8: Bestand PKW nach Antriebsarten [KBA 2003] | 31 |
| Abbildung 9: Bestand PKW nach Alterssegmenten am 1.1.2004 [KBA 2003] | 32 |
| Abbildung 10: Spezifischer Motorölverbrauch PKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren ... | 36 |
| Abbildung 11: Spezifischer Motorölverbrauch LKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren ... | 37 |
| Abbildung 12: Entwicklung spezifischer Öldurchsatz 1995 bis 2003 [eigene Berechnung aus BAFA und DIW 2004] | 37 |
| Abbildung 13: Ölwechselintervalle PKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren | 38 |
| Abbildung 14: Ölwechselintervalle LKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren | 39 |
| Abbildung 15: Rechenmodell Altöl-Potenzial von Motoröl für das Bezugsjahr 2003 | 41 |
| Abbildung 16: Aufteilung der landwirtschaftlichen Produktionstechnik nach Bereichen [IGM 2004] ... | 45 |
| Abbildung 17: Spezifischer Getriebeöldurchsatz 1995 bis 2003 [eigene Berechnung nach BAFA und DIW 2004] | 49 |
| Abbildung 18: Netto-Anzahl der exportierten Neufahrzeuge 1991 bis 2003 | 49 |
| Abbildung 19: Prozentuale Anteile der Einflussfaktoren auf Altöl-Potenziale [eigene Berechnung] | 50 |
| Abbildung 20: Inlandsabsatz Metallbearbeitungsöle (Angaben in t) [BAFA 2003] | 52 |
| Abbildung 21: Altölverwertungswege | 64 |
| Abbildung 22: Altölmengenströme | 66 |
| Abbildung 23: Altölmengenströme der Sammelbetriebe sowie energetischen und sonstigen stofflichen Verwertern [2003 Betreiberangaben] | 68 |
| Abbildung 24: Übersicht Altöl Mengenströme (kt) [2003, Betreiberangaben] | 69 |
| Abbildung 25: Verhältnis zwischen Input der Kategorie 1 und Schmierstoffoutput bei Aufbereitungsanlagen | 71 |
| Abbildung 26: Spannbreiten und arithmetisches Mittel von Annahmepreisen für Kat 1 Altöl verschiedener Zweitraffinerien (€/t) [bvse pers. com.] | 82 |
| Abbildung 27: Entwicklung der Altöl-Annahmepreise bei drei Zementwerken (2000 = 100%) | 83 |
| Abbildung 28: Import und Export von Altölen nach AltöLV in definierte Verwertungsverfahren (Datenbasis: UBA) | 85 |
| Abbildung 29: Exemplarische Preisentwicklung primärer Energieträger (2000 = 100%) | 89 |
| Abbildung 30: Einsatz von Sekundärenergieträgern in der Zementindustrie [HTC 2002]; [Lafarge 2005]..... | 91 |
| Abbildung 31: Entwicklung ausgewählter Stoffströme 2000 – 2004..... | 96 |
| Abbildung 32: Kosten Altöl und Roherlöse von Produkten der Zweitaffination in Anlagen zur Verwertung von Altöl mit meldepflichtigen Produkten | 97 |
| Abbildung 33: BAFA: „Aufkommen aus Zweitaffination“ [BAFA 2005]..... | 98 |
| Abbildung 34: Roherlösindex der Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (2000 = 100%) | 99 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 1: Zusammenfassung der Altöl-Potenziale für 2003 | 9 |
| Tabelle 2: Produktgruppendefinitionen nach BAFA [BAFA 2004] | 22 |
| Tabelle 3: Inlandsabsatz Motoröl 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 28 |
| Tabelle 4: Bestand an KFZ 1991 bis 2003 (einschließlich der vorübergehend stillgelegten Fahrzeuge) [KBA 2003] | 29 |
| Tabelle 5: Gesamtfahrleistung der KFZ in Deutschland 1994 bis 2003 (Mill. km) [DIW 2004] | 33 |
| Tabelle 6: Gründe für den Ölverbrauch und ihr jeweiliger Anteil [MSI 2004] | 35 |
| Tabelle 7: Spezifischer Ölverbrauch nach Kfz-Art [IAVF 2004] | 35 |
| Tabelle 8: Inlandsabsatz Prozessöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 42 |
| Tabelle 9: Inlandsabsatz Hydrauliköle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 43 |
| Tabelle 10: Bestand an übrigen Kraftfahrzeugen nach Aufbau- und Antriebsarten am 1.1.2003 [KBA 2003] | 44 |
| Tabelle 11: Inlandsabsatz Getriebeöl 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 47 |
| Tabelle 12: Inlandsabsatz Metallbearbeitungsöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 51 |
| Tabelle 13: Typische Prozentgehalte der wichtigsten Inhaltsstoffe in Kühlenschmierstoffen (ESD IC8 02, modifiziert) [UBA 2003] | 53 |
| Tabelle 14: Inlandsabsatz, Rücklaufmengen und -quoten für Metallbearbeitungsöle [BAFA, eigene Berechnung] | 55 |
| Tabelle 15: Inlandsabsatz Basisöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 55 |
| Tabelle 16: Inlandsabsatz von Verlustschmierstoffen 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 56 |
| Tabelle 17: Inlandsabsatz Maschinenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 56 |
| Tabelle 18: Inlandsabsatz Kompressorenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 57 |
| Tabelle 19: Inlandsabsatz Elektroisolieröle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 58 |
| Tabelle 20: Inlandsabsatz Turbinenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003] | 59 |
| Tabelle 21: Zusammenfassung der Altöl-Rücklaufquoten und der sich daraus ergebenden Altöl-Potenziale nach Schmierstoffsorten [2003] | 61 |
| Tabelle 22: Zuordnung der Schmierstoffsortenruppen zu Sammelkategorien | 62 |
| Tabelle 23: Abschätzung des Anteils der Sammelkategorie I Altöle am Altöl-Potenzial | 62 |
| Tabelle 24: Produktdefinitionen des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle | 65 |
| Tabelle 25: Altöl-Verbleibswege nach Altöl-Kategorien (inkl. Importmengen) [2003 Betreiberangaben] | 67 |
| Tabelle 26: Massenbilanz Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten [2003 Betreiberangaben] | 67 |
| Tabelle 27: Sammelkategorie-bezogene Differenzierung des Altölinput in Zementwerke [2003, Betreiberangaben] | 68 |
| Tabelle 28: Altöl-Potenzial 2003 anhand bisheriger und aktualisierter Rücklaufquoten | 72 |
| Tabelle 29: Produktmengen basierend auf der BAFA-Statistik sowie Ergebnisse der Betreiberabfrage (Bezugsjahr 2003) | 73 |
| Tabelle 30: Altöl-Input in die Aufbereitung/Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (Bezugsjahr 2003) | 74 |
| Tabelle 31: Import/Exportmengen und Feuchte-Korrektur (Bezugsjahr 2003) | 75 |
| Tabelle 32: Input VmP Inland - inländischer Altöl-Einsatz in Anlagen mit meldepflichtigen Produkten (Bezugsjahr 2003) | 76 |
| Tabelle 33: Differenzrechnung Input VoP Inland - inländischer Altöl-Einsatz in Anlagen ohne meldepflichtige Produkte (Bezugsjahr 2003) | 76 |
| Tabelle 34: Entwicklung des Altöl-Potenzials 2000 bis 2004 (interpoliert zwischen 1995 und 2004) | 84 |
| Tabelle 35: Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie (Beispiele) | 90 |
| Tabelle 36: In der Kalkindustrie eingesetzte Energieträger (beispielhaft) | 92 |
| Tabelle 37: Anlagenkapazitäten der Zweitölraffination [in t Altölinput] | 94 |
| Tabelle 38: Maximale spezifische Förderbeträge der Förderrichtlinie | 100 |
| Tabelle 39: Spezifische Selbstbehälte laut Förderrichtlinie | 100 |

1 Kurzfassung

Anlass

Im Jahre 2002 wurde die Altölverordnung novelliert und das Gebot des relativen Vorranges der Aufbereitung von Altöl zu Basisöl aus der EG-Altölrichtlinie umgesetzt. Die damit verbundene Neuorientierung der Altölentsorgung stellt geänderte Anforderungen an die Altölerzeuger, -sampler und -verwerter. Zusätzlich werfen die aktuellen Preis- und Kostenbedingungen auf den Märkten der stofflichen und energetischen Verwertung neue Fragen in Bezug auf die längerfristige und flächendeckende Entsorgungssicherheit auf.

Zur Verfolgung der skizzierten Veränderungen besteht der Bedarf an systematisch ermittelten Daten über die aktuelle Situation des Altölanfalls, der Entsorgungswege und der Mengenflüsse. Eine solche systematische Bestandsaufnahme wird vor dem Hintergrund erneut vorliegender Beschwerden über die Durchsetzung des Aufbereitungsvorranges auch von der EU-Kommission eingefordert.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurde eine den aktuellen Bedingungen entsprechende Stoffstrombilanz der deutschen Altölentsorgung erstellt. Neben der Ist-Aufnahme wurde untersucht, ob und wie sich die Veränderungen der Marktbedingungen der letzten Jahre auf die Altölentsorgung ausgewirkt haben und welche weiteren Effekte sich aus derartigen Marktbewegungen ergaben.

Um die im Kontext der Stoffstrombilanz notwendigen Expertenurteile abzusichern, wurde im Verlauf des Vorhabens eine Reihe von Fachgesprächen mit Branchen-Experten durchgeführt.

Rückrechnungsmodell

Eine direkte Ermittlung der Altölströme aus entsorgungsbezogenen Statistiksystemen ist in Deutschland derzeit nicht durchführbar. Um eine Berechnung der wesentlichen Mengenströme der Altölentsorgung durchführen zu können wird vom Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium ein „Rückrechnungsmodell“ angewandt. Es basiert zunächst auf den Daten der amtlichen Mineralöl-Statistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und den zusammengefassten Daten aus der Notifizierung grenzüberschreitender Abfallverbringung des Umweltbundesamtes. Unter Zuhilfenahme von geeigneten Korrekturfaktoren für die technischen und marktgegebenen Zusammenhänge wie Erfassungsquoten, Ausbeuten und Anteile von

Verunreinigungen werden auf Basis dieser Grunddaten zentrale Größen der Altölentsorgung berechnet. Die folgende Grafik zeigt das skizzierte Rechen-Modell im schematischen Überblick.

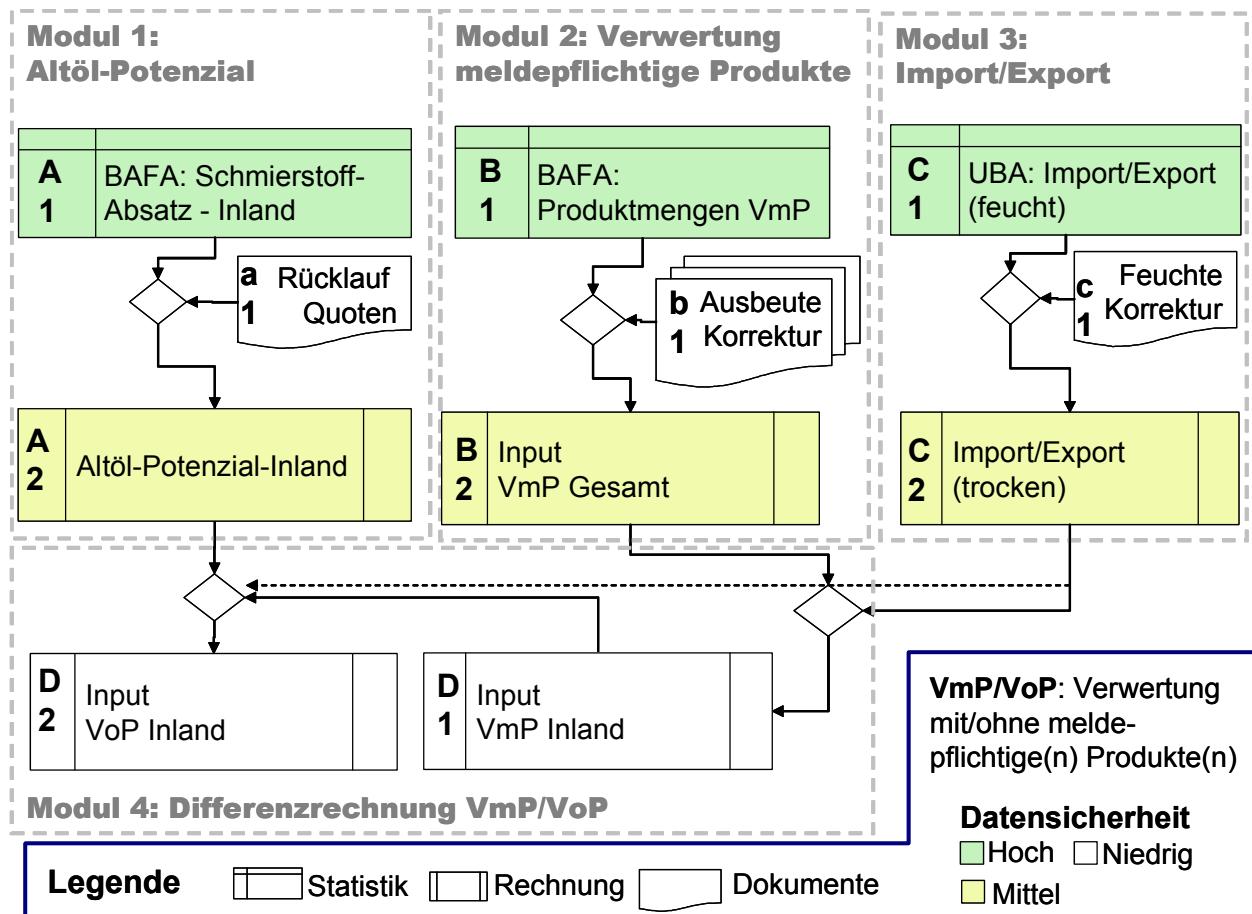


Abbildung 1: Schematische Darstellung Rückrechnungsmodell

Altöl-Potenzial

Zur Berechnung des Altöl-Potenzials aus dem Inlandsabsatz von Schmierstoffen werden „Rücklaufquoten“ angewandt. Diese Rücklaufquoten sind ein sensibler Punkt in der Rückrechnungsmethodik, da einerseits bei den großvolumigen Schmierstoffsorten geringe Änderungen der Faktoren zu deutlichen Unterschieden im Altöl-Potenzial führen. Andererseits weisen die komplexe zusammengesetzten Faktoren vergleichsweise große Unsicherheiten auf. Daher wurde im Rahmen des Vorhabens eine weitere Qualifizierung dieser Daten vorgenommen.

Die folgende Tabelle zeigt die aktualisierten Rücklaufquoten zur Bestimmung des Altöl-Potenzials in der Übersicht.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Altöl-Potenziale für 2003

| Sortengruppen | Inlands-Absatz | Rücklauf-Quoten | | | Rücklauf-Potenzial (t) | | |
|--|----------------|-----------------|--------|-------|------------------------|----------------|---------|
| | | Min. | Mittel | Max. | Min. | Mittel | Max. |
| Schmierstoffsorten mit Altölrücklauf¹ | | | | | | | |
| Motorenöle | 343.909 | 57,5% | 59,5% | 61,5% | 197.645 | 204.523 | 211.401 |
| Hydrauliköle | 135.478 | 65,0% | 75,0% | 85,0% | 88.061 | 101.609 | 115.156 |
| Getriebeöle | 89.144 | 62,0% | 64,0% | 66,0% | 55.269 | 57.052 | 58.835 |
| Metallbearbeitungsöle | 87.379 | 40,0% | 45,0% | 49,0% | 34.952 | 39.321 | 42.816 |
| Basisöle | 73.096 | 20,0% | 50,0% | 50,0% | 14.619 | 36.548 | 36.548 |
| Maschinenöle | 31.442 | 33,0% | 40,0% | 47,0% | 10.376 | 12.577 | 14.778 |
| Kompressorenöle | 11.598 | 40,0% | 50,0% | 60,0% | 4.639 | 5.799 | 6.959 |
| Elektroisolieröle | 9.108 | 85,0% | 90,0% | 95,0% | 7.742 | 8.197 | 8.653 |
| Turbinenöle | 2.292 | 67,0% | 70,0% | 73,0% | 1.536 | 1.604 | 1.673 |
| Summen | 783.446 | | | | 414.838 | 467.229 | 496.818 |
| | | | | | | | |
| Schmierstoffsorten ohne Altölrücklauf¹ | | | | | | | |
| Prozessöle | 165.538 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 48.029 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Schmierfette | 35.932 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Extrakte aus der Schmierölraffination | 33.818 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Summen | 283.317 | | | | 0 | 0 | 0 |

Wesentliche Ergebnisse hinsichtlich der Erwartungsmengen aus den mengenrelevantesten Schmierstoffanwendungen sind:

Bei den **Motorenölen** wird die Altöl-Rücklaufquote wesentlich durch die in den vergangenen 10 Jahren sinkenden spezifischen Verbrauche geprägt. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Zeitraum für eine vollständige „Durchwechselung“ des Fahrzeugbestandes statistisch gesehen bei 12 Jahren bzw. sogar noch darüber liegt. Der über den Fahrzeugbestand gemittelte spezifische Verbrauch liegt also höher, als für KFZ der heutigen Generation. Bei den LKW ist zu berücksichtigen, dass der Bestand vor allem durch kleine LKW bis 3,5t zulässigem Gesamtgewicht bestimmt wird und somit deren - im Vergleich z.B. zu 30-Tonnern relativ niedriger - spezifischer Verbrauch diesen Sektor prägt.

¹ Die Verlustschmierstoffe Prozessöle, Schmierfette, andere Industrieöle und Extrakte aus der Schmierölraffination werden dabei als nicht sammelbar eingestuft.

Bei den **Getriebeölen** bekommt der in den letzten 10 Jahren deutlich gestiegene Nettoexport von Fahrzeugen (und damit der Export von Getriebeöl über die befüllten Fahrzeuge) eine relativ große Bedeutung, da beim Getriebeöl der tatsächliche Verbrauch während der Nutzungsphase sehr gering ist (z.B. im Vergleich zum Motoröl).

Im Bereich der **Hydrauliköle** besteht eine große Datenunsicherheit nicht zuletzt aufgrund der Vielzahl von Anwendungsfeldern, die jeweils statistisch nicht so gut erfasst sind, wie dies z.B. im Kfz-Bereich der Fall ist. Daher mussten mit $\pm 10\%$ eine relativ große Spannbreite bei der Bestimmung der Erwartungsmengen angesetzt werden.

Da die Systematik der BAFA-Statistik zu den Inlandsabsätzen von Schmierstoffen zur Kategorisierung der Ölsortengruppen übernommen wurde, enthalten die Angaben zu den Altöl-Potenzialen von **Metallbearbeitungsölen** auch die Altöl-Potenziale von Korrosionsschutzölen und Härteölen (100% Verlust). Bei dem angegebenen Altöl-Potenzial bzw. der Altölquote handelt es sich daher um einen mengenbezogen gewichteten Mittelwert. Die erreichten Erfolge hinsichtlich einer verbesserten Wartung der Öle und Emulsionen, sowie die verbesserte Erfassung von Leckageverlusten erhöht das Altöl-Potenzial bei dieser Ölgruppe verglichen mit der Situation von vor 10 Jahren. Die relevanten Austragspfade Späne/Materialabtrag, Austrag über das Werkstück und Austrag über andere feste Abfälle führen jedoch dazu, dass sich diese Situation nicht 1:1 in einem erhöhten Altöl-Potenzial niederschlägt.

Importierte und exportierte Altöle

Im Rückrechnungsmodell erfolgt eine Einbeziehung der importierten und exportierten Altölmengen. Da die gesamten sonstigen Berechnungsschritte auf sogenanntem „trockenem“ Altöl basieren, muss eine Korrektur der Mengen über den „Feuchtfaktor“ vorgenommen werden. Im bestehenden Rückrechnungsmodell wird hier ein Wert von 7% angesetzt. Dieser Wert liegt nach Betreiberangaben einerseits unter dem Mittel der Altöle (8-10%), die aus inländischem Aufkommen in die stoffliche Verwertung gegeben werden und andererseits über den Feuchtegehalten der im Jahr 2003 importierten Altöle (~5%). Die Gutachter schlagen vor den bestehenden Wert weiterhin zu verwenden, zumal sich die benannten Differenzen im Gesamtergebnis des Rückrechnungsmodells nur marginal (< 1.000 t) auswirken.

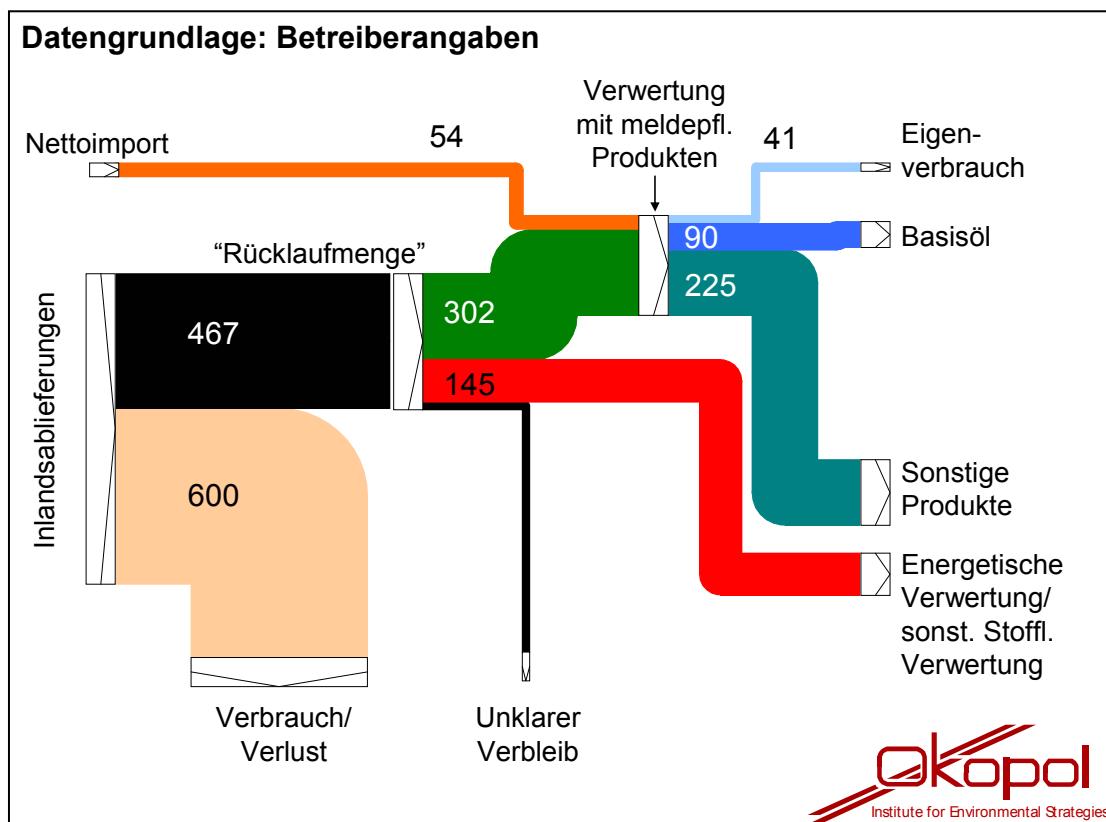
Darüber hinaus wurden deutliche Unterschiede zwischen den Importmengen laut Betreiberbefragung und den Importmengen laut Koordinationsstelle des Umweltbundesamtes festgestellt (~14.000 t). Der Grund für diese Meldeauffälligkeit konnte im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht geklärt werden.

Primärerhebung Entsorgungswege

Um eine weitere Qualifizierung des vorliegenden Rückrechnungsmodells zu erreichen und die Vorgehensweise zu prüfen, wurde eine mengenbezogene Primärerhebung bei den relevanten Marktakteuren durchgeführt (Bezugsjahr: 2003). Insgesamt haben alle bekannten Verwerter² mit meldepflichtigen Produkten, die im Jahre 2003 den Regelbetrieb durchgeführt haben, Informationen zur Altölannahmemenge, Feuchtegehalt und abgegebenen Produktarten und -mengen bereitgestellt. Von den angeschriebenen 16 energetischen und sonstigen stofflichen Verwertungsanlagen haben 13 Informationen bereitgestellt, während drei die Zusammenarbeit ablehnten. Von Verbandsseite haben die Zementindustrie und Kalkindustrie auf die Anfrage geantwortet. Die Stahlindustrie hat keine Mengendaten bereitgestellt. Die Anfrage bei einzelnen Hüttenwerken hat mangels Rücklauf keine Ergebnisse geliefert. Acht von 10 der befragten großen Altölsammelunternehmen haben mengenbezogene Angaben zu Ihren Sammelmengen gemacht.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Mengenströme entsprechend den Ergebnissen der vorgenommenen Primärerhebung.

² Die Liste mit bekannten Verwertungsanlagen wurde intensiv mit den Marktakteuren diskutiert und kann als vollständig für das Betrachtungsjahr angesehen werden.



Hinsichtlich der Produktmengen aus Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten³ wurden Differenzen zwischen den Daten des BAFA und den Angaben aus der Primärerhebung festgestellt. Diese liegen u.a. in der unterschiedlichen Abgrenzung von Zukäufen und Additiven bei den an die BAFA gemeldeten Produktmengen begründet. Im Verlauf des Vorhabens konnte eine Einigung zwischen BAFA und BVA erreicht werden, wie hier in Zukunft eine einheitliche Abgrenzung erfolgt. Damit wird in kommenden Perioden diese Unschärfe vermieden.

Gesamtbewertung des Rückrechnungsmodells

Die Ergebnisse aus dem vom BMU verwendeten Rückrechnungsmodells wurden mit den im Verlauf des Vorhabens ermittelten bzw. aktualisierten Daten verglichen. Dabei zeigte sich, dass ungeachtet der (in der Langfassung der Studie) dargestellten Unsicherheiten, die Rückrechnungsmethodik strukturell für die Berechnung der Stoffströme der deutschen Altölentsorgung geeignet ist und über die im Rahmen der

³ Ehemals verwendete Begriffe für diese Verwertungsverfahren sind Aufarbeitung und Aufbereitung.

vorliegenden Studie vorgenommenen weiteren Qualifizierungen ausreichend präzise Ergebnisse für eine transparente Marktbeobachtung liefert.

Marktanalyse

Im Rahmen der Marktanalyse wurden ökonomische Grundparameter des deutschen Altölverwertungsmarktes wie Angebot, Nachfrage und Preise bzw. Preisdifferenzen betrachtet. Zielsetzung war es dabei, zu analysieren, wie sich die wechselnden Marktbedingungen auf die Altöl-Stoffströme zur und in der Verwertung auswirken und ob die gegebenen Rahmenbedingungen für eine langfristig gesicherte Altölentsorgung ausreichen.

Die Betrachtung von Preisen/Kosten sowie Stoffstrom- und Produktveränderungen erfolgt bezogen auf den Zeitraum der Jahre 2000 bis 2004.

Die durchgeführte Analyse des Altölmarktes in Deutschland zeigt, dass es sich um einen funktionierenden Nachfragemarkt handelt. Bei fallendem Altölangebot (inländisches Altöl-Potenzial ca. -8% im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2004) werden die Preise weitgehend über die Nachfrage gesteuert. Der Altölmarkt teilt sich dabei in zwei partiell entkoppelte Teilmärkte: Einerseits den Teilmarkt der Altölnachfrage für die stoffliche Verwertung zu meldepflichtigen Mineralölprodukten (u.a. Basisöl) und andererseits den Markt für die Direktverwertung der Altöle in großindustriellen Feuerungsprozessen und rohstofflichen Verwertungen.

Von den Altölaufbereitern wurden im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2004 - bei deutlich gestiegenen Annahmepreisen für Altöl - höhere Mengen aufgenommen und entsprechend gestiegene Produktmengen (ca. +35%) erzeugt. Innerhalb des Produktportfolios haben sich trotz leichter Schwankungen dabei keine grundlegenden Verschiebungen ergeben.

Von den Direktverwertern wurden im Untersuchungsraum 2000 bis 2004 bei stabilen spezifischen Annahmepreisen leicht rückläufige Gesamt Mengen (ca. -11% in der Gesamtannahmemenge von Zement- und Kalkwerken) aufgenommen. Im Hauptabnehmermarkt der Zementwerke sind neben einer abnehmenden Qualitäts-/Preisrelation (d.h. einer zunehmenden Beschränkung auf minderwertige Altölqualitäten) die abnehmenden Mengen vor allem durch die Preisrelationen zu anderen Sekundär-Brennstoffen getrieben.

Der weniger mengenrelevante Bereich der Kalkindustrie erscheint auf Basis der verfügbaren Informationen von diesem Grundtrend etwas abgetrennt. Hier wurden in

den letzten Jahren eher höherwertige Qualitäten zu Annahmepreisen aufgenommen, die denen der Altölaufbereiter entsprechen.

Die Altölpreise zur Annahme bei der energetischen Verwertung stiegen im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2004 nicht in gleichem Maße wie die Preise für Altöl, das von Zweitaffinerien angenommen wurde. Die beteiligten Markakteure teilen die Auffassung, dass die aufgetretene Schere zwischen den Annahmepreisen in den skizzierten Teilmärkten mit der beschriebenen Qualitätsdifferenzierung der jeweils eingesetzten Altöle parallel geht.

Mit deutlich steigender Gesamttendenz wurden im Untersuchungszeitraum die überwiegenden Mengen der verfügbaren Altöle einer Verwertung zu meldepflichtigen Mineralölprodukten zugeführt (Anteil 2004 ca. 65%), während die von den Anlagen ohne meldepflichtige Produkte aufgenommenen Mengen leicht rückläufig waren (Anteil 2004 ca. 32%)

Im Betrachtungszeitraum, in dem die Förderrichtlinie und die AltölV in Kraft traten, wurden in Deutschland relevante Investitionen in den Ausbau von Aufbereitungsanlagen getätigt. Neben Kapazitätsausweiterungen bei bestehenden Anlagen und Errichtung einer Neuanlage flossen diese Investitionen in Anlagentechniken mit qualitätssteigernder Wirkung, z.B. im Bereich des Basisöl Finishing. Es kann so von einer insgesamt verbesserten Fähigkeit zur Produktion hochwertiger und marktgängiger Sekundärraffinate ausgegangen werden. Dies drückt sich auch darin aus, dass im Untersuchungszeitraum die Basisölherstellung in den Zweitaffinerien um 42% gesteigert werden konnte.

Die steigenden Rohstoffpreise (Altölannahmepreis) bei den Zweitaffinerien konnten durch steigende Gesamt-Produkterlöse weitgehend kompensiert werden, so dass hier eine stabile Rohertragsentwicklung zu beobachten ist.

Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit bzw. auch der Inanspruchnahme der Fördermöglichkeiten und der Entwicklung des Altölannahmepreises bei den Aufbereitungsanlagen ist nicht abzuleiten. Auch zwischen der im Betrachtungszeitraum gestiegenen Steuerbelastung von Heizöl schwer und den Annahmepreisen ist keine solche Kopplung zu identifizieren.

Die Entsorgungssicherheit der anfallenden Altöle ist in vollem Umfang gegeben. In allen Verwertungsbereichen bestehen relevante Reserve-Kapazitäten.

2 Einleitung

Im Jahre 2002 wurde die Altölverordnung novelliert und das Gebot des relativen Vorranges der Aufbereitung von Altöl zu Basisöl aus der EG-Altölrichtlinie umgesetzt. Die damit verbundene Neuorientierung der Altölentsorgung stellt geänderte Anforderungen an die Altölerzeuger, -sampler und -verwerter. Zusätzlich werfen die aktuellen Preis- und Kostenbedingungen auf den Märkten der stofflichen und energetischen Verwertung neue Fragen in Bezug auf die längerfristige und flächendeckende Entsorgungssicherheit auf.

Zur Verfolgung der skizzierten Veränderungen besteht der Bedarf an systematisch ermittelten Daten über die aktuelle Situation des Altölanfalls, der Entsorgungswege und der Mengenflüsse.

Eine solche systematische Bestandsaufnahme wird vor dem Hintergrund erneut vorliegender Beschwerden über die Durchsetzung des Aufbereitungsvorranges auch von der EU-Kommission eingefordert.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wurde eine den aktuellen Bedingungen entsprechende Stoffstrombilanz der deutschen Altölentsorgung erstellt.

Neben der Ist-Aufnahme wurde untersucht, ob und wie sich die Veränderungen der Marktbedingungen der letzten Jahre auf die Altölentsorgung ausgewirkt haben und welche weiteren Effekte sich aus derartigen Marktbewegungen ergaben.

Um die im Kontext der Stoffstrombilanz notwendigen Expertenurteile abzusichern, wurde im Verlauf des Vorhabens eine Reihe von Fachgesprächen mit Branchen-Experten durchgeführt, an denen neben dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unter anderem folgende Organisationen bzw. Mitgliedsfirmen der Organisationen teilnahmen:

- Bundesverband Altöl e.V. (BVA),
- Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. (BDE),
- Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie,
- Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (BVSE),
- Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e.V. (UNITI),
- Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ).

3 Vorbemerkung

In Absprache mit dem Auftraggeber werden im Rahmen des Vorhabens zur klaren Abgrenzung folgende Differenzierungen angewandt:

Altöl-Verwertung mit meldepflichtigen Produkten⁴ (VmP), darunter fallen Verfahren bei denen

- Basisöle durch Raffinationsverfahren erzeugt werden (nach § 1a (2) AltölV),
- andere meldepflichtige Produkte als Basisöl hergestellt werden.

Altöl-Verwertung ohne meldepflichtige Produkte (VoP), darunter fallen Verfahren bei denen

- keine meldepflichtigen Produkte hergestellt werden,
- der Energiegehalt in entsprechend zugelassenen Anlagen genutzt wird.

Die Begriffe „**Altöl-Potenzial**“ stehen in dieser Studie für die Altölmengen, die aus den jeweiligen Anwendungsfeldern von Schmierstoffen zu erwarten sind. Die „**Altöl-Rücklaufquote**“ beschreibt das Verhältnis von Altöl-Erwartungsmengen zur Inlandsablieferung der jeweiligen Schmierstoffsorte.

⁴ Nach dem Gesetz über die Erhebung von Meldungen in der Mineralölwirtschaft (Mineralöldatengesetz – MinÖlDatG)

4 Stoffstromanalyse

In diesem Kapitel erfolgt zunächst eine Analyse der einzelnen Rechenschritte des „Rückrechnungsmodells“, mit dem das BMU wesentliche Stoffströme der Altölentsorgung rechnerisch bestimmt (Kapitel 4.1).

Die Altölrücklaufquoten, im Projektverlauf als relevanter Einflussfaktor auf die Ergebnisse des Rückrechnungsmodells identifiziert, werden in einem anschließenden Schritt überprüft und aktualisiert (Kapitel 4.2).

Ergänzend werden für zwei weitere, über das Rückrechnungsmodell hinausgehende Stoffstromanteile, Abschätzungen vorgenommen (Kapitel 4.3). Einerseits für den Anteil von Altölen der Sammelkategorie I und andererseits für den Anteil der biologisch schnell abbaubaren Öle am gesamten Altöl-Potenzial.

Um eine unabhängige Überprüfung der vom BMU angewandten Berechnungsmethodik zu ermöglichen, wurde für das Bezugsjahr 2003 eine Primärerhebung („Betreiberabfrage“) zu den tatsächlichen Entsorgungswegen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.4 dargestellt.

Die Ergebnisse der Betreiberabfrage werden den Ergebnissen des Rückrechnungsmodells für das gleiche Bezugsjahr 2003 gegenübergestellt. Daraus werden weitere kleinere Korrekturen im Rückrechnungsmodell abgeleitet (Kapitel 4.5).

Abschließend wird das aktualisierte Rückrechnungsmodell nochmals unter Anwendung auf das Bilanzjahr 2004 dargestellt (Kapitel 4.6).

4.1 Rückrechnungsmodell

4.1.1 Grundkonzept

Eine direkte Ermittlung der Altölströme aus entsorgungsbezogenen Statistiksystemen ist in Deutschland derzeit nicht durchführbar. Das abfallrechtliche vorgeschriebene Begleitscheinverfahren erfasst zwar prinzipiell alle Altöl-betreffenden Entsorgungsvorgänge, weist im Hinblick auf eine umfassende Stoffstromanalyse aber systematische Probleme auf, da es in erster Linie für die Überwachung und nicht für

Stoffstrombilanzen konzipiert ist⁵. Die Produkte (Output) der stofflichen Altölverwertungsanlagen sind prinzipiell der abfallstatistischen Datenerfassung nicht zugänglich.

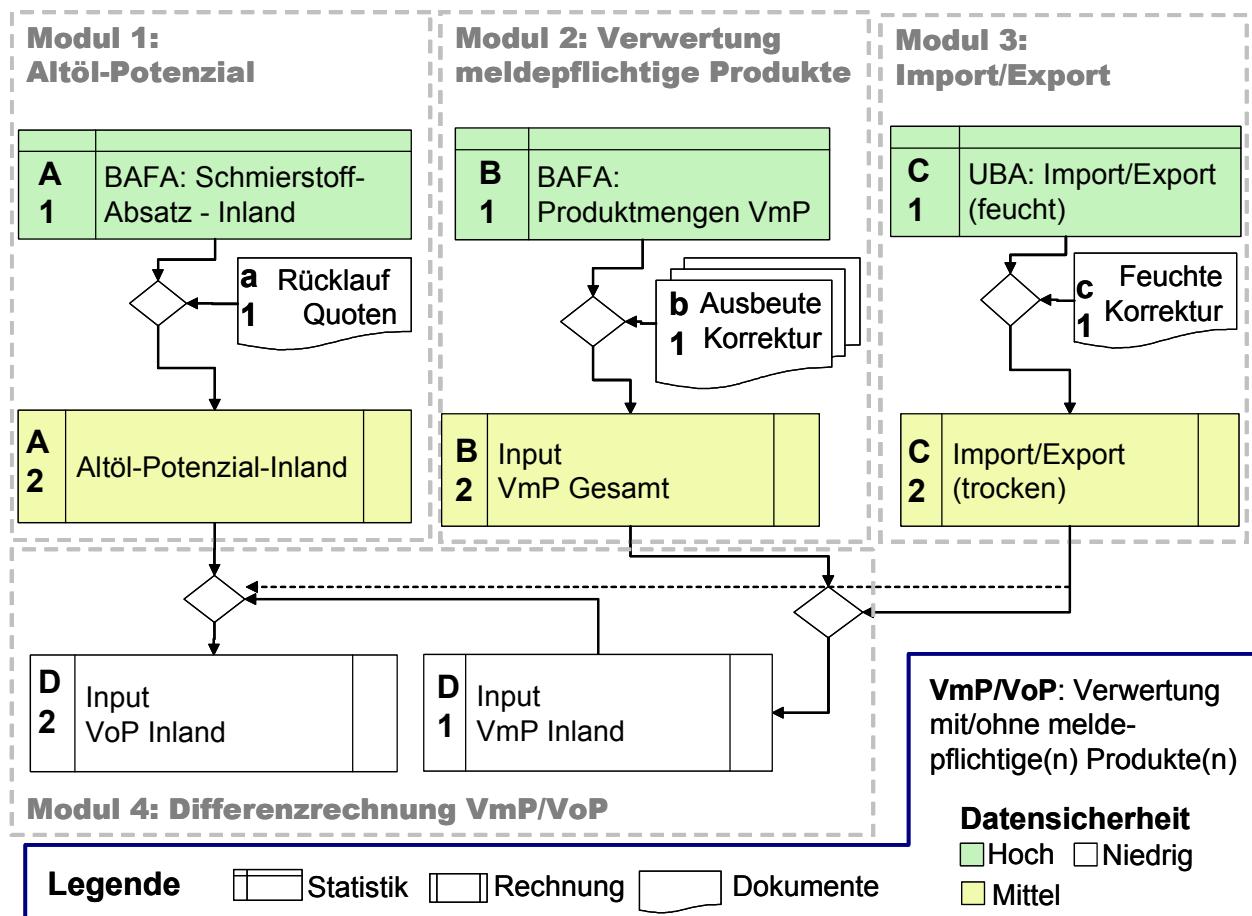
Um in Kenntnis der skizzierten Probleme dennoch eine Berechnung der wesentlichen Mengenströme der Altölentsorgung durchführen zu können, wurde vom Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium in den vergangenen Jahren ein „Rückrechnungsmodell“ angewandt. Es basiert zunächst auf den Daten der amtlichen Mineralöl-Statistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und den zusammengefassten Daten aus der Notifizierung grenzüberschreitender Abfallverbringung des Umweltbundesamtes. Unter Zuhilfenahme von geeigneten Korrekturfaktoren für die technischen und marktgegebenen Zusammenhänge, wie Erfassungsquoten, Ausbeuten und Anteile von Verunreinigungen, werden auf Basis dieser Grunddaten zentrale Größen der Altölentsorgung berechnet:

- Die **Menge Altöl-Anfall** (Inland) wird aus den inländischen Schmierstoffabsatzzahlen sowie den bei den Anwendungen auftretenden Verbräuchen und Verlusten errechnet.
- Die **Menge Altöleinsatz in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten (VmP)** wird aus den Produktmengen zurückgerechnet.
- Als Differenz aus dem Altöl-Anfall und dem Altöleinsatz in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten ergibt sich als dritte zentrale Größe der Altölentsorgung die **Menge Altöleinsatz in die Altölverwertung ohne meldepflichtige Produkte (VoP)**⁶.
- Dabei ist eine zusätzliche Bestimmung der **Menge Altöl-Import/-Export** notwendig, die als Im-/Exportkorrektur über die Daten des Notifizierungsverfahrens vorgenommen wird.

Die folgende Grafik zeigt das skizzierte Rechen-Modell im schematischen Überblick.

⁵ Im Kontext dieses Vorhabens sei hier auf die Schwierigkeiten der Vermeidung von Doppelzählungen von nicht-logistischen Zwischenlagern bei Sammelentsorgungen oder die Problematik der erzeugerbezogenen Verknüpfung der inländischen Abfallbewegungsdaten mit den grenzüberschreitenden Informationen hingewiesen. Aspekte der Eigenentsorgung werden zudem über Abfallnachweisverfahren nicht erfasst.

⁶ Dieser Begriff umfasst die Verwertung in Anlagen, in denen keine meldepflichtigen Produkte erzeugt werden, also z.B. die energetische Verwertung, der Einsatz als Reduktionsmittel im Hochofen oder die Vergasung.

**Abbildung 3: Schematische Darstellung Rückrechnungsmodell**

4.1.2 Schritte des Rückrechnungs-Modells

Anwendung des Rückrechnungsmodells für das Jahr 2003

Im Folgenden werden zunächst im Überblick die Elemente des Rückrechnungsmodells dargestellt. Die konkrete Anwendung des Rückrechnungsmodells auf die Situation im Jahr 2003 erfolgt in Kapitel 4.5, in dem die Ergebnisse des Rückrechnungsmodells den Ergebnissen der durchgeföhrten Direkterhebungen gegenüber gestellt werden. Anschließend erfolgt eine detaillierte Diskussion der einzelnen Schritte.

Modul 1: Altöl-Potenzial

Schritt A1: Schmierstoffabsatz Inland

In Umsetzung des Gesetzes über die Erhebung von Meldungen in der Mineralölwirtschaft („Mineralöldatengesetz“) sind alle Unternehmen, die Mineralölprodukte herstellen bzw. ein- oder ausführen meldepflichtig. Für die Gliederung der verschiedenen Produktgruppen wird dabei das Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik herangezogen. Diese Meldungen werden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zum integrierten Mineralölbericht zusammengeführt.

Diese Datenbasis wird von allen Marktteilnehmern als eine von der Strukturierung und dem Datenbestand her geeignete, valide Datenbasis anerkannt.

In Bezug auf die besonderen Anforderungen einer quantitativen und ggf. auch auf Qualitäten bezogenen Analyse der anfallenden Altölmengen wäre u. U. eine noch stärkere „Überdeckung“ mit der Gliederung der Altölarten innerhalb der Sammelkategorien von Anhang I der Altölverordnung wünschenswert. Als Beispiel sei hier ein getrennter Ausweis biogener Öle angeführt, der im Hinblick auf die geeigneten Verwertungsverfahren gesondert zu diskutieren ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass an die zugrunde liegenden amtlichen Statistiken vielfältige Anforderungen auch aus anderen Bereichen gestellt werden und berücksichtigt werden müssen.

Schritt a1: Rücklaufquoten (nach Schmierstoffsorten)

Um aus den gemäß der Datenbasis des Schrittes A1 in den deutschen Markt gebrachten Schmierstoffen eine Erwartungsmenge an Altölen ableiten zu können, sind im nächsten Schritt (a1) entsprechende Faktorwerte anzusetzen, die den Rücklauf der Altöle in den Entsorgungsmarkt beschreiben.

Diese Rücklaufquoten beinhalten dabei:

- Technisch bestimmte Verluste während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs (wie Mitverbrennung oder Verdunstungsverluste bei motorischen Schmierstoffen, Austräge bei Verlustschmierungen oder das gezielte Einbringen in andere Produkte bei einigen Prozessölen),
- Technisch bedingte Verluste, bei der Anwendung (wie: Restanhaltungen am Schnittgut bei Metallbearbeitungsölen, Restinhalte von Ölfiltern bei motorischen Ölen),

- Organisatorisch bedingte Erfassungsverluste (wie z.B. Restfüllmengen in Kleingebinden),
- Handhabungsbedingte Verluste aus Nutzung und Erfassung (wie Tropfmengen aus Umfüllvorgängen),
- Verlustmengen durch die nicht sachgerechte Verwendung und Handhabung.

Eine Zusammenstellung derartig zusammengesetzter „Rücklauf-Faktoren“ wurde in Deutschland 1996 im Rahmen des UFOPLAN-Vorhabens „Ermittlung von Altölvermeidungspotentialen“⁷ vorgelegt.

Die Rücklauffaktoren sind ein besonders sensibler Punkt in der Rückrechnungsmethodik. Einerseits machen gerade bei den großvolumigen Schmierstoffsorten bereits wenige Prozentunterschiede große Mengenunterschiede beim Altöl-Potenzial aus. Andererseits weisen die komplex zusammengesetzten Faktoren vergleichsweise große Unsicherheiten auf. Von den zugrunde liegenden Verlustgrößen sind nur Teile direkt durch objektive Einflussgrößen determiniert (wie z.B. der Austragsverlust bei einer exakt dosierten Verlustschmierung). Andere Größen, wie z.B. die handhabungsbedingten Verlustanteile, können dagegen nur mit hohem Aufwand und begrenzter Repräsentativität bestimmt werden. Angesichts der skizzierten Relevanz und Unsicherheit der Rücklaufquoten ist es bedeutsam, dass in anderen Studien wie z.B. dem concawe Report Nr. 5/96 für einige Schmierstoffsorten deutlich andere Rücklaufquoten angegeben werden. Bei Motorölen oder Elektroisolierölen liegen die dort ausgewiesenen Werte jeweils ca. 15% höher. Diese Abweichungen und die damit recht unterschiedlich berechenbaren Altöl-Erwartungsmengen unterstützen teilweise kontroverse Debatten zwischen den am Altölmarkt beteiligten Akteuren.

Aus den angeführten Gründen wurde im Rahmen dieses Vorhabens eine weitere Qualifizierung dieser Daten vorgenommen (siehe Kapitel 4.2).

Schritt A2: Altöl-Potenzial-Inland

Aus den inländischen Absatzmengen der Schmierstoffsorten, entsprechend Schritt A1 und den in Schritt a1 bestimmten sortenspezifischen Rücklaufquoten, ergeben sich

⁷ Trischler und Partner; „Ermittlung von Altölvermeidungspotentialen“, Umweltbundesamt FKZ 103 60 111 Darmstadt/Berlin 1996

durch Multiplikation die Erwartungsmengen für das Altöl-Potenzial nach Schmierstoffsorten.

Modul 2: Verwertung zu meldepflichtigen Produkten (VmP)

Um aus dieser Erwartungsmenge für den Altölanfall eine Berechnung über den Verbleib der Altöle abzuleiten, wird bei der bestehenden Methodik in einem weiteren Modul der Altöl-Input in die deutschen Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten berechnet.

Schritt B1: Produktmengen der Verwertung zu meldepflichtigen Produkten

Die nach dem Mineralöldatengesetz meldepflichtigen Produkte aus der Verwertung von Altöl werden im integrierten Mineralölbericht vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) als aggregierte Mengen gesondert ausgewiesen.

Die Definition der dabei genutzten Produktgruppen ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 2: Produktgruppendefinitionen nach BAFA [BAFA 2004]

| Produktgruppe | Definition der Produktgruppe |
|-----------------------------|--|
| Mitteldestillat-Komponenten | Zwischenprodukte, die bei der Rohöldestillation im "mittleren" Siedebereich zwischen 180°C bis 360°C gewonnen werden, Vorkomponente zur Herstellung von Heizöl „leicht“. |
| Heizöl, schwer | Schweres Heizöl zum Einsatz in der chemischen Industrie, in Kraftwerken und zur Bebunkerung von Schiffen; auch Vakuumgasöl; EBV-beitragspflichtig. |
| Heizöl, schwer Komponenten | Zwischenprodukt aus der Rohöldestillation zur Herstellung von schwerem Heizöl; inkl. Fluxöle aus der Zweitölraffination zur Herstellung von Blasbitumen [bei Verkauf an Nicht-IM-Meldefirmen umwidmen zu Bitumen]. |
| Schmierstoffe | Grundöle, Schmieröle und -fette gemäß gesondertem Schmierstoffsortenverzeichnis; hergestellt aus Mineralöl, auf biologischer Basis oder synthetisch. |

Insbesondere die beiden Produktgruppen „Mitteldestillat- und Heizöl schwer- Komponenten“ decken dabei ein weites Feld von Produkten sehr unterschiedlicher Qualitäten und verschiedener produktionstechnischer Herkunft ab. Das Produkt der Altöl-aufbereitung „Basisöl“ ist in der Produktgruppe „Schmierstoffe“ erfasst. Eine Unterteilung in die reine Basisölproduktion sowie in die Herstellung voll additivierter vermarktungsfertiger Schmierstoffe war bislang nicht verfügbar.

Während in den ersten Jahren dieser statistischen Erfassung teilweise noch die Problematik bestand, dass einzelne Firmen, die Altöle aufbereiten, nicht erfasst wurden,

basieren die Daten ab 2003 nunmehr auf einer Grundgesamtheit, die nach Auffassung und Kenntnis der am Altölmarkt beteiligten Akteure eine 100%ige Erfassung der Produktionsmengen erreicht.

Schritt b1: Ausbeutefaktoren der Verwertung mit meldepflichtigen Produkten

Um von der Menge der produzierten meldepflichtigen Produkte auf die eingesetzte Altölmenge Rückschlüsse ziehen zu können, ist es notwendig, die bei den verschiedenen Produktionen erreichten Ausbeutefaktoren anzusetzen. Die gesamte Mengenstromrechnung bezieht sich auf wasserfreies, also sogenanntes „trockenes“ Altöl.

Der Anteil der sonstigen abgetrennten Bestandteile ist dabei selbstverständlich je nach Altölqualität und Zielprodukt recht unterschiedlich. Während bei einfachen Zielprodukten, wie schweren Heizölen (bzw. Heizöl-Schwer-Komponenten), lediglich wenige grobe Verunreinigungen mechanisch abgetrennt werden, erfordert die Basisölproduktion die Abtrennung einer Vielzahl von Inhaltsstoffen wie:

- Crack- oder Spaltprodukte aus der Nutzungsphase,
- Restbestandteile von Additiven oder anderen nicht wieder verwertbaren Rezepturbestandteilen,
- Verunreinigungen aus der Nutzungsphase wie Rußbestandteile u.ä.,
- Verunreinigungen die im Zuge der Sammlung in das Altöl gelangt sind wie Späne, Fasern oder Mineralstoffe.

Der in Produkte überführte Anteil der Altöle verschiedener Anlagen liegt nach dem bestehenden Kenntnisstand⁸ dennoch vergleichsweise dicht beieinander. Auch bei den Anlagen, die hochwertige Basisöle produzieren können, werden Teile der hier abgetrennten Stoffströme mit Altölen anderer Sammelkategorien zusammengeführt und als einfache Heizöle oder Schwerprodukte vermarktet.

Die übrigen abgetrennten und nicht in Produkte überführten Altölbestandteile werden entweder anlagenintern oder extern energetisch genutzt.

⁸ Allerdings beruhen diese Informationen überwiegend auf detaillierten Stoffstromaufnahmen in den großen Altölraffinerien, die neben den Basisölrouten jeweils auch über technologisch einfachere Liniens zur Herstellung anderer meldepflichtiger Produkte verfügen. Für die übrigen Betriebe, die ausschließlich andere meldepflichtige Produkte und keine Basisöle herstellen, wurden vergleichbar transparente Informationen allerdings nicht verfügbar gemacht.

Im Rahmen der Rückrechnungsmethodik wurde bislang ein Abtrennungsgrad von 10% bzw. ein Ausbeutefaktor von 90% verwendet.

Da es sich bei Teilen der gemeldeten produzierten Produkte um bereits additivierte Schmierstoffe handelt, war eine weitere Korrektur für die im Rahmen der Produktion zugeführten Additivpackages⁹ notwendig.

Diese Additivkorrektur wurde bislang mittels einer Pauschalmenge (20.000 t/a) durchgeführt, die auf einer einmaligen Detailanalyse statistisch erfasster Additiveinsätze in die Schmierstoffherstellung basiert. Dieser nicht-altölbürtige Anteil an den Produkten wurde von der Gesamtmenge abgezogen bevor mit dem Ausbeutefaktor die eingesetzte Altölmenge abgeschätzt wird.

Als Ergebnis eines Fachgesprächs im Jahr 2005 konnte zwischen den Altölaufbereitern und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle nun jedoch vereinbart werden, dass zukünftig die Basisölmengen von den Aufbereitern ohne etwaige Additivmengen gemeldet werden. Nach Umsetzung dieser Vereinbarung kann dieser Korrekturschritt zukünftig entfallen.

Schritt B2: Inputmenge in die Verwertung zu meldepflichtigen Produkten

Im Ergebnis des Moduls „Verwertung in meldepflichtige Produkte“ ergibt sich nach der Rückrechnungsmethodik eine Abschätzung für die insgesamt in diesen Verwertungsanlagen eingesetzte Altölmenge.

Modul 3: Import/Export

Schritt C1: Import-/Export (feucht)

Aus den zentral beim Umweltbundesamt zusammengeführten Daten des Notifizierungsverfahrens für die Im- und Exporte von Altöl lässt sich neben den Altölen die exportiert werden, die Menge der Altöle ermitteln, die in R9 Verfahren importiert werden. R9-Verfahren sind Verfahren der „Ölraffination oder andere Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl“ und lassen sich somit Anlagen zuordnen, die meldepflichtige Produkte (VmP) herstellen.

Unsicherheiten können sich bei diesem Schritt dann ergeben, wenn die Im- oder Exporte nicht direkt in End-Verwertungsanlagen, sondern in so genannte „behandelnde

⁹ Die Packages enthalten neben den eigentlichen Additiven jeweils relevante Grundölanteile, so dass die Additivierung insgesamt durchaus mengenrelevant ist.

„Zwischenlager“ erfolgen, in denen dann ggf. eine Aufteilung des Mengenstroms und die Weiterführung in unterschiedliche Anlagenkategorien erfolgt.

Schritt c1 Feuchte-Korrektur

Da in der gesamten Rückrechnungs-Methodik mit „trockenen“ Altölmengen gearbeitet wird, die Mengen nach dem Notifizierungsverfahren aber „feuchte“ Mengen ausweisen, ist in einem entsprechenden Rechenschritt eine „Feuchte-Korrektur“ notwendig. Im bisherigen Modell erfolgte dies über einen pauschalen Feuchte-Faktor von 7% der gehandelten Altölmenge.

Aufgrund mangelnder zentral verfügbarer Analysedaten ist dieser Feuchte-Faktor nicht direkt ermittelbar, sondern muss über Plausibilitätsschlüsse bestimmt werden. Der derzeit verwendete Wert liegt unter dem Mittel der Altöle, die aus inländischem Aufkommen in die stoffliche Verwertung gegeben werden und andererseits leicht über den von den Aufbereitern genannten Feuchtegehalten der im Jahr 2003 importierten Altöle (~5%) (siehe Kapitel 4.4.3). Da es sich bei der Nettoimportmenge nur um rund 10% der Altöl-Anfallmenge handelt, wirken sich diese Differenzen auf das Gesamtergebnis des Rückrechnungsmodells nur marginal aus.

Schritt C2: Import-/Export-Menge (trocken)

Nach der skizzierten Feuchte-Korrektur ergibt sich im Ergebnis die Menge an „trockenen“ Altölen, die aus dem Ausland in deutsche Verwertungsanlagen zur Herstellung meldepflichtiger Produkte (VmP) verbracht werden, sowie die derzeit deutlich weniger mengenrelevanten exportierten Altöle.

Modul 4: Differenzrechnung Sonstige Altölverwertung (VoP)

Die aus den drei aufgeführten Modulen berechneten Mengen werden in zwei weiteren Schritten zu den zentralen Ergebnissen der Rückrechnungsmethodik zusammengeführt.

Schritt D1: Altöleinsatz (inländisch) in die Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (VmP)

Durch Differenzbildung (Anlageninput minus Trockenimport) können die aus dem inländischen Altöl-Potenzial stammenden Einsatzmengen in die Verwertung mit meldepflichtigen Produkten ermittelt werden.

Schritt D2: Altöleinsatz in die sonstige Verwertung (VoP)

In einem weiteren Schritt wird durch Differenzbildung zwischen diesem Ergebnis, dem im Modul 1 („Schmierstoffabsatz Inland“) ermittelten Altöl-Potenzial und der Menge exportierter Alölte (trocken), die Menge an aus dem Inland stammenden Altölen errechnet, die in „sonstigen“ Altölverwertungsanlagen ohne meldepflichtige Produkte eingesetzt wird.

4.2 Altöl-Rücklaufquoten

Wie bereits vorstehend im Kapitel 4.1.2 ausgeführt, sind die Rücklaufquoten ein besonders sensibler Punkt im Rückrechnungsmodell.

Aus diesem Grund wurde, nach einer entsprechenden Prioritätensetzung in der ersten Projektphase, eine Überprüfung und weitere Qualifizierung dieser Quoten vorgenommen.

4.2.1 Motoröl

Für die Bestimmung des Altöl-Potenzials aus Motorölen bzw. die entsprechende Rücklaufquote wurde von den Gutachtern das nachfolgend dargestellte Rechenmodell verwendet.

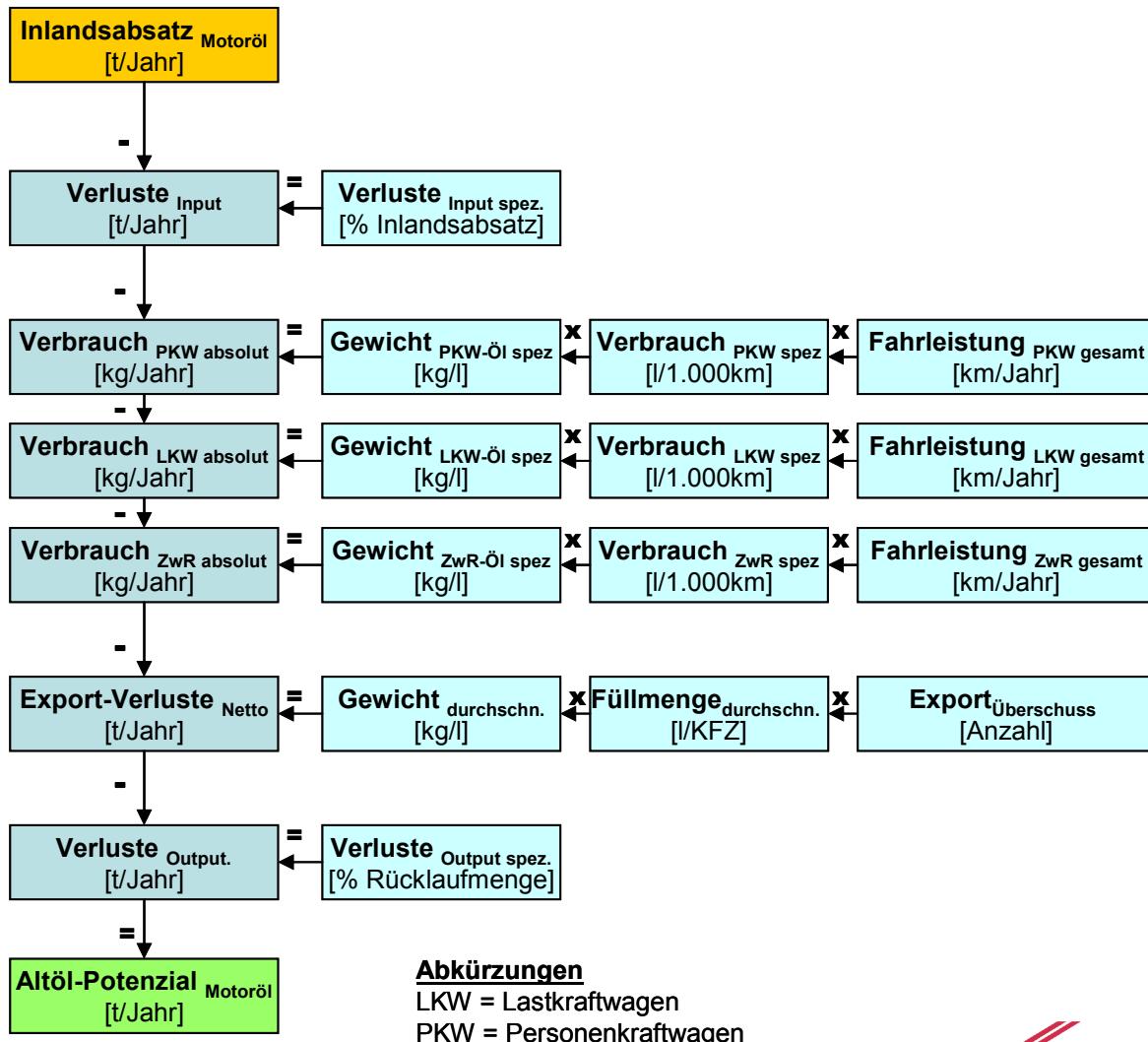


Abbildung 4: Rechenmodell Motoröl

Zur Bestimmung des Altöl-Potenzials aus dem Bereich des Motoröls ist es notwendig, neben den Motoröl-Verlusten bei Befüllung, Nutzung und Entnahme den absoluten Motoröl-Verbrauch zu bestimmen.

Der Verbrauch ergibt sich aus dem spezifischen Verbrauch je gefahrenem Kilometer sowie der absoluten Fahrleistung der Kraftfahrzeuge. Dabei ist es aufgrund der unterschiedlichen spezifischen Verbräuche notwendig, unterschiedliche Kfz-Typen zu differenzieren. Um die Entwicklung der verschiedenen Einflussfaktoren innerhalb der letzten 10 Jahre darzustellen, werden – soweit sinnvoll – Zeitreihen dargestellt.

Darüber hinaus sind die Motorölmengen aus dem Import und Export von Fahrzeugen zu berücksichtigen.

Im Nachfolgenden werden weitergehende Informationen zu den einzelnen Einflussgrößen gegeben. Abbildung 15 zeigt dann nochmals zusammenfassend die verwendeten Abschätzgrößen und das Ergebnis der Rücklaufquotenbestimmung.

Inlandsabsatz Motoröl

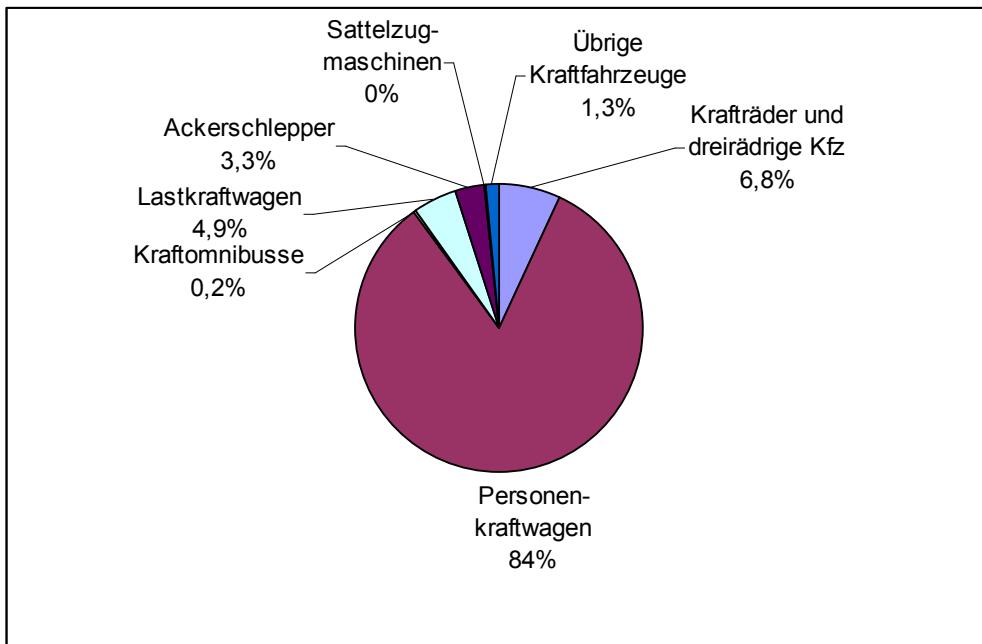
Im Jahr 2003 betrug die Inlandsablieferung für Motoröl 344.000 t [BAFA 2003]. Dies entspricht einer Verringerung um 22% seit 1995 (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Inlandsabsatz Motoröl 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Inlandsabsatz | 418.328 | 405.541 | 411.531 | 381.566 | 384.883 | 369.946 | 343.744 | 348.703 | 343.909 |

Kfz-Bestand

Laut KBA-Statistik lag im Jahr 2003 der Anteil von PKW am KFZ Bestand Deutschlands bei 84%, der der Motorräder und dreiräderigen Fahrzeuge bei 7% und der der LKW bei 5% (siehe Abbildung 5).

**Abbildung 5: Bestand an KFZ im Jahr 2003 [KBA 2003]**

Der Bereich der PKW verzeichnete die größten Zuwächse seit 1995 (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Bestand an KFZ 1991 bis 2003 (einschließlich der vorübergehend stillgelegten Fahrzeuge) [KBA 2003]

| Jahr (jeweils 1.Juli, ab 2001 1.1.) | Krafträ- der und dreiräd- rige Kfz | Personen- kraft- wagen | Kraft- omni- busse | Zugmaschinen | | Sattelzug- maschinen | Übrige Kraft- fah- zeuge |
|--|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | | | Last- kraft- wagen | Acker- schlepper | | |
| 1991 | 1.480.489 | 31.321.733 | 69.590 | 1.440.105 | 1.671.922 | 82.761 | 462.760 |
| 1992 | 1.678.701 | 36.042.408 | 82.573 | 1.825.135 | 1.734.580 | 111.516 | 525.564 |
| 1993 | 1.894.204 | 38.772.493 | 88.433 | 2.015.452 | 1.767.599 | 120.051 | 570.056 |
| 1994 | 2.083.263 | 39.765.402 | 88.460 | 2.113.751 | 1.777.578 | 120.712 | 596.050 |
| 1995 | 2.267.428 | 40.404.294 | 86.258 | 2.215.236 | 1.775.548 | 124.079 | 613.435 |
| 1996 | 2.470.451 | 40.987.547 | 84.954 | 2.273.493 | 1.769.482 | 130.392 | 625.405 |
| 1997 | 2.716.780 | 41.371.992 | 84.019 | 2.315.483 | 1.765.406 | 134.829 | 630.547 |
| 1998 | 2.925.843 | 41.673.787 | 83.285 | 2.370.599 | 1.762.111 | 140.516 | 630.347 |
| 1999 | 3.177.437 | 42.323.672 | 84.687 | 2.465.535 | 1.762.516 | 153.527 | 641.768 |
| 2001 | 3.410.480 | 43.772.260 | 86.656 | 2.610.885 | 1.770.659 | 171.124 | 665.231 |
| 2002 | 3.557.360 | 44.383.323 | 86.461 | 2.649.097 | 1.773.193 | 177.884 | 678.612 |
| 2003 | 3.656.873 | 44.657.303 | 85.880 | 2.619.267 | 1.774.129 | 178.114 | 684.269 |

Der Bestand an LKW im Jahr 2003 wird von den kleinen LKW mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 3,5 t bzw. den Nutzlastklassen bis 1,5 t dominiert (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).

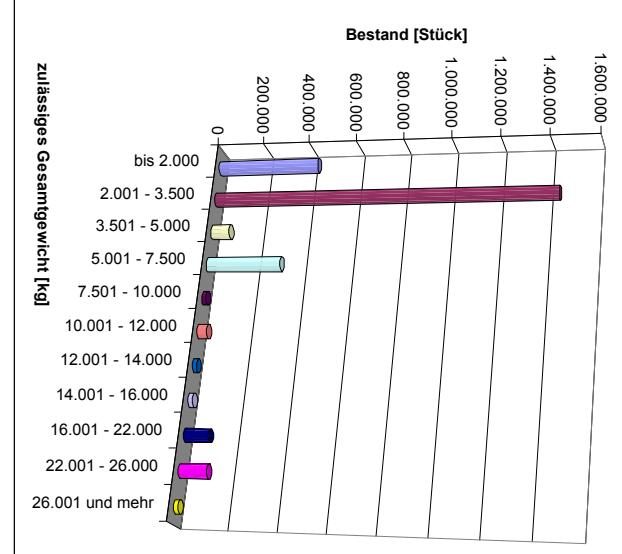


Abbildung 6: Bestand an LKW in Deutschland am 1.1.2003 nach zulässigem Gesamtgewicht [KBA 2003]

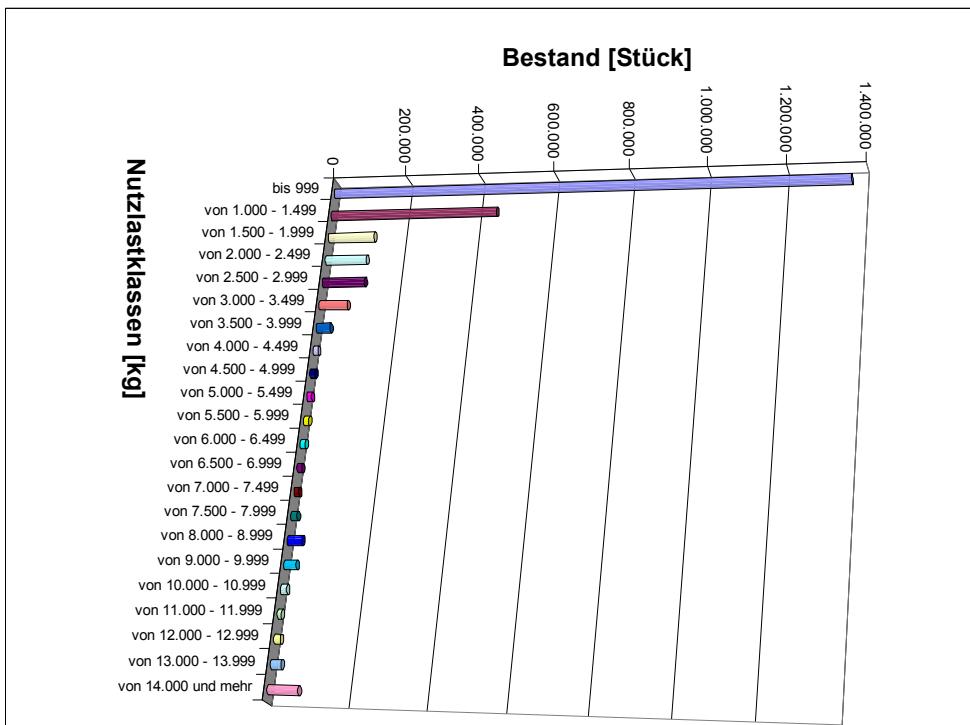


Abbildung 7: Bestand an LKW in Deutschland am 1.1.2003 nach Nutzlastklassen [KBA 2003]

[DIW 2004] weist auf ein überdurchschnittliches Wachstum bei den kleinen LKW hin (+30% von 1994 bis 2003), während sich der Anteil größerer LKW verringerte (-9%).

Bei der Bestimmung des spezifischen Motorölverbrauchs der LKW muss diese Verteilung sowie der relativ geringere spezifische Verbrauch kleiner LKW im Vergleich zu großen LKW berücksichtigt werden.

Anteil Dieselfahrzeuge

Der Anteil der Dieselfahrzeuge an den Neuzulassungen hat sich in den letzten Jahren erhöht. Bezogen auf den Bestand ist dessen Anteil jedoch nach wie vor relativ gering (18%) [KBA 2003] (siehe Abbildung 8).

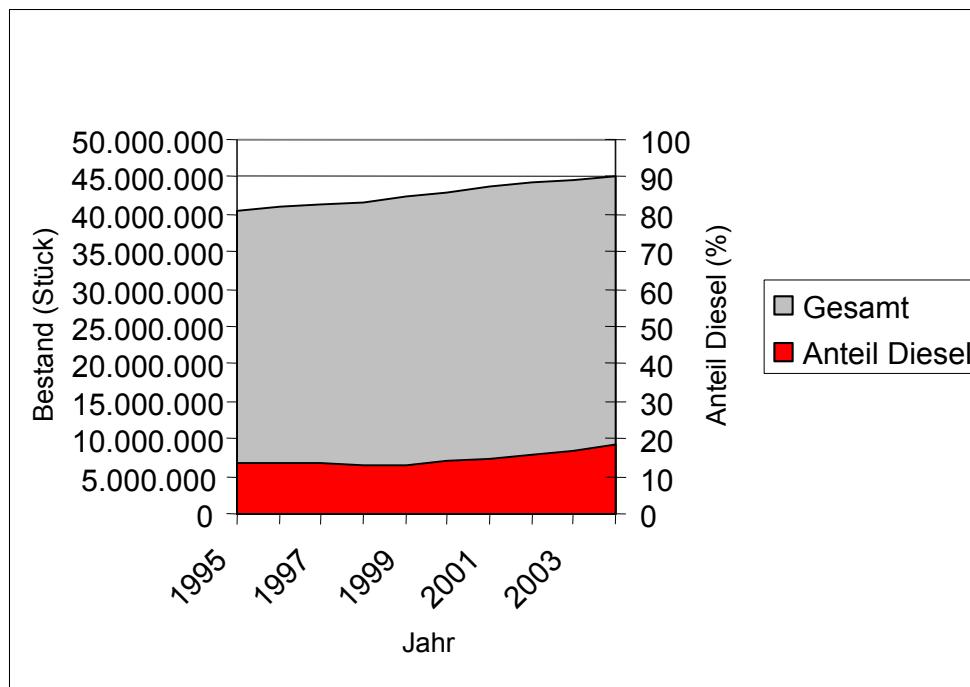


Abbildung 8: Bestand PKW nach Antriebsarten [KBA 2003]

Fahrzeugalter

Da sich der spezifische Ölverbrauch in den vergangenen Jahren deutlich verändert hat (s. u.), muss bei der Bestimmung des Altöl-Potenzials das Alter der zugelassenen Fahrzeuge berücksichtigt werden. Hierzu werden die Daten des KBA berücksichtigt (siehe folgende Abbildung). Das Durchschnittsalter der im Jahr 2003 zugelassenen Fahrzeuge wird von [KBA 2003] mit ca. 7,6 Jahren angegeben.

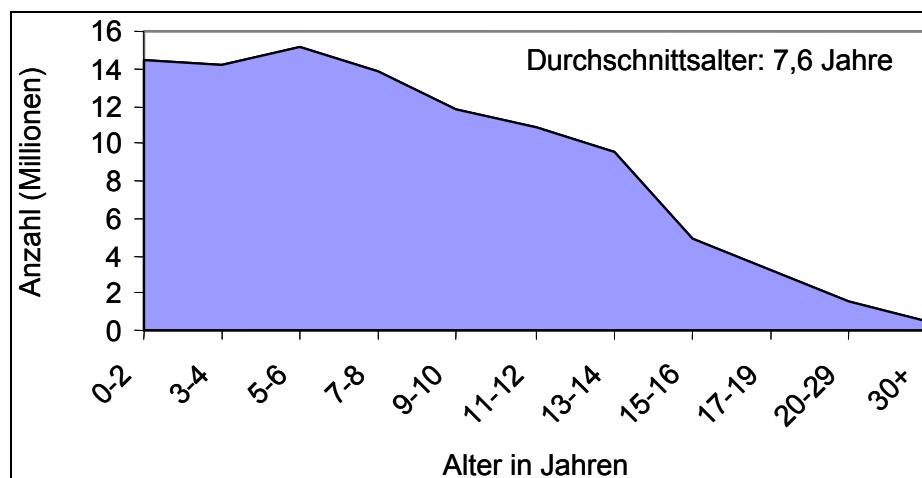


Abbildung 9: Bestand PKW nach Alterssegmenten am 1.1.2004 [KBA 2003]

Fahrleistung

Die Gesamtfahrleistung¹⁰ aller Kraftfahrzeuge wird von [DIW 2004] für das Jahr 2003 mit 682 Mrd. km angegeben (+12% seit 1994). Die Entwicklung innerhalb dieses Zeitraums ist in Tabelle 5 dargestellt.

85% der gesamten Fahrleistungen im Jahre 2003 wurden nach dieser Quelle von PKW erbracht, 10,5% vom Güterverkehr (LKW und Sattelzug) und 2,4% von motorisierten Zweirädern. Diese Verteilung hat sich seit 1994 nur unwesentlich verschoben. Personenkraftwagen, die auf einen privaten Halter zugelassen sind, hatten im Jahr 2003 eine Fahrleistung von rund 12.000 km pro Fahrzeug (gewerbliche PKW, die rund 10% des Bestandes ausmachen: 21.000 km).

Die Fahrleistung von LKW und Sattelzugmaschinen stieg bis zum Jahr 2001 von 60 Mrd. km auf 70 Mrd. km. In den beiden Folgejahren waren jeweils Rückgänge zu verzeichnen.

Bei den LKW hat die Bedeutung der Fahrleistung durch kleine Fahrzeuge (bis zu 3,5 t Nutzlast) zugenommen; 1994 entfielen auf sie 70% der LKW-Fahrleistungen, 2003 mehr als drei Viertel. Die durchschnittliche Jahresfahrleistung der kleinen LKW blieb mit etwa 20.000 km je Fahrzeug konstant.

¹⁰ [DIW 2004] bezieht sich dabei auf die Inländerfahrleistung, die angibt, wie viele Kilometer von im Inland zugelassenen Fahrzeugen zurückgelegt werden.

Tabelle 5: Gesamtfahrleistung der KFZ in Deutschland 1994 bis 2003 (Mill. km) [DIW 2004]

| Gruppe | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mofas, Mokicks, Mopeds ¹ | 4.168 | 4.320 | 4.168 | 4.003 | 4.280 | 4.270 | 3.827 | 4.038 | 3.754 | 3.941 |
| Krafträder ³ | 8.644 | 9.295 | 10.131 | 10.868 | 11.411 | 12.392 | 13.017 | 13.778 | 12.167 | 12.516 |
| Personenkraftwagen | 528.142 | 535.131 | 539.473 | 542.727 | 550.779 | 566.222 | 559.467 | 575.539 | 583.560 | 577.848 |
| Kraftomnibusse ⁴ | 3.734 | 3.657 | 3.683 | 3.765 | 3.752 | 3.722 | 3.740 | 3.716 | 3.634 | 3.571 |
| Lastkraftwagen ⁵ | 50.452 | 52.770 | 53.447 | 54.271 | 55.600 | 58.213 | 58.727 | 60.190 | 58.342 | 57.729 |
| Sattelzugmaschinen | 9.376 | 9.740 | 10.060 | 10.617 | 11.662 | 12.743 | 13.103 | 13.720 | 13.702 | 14.220 |
| Restliche Zugmaschinen ⁶ | 2.243 | 2.432 | 2.626 | 2.828 | 3.008 | 3.190 | 3.352 | 3.449 | 3.705 | 3.816 |
| Übrige Kraftfahrzeuge ⁷ | 6.843 | 7.139 | 7.307 | 7.506 | 7.546 | 7.868 | 8.069 | 8.311 | 8.461 | 8.574 |
| Kraftfahrzeuge insgesamt | 613.602 | 624.484 | 630.895 | 636.586 | 648.038 | 668.620 | 663.302 | 682.740 | 687.325 | 682.215 |

1 Bestand zum Anfang des Versicherungsjahres; einschließlich Krankenfahrstühlen

3 Einschließlich Leicht- und Kleinkrafträder.

4 Einschließlich Oberleitungsbussen.

5 Mit Normal- und Spezialaufbau.

6 Einschließlich Ackerschleppern und Geräteträgern; ohne Landwirtschaft.

7 Einschließlich zulassungsfreier Arbeitsmaschinen ohne Fahrzeugbrief mit amtlichem Kennzeichen.

Verlust

Für den Verlust bei der Befüllung und Entnahme liegen keine statistischen Daten vor. Er bestimmt sich zum einen aus Tropfverlusten während des Befüllungs-/ Entnahmevergangs, zum anderen aus Restmengen, die in den Gebinden für die Neuware verbleiben.

Der Ölwechsel wurde laut [DAT 2004] zu 82% von Werkstätten und Tankstellen ausgeführt (1999: 74%). 17% der Ölwechsel erfolgten durch den Fahrzeughalter selbst bzw. Bekannte des Fahrzeughalters¹¹ (1999: 21%; Rest: keine Antwort). Aufgrund der professionelleren Durchführung in Werkstätten im Vergleich zum privaten Ölwechsel und optimierten Bedingungen (z.B. Erreichbarkeit der Ölabblassschraube) kann daher davon ausgegangen werden, dass die Leckagemengen bei der Befüllung und die Restmengen aus der Befüllung seit 1993 deutlich abgenommen haben.

Nachfüllvorgänge werden zu 71% von Privat durchgeführt (1999: 73%) [DAT 2004].

Während der Nutzungsphase kann es zusätzlich zum Verbrauch zu Verlusten von Motoröl kommen (z.B. Tropfverluste). Dabei stellen undichte Wellendichtringe die wichtigste Ursache für solche Verluste dar, gefolgt von Oberflächenfehlern an Dichtflächen [MSI 2004].

¹¹ Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Großteil der von Privat durchgeföhrten Ölwechsel wiederum mit Hilfe von gewerblichen Ölwechseleinrichtungen (z.B. Ölabsauganlage) durchgeführt wird.

Nach allen bislang verfügbaren Abschätzungen¹² sind die Verlustmengen in Relation zum gesamten Motoröl-Mengenstrom insgesamt recht gering. Im, von den Gutachtern verwendeten Rechenmodell, werden die inputseitigen Verluste (sowohl bei der Befüllung als auch Tropfverluste während der Nutzung) mit einem pauschalen Faktor von 1 % der Inlandsabsatzmenge und die outputseitigen Verluste (bei der Entleerung) mit einem Pauschalfaktor von 1 % der Rücklaufmenge angesetzt.

Spezifischer Verbrauch

Einflussfaktoren auf den Ölverbrauch sind nach [MSI 2004] u.a.:

- Mechanische Einflussfaktoren (Motorkonstruktion)
 - Kolbenringdesign: Kolbenringspiel → Ringstoßspiel, Ringnutenspiel, Ringspannung
 - Ventilschaftspiel, Schaftdichtungen
 - Kurbelgehäuseentlüftung
 - Einlaufzustand des Motors: Einlauf noch nicht abgeschlossen (Kolbenringe noch nicht eingeläppt)
 - Leckagen
 - Defektes Kühlsystem (zu hohe Betriebstemperaturen)
 - Betriebsbedingungen
- Physikalisch-/chemische Einflussfaktoren (Motorenölformulierung)
 - Hohe Verdampfungsneigung des Öles bei hohen Temperaturen
 - Kraftstoffverdünnung → Abfall der Viskosität (Schlupf- und Verdampfungsverluste)
 - Starke Oxidation
 - Hohe Schaumneigung
 - Ölfüllmenge zu hoch (Panscharbeit)
 - Abfall der Viskosität durch mechanische Beanspruchung (Viskositätsverlust durch Abscheren)

Die wesentlichen Gründe für einen erhöhten Motorölverbrauch und deren jeweilige Relevanz laut [MSI 2004] sind in Tabelle 6 genannt.

¹² z.B. Trischler und Partner; „Ermittlung von Altölvermeidungspotentialen“, Umweltbundesamt FKZ 103 60 111 Darmstadt/Berlin 1996

Tabelle 6: Gründe für den Ölverbrauch und ihr jeweiliger Anteil [MSI 2004]

| Gründe für den Ölverbrauch | Anteil (in %) |
|--|---------------|
| Schlechte Wartung | 25 |
| Einspritzpumpe | 24 |
| Turbolader | 17 |
| Verbrennungsstörungen/Kraftstoffüberschwemmung | 16 |
| Fehler bei der Überholung | 12 |
| sonstiges | 6 |

In den vergangenen Jahren waren deutliche Trends in Richtung einer Verringerung des Ölverbrauchs zu beobachten. Beispiele für zugrunde liegende technische Entwicklungen sind elektronische Systeme zur Überwachung des Ölzustandes, Verbesserte Oberflächenstruktur der Zylinderlaufflächen (z.B. VW, Audi), „Long-Life-Service“ von Automobilherstellern und die Entwicklung von verbesserten Motorölen¹³.

[UBA 1996] setzt für das Erhebungsjahr 1993 einen spezifischen Ölverbrauch von 0,23 l/1000km für PKW und 0,95 l/1000km für LKW an. Der Durchschnittswert für LKW basierte dabei auf einer Relation Kraftstoffverbrauch-Motorölverbrauch von 0,2%-0,3% (entsprechend einem Kraftstoffverbrauch von 32 l/100km – 48 l/100km). Der spezifische Verbrauch von Krafträder wird mit 0,2 l/1000km angegeben.

[IAVF 2004] nennt für moderne Motoren die in der folgenden Tabelle 7 genannten spezifischen Ölverbräuche.

Tabelle 7: Spezifischer Ölverbrauch nach Kfz-Art [IAVF 2004]

| Kfz-Art | Ölverbrauch (l/1000km) |
|-----------------------|------------------------|
| Pkw | 0,12 |
| Busse | 0,16 |
| Lkw | 0,18 |
| Zugmaschinen | 0,22 |
| Übrige Kraftfahrzeuge | 0,14 |
| Zweiräder | 0,16 |

¹³ [DAT 2004] und [DAT 2003] berichten von einem Ansteigen des Anteils der verwendeten „Synthetischen Öle OW-30/OW-40“ von 25% in 1999 auf 29% in 2003.

Für LKW geht [IAVF 2004] dabei von einem Ölverbrauch von 0,04% des Kraftstoffverbrauchs aus (bis zum ersten Inspektionsintervall: 0,05%)¹⁴.

Die folgende Abbildung 10 sowie die Abbildung 11 geben einen Überblick über Ölverbrauchs-Spannbreiten und -Durchschnittswerte nach verschiedenen Quellen.

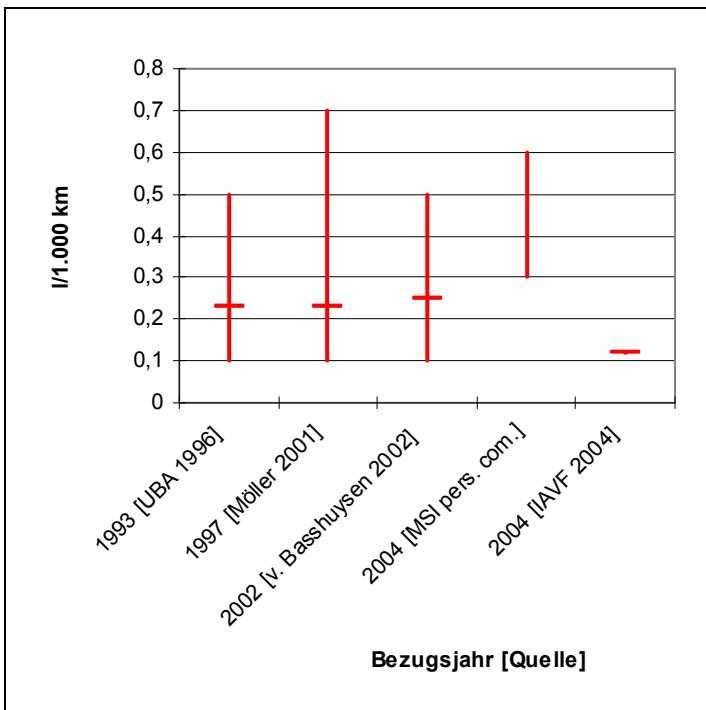


Abbildung 10: Spezifischer Motorölverbrauch PKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren

¹⁴ Der Ansatz der Bestimmung des spezifischen Ölverbrauchs über den spezifischen Treibstoffverbrauch wurde in den eigenen Berechnungen nicht weiter geführt, da die notwendigen differenzierten Zeitreihen nicht verfügbar sind.

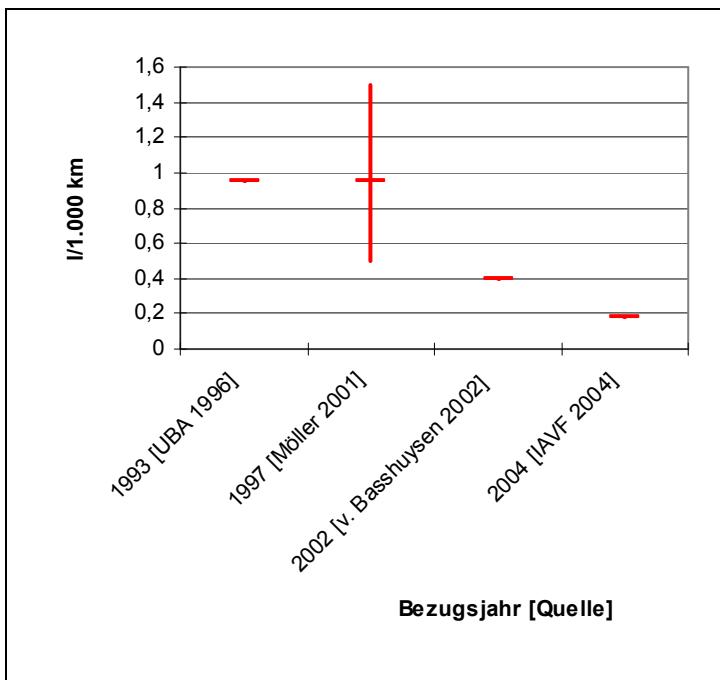


Abbildung 11: Spezifischer Motorölverbrauch LKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren

Seit 1995 hat sich der Inlandsabsatz Motoröl um 18% verringert. Gleichzeitig stieg die Fahrleistung um 9%. Die Entwicklung des Quotienten aus Inlandsabsatz und Fahrleistung (spezifischer Öldurchsatz) von 0,68 l/1000 km in 1993 auf 0,5 l/1000 km in 2003 verdeutlicht die Entwicklung hin zu längeren Standzeiten bzw. verringerten Ölverbräuchen (siehe folgende Abbildung).

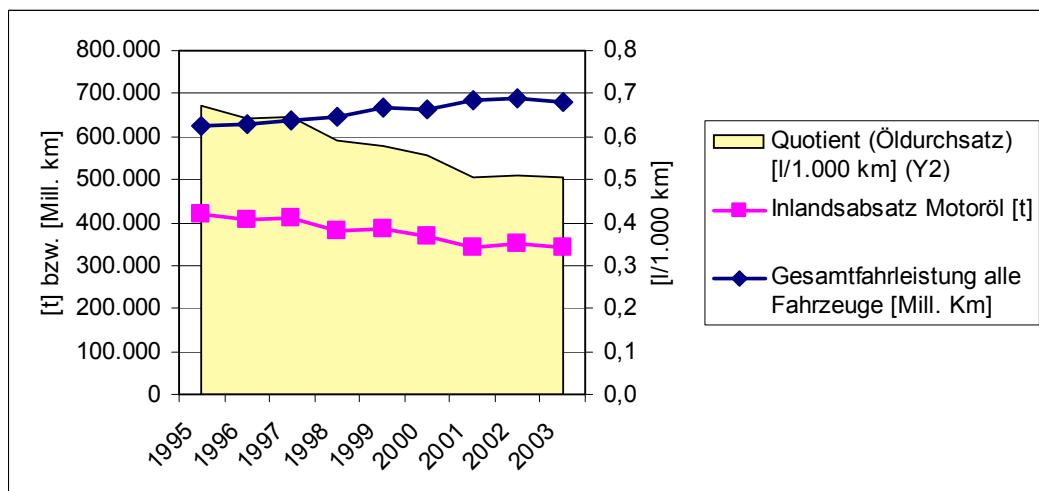


Abbildung 12: Entwicklung spezifischer Öldurchsatz 1995 bis 2003 [eigene Berechnung aus BAFA und DIW 2004]

Unter Einbeziehung des gesamten Kfz-Bestandes im Jahr 2003 und seiner Altersstruktur wird der spezifische Motorölverbrauch von den Gutachtern im PKW mit 0,16 l/1000 km, im LKW mit 0,4 l/1000 km und im Zweirad mit 0,16 l/1000 km bestimmt.

Ölwechselhäufigkeit

Als durchschnittliche Laufzeit zwischen den Ölwechseln wird für einen PKW mit Ottomotor mit Baujahr bis Ende der 90er Jahre 10.000 km bis 15.000 km und eine Verweilzeit des Öls von 1 Jahr genannt. Für PKW mit Dieselmotoren werden für die Modelle der 90er Jahre maximale Laufleistungen von 7.500 km bis 10.000 km genannt (gleiche Verweilzeit).

Für aktuelle Modelle werden (bei Verwendung entsprechender Öle) von den Herstellern Ölwechselintervalle von maximal 30.000 km bei Benzinmotoren bzw. 50.000 km bei Dieselmotoren und Verweilzeiten von 2 Jahren genannt¹⁵.

Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen Angaben zu Ölwechselintervallen nach verschiedenen Quellen.

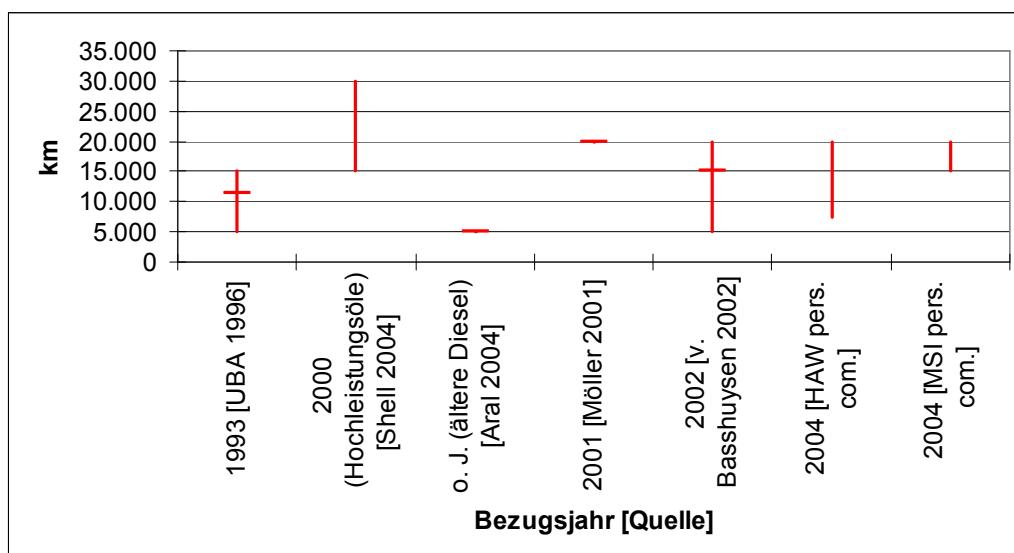


Abbildung 13: Ölwechselintervalle PKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren

¹⁵ Ölwechselintervalle sind dabei eher als konservative Abschätzung der Öllebensdauer anzusehen, da hiermit für den Hersteller das Risiko von Haftungsansprüchen verbunden ist.

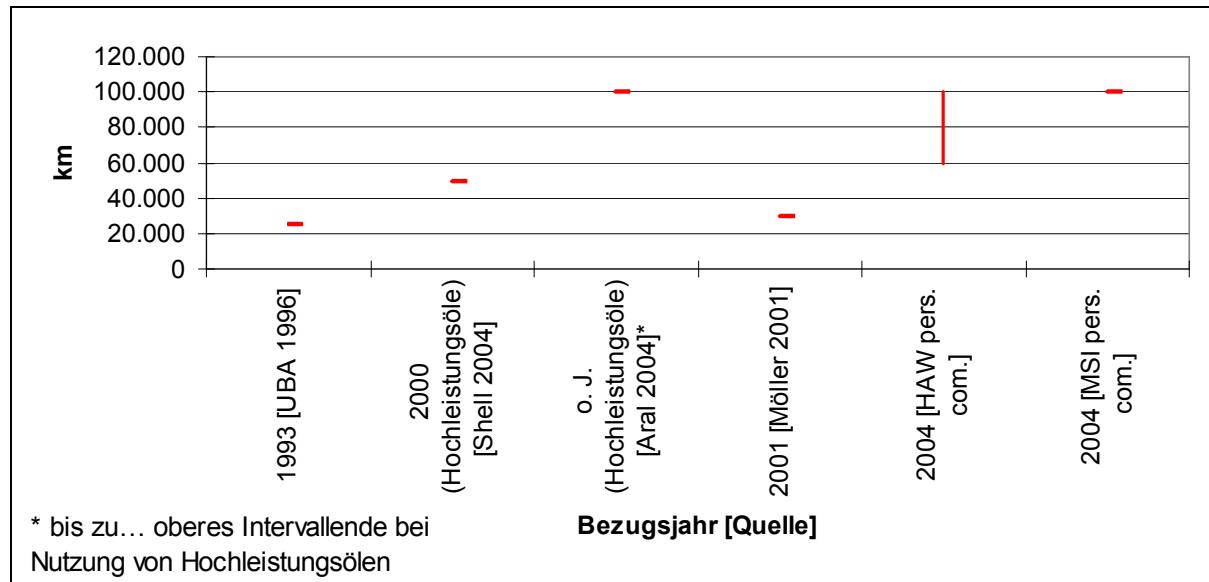


Abbildung 14: Ölwechselintervalle LKW nach verschiedenen Quellen und Bezugsjahren

In 2003 wurden laut [DAT 2004] durchschnittlich 1,1 Ölwechsel je PKW durchgeführt (1999: 1,3 Ölwechsel je Fahrzeug). Bezogen auf die PKW-Fahrleistung berechnet DAT einen Ölwechselintervall von 14.475 km¹⁶ [DAT 2004] (1999: 13.000 km).

Die Motorölmenge je PKW kann auf der Grundlage der statistischen Daten des KBA zum Kfz-Bestand [KBA 2003] und der Angaben der Automobilhersteller zu den Systemmengen je Modell mit ca. 4 l/PKW bestimmt werden. Für LKW ergibt sich eine durchschnittliche Menge von 22 l/Fahrzeug, für Zweiräder bei 3 l/Fahrzeug. Der gewichtete Mittelwert liegt bei 5,4 l/KFZ.

Export/Import

Zur Ermittlung des Altöl-Potenzials auf der Grundlage des Inlandsabsatzes ist es notwendig, die Anzahl der importierten und exportierten Fahrzeuge zu berücksichtigen, da sowohl Im-, als auch Export in befülltem Zustand erfolgt. Hierbei ist auch der Verbleib von nicht trockengelegten Altautos mit einzubeziehen.

Laut VDA wurden im Jahr 2003 ca. 3,9 Millionen Neu-KFZ exportiert [www.vda.de].

Die Anzahl exportierter gebrauchter KFZ ergibt sich durch Differenzbildung aus den endgültigen Löschungen aus dem Fahrzeugregister und den als Altautos inländisch

¹⁶ Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bestandsdaten teilweise von den Daten nach [KBA 2003] abweichen.

entsorgten Fahrzeugen. Laut KBA¹⁷ wurden im Jahr 2003 ca. 3 Millionen PKW und ca. 250.000 LKW endgültig aus dem Fahrzeugregister gelöscht. Für die Anzahl der entsorgten Altfahrzeuge kann davon ausgegangen werden, dass die Anzahl zwischen 500.000 und 1,5 Millionen Fahrzeugen lag [Ökopol 2000]. Somit ergibt sich ein Mittelwert exportierter gebrauchter KFZ von ca. 2,25 Millionen.

Die Anzahl der importierten Neufahrzeuge ausländischer Marken wird vom VDIK für das Jahr 2003 mit ~1,1 Millionen angegeben [www.vdik.de].

Die Anzahl der importierten Gebrauchtfahrzeuge ist nach Expertenmeinung vergleichsweise sehr gering.

Die Anzahl importierter Neufahrzeuge inländischer Marken wird vom VDA für das Jahr 2003 mit 549.000 angegeben [www.vda.de].

Insgesamt ergibt sich ein Exportüberschuss für Deutschland von ca. 5 Millionen Fahrzeugen im Jahr 2003.

Mit Bezug auf die Mischung von PKW und LKW setzen die Gutachter für diese ca. 5 Mio. Fahrzeuge ein durchschnittliches Füllvolumen von 5,4 l/KFZ an, so dass sich bei einer durchschnittlichen Motoröldichte von 0,85 kg/l ein mengenmäßig relevanter Gesamt-Export (-Verlust) von knapp 23.000 t ergibt.

Gesamt-Rechnung

Die folgende Grafik zeigt das Rechenmodell nochmals unter Angabe der von den Gutachtern angesetzten Rechengrößen.

¹⁷ [KBA 2004]

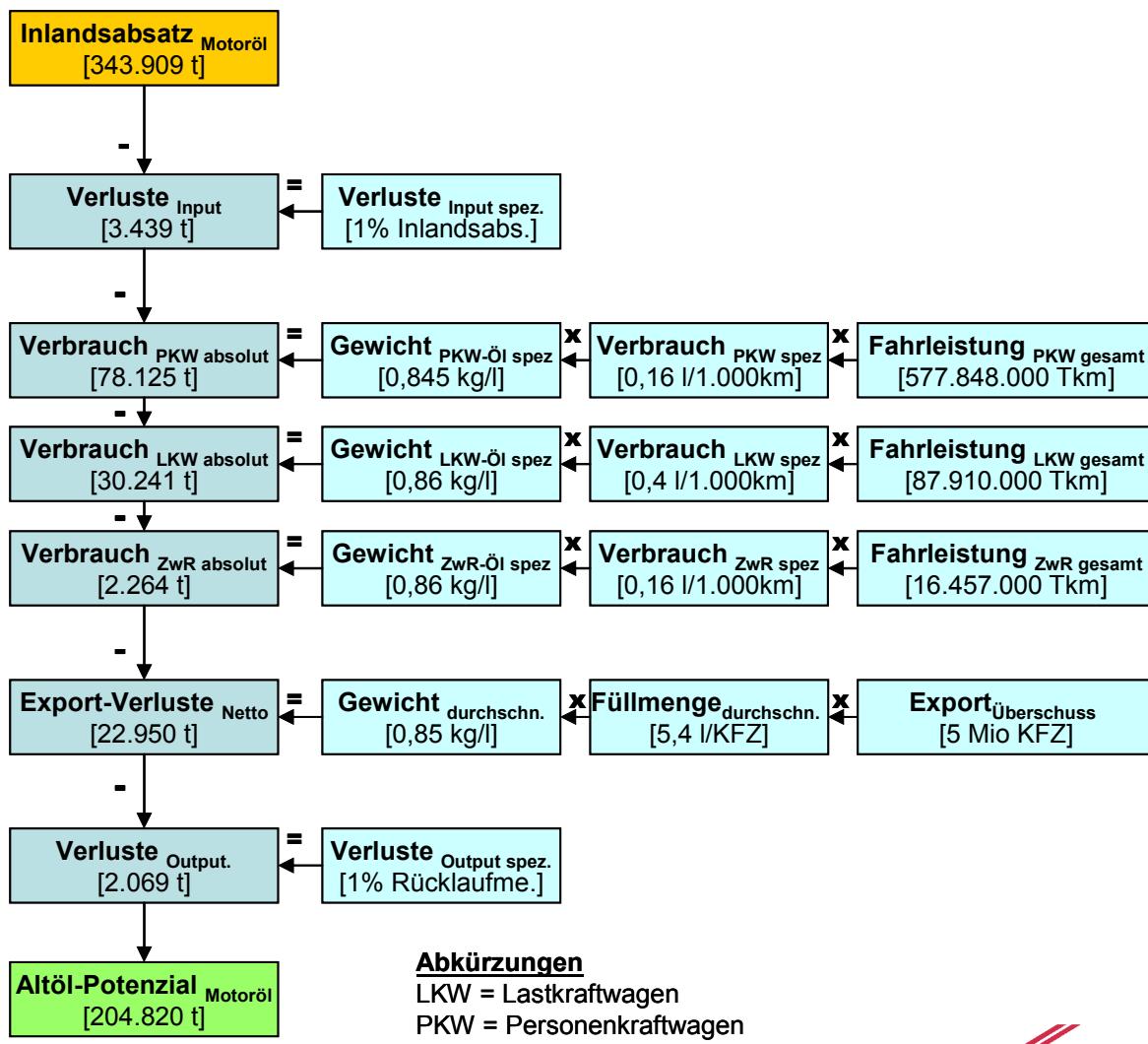


Abbildung 15: Rechenmodell Altöl-Potenzial von Motoröl für das Bezugsjahr 2003

Wie dargestellt ergibt sich ein Altöl-Potenzial für den Motorölbereich für das Jahr 2003 von rund 204.800 t bzw. eine Rücklaufquote von 59,6%.

Eine Abschätzung der Datenunsicherheiten im Rechenmodell (insbesondere in Bezug auf die spezifischen Motorölverbräuche sowie die Im-/Exportmengen) führt zu einer Schwankungsbreite des Altöl-Potenzials zwischen 197.500 t und 211.500 t. Somit ergibt sich eine Rücklaufquote zwischen 57,5 % und 61,5 % mit einem Mittelwert von 59,5 %.

Für den Bereich der PKW wurde ein zusätzlicher Plausibilitätscheck über die Prüfgröße „Ölwechselhäufigkeit“ durchgeführt. Auf der Grundlage der erwarteten Altölmenge

aus den PKW berechnet sich eine Ölwechselhäufigkeit von $1/\text{PKW}^{18}$ und damit eine gute Übereinstimmung mit den Erhebungen der [DAT 2004] zur Ölwechselhäufigkeit (s. o.). Ausgehend von den Ölwechselintervallen und den dabei erfassten Mengen ergibt sich eine Erwartungsmenge von rund 204.000 t und somit eine gute Übereinstimmung mit dem Ergebnis des von den Gutachtern verwendeten Rechenmodells.

4.2.2 Prozessöle

Entsprechend dem Schmierstoffverzeichnis des BAFA fallen unter die Prozessöle:

- Technische Weißöle
- Medizinische Weißöle (nur Paraffina Liquida)
- Fabrikationsöle (Schmelz-, Spul- und Tränköle),
- helle Weichmacher und Extenderöle

Tabelle 8: Inlandsabsatz Prozessöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Inlandsabsatz Prozessöle gesamt | 165.538 | 138.505 | 140.203 | 138.644 | 144.685 | 128.255 | 150.665 | 150.802 | 151.006 |
| davon techni- sche Weißöle | 11.182 | 17.894 | 16.789 | 10.930 | 10.038 | 9.375 | 8.952 | 8.597 | 10.803 |
| davon medizi- nische Weißöle | 45.412 | 34.795 | 38.620 | 44.439 | 49.260 | 38.594 | 42.437 | 42.001 | 43.619 |

Rücklaufmengen aus der Anwendung dieser Prozessöle ergeben sich nicht in nennenswertem Umfang.

Das Altöl-Potenzial wird daher mit „0“ berücksichtigt.

¹⁸ Bei einer durchschnittlichen Erfassungsmenge von 4 l/Ölwechsel.

4.2.3 Hydrauliköl

Unter die Hydrauliköle fallen entsprechend dem Schmierstoffverzeichnis des BAFA

- Hydrauliköle nach DIN 51 524 sowie
- als Hydrauliköl verwendete, unversteuerte Motorenöle,
- Kipperöle,
- Regleröle,
- Stoßdämpferöle,
- Presswasserzusätze (soweit nicht den Bohrölen, in Sortengruppe 10 enthalten, zugehörig¹⁹)
- Universalöle für die Landwirtschaft für nicht-motorische Zwecke.

Im Jahr 2003 betrug die Inlandsablieferung von Hydrauliköl 135.478 t [BAFA 2003]. Das entspricht einem Rückgang von 16% seit 1995.

Tabelle 9: Inlandsabsatz Hydrauliköle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Inlandsabsatz | 135.478 | 143.915 | 145.963 | 154.637 | 150.329 | 158.160 | 153.930 | 149.220 | 161.750 |

Hydrauliköle werden in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen eingesetzt, wie z.B. Werkzeugmaschinen oder Hebwerke (stationäre Anwendungen) und Baumaschinen, Lader, Bagger, Grader, Flurförderfahrzeuge, Ackerschlepper, Flugzeug- und Marine-Hydrauliken (mobile Anwendungen). Dabei machen die stationären Anwendungen ca. 60% der abgesetzten Mengen aus [Mobil pers. com.].

Mobile Anwendungen

Statistisch im gleichen Maße abgesicherte Informationen wie z.B. für Kraftfahrzeuge liegen für den Bereich der Anwendungsfelder von Hydraulikölen nicht vor.

¹⁹ Pers. Comm BAFA

[KBA 2003] nennt für den Stichtag 1.1.2003 folgende Bestandszahlen für „Sonstige Fahrzeuge“, in denen Hydrauliköle in relevantem Umfang angewandt werden:

Tabelle 10: Bestand an übrigen Kraftfahrzeugen nach Aufbau- und Antriebsarten am 1.1.2003 [KBA 2003]

| KFZ | Bestand |
|----------------------------|---------|
| Bagger und Lader | 10.454 |
| Erdarbeiten und Straßenbau | 5.754 |
| Hebebühnen | 7.279 |
| Kranwagen | 11.117 |
| Land- und Forstwirtschaft | 3.564 |
| Hub- und Gabelstapler | 3.146 |

Der absolute Bestand an Ackerschleppern wird in [KBA 2003] mit 1,7 Millionen am 1.1.2003 angegeben. Davon entfallen 0,9 Millionen auf den Bereich Land- und Forstwirtschaft. Innerhalb der Gruppe der Ackerschlepper stellen solche mit einer Leistung bis 30 kW den größten Anteil am Bestand [KBA 2003].

Als Indikator für die relative Bedeutung der verschiedenen Anwendungen im Bereich der Landwirtschaft kann die Produktionsstatistik herangezogen werden. Laut [IGM 2004] stellen die Traktoren den wichtigsten Produktionsbereich dar, gefolgt von der Erntetechnik (siehe Abbildung 16).

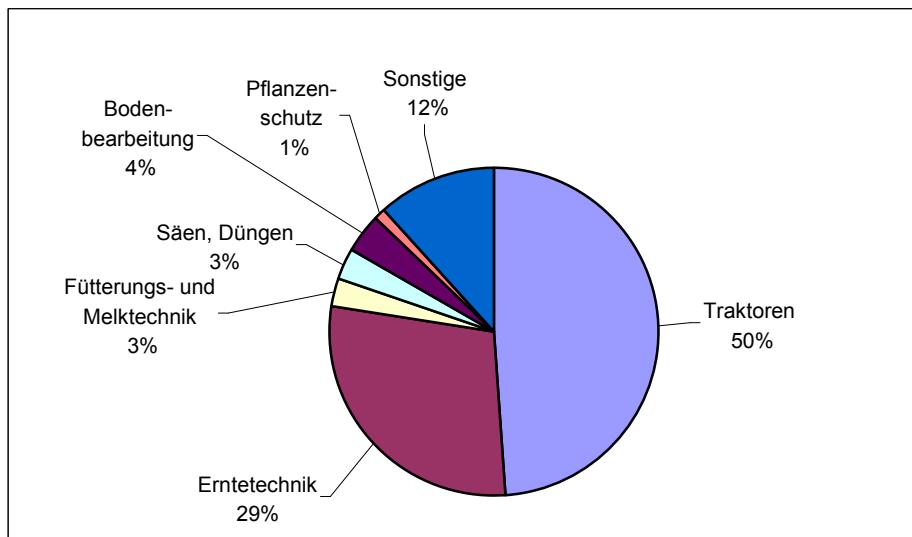


Abbildung 16: Aufteilung der landwirtschaftlichen Produktionstechnik nach Bereichen [IGM 2004]

Für **Ackerschlepper** werden Füllmengen von 4 l bis 70 l beschrieben. Die Wechselintervalle liegen zwischen durchschnittlich 1.000 und 2.000 Betriebsstunden. Die Betriebsstundenzahl kann nach Expertenmeinung mit rund 300 h/a bis 1.200 h/a angegeben werden. Der Altölanfall wird von Herstellern von Ackerschleppern auf 2 l/a bis 50 l/a je Schlepper geschätzt. Hersteller berichten von maximalen Verlustmengen von 80%/a.

Die Füllmengen von **Hydraulikbaggern** liegen in den meisten Fällen im Bereich 300 l bis 3.000 l pro Maschine. Als mittlere Wechselintervalle werden von den Herstellern 3.000 bis 5.000 Betriebsstunden genannt. Die jährliche Betriebszeit liegt zwischen 1.000 h und 4.000 h. Die Altölmenge wird von Herstellern im Bereich von 80 l bis 1.500 l pro Maschine geschätzt. Verluste während des Betriebs werden von den Herstellern in der Größenordnung von 10% geschätzt.

Ein **Verbrauch** (z.B. durch Verdampfung) von Hydraulikölen findet bei mobilen Anwendungen nicht in relevanten Größenordnungen statt.

Bei mobilen Hydrauliken kommt der Anzahl der An- und Abkopplungsvorgänge bei der Abschätzung der **Verlust**mengen eine große Bedeutung zu. Restmengen (Gebinde, Anlage) aus der Wartung der Anlagen bzw. dem Wechsel der Hydrauliköle, werden allgemein als gering eingestuft.

Stationäre Anwendungen

Statistische Daten über den Anlagenbestand im Bereich der stationären Anwendungen sind bestenfalls für einzelne Teilbereiche verfügbar. So wird die Anzahl der Werkzeugmaschinen in der Metall verarbeitenden Industrie von [BMVEL 2002] auf etwa eine Million geschätzt.

In Werkzeugmaschinen (hier: Pressen) liegt die Spannbreite der Füllmengen zwischen 30 l und 25.000 l pro Maschine. Als Wechselintervalle nennen Hersteller 2.000 bis 4.000 Betriebsstunden. Aufgrund der hohen Auslastung solcher Maschinen (2.500 h/a bis 6.500 h/a) werden von den Herstellern die Altölmengen aus dem Wechsel von Hydraulikölen auf 400 l/a bis 20.000 l/a je Maschine geschätzt.

Ein **Verbrauch** von Hydraulikölen bei stationären Anwendungen (z.B. durch Verdampfung) findet nicht in relevanten Größenordnungen statt.

Die **Verluste** aus Leckagen werden übereinstimmend von Herstellern verschiedener stationärer Anwendungen als sehr niedrig beschrieben (1 % - 2 %). Als Grund wird angeführt, dass die Dichtigkeit von hydraulischen Systemen Voraussetzungen für eine gute Funktionsfähigkeit der Maschinen und optimierte Wartungs- und Pflegesysteme für fast alle Anwendungsbereiche entwickelt wurden.

Die Restmengen (Gebinde, Anlage) aus der Wartung der Anlagen, bzw. dem Wechsel der Hydrauliköle, werden aufgrund der relativ großen Mengen je Vorgang und der Durchführung durch Fachpersonal als ebenfalls gering eingestuft.

Verluste z.B. durch An- und Abkopplungsvorgänge, wie bei einigen mobilen Maschinen, finden nicht in relevantem Umfang statt.

Altöl-Potenzial Hydrauliköl

Auf der Grundlage der dargestellten Anwendungssituation von Hydraulikölen kann grob eine Verlustquote von 40% bis 50% (ca. 60.000 t) für den mobilen und 10% bis 20% (ca. 20.000 t) für den stationären Anwendungsbereich abgeschätzt werden. Als gewichteter Mittelwert für den Verlust ergibt sich 25% (ca. 34.000 t) und somit eine Rücklaufquote von 75%.

Dabei ist jedoch anzumerken, dass es sich vor allem im Bereich der Mobilhydrauliken um einen Bereich mit sehr großen Datenunsicherheiten handelt. In die Variantenbe trachtung gehen daher Streubreiten von ±10% ein.

4.2.4 Getriebeöl

Im Jahr 2003 betrug die Inlandsablieferung für Getriebeöle 89.144 t [BAFA 2003]. Dies entspricht einer Mengensteigerung um 2% seit 1995. Die Zunahme resultiert aus der Mengensteigerung beim ATF (Automatikgetriebe) (+31%), während in den Anwendungsbereichen Kfz-Getriebeöle und Getriebeöle für die industrielle Anwendung ein Rückgang um 5% bzw. 11% zu verzeichnen ist (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Inlandsabsatz Getriebeöl 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 | Veränderung 1995 – 2003 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|
| KFZ | 41.140 | 42.098 | 39.662 | 40.841 | 40.298 | 37.612 | 41.320 | 40.072 | 43.338 | -5% |
| ATF | 26.863 | 28.212 | 28.481 | 25.157 | 26.596 | 26.425 | 25.616 | 23.282 | 20.543 | 31% |
| Industrie | 21.141 | 22.061 | 24.845 | 27.982 | 28.924 | 26.728 | 24.085 | 23.395 | 23.628 | -11% |
| Summe | 89.144 | 92.371 | 92.988 | 93.980 | 95.818 | 90.765 | 91.021 | 86.749 | 87.509 | 2% |

(Zum Bestand KFZ und zu Fahrleistungen siehe Abschnitt „Motoröl“).

Verluste Befüllung/Entnahme, Restmengen in Gebinden und Getrieben

Der überwiegende Teil des Getriebeöls wird bei PKW im Rahmen der Erstbefüllung beim Hersteller eingefüllt (s.u. „Ölwechselintervalle“). Die dortigen Verluste werden im Rahmen der Mengenabschätzung als sehr gering erachtet.

Die Befüllung und Entnahme während der Nutzungsphase erfolgt bei Kfz-Getriebeölen überwiegend in Werkstätten. Die Verluste bei Befüllung und Entnahme bzw. die Restmengen in den Gebinden werden mit ca. 1,5% als recht gering eingeschätzt. Verluste aus dem Betrieb (z.B. Leckagen) und Restmengen in Getrieben bei Trockenlegungen werden mit 5% abgeschätzt. Vor allem hinsichtlich der 5% Output-Verluste bestehen Unsicherheiten in der Größenordnung von 2 % bis 8% (Expertenschätzungen).

Verbrauch

Für die Getriebeöle kann im Rahmen dieser Mengenabschätzung davon ausgegangen werden, dass kein nennenswerter Verbrauch von Getriebeöl entsteht (etwa durch Verdampfung oder Verbrennung).

Mengen pro Fahrzeug

Die durchschnittliche Systemkapazität eines PKW liegt bei modernen Fahrzeugen mit Handschaltgetrieben bei 3,0 l und 5,5 l bei Fahrzeugen mit Automatikgetrieben (gewichteter Mittelwert 3,4 l).

Die Getriebeöl-Systemkapazität von LKW liegt deutlich höher als bei PKW. Als gewichtetes Mittel der Größenklassen kann hier von 25 l/LKW ausgegangen werden.

Ein weiterer, wenn auch deutlich nachrangiger, Einflussfaktor ist der weiterhin langsam ansteigende KFZ Bestand in Deutschland. Durch diese Zunahme kommt es zu einem „Speichereffekt“ von knapp 500 t pro Jahr.

Bereinigung Export und Import von KFZ

Im Jahr 2003 betrug der Exportüberschuss ~5 Millionen Fahrzeuge (Neu-, Gebraucht- und Altfahrzeuge). Hierdurch ist eine Mengenminderung von 22.000 t bei der Berechnung der Altölquote zu berücksichtigen.

Getriebeöl industrielle Anwendungen

Aufgrund der Vielzahl der Anwendungen ist die statistische Absicherung von Angaben zu Rücklaufmengen gering. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass aufgrund kontrollierter Bedingungen und einer im Regelfall guten Überwachung bei Befüllung und Entnahme eher geringere Verluste auftreten und lediglich während der Nutzung, durch Leckagen u.ä. Ölverluste auftreten. Es wird eine pauschale Rücklaufquote von 75% angesetzt.

Statistisch abgesicherte Angaben zur Menge Getriebeöl, das mit Maschinen exportiert wird, liegen nicht vor.

Rücklaufmengen

Die folgende Abbildung 17 stellt die Entwicklung des spezifischen Getriebeöldurchsatzes bei KFZ dar. Es zeigt sich, dass es zu einer relativ stabilen Situation beim spezifischen Getriebeöldurchsatz gekommen ist.

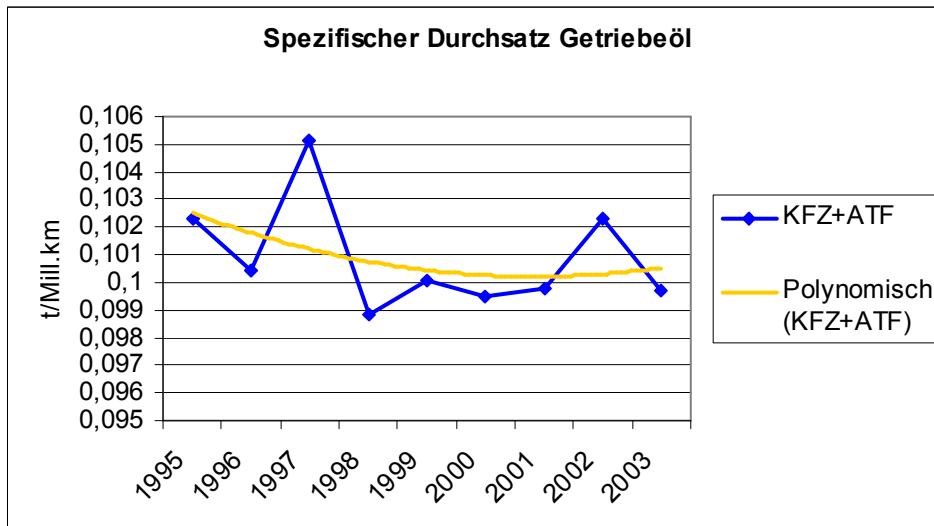


Abbildung 17: Spezifischer Getriebeöldurchsatz 1995 bis 2003 [eigene Berechnung nach BAFA und DIW 2004]

Gegenüber dem Beginn der 90er Jahre stellt der Nettoexport von Autos aus Deutschland eine relevante Größe²⁰ für die Bestimmung der Erwartungsmengen dar. Da die Fahrzeuge in befülltem Zustand importiert und exportiert werden ergibt sich eine Nettoexportmenge von ca. 22.000 t Getriebeöl.

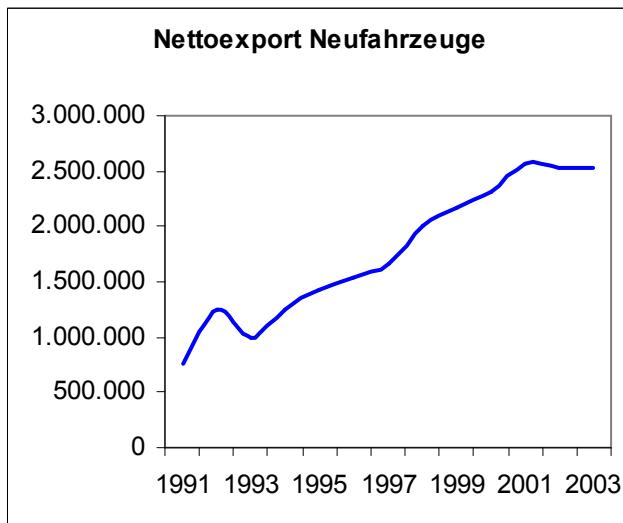


Abbildung 18: Netto-Anzahl der exportierten Neufahrzeuge 1991 bis 2003

²⁰ www.vda.de und pers. com. VDIK, Januar 2005

Im Unterschied zu Einsatzbereichen, in denen Öl in relevantem Umfang während der Anwendungsphase verbraucht wird (z.B. im Falle von Motoröl durch Verbrennung), schlägt der Exportüberschuss beim Getriebeöl deutlicher auf die Altölquote durch (siehe Abbildung 19).

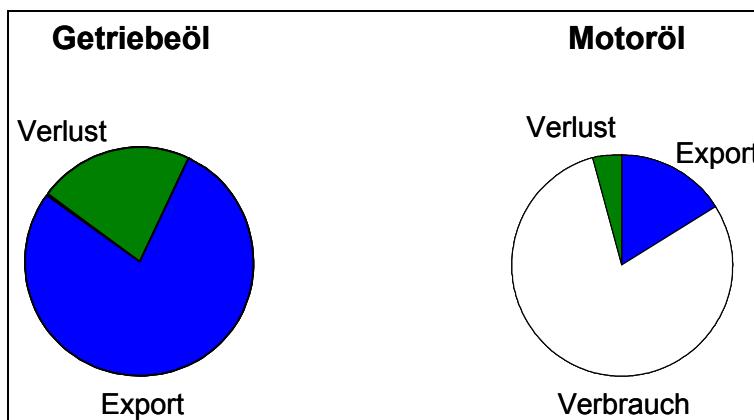


Abbildung 19: Prozentuale Anteile der Einflussfaktoren auf Altöl-Potenziale [eigene Berechnung]

Ölwechselintervalle

In PKW werden mehr und mehr „for life“-Füllungen eingesetzt, die nur im Reparaturfall erneuert werden. Im Durchschnitt ist derzeit bei PKW aber mit mittleren Ölwechselintervallen von ca. 110.000 km zu rechnen.

In der überwiegenden Zahl der in 2003 zugelassenen LKW gab es weder in Handschalt-Getrieben noch anderen Getrieben eine Lebensdauerfüllung. In der Regel sind unterschiedliche Ölverweilzeiten in Abhängigkeit von Fabrikat, Aggregat und Fahrzeugbelastung vorgeschrieben. Moderne Fahrzeugelektroniken analysieren den Ölzustand und integrieren die Informationen in das flexible Wartungssystem. Für LKW wird daher von durchschnittlichen Wechselintervallen von 70.000 km ausgegangen.

Altöl-Potenzial Getriebeöl

Aus den dargestellten Einflussfaktoren ergibt sich ein Altöl-Potenzial von ca. 40.000 t bis 43.000 t aus der Getriebeölanwendung in KFZ. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 58% bzw. 62%.

Das Altöl-Potenzial aus den industriellen Anwendungen kann mit 16.000 t abgeschätzt werden (Rücklaufquote 75%). Für den Anwendungsbereich Getriebeöl ergibt sich somit eine gewichtete mittlere Rücklaufquote von 64%.

Datenunsicherheiten ergeben sich vor allem im Bereich der industriellen Anwendungen von Getriebeölen. Die Wirkung dieser Datenunsicherheiten auf die Gesamtquote ist jedoch, aufgrund des relativ geringen Anteils dieses Anwendungsfeldes, klein. Für das Anwendungsfeld KFZ bestehen Datenunsicherheiten vor allem in der Frage der Ölwechselintervalle gemittelt über den gesamten Kfz-Bestand.

In der Variantenbetrachtung wird daher eine Breite von $\pm 2\%$ angenommen.

Bei zukünftiger Anwendung der Rücklaufquoten auf andere Jahre ist die große Bedeutung der exportierten KFZ (Exportüberschuss) und somit die Frage der Übertragbarkeit der genannten Altölquote besonders zu berücksichtigen.

4.2.5 Metallbearbeitungsöle

Im Jahr 2003 betrug die Inlandsablieferung für Metallbearbeitungsöle 87.000 t. Zu dieser Produktkategorie werden in der BAFA-Statistik gezählt:

- Härteöle (einschließlich Öle zur Wärmebehandlung und Anlassöle),
- wassermischbare Metallbearbeitungsöle (Bohr-, Schleif-, Walz- und Ziehöle, nicht enthalten sind emulgierende Schalungsöle und Presswasserzusätze)
- nicht wassermischbare Metallbearbeitungsöle (Funkenerosionsöle, Honöle, Schleiföle, Schneidöle, Stanzöle für Metallbearbeitung, Walzöle, Ziehöle; nicht enthalten sind Rissprüfföle)
- Korrosionsschutzmittel (ölige Korrosionsschutzmittel sowie pastöse Korrosionsschutzprodukte; nicht enthalten sind Motorenkorrosionsschutzöle, Schmierfette mit Korrosionsschutz, Turbinenöle mit Korrosionsschutz).

Die Entwicklung der Mengen seit 1995 ist - bis auf einen Einbruch bei den nicht-wassermischbaren Ölen im Jahr 1996 - relativ konstant.

Tabelle 12: Inlandsabsatz Metallbearbeitungsöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Härteöle | 1.969 | 1.897 | 2.707 | 3.166 | 2.270 | 3.065 | 3.031 | 2.379 | 2.953 |
| wassermischbare | 27.895 | 28.079 | 29.746 | 32.758 | 29.751 | 30.707 | 31.352 | 27.625 | 29.606 |
| nicht wassermischbare | 49.573 | 50.351 | 47.215 | 45.622 | 45.397 | 48.170 | 46.171 | 38.767 | 48.167 |
| Korrosionsschutzöle | 7.942 | 7.565 | 7.176 | 9.231 | 9.540 | 10.279 | 9.881 | 9.113 | 8.894 |
| Summe | 87.379 | 87.892 | 86.844 | 90.777 | 86.958 | 92.221 | 90.435 | 77.884 | 89.620 |

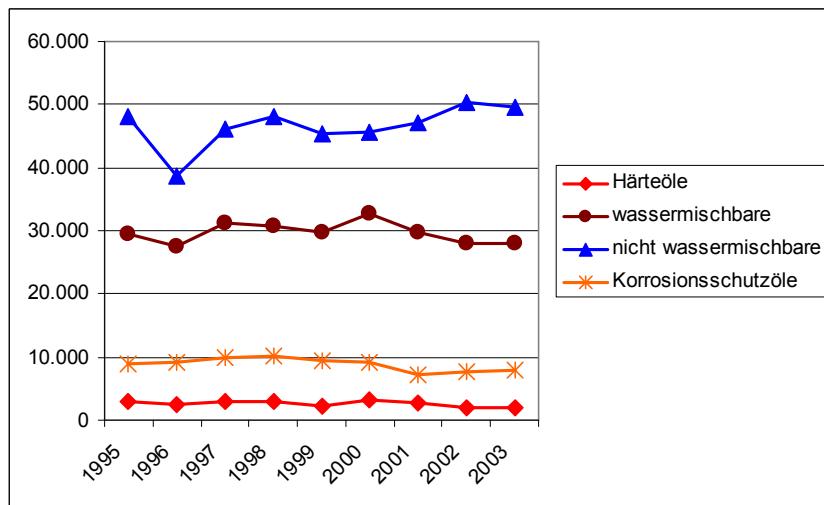


Abbildung 20: Inlandsabsatz Metallbearbeitungsöle (Angaben in t) [BAFA 2003]

Da für die weit überwiegende Anzahl von Anwendungsfällen für Korrosionsschutzöle und Härteöle von einem Austrag des Öls über die Werkstücke bzw. Verluste ausgegangen werden kann²¹, werden im Folgenden ausschließlich die wassermischbaren und nicht-wassermischbaren Öle aus dem Bereich der umformenden Metallbe- und -verarbeitung betrachtet.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Metallbearbeitungsöle ist zu beachten, dass der tatsächliche Mineralölgehalt zwischen 30% und 95% variieren kann. Die restlichen Anteile bilden vor allem unterschiedliche Additive (siehe Tabelle 13).

²¹ Hinsichtlich der Rücklaufquoten von Härteölen bestehen relativ große Datenunsicherheiten. Aufgrund des geringen Anteils dieser Ölsorte an der Gesamtmenge erscheint die gewählte Vorgehensweise jedoch gerechtfertigt.

Tabelle 13: Typische Prozentgehalte der wichtigsten Inhaltsstoffe in Kühlsmierstoffen (ESD IC8 02, modifiziert) [UBA 2003]

| Typ | Komponenten | Gehalte in % |
|---|---|----------------------------|
| Nichtwassermischbare Kühlsmierstoffe 100% Anwendungskonzentration | Mineralöle (Grundöl) | 85 bis 90 |
| | Synthetische/natürliche Esteröle | 5 bis 8 |
| | Hochdruckzusätze (org. Schwefelverbindungen, org. Phosphorverbindungen, chlorierte Paraffine) | 5 bis 15 (teilweise höher) |
| | Anionische Tenside, Antioxidantien, Ölnebelverhinderer | < 4 |
| Klassische, emulgierbare Kühlsmierstoffe (Mineralölgehalt > 40 %) 4 – 10% Anwendungskonzentration | Mineralöle (Grundöl) | ca. 60 |
| | Emulgatoren | 10 – 20 |
| | Korrosionsinhibitoren | ca. 5 |
| | Friction modifier ²² | 0 – 6 |
| | Lösungsvermittler | ca. 5 |
| | Hochdruckzusätze | 0 – 10 |
| | Biozide | ca. 5 |
| | Neutralisationsmittel | 0 – 3 |
| | Wasser | 1 – 2 |
| Emulgierbare Kühlsmierstoffe mit niedrigem Grundölgehalt (Mineralölgehalt < 40 %) 3 - 10% Anwendungskonzentration | Mineralöl oder synthetische Ester (Grundöl) | etwa 30 |
| | Emulgatoren (nichtionisch) | 10 – 15 |
| | Friction modifier | 5 – 10 |
| | Korrosionsinhibitoren, bakteriostatisch | 20 – 25 |
| | Lösungsvermittler | etwa 5 |
| | Andere Emulgatoren und Korrosionsinhibitoren | 5 – 25 |
| | Hochdruckzusätze | 0 – 10 |
| | Biozide | 2 – 5 |
| | Wasser | 0 – 10 |

Bei den Metallbearbeitungsölen ergeben sich während der Anwendung Verluste durch

- Verdampfung,
- Ausschleppung als Ölanhaftungen auf dem Werkstück und über das abgetragene Material,
- Leckagen.

In den vergangenen Jahren wurden vielfältige Vorhaben zur optimierten Anwendung von Metallbearbeitungsölen realisiert²³. Neben einer Verringerung des Verbrauchs bzw. der Verlängerung der Standzeiten der Bäder/Öle war dabei auch die Verringerung der Austräge vor allem über den Luftpfad ein wesentliches Ziel.

²² Friction modifier: reibungsmindernde Komponente

²³ Siehe z.B.: ABAG: Metallbe- und -verarbeitung; Abfall- und Kosteneinsparung - kein Widerspruch, Stuttgart, 1999; ABAG: Schleifschlamm, Rastatt, 1998; ABAG: Auf trennen von ölhaltigen Schleifschlämmen durch Vakuumtrocknung, Stuttgart, 1999; BIVA: Ölhaltige Schleifschlämme, Wiesbaden, 1997.

Während Anfang der 90er Jahre noch von einem relevanten Schmierölaustrag über die Abluft ausgegangen wurde²⁴, besteht seit 1996 ein MAK-Wert (Summenwert aus Kühlschmierstoff-Aerosolen und Dämpfen) von 10mg/m³ (TRGS 900). Reale aktuelle Belastungswerte werden in der Größenordnung um 1-5 mg/m³ bis hinunter zu 0,1-0,3 mg/m³ angegeben²⁵.

Angaben über Absolutmengen von Metallbearbeitungsölen, die über die verschiedenen Austragspfade verloren gehen, sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Sie hängen stark von der Oberfläche des Werkstücks, dem konkreten Anwendungsfall sowie dem eingesetzten Material ab²⁶. Grob überschlägig wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass von den eingesetzten Ölen 10% über den Luftpfad und 40% über den Feststoffpfad (Produkte, Späne, Stäube, feste und schlammförmige Abfälle) bzw. Verluste ausgetragen werden. Dabei werden die absoluten Ölverluste der nicht-wassermischbaren Öle höher eingeschätzt, als die der wassermischbaren (Emulsionen bzw. Lösungen). In der nachfolgenden Berechnung wird von einem Unterschied in den entsprechenden Rücklaufquoten von 5% ausgegangen. Dies korreliert relativ gut mit den Angaben der Entsorgungsanlagen zu den Mengen von angenommenen Metallbearbeitungsölen der ASN 120107 und 120110 (~25.000 t).

Altöl-Potenzial Metallbearbeitungsöle

Für Korrosionsschutzöle und Härteöle kann für die überwiegende Zahl der Anwendungsfälle von einem Altöl-Potenzial von 0% ausgegangen werden²⁷. Entsprechend der groben Abschätzung für wassermischbare und nicht-wassermischbare Metallbearbeitungsöle ergibt sich eine mittlere Rücklaufquote von 50% (entspr. 38.900 t).

Für die Berechnung des Gesamt-Altöl-Potenzials werden die beschriebenen Datensicherheiten über eine Spannbreite der Quoten von ±4% berücksichtigt.

²⁴ UBA 1996; Schmierölkonzentrationen in der Raumluft von Industriehallen

²⁵ z.B.: Stiftung Institut für Werkstofftechnik: Aerosole und Dämpfe von Kühlschmierstoffen in der Luft, Bremen, 2001

²⁶ Eine Annäherung an die über Abfälle ausgetragenen Mengen über die Begleitscheinstatistik ist mit vertretbarem Aufwand kaum zu realisieren. Als wesentliche Hemmnisse sind zu nennen, dass das Begleitscheinverfahren nicht für das Mengenstrom-Monitoring konzipiert ist, Deklarationen von ölhaltigen Abfällen oftmals ungenau vorgenommen worden sein können (z.B. Zuordnung der ASN) und tatsächliche Ölgehalte in den Abfällen sehr stark schwanken.

²⁷ Für einige Anwendungsfälle werden Rücklaufmengen berichtet. Eine statistische Absicherung ist jedoch kaum möglich. Wahrscheinlich handelt es sich um Rücklaufmengen zwischen 100t/a und 500 t/a aus beiden Ölsorten.

Tabelle 14: Inlandsabsatz, Rücklaufmengen und -quoten für Metallbearbeitungsöle [BAFA, eigene Berechnung]

| Ölsorte | Inlandsabsatz [t] | Rücklaufmengen [t] | | | Rücklaufquoten | | |
|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|------------|------------|
| | | Min | Mittel | Max | Min | Mittel | Max |
| Härteöle | 1.969 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0% | 0% |
| wassermischbare | 27.895 | 11.716 | 13.111 | 14.505 | 42% | 47% | 52% |
| nicht wassermischbare | 49.573 | 23.299 | 25.778 | 28.257 | 47% | 52% | 57% |
| Korrosionsschutzöle | 7.942 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0% | 0% |
| Summe | 87.379 | 35.015 | 38.889 | 42.762 | 40% | 45% | 49% |

4.2.6 Basisöle

Basisöle in der BAFA-Statistik umfassen unlegierte Grundöle, die zur Herstellung von Produkten der Sortengruppe 01 – 11 verwendet werden können oder als Trägeröle an Additivhersteller geliefert werden.

Die Menge der Basisöle hat sich seit 1995 um 49% auf 73.000 t vergrößert.

Tabelle 15: Inlandsabsatz Basisöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlandsabsatz | 73.096 | 78.968 | 55.205 | 71.952 | 83.038 | 63.467 | 49.380 | 46.682 | 48.983 |

Bislang wird bei den Basisölen davon ausgegangen, dass 50% in Anwendungsbereiche gehen, bei denen eine Verlustquote von 100% anzusetzen ist (z.B. Prozessöle). Nach Auskunft des BAFA bestehen hier jedoch deutliche Unsicherheiten. So wird als Maximum der Menge, die in Verlustpfaden verwendet werden 80% genannt [BAFA pers. com.]. Weitergehende quantifizierende Daten liegen hierzu allerdings nicht vor.

Daher wird zwar einerseits in der Extremwertbetrachtung die skizzierte Spannbreite aufgenommen (minimale Altölquote 20%, maximale Altölquote 80%) aber andererseits wird mit der bisherigen Annahme einer mittleren Rücklaufquote von 50% weitergearbeitet.

Um die beschriebene Datenunsicherheit in Zukunft zu verringern, wurde hier im Projektverlauf in einem Fachgespräch zwischen BAFA und BVA ein veränderter Mengenausweis besprochen. Zukünftig sollen die, insbesondere in die Chemische Industrie gelieferten Basisöle, die dort überwiegend als Prozessöle eingesetzt werden, gesondert ausgewiesen werden.

4.2.7 Verlustschmierstoffe

Laut BAFA-Statistik zu Inlandsablieferungen wurden im Jahr 2003 ca. 283.000 t Schmierstoffe in Bereichen eingesetzt, aus denen kein Altöl-Rücklauf zu erwarten ist (Altölquote 0%). Der größte Anteil entfiel dabei auf Prozessöle, bei denen zugleich die größten Mengenschwankungen über die Jahre festgestellt werden können.

Tabelle 16: Inlandsabsatz von Verlustschmierstoffen 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Sortengruppen | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 48.029 | 51.712 | 55.039 | 53.440 | 54.897 | 59.858 | 59.584 | 52.175 | 58.298 |
| Prozessöle | 165.538 | 138.505 | 140.203 | 138.644 | 144.685 | 128.255 | 150.665 | 150.802 | 151.006 |
| darunter technische Weißöle | 11.182 | 17.894 | 16.789 | 10.930 | 10.038 | 9.375 | 8.952 | 8.597 | 10.803 |
| darunter medizinische Weißöle | 45.412 | 34.795 | 38.620 | 44.439 | 49.260 | 38.594 | 42.437 | 42.001 | 43.619 |
| Schmierfette | 35.932 | 32.226 | 30.261 | 30.804 | 35.695 | 34.392 | 32.391 | 34.700 | 33.674 |
| darunter für KFZ | 9.526 | 6.724 | 5.397 | 7.964 | 10.329 | 9.718 | 8.779 | 10.126 | 10.694 |
| Extrakte aus der Schmierölraffination | 33.818 | 44.246 | 43.721 | 45.926 | 45.191 | 44.392 | 45.880 | 44.429 | 42.927 |
| Summen | 283.317 | 266.689 | 269.224 | 268.814 | 280.468 | 266.897 | 288.520 | 282.106 | 285.905 |

4.2.8 Maschinenöle

In die Gruppe der Maschinenöle fallen laut Schmierstoffsortenverzeichnis des BAFA Mineralöle die überwiegend zur Schmierung von Maschinen und Maschinenteilen verwendet werden. Dies sind im einzelnen Zylinderschmieröle, Spindelschmieröle, Maschinenschmieröle, Schmieröle AN, B, C und CL, Haftöle, Bett-/Gleitbahnöle, alle Achsenöle, Textilmaschinenöle, Druckluftmaschinenöle und Kettenöle.

Die Menge der Inlandsablieferungen hat sich seit 1995 um 30% auf 31.442 t verringert [BAFA 2003].

Tabelle 17: Inlandsabsatz Maschinenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlandsabsatz | 31.442 | 29.808 | 38.036 | 46.784 | 14.935 | 59.568 | 50.532 | 46.657 | 44.846 |

Maschinenöle werden teilweise in Anwendungen mit hohen Verlustraten eingesetzt, teilweise sind sie dem Bereich der Verlustschmierung zuzuordnen (z.B. Kettenöle, Bett- und Gleitbahnole). Statistisch abgesicherte Angaben zu den Verlusten in den vielfältigen Anwendungsbereichen sind nicht verfügbar. Nach groben Abschätzungen gehen ca. 10.000 t/a der Maschinenöle in Bereiche mit vollständiger Verlustschmierung. Für die anderen Anwendungsfälle (20.000 t/a) wird im Folgenden überschlägig von einer Rückführungsrate von 60% ausgegangen.

Hieraus ergibt sich insgesamt eine Erwartungsmenge von 13.000 t/a bzw. eine entsprechende Rücklaufquote von 40%.

Da die genannten Abschätzungen mit relativ großen Datenunsicherheiten verbunden sind, wird die Variantenbetrachtung mit $\pm 7\%$ durchgeführt.

4.2.9 Kompressorenöle

Unter die Kompressorenöle der BAFA-Statistik fallen Luftkompressorenöle sowie Kältekompresorenöle.

Die Inlandsablieferungen stiegen seit 1995 um 33% auf 11.598 t [BAFA 2003].

Tabelle 18: Inlandsabsatz Kompressorenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Inlandsabsatz | 11.598 | 11.969 | 10.489 | 10.865 | 11.140 | 9.860 | 9.301 | 9.019 | 8.731 |

Statistisch abgesicherte Daten zu Art, Größe und Einsatzorten von Kompressoren sind nicht verfügbar.

Während der Nutzungsphase kann es sowohl über Verdampfung als auch über Leckagen zu Verlusten kommen.

Hersteller von Kompressoren geben relativ große Spannbreiten hinsichtlich der Füllmengen und Wechselintervalle an. Teilweise werden Kompressoren über mehrere Jahre ohne Wechsel des Öls betrieben und Fehlmengen lediglich aufgefüllt.

Bei Kompressorenölen wird allgemein von vergleichsweise hohen Verlustquoten ausgegangen, ohne dass diese in der Literatur über den Bestand der Kompressoren gemittelt quantifiziert werden. Im Folgenden wird von einer geschätzten Rücklaufquote von 50% ausgegangen.

4.2.10 Elektroisolieröle

Unter die Elektroisolieröle fallen nach Sortenverzeichnis des BAFA Transformatoren-, Schalter- und Wandleröle nach DIN 57 370, Kondensatorenöle, Massekabel- und Hohlkabelisolieröle.

Die Inlandsablieferungen von Elektroisolierölen sind zwischen 1995 und 2003 um 53% auf ca. 9.000 t gesunken [BAFA 2003].

Tabelle 19: Inlandsabsatz Elektroisolieröle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlandsabsatz | 9.108 | 13.703 | 12.601 | 10.930 | 15.117 | 19.170 | 18.816 | 19.465 | 19.484 |

Den überwiegenden Anteil der Elektroisolieröle machen die Transformatorenöle aus [UBA 1996].

Transformatoren haben Füllmengen von 100 l bis 100.000 l und eine Nutzungsdauer von 20 bis 50 Jahren. Der Verbrauch von Elektroisolierölen während der Nutzungssphase wird aufgrund der relativ niedrigen Temperaturen und kontrollierten Bedingungen als sehr gering eingeschätzt. Aufgrund der geringen mechanischen Beanspruchung und den genannten kontrollierten Anwendungsbedingungen von Transformatoren gilt dies auch für die Verluste.

Die im Rahmen von Ölwechseln entnommenen Elektroisolieröle werden oftmals regeneriert und wieder verwendet.

Insgesamt kann daher von einem Altöl-Potenzial von 90% bis 95% der inländischen Anwendungsmengen ausgegangen werden.

Informationen zur Menge der Elektroisolieröle, die über Neu-Transformatoren exportiert werden, liegen nicht vor.

4.2.11 Turbinenöle

Die Turbinenöle in der Statistik der BAFA umfassen Schmier- und L-TD-Regleröle nach DIN 51 515, Dampfturbinen-, Wasserturbinen- sowie Verbrennungsturbinenöle. Der Inlandsabsatz verringerte sich seit 1995 um 57% auf 2.292 t.

Tabelle 20: Inlandsabsatz Turbinenöle 1995 bis 2003 (t) [BAFA 2003]

| Jahr | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Inlandsabsatz | 2.292 | 2.589 | 2.654 | 3.620 | 5.236 | 5.170 | 4.530 | 5.564 | 5.306 |

Der größte Teil der Turbinenöle wird unter kontrollierten Bedingungen und mit optimierten Wartungsplänen eingesetzt. Die relativ hohe thermische und mechanische Belastung führt jedoch zu relevanten Verbrauchsmengen.

Das Altölpotential wird daher überschlägig mit 1.600 t berücksichtigt. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 70% und einer Schwankungsbreite der Varianten von ±3%.

4.2.12 Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei den **Motorenölen** wird die Altöl-Rücklaufquote wesentlich durch die in den vergangenen 10 Jahren sinkenden spezifischen Verbräuche der Neuzulassungen und (als gegenläufige Tendenz) die höhere jährliche Laufleistung geprägt. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Zeitraum für eine vollständige „Durchwechselung“ des Fahrzeugbestandes statistisch gesehen bei 12 Jahren bzw. sogar noch darüber liegt. Der über den Fahrzeugbestand gemittelte spezifische Verbrauch liegt also höher, als für KFZ der heutigen Generation beschrieben. Bei den LKW ist zu berücksichtigen, dass der Bestand vor allem durch kleine LKW bis 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht bestimmt wird und somit deren - im Vergleich z.B. zu 30-Tonnern relativ niedriger - spezifischer Verbrauch diesen Sektor prägt.

Darüber hinaus spielen die Netto-Exportmengen von Neu- und Gebrauchtwagen für die Altölbilanz derzeit eine relevante Rolle.

Bei den **Getriebeölen** bekommt der in den letzten 10 Jahren deutlich gestiegene Nettoexport von Fahrzeugen (und damit der Export von Getriebeöl über die befüllten Fahrzeuge) eine relativ große Bedeutung, da beim Getriebeöl der tatsächliche Verbrauch während der Nutzungsphase sehr gering ist (z.B. im Vergleich zum Motoröl).

Im Bereich der **Hydrauliköle** besteht große Datenunsicherheit nicht zuletzt aufgrund der Vielzahl von Anwendungsfeldern, die jeweils nicht so gut statistisch erfasst sind, wie dies z.B. im Kfz-Bereich der Fall ist. Daher mussten relativ große Spannbreiten bei der Bestimmung der Erwartungsmengen angesetzt werden ($\pm 10\%$).

Da die Systematik der BAFA-Statistik zu den Inlandsabsätzen von Schmierstoffen zur Kategorisierung der Ölsortengruppen übernommen wurde, enthalten die Angaben zu den Altöl-Potenzialen von **Metallbearbeitungsölen** auch die Altöl-Potenziale von Korrosionsschutzölen und Härteölen (100% Verlust). Bei dem angegebenen Altöl-Potenzial bzw. der Altölquote handelt es sich um einen mengenbezogen gewichteten Mittelwert. Die erreichten Erfolge hinsichtlich einer verbesserten Wartung der Öle und Emulsionen sowie die verbesserte Erfassung von Leckageverlusten erhöht das Altöl-Potenzial bei dieser Ölgruppe verglichen mit der Situation von vor 10 Jahren. Die relevanten Austragpfade Späne/Materialabtrag, Austrag über das Werkstück und Austrag über andere feste Abfälle führen jedoch dazu, dass sich diese Situation nicht 1:1 in einem erhöhten Altöl-Potenzial niederschlägt.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse zur Analyse des Altöl-Potenzials in der Übersicht.

Tabelle 21: Zusammenfassung der Altöl-Rücklaufquoten und der sich daraus ergebenden Altöl-Potenziale nach Schmierstoffsorten [2003]

| Sortengruppen | Inlands-Absatz | Rücklauf-Quoten | | | Rücklauf-Potenzial (t) | | |
|---|----------------|-----------------|--------|-------|------------------------|----------------|---------|
| | | Min. | Mittel | Max. | Min. | Mittel | Max. |
| Schmierstoffsorten mit Altölrücklauf²⁸ | | | | | | | |
| Motorenöle | 343.909 | 57,5% | 59,5% | 61,5% | 197.645 | 204.523 | 211.401 |
| Hydrauliköle | 135.478 | 65,0% | 75,0% | 85,0% | 88.061 | 101.609 | 115.156 |
| Getriebeöle | 89.144 | 62,0% | 64,0% | 66,0% | 55.269 | 57.052 | 58.835 |
| Metallbearbeitungsöle | 87.379 | 40,0% | 45,0% | 49,0% | 34.952 | 39.321 | 42.816 |
| Basisöle | 73.096 | 20,0% | 50,0% | 50,0% | 14.619 | 36.548 | 36.548 |
| Maschinenöle | 31.442 | 33,0% | 40,0% | 47,0% | 10.376 | 12.577 | 14.778 |
| Kompressorenöle | 11.598 | 40,0% | 50,0% | 60,0% | 4.639 | 5.799 | 6.959 |
| Elektroisolieröle | 9.108 | 85,0% | 90,0% | 95,0% | 7.742 | 8.197 | 8.653 |
| Turbinenöle | 2.292 | 67,0% | 70,0% | 73,0% | 1.536 | 1.604 | 1.673 |
| Summen | 783.446 | | | | 414.838 | 467.229 | 496.818 |
| Schmierstoffsorten ohne Altölrücklauf²⁷ | | | | | | | |
| Prozessöle | 165.538 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 48.029 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Schmierfette | 35.932 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Extrakte aus der Schmierölraffination | 33.818 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0 | 0 | 0 |
| Summen | 283.317 | | | | 0 | 0 | 0 |

4.3 Ergänzende Stoffstromanalysen

4.3.1 Anteil Sammelkategorie I Altöle am Altöl-Potenzial

Eine exakte Zuordnung der anfallenden Altölmengen zu den Kategorien nach AltöLV würde eine Auswertung der Eingangsanalysen aller Sammelchargen bei den Verwertungsanlagen erfordern bzw. zumindest eine vollständige Auswertung aller Mengenströme und ihrer jeweiligen Abfallschlüssel voraussetzen.

Da derartige Vollauswertungen nicht verfügbar sind, wird im Rahmen dieser Analyse auf eine orientierende Abschätzung zurückgegriffen. Dazu erfolgt in einem ersten Schritt eine idealtypische Zuordnung zwischen Schmierstoffsorten und den Sammelkategorien in denen die jeweiligen Rücklaufmengen münden sollten, wenn eine regelgerechte, sortenreine Entsorgung erfolgt.

²⁸ Die Verlustschmierstoffe Prozessöle, Schmierfette, andere Industrieöle und Extrakte aus der Schmierölraffination werden dabei als nicht sammelbar eingestuft.

Die folgende Tabelle zeigt diese idealtypische Zuordnung.

Tabelle 22: Zuordnung der Schmierstoffsortenruppen zu Sammelkategorien

| Sortengruppen | Typ(§2 (2) AltöIV) (Typ 1 = gut aufbereitbar; Typ 2 = Sonstige) |
|-----------------------|--|
| Motorenöle | 1 |
| Hydrauliköle | 1 |
| Getriebeöle | 1 |
| Metallbearbeitungsöle | 2 |
| Basisöle | 1 |
| Maschinenöle | 1 |
| Kompressorenöle | 2 |
| Elektroisolieröle | 1 |
| Turbinenöle | 1 |

Bei einigen Schmierstoffsorten sind allerdings Anteile der Gesamtmenge anderen Sammelkategorien zuzuordnen (z.B. bei chlorierten Hydraulikölen). Da die jeweiligen Marktanteile nicht verfügbar sind, muss dies im Rahmen einer praxisnahen Abschätzung mit berücksichtigt werden. Bei dieser Abschätzung sind weitere Abweichungen zu berücksichtigen. So kommt es bei der Rückführung gebrauchs- bzw. verfahrensbedingt zu einer Zuordnung der Altöle zu Abfallschlüsselnummern (ASN), welche nicht den idealtypischen ASN entsprechen.

Die folgende Tabelle zeigt eine entsprechend grobe Abschätzung der Sammelkategorie I Altölmengen für das Jahr 2003 durch die Gutachter.

Tabelle 23: Abschätzung des Anteils der Sammelkategorie I Altöle am Altöl-Potenzial

| Sortengruppen | Altölpotenzial (t in 2003) | Typ Verwertung | Mengen Typ 1 | Anmerkungen | Korrektur-Faktor | Ergebnis korrigiert |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|-------------|------------------|---------------------|
| Motorenöle | 204.523 | 1 | 204.523 | a) | 10% | 184.070 |
| Prozessöle | 0 | | 0 | | | 0 |
| Hydrauliköle | 101.609 | 1 | 101.609 | a) b) | 30% | 71.126 |
| Getriebeöle | 57.052 | 1 | 57.052 | a) b) | 20% | 45.642 |
| Metallbearbeitungsöle | 39.321 | 2 | 0 | | | 0 |
| Basisöle | 36.548 | 1 | 36.548 | a) | 10% | 32.893 |
| Schmieren | 0 | | 0 | | | 0 |
| Schmierfette | 0 | | 0 | | | 0 |
| Extrakte aus der Schmierölraffination | 0 | | 0 | | | 0 |
| Maschinenöle | 12.577 | 1 | 12.577 | a) | 10% | 11.319 |
| Kompressorenöle | 5.799 | 2 | 0 | | | 0 |
| Elektroisolieröle | 8.197 | 1 | 8.197 | a) | 10% | 7.377 |
| Turbinenöle | 1.604 | 1 | 1.604 | a) | 10% | 1.444 |
| Summen | 467.229 | | 422.110 | a) | | 353.872 |
| Summen | | | | | | 75,7% |
| | | Spannbreiten | c) | min | 70% | |
| | | | d) | max | 80% | |

a)

Gebrauchs- bzw. verfahrensbedingt werden nicht 100% in Haupt-ASN gesammelt abzüglich der Mengen, die in SK 3 und SK 4 erfasst werden

b)

z.B. Basisöl und Motoröle höherer Korrekturfaktor

c)

z.B. Hydrauliköl und Getriebeöl niedrigerer Korrekturfaktor

d)

Aus dieser Abschätzung ergäbe sich damit für das Jahr 2003 ein Potenzial an Altölen der Sammelkategorie I zwischen 327.000 t und 374.000 t.

4.3.2 Anteil biologisch schnell abbaubarer Schmierstoffe am Altöl-Potenzial

Der Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e.V. schätzt die Menge der biologisch schnell abbaubaren Schmierstoffe auf 40.000 t pro Jahr. Davon entfallen ca. 10.000 t bis 15.000 t auf Hydrauliköle, 25.000 t bis 30.000 t auf Verlustschmierungen sowie Öle und Fette für die Metallbearbeitung. Bei den biologisch schnell abbaubaren Hydraulikflüssigkeiten hat die Gruppe der synthetischen Ester mit über 75% den größten Anteil. Ein kleinerer Teil (ca. 2.500 t pro Jahr) gehört zu der Gruppe der nativen Pflanzenöle und der weitaus kleinste Teil zur Gruppe der Polyglykole²⁹.

Da die biologisch schnell abbaubaren Hydrauliköle vorwiegend in mobilen Anlagen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt werden und hier mit Verlustmengen von 50- 80% zu rechnen ist (vgl. Kap. 4.2.3), ist der Anteil der biologisch schnell abbaubaren Schmierstoffe am gesamten Altöl-Potenzial somit als gering abzuschätzen (2.000 – 7.500 t/a).

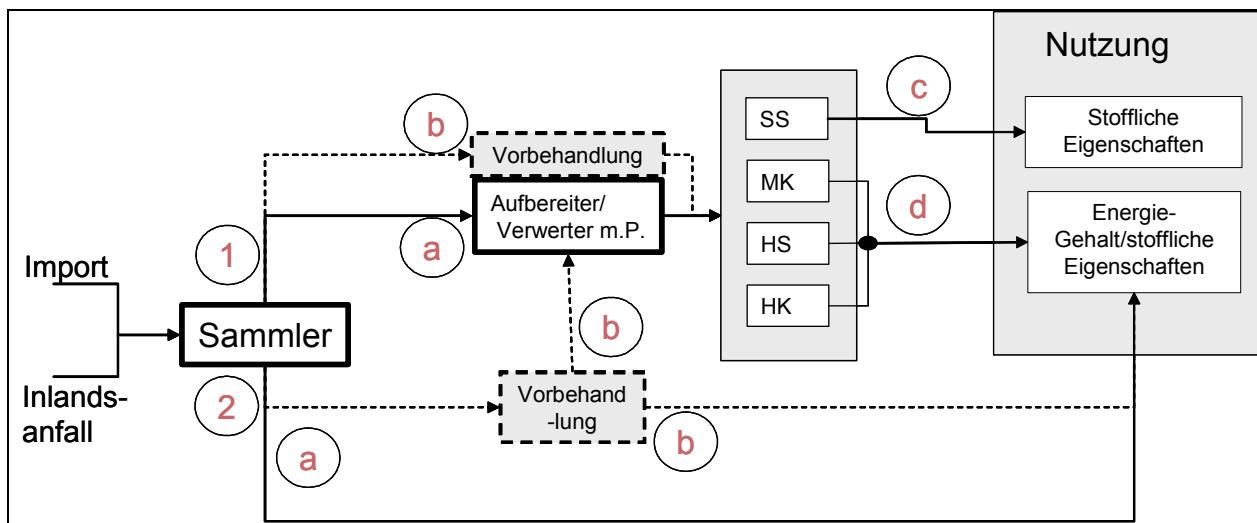
4.4 Primärerhebung Entsorgungswege

4.4.1 Vorbemerkung

Um eine weitere Verifizierung des vorliegenden Rückrechnungsmodells zu erreichen, wurde eine mengenbezogene Primärerhebung bei den relevanten Marktakteuren durchgeführt. Im folgenden Kapitel werden die Vorgehensweise und die Ergebnisse dieser Arbeit erläutert.

Die Darstellung der Stoffströme erfolgt entsprechend der schematischen Darstellung in Abbildung 21 (Erläuterungen siehe unten). Im Rahmen der Selbstentsorgung verwertete Mengen konnten im Rahmen der Primärerhebung nicht erfasst werden, da der Kreis der Eigenverwerter nicht vollständig bekannt ist und die Eigenverwertung (z.B. Verwertung auf dem eigenen Betriebsgelände) vom abfallrechtlichen Nachweisverfahren nicht erfasst wird.

²⁹ [Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft: Bericht über biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten, Bonn 2002]

**Abbildung 21: Altölverwertungswege**

Altöle können entweder direkt von der Sammlung in die Verwertung eingespeist werden (a) oder erst noch vorbehandelt werden (b). Die Vorbehandlung kann entweder bei den Verwertungsanlagen selbst oder aber schon im Vorfeld durchgeführt werden (jeweils b). In Abhängigkeit von verfügbarer Anlagentechnik, Marktlage und Altölqualität werden verschiedene Produkte aus dem Altöl hergestellt. Die Darstellung erfolgt hier entsprechend der Differenzierung im integrierten Mineralölbericht des BAFA (siehe Tabelle 24).

Produzierte Basisöle gehen in die Produktkategorie „SS“ des BAFA ein (c). Die Mitteldestillatkomponenten, Heizölkomponenten und schwere Heizöle werden entweder energetisch oder stofflich genutzt (d).

Die energetische und sonstige stoffliche Verwertung kann mit und ohne Vorbehandlung erfolgen. Dabei stellt der direkte Einsatz ohne Vorbehandlung allerdings die Ausnahme dar.

Tabelle 24: Produktdefinitionen des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

| Bezeichnung (Abkürzung) | Auszuweisende Produkte |
|------------------------------------|--|
| Schmierstoffe (SS) | Grundöle, Schmieröle und -fette gemäß gesondertem Schmierstoffsortenverzeichnis; hergestellt aus Mineralöl, auf biologischer Basis oder synthetisch |
| Mitteldestillat-Komponenten (MK) | Zwischenprodukte, die bei der Rohöldestillation im "mittleren" Siedebereich zwischen 180°C bis 360°C gewonnen werden. |
| Heizöl, schwer (HS) | Schweres Heizöl zum Einsatz in der chemischen Industrie, in Kraftwerken und zur Bebunkerung von Schiffen; auch Vakuumgasöl, EBV-beitragspflichtig |
| Heizöl, schwer Komponenten (HK) | Zwischenprodukt aus der Rohöldestillation zur Herstellung von schwerem Heizöl; inkl. Fluxöle aus der Zweitölraffination zur Herstellung von Blasbitumen [bei Verkauf an Nicht-IM-Meldefirmen umwidmen zu Bitumen] |

[BAFA 2004]

4.4.2 Vorgehen

Die Erhebungen wurden für das Jahr 2003 durchgeführt. Für diese Primärdatenabfrage wurden entsprechende Fragebögen entwickelt. Diese Fragebögen wurden zum einen an bekannte Verwerter, die meldepflichtigen Produkte herstellen, und zum anderen an die, während des Fachgesprächs im November 2004 und in dessen Nachlauf von den Diskussionspartner identifizierten, potentiellen, energetischen und sonstigen stofflichen Verwertungsanlagen versandt. Der Verband der Zement-, Kalk- sowie der Stahlindustrie und einzelne Hüttenwerke wurden ebenfalls kontaktiert. Weiterhin wurden eine Reihe von Altölsammelbetrieben bezüglich ihrer angenommenen Altölmengen, -qualitäten sowie Abgaberoutinen befragt.

Insgesamt haben alle bekannten Verwerter mit meldepflichtigen Produkten, die im Jahre 2003 den Regelbetrieb durchgeführt haben, Informationen zur Altölannahmемenge, Feuchtegehalt und abgegebene Produktarten und -mengen bereitgestellt. Von den angeschriebenen 16 energetischen und sonstigen stofflichen Verwertungsanlagen haben 13 Informationen bereitgestellt und drei die Zusammenarbeit abgelehnt. Von Verbandsseite haben die Zementindustrie und Kalkindustrie auf die Anfrage geantwortet. Die Stahlindustrie hat keine Mengendaten bereitgestellt. Die Anfrage bei einzelnen Hüttenwerken hat mangels Rücklauf keine Ergebnisse geliefert. Acht von den 10 befragten Altölsammelunternehmen haben mengenbezogene Angaben zu ihren Sammelmengen gemacht. Nach Sichtung der Angaben ist jedoch auf eine frühere Abfrage unter den Sammlern bezüglich der Liefermengen der Altölkategorie 1 an energetische Verwerter zurückgegriffen worden.

Von allen im Folgenden aufgeführten Altölmengenangaben ist der von den Unternehmen angegebene Feuchtegehalt abgezogen worden. Die Angaben zum Basisöloutput der Sekundärraffinerien beziehen sich auf nicht additivierte Produktmengen und sind, soweit möglich, um Zukäufe bereinigt.

4.4.3 Ergebnisse

Anlagen zur Aufbereitung und Verwerter mit meldepflichtigen Produkten (VmP)

Die Ergebnisse der verwertungsbezogenen Abfrage bei den Anlagen zur Aufbereitung und zur Verwertung mit meldepflichtigen Produkten sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

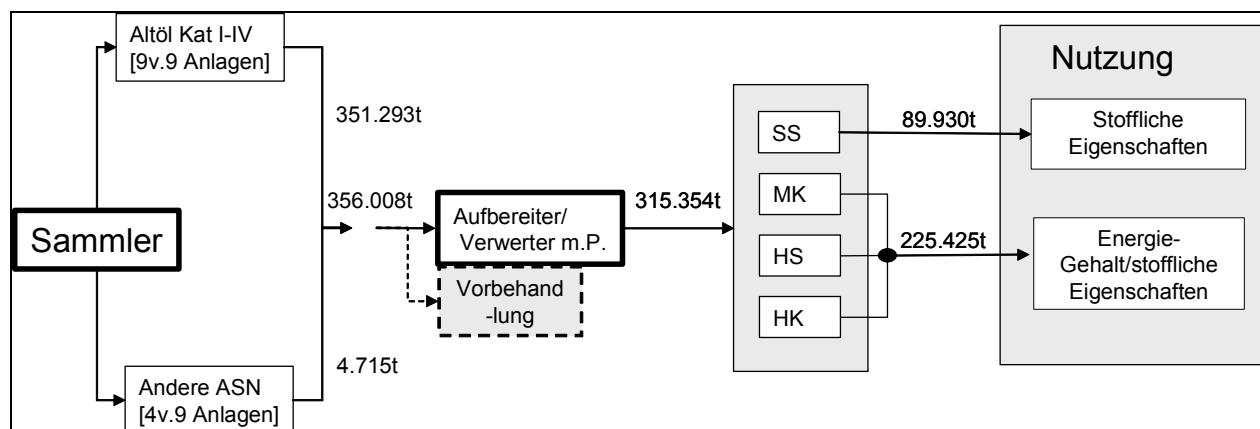


Abbildung 22: Altölmengenströme

Insgesamt wurden nach den Betreiberangaben 356.008 t Altöle der Kategorien 1 bis 4 und ölhältige Abfälle in 2003 in Anlagen angenommen. Davon fallen 351.293 t³⁰ unter die Altölverordnung. Etwa 4.700 t sind ölhältige Abfälle mit Abfallschlüsselnummern, die nicht unter eine der vier Kategorien der Altölverordnung fallen.

Die folgende Tabelle beschreibt die Altöl-Verbleibswege differenziert nach Kategorien der AltölV.

³⁰ Inklusive einer Importmenge ca. 54.000 t/a (ca.15%)

Tabelle 25: Altöl-Verbleibswege nach Altöl-Kategorien (inkl. Importmengen) [2003 Betreiberangaben]

| Altöl-Kategorie | angenommene Gesamtmenge | von Aufbereitern angenommen | von anderen Verwertern mit meldepflichtigen Produkten angenommen | Wassergehalt |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|--|--------------|
| 1 | 271.000 t | 87% | 13% | 8% |
| 2 | 34.000 t | 22% | 78% | 27% |
| 3 | 1.500 t | 0 | 100% | 16% |
| 4 | 46.000 t | 83% | 17% | 50% |

Die Aufbereiter importierten im Jahr 2003 nach eigenen Angaben 54.000 t (trocken) mit einem durchschnittlichen Wassergehalt von rund 5%.

Nach Angaben der Betreiber von den Anlagen mit meldepflichtigen Produkten wurden im Erhebungsjahr 271.000 t Altöl der Kategorie 1 angenommen.

Tabelle 26: Massenbilanz Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten [2003 Betreiberangaben]

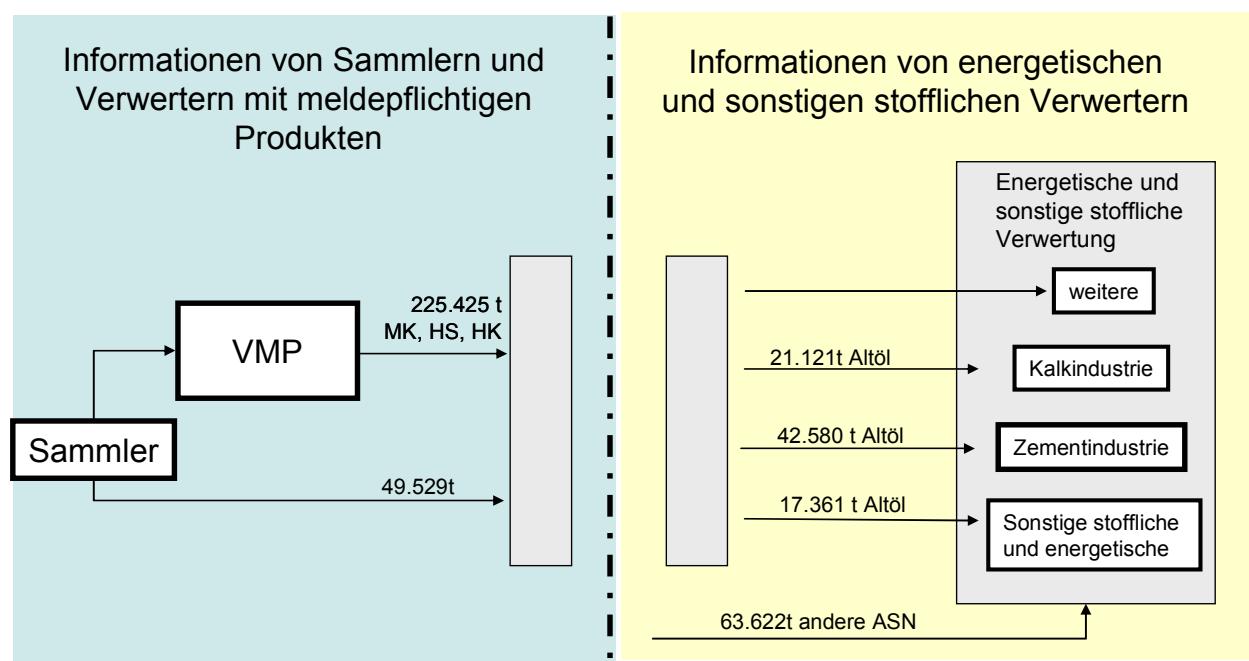
| | Menge | Anmerkung |
|---|-----------|-------------------------------------|
| Einsatzmenge | 356.008 t | |
| Gesamtmenge hergestellter Produkte | 315.354 t | Umsetzungsgrad in Produkte = 88,6% |
| Hergestellte Basisölmengen | 89.930 t | ohne Additive und zugekaufte Mengen |
| Sonstige hergestellte Produktmenge | 225.425 t | |

Dieser Umsetzungsgrad (88,6%) bestätigt in seiner Größenordnung den 90% Faktor für die Rückrechnung Produkt → Input des Rechenschrittes b1 im Rückrechnungsmodell.

Anlagen zur energetischen/sonstigen stofflichen Verwertung und Sammler

Die Ergebnisse der verwertungsbezogenen Abfrage bei den Anlagen zur energetischen und sonstigen stofflichen Verwertung sind in Abbildung 23 zusammengefasst³¹.

³¹ Bei den Mengenangaben handelt es sich um Trockenöl nach Betreiberangaben.



VMP = Verwerter mit meldepflichtigen Produkten

Abbildung 23: Altölmengenströme der Sammelbetriebe sowie energetischen und sonstigen stofflichen Verwertern [2003 Betreiberangaben]

Insgesamt 11 Altölsammler gaben eine Altölmenge von 49.529 t an, die 2003 in die energetische Verwertung gegeben wurde.

Die energetischen und sonstigen stofflichen Verwerter gaben insgesamt ein Altölinput der Kategorien 1 bis 4 von etwa 81.000 t an.

Als Ergebnis einer Verbandsumfrage nannte der VDZ die in der folgenden Tabelle dargestellte Verteilung des Altölinput nach Sammelkategorien.

Tabelle 27: Sammelkategorie-bezogene Differenzierung des Altölinput in Zementwerke [2003, Betreiberangaben]

| Sammelkategorie | Menge in 2003 trocken (in t) |
|-----------------|------------------------------|
| Kategorie 1 | 11.290 |
| Kategorie 2 | 24.389 |
| Kategorie 3 | 1.453 |
| Kategorie 4 | 5.448 |
| | 42.580 |

[VDZ pers. com. Jan. 2005]

Darüber hinaus wurden von der Zementindustrie nach Verbandsangaben 60.729 t andere ölhaltige Abfälle³² energetisch verwertet.

Für die Branche der Kalkwerke liegen Angaben von Altöl-Einsatzmengen von insgesamt 21.121 t vor. Darunter waren ca. 20.000 t Altöle der Sammelkategorie 1.

Insgesamt 17.361 t Altöle wurden nach Betreiberangaben von weiteren Anlagen zur sonstigen stofflichen oder energetischen Verwertung angenommen. Darunter waren ca. 12.800 t Altöle der Sammelkategorie 1. Darüber hinaus wurden nach Betreiberangaben 2.892 t andere ölhaltige Abfälle³³ aufgenommen und verwertet.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Gesamt-Altölmengenströme entsprechend den Ergebnissen der vorgenommenen Primärerhebung.

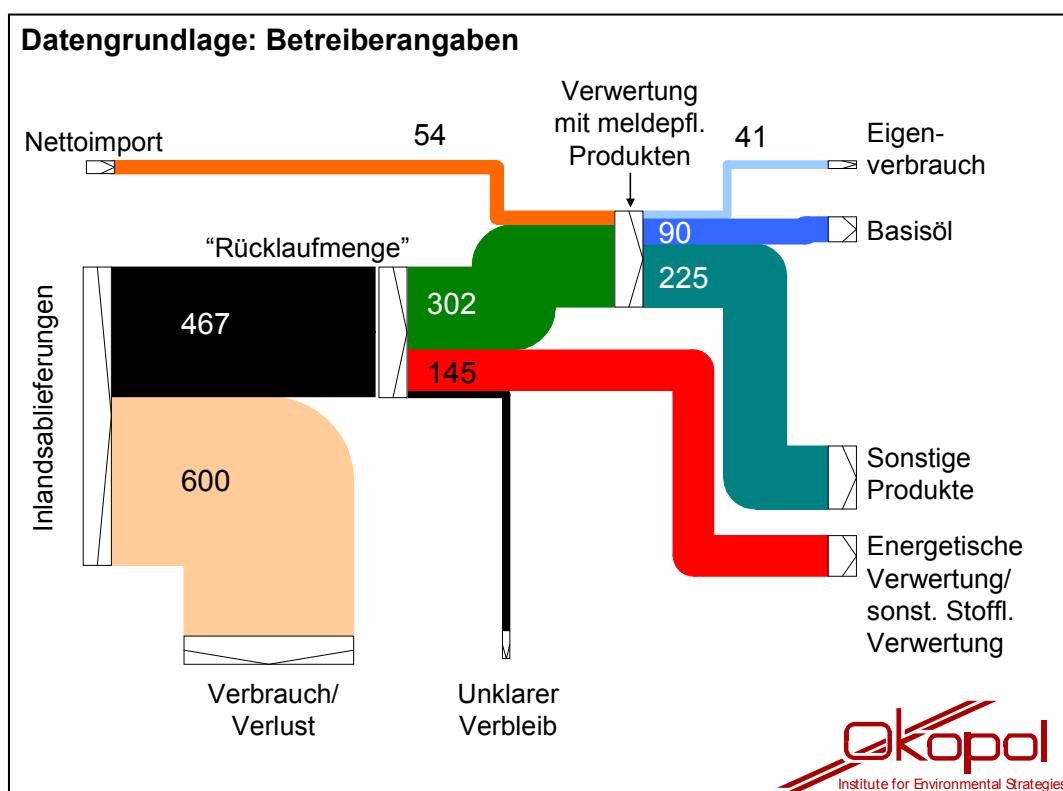


Abbildung 24: Übersicht Altöl Mengenströme (kt) [2003, Betreiberangaben]

³² Trockenölmenge

³³ Trockenölmenge

Nach offiziellen Notifizierungszahlen wurden 948 t Altöle der AltölV und 1.884 t ölhaltige Abfälle³⁴ in 2003 für die Verwertung in energetische Verwertungsverfahren (R1-Verfahren³⁵) importiert. Diese Importmengen konnten den Betreiberangaben nicht eindeutig zugeordnet werden. Während die 948 t explizit nicht in den erhaltenen Betreiberangaben enthalten sind, könnten die 1.884 t ölhaltiger Abfälle in Gänze oder in Teilmengen in den im Mengengerüst der Betreiberangaben enthalten sein.

Es zeigt sich damit ein nicht eindeutig geklärter Verbleib von Altölen von ca. 21.000 – 22.500 t/a. Es handelt sich dabei um eine „Unschärfe“ von lediglich ca. 2% bezogen auf die Gesamteinsatzmenge des Stoffstrommodells bzw. um ca. 4% der ermittelten „Rücklaufmenge“.

Verhältnis Altöl Kategorie 1 - Input zu produziertem Basisöl

Aus den Kategorie-1-Inputmengen in die Aufbereitung und den daraus produzierten Mengen Basisöls kann die reale Umsetzungsrate in der Aufbereitung beschrieben werden.

Werden alle Betriebe zugrunde gelegt, die im Jahr 2003 Basisöl produzierten³⁶, so ergibt sich eine durchschnittliche Quote von 38%³⁷. Ohne Berücksichtigung extrem hoher bzw. niedriger Werte (eine Anlage >100%³⁸, eine Anlage <10%) ergibt sich mengenbezogen ein gemittelter Wert von ~39%³⁹.

³⁴ Unter ölhaltigen Abfällen werden hier die Abfallschlüsselnummern 120109, 130403, 130501, 130502, 130503, 130703 und 190207 zusammengefaßt.

³⁵ R 1: Hauptverwendung als Brennstoff oder andere Mittel der Energieerzeugung, siehe Anhang II B KrW/AbfG;

³⁶ Datengrundlage: schriftliche Befragung der Betriebe.

³⁷ 6 Anlagen, 235.000 t : 90.000 t; Mengen auf 1.000 t gerundet

³⁸ Der Wert >100% ergab sich aus der Annahme von ölhaltigen Abfällen, die kein Altöl im Sinne der AltölV sind, die aber trotzdem für die Herstellung von Basisöl genutzt werden konnten.

³⁹ 4 Anlagen, 214.000 t : 84.000 t; Mengen auf 1.000 t gerundet.

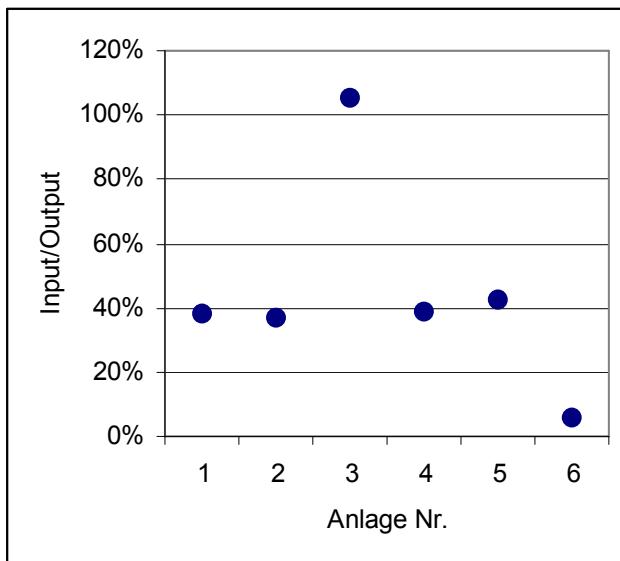


Abbildung 25: Verhältnis zwischen Input der Kategorie 1 und Schmierstoffoutput bei Aufbereitungsanlagen

4.5 Vergleich und Gesamtbewertung

Zum Vergleich des Rückrechnungsmodells mit den direkt erhobenen Daten der Betreiberabfrage werden im folgenden Kapitel beide Quellen parallel dargestellt und diskutiert. Die gelb markierten Spalten der Tabellen stellen den bisherigen Status Quo des Rückrechnungsmodells für 2003 dar. Die blau markierten Spalten der Tabellen basieren auf der Primärerhebung bzw. den aktuell bestimmten Altöl-Rücklaufquoten.

Modul 1: Altöl-Potenzial

Die folgende Tabelle stellt die aktualisierten Rücklaufquoten den bisherigen gegenüber.

Tabelle 28: Altöl-Potenzial 2003 anhand bisheriger und aktualisierter Rücklaufquoten

| Schmierstoffsorten | A1: Schmier- stoffabsatz- (t) | Aktualisierung 2004 | | Bisherige Datengrundlage | |
|-----------------------|--|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | a1: Rücklauf- quote | A2: Altöl- Potenzial (t) | Rücklauf- quote | Altöl- Potenzial (t) |
| Motorenöle | 343.909 | 59% | 204.523 | 52% | 178.833 |
| Hydrauliköle | 135.478 | 75% | 101.609 | 77% | 104.318 |
| Getriebeöle | 89.144 | 64% | 57.052 | 66% | 58.835 |
| Metallbearbeitungsöle | 87.379 | 45% | 39.321 | 47% | 41.068 |
| Basisöle | 73.096 | 50% | 36.548 | 50% | 36.548 |
| Maschinenöle | 31.442 | 40% | 12.577 | 48% | 15.092 |
| Kompressorenöle | 11.598 | 50% | 5.799 | 48% | 5.567 |
| Elektroisolieröle | 9.108 | 90% | 8.197 | 80% | 7.286 |
| Turbinenöle | 2.292 | 70% | 1.604 | 70% | 1.604 |
| Gesamt | 783.446 | | 467.229 | | 449.152 |

Durch die Neuberechnung der Altölrücklaufquoten ergibt sich für 2003 damit ein um ca. 18.000 t höheres Altöl-Potenzial als anhand der bislang verwendeten Rücklaufquoten.

Die aufgeführten gegenläufigen Tendenzen (z.B. Verringerung des Inlandsabsatzes vs. Verringerung von spezifischem Ölverbrauch bzw. Ölverlusten siehe Kapitel 4.2) führten dazu, dass über das bisherige Rückrechnungsmodell die Erwartungsmengen relativ zutreffend bestimmt wurden.

Modul 2: Verwertung meldepflichtige Produkte

Die Firmenmeldungen aus der Direktbefragung enthalten ca. 39.500 t weniger hergestellte Mineralölprodukte als in der BAFA Statistik⁴⁰ angegeben. Als Gründe hierfür sind zu nennen, dass in den im Rahmen der Studie erhobenen Mengen keine Additive und vor allem keine Zukäufe enthalten sind. Die Mengenverschiebung zwischen den verschiedenen Mineralölprodukten ergibt sich teilweise daraus, dass einzelne Produkte auch wenn sie theoretisch schon marktgängig wären, noch zu anderen Produkten weiterverarbeitet werden. Letzteres wird an die BAFA gemeldet, während die oben präsentierten Anlagendaten (zum Teil) die Erstproduktion von Mineralölprodukten vor der weiteren Verarbeitung enthalten⁴¹.

Tabelle 29: Produktmengen basierend auf der BAFA-Statistik sowie Ergebnisse der Betreiberabfrage (Bezugsjahr 2003)

| B1: Produktmengen VmP | BAFA (t) | Betreiber (t) |
|------------------------------|----------|---------------|
| + Mitteldestillatkomponenten | 31.437 | 35.592 |
| + Heizöl, schwer | 154.133 | 150.487 |
| + HS-Komponenten | 67.617 | 39.345 |
| + Schmierstoffe | 101.622 | 89.930 |
| = Gesamt | 354.809 | 315.354 |

Rückrechnung Output → Input

Im Rückrechnungsmodell werden pauschal Additivmengen von der Menge der gemeldeten Produkte abgezogen. Unter Berücksichtigung der Werte aus der Betreiberabfrage, die eine Korrektur um 12.000 t nahe legen, und der bislang angesetzten Korrekturmenge von 20.000 t erfolgt für 2003 eine konservative Korrektur um 15.000 t.

Anschließend wird ein Ausbeutefaktor von 90% im Rückrechnungsmodell und 88,6% bei den Betreiberangaben⁴² angewandt. Hieraus ergibt sich im Rückrechnungsmodell eine Inputmenge von ca. 378.000 t.

⁴⁰ Anzumerken ist hier, dass die BAFA-Statistik ebenfalls auf Betreiberangaben beruht.

⁴¹ Eine weitergehende Klärung der Differenzen auf einzelbetrieblicher Ebene konnte im Rahmen dieser Studie nicht vorgenommen werden.

⁴² Basierend auf den konkreten Angaben aus der Betreiberabfrage für 2003.

Tabelle 30: Altöl-Input in die Aufbereitung/Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (Bezugsjahr 2003)

| B2: Berechneter Input VmP Gesamt | Rückrechnungsmodell (t) | Betreiber (t) |
|---|-------------------------|----------------|
| Produkte (Output minus Additivmenge) | 339.809 t | 315.354 |
| Altöleinsatz in Anlagen (nach Anwendung des Ausbeutefaktors) | 377.566 t | 355.931 |

Die Betreiberangaben zum Altöleinsatz lagen 22.000 t, entsprechend ca. 6 %, unter dem Wert des Rückrechnungsmodells. Dabei muss zusätzlich beachtet werden, dass von den Anlagen auch andere ölhaltige Abfälle als die Altölsorten der Kategorien 1 bis 4 angenommen wurden (~5.000 t; Betreiberangaben). Diese Differenzierung kann über das Rückrechnungsmodell nicht abgebildet werden. Dies berücksichtigend zeigt sich im Ergebnis eine gute Abbildung der realen Inputwerte über das Rückrechnungsmodell.

Als Ergebnis eines Gesprächs zwischen BAFA, BVA und MRD am 1.2.2005 wurde unter anderem vereinbart, dass eine Klarstellung erfolgen soll, nach der „Schmierstoffe“ als Output der Aufbereitung die additivfreien Grundöle aus der Zweitaffination ohne Zukäufe umfassen sollen. Außerdem will sich der BVA um eine gemeinsame praxisorientierte Definition von „Basisöl aus der Zweitaffination“ innerhalb des Verbandes bemühen.

Modul 3: Im- und Export

In den folgenden Tabellen werden die Import- und Exportmengen nach behördlicher Statistik und Angaben der Aufbereiter und Verwerter mit meldepflichtigen Produkten sowie Korrekturfaktoren gegenüber gestellt.

Tabelle 31: Import/Exportmengen und Feuchte-Korrektur (Bezugsjahr 2003)

| Schritt C1: Altöl- Import/Export | Rückrechnungsmodell (t) | Betreiber (t) |
|--|----------------------------|---------------|
| Import von Altölen in R9-Verfahren | 45.662 | 56.407 |
| Export von Altölen in R1, R3 und R9-Verfahren ⁴³ | 549 | k.A. |
| Schritt c1: Feuchtekorrektur Feuchte-Faktor | 7% | 4,80% |
| Schritt C2: Import in R9 (trocken) | 39.676 | 53.699 |
| Export in R1, R3, R9 (trocken) | 511 | k.A. |

Beim Vergleich der Importmengen nach UBA und den Firmenangaben ergibt sich eine Differenz von ~ 14.000 t.

Der durchschnittliche Wassergehalt der importierten Altölmengen liegt nach Betreibergaben bei ~5 % und damit um 2% niedriger, als im Rückrechnungsmodell angenommen. Die sich hierdurch ergebende Mengendifferenz im Rückrechnungsmodell (~1.000 t) ist in der Gesamtrechnung allerdings von geringer Relevanz.

Modul 4: Differenzrechnungen VmP/VoP

Wie in Tabelle 32 dargestellt ergeben sich entsprechend für die Betreiberangaben ~36.000 t weniger inländisches Altöl zum Einsatz in die Aufbereitung und Verwertung mit meldepflichtigen Produkten, als im bisherigen Rückrechnungsmodell. Hiervon resultieren ca. 14.000 t aus den nicht vollständig aufklärbaren unterschiedlichen Angaben zu Importmengen (s.o.).

⁴³ R 1 Hauptverwendung als Brennstoff oder andere Mittel der Energieerzeugung,
R 3 Verwertung/Rückgewinnung organischer Stoffe, die nicht als Lösemittel verwendet werden (einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren),
R 9 Ölraffination oder andere Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl, siehe Anhang II B KrW/AbfG

Tabelle 32: Input VmP Inland - inländischer Altöl-Einsatz in Anlagen mit meldepflichtigen Produkten⁴⁴ (Bezugsjahr 2003)

| Schritt D1: Input VmP Inland | | Einsatzmengen | UBA (t) | Betreiber (t) |
|---|--|----------------------|----------------|----------------------|
| + B2: Input VmP gesamt (Altöleinsatz) | | | 377.566 | 355.931 |
| - C2: Importe in R9 (trocken) | | | 39.676 | 53.699 |
| = D1: Input VmP Inland (Einsatz aus Anfall im Inland) | | | 337.890 | 302.232 |

Durch Differenzbildung wird im Rückrechnungsmodell der Altöleinsatz in Verwertungsanlagen ohne meldepflichtige Produkte bestimmt.

Tabelle 33: Differenzrechnung Input VoP Inland - inländischer Altöl-Einsatz in Anlagen ohne meldepflichtige Produkte (Bezugsjahr 2003)

| Schritt D2: Input VoP Inland | | Anfall- und Einsatzmengen | Rückrechnungsmodell (t) | Betreiber (t) |
|--|--|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| + A2: Altölpotential-Inland | | | 467.229 | 467.229 |
| Einsatz in die Verwertung mit meldepflichtigen Produkten | | | | |
| - D1 Input VmP Inland | | | 337.890 | 302.232 |
| - C2 Export von Altölen in R1, R3 und R9-Verfahren (trocken) | | | 511 | 511 |
| = D2: Input VoP Inland | | | 128.828 | 164.486 |

Berechnet man den Altöleinsatz in Verwertungsanlagen ohne meldepflichtige Produkte wie dargestellt über Differenzbildung, so ergeben sich aus den Betreiberangaben 36.000 t mehr Altöleinsatz in die sonstige Verwertung, als nach dem Rückrechenmodell angenommen. Dies entspricht ca. 8% des Altölpotenzials.

Diese Differenz resultiert zu wesentlichen Teilen auch aus ungeklärten Differenzen bei den Importmengen (~14.000 t), aus Unterschieden bei den Einsatzmengen in die Anlagen zur Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (VmP) (~22.000 t).

Bei der Direktabfrage der Verwertung in sonstigen Anlagen (siehe Kapitel 4.4.3) ergaben sich Einsatzmengen von 81.000 t Altöl entsprechend AltölV plus 64.000 t ölhaltiger Abfälle, deren Zusammensetzungen denen der Altöle ähnelten.

Auf der Grundlage der vorliegenden Daten aus der Direktabfrage kann daher lediglich der Verbleib von ca. 21.000 -22.500 t Altöl bzw. ölhaltiger Abfälle nicht geklärt werden (entsprechend 4% des Altöl-Potenzials)⁴⁵.

⁴⁴ Aufbereitung und Verwertung mit meldepflichtigen Produkten

⁴⁵ Bei dieser Betrachtung muss berücksichtigt werden, dass die Bestimmung auf der Grundlage des mittleren Altöl-Potenzials erfolgt und davon ausgegangen wird, dass die wesentlichen Entsorgungswege von ölhaltigen Abfällen, die den Altölen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich sind, aber nicht Altöle nach AltölV sind, erfasst worden sind.

Größere Unschärfen liegen vor, wenn die Altölströme differenziert nach Sammelkategorien betrachtet werden. In Abhängigkeit von der Einschätzung des Kategorie I – Potenzials (vgl. Kapitel 4.3.1) und den Import-Export Mengen (vgl. u. a. Tab. 31) ergeben sich hier für das Jahr 2003 Anteile der Sammelkategorie 1, deren Verbleib auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht weiter geklärt werden kann, zwischen 15 %⁴⁶ und 26%⁴⁷ (bzw. zwischen 57.000 t und 111.000 t).

Die geringere Differenz bei der im vorhergehenden Absatz dargestellten Gesamt-mengen-Betrachtung legt die Vermutung nahe, dass zumindest ein Teil dieser nicht klärbaren Kategorie-1-Altöle in den sonstigen Altölen oder sonstigen ölhaltigen Abfäl-len enthalten ist.

Ungeachtet der dargestellten Optimierungspotenziale geht das mittels der bestehen-den Rückrechnungsmethodik ermittelte Stoffstrommodell für die deutsche Altölent-sorgung in vielen Bereichen (unter anderem hinsichtlich der Belastbarkeit der Aussa-gen zu den Stoffströmen und der Genauigkeit der Aussagen) substanzial deutlich über das hinaus, was im Bereich anderer Abfallströme verfügbar ist. Dies gilt nach dem Kenntnisstand der Gutachter auch und insbesondere im europäischen Kontext⁴⁸.

⁴⁶ Minimales Kategorie I–Potenzials und Importmengen nach UBA

⁴⁷ Maximales Kategorie I Potenzial und Importmengen nach Betreiberangaben

⁴⁸ So zeigten u.a. die Recherchen der Gutachter zu dem Abfallprojekt „Definition of waste recovery and disposal operations-Part B“ für die EU-Kommission für einige ausgewählter Abfallströme deutlich Datenlücken sowohl auf gesamteuropäischer Ebene, als auch auf der Ebene einzelner Mitglied-staaten

4.6 Aktualisiertes Rückrechnungsmodell am Beispiel des Jahres 2004

Auf den folgenden Seiten wird das Rückrechnungsmodell in seiner aktualisierten Form (ergänzt durch einige Hinweise) mit exemplarischen Werten für das Jahr 2004 zusammenfassend dargestellt.

Modul 1: Altöl-Potenzial

Schritt A1: Schmierstoffabsatz-Inland

| Schmierstoffarten | Mineralölprodukte [t] |
|--|-----------------------|
| + Motorenöle | 330.468 |
| + Kompressorenöle | 12.260 |
| + Turbinenöle | 3.599 |
| + Getriebeöle | 94.885 |
| + Hydrauliköle | 150.829 |
| + Elektroisolieröle | 6.603 |
| + Maschinenöle | 30.739 |
| + Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 50.762 |
| + Prozessöle | 150.666 |
| + Metallbearbeitungsöle (incl. Korr.schutzöle) | 83.318 |
| + Schmierfette | 31.142 |
| + Basisöle | 55.777 |
| + Extrakte aus der Schmierölraff. | 38.632 |
| = Schmierstoffabsatz, gesamt (im Inland) | 1.039.680 |

Schmierstoffabsatz laut BAFA
(inkl. Korrosionsschutzöle)

Aktualisierte Rücklaufquoten
(Dargestellt sind die gerundeten Werte)

Schritt a1: Rücklaufquoten

| Schmierstoffarten | Rücklaufquoten [% vom Inlandsabsatz] |
|--|--------------------------------------|
| Motorenöle | 59% |
| Kompressorenöle | 50% |
| Turbinenöle | 70% |
| Getriebeöle | 64% |
| Hydrauliköle | 75% |
| Elektroisolieröle | 90% |
| Maschinenöle | 40% |
| Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 0% |
| Prozessöle | 0% |
| Metallbearbeitungsöle (incl. Korr.schutzöle) | 45% |
| Schmierfette | 0% |
| Basisöle | 50% |
| Extrakte aus der Schmierölraff. | 0% |

Schritt A2: Altöl-Potenzial-Inland

| Schmierstoffarten | Erwartungsmengen [t] |
|--|----------------------|
| + Motorenöle | 196.529 |
| + Kompressorenöle | 6.130 |
| + Turbinenöle | 2.519 |
| + Getriebeöle | 60.726 |
| + Hydrauliköle | 113.122 |
| + Elektroisolieröle | 5.943 |
| + Maschinenöle | 12.296 |
| + Andere Industrieöle nicht zum Schmieren | 0 |
| + Prozessöle | 0 |
| + Metallbearbeitungsöle (incl. Korr.schutzöle) | 37.493 |
| + Schmierfette | 0 |
| + Basisöle | 27.889 |
| + Extrakte aus der Schmierölraff. | 0 |
| = Alt-Schmierstoffanfall (im Inland) | 462.647 |

Aktualisiertes Altölpotenzial
(Berechnung mit ungerundeten
Werten)

Modul 2: Verwertung zu meldepflichtigen Produkten

Schritt B1: Produktmengen der Verwertung zu meldepflichtigen Produkten

| Mineralölprodukte | Menge [t] |
|------------------------------|-------------|
| + Heizöl, leicht | 0 |
| + Mitteldestillatkomponenten | 35.277 |
| + Heizöl, schwer | 120.978 |
| + HS-Komponenten | 68.564 |
| + Schmierstoffe | 109.198 |
| = Gesamt | 334.017 |

Mineralölprodukte laut BAFA

Additiv-Korrektur zukünftig nicht mehr notwendig, wenn Angaben additivfrei erfolgen

Schritt b1: Ausbeutekorrektur

| Korrektur-Art | Wert |
|---|--------|
| Additiv-Korrektur (t) | 15.000 |
| Ausbeutefaktor der Aufarbeitung (in Summe gemittelt über alle Produktgruppen) (%) | 90 |

Schritt B2: Altöl-Input in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten

| Berechneter Input | Menge [t] |
|--|-----------|
| Altöleinsatz (nach Anwendung der Korrekturfaktoren) | 354.463 |

Ausbeutefaktor durch Primärerhebung bestätigt

Modul 3: Import/Export

Schritt C1: Altöl-Import/Export (feucht)

| Im-/Exporte | Menge [t] |
|---|-------------|
| Import von Altölen in R9-Verfahren | 44.909 |
| Export von Altölen in R1, R3 und R9-Verfahren | 601 |

Import-/Exportmengen laut Koordinationsstelle des Umweltbundesamtes

Schritt c1: Feuchtekorrektur

| Korrektur-Art | Wassergehalt |
|--|--------------|
| Feuchte-Faktor (aller grenzüberschreitend verbrachten Altölmengen) | 7% |

Schritt C2: Altöl-Import/Export (trocken)

| Erwartungsmengen | Menge [t] |
|--|-----------|
| Importe in R9 Verfahren (trocken) | 41.765 |
| Exporte in R1, R3 und R9 Verfahren (trocken) | 559 |

Größenordnungsmäßig bestätigt durch Primärerhebung

Modul 4: Differenzrechnung VmP/VoP

Schritt D1: Altöl- Einsatz (inländisch) in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten (VmP)

| | Einsatzmengen | Menge [t] |
|---|--|-----------|
| + | Altöleinsatz | 354.463 |
| - | Altöl-Importe in R9-Verfahren | 41.765 |
| = | Einsatz in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten | 312.698 |

Schritt D2: Altöleinsatz (inländisch) in Verwertungsanalagen ohne meldepflichtige Produkte (VoP)

| | Anfall- und Einsatzmengen | Menge [t] |
|---|---|-----------|
| + | Altöl-Potential | 462.647 |
| - | Einsatz in Verwertungsanlagen mit meldepflichtigen Produkten | 312.698 |
| - | Altöl-Exporte in R1, R3 und R9-Verfahren | 559 |
| = | Einsatz in Verwertungsanlagen ohne meldepflichtigen Produkten | 149.390 |

5 Marktanalyse

Im Rahmen der Marktanalyse wurden ökonomische Grundparameter des deutschen Altölverwertungsmarktes wie Angebot, Nachfrage und Preise bzw. Preisdifferenzen betrachtet. Zielsetzung war es dabei zu analysieren, wie sich die wechselnden Marktbedingungen auf die Altöl-Stoffströme zur und in der Verwertung auswirken und ob die gegebenen Rahmenbedingungen für eine langfristig gesicherte Altölentsorgung ausreichen.

Als Ergebnis der Diskussion im Rahmen des Altölfachgesprächs am 16.3.05 wurde vereinbart, die Betrachtung von Preisen/Kosten sowie Stoffstrom- und Produktveränderungen auf den Zeitraum der Jahre 2000 bis 2004 zu beziehen.

5.1 Angebotsseite

5.1.1 Altöl-Preise

In Bezug auf die Entwicklung der Altölpreise werden von den Marktteilnehmern unterschiedliche Trends in verschiedenen Marktsegmenten beschrieben, die im folgenden Kapitel differenziert nach Annahmepreisen Zweitaffinerien und energetische Verwertung dargestellt werden.

In den Jahren von 2000 bis 2004 weist der Annahmepreis von Altöl bei Zweitaffinerien eine kontinuierliche Steigerung auf (siehe folgende Abbildung). Die dargestellten Werte beruhen auf Angaben des bvse. Es handelt sich dabei um Einzelpreise von Zweitaffinerien. Auf das Jahr 2000 indizierte Angaben des BVA zu den Altölannahmepreisen von Zweitaffinerien verdeutlichen, dass zumindest die aufgezeigte Preisentwicklung im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2004 aus Sicht des BVA geteilt wird.

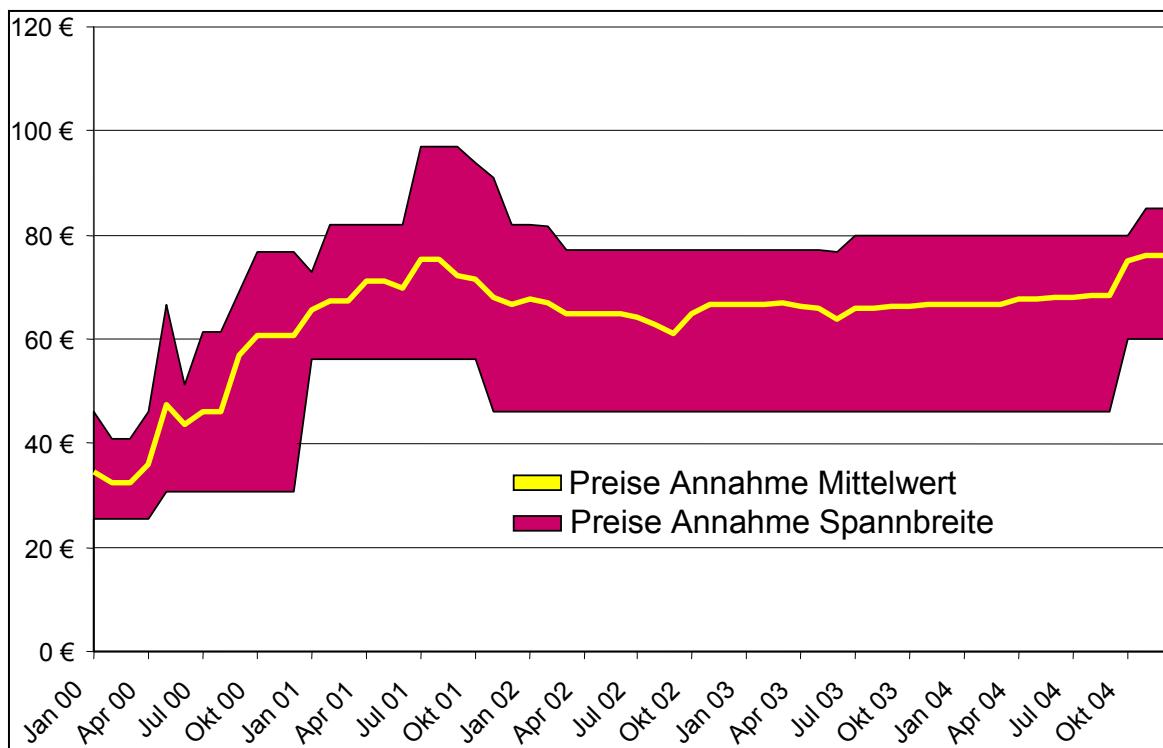


Abbildung 26: Spannbreiten und arithmetisches Mittel von Annahmepreisen für Kat 1 Altöl verschiedener Zweitraffinerien (€/t) [bvse pers. com.]

Es zeigt sich, dass der einfache arithmetische Mittelwert der Annahmepreise im Beobachtungszeitraum 2000 bis 2004 um ca. 120% anstieg.

Der Preis von Altöl zur Verwertung in Anlagen ohne meldepflichtige Produkte differiert hiervon deutlich. Für den mengenrelevantesten Bereich zur energetischen Verwertung von Altöl – der Zementindustrie – haben die Preise ausgehend von einem ähnlichen Niveau in 2000 keine vergleichbare Aufwärtsentwicklung genommen und liegen inzwischen deutlich (z.B. um den Faktor 2 Ende 2004) unter den von den Zweitraffinerien gezahlten Preisen (siehe folgende Abbildung).

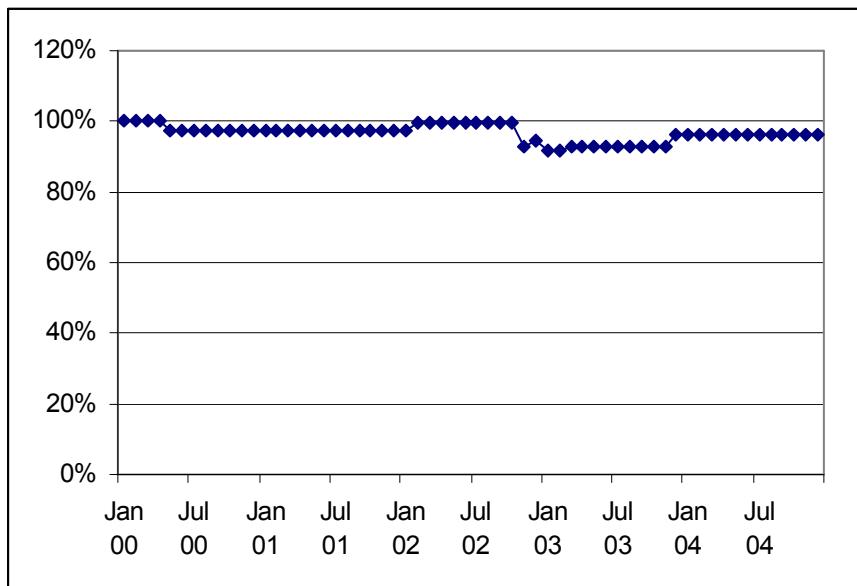


Abbildung 27: Entwicklung der Altöl-Annahmepreise bei drei Zementwerken (2000 = 100%)

Zwischen den beiden Teilmärkten, Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (VmP) und der energetischen Verwertung in der Zementindustrie (VoP), ist eine Entkopplung des Altölannahmepreises festzustellen. Die aufgetretene Preis-Schere ist nach Auffassung der Marktteilnehmer mit einer eingetretenen Qualitätsdifferenzierung erklärbar [Altöl-Fachgespräch August 2005].

Für Altöl-Lieferungen in die Kalkindustrie (VoP) wird ein im Vergleich zu den Zementwerken deutlich höheres Preisniveau berichtet, das großenordnungsmäßig das Niveau der dargestellten Annahmepreise bei den Sekundärraffinerien erreicht. Auch dies lässt sich nach Auffassung der Markakteure mit entsprechend höheren Qualitätsanforderungen begründen [Altöl-Fachgespräch August 2005].

5.1.2 Angebotsmengen

Im Rahmen der Zielsetzung dieser Untersuchung wurde unter anderem auch der Frage nachgegangen, in welcher Art diese Preisentwicklung durch Impulse auf Angebots- und Nachfrageseite beeinflusst wurde, um dann ggf. Elemente der wirkenden Mechanismen abzuleiten.

Der Anfall von Altölen wurde im Rahmen der Mengenstromanalyse im Teil 1 des vorliegenden Gutachtens ausführlich betrachtet (siehe Kapitel 4).

Im Zeitraum von 2000 bis 2004 hat sich der Inlandsabsatz von sammelbarem Schmierstoff um ca. 85.000 t (~10%) verringert [BAFA]. Im gleichen Zeitraum verringerte sich das Altöl-Potenzial lediglich um ~8% entsprechend ca. 42.000 t⁴⁹.

Tabelle 34: Entwicklung des Altöl-Potenzials 2000 bis 2004 (interpoliert zwischen 1995 und 2004)

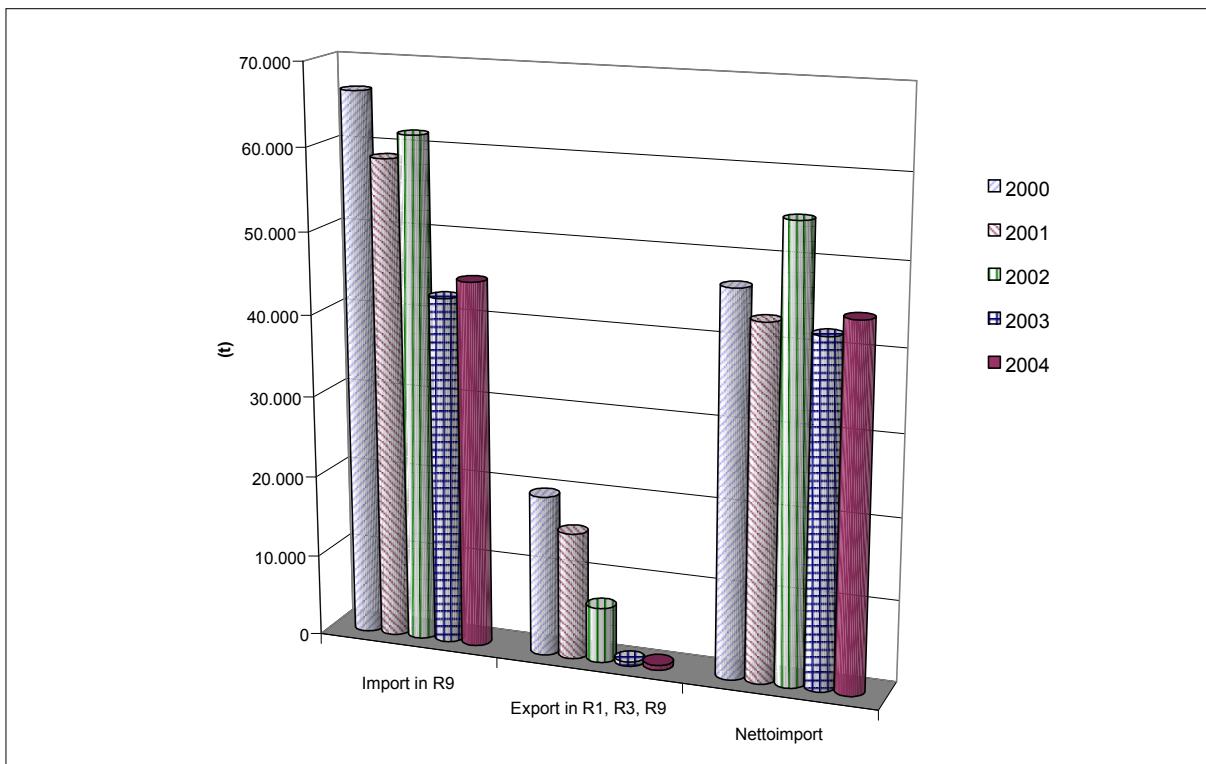
| Inlandsabsatz (BAFA) | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Insgesamt | 853.491 | 788.524 | 809.918 | 783.446 | 768.478 |
| Rücklaufmengen (UBA, ÖKOPOL; Werte für 2000, 2001 und 2002 über Interpolation) | | | | | |
| Insgesamt | 504.799 | 473.177 | 485.230 | 467.229 | 462.647 |

Über den betrachteten Zeitraum weist die „Altöl-Angebotsseite“ dennoch einen erkennbaren Rückgang auf.

Für die Betrachtung der inländisch angebotenen Altölmengen sind zusätzlich Import und Export zu berücksichtigen.

Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2004 zeigen die Daten der Koordinierungsstelle des UBA ein Bild zurückgehender Altöl-Exportmengen und insgesamt über den Betrachtungszeitraum zurückgehende Importmengen. Bei letzterem ist allerdings das uneinheitliche Bild zu beachten. Bezogen auf die Netto-Importmengen ergibt sich eine annähernd konstante Situation (siehe auch folgende Abbildung).

⁴⁹ Datenbasis UBA 1996 und eigene Berechnung der Rücklaufquoten



| Jahr | Import von Altölen nach AltölIV in R9 (feucht) | Export von Altölen nach AltölIV in R1, R3, R9 ⁵⁰ (feucht) | Nettoimport (feucht) |
|------|--|--|----------------------|
| 2000 | 66.497 | 19.737 | 46.760 |
| 2001 | 58.735 | 15.574 | 43.161 |
| 2002 | 61.698 | 6.777 | 54.921 |
| 2003 | 42.662 | 549 | 42.113 |
| 2004 | 44.909 | 601 | 44.308 |

Abbildung 28: Import und Export von Altölen nach AltölIV in definierte Verwertungsverfahren (Datenbasis: UBA)

Der Nettoimport liegt großenordnungsmäßig bei ca. 10% des Altöl-Potenzials in Deutschland.

Ein Ausgleich des sinkenden inländischen Altöl-Potenzials (-42.000 t im Betrachtungszeitraum; siehe Kapitel 4.2) erfolgt also nicht durch eine Erhöhung der Importe.

⁵⁰ R 1 Hauptverwendung als Brennstoff oder andere Mittel der Energieerzeugung,
R 3 Verwertung/Rückgewinnung organischer Stoffe, die nicht als Lösemittel verwendet werden (einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren),
R 9 Ölraffination oder andere Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl, siehe Anhang II B KrW/AbfG.

Auch ein denkbare Ansteigen der Importmengen in Anlagen zur Ölraffination oder anderer Wiederverwendungsmöglichkeiten für Öl (R9) parallel zur Entwicklung der Basisölkapazitäten ist im Untersuchungszeitraum nicht feststellbar (zu den Basisölkapazitäten der Verwertungsanlagen siehe unten Kapitel 5.2.2).

Die **Sammlung** des Altöls erfolgt entweder durch „freie“ Sammler oder durch Sammler, die einem Unternehmen zur weiteren Behandlung oder Verwertung zugehörig sind. Teilweise bedienen sich große Sammelunternehmen auch kleiner „unabhängiger“ Sammler zur Akquisition der Altölmengen.

In diesem Marktsegment ist die Zuordnung der „Sammler“ zur Nachfrage oder Angebotsseite nicht trennscharf möglich. Tendenziell wären die kleineren bzw. unabhängigen Sammler eher der Angebotsseite zuzuordnen und die Sammler, die an bestimmte Verwerter gebunden sind, der Nachfrageseite.

Altöl-Sammelbetriebe haben in der weit überwiegenden Zahl der Fälle einen festen Sammelkreis (Gebiet oder Kundenkreis). Für einen Teil des gesammelten Altöls bestehen zudem feste Lieferverträge mit Laufzeiten i.d.R. unter einem Jahr. Für einen weiteren Teil gibt es durch Zugehörigkeit der Sammler zu Zweitraffinerien prioritäre Verbleibswege, die jedoch bei entsprechenden z.B. ökonomischen Zwängen variiert werden können. Der verbleibende Teil wird quasi auf einem „Spotmarkt“ gehandelt.

Der Markt für Altöl ist also in diesem Bereich durch vergleichsweise stabile Marktbeziehungen (Kundenkreis, Sammelkreis) und durch flexible Absatzentscheidungen mit kurzfristigen Vertragsbindungen geprägt.

5.2 Nachfrageseite

Impulse auf der Altöl-Nachfrageseite ergeben sich üblicherweise einerseits durch Kapazitätsentwicklungen (langfristige Investitionsentscheidungen) bei den verschiedenen Verwertungsanlagen und andererseits durch die kurz- bzw. mittelfristigen Entscheidungen über die jeweils präferierten Einsatzstoffe.

5.2.1 Nachfrageimpulse VoP

Neben den Verwertern mit meldepflichtigen Produkten wird Altöl rohstofflich verwertet oder in verschiedenen Industriebranchen in einer Vielzahl von Anlagen als Energieträger eingesetzt. Die größten Mengenströme gingen im Jahr 2003 in die

Zement- und Kalkbranche (siehe Primärerhebung Kapitel 4 Stoffstromanalyse). Nachfrageimpulse können jedoch auch aus den Branchen entstehen, in denen Altöl zurzeit nur in relativ geringen Mengen eingesetzt wird oder solchen, in denen es potenziell eingesetzt werden kann. Hier sind vor allem Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie sowie die Metall erzeugende und verarbeitende Industrie zu nennen.

Bei den Gesamt-Produktionskapazitäten sowie den Anlagenauslastungen der Branchen, in denen Altöl energetisch verwertet wird oder werden kann, waren im Beobachtungszeitraum keine wesentlichen Zuwächse zu verzeichnen bzw. teilweise rückläufige Entwicklungen festzustellen.

Allerdings liegt der Bedarf an Energieträgern in den relevanten Branchen wesentlich höher, als die gesamten Altöl-Erwartungsmengen⁵¹. Der Altöleinsatz wird hier somit ausschließlich durch die Entscheidung zur Einsatzstoffauswahl beeinflusst.

In der ökonomischen Theorie wird bei Einsatzentscheidungen für Sekundärrohstoffe versucht, den jeweils (spezifisch) teuersten Einsatzstoff durch möglichst niedrigpreisige Stoffe zu substituieren. Dieses Bestreben wird neben Fragen der sicheren Verfügbarkeit über definierte Zeiträume (Liefer- und Versorgungssicherheit) in der Praxis durch technologische Abhängigkeiten und genehmigungsrechtliche Auflagen begrenzt. Bezüglich dieser Begrenzungen sind drei Ebenen zu unterscheiden:

- kurzfristige Flexibilität (Veränderungen des Einsatzes im Rahmen bestehender Technik und rechtlicher Rahmenbedingungen)
- mittelfristige Flexibilität (Änderungen von Technik und rechtlichen Bedingungen wie z.B. Anlagengenehmigung) sowie
- langfristige Flexibilität (z.B. innerhalb verfahrenstechnischer prinzipieller Grenzen).

Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist ein Nachfragepotenzial solange vorhanden (innerhalb der dargestellten Begrenzungen), wie die Kosten des Energiebeitrags des Substituts (hier also des Altöls) geringer sind, als die Kosten durch den Originalenergiträger (wie z.B. primäre Heizöle oder Kohlen). Der sich aus der Nachfrage nach dem Substitut ergebende rückwirkende Impuls auf den Preis des Substituts wird dabei unter anderem auch durch die Verfügbarkeit bzw. Begrenztheit des Substituts

⁵¹ Allein der Einsatz von festen Sekundärennergieträgern wird für das Jahr 2005 mit 2,5 Millionen t Öläquivalenten abgeschätzt. Dabei kann grob von einer Drittteilung der Nutzungen in den Bereichen Zementindustrie, Kraftwerke und Spezialverbrennungsanlagen ausgegangen werden [SRF (CEN) CEN/BT/TF 118] [BDE pers.com. Juni 2005].

(Altölangebot) bestimmt. Ist ein Rohstoff knapp, wie dies beim Altöl der Fall ist, bei dem die Verwertungskapazitäten das Angebot bei weitem überschreiten, kann eine gesteigerte Nachfrage eine größere Preissteigerung auslösen, als bei einem weniger knappen Rohstoff⁵².

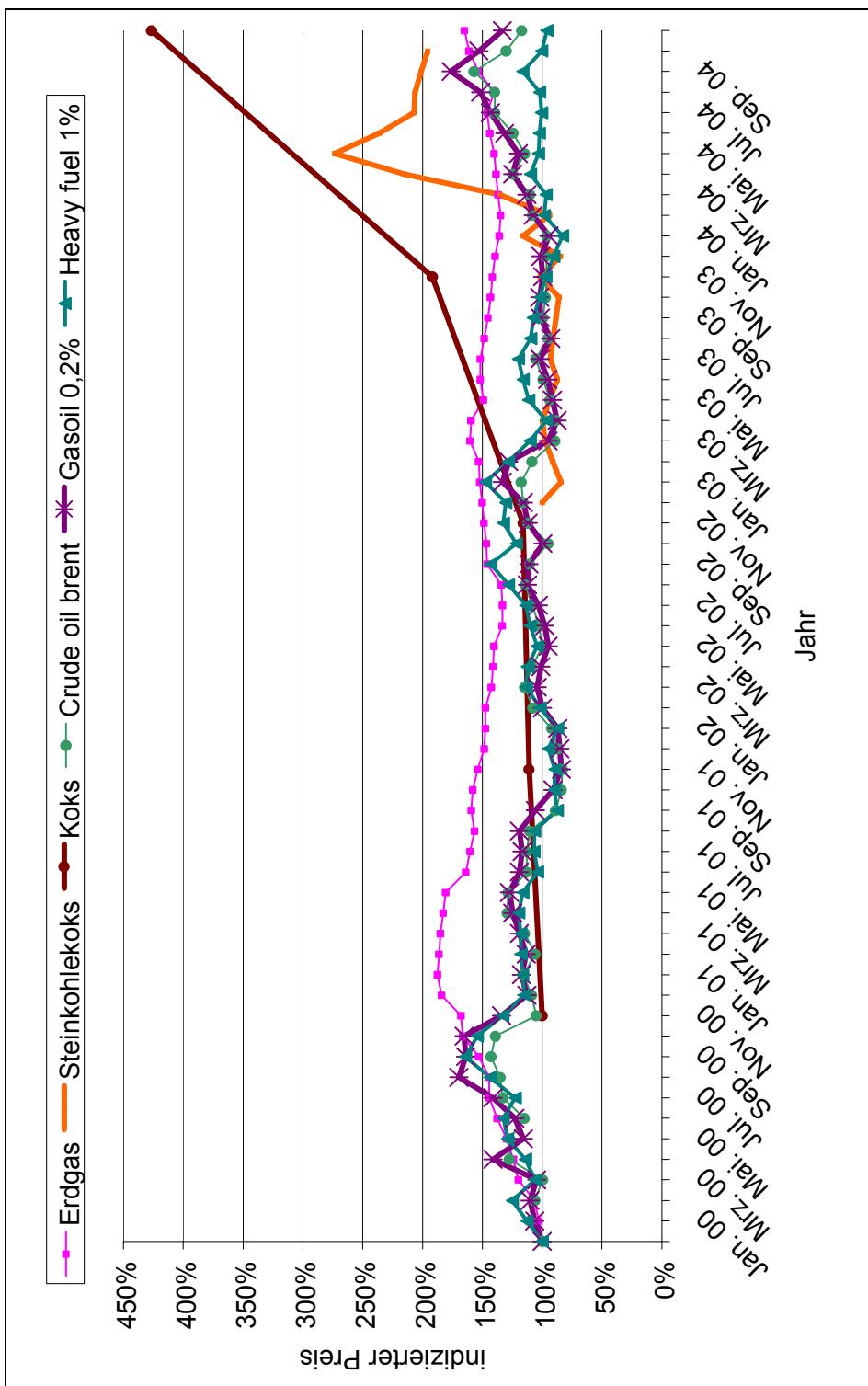
5.2.1.1 Substituierbare Primärenergieträger

Die wesentlichen in den genannten Branchen eingesetzten **primären** Energieträger, die im Rahmen der Marktanalyse als potenzielle Kandidaten einer Substitution durch Altöl betrachtet wurden sind Kohle, Koks, Kokskohle, Rohöl, Erdgas, Heizöl leicht, Heizöl schwer und Gasöl.

Die folgende Abbildung stellt die Entwicklung der Preise von Primärenergieträgern als Indexpreisentwicklung dar.

Im Rahmen der Analyse ist zu berücksichtigen, dass die Kosten des Energiebeitrags sich aus einer Vielzahl von Einflussfaktoren zusammensetzen, wie z.B. Rohstoffpreise, Aufbereitungskosten für Rohstoffe, Logistik- und Infrastruktursturkosten. Die hier vorgenommene Analyse basiert vor allem auf einem Vergleich über die Veränderungen der Preise mit Fokus auf die Rohstoffseite.

⁵² Dies gilt selbstverständlich für den Gesamtmarkt, also auch für die Nachfrage durch Verwerter mit meldepflichtigen Produkten.

**Abbildung 29: Exemplarische Preisentwicklung primärer Energieträger (2000 = 100%)****Anmerkungen:**

- Alle Preise sind ohne etwaige Steuern dargestellt.
- Erdgas, Steinkohle: Grenzübergangspreise;
- „Thermal coal“ = Kohle zum Einsatz in Stahlwerken;
- Koks: Nationale Angaben zu den Kokspreisen für die relevanten Branchen sind nicht verfügbar. Betriebsbezogene Quellen für Kokspreise außerhalb der Stahlindustrie bestätigen die dargestellte Entwicklung jedoch.

Die Analyse zeigt, dass die Indexpreisentwicklung der durch Altöl potenziell substituierbaren primären Energieträger auf gleich bleibendem Niveau verläuft. Dies deckt sich mit der festgestellten stabilen Preisentwicklung bei den Altölannahmepreisen von Zementwerken (vgl. Kapitel 5.1.1).

Eine Ausnahme bildet hier die Entwicklung der Preise für Koks, der vor allem für die Kalkindustrie einen wichtigen Energieträger darstellte.

5.2.1.2 Sekundäre Energieträger

Bei der Wahl der Energieträger verfügen **Zementwerke** über einen vergleichsweise breiten Entscheidungsspielraum. Typische technologische Grenzen sind hier z.B. die Förderfähigkeit der Energieträger, das Flammbild oder das NO_x-Bildungspotenzial.

Genehmigungsrechtlich bestehen zumindest mittelfristig relativ wenige Grenzen bei den potenziellen Substitutionsalternativen von und für Altöl.

Es besteht ein breites Angebot sekundärer Energieträger. Die folgende Tabelle beschreibt die Bandbreite tatsächlich eingesetzter Sekundärbrennstoffe in Zementwerken.

Tabelle 35: Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie (Beispiele)

| Feste Sekundärbrennstoffe | Flüssige Sekundärbrennstoffe | Gasförmige Sekundärbrennstoffe |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Papierabfälle | Teer | Deponegas |
| Textilien | Säureharz | Pyrolysegas |
| Teppichabfälle | Altöl | |
| Kunststoffabfälle | Petrochemische Abfälle | |
| Gummiabfälle | Lackrückstände | |
| Altreifen | Chemieabfälle | |
| Bleicherde | Lösungsmittelabfälle | |
| Holzabfälle | Destillationsrückstände | |
| Aufbereitete Siedlungsabfälle | Wachssuspensionen | |
| Klärschlamm | Asphaltschlamm | |
| Tiermehl | Ölschlamm | |

[HTC, 2002]

Für das Jahr 2003 nennt VDZ einen Anteil von Sekundärenergieträgern am gesamten Energieinput der deutschen Zementindustrie von über 38% [HTC 2002, VDZ-Kongress 2002]⁵³. Altöl stellte dabei mengenbezogen den sechstwichtigsten Sekundärenergieträger dar. Bezogen auf den Energiebeitrag im Prozess liegt Altöl an zweiter bis dritter Stelle in der Rangliste der Sekundärenergieträger.

Die eingesetzte Altölmenge ging im Betrachtungszeitraum um 35.000 t entsprechend 25% zurück.

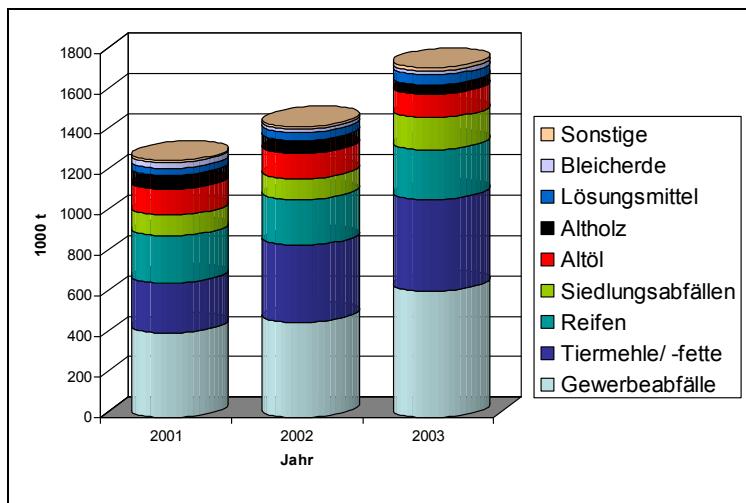


Abbildung 30: Einsatz von Sekundärenergieträgern in der Zementindustrie [HTC 2002]; [Lafarge 2005]

Aufgrund der großen Bandbreite potenzieller Energieträger führen steigende Preise bei primären Energieträgern in der Zementindustrie nicht unbedingt zu ähnlich direkten Preissignalen für einzelne sekundäre Energieträger, wie dies in anderen Branchen mit weniger breiter Energieträgerpalette der Fall sein kann⁵⁴.

⁵³ Weitere wesentliche Energieträger waren zu einem weiteren Drittel Braunkohle und zu einem Viertel Steinkohle. Der verbleibende Anteil wird durch Heizöl, Petrolkoks, sonstige Energieträger und Erdgas gestellt.

⁵⁴ Dabei ist jedoch, wie dargestellt, zu berücksichtigen, dass ein kurzfristiges Wechseln der Energieträger in der Regel aufgrund technischer Anforderungen eingeschränkt ist (z.B. durch die Notwendigkeit, Teile des Prozesses z.B. Brennstoffzuführung umzugestalten).

Für qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe⁵⁵ aus gemischten Siedlungs-, Gewerbe- oder Industrieabfällen erfolgten in der Vergangenheit Zuzahlungen der Erzeuger an die Verwerter von 20 €/t bis 40 €/t. Der verstärkte Druck von Abfall in die energetische Verwertung (v. a. durch das Deponierungsverbot seit Juni 2005) führt zu einer Steigerung der zu leistenden Zuzahlungen. So wird bei qualitätsgesicherten Sekundärbrennstoffen eine Steigerung der Zuzahlungen des Erzeugers an den Verwerter von 25% bis 50% seit Anfang 2004 berichtet⁵⁶.

Der Trend zur Ausweitung des Anteils der Sekundärbrennstoffe betrifft in dieser Marktsituation vor allem Massenabfälle bzw. gemischte Massenabfälle. So stieg der Einsatz von Industrie und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen jeweils um 50% in 3 Jahren.

Bei **Kalkwerken** sind die Entscheidungsspielräume hinsichtlich der einzusetzenden Energieträger deutlich geringer.

Tabelle 36: In der Kalkindustrie eingesetzte Energieträger (beispielhaft)

| Brennstoffart | Verwendungshäufigkeit | | |
|----------------------|------------------------------|---|---|
| | Häufig | Manchmal | Selten |
| Fest | bituminöse Kohle Koks | Anthrazit Braunkohle Petrolkoks | Torf Ölschiefer |
| Flüssig | Schweröl | Mitteldestillate | Leichtes Heizöl |
| Gasförmig | Erdgas | Butan/Propan Generatorgas | Stadtgas |
| Unkonventionell | | Holz/Sägespäne, Altreifen, Papier Plastik, usw. | Biomasse, Abfall flüssige und feste Brennstoffe |

[BREF 2001; eigene Übersetzung]

⁵⁵ Eine allgemeingültige Beschreibung der Preise der gesamten Breite von Sekundärbrennstoffen bzw. der notwendigen Zuzahlungen ist aufgrund der Vielfalt der Stoffe, der jeweils zu berücksichtigenden Einflussfaktoren und der Wirkungen regionaler Gegebenheiten kaum möglich.

⁵⁶ Die Verfügbarkeit bzw. das Angebot ist bei qualitätsgesicherten Sekundärbrennstoffen in den vergangenen Jahren nicht zuletzt aufgrund Qualitätssicherungen wie z.B. RAL Qualitätssicherung, Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe, CEN TC 343 spürbar angestiegen.

Neben technologischen Beschränkungen (z.B. Zuführungstechnik) und genehmigungsrechtlichen Aspekten wird der Einsatz von sekundären Energieträgern auch langfristig z.B. durch Qualitätsanforderungen des Produktes Kalk beschränkt (Farbigkeit, Schwefel-/Schadstoffgehalte, Reaktivität).

Der Altöleinsatz in der Kalkindustrie hat sich im Betrachtungszeitraum um 23.200 t gesteigert.

Steigende Preise bei primären Energieträgern (für den Bereich der Kalkindustrie vor allem der Preis des wichtigen Energieträgers Koks; siehe auch Abbildung 29) treffen hier somit auf deutlich begrenztere Substitutionsmöglichkeiten, als z.B. im Bereich der Zementindustrie. Das heißt, ein steigender Bedarf an qualitativ hochwertigem Altöl wird hier ggf. auch zu entsprechend höheren Annahmepreisen befriedigt.

5.2.2 Nachfrageimpulse VmP

Im Jahr 2003 produzierten folgende Anlagen nach eigenen Angaben Basisöl im Regelbetrieb⁵⁷ (Basis: Befragung 2004):

- KS-Recycling GmbH,
- Südöl Mineralöl-Raffinerie GmbH,
- Starke & Sohn GmbH,
- Mineralöl-Raffinerie Dollbergen GmbH,
- Baufeld-Öl GmbH Duisburg,
- Baufeld-Öl GmbH Chemnitz.

Darüber hinaus erzeugten die Firmen

- HFM Horst Fuhse Mineralölaufraffinerie GmbH,
- Petroplus Mineralöl GmbH,
- P&B Ölrecycling GmbH

andere meldepflichtige Produkte.

Bei der Kapazitätsbetrachtung sind inputbezogene und outputbezogene Kapazitäten der einzelnen Verwertungsstränge zu trennen und es ist zwischen anlagentechnischen und genehmigungsrechtlichen Kapazitäten zu differenzieren.

⁵⁷ Die Anlage der Firma Puralube in Zeitz befand sich in 2004 im Einfahrbetrieb.

Während des Betrachtungszeitraums von 2000 bis 2004 zeigten sich eine Veränderungen hinsichtlich der Gesamt-Anlagenkapazitäten. So erhöhten sich in 2001 die Gesamt-Anlagenkapazitäten insgesamt um ca. 35.000 t.

Die folgende Tabelle stellt die Gesamtkapazitäten von Zweitölraffinerien den Kapazitäten zur Aufbereitung zu Basisöl für das Jahr 2002 gegenüber.

Tabelle 37: Anlagenkapazitäten der Zweitölraffination⁵⁸ [in t Altölinput]

| Anlage | Anlagen-Kapazität | Basisöl Kapazität |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Baufeld Duisburg | 100.000 | 80.000 |
| Baufeld Chemnitz | 50.000 | 50.000 |
| MRD Dollbergen | 230.000 | 120.000 |
| KS Recycling | 65.000 | 40.000 |
| Südöl Eislingen | 40.000 | 20.000 |
| Starke&Sohn | 20.000 | 20.000 |
| Summe | 505.000 | 330.000 |

Die sonstigen Anlagen zur Verwertung von Altöl mit meldepflichtigen Produkten hatten eine Kapazität von ~130.000 t.⁵⁹

Mitte 2004 wurde an einer neuen Anlage (Puralube) mit einer Basisölkapazität von 90.000 t der Probebetrieb aufgenommen. Mitte 2005 wurde diese Anlage in den Regelbetrieb überführt. Die KS Recycling hat im Jahr 2004 eine Erweiterung ihrer genehmigten Gesamt-Kapazität um 30.000 t auf 95.000 t beantragt. Diese Genehmigung wurde im vierten Quartal 2005 erteilt⁶⁰.

Die von den Aufbereitern angenommene Menge Altöle der Kategorie 1 betrug nach Angaben der Basisölproduzenten aus der Betreiberabfrage von 2003 ca. 236.000 t während die Basisölkapazitäten der Zweitraffinerien zu diesem Zeitpunkt in der Größenordnung von 330.000 t lagen. Hieraus ergibt sich für 2003 eine Auslastung der Basisölkapazitäten von ca. 72 %. Das Potenzial an Kat.1-Altölen wurde in Kapitel 4.3 mit 327.000 t bis 374.000 t abgeschätzt.

⁵⁸ Datengrundlagen: http://www.geir-regeneration.org/en/key_figures; BVA pers.com. zu Starke&Sohn; KS Recycling pers.com 11.2005 zu KSR. Die Angaben zu den Basisölkapazitäten von [http://www.geir-regeneration.org/en/key_figures] stimmen mit den im Jahr 2004 vom BVA an das BMU mitgeteilten Daten überein.

⁵⁹ Es handelt sich hierbei um die Anlagen Fuhse, P&B, Petroplus

⁶⁰ KS Recycling pers.com 11.2005

Für das Jahr 2005 beschreibt der BVA die geplante Nutzung folgender inputbezogener Basisölkapazitäten: Baufeld Chemnitz 0t, Baufeld Duisburg 60.000t, MRD 120.000t, Südöl 15.000t, Puralube 90.000t, Starke&Sohn 10.000t⁶¹.

Für die **Zweitraffinerien** ist der Entscheidungsspielraum im Vergleich zu den Zementwerken, aber auch zu den Kalkwerken auch langfristig sehr klein, da die spezifischen Eigenschaften von mineralölbasierten Schmierstoffen im Verwertungsprodukt genutzt werden.

In dieser Situation ist das Angebot an Rohstoffen für die Zweitraffinerien nur durch Import beeinflussbar oder durch die Bereitschaft zur Zahlung von Preisen⁶², die zu Ausweichreaktionen bei konkurrierenden Abnehmern führen, denen auch andere Substitute zur Verfügung stehen (siehe auch die Darstellung der Preisentwicklung für Altöl in Kapitel 5.1.1 sowie Abbildung 26).

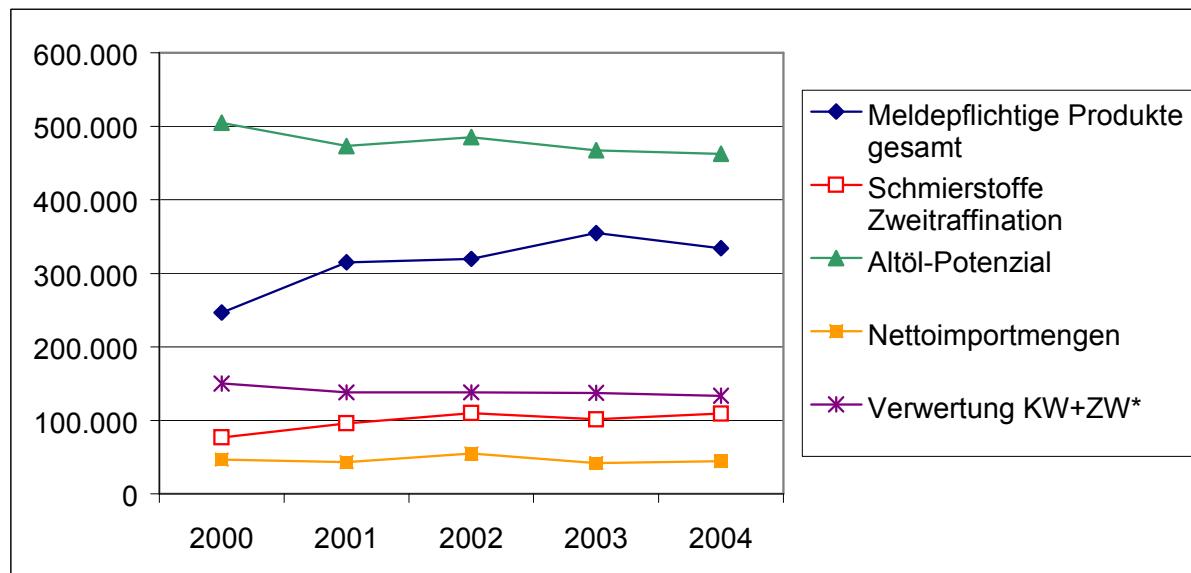
Die Betrachtung der Entwicklung der Produktmengen aus der Altölraffination, des Altölanfalls sowie der Mengenentwicklung in den Hauptbranchen der energetischen Verwertung von Altöl lässt einen solchen Mechanismus plausibel erscheinen⁶³ (siehe auch folgende Abbildung): Bei leicht rückgängigem Altöl-Potenzial sowie relativ konstanten Netto-Importen wurden im Untersuchungszeitraum zunehmende Mengen von den Zweitraffinerien verwertet.

Die folgende Darstellung (Abbildung 31) zeigt diese Verlagerung der Mengenströme während des Untersuchungszeitraumes nochmals im Überblick. Während die Produktmengen (insbesondere auch die Schmierstoffe) der Anlagen mit meldepflichtigen Produkten (VmP) stiegen, sanken die von Kalk- und Zementwerken aufgenommen Mengen.

⁶¹ BVA pers.com. Dezember 2005; Angaben zur KSRecycling wurden nicht gemacht. Die Größenordnung liegt jedoch entsprechend KSRecycling pers. com. November 2005 zwischen 65.000t und 95.000t.

⁶² Voraussetzung für eine solche Zahlungsbereitschaft ist naturgemäß eine entsprechende Erlössituation bei den erzeugten Produkten. Die entsprechende Analyse zeigt, dass hier im Betrachtungszeitraum eine entsprechend stabile Erlös-Situation bestand. Dabei dürften auch durch die AltöLV und die Förderrichtlinie erzeugte Investitionsimpulse hilfreich gewesen sein, um die Marktfähigkeit insbesondere der Sekundärschmierstoffe zu stützen.

⁶³ Einzuschränken wäre diese Aussage ggf. für Kalkwerke, für die teilweise ein ähnliches Preisniveau berichtet wird, wie für Zweitraffinerien.



ZW = Zementwerke; KW = Kalkwerke; ZR = Zweitaffination laut BAFA

Datengrundlagen: UBA, BAFA, eigene Berechnungen, VDZ pers.com, Fels Werke pers. com.

*Einschließlich der in der Betreiberabfrage zusätzlich angegebenen anderen Abfallschlüsselnummern

Abbildung 31: Entwicklung ausgewählter Stoffströme 2000 – 2004

Im Rahmen der Analyse der **Erlössituation** der Zweitaffinationen (Produktpreise) zeigte sich in Expertendiskussionen sowie den begleitenden Altöl-Fachgesprächen, dass die Preise für Sekundärprodukte im Zeitverlauf eng mit denen der jeweiligen Primärprodukte korrelieren. Sie weisen dabei einen relativ konstanten Preisabschlag auf. Zur Betrachtung der Erlössituation der Zweitaffination kann daher auf die in Kapitel 5.2.1.1 dargestellten Zeitverläufe für die Primärproduktpreise sowie die Preise für primäre Basisöle⁶⁴ zurückgegriffen werden.

⁶⁴ Hierfür wird als Orientierungsgröße der untere ICIS LOR SN150 herangezogen.

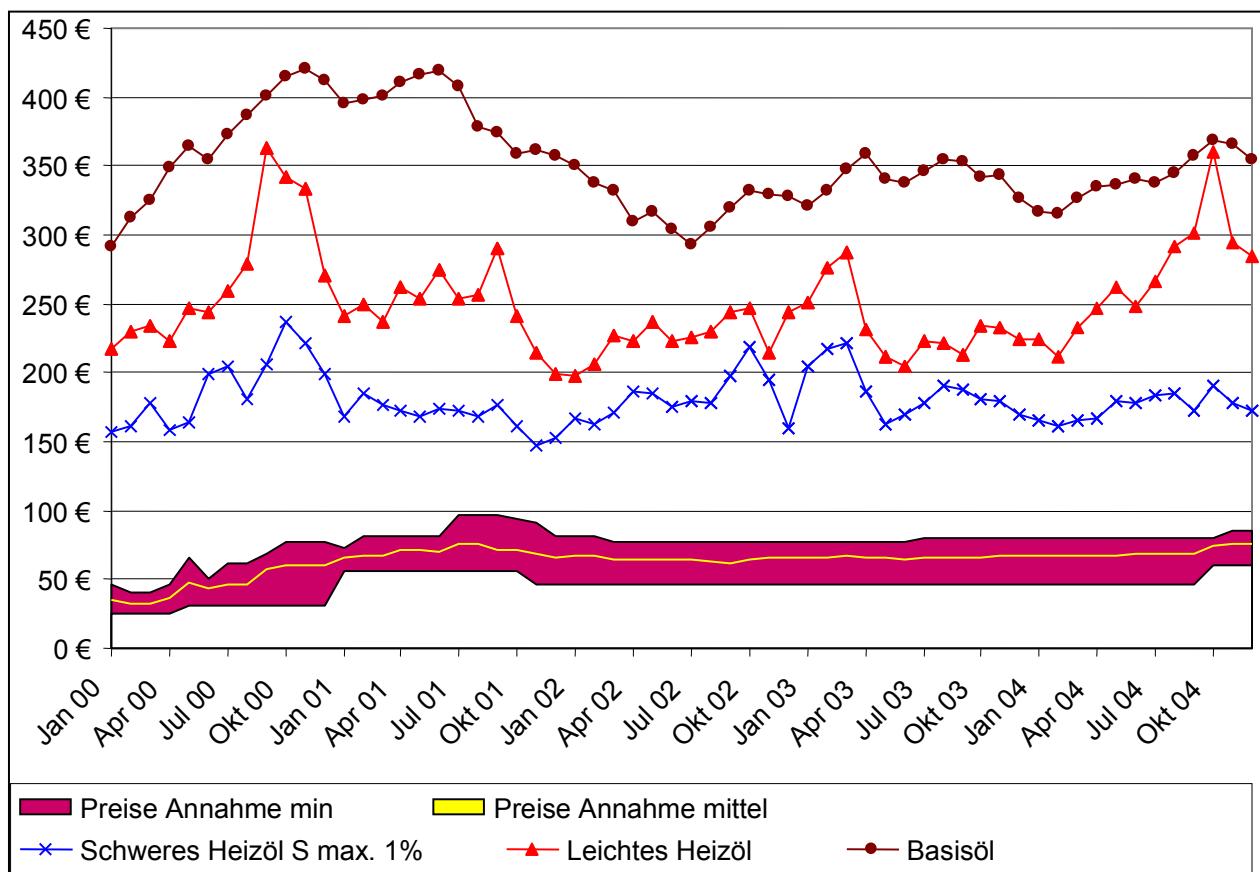


Abbildung 32: Kosten Altöl und Roherlöse von Produkten der Zweitaffination in Anlagen zur Verwertung von Altöl mit meldepflichtigen Produkten

Für Basisöl aus der Zweitaffination stiegen die spezifischen Erlöse pro Tonne im Be- trachtungszeitraum 2000 bis 2004 im Mittel um 22%, für Heizöl schwer um 10% und für leichtes Heizöl um 31%. Allerdings sind im Zeitverlauf jeweils deutliche Preis- schwankungen zu konstatieren. Die Kosten für Altöl stiegen im selben Zeitraum um 120%.

Von den Altölaufbereitern wurden im Betrachtungszeitraum wie dargestellt bei ge- stiegenen Annahmepreisen für Altöl höhere Mengen aufgenommen⁶⁵ und entspre- chend gestiegene Produktmengen erzeugt. Innerhalb des Produkt-Korbes haben sich dabei keine grundlegenden relativen Verschiebungen der jeweiligen Anteile ergeben (siehe auch folgende Abbildung).

⁶⁵ Datengrundlage: Rückrechnung aus Angaben zu Produktmengen des BAFA

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|------|------|------|
| + MK | 18.544 | 22.520 | 25.081 | 31.437 | 35.277 | 8% | 7% | 8% | 9% | 11% |
| + Heizöl, schwer | 103.184 | 109.043 | 107.751 | 154.133 | 120.987 | 42% | 35% | 34% | 43% | 36% |
| + HS-Komponenten | 47.770 | 87.143 | 76.761 | 67.617 | 68.564 | 19% | 28% | 24% | 19% | 21% |
| + Schmierstoffe | 77.090 | 96.132 | 110.237 | 101.622 | 109.198 | 31% | 31% | 34% | 29% | 33% |
| = Insgesamt | 246.588 | 314.838 | 319.830 | 354.809 | 334.017 | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

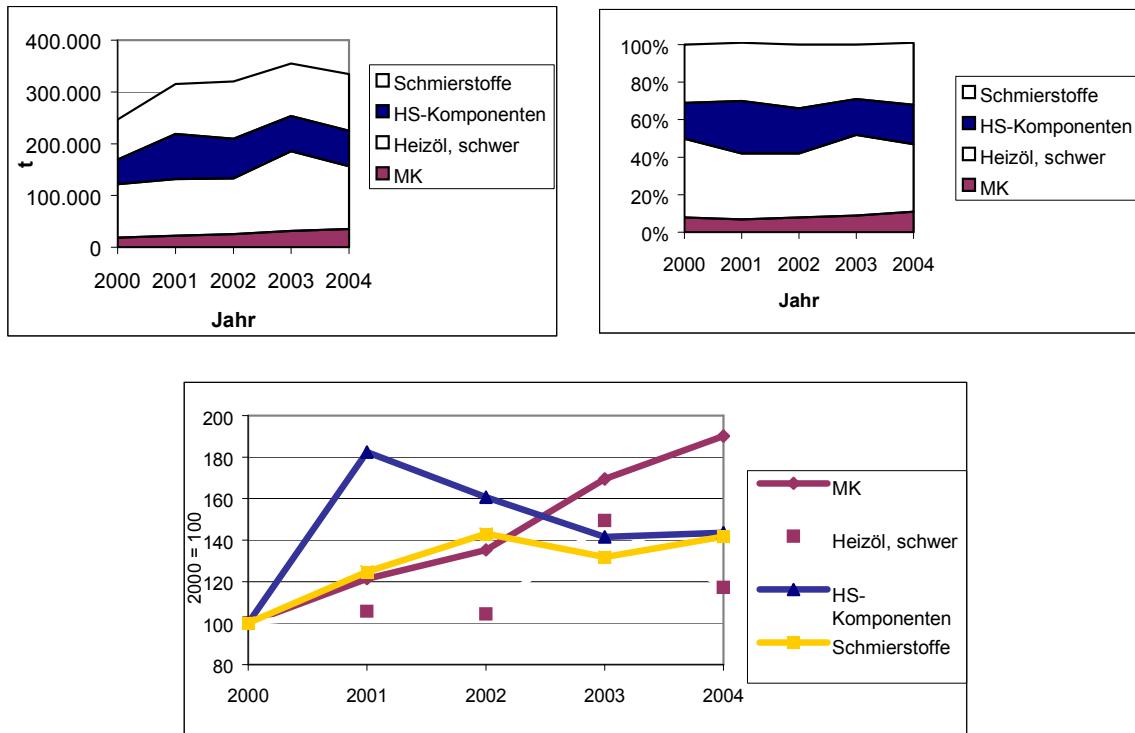


Abbildung 33: BAFA: „Aufkommen aus Zweitaffination“ [BAFA 2005]

Eine orientierende Rohertragsanalyse auf der Grundlage der dargestellten absoluten Mengen pro Jahr und der spezifischen Preise zeigt, dass die steigenden Rohstoffpreise (Altölannahmepreis) bei den Zweitaffinerien durch steigende Gesamtproduktlerlöse weitgehend kompensiert werden konnten, so dass (unter ausschließlicher Betrachtung der Rohstoff- und Produktpreise) eine stabile Rohertragsentwicklung zu beobachten ist.

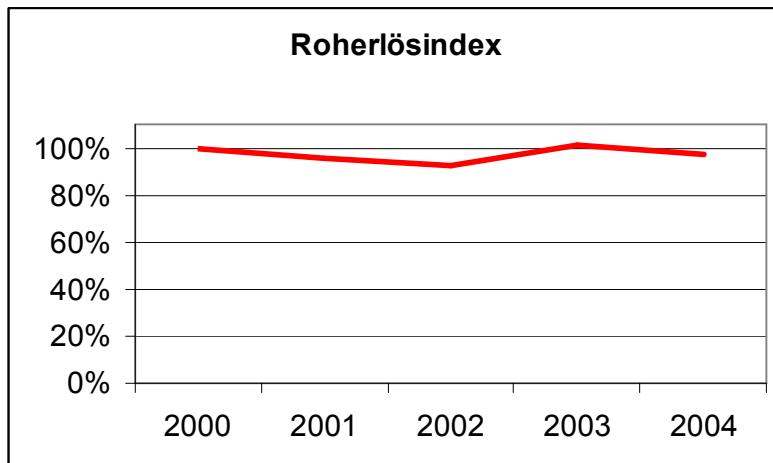


Abbildung 34: Roherlösindex der Verwertung mit meldepflichtigen Produkten (2000 = 100%)

Naturgemäß ist dies lediglich eine vereinfachte Betrachtung, da die Entwicklung anderer wichtiger Kostengrößen wie Kapital- und Personalkosten nicht berücksichtigt werden. Eine Berücksichtigung weiterer Faktoren wäre nur über eine detaillierte innerbetriebliche Analyse möglich gewesen. Dies war durch den bestehenden Rahmen der Studie nicht abgedeckt.

5.3 Rechtliche Rahmenregelungen

Die Mineralölprodukte nach **Mineralölsteuergesetz** aus der Zweitraffination sind mit Mineralölsteuer sowie Ökosteuer belegt, die von ihrem Zuschnitt her der Situation bzw. den Siedeschnitten der Primärraffination orientiert ist.

Für leichtes Heizöl änderte sich die Besteuerung mit 61,35 €/1.000l im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2004 nicht. Der Steuersatz für schweres Heizöl stieg zum 1.1.2003 von 17,89 €/1.000kg auf 25 €/1.000kg.

Die **Altölv⁶⁶** setzt den relativen Vorrang der Aufbereitung von Altölen vor sonstigen Entsorgungsverfahren (§ 2 Abs. 1) fest. Der Vorrang gilt, „sofern keine technischen, wirtschaftlichen einschließlich organisatorischen Sachzwänge entgegenstehen“ [Altölv § 2 (1)]. Dies entspricht den Vorgaben von Art. 3 Abs. 1 RL 75/439/EWG i.d.F.

⁶⁶ Verordnung zur Änderung abfallrechtlicher Bestimmungen zur Altölentsorgung vom 16. April 2002; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 26, ausgegeben zu Bonn am 26. April 2002.

der Änderungsrichtlinie 87/101/EWG⁶⁷. Der Vorrang der Aufbereitung beansprucht somit keine absolute Geltung.

Der Vorrang der Aufbereitung wird u.a. gestützt durch die Anforderungen an die Getrennthaltung von Altölen entsprechend § 4 AltölV, die Pflicht zur kostenlosen Rücknahme und zur Einrichtung einer Annahmestelle derjenigen, die Frischöle an Endverbraucher abgeben nach § 8 AltölV und der Kennzeichnungs- und Hinweispflichten zur Rücknahme und Rückgabe, sachgemäßen Beseitigung und Beimischungsverbote für Motorenöle und Getriebeöle nach § 7 AltölV⁶⁸.

Die „Richtlinie zur Förderung der Aufarbeitung von Altöl zu Basisöl“ (im Folgenden „**Förderrichtlinie**“) vom 01. Oktober 2001 ist als Instrument konzipiert, das etwaige Verluste bei der Entwicklung und Realisierung von Technologien zur Aufbereitung von Altöl zu Basisöl teilweise ausgleichen soll. Die Fördersummen sind degressiv gestaltet und die Förderung ist auf einen Zeitraum von 7 Jahren begrenzt.

Die folgende Tabelle gibt die maximalen spezifischen Förderbeträge wieder.

Tabelle 38: Maximale spezifische Förderbeträge der Förderrichtlinie

| Jahr | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Maximaler Förderbetrag | 25,6 €/t | 23,01 €/t | 20,45 €/t | 17,90 €/t | 15,34 €/t | 12,78 €/t | 10,23 €/t |

Die Förderrichtlinie setzt zudem einen nach produzierten Mengen Basisöls gestaffelten Selbstbehalt fest (siehe folgende Tabelle).

Tabelle 39: Spezifische Selbstbehalte laut Förderrichtlinie

| Produktionsmengen | bis 3.000 t | 3.001-10.000 t | 10.001-20.000 t | >20.000 t |
|-------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------|
| Selbstbehalt | 0 €/t | 2,56 €/t | 5,11 €/t | 10,23 €/t |

⁶⁷ „Sofern keine technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Sachzwänge entgegenstehen, treffen die Mitgliedstaaten die erforderlichen Maßnahmen dafür, dass der Behandlung von Altölen im Wege der Aufbereitung Vorrang eingeräumt wird.“

⁶⁸ Darüber hinaus wurden die Pflichten zur Nachweisführung über die ordnungsgemäße Verwertung und Beseitigung von Altölen nach §§ 2 – 14 Nachweisverordnung als weiteres Instrument der Stützung des Steuerungszieles benannt.

Die Förderrichtlinie trat rückwirkend zum 1.1.2001 in Kraft.

Der Haushaltsansatz der Fördergelder im Rahmen der Förderrichtlinie entwickelte sich entsprechend ihren Vorgaben degressiv von 2,556 Millionen € in 2001 auf 1,461 Millionen € in 2004. Der Auslastungsgrad (d.h. der Anteil der tatsächlich abgerufenen Mittel) stieg in den Jahren von 28% in 2001 auf 87% in 2004.

Die Förderrichtlinie ist darauf ausgelegt, Investitionen in Technologien zur Aufbereitung von Altölen in der Startphase zu fördern. Eine fundierte Analyse der exakten Wirkung dieser Anreizinstrumente auf die einzelwirtschaftlichen Entscheidungen bedürfte detaillierte innerbetrieblicher Informationen, die im Rahmen der durchgeföhrten Marktanalyse nicht zur Verfügung standen.

Es ist aber in jedem Fall feststellbar, dass im Betrachtungszeitraum, in dem die Förderrichtlinie und die AltölV in Kraft traten, in Deutschland relevante Investitionen in den Ausbau von Aufbereitungsanlagen getätigt wurden. Neben Kapazitätsausweiterungen bei bestehenden Anlagen und Errichtung einer Neuanlage flossen diese Investitionen insbesondere in Anlagentechniken mit qualitätssteigernder Wirkung, z.B. im Bereich des Basisöl Finishing. Es kann so von einer insgesamt verbesserten Fähigkeit zur Produktion hochwertiger und marktgängiger Sekundärraffinate ausgegangen werden.

5.4 Fazit

Die durchgeführte Analyse des Altölmarktes in Deutschland zeigt, dass es sich um einen funktionierenden Nachfragermarkt handelt. Bei fallendem Altölangebot (inländisches Altöl-Potenzial ca. -8% im Betrachtungszeitraum 2000 - 2004) werden die Preise weitgehend über die Nachfrage gesteuert. Der Altölmarkt teilt sich dabei in zwei partiell entkoppelte Teilmärkte: Einerseits den Teilmarkt der Altölnachfrage für die stoffliche Verwertung zu meldepflichtigen Mineralölprodukten (u.a. Basisöl) und andererseits den Markt für die Direktverwertung der Altöle in großindustriellen Feuerungsprozessen und rohstofflichen Verwertungen.

Von den Altölaufbereitern wurden im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2004 - bei deutlich gestiegenen Annahmepreisen für Altöl - höhere Mengen aufgenommen und entsprechend gestiegene Produktmengen (ca. +35%) erzeugt. Innerhalb des Produktportfolios haben sich trotz leichter Schwankungen dabei keine grundlegenden Verschiebungen ergeben.

Von den Direktverwertern wurden im Untersuchungsraum 2000 – 2004 bei stabilen spezifischen Annahmepreisen leicht rückläufige Gesamtmengen (ca. -11% in der Gesamtannahmemenge von Zement- und Kalkwerken) aufgenommen. Im Hauptabnehmermarkt der Zementwerke sind neben einer abnehmenden Qualitäts-/Preisrelation (d.h. einer zunehmenden Beschränkung auf minderwertige Altölqualitäten) die abnehmenden Mengen, vor allem durch die Preisrelationen zu anderen Sekundär-Brennstoffen, getrieben.

Der weniger mengenrelevante Bereich der Kalkindustrie erscheint auf Basis der verfügbaren Informationen von diesem Grundtrend etwas abgetrennt. Hier wurden in den letzten Jahren eher höherwertige Qualitäten zu Annahmepreisen aufgenommen, die denen der Altölaufbereiter entsprechen.

Die Altölpreise zur Annahme bei der energetischen Verwertung stiegen im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2004 nicht in gleichem Maße wie die Preise für Altöl, das von Zweitaffinerien angenommen wurde. Die beteiligten Marktakteure teilen die Auffassung, dass die aufgetretene Schere zwischen den Annahmepreisen in den skizzierten Teilmärkten mit der beschriebenen Qualitätsdifferenzierung der jeweils eingesetzten Altöle parallel geht.

Mit deutlich steigender Gesamttendenz wurden im Untersuchungszeitraum die überwiegenden Mengen der verfügbaren Altöle einer Verwertung zu meldepflichtigen Mineralölprodukten zugeführt (Anteil 2004 ca. 65%), während die von den Anlagen

ohne meldepflichtige Produkte aufgenommenen Mengen leicht rückläufig waren (Anteil 2004 ca. 32%)

Im Betrachtungszeitraum, in dem die Förderrichtlinie und die AltölV in Kraft traten, wurden in Deutschland relevante Investitionen in den Ausbau von Aufbereitungsanlagen getätigt. Neben Kapazitätsausweitungen bei bestehenden Anlagen und Errichtung einer Neuanlage flossen diese Investitionen in Anlagentechniken mit qualitätssteigernder Wirkung, z.B. im Bereich des Basisöl Finishing. Es kann so von einer insgesamt verbesserten Fähigkeit zur Produktion hochwertiger und marktgängiger Sekundärraffinate ausgegangen werden. Dies drückt sich auch darin aus, dass im Untersuchungszeitraum die Basisölherstellung in den Zweitaffinerien um 42% gesteigert werden konnte.

Die steigenden Rohstoffpreise (Altölannahmepreis) bei den Zweitaffinerien konnten durch steigende Gesamt-Produkterlöse weitgehend kompensiert werden, so dass eine stabile Rohertragsentwicklung zu beobachten ist.

Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit bzw. auch der Inanspruchnahme der Fördermöglichkeiten und der Entwicklung des Altölannahmepreises bei den Aufbereitungsanlagen ist nicht abzuleiten. Auch zwischen der im Betrachtungszeitraum gestiegenen Steuerbelastung von Heizöl schwer und den Annahmepreisen ist keine solche Kopplung zu identifizieren.

Die Entsorgungssicherheit der anfallenden Altöle ist in vollem Umfang gegeben. In allen Verwertungsbereichen bestehen relevante Reserve-Kapazitäten.

6 Quellen

- [Aral 2004] <http://www.aral-forschung.de>
- [BAFA 2003] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland, <http://www.bafa.de/service/statistik>, Dezember 2003
- [BMVEL 2002] BMVEL: Bericht über biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten, Bonn, Juli 2002
- [DAT 2003] DAT-Veedol-Report 2003, kfz-betrieb dossier, Würzburg, April 2003
- [DAT 2004] DAT-Veedol-Report 2004, kfz-betrieb dossier, Würzburg, April 2004
- [DIW 2004] Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 41/2004, www.diw.de
- [IAVF 2004] Berlet, P.: Abschätzung des Motorölverbrauches in Deutschland, IAVF Antriebstechnik AG, Karlsruhe, 2004
- [BAFA pers. com.] Gespräch mit einem Mitarbeiter des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrstatistik, Januar 2005
- [BAFA 2004] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Sortenverzeichnis für den Integrierten Mineralölbericht, Stand: 02.02.04
- [BDZ 2005] Antwort des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie e.V. auf den Fragebogen
- [BAFA 2005] Monatliche Entwicklung des Grenzübergangspreises für Erdgas, <http://www.bafa.de/1/de/>
- [BDZ pers. com.] Gespräch mit einem Mitarbeiter des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie e.V., Juni 2005
- [BdK 2004] Antwort des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie e.V. auf den Fragebogen
- [BdK 2005] Antwort per E-mail eines Mitgliedes des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie e.V.,]
- [BREF 2001] Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries, EIPPCB, Seville, December 2001
- [BVA 2005] Emails vom Bundesverband Altöl e.V. April, Mai und Juni 2005
- [HAW pers. com.] Gespräche mit dem Fachbereich „Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau“ an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
- [HTC 2002] Heidelberg Technology Center, VDZ-Kongress, 2002]
- [IGM 2004] IG Metall: Der Landmaschinenbau, 9. Branchentagung Landtechnik, Steyr, Mai 2004
- [KBA 2003] Kraftfahrt-Bundesamt: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern am 1. Januar 2003 – Jahresband, Statistische Mitteilungen, Reihe 2: Kraftfahrzeuge, Flensburg, September 2003
- [KBA 2004] Kraftfahrt-Bundesamt: Neuzulassungen - Besitzumschreibungen – Löschungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern im Jahr 2003 Jahresband, Statistische Mitteilungen, Reihe 3: Fahrzeugzulassungen, Flensburg, Dezember 2004
- [Lafarge 2005] Lafarge Zement GmbH, Tagungsbeitrag, 2005
- [Metals Consulting International 2005], <http://www.steelonthenet.com/>
- [Mobil pers. com.] Gespräch mit Exxon Mobil Central Europe Holding GmbH, Hamburg, Januar 2005
- [Möller 2001] Altölentsorgung durch Verwertung und Beseitigung, Kontakt & Studium, Band 253, Renningen, 2004
- [MSI pers. com.] Gespräche mit Motor Service International, Januar 2005
- [MSI 2004] MSI Motor Service International: Ölverbrauch & Ölverlust, Neckarsulm, März 2004
- [MWV 2005] Email vom Mineralölwirtschaftsverband Mai 2005

Ökopol GmbH, Hamburg

[Ökopol 2000] Stellungnahme zum ersten Monitoringbericht der ARGE Altauto, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 2000

[Shell 2004] http://www.shell-helix.de/ek/artikelsubp_ek_472.html

[SRF (CEN) CEN/BT/TF 118]

[UBA 2003] Substitution von PBT*- Stoffen in Produkten und Prozessen - Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte TEIL VIER: Produktspezifische Strategie Kühlschmierstoffe, Umweltbundesamt, Berlin, 2003

[UBA 1996] Umweltbundesamt, Trischler und Partner GmbH: Ermittlung von Altölvermeidungspotentiellen, Darmstadt, August 1996

[van Basshuysen 2002] van Basshuysen/Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven, 2. Auflage, Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 2002

[VdK 2005] Verein deutscher Kohlenimporteure e.V., <http://www.verein-kohlenimporteure.de/>, Preise für Steinkohlen / Wechselkurse, Mai 2005g