



Andreas Kötter  
cuekk creative umwelt energie + klimakonzepte  
Münchenerstraße 31  
82362 Weilheim  
Tel.: 08 81 - 92 77 18 40  
Fax: 08 81 - 92 77 18 49  
E-mail: koetter@buda.de  
www.cuekk.de



Wilfried Denz  
Umweltberatung  
Gasselstiege 231  
48159 Münster  
Tel: 0251 - 23908905  
Fax: 0251 - 23908906  
E-mail: w.denz@muenster.de  
www.denz-umweltberatung.de

Abschlussdokumentation  
(Projektzeitraum 10.2006-10.2008)  
zum  
LUWG Rheinland-Pfalz / EffNet-Projekt



**Anwendung des Internetportals [www.buda.de](http://www.buda.de) für  
Handwerksbetriebe in Rheinland-Pfalz**



*durch Kfz-Werkstätten, Bäcker, Fleischer, Friseure und  
Offset-Drucker*



Das [www.buda.de](http://www.buda.de)-Projekt wurde aus 737 Mitbewerbern ausgewählt und für den **Deutschen Internetpreis 2003** in der Kategorie „Internetbasierte Dienste und Inhalte für den Mittelstand“ nominiert.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>AUSGANGSSITUATION UND PROJEKTIDEE .....</b>	<b>9</b>
2.1	AUSGANGSLAGE UND PROJEKTIDEE ZU WWW.BUDA.DE .....	9
2.1.1	<i>Ausgangslage – Umweltsituation in KMU.....</i>	9
2.1.2	<i>Projektidee/Umsetzung .....</i>	10
2.1.3	<i>Besonderheiten von www.buda.de.....</i>	11
2.1.4	<i>Darstellung des durch Einsatz der Anwendung erzielten Erfolges.....</i>	12
2.2	UMWELTDATENSITUATION IN DEN BETRIEBEN DER NUTZERGRUPPEN .....	13
2.2.1	<i>Allg. Umweltdaten bei Kfz-Werkstätten.....</i>	13
2.2.2	<i>Allg. Umweltdaten bei Bäckern.....</i>	13
2.2.3	<i>Allg. Umweltdaten bei Fleischern.....</i>	13
2.2.4	<i>Allg. Umweltdaten bei Friseuren .....</i>	14
2.2.5	<i>Allg. Umweltdaten bei Bogenoffset-Druckereien.....</i>	14
<b>3</b>	<b>PROJEKTDURCHFÜHRUNG .....</b>	<b>15</b>
3.1	PROJEKTVERLAUF / MEILENSTEINE .....	15
3.2	PROJEKTBETEILIGTE .....	15
3.2.1	<i>Ansprechpartner beim Auftraggeber.....</i>	15
3.2.2	<i>Ausführende Umweltberater .....</i>	16
<b>4</b>	<b>WEB-SITE ALLGEMEIN .....</b>	<b>17</b>
4.1	ALLGEMEINES ZUR WEBSITE UND ZUR PROGRAMMIERUNG.....	17
4.2	SITEMAP – GLIEDERUNG.....	18
4.2.1	<i>Sitemap des öffentlichen Bereichs (public area).....</i>	18
4.2.2	<i>Sitemap des geschlossenen Bereichs (Customer Area).....</i>	19
4.3	WEBSITE: ÖFFENTLICHER BEREICH.....	20
4.3.1	<i>Infos zum Projekt.....</i>	20
4.3.2	<i>Weiterführende Informationen: Literatur-Liste, Link-Liste, online-Beratungen .....</i>	20
<b>5</b>	<b>AUFBAU UND PROGRAMMIERUNG DER DATENEINGABESEITEN.....</b>	<b>22</b>
5.1	ADRESSDATEN .....	22
5.2	PROFILDATEN.....	22
5.3	BETRIEBSDATEN.....	22
5.4	UMWELTDATEN.....	22
5.5	PRÜFUNGEN / BESONDERES .....	23
5.6	GASTZUGANG .....	24
5.7	ADMINISTRATORBEREICH .....	24
<b>6</b>	<b>AUSWERTUNGEN DER DATEN EINES BETRIEBS .....</b>	<b>25</b>
6.1	UMWELTANALYSEN.....	26
6.2	BENCHMARKING-VERFAHREN .....	26
6.2.1	<i>Mengen- und Größenabhängigkeit des Benchmarkwerts.....</i>	27
6.2.2	<i>Bestimmung der Benchmark-Funktion .....</i>	27
6.3	ZEITREIHENVERGLEICH .....	29

<b>7</b>	<b>STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER DATEN 30</b>	
7.1	EINLEITUNG / ZIELE.....	30
7.2	AUSWERTUNGEN IM HINBLICK AUF DIE BILDUNG VON AUSWERTEGRUPPEN..	30
7.3	GLOSSAR .....	31
<b>8</b>	<b>STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER UMWELTDATEN VON KFZ-WERKSTÄTTEN UND ZEITREIHENANALYSEN .....</b>	<b>33</b>
8.1	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: HAUSMÜLL .....	33
8.2	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: AUFGAUG- UND FILTERMATERIALIEN .....	35
8.3	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: SANDFANG- UND ÖLABSCHEIDERINHALTE ....	40
8.4	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: LÖSEMittel / KALTREINIGER .....	44
8.5	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: FROSTSCHUTZMITTEL / KÜHLERFLÜSSIGKEIT	46
8.6	KFZ-AUSWERTUNG – GEGENSEITIGE ABHÄNGIGKEIT DER ABFALLMENGEN VON HAUSMÜLL, AUFGAUG- UND FILTERMATERIALIEN UND ÖLABSCHEIDER-/SANDFANGINHALTEN.....	49
8.7	KFZ-AUSWERTUNG – ABFALL: WEITERE ABFALLARTEN .....	52
8.8	KFZ-AUSWERTUNG – ENERGIE: STROMVERBRAUCH.....	53
8.9	KFZ-AUSWERTUNG – ENERGIE (FOSSIL) .....	56
8.10	KFZ-AUSWERTUNG – WASSERVERBRAUCH .....	61
8.11	KFZ-AUSWERTUNG – ABWASSERMENGE.....	65
8.12	KFZ-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: PUTZTÜCHER.....	66
8.13	KFZ-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: ROSTLÖSER .....	68
8.14	KFZ-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: KALTREINIGER .....	70
8.15	KFZ-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: BREMSREINIGER.....	72
<b>9</b>	<b>STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER UMWELTDATEN VON BÄCKERN.....</b>	<b>75</b>
9.1	BÄCKER-AUSWERTUNG – ABFALL: HAUSMÜLLMENGEN.....	75
9.2	BÄCKER-AUSWERTUNG – ABFALL: BIOL. ABBAUBARE KÜCHEN- /KANTINENABFÄLLE .....	77
9.3	BÄCKER-AUSWERTUNG – ABFALL: ALTPAPIER .....	78
9.4	BÄCKER-AUSWERTUNG – ENERGIE: STROMVERBRAUCH (MIT BACKSTUBE) ..	79
9.5	BÄCKER-AUSWERTUNG – ENERGIE: STROMVERBRAUCH (VERKAUFSFILIALEN) .....	82
9.6	BÄCKER-AUSWERTUNG – ENERGIE (FOSSIL) .....	83
9.7	BÄCKER-AUSWERTUNG – WASSERVERBRAUCH .....	87
9.8	BÄCKER-AUSWERTUNG – ABWASSERMENGE .....	88
9.9	BÄCKER-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: REINIGUNGSMITTEL .....	89
9.10	BÄCKER-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: VERPACKUNGEN.....	91
<b>10</b>	<b>STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION DER UMWELTDATEN VON FLEISCHERN .....</b>	<b>92</b>
10.1	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ABFALL: HAUSMÜLLMENGEN .....	92
10.2	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ABFALL: FETTABSCHIEDERMENGEN .....	93
10.3	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ABFALL: ABFÄLLE AUS TIERISCHEM GEWEBE ...	93
10.4	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ENERGIE: STROMVERBRAUCH .....	94
10.5	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ENERGIE (FOSSIL).....	97
10.6	FLEISCHER-AUSWERTUNG – WASSERVERBRAUCH.....	98

10.7	FLEISCHER-AUSWERTUNG – ABWASSERMENGE.....	99
10.8	FLEISCHER-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: REINIGUNGSMITTEL ..	100
10.9	FLEISCHER-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: VERPACKUNGEN .....	101
<b>11</b>	<b>DARSTELLUNG UND EINFACHE AUSWERTUNG DER UMWELTDATEN VON FRISEUREN.....</b>	<b>102</b>
11.1	FRISEUR-AUSWERTUNG – ABFALL: HAUSMÜLLMENGEN.....	102
11.2	FRISEUR-AUSWERTUNG – ENERGIE: STROMVERBRAUCH .....	102
11.3	FRISEUR-AUSWERTUNG – ENERGIE (FOSSIL) .....	103
11.4	FRISEUR-AUSWERTUNG – WASSERVERBRAUCH UND ABWASSERMENGE .....	104
11.5	FRISEUR-AUSWERTUNG – MATERIALVERBRAUCH: HANDTÜCHER UND PFLEGEPRODUKTE .....	104

#### **ANLAGEN (per CD-ROM)**

Faltblätter EffNet/buda

Ausdrucke von [www.buda.de](http://www.buda.de):

Dateneingabe-Seiten

Beispielanalysen

PIUS-Tipp-Liste

Literatur-Liste

Linkliste

## Danksagungen

Das buda-Projekt wurde im Rahmen eines bmbf-Vorhabens zur Anwendung durch Kfz-Werkstätten entwickelt und mit Förderung durch die Umweltallianz Hessen für weitere Nutzergruppen (Friseure, Fleischer, Bäcker, Offset-Druckereien) erweitert. Des Weiteren wurde die Teilnahme am Projekt in Sachsen, in Bayern und bei diesem Projekt in Rheinland-Pfalz (hier für Daten aus 2006 und 2007) gefördert.

An dieser Stelle soll allen bei den Vorprojekten beteiligten Personen und Institutionen



und der beteiligten Branchen gedankt werden.



Ausdrücklich möchten wir auch den **Beiratsmitgliedern** des bmbf-Projekts danken, die durch ihre aktive Teilnahme an den Beiratstreffen und sehr konstruktiven Beiträgen bei der Diskussion, Konzeption, internen Tests des Instruments, der Vermittlung von Kontakten und Hinweisen zur Optimierung sehr zum Projektfortschritt beigetragen haben:

- Frau Prof. Schebek, TU Darmstadt ("Industrielle Stoffkreisläufe") und FZ Karlsruhe
- Herr Kuhn, Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe LV Hessen, Wiesbaden (als Vertreter des ZDK)
- Herr Dr. Becker, HWK-Düsseldorf, Zentrum für Umwelt und Energie Oberhausen
- Herr Sittel, Effizienzagentur NRW, Duisburg
- Herr Nehm, B.A.U.M. e.V., Hamburg



Eine Liste der am Projekt in Rheinland-Pfalz mitwirkenden Institutionen und Personen ist in Kap. 5.2 enthalten.

## 1 Zusammenfassung

Ziel des buda-Projekts ist es, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) - vornehmlich aus dem Handwerksbereich - durch

- Analyse ihrer Umweltsituation,
  - Berechnung ihrer Einsparpotenziale,
  - Nennung von passenden Umweltschutz-Tipps und
  - Vermittlung von Hilfen zur Umsetzung (Links, Literatur, Beratungsmöglichkeiten)
- zur Kostenreduktion durch Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen zu animieren.



www.buda.de ist konsequent darauf ausgelegt, dass es minimalen Zeit- und Kostenaufwand sowohl für den Nutzer als auch für den Anbieter erfordert, was erst durch die Dateneingabe im Internet und weitgehend automatisierte Berechnung der Kennzahlen erreicht wird. Es hat sich gezeigt, dass bei Kfz-Werkstätten das mittlere jährliche Einsparpotenzial im Bereich von 1.000 € bei kleinen bis deutlich über 10.000 € bei größeren Betrieben liegt.

Das Instrument wurde seit 2001 in den Branchen Kfz-Werkstätten und Tankstellen (gefördert durch bmb+f über den Projektträger DLR mit 50 % Eigenbeteiligung) sowie Offset-Druckereien, Fleischer, Friseure und Bäcker (finanziert von der Umweltallianz Hessen) entwickelt und erfolgreich getestet. Es kann bundesweit von allen Betrieben dieser Branchen genutzt werden. Nach Abschluss der Projekte in Hessen, Sachsen, Bayern und Rheinland-Pfalz wird das Internetportal nun nicht mehr bzw. nur noch teilweise (Bäcker, Energie) gepflegt, so dass die Benutzung derzeit auch ohne Förderung kostenfrei ist (bis dato zuletzt 150 € pro Betriebsstätte und Jahr).

Das Instrument ist geeignet für alle Branchen, bei denen die Betriebe ein relativ homogenes Dienstleistungs- und Produktionsspektrum und damit eine vergleichbare Umweltsituation vorweisen. Neben den 5 bisher betrachteten KMU-Branchen sind dies z.B. Textilreiner / Wäschereien, Fotoshops, Landwirte (Winzer, Vieh-, Fischzucht usw.), Gärtner, Getränkehersteller / Brauereien, Hotels / Gaststätten, Krankenhäuser, Ärzte, Behörden, Verwaltungen, Kindergärten etc. Auch Privathaushalte wären als Nutzergruppe bestens geeignet.

**Die Rückmeldungen der am bmbf-geförderten Vorprojekt teilnehmenden Betriebe war durchweg positiv. Der Zeitaufwand für Datenerhebung und -eingabe lag meist im Bereich von jeweils 1 bis max. 2 h. Fast alle Betriebe haben durch die Nutzung des Instruments Kostensenkungsmaßnahmen eingeleitet bzw. realisieren können! Die Jahresvergleiche der Kennzahlen aus den Betrieben, die in mindestens 2 Jahren das Instrument genutzt haben, ergab bei den meisten Kennzahlen Verbesserungen im Bereich von 5 – 10 %!**

Durch die Nutzung des Internets für das Benchmarking betrieblicher Umweltkennzahlen können also nun auch solche KMU, die bisher kaum Beratungsangebote im Umweltbereich nutzten bzw. nutzen konnten, bei der Kostensenkung durch Umweltschutz unterstützt werden.

Ausgewertet wurden die Daten von **insgesamt 273 Betrieben, davon 40 aus Rheinland-Pfalz.**

## Übersicht über die teilnehmenden Betriebe (Anzahl)\*:

<b>Bundesland</b>	<b>Kfz-Werkstätten</b>	<b>Bäcker</b>	<b>Fleischer</b>	<b>Friseure</b>	<b>alle Branchen</b>
Baden-Württ.	29	7	0	0	36
Bayern <sup>1</sup>	14	37	10	0	61
Berlin	1	0	0	0	1
Brandenburg	1	0	0	0	1
Bremen	0	1	0	0	1
Hamburg	1	0	0	0	1
Hessen <sup>3</sup>	56	20	4	6	86
Niedersachsen	5	2	0	0	7
Nordrhein-Westfalen	22	9	0	0	31
<b>Rheinland-Pfalz<sup>3</sup></b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>40</b>
Sachsen <sup>2</sup>	3	2	0	0	5
Schleswig-Holstein	0	1	0	0	1
Thüringen	2	0	0	0	2
<b>Gesamt</b>	<b>168</b>	<b>81</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>273</b>

\* die Teilnehmerzahl lag etwas darüber; die nicht mitgezählten Teilnehmer haben keine vollständigen bzw. auswertbaren Datensätze eingegeben.

Bem. 1: Förderprojekt mit Schwerpunkt Energie

Bem. 2: Förderprojekt mit Schwerpunkt Bäcker

Bem. 3: Förderprojekte zu allen 5 Branchen (Drucker: 2 Teilnehmer in Hessen)

Übersicht über die teilnehmenden Betriebe (wie oben, Angaben hier in **Prozent**):

<b>Bundesland</b>	<b>Kfz-Werkstätten</b>	<b>Bäcker</b>	<b>Fleischer</b>	<b>Friseure</b>	<b>alle Branchen</b>
Baden-Württ.	17,3	8,6	0,0	0,0	13,2
Bayern	8,3	45,7	58,8	0,0	22,3
Berlin	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4
Brandenburg	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4
Bremen	0,0	1,2	0,0	0,0	0,4
Hamburg	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4
Hessen	33,3	24,7	23,5	85,7	31,5
Niedersachsen	3,0	2,5	0,0	0,0	2,6
Nordrhein-Westfalen	13,1	11,1	0,0	0,0	11,4
<b>Rheinland-Pfalz</b>	<b>20,2</b>	<b>2,5</b>	<b>17,6</b>	<b>14,3</b>	<b>14,7</b>

Sachsen	1,8	2,5	0,0	0,0	1,8
Schleswig-Holstein	0,0	1,2	0,0	0,0	0,4
Thüringen	1,2	0,0	0,0	0,0	0,7
Gesamt	100	100	100	100	100

### **Bewertung der Anzahl der Teilnehmer:**

Als relevantes Problem stellte sich heraus, Betriebe für die Teilnahme zu gewinnen. Es bestätigten sich die Erfahrungen aus anderen Beratungs- und Informationsprojekten im Bereich des betrieblichen Umweltschutzes, dass nur mit großem zeitlichen Aufwand Betriebe akquiriert werden können, selbst bei kostenlosen Angeboten.

So stammt auch der größte Teil der teilnehmenden Kfz-Werkstätten aus Rheinland-Pfalz aus den Jahren, bevor das EffNet-buda-Projekt gestartet wurde (siehe Übersicht), aus einer Zeit, als die Erstellung der Abfallbilanzen gemäß KrW-/AbfG noch Pflicht war.

Übersicht über die teilnehmenden Kfz-Werkstätten aus Rheinland-Pfalz je Bilanzjahr:

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Anzahl	2	30	23	16	6	2

Insgesamt haben 34 verschiedene Kfz-Werkstätten aus Rheinland-Pfalz teilgenommen, die meisten über mehrere Jahre. Bilanzjahr steht für das Jahr, für das die auszuwertenden Daten im darauf folgenden Jahr eingegeben wurden.

Die Pflicht zur Erstellung der Abfallbilanzen kann jedoch nicht alleine ausschlaggebend für eine Teilnahme gewesen sein, sonst hätten in den Anfangsjahren auch Druckereien in größerer Anzahl teilnehmen müssen, von denen aber nur aus 2 hessischen Betrieben auswertbare Datensätze vorliegen. Deshalb konnten hier keine Auswertungen vorgenommen werden.

Andererseits haben in den letzten Jahren auch zahlreiche Betriebe aus Bundesländern ohne entsprechendes Förderprogramm und Infokampagnen am buda-Benchmarking-Service teilgenommen.



## 2 Ausgangssituation und Projektidee

### 2.1 Ausgangslage und Projektidee zu www.buda.de

#### 2.1.1 Ausgangslage – Umweltsituation in KMU

##### 1. Betriebliche Umweltdaten sind nicht bekannt

Kennzeichen des betrieblichen Umweltmanagements in KMU ganz allgemein ist, dass i.d.R. betriebliche Umweltdaten nicht bekannt bzw. nicht präsent sind. Dies gilt auch für die zugehörigen Kosten. Diese Kosten machen im Mittel für alle Branchen rund 5 % des Umsatzes aus!

##### 2. Betriebliche Umweltdaten bilden Basis für Optimierungsansätze

Nur bei Kenntnis der Umweltdaten und ihrer zugehörigen Kosten können die Ansatzpunkte ermittelt werden, bei denen relevante ökologische und ökonomische Verbesserungen erzielt werden können.

##### 3. Fehlende Vergleichsmöglichkeiten und PIUS-Informationen

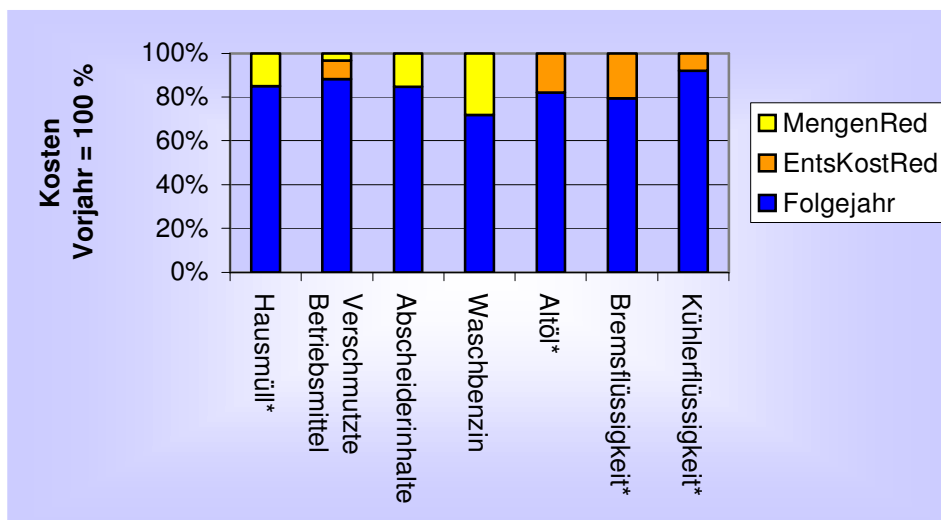
(PIUS: produktionsintegrierter Umweltschutz)

Selbst wenn betriebliche Umweltdaten zusammengestellt und somit die relevanten Positionen bzgl. Mengen und Kosten bekannt sind, fehlt der Überblick über entsprechende PIUS-Maßnahmen oder Beratungsangebote. Es existieren keine oder nur schwer zugängliche Vergleichsmöglichkeiten (gruppenspezifische Umweltkennzahlen), mit deren Hilfe eigene überproportional hohe Umweltbelastungen bzw. -kosten erkannt und somit die vorrangig anzugehenden Umweltschutzmaßnahmen ermittelt werden könnten.

##### 4. Hohe Kosten- und Mengenreduktionen möglich

Die Vermutung ist weit verbreitet, dass aufgrund der relativ geringen Abfallmengen und Wasser- bzw. Energieverbräuche in KMU keine Optimierungs- und Einsparpotenziale existieren. Zumindest sei der Aufwand für eine Optimierung höher als der mögliche Vorteil.

Die Erfahrungen der beiden Projektbearbeiter aus rund 2.900 Betriebsberatungen (BIVA-Beratungsprogramm in Hessen) widerlegen dies eindrucksvoll: alleine im Abfallbereich –



welcher Gegenstand eines Modellprojektes für eine gemeinsame Abfallbilanz bei 55 Kfz-Werkstätten war – ergab sich ein

Kosteneinsparpotenzial von über 40 %. Daten aus diesem Vorprojekt bei Kfz-Werkstätten siehe Grafik.

In Zahlen: die durchschnittlichen jährlichen Entsorgungskosten für hausmüllähnlichen Gewerbe- und für Sonderabfall betragen in Kfz-Werkstätten rund 5.000 €, wovon sich durch einfache Maßnahmen pro Betrieb im Schnitt über 2.000 € einsparen ließen. Ein Vergleich der Abfalldaten bei rund 100 Betrieben, die in 2 aufeinanderfolgenden Jahren dieses Abfall-Benchmarking haben durchführen lassen, ergab in der Praxis eine Reduktion der abfallspezifischen Kosten (verursacht durch Reduktion der Abfallmengen und der spezifischen Entsorgungskosten) von je nach Abfallart durchschnittlich 10 - 30 %!

Durch viele Untersuchungen ist belegt, dass diese Aussagen auch für die anderen Umweltmedien und alle Branchen gilt. Das mittlere Einsparpotenzial z.B. für Stromanwendungen wie Beleuchtung, Kühlung, Lüftung und Druckluft wird mit etwa 50 % angegeben.

### **5. Realisierbares Einsparpotenzial im Bereich der Gewinnspanne**

Aus den vorgenannten Positionen ergibt sich, dass sich **mit einfachsten Maßnahmen kurzfristig durchschnittlich rund 1 - 2 % des Umsatzes einsparen** lassen, was im Bereich der Gewinnspanne liegt bzw. wodurch der Gewinn relevant erhöht werden kann. Das ist schnell und einfach verdientes Geld!

### **6. Nutzung des Mediums Internet durch KMU**

Das Internet wird von einem immer größer werdenden Bevölkerungsanteil – privat oder dienstlich – genutzt. Aktuelle Erhebungen weisen aus, dass bereits rund 3/4 der privaten Haushalte über einen PC verfügen und das Internet nutzen. Betriebe nutzen das Internet zu etwa 90 %. Bei Kfz-Werkstätten und Druckereien ist davon auszugehen, dass mittlerweile fast alle Betriebe über einen Internetzugang verfügen, über den z.B. stets aktuelle Reparaturanleitungen abrufbar sind und Ersatzteile bestellt werden bzw. Druckaufträge übertragen werden.

#### **2.1.2 Projektidee/Umsetzung**

Die Betriebe geben im Internet neben ihren Adressdaten einige wenige Daten zu ihrem Betrieb (z.B. Mitarbeiter- und Kundenzahl) und Umweltdaten (z.B. Jahresstrom- und -wasserverbrauch) ein. Der zeitliche Aufwand für die Betriebe ist minimal und liegt - wie die Praxis zeigte - in der Regel im Bereich von unter 1 bis 2 h. Diese Daten werden für jede Branche getrennt mit denen ähnlicher Betriebe verglichen (also Unterscheidung nach Betriebsgröße und spezifischen Dienstleistungen usw.).

Aus diesem Vergleich - dem so genannten Benchmarking - können die Betriebe sofort erkennen, in welchen Bereichen sie deutlich mehr oder weniger als die anderen Betriebe verbrauchen bzw. bezahlen. Das Instrument berechnet für jeden Umweltbereich das Einsparpotenzial (Angabe in €) und gibt Tipps zur Optimierung. Durch die Benennung von Ansprechpartnern für eine kostenlose Beratung sowie durch Link- und Literaturlisten wird der Betrieb bei der Umsetzung von Maßnahmen unterstützt.

### 2.1.3 Besonderheiten von www.buda.de

#### 1. Geringe Kosten und Aufwand

Das Instrument ist konsequent darauf ausgelegt, dass es für den Betrieb minimalen Aufwand und Kosten mit sich bringt. Bei der Dateneingabe werden nur solche Daten abgefragt, die vorhanden und schnell greifbar sind (z.B. Jahresstromrechnung etc.). Es müssen keine Daten ermittelt oder berechnet werden. Auch durch Hilfen wie Auswahllisten wird der zeitliche Aufwand für die Dateneingabe weiter erheblich reduziert. In diesen Auswahllisten sind derzeit (Stand: 25.10.2008) alle rund 800 Abfallarten gemäß AVV, 2.285 Ent- und Versorgeradressen sowie 1.465 Abfallnachweise-Datensätze enthalten.

Die Berechnung der Kennzahlen und Benchmarkwerte verläuft weitgehend automatisiert. Der Aufwand für die Pflege des Instruments und Kontrolle der eingegebenen Daten konnte durch unsere so genannten Administrator-Tools ebenfalls minimiert werden. Auch ist die Internetseite an sich aus Kostengründen nicht zu aufwändig gestaltet, entspricht aber dem aktuellen Standard bzgl. Benutzerführung, Nutzerfreundlichkeit und Optik. Die Inhalte der Seiten können ohne größeren Aufwand jederzeit überarbeitet und aktualisiert werden.

#### 2. Instrument nutzt Vorteile des Internet

Nur durch den weitgehenden Datentransfer per Internet sowohl der eingegebenen Daten sowie der Analysen entfallen die ansonsten dafür notwendigen Kosten für die Datenübernahme (Export / Import von Daten von Diskette oder e-mail oder händische Dateneingabe) durch einen Dienstleister.

Außerdem bietet das Instrument gezielt Zusatzinfos wie Umweltschutz-Tipps, Literatur, Links, kostenlose Beratungsangebote und sonstige Hinweise, die im Internet stets aktuell gehalten werden können. Sie stehen den Nutzern unmittelbar zur Verfügung und müssen den Betrieben nicht aufwändig zugesandt werden.

#### 3. Neuartiges Benchmarkingverfahren

Die Kennzahlen der Betriebe sind größen-/mengenabhängig: z.B. je höher der Stromverbrauch, desto geringer die spezifischen Kosten €/kWh. Je größer z.B. bei Fleischern die verarbeitete Fleischmenge, desto geringer der spezifische Wasserverbrauch ltr/kg.

Wenn bisher überhaupt Benchmarking-Projekte für KMU durchgeführt wurden, dann in der Regel nur mit einer kleinen Zahl an Betrieben. Es wurden entweder einheitliche Benchmarkwerte für alle Betriebe oder allenfalls zwei Benchmarkwerte für 2 Gruppen unterschiedlicher Betriebsgrößen erzeugt. Damit lassen sich die mengenabhängigen Verläufe der Kennzahlen besonders in den Randbereichen der gebildeten Gruppen nicht realitätsnah abbilden.

Bei buda wurden erstmalig Benchmark-Funktionen erzeugt: mittels Regressionsverfahren werden die Kennzahlen der Betriebe durch eine Funktion (z.B. Gerade oder logarithmische Funktion) genähert. Durch Berechnung der Korrelation wird die am besten passende Funktion ausgewählt. Auf die rund 50 % der Daten, die „besser“ als diese „Mittelwert“-Funktion sind, wird das Verfahren erneut angewendet.

Daraus ergibt sich eine Benchmark-Funktion, die von rund 25 % der Betriebe unterschritten wird. Mit ihr kann individuell für jeden Betrieb in Abhängigkeit von seiner Größe bzw. sei-

nem Verbrauch ein nicht zu ehrgeiziger und realistischer Benchmarkwert erzeugt werden. Dieses Vorgehen wurde von den kontaktierten Experten im Benchmarkbereich als einmalig und neuartig und für die Projektziele bestens geeignet bewertet.

Selbstverständlich werden die Benchmarkwerte getrennt nach Branche und teilweise Region berechnet. Innerhalb der Branche sind je nach Umweltbereich Gruppen zu bilden: z.B. beim Wasserverbrauch in Kfz-Werkstätten ob mit/ohne Waschanlage mit/ohne Kreislaufführung oder bei Fleischern ob mit oder ohne eigener Schlachtung etc. Diese Gruppenbildung ist nur aufgrund der hohen Teilnehmerzahl durchführbar.

#### **4. Stets aktuelle Marktübersicht**

Durch das vorgenannte Benchmarkingverfahren erhält der Betrieb nicht nur Aussagen darüber, ob und welche Umweltbereiche in seinem Betrieb optimierbar sind, sondern auch stets aktuelle Marktübersichten der Ver- und Entsorgungskosten. Einmalig ist dabei wiederum, dass die angegebenen Zahlen spezifisch für seinen Verbrauch bzw. seine Menge berechnet wird. Die dadurch kurzfristig erzielbaren relevanten Kosteneinsparungen durch Verhandlungen mit dem derzeitigen bzw. Beauftragung eines anderen Ver- oder Entsorgers motivieren den Betrieb zusätzlich, auch die Umsetzung der Umweltschutzmaßnahmen anzugehen.

#### **2.1.4 Darstellung des durch Einsatz der Anwendung erzielten Erfolges**

##### Erfolg im Umwelt- und Kostenbereich:

Die Zeitreihenanalysen bzw. Jahresvergleiche, die beim bmbf-Vorprojekt durchgeführt wurden, ergaben, dass **die Umweltbelastung sowie die zugehörigen Kosten** der teilnehmenden Betriebe mit unserem Instrument **kurzfristig um rund 10 % reduziert** wurden. Der weitaus größte Teil der Betriebe hat angegeben, auf Grund der Analysen Maßnahmen zur Kostensenkung durch Umweltschutz ergriffen zu haben.

##### Bewertung durch die Betriebe:

Die in der Projektphase teilnehmenden Betriebe haben das Instrument bzw. die Analysen als sehr hilfreich und aussagefähig bewertet. Zum weitaus größten Teil wollen sie das Instrument auch im Folgejahr nutzen (Befragung beim bmbf-Vorprojekt durchgeführt).

An dieser Stelle soll als ein weiterer Aspekt für den Erfolg des Instruments erwähnt werden, dass das www.buda.de-Projekt von einer unabhängigen Jury aus 737 Mitbewerbern ausgewählt und als eines von 10 Projekten für den Deutschen Internetpreis 2003 in der Kategorie „Internetbasierte Dienste und Inhalte für den Mittelstand“ nominiert wurde.

## 2.2 Umweltdatensituation in den Betrieben der Nutzergruppen

Angegeben sind bei Kennzahlen mit der Basis m<sup>2</sup> oder Mitarbeiter jeweils Jahreswerte; in Klammern der typische Wertebereich.

### 2.2.1 Allg. Umweltdaten bei Kfz-Werkstätten

<b>Hausmüll</b>	1,5 m <sup>3</sup> pro Mitarbeiter (0,1 – 4,5)
<b>ges. Abfallentsorgungskosten</b>	rund 5.000 €
<b>Stromverbrauch</b>	3.300 kWh / Mitarbeiter (1.000 – 8.000)
<b>Wasserverbrauch</b>	
<b>ohne Waschanlage</b>	16 m <sup>3</sup> / Mitarbeiter (4,5 - 30)
<b>mit Waschanlage ohne Kreislauf</b>	320 l / Fahrzeugwäsche (100 - 600)

*Quellen: primär eigene Erfahrungen aus BIVA und buda*

### 2.2.2 Allg. Umweltdaten bei Bäckern

<b>Gesamtenergieverbrauch</b>	pro kg Mehl ca. 2,5 kWh (1 – 5,5 kWh)
<b>Energiekosten</b>	Anteil am Umsatz 3 % (2 - 6 %)
<b>Hausmüll</b>	ca. 2 t / Mitarbeiter (0,5 – 4 t)
<b>Wasserverbrauch</b>	pro kg Mehl ca. 4,5 l, davon 0,75 l in Brot und Schwaden.

Der Energieverbrauch ist abhängig vom Backwarenpektrum und erhöht sich bei einem Feinbackwarenanteil von 50 % um rund 15 - 20 %.

Er ist außerdem abhängig vom Mehldurchsatz und liegt bei kleinen Betrieben mit weniger als 100 t Mehl pro Jahr im Bereich von 2 - 7 kWh/kg und bei großen mit mehr als 100 t Mehl pro Jahr zwischen 1 und 3,5 kWh/kg.

Die große Spannweite zwischen den Minimal- und Maximalwerten weist auf die entsprechend großen Einsparpotenziale hin.

*Quellen: Neben eigenen Erfahrungen insbesondere das Projekt "Energiesparen im Bäckerhandwerk" des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Augsburg*

### 2.2.3 Allg. Umweltdaten bei Fleischern

(für Betriebe mit weniger als 250 t/a Rohmaterial-Input)

<b>Stromverbrauch</b>	pro kg Rohware ca. 1,0 kWh (0,5 - 1,5 kWh)
<b>Gesamtenergie</b>	pro kg Rohware ca. 3,0 kWh (1,5 - 4,5 kWh)
<b>Wasserverbrauch</b>	pro kg Rohware 15 l, davon 50 % Warmwasser

- Der Energiebedarf (Strom und Gas/Heizöl) teilt sich auf in knapp 50 % für Prozesswärme, bis zu 25 % für Warmwasser und 20-33 % für Licht und Maschinen.

- Über 50 % des Stromverbrauchs wird für Kühlanlagen verwendet
- Die Energiekosten betragen rund 2,5 % (2 - 4 %) des Umsatzes (weit überwiegend Stromkosten)

*Quellen: Eigene Erfahrungen + "Rationeller Energie- und Wassereinsatz im Fleischerhandwerk" - HWK Düsseldorf; Branchenenergiekonzept für Fleischer der Wirtschaftskammer Oberösterreich*

#### 2.2.4 Allg. Umweltdaten bei Friseuren

<b>Gesamtenergieverbrauch</b>	pro m <sup>2</sup> Salonfläche rund 500 kWh
<b>Stromverbrauch</b>	pro Kunde ca. 2,0 kWh (1 - 3 kWh)
<b>Wasserverbrauch</b>	pro Kunde ca. 35 l (20 - 60 l)
<b>Hausmüll</b>	pro Kunde ca. 100 g (50 - 160 g)

Die große Spannweite zwischen den Minimal- und Maximalwerten weist auf die entsprechend großen Einsparpotenziale hin.

- Rund 60 % der Abfälle sind nicht friseurspezifisch (Mitarbeiterverpflegung und Kundenbetreuung)
- Weniger als 10 % der Abfallmenge sind Haare (kompostierbar)
- Bei weit über 90 % der Kunden werden Haarwäschen durchgeführt
- Von den ca. 40 l Wasserverbrauch pro Kunde stammen nur 10 l pro Kunde aus der Haarwäsche; ein großer Teil entfällt auf die Waschmaschine

*Quellen: Neben eigenen Erfahrungen das Branchenkonzept zur Umweltentlastung im Berliner Friseurhandwerk - kubus Friseur-Innung Berlin und Energiekennzahlen und -sparmaßnahmen in Friseurbetrieben - wkö*

#### 2.2.5 Allg. Umweltdaten bei Bogenoffset-Druckereien

<b>Wasserverbrauch</b>	pro A3 Druckplatte ca. 10 l
<b>Abfall gesamt</b>	ca. 3 t / Mitarbeiter, davon über 90 % Altpapier
<b>Hausmüll</b>	ca. 70 ± 30 kg / Mitarbeiter
<b>Lösemittel- und Farbreste</b>	ca. 15 ± 10 kg / Mitarbeiter

Beim Bogenoffset fallen 20 - 30 % der eingekauften Druckfarbe als Abfall an, davon 60 % als pastöse Abfälle und 40 % als Beladung in Putzlappen; zwischen 5 - 20 % des eingekauften Papiers enden in einer Akzidenz-Druckerei im Altpapier.

*Quellen: Eigene Erfahrungen + "Abfallwirtschaftliches Branchenkonzept der Druckindustrie Sachsen", IKS, u.a.*

### **3 Projektdurchführung**

#### **3.1 Projektverlauf / Meilensteine**

Auftragsvergabe:	10.2006
Erstellung Folder:	12.2006
Start der Dateneingabe:	12.2006
Erste Information der Verbände:	02.2007
Ende der Dateneingabe:	03.2008
Abschlussbericht mit statistischen Auswertungen:	10.2008; Endversion 02.2009

#### **3.2 Projektbeteiligte**

##### **3.2.1 Ansprechpartner beim Auftraggeber**

Dipl. Ing. (FH) Robert Weicht  
Zentrale Expertengruppe Umweltschutz (ZEUS)  
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft  
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz  
Kaiser-Friedrich-Straße 7  
55116 Mainz  
Tel.: 0 61 31 / 60 33 - 19 26  
Fax: 0 61 31 / 143 29 66  
E-Mail: robert.weicht@luwg.rlp.de  
(vorher SAM-Rheinland-Pfalz)

(von Projektbeginn bis Mitte 2008, jetzt MUFV):  
Dipl.-Chem. Dr. Stefan Laibach  
Zentrale Expertengruppe Umweltschutz (ZEUS)  
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft  
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz  
Kaiser-Friedrich-Straße 7  
55116 Mainz  
Tel.: 06131 / 6033-1926  
Fax: 06131 / 1432966  
e-mail: stefan.laibach@luwg.rlp.de

Dr. Gabriele Kreuzer  
Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz  
(Referat Sonderabfall, Produktionsintegrierter Umweltschutz)  
Kaiser-Friedrich-Str. 1  
55116 Mainz  
Tel.: 06131/16-2640  
Fax: 06131/16-4650  
e-mail: Gabriele.Kreuzer@mufv.rlp.de

Dipl.-Ing. Timo Gensel  
EOR, die rheinland-pfälzische Energieagentur  
Technische Universität Kaiserslautern  
Paul-Ehrlich-Straße 29  
67663 Kaiserslautern  
Telefon: 0631/3503020 o. 2054511  
E-Mail: gensel@eor.de

### **3.2.2 Ausführende Umweltberater**

Die Projektarbeiten wurden durchgeführt von:

Projektleitung, Betreuung der Webseite [www.buda.de](http://www.buda.de), der Dateneingabe und der einzelbetrieblichen Auswertungen:

Andreas Kötter  
cuekk creative umwelt energie + klimakonzepte  
Münchenerstraße 31  
82362 Weilheim  
Tel.: 0881 - 92771840  
Fax: 0881 - 92771849  
E-mail: koetter@buda.de

Projektfolder, statistische Auswertungen, Endbericht:

Wilfried Denz  
Denz Umweltberatung  
Gasselstiege 231  
48159 Münster  
Tel: 0251 - 23908905  
Fax: 0251 - 23908906  
E-mail: denz@muenster.de  
[www.denz-umweltberatung.de](http://www.denz-umweltberatung.de)



## 4 Web-site allgemein

### 4.1 Allgemeines zur Website und zur Programmierung

#### Web-site

Die web-site besteht aus einem öffentlichen Bereich („public area“) und einem geschlossenen, Passwort-geschützten Bereich („customer area“). Auf die Seiten kann im Internet mit dem Domainnamen [www.buda.de](http://www.buda.de) zugegriffen werden. Die erste Seite enthält Logos der beteiligten Institutionen sowie die Branchenauswahl für derzeit 5 KMU-Branchen (Kfz-Werkstätten, Fleischer, Friseure, Offset-Druckereien und Bäcker), außerdem Schulen sowie Sonstige.

Im Aufbau und Programmierung ähneln sich die Bereiche für die verschiedenen Branchen stark, inhaltlich gibt es jedoch branchenspezifische Unterschiede. Die von den Betrieben eingegebenen Daten werden für alle Branchen in einer gemeinsamen, zentralen Datenbank erfasst und verwaltet, wobei die Analysen getrennt nach Branchen und ggf. Auswertegruppen erfolgen.

In Kapitel 4.2 ist die Sitemap für Kfz-Werkstätten mit Stand 10.2008 wiedergegeben. Die Sitemaps der anderen Branchen sind dazu weitgehend identisch bei inhaltlichen, branchenspezifischen Unterschieden (z.B. ‚Beispiele für PIUS-Maßnahmen‘).

#### Datenbank, Programmiersprache, Auflösung

Die dem Internetportal [www.buda.de](http://www.buda.de) hinterlegten relationalen Datenbanken wurden mit dem Datenbank-Managementsystem (DBMS) MS access 2002 von microsoft erstellt. Vornehmlich aus Wartungsgründen werden die Daten in 3 Datenbanken gehalten (Protokollierung der Kennzahlen; Umwelt- und Betriebsdaten sowie Daten der Administration). Das Datenbankdesign und die Programmierung der serverseitigen Skripte berücksichtigen bereits die Option eines upgrades der Datenbanken auf den SQL-Server von microsoft. Dies wird erst nötig, sobald die Anzahl der Zugriffe so hoch ist, dass die schnelle Datenverarbeitung mit MS access 2002 nicht mehr gewährleistet ist.

Die Ausgabe der dynamischen Datenseiten erfolgt mit der ASP-(Microsoft)Technologie (Active Server Pages). Die serverseitigen Skripte wurden in der Programmiersprache Visual Basic Skript (VBScript) geschrieben.

Das Internetportal besteht aus einem öffentlichen und einem geschlossenen Bereich (geschützte Benutzerkonten). Die Seiten des öffentlichen Bereichs bestehen aus frames (Rahmen), deren Inhalt menugesteuert wechselt (hochladen unterschiedlicher html-Seiten).

Die Darstellung ist für eine Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Punkten oder größer optimiert.

## 4.2 Sitemap – Gliederung

### 4.2.1 Sitemap des öffentlichen Bereichs (public area)

#### Schnellstart

##### Projekt

- Kostensenkung durch Umweltschutz
- Die buda-Service Idee
- Was bietet buda-Service?
- Was ist Benchmarking?
- Wer kann buda-Service nutzen?
- Wer unterstützt buda-Service?
  - Liste der Mitwirkenden
- Downloads Presse + Faltblätter

##### Erfahrungen

- Allgemein
- Beispiele
  - Autohaus Rauch
  - Öl- und Benzinabscheiderinhalte
  - Energie
- Abfalleinsparpotenzial
  - nach Abfallarten
  - nach Mengen
- Energieeinsparpotenzial
- Kundenzufriedenheit

##### Anmeldung

- Kosten + Infos
- Komfortservice
- Kostenfreie Nutzung
- E-mail
- Ansprechpartner+Hotline
- Datenschutz

##### Infos

- Blick in den Login-Bereich
- Literaturliste
  - Hinweise
  - Abfall >>Einsteiger >>Experten
  - Energie >>Einsteiger >>Experten
  - (Ab)wasser >>Einsteiger >>Experten
  - Sonstiges >>Einsteiger >>Experten
  - Komplet
- Link-Liste
- Kostenlose Beratungen

- Expertenforum
- Unterlagen

### **Aktuelles**

- Termine
- Ausblick

## **4.2.2 Sitemap des geschlossenen Bereichs (Customer Area)**

Der Login- bzw. geschlossene Bereich ist für Gäste mit dem Usernamen und Passwort „demo“ zugänglich. Hier sind realitätsnahe Testdaten und Testanalysen sowie die vollständigen Tipp-Listen abrufbar. In folgender Sitemap sind nicht alle Unterseiten aufgelistet (z.B. Pull-Down-Menüs zur Auswahl bzw. Masken zur Eingabe von Ver- und Entsorgerdaten oder Abfallarten).

### **Hilfe** (Erläuterungen zur Menüführung)

- **Adress- und Profildaten**
  - Kundendaten (Adresse, Passwort-Änderung)
  - Standorte / Betriebsstätten / Ansprechpartner
  - Profildaten
- **Betriebs- und Umweltdaten (inkl. Kosten)**
  - Betriebsdaten
  - Abfalldaten
  - Energiedaten
  - (Ab)Wasserdaten
  - Materialdaten
- **Auswertungen inkl. PIUS-Tipp-Liste**
  - Kostenanalysen (Spezifische Kosten für Abfallentsorgung, Energie und Materialien)
  - Mengenanalysen bzgl. Abfall, Wasser, Energie und Materialien
  - Jahresvergleich
  - Abfallbilanz gemäß KrW-/AbfG
  - Umweltbilanz (Übersicht über die Umweltdaten und Einsparpotenziale)
  - Teilnahme-Zertifikat (*noch nicht aktiviert*)

*Administrationsbereich mit Tools für web-master; für Kunden sind diese Gliederungspunkte nicht sichtbar*

*Kennzahlen (Einrichtung und Berechnung der Kennzahlen und Auswertegruppen mit neuer Kopierfunktion)*

*Pflege der Ver- und Entsorgerdaten*

*Pflege der Abfallnachweise*

*Abfallartenliste*

*Kundenliste*

*Mailingmodul*

*Liste der Standorte*

*Sessions (Übersicht über Login-Vorgänge)*

## **4.3 Website: Öffentlicher Bereich**

### **4.3.1 Infos zum Projekt**

Zu jeder Internet-Präsenz gehört auch eine Darstellung der Hintergründe und Ziele. In der public area werden unter der Rubrik <Projekt> die Ziele, die Idee, die Macher und Unterstützer aufgeführt sowie Infomaterial (Presse und Faltblätter) zum Download angeboten.

In der Rubrik <Erfahrungen> können branchenspezifisch Informationen und Beispiele zur typischen betrieblichen Umweltsituation und deren Optimierung abgerufen werden.

Unter <Anmeldung> kann der Betrieb sich über Kosten, Datenschutz und sonstige Nutzungsbedingungen informieren, Kontakt zu den Bearbeitern aufnehmen und sich online anmelden.

Ein Teil der vorgenannten Seiten ist für alle Branchen identisch, ein Teil branchenspezifisch. Jeder Nutzer sieht nach Branchenauswahl auf der Eingangsseite immer nur die zu ihm passenden Inhalte.

### **4.3.2 Weiterführende Informationen: Literatur-Liste, Link-Liste, online-Beratungen**

Hauptziel des Projekts ist es den Betrieben durch den Vergleich ihrer Daten mit den Benchmarks zu zeigen, ob, in welchem Bereich und in welchem Umfang Optimierungs- und Einsparpotenziale vorhanden sind. Dieses Ziel kann mit dem buda-Instrument sehr gut erreicht werden. Die Betriebe werden durch das Instrument dazu motiviert, die Umsetzung von PIUS-Maßnahmen zur Kostensenkung einzuleiten.

Diese Auskunft für die Betriebe muss in jedem Fall noch um weitergehende Informationen ergänzt werden, um den Betrieben auch Hilfestellung bei der Auswahl und Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen geben zu können und so die Schwelle zur Umsetzung der Maßnahmen weiter zu reduzieren.

Folgende Informationsangebote sind in [www.buda.de](http://www.buda.de) in der public area in der Rubrik <Infos> enthalten:

1. PIUS-Tipp-Liste: Anzeige der zur betrieblichen Situation passenden PIUS-Tipps in den Analysen (siehe Anlagen)
2. Literaturliste: primär kostenlose und im Internet verfügbare Literatur, in der Regel zum kostenlosen „Download“ (siehe Anlagen)
3. Link-Liste (siehe Anlagen)
4. Link zum Experten-Forum des Deutschen PIUS-Forums [www.pius-info.de](http://www.pius-info.de), wo online gestellte Fragen kurzfristig und kostenlos von Experten und Praktikern beantwortet werden.

Die Listen wurden bisher regelmäßig optimiert und aktualisiert.

Wie seinerzeit die Befragung der Betriebe beim bmbf-Vorprojekt ergab, wurden diese Zusatzdienste wie Link- und Literaturliste und Nennung von Beratungsstellen von den Teilnehmern als weniger wichtig als die Analysen selbst bewertet. Der Hälfte der Betriebe reichte die Aussage der Analysen alleine aus, um passende Maßnahmen einzuleiten, was ein schöner Beweis für den Kernansatz zu diesem Projekt war, nämlich durch die Analyse der betrieblichen Umweltsituation inklusive Benennung der Einsparpotenziale Maßnahmen zur Kostensenkung durch Umweltschutz zu initiieren.

Die andere Hälfte nutzte jedoch auch die Zusatzangebote und bewertete diese mit mittlerer Wichtigkeit, sodass dieser Bereich weiterhin regelmäßig gepflegt werden soll, um ein Optimum an Kostensenkung und Umweltschutz zu erreichen.

Die Literaturlisten für die einzelnen Branchen können außerdem auch aus [www.pius-info.de](http://www.pius-info.de) kostenlos per Download als pdf-Datei abgerufen werden.

## **5 Aufbau und Programmierung der Dateneingabeseiten**

Der Dateneingabebereich entspricht dem geschlossenen, Passwort-geschützten Bereich bzw. der customer area. Hier kann der Nutzer ein eigenes, anonymes und Passwort-geschütztes Benutzerkonto anlegen und seine Daten eingeben, einsehen, ändern und löschen und die Auswertungen seiner Daten abrufen.

Bei der Projektbearbeitung wurden zuerst die zu erhebenden Daten festgelegt, was auf Basis der beabsichtigten Kennzahlen- und Gruppenbildung erfolgte. Ziel war es, so wenig wie möglich und so viel wie nötig Daten zu erheben. Daten, die in der Regel erst erfasst oder beschafft werden müssten, sollten nicht erhoben werden.

Die Eingabeseiten können in die vier Bereiche Adressdaten, Profildaten, Betriebsdaten und Umweltdaten eingeteilt werden (Bildschirmausdrucke der Eingabeseiten siehe Anlagen).

### **5.1 Adressdaten**

Diese Daten beinhalten die Daten zu dem oder den betrachteten Standort/en des Betriebs sowie den Ansprechpartnern. Bei der Anmeldung kann der Nutzer einen Nutzernamen und Passwort eingeben.

### **5.2 Profildaten**

Diese Datengruppe dient der genaueren Beschreibung des Leistungs- und Angebotsprofils der Standorte. Diese Daten ändern sich in der Regel nicht oder nur selten. Sie bestehen z. B. aus dem Dienstleistungs- und Produktionsspektrum sowie Gebäudeflächen.

Standorte können somit im Rahmen des Kennzahlenvergleichs so genannten Profilgruppen zugeordnet werden. Das Benchmarking innerhalb von Profilgruppen erhöht dessen Aussagekraft, weil die Vergleichbarkeit der Standorte erhöht wird.

### **5.3 Betriebsdaten**

Diese Datengruppe unterliegt jährlichen Schwankungen. Sie bilden die Grundlage für das Benchmarking. Sie bestehen z. B. aus Mitarbeiterzahl, Produktionsmenge oder Anzahl an Serviceleistungen, Umsatz etc.

### **5.4 Umweltdaten**

Umwelt- bzw. Verbrauchsdaten sind in die fünf Bereiche Abfall, Energie, Wasser, Abwasser und Material unterteilt. In der Regel können Einzel- oder Jahresbuchungen vorgenommen werden. In aufklappbaren Auswahllisten sind zur Beschleunigung der Dateneingabe häufig wiederkehrende Angaben wie Abfallbezeichnungen, Entsorger- und Versorgerdaten hinterlegt.

## 5.5 Prüfungen / Besonderes

Bei der Dateneingabe und –auswertungen werden eine Vielzahl automatische Prüfungen durchgeführt. Beispiele sind:

### Dateneingabe unter falschem Bilanzjahr

1. Bei versehentlicher Eingabe der Daten unter ein falsches Bilanzjahr bzw. Tippfehler bei Datumsangabe.
2. Wenn die Datumsangabe nicht dem Kalenderjahr entspricht, folgender Hinweis: „Aufgepasst: Das Beleg-Datum liegt außerhalb des Bilanzjahres. Überprüfen Sie bitte, ob Sie das korrekte Beleg-Datum eingegeben UND das richtige Bilanzjahr gewählt haben.“
  - a. Diese Prüfung wird nur bei Einzelbuchungen durchgeführt.
  - b. Nur Hinweis, keine Eingabeverweigerung, weil Rechnungen bspw. außerhalb eines Bilanzjahres liegen können.

### Spezifischere Auskunft, wenn Daten fehlen

In den Auswertungen wird der Anwender ggf. auf fehlende Daten hingewiesen. Dazu stehen die *Datendiagnose* und die *Fehlerdiagnose* zur Verfügung. *Datendiagnose* wird angezeigt, wenn für potenzielle Kennzahlen Daten fehlen. Es wird weiterhin angezeigt, welche Daten fehlen. *Fehlerdiagnose*: Es wurde für eine potenzielle Kennzahl die Abfall- bzw. Verbrauchsmenge angegeben, aber die entsprechenden Betriebs- oder Profildaten oder die Kosten, wenn es sich um eine Kostenanalyse handelt, fehlen. Auch hier bekommt der Anwender nähere Informationen darüber, welche Daten fehlen.

Mit diesen Analysehilfen kann sich der Anwender schnell über die Vollständigkeit seines Datenbestandes bzw. den Analyseumfang von buda-Service informieren.

### Bei Mengenbuchungen: Einschränkung der Einheit

Für die Dateneingabe stehen ggf. mehrere Einheiten zur Auswahl (z.B. t, kg, m<sup>3</sup>, Stück). Die wählbaren Einheiten können durch die Projektbearbeiter frei konfiguriert werden.

### Sortier- und Filterfunktionen für Tabellen (Abfall)

Aufgrund der i.d.R. großen Anzahl von Abfallbuchungen wurden hier umfangreiche Sortier- und Filterfunktionen implementiert. Filtern ist nach Abfallarten möglich. Auf- und absteigende Sortierung für die folgenden Parameter: Abfallart, Beleg, Datum, Menge, Kosten.

### Kostenpflichtige Anwendung

Für den Fall, dass die Nutzung des Internetportals für den Anwender kostenpflichtig ist und daher nicht alle Funktionen frei geschaltet sind, erscheint ein Hinweisfenster auf die zu entrichtenden Gebühren.

### Entsorgungsintervall

Abstand zwischen letzter und vorletzter Entsorgung (Abfall) wird bei Bedarf auch bei den Jahresbuchungen abgefragt, wenn es keine Buchungen aus dem Vorjahr gibt und als Angabe zum Entsorgungsintervall „1x pro Jahr“ oder „weniger als 1x pro Jahr“ gewählt wird, Eingabe „Abstand zwischen letzter und vorletzter Entsorgung (in Monaten)“ anzeigen. Ansonsten wird dieses Eingabefeld ausgeblendet.

## 5.6 Gastzugang

Der so genannte geschlossene Bereich, die customer area, kann auch ohne Anmeldung von jedermann mittels eines Gastzugangs eingesehen werden. Es können alle Masken und Funktionalitäten genutzt werden, die auch einem echten Nutzer zur Verfügung stehen.

Der Gastzugang ist wie folgt zu erreichen:

1. Auf der Startseite von [www.buda.de](http://www.buda.de) das Feld „Login“ anklicken
2. Als Gast bei Benutzername und Passwort beides mal „demo“ eingeben
3. Bei Fragen zur Menüführung lesen Sie bitte vor der erstmaligen Anwendung den Hilfetext durch.
4. Wählen Sie einen Musterbetrieb aus der Branche aus, deren Masken und Analysen Sie einsehen möchten
5. Jetzt können alle Masken zur Eingabe von Betriebs- und Umweltdaten erreicht und gelesen werden. Wichtig: die hier gezeigten Daten sind Testdaten, die für die jeweilige Branche zwar realitätsnah, aber keine realen Betriebsdaten sind.
6. Es können auch Testanalysen abgerufen werden, indem ein Betriebsjahr geöffnet wird (blauer Button ganz unten links) und dann der Button „Auswertungen“ angeklickt wird. Wichtig: die aufgeführten Benchmarkwerte sind nur Testwerte zur Veranschaulichung der Darstellung und keine realen Benchmarkwerte.

## 5.7 Administratorbereich

Im Administrationsbereich können alle Daten zentral eingesehen, kontrolliert, bearbeitet, gelöscht, zur Auswertung freigegeben bzw. gesperrt sowie exportiert werden sowie Festlegungen zur Gruppen- und Kennzahlenbildung getroffen werden. Der Administrationsbereich ist daher besonders Passwort-geschützt und aus Sicherheits- und Datenschutzgründen nur den Bearbeitern zugänglich.

Er gliedert sich in die Bereiche

- Sessions: online-Sitzungen der Nutzer verfolgen
- Kunden: Kundendaten
- Standorte: dito, ggf. mehrere Standorte pro Kunde, Freigabe der Analysen
- Mailings: es können Mitteilungen an einzelne Betriebe oder Gruppen (z.B. Branche) gemailt werden
- Provider: Verwaltung der Daten der Ver- und Entsorger
- Nachweise: Verwaltung der Entsorgungsnachweisdaten
- Abfallarten: Verwaltung der Abfallarten
- Kennzahlen: Verwaltung, Gruppeneinteilung, Berechnung und Freigabe der Kennzahlen



## 6 Auswertungen der Daten eines Betriebs

Ziel der Analysen ist es, dem Betrieb in einer kurzen Übersicht direkt anzuzeigen, in welchen Bereichen welches Optimierungs- bzw. Einsparpotenzial besteht. Dies wird erreicht durch eine grafische Darstellung ergänzt um eine tabellarische Übersicht. Pro Analyse umfasst dies 1 bis max. 1,5 Seiten. So kann der Betrieb schnell erkennen, wo es sich zuerst lohnt, Optimierungsmaßnahmen zu erkunden und einzuleiten.

Insgesamt stehen jedem Betrieb 12 verschiedene Auswertungen für seine Umweltdaten zur Verfügung, davon 7 Mengen- und Kostenanalysen, die neben dem Vergleich der eigenen Daten mit Benchmarks auch eine Berechnung von Einsparpotenzialen enthalten. Werden Einsparpotenziale ermittelt, werden zu diesen Positionen Tipps zur Optimierung und Kostensenkung aufgeführt. Auch die komplette Liste mit Umweltschutz-Tipps für diese Branche lässt sich dort per Mausklick für die entsprechende Branche abrufen.

Drei weitere Analysen beinhalten Zeitreihenuntersuchungen für die Betriebsdaten. Darüber hinaus kann die Abfallbilanz gemäß KrW-/AbfG, wie sie bis 2005 gemäß KrW-/AbfG vorgeschrieben war, erstellt sowie eine zusammenfassende betriebliche Umweltbilanz abgerufen werden.

Folgende Auswertungen sind abrufbar:

### 1. Mengenanalysen

- 1.a Analyse der Abfallmengen (z.B. kg Hausmüll / Mitarbeiter)
- 1.b Analyse des Energieverbrauchs (z.B. m<sup>3</sup> Erdgas / m<sup>2</sup> Gebäudefläche)
- 1.c Analyse des Materialverbrauchs (z.B. l Rostlöser / Werkstattdurchgang)
- 1.d Analyse des Wasserverbrauchs bzw. der Abwassermengen

### 2. Kostenanalysen

- 2.a Analyse der spezifischen Abfallentsorgungskosten (z.B. €/m<sup>3</sup> Abfall)
- 2.b Analyse der spezifischen Energieversorgungskosten (z.B. €-Cent/kWh Strom)
- 2.c Analyse der spezifischen Material-/Verbrauchskosten

**3. Abfallbilanz** (wie sie bis 2005 gemäß KrW-/AbfG vorgeschrieben war)

**4. Umweltbilanz:** zusammenfassende Darstellung der Analysen aus Pos. 1 und 2.

### 5. Zeitreihenanalysen

- 5.a Zeitreihen bzgl. Mengen
- 5.b Zeitreihen bzgl. spezifischer Kosten
- 5.c Zeitreihen bzgl. absoluter Kosten

Beispielanalysen mit Testdaten sind über den Gastzugang im Internet einsehbar (s.o.).

Wichtig ist, dass für jeden Betrieb seine Daten mit individuell für ihn berechneten Benchmarks verglichen werden. Zum einen werden nur ähnliche Betriebe miteinander verglichen (z.B. bei Kfz-Werkstätten bezüglich Fahrzeugart, Dienstleistungsspektrum und Inventar vergleichbare Betriebe). Zum anderen wird jeweils eine mengen- bzw. verbrauchsabhängige Benchmark-Funktion erzeugt (siehe Kapitel 6.2).

Die Auswertegruppen und die Benchmark-Funktion können für jede Kennzahl im Administratorbereich flexibel festgelegt und berechnet werden.

Die Rückmeldungen seitens der Betriebe aus der Projektphase beim bmbf-Projekt zeigen, dass die Auswertungen gut verständlich, aussagekräftig und hilfreich bei der Erkennung und Umsetzung von Optimierungspotenzialen sind. Über 90 % der Betriebe haben kurzfristig Einsparmaßnahmen eingeleitet bzw. umgesetzt.

In obiger Aufstellung mag auffallen, dass die Kostenanalyse für Wasser / Abwasser fehlt. Da weder Wasser-Ver- noch -Entsorger frei wählbar sind und somit der Betrieb keinen Einfluss auf die spezifischen Kosten (€/m<sup>3</sup>) hat, kann eine Analyse der spezifischen Wasser-Ver- oder -Entsorgungskosten nicht für eine Optimierung genutzt werden. Einsparungen im Bereich Abwasser und Trinkwasser sind nur über eine Mengenreduktion möglich.

## 6.1 Umweltanalysen

Die Daten jedes einzelnen Betriebsstandortes werden für jede Branche getrennt mit denen ähnlicher Betriebe verglichen (durch Unterteilung in Auswertegruppen bzw. Unterscheidung nach spezifischen Dienstleistungen usw.).

Dabei werden die jeweiligen Daten nicht mit einem Vergleichswert, sondern - passend zu Größe bzw. Verbrauch des Betriebs - mit dem sich aus der Benchmark-Funktion errechneten größenabhängigen, individuell zu diesem Betrieb passenden Wert verglichen. Dieses Vorgehen wurde im Rahmen dieses Projekts entwickelt und erstmalig im Umweltbereich angewendet.

Aus diesem Vergleich - dem so genannten Benchmarking - können die Betriebe sofort erkennen, in welchen Bereichen sie deutlich mehr oder weniger als die anderen Betriebe verbrauchen bzw. bezahlen. Das Instrument berechnet für jeden Umweltbereich das Einsparpotenzial (Angabe in €), gibt Tipps zur Optimierung und vermittelt Ansprechpartner für eine kostenlose online-Beratung.

Die Analysen enthalten eine grafische Darstellung mit den eigenen Werten im Vergleich zum individuellen Benchmarkwert ergänzt um eine tabellarische Übersicht. Pro Analyse umfasst dies 1 bis max. 1,5 Seiten. So kann der Betrieb schnell erkennen, wo es sich zuerst lohnt, Optimierungsmaßnahmen zu erkunden und einzuleiten.

Ergänzt wird die jeweilige Analyse um eine Liste der Tipps zu den Medien, bei denen Optimierungspotenziale erkannt wurden (Beispielanalysen siehe Anlagen).

## 6.2 Benchmarking-Verfahren

Im Rahmen dieses Berichts soll nicht das Thema Benchmarking mit Zielsetzung und Verfahren beschrieben werden, sondern nur die speziellen Fragestellungen diskutiert werden, die beim Benchmarking für eine große Gruppe von Betrieben und die Umsetzung im Rahmen unseres Projektes relevant sind. Bei unseren Benchmarking-Prozessen haben wir es immer mit eindeutigen Kennzahlen zu tun und nicht mit abstrakten bzw. textlichen Prozessbeschreibungen oder Organisationsformen. Die folgenden Aussagen sind ausführlich im bmbf-Projektbeirat und Benchmarking-Experten (bes. Herr Duckert, FH Reutlingen und Herr Kohl, Informationszentrum Benchmarking der FhG, Berlin) diskutiert und erarbeitet worden:

## 6.2.1 Mengen- und Größenabhängigkeit des Benchmarkwerts

- 1.) Für die Festlegung der Größe eines Benchmarkwerts gibt es keine feste Definition. Im allgemeinen wird dieser Wert so festgesetzt, dass mindestens 10 % bis maximal 1/3 der Betriebe besser als dieser Benchmarkwert liegen. Der Benchmarkwert ist also nicht der Mittelwert, Median o.ä. Die mit dem Benchmarkwert vorgegebene Zielgröße muss einerseits so positiv wie möglich sein, andererseits aber auch für den Großteil der Betriebe erreichbar sein. Insbesondere soll das aus dem Vergleich von Benchmarkwert mit der eigenen Kennzahl berechnete Einsparpotenzial realistisch sein.
- 2.) Die ermittelten Kennzahlen bzgl. Abfall-, (Ab)Wasser-, Energie- und Verbrauchsmengen und deren spezifischen Kosten sind meist größen- bzw. mengenabhängig! Allgemein bekannt ist, dass der kWh-Preis sinkt, je größer der Stromverbrauch ist, dass Heizöl günstiger eingekauft werden kann, je größer die Abnahmemenge ist, dass Abfälle mit steigender Menge günstiger entsorgt werden können, dass Material in großen Mengen bzw. Einheiten günstiger beschafft werden kann usw.  
Neben den Kostenkennzahlen sind aber auch die Mengenkennzahlen teilweise größenabhängig. Je größer ein Betrieb ist, desto wahrscheinlicher sind Kreislaufführung, Standzeitverlängerung, optimale Wartung, optimale Anlagenauslegung und -ausnutzung etc. In einigen Fällen lohnen sich erst ab bestimmten Mengen UWS-Maßnahmen. D.h. die Mengenkennzahlen sollten bei größeren Betrieben i.d.R. kleiner sein als bei Kleinbetrieben.
- 3.) Würde man wie bei den bisherigen Benchmarkprojekten üblich nur jeweils einen festen, mengenunabhängigen Benchmarkwert berechnen, würde dies daher zu falschen Folgerungen und Empfehlungen für einzelne Betriebe führen. Große Betriebe liegen in aller Regel besser als dieser Benchmarkwert: auch wenn sie im Vergleich zu gleichgroßen Betrieben schlechtere Kennzahlen aufweisen, würde für sie kein Optimierungspotenzial ausgewiesen. Für kleine Betriebe wäre der Benchmarkwert dagegen auch theoretisch unerreichbar.  
Allenfalls werden in der Praxis 2 oder 3 Klassen an Betriebsgrößen gebildet, für die jeweils eigene Benchmarkwerte berechnet wurden. Auch hier gilt, dass je näher der Betrieb an der Klassengrenze liegt, desto größer der Fehler.
- 4.) Die Abhängigkeit des Benchmarkwerts von Menge bzw. Betriebsgröße kann unterschiedlichste Verläufe annehmen. In aller Regel ist der Verlauf aber stetig steigend oder abfallend, ggf. mit einer asymptotischen Annäherung an eine zur x-Achse parallelen Geraden (Sättigung).

## 6.2.2 Bestimmung der Benchmark-Funktion

- 5.) Bestimmung der Benchmark-Funktion am Beispiel einer Geraden: hier wird mit dem Verfahren der „Linearen Regression“ bzw. „Ausgleichsgerade“ die mengenabhängige Benchmark-Funktion  $b(x) = r \cdot x + s$  bestimmt.  
Für einen Satz von N Kennzahlen  $(x_i, y_i)$  ist  $r = (\sum x_i^2 \cdot \sum y_i - \sum x_i \cdot \sum x_i y_i) / (N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)$  und  $s = (N \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i) / (N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)$ .

Es ist jeweils zu prüfen, ob der Verlauf nicht besser durch beispielsweise eine logarithmische oder potenzielle Funktion oder Polynome 2.-4.-Ordnung anzunähern ist.

6.) Vorgehen:

- a) Für jede Auswertegruppe wird mit dem oben beschriebenen Verfahren eine 1. Funktion bestimmt. In etwa werden 50 % der Betriebe besser, die anderen 50 % schlechter als diese „Mittelwert-Funktion“ liegen.
- b) Es wird geprüft, welche Werte besser als diese Mittelwert-Funktion liegen. Nur aus diesen Werten – den 50 % Besten – wird dann eine 2. Funktion, die „Benchmark-Funktion“, berechnet.
- c) Nun werden in etwa 25 % der Betriebe besser als diese Benchmark-Funktion sein, 75 % schlechter. Im Vergleich zur Aussage in Punkt 1.) wird damit ein nicht allzu ehrgeiziger, aber dennoch ausreichend positiver Benchmarkwert ermittelt.
- d) Für jeden Betrieb wird somit – abhängig von seiner Größe oder seinem Verbrauch – ein eigener Benchmarkwert ermittelt.

7.) Behandlung von Ausreißern:

Die Erfahrung zeigt, dass manche Eingabewerte aufgrund von Fehleingaben oder betrieblicher Besonderheiten so stark von der Vergleichsgruppe abweichen, dass sie nicht berücksichtigt werden dürfen, da sonst der Mittel- oder Benchmarkwert verfälscht werden würde. Es werden die jeweils 3 % der niedrigsten bzw. höchsten Werte herausgefiltert bzw. bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt. Dies ersetzt aber nicht die Einzelprüfung aller Daten im Hinblick auf offensichtliche Fehleingabe. Diese Prüfung wird durch das Kennzahlen-Tool unterstützt.

8.) Die Berechnung der Mittelwert- bzw. Benchmark-Funktionen mittels der Linearen Regression führt bei einigen Kennzahlen in den Randbereichen (sehr kleine bzw. große Verbräuche / Mengen) zu falschen Vergleichszahlen. Wie sich zeigt, sind in diesen Fällen logarithmische oder Potenz-Funktionen die bessere Variante (geringere Abweichungen).

Die Berechnung der Benchmark-Funktion verläuft dahingehend automatisiert, dass die Software pro Kennzahl verschiedene Benchmark-Funktionen bestimmt, die Abweichung berechnet und die am besten passende Funktion vorschlägt. Diese kann dann manuell bestätigt oder verändert werden, indem eine andere Funktion oder ein fester Benchmarkwert ausgewählt werden.

Eine andere Darstellung, die sich an die teilnehmenden Betriebe richtet, kann im Internet unter <Projekt> - <Was ist Benchmarking?> abgerufen werden. Dabei wird besonders hervorgehoben, dass für jeden Betrieb in Abhängigkeit von seinem Dienstleistungspektrum und seiner Größe bzw. Verbräuchen / Mengen so genannte „individuelle“ Benchmarks berechnet werden, welche für andere Betriebe nicht aussagefähig sind, und dass sich die Benchmarks mit der Zeit gemäß der Dateneingabe durch andere Betriebe immer mehr dem Endstand nähern werden.

Im Vergleich zur sonst üblichen Benchmarkbildung, bei der allenfalls die Betriebe in 2 oder 3 verbrauchs- bzw. größenabhängige Gruppen eingeteilt und darin feste Benchmarkwerte berechnet werden, ist unser neuartiger Ansatz ein wesentlicher Fortschritt hin zu realitätsnäheren und damit praxistauglicheren Benchmarkprozessen.

### 6.3 Zeitreihenvergleich

Die Zeitreihenvergleiche erlauben dem Anwender eine Analyse seiner Umwelt- und Kostenentwicklung über einen Zeitraum von bis zu 3 Jahren.

#### Funktionsbeschreibung

1. Es wurden 3 separat abrufbare Zeitreihenvergleiche eingerichtet: 1. Entwicklung der spezifischen Mengen, 2. Entwicklung der spezifischen Kosten und 3. Entwicklung der absoluten Kosten. Alle Zeitreihenvergleiche gliedern sich in die einzelnen grafischen Darstellungen für Abfall, Energie, (Ab)wasser, Material und zusätzliche %-ualer Anteil am Umsatz für den Zeitreihenvergleich „absolute Kosten“.
2. Es werden maximal 3 Jahre angezeigt: das zuletzt eingegebene Jahr und die beiden Jahre davor. Also z.B. nach Ende der Eingabephase für das Jahr 2007 im Frühjahr 2008: Die Jahre 2007, 2006 und 2005.
3. Das erste dargestellte Jahr (im Beispiel 2005) wird als Bezugsjahr verwendet. D.h. der Wert dieses Jahres definiert die 100% und wird als blauer Balken dargestellt. Die beiden nachfolgenden Jahre sind entweder rot/orange oder grün, je nachdem ob der Wert größer oder kleiner als im Bezugsjahr ist. Wenn die Werte kleiner Bezugsjahr = grün; größer bis max. 5 % für Kosten bzw. 15% für Mengen als Bezugsjahr = orange; alle darüber liegenden Werte = rot.
4. Fehlt das erste Jahr (im Beispiel 2005) so wird das zweite Jahr (2006) zum Bezugsjahr.
5. Fehlt das zweite Jahr (im Beispiel 2006) so wird dieses einfach weggelassen (keine Lücke).
6. Fehlt das dritte Jahr (im Beispiel 2007) oder die beiden ersten Jahre, so wird auf die Zeitreihe für dieses Medium ganz verzichtet.
7. Jeder Balken wird mit der Jahreszahl beschriftet, so dass immer klar ist, welcher Balken für welches Jahr steht.
8. Es wird nur eine grafische Auswertung erstellt und keine Tabelle. Es werden nur die Mengen- und Kostenangaben ausgedruckt und keine Prozentzahlen. Letztere ergeben sich visuell aus der Länge der Balken.
9. Es werden nur Kennzahlen berücksichtigt, die auch in den Analysen erscheinen. Die Mengen und Kosten werden genauso berechnet wie in den Analysen.
10. Es erfolgt keine Darstellung/Berücksichtigung der Benchmarks, sondern nur der eigenen betrieblichen spezifischen und absoluten Kosten- und Mengenkennzahlen.
11. Der Zeitreihenvergleich enthält keine Tipps oder textlichen Wertungen (nur kurze Einleitung mit Hinweisen zur Interpretation der Daten).
12. Bei den Tabellen zu den spezifischen Mengen und Kosten: Gratulation, falls „überwiegend“ Senkung erreicht wurde.

Falls kein Zeitreihenvergleich möglich ist, erscheint ein entsprechender Hinweis.

## **7 Statistische Auswertung und Diskussion der Daten**

### **7.1 Einleitung / Ziele**

Alle eingegebenen Daten können für eine betriebsübergreifende statistische Auswertung beliebig in Bezug gesetzt werden: z. B. verbrauchte oder entsorgte Menge zu Mitarbeiterzahl, Anzahl an Serviceleistungen (Kfz-Reparatur, Frisieren) oder Menge der eingesetzten Rohware (Mehl, Fleisch). Ein wichtiges Ziel war es dabei zu ermitteln, welche Einflussfaktoren die Kennzahlen bzw. Benchmarkfunktion relevant beeinflussen oder nicht, um Hinweise auf die Bildung notwendiger Auswertegruppen zu erhalten.

Diese Ziele konnten mit den vorhandenen Daten und angewendeten Auswertemethoden voll erreicht werden, soweit genügend Datensätze vorhanden waren (bei Kfz-Werkstätten und Bäckereien). Auch lassen sich aus den ermittelten Abweichungen Hinweise für weitere Ansatzpunkte zur Optimierung der Umwelt- und Kostensituation der Betriebe ableiten. Die Ergebnisse aus den statistischen Auswertungen können aber auch als wertvolles Hilfsmittel bei der Beratung von Betrieben, die das buda-Instrument nicht anwenden, genutzt werden.

Die Auswertungen zu verschiedenen Umweltmedien sind in den folgenden Kapiteln aufgeführt. Neben der Angabe von Kenndaten enthalten die Auswertungen i.d.R. auch grafische Darstellungen der Verläufe der eingegebenen Daten nebst Mittelwert- und Benchmarkfunktion sowie eine kurze Diskussion der Ergebnisse.

Die Auswertungen basieren auf den Daten von bundesweit 273 Betrieben (Aufteilung auf Branchen und Bundesländer siehe Kap. 1). Aufgrund der hohen Anzahl der teilnehmenden Betriebe bei den Branchen Kfz-Werkstätten und Bäckereien sind die ermittelten Kennzahlen, statistischen Werte und Funktionen – auch im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Studien, die oft nur auf der Analyse weniger Betriebe basieren – sehr belastbar.

Die Qualität der ermittelten Daten für die Branchen Fleischer und Friseure ist hingegen deutlich geringer und in etwa vglb. mit den Ergebnissen anderer Studien (siehe die in Kap 2.2 als Quellen angegebene Literatur). Für Beratungen und Informationen für Fleischer und Friseure sollten daher die Ergebnisse dieser buda-Auswertung nur gemeinsam mit den Ergebnissen anderer Studien verwendet werden.

### **7.2 Auswertungen im Hinblick auf die Bildung von Auswertegruppen**

Alleine schon aus theoretischen Überlegungen ist offensichtlich, dass bei Kfz-Werkstätten mit Waschanlagen der Wasserverbrauch höher sein wird als in Betrieben ohne. In ersterem Fall hängt er primär von der Anzahl der Fahrzeugwäschen ab, im zweiten von der Mitarbeiterzahl.

In anderen Fällen ist der Einfluss des betrieblichen Produktions- bzw. Dienstleistungsspektrums nicht von vornherein offensichtlich. Erwarten könnte man beispielsweise, dass bei Kfz-Werkstätten, die gleichzeitig eine Tankstelle betreiben (oder umgekehrt Tankstelle mit angeschlossener Werkstatt), die Kennzahl Hausmüll/Mitarbeiter durch die Kunden höher liegt als bei Werkstätten ohne Tankstelle. Allerdings unterscheiden sich, wie die detaillierte Auswer-

tung ergab, Benchmarkfunktion, Mittelwert und Median für die Kennzahl Hausmüll/Mitarbeiter nur unwesentlich, so dass hier nicht in zwei Auswertegruppen getrennt werden muss.

Diese Auswertungen sind im Detail in den folgenden Kapiteln ausgeführt und kommentiert. Durch die statistischen Auswertungen konnten – soweit ausreichend Daten vorhanden – wie geplant Rückschlüsse auf die vorzunehmende Einteilung in Auswertegruppen gezogen werden.

### 7.3 Glossar

Erläuterung der wichtigsten, in den folgenden Kapiteln verwendeten Begriffe:

*Mengen-Kennzahlen:* hier wird die von einem bestimmten Umweltmedium (Abfallart, Wasser, Reiniger usw.) erzeugte bzw. verbrauchte Menge zur verursachenden Basisgröße wie z.B. Mitarbeiter, Anzahl Serviceleistungen (z.B. Anzahl Reparaturen), Menge verarbeitetes Material (z.B. Rohware Fleisch oder Mehl) in Bezug gesetzt. Angegeben werden i.d.R. Mittelwert, Median, Minimum, Maximum und ggf. Mittelwert- und Benchmark-Funktion.

*Mengen-Angaben:* Die angegebenen Mengen sind immer Jahresmengen. Ausnahme: bei spezifischen Kosten wird dann, wenn die spezifischen Kosten pro Entsorgungsvorgang berechnet werden, der Begriff „entsorgte Menge“ verwendet.

*Spezifische Kosten:* hier werden die Einkaufs- bzw. Entsorgungskosten von einem bestimmten Umweltmedium (Abfallart, Wasser, Reiniger usw.) ihrer jeweiligen Menge (m<sup>3</sup> oder Ltr. bzw. t oder kg, ggf. Stück) gegenübergestellt. Angegeben werden i.d.R. Mittelwert, Median, Minimum, Maximum und ggf. Mittelwert- und Benchmark-Funktion.

*Mittelwert-Funktion:* die Mittelwert-Funktion für eine Kennzahl wird per Regressions-Verfahren (s.u.) ermittelt. Sie wird aus allen Wertepaaren dieser Kennzahl berechnet. Es wird i.d.R. nur die am besten passende Funktion (linear, potenziell, logarithmisch) dargestellt.

*Benchmark-Funktion:* die Benchmark-Funktion für eine Kennzahl wird per Regressions-Verfahren (s.u.) ermittelt. Sie wird nur aus den Wertepaaren dieser Kennzahl berechnet, die unterhalb der Werte der Mittelwert-Funktion liegen. Es wird nur die am besten passende Funktion (linear, potenziell, logarithmisch) dargestellt. Sinnvoll ist die Angabe der Benchmark-Funktion nur, wenn mind. 20 Datensätze vorhanden sind.

*Median:* nach Sortierung der Datenreihe nach der Größe gibt der Median den Wert an, den der mittlere Eintrag enthält. Das heißt, die Hälfte der Werte liegt unter, die andere Hälfte über diesem Wert.

*Mittelwert* (Abk. MW; auch Durchschnittswert): wird berechnet aus „Summe aller Werte“ geteilt durch „Anzahl aller Werte“

*Ausreißer:* bei der Berechnung der Kennzahlen und Funktionen und den grafischen Darstellungen wurden immer etwa 3 % der minimalen und maximalen Werte nicht verwendet, damit Ausreißer das Ergebnis nicht verfälschen. Dies wird bei den einzelnen Auswertungen nicht

mehr erwähnt, da es für alle gültig ist. Vorab wurden alle offensichtlichen Falscheingaben gelöscht (Abweichungen um mehrere 10er Potenzen von den anderen Werten).

*Extremwerte – Minimum/Maximum:* der kleinste bzw. größte Werte einer Datenreihe (ohne Ausreißer, s.o.)

*Regression:* Hier steht Regression für die in der Statistik verwendete deskriptive Regression. Dies kann man dann verwenden, wenn die Zusammenhänge zwischen den Wertepaaren x und y (hier: Basiszahl wie z. B. Mitarbeiter und Kennzahl wie z. B. Menge pro Mitarbeiter) deterministisch sind, also nicht vom Zufall abhängen. Die Zusammenhänge lassen sich als Funktion  $y = f(x)$  darstellen. Bei unseren Auswertungen wurden – da am besten passend – lineare, potenzielle oder logarithmische Funktionen verwendet. Das typische Instrument zur Bestimmung der Funktion ist dabei die Methode der kleinsten Quadrate.

*Bestimmtheitsmaß  $R^2$ :* Liefert das Quadrat des Pearsonschen Korrelationskoeffizienten. Dieser Koeffizient ist ein dimensionsloser Index mit dem Wertebereich  $-0 \leq R^2 \leq 1,0$  und ist ein Maß dafür, inwieweit zwischen zwei Datensätzen eine lineare Abhängigkeit besteht. D.h. bei sehr kleinen  $R^2$ -Werten wird der Verlauf der Datenpunkte gut durch Geraden (linear), bei  $R^2$ -Werten nahe 1 besser durch nichtlineare Funktionen (potenziell, exponentiell usw.) beschrieben.

*Mengeneinheit:* es wurde immer die Mengeneinheit angegeben, die von den Betrieben am häufigsten bei ihren Buchungen verwendet wurde: Ltr. oder  $m^3$  bzw. t oder kg.

*Dichtefaktoren:* es wurden die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt herausgegebenen Dichtefaktoren zur Umrechnung von Volumen- in Masseinheiten verwendet. Ist dort eine Spannbreite angegeben, wurde die Mitte dieser Spanne als Faktor benutzt.

*Aggregieren auf Jahresmengen:* für viele Umweltmedien haben die einzelnen Betriebe pro Betriebsjahr mehrere Buchungen eingegeben. Aggregieren heißt, diese mehreren Buchungen pro Betrieb und Betriebsjahr zu einem Datensatz zusammenzuführen. So kommt es, dass wie beim Bsp. Hausmüll in Kfz-Werkstätten aus insgesamt 1682 Buchungen 341 aggregierte Datensätze werden. Diese stammen wiederum von „nur“ 158 Betrieben, da mehrere Betriebe über 2 oder mehr Jahre Daten eingegeben haben.



## 8 Statistische Auswertung und Diskussion der Umweltdaten von Kfz-Werkstätten und Zeitreihenanalysen

### 8.1 Kfz-Auswertung – Abfall: Hausmüll

EAK 200301: gemischte Siedlungsabfälle

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 1682 Datensätze aus 158 Betrieben, davon 29 aus Baden-Württemberg, 8 aus Bayern, 1 aus Berlin, 1 aus Hamburg, 56 aus Hessen, 3 aus Niedersachsen, 22 aus Nordrhein-Westfalen, 34 aus Rheinland-Pfalz, 3 aus Sachsen und 1 aus Thüringen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 341 Datensätze.

##### Abfallmenge

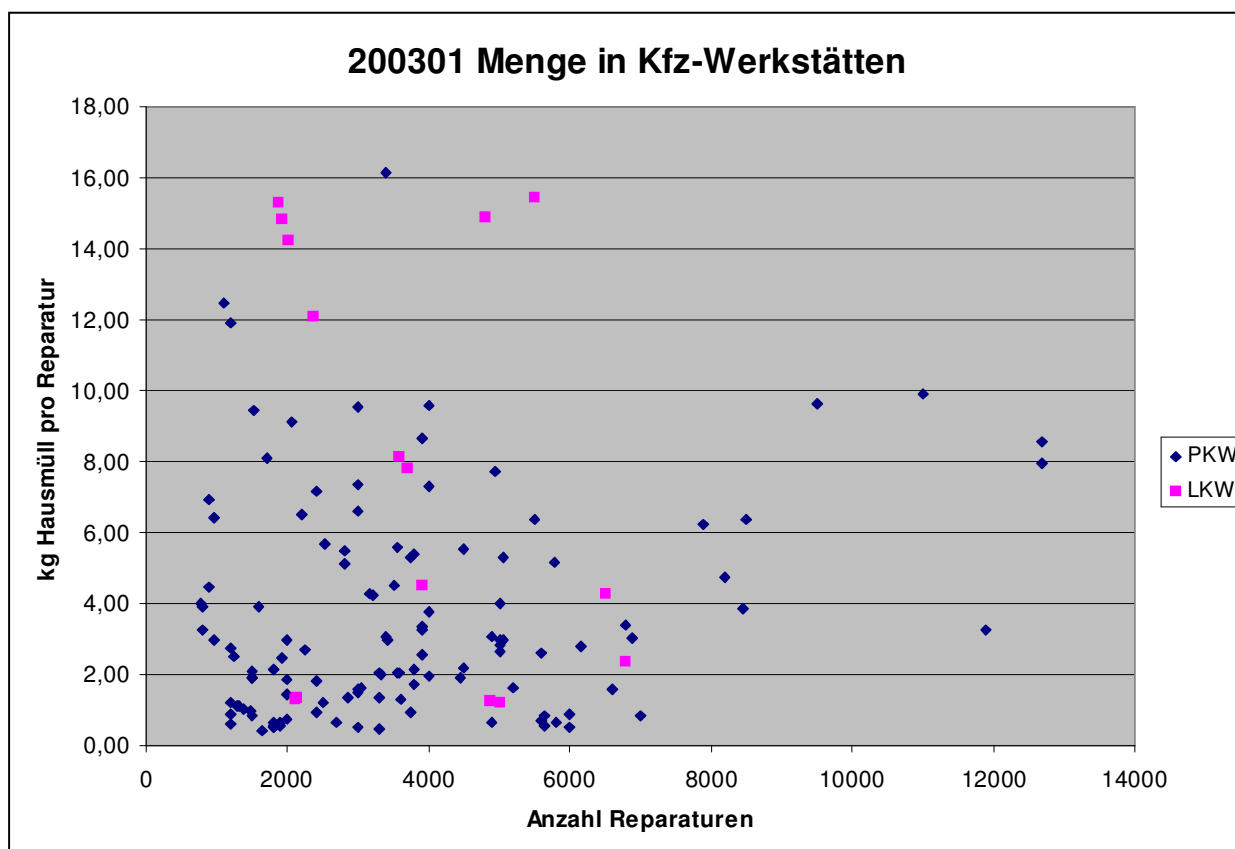
Allgemeine Mengen-Kenndaten zur Abfallart 200301

Von der Hausmüllmenge wurden nach Angabe der Betriebe 72 % verwertet und 28 % beseitigt. Im Mittel wurden pro Betrieb und Jahr 15,4 t Hausmüll erzeugt. Die Dichte für Hausmüll wird mit 0,1 bis 0,9 t/m<sup>3</sup> angegeben. Zur Umrechnung wurde der Wert 0,5 t/m<sup>3</sup> verwendet.

PKW	Menge pro MA-ges. [kg]	Menge pro MA-Werkstatt [kg]	Menge pro Kfz-Reparatur [kg]
Mittelwert	779,1	1.531	3,56
Median	500,0	960	2,67
Min.	30,2	55,4	0,44
Max.	3611	10640	16,12

LKW	Menge pro MA-ges. [kg]	Menge pro MA-Werkstatt [kg]	Menge pro Kfz-Reparatur [kg]
Mittelwert	630,6	1.332	8,37
Median	473,6	1.053	7,97
Min.	71,7	223	1,23
Max.	2656	5000	15,45

Die auf Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen in PKW- und LKW-Werkstätten sind nicht signifikant unterschiedlich; sie weisen zwischen Minimal- und Maximalwerten extreme Differenzen bis größer Faktor 100 auf. Geeigneter sind die Kennzahlen pro Reparatur, die bei LKW-Werkstätten etwa 2-3 mal so hoch liegen wie bei Kfz-Werkstätten; sie weisen zwischen Minimal- und Maximalwerten Differenzen von Faktor 15 bis 35 auf.



Aufgrund des uneinheitlichen, nicht von der Anzahl an Reparaturen abhängigen Verlaufs ist es nicht sinnvoll, Mittelwert- oder Benchmark-Funktionen anzugeben.

Für PKW-Werkstätten liegen gute Werte unter 4 kg Hausmüll pro Reparatur, sehr gute unter 2 kg. Bei LKW-Werkstätten liegen diese Werte bei 6 bzw. 3 kg.

**Einflussfaktoren:**

Menge pro Reparatur in kg

		alle PKW-Werkstätten	PKW-Handel	Tankstelle	Wohnung
ohne	MW	3,56	2,73	3,52	3,59
	Median	2,67	1,70	2,08	2,67
mit	MW	3,56	3,68	3,72	3,67
	Median	2,67	2,83	3,25	2,97

Tankstelle und Wohnung auf dem Gelände einer PKW-Werkstatt haben keinen signifikanten Einfluss auf die Kennzahlen, wohingegen Betriebe mit Kfz-Handel deutlich mehr Hausmüll pro Reparatur erzeugen als solche ohne.

Siehe auch Diskussion in Kap. 8.6 „Gegenseitige Abhängigkeit der Abfallmengen von Hausmüll, Aufsaug- und Filtermaterialien und Ölabscheider-/Sandfanginhalten“.

**Spezifische Kosten:**

Um Fehler durch die Umrechnung von m<sup>3</sup> zu t zu vermeiden, wurden die spezifischen Kosten getrennt für Volumen und Gewicht bezogene Erfassung durchgeführt. Außerdem auch getrennt für Hausmüll zur Beseitigung und zur Verwertung.

	Hausmüll zur Beseitigung		Hausmüll zur Verwertung	
	€/m <sup>3</sup>	€/t	€/m <sup>3</sup>	€/t
Mittelwert	61,44	281,17	30,76	266,97
Median	39,70	278,96	22,71	230,77
Min.	10,58	123,68	17,12	99,67
Max.	303,5	517,3	88,29	1249,8

Deutlich erkennbar ist der Einfluss der Mengeneinheiten Volumen bzw. Gewicht auf die spezifischen Kosten: bei Hausmüll zur Beseitigung ist pro t etwa 5-7 mal soviel zu bezahlen wie pro m<sup>3</sup>; bei Hausmüll zur Verwertung sogar 9 – 10 mal soviel.

**8.2 Kfz-Auswertung – Abfall: Aufsaug- und Filtermaterialien**

EAK 150202: Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

**Mengen-Kennzahlen****Anzahl der Datensätze:**

Zu dieser Abfallart gab es 1326 Buchungen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 320 Datensätze aus 126 Betrieben, davon 26 aus Baden-Württemberg, 9 aus Bayern, 38 aus Hessen, 3 aus Niedersachsen, 20 aus Nordrhein-Westfalen, 28 aus Rheinland-Pfalz und 2 aus Thüringen.

**Abfallmenge**

Allgemeine Mengen-Kenndaten zur Abfallart 150202

Menge pro Werkstatt-Mitarbeiter in kg

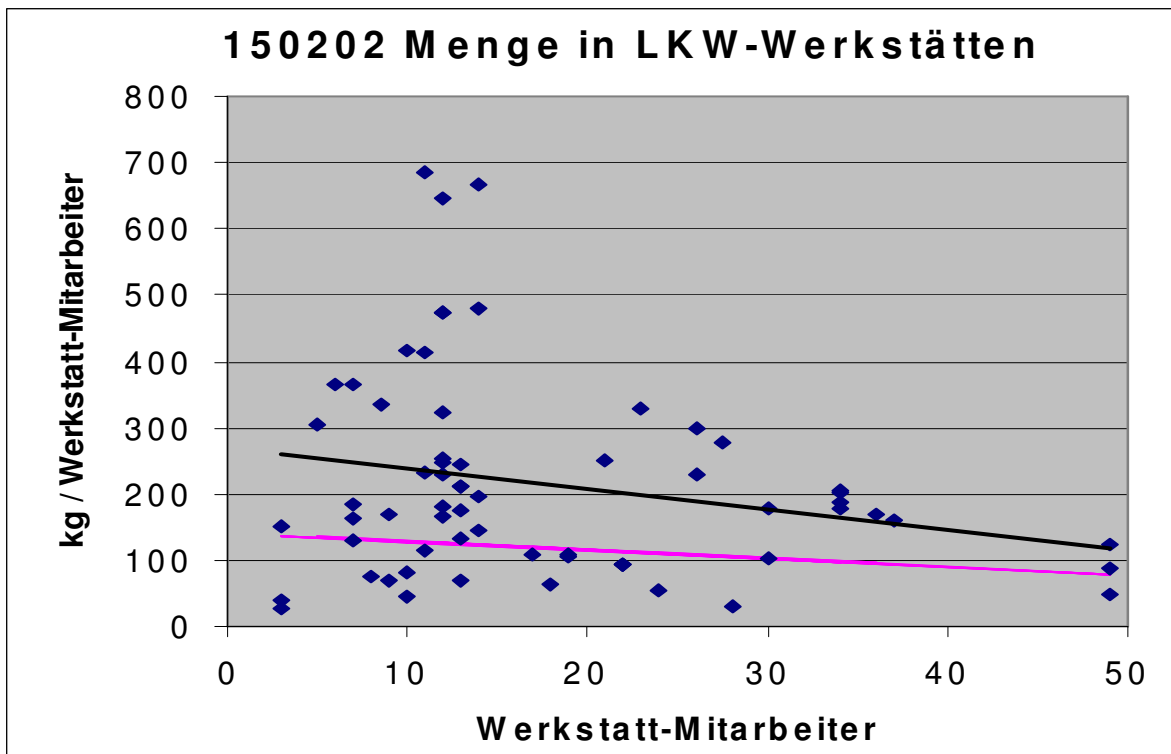
kg/MA <sub>Werkst</sub>	alle	LKW	PKW
Mittelwert	191,8	210,5	179,3
Median	127,5	177,3	114,0
Min.	20,6	27,7	20,6
Max.	912,0	684,0	912,0

Menge pro Kfz-Reparatur in kg

kg/Kfz-Rep.	alle	LKW	PKW
Mittelwert	0,54	0,84	0,44
Median	0,47	0,89	0,30
Min.	0,09	0,12	0,09
Max.	2,00	1,94	2,00

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich in etwa um den Faktor 50. Deutlich sichtbar ist der Unterschied zwischen LKW- und PKW-Werkstätten: pro Werkstatt-Mitarbeiter wird in

LKW- etwa die Hälfte mehr als in PKW-Werkstätten erzeugt, pro Reparatur etwa das doppelte.

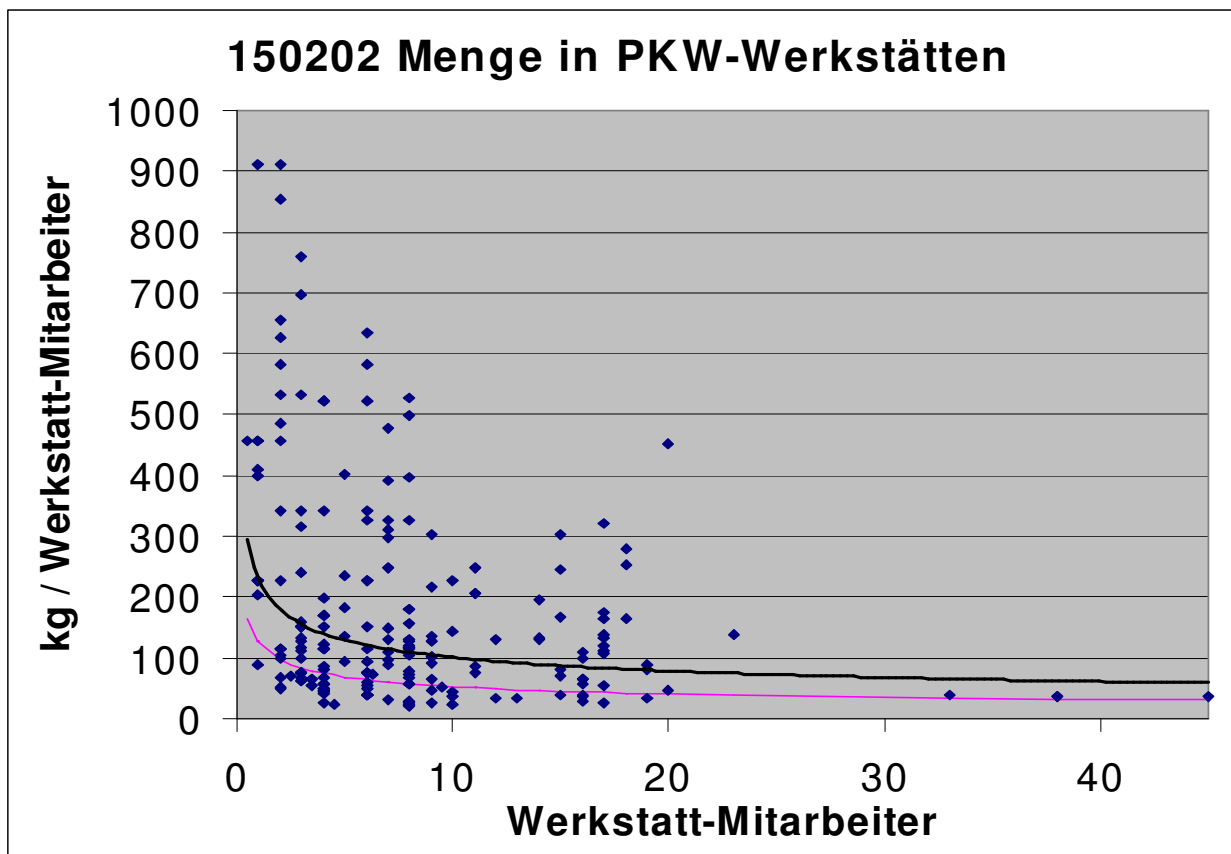


Mittelwert-Funktion:  $y = -3,0714 x + 267,93$  mit  $R^2 = 0,0521$

Benchmark-Funktion:  $y = -1,2529 x + 140,64$  mit  $R^2 = 0,0648$

für bis zu 50 Werkstatt-Mitarbeiter

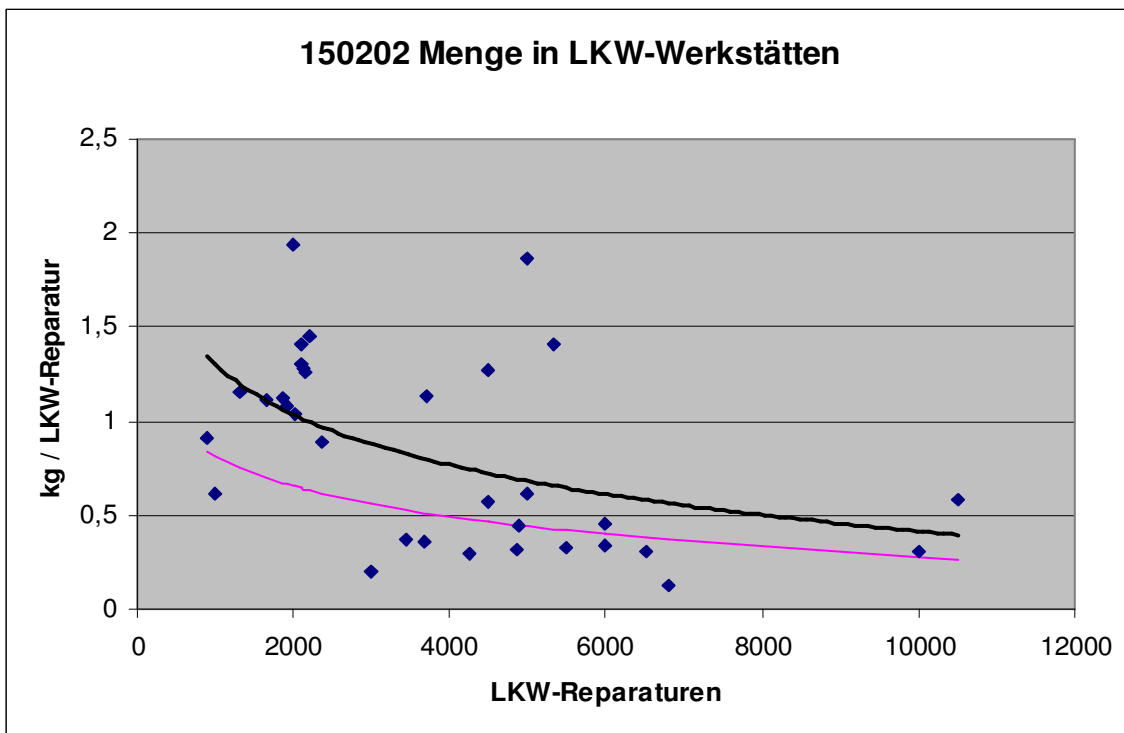
Der Benchmark-Wert startet bei Betrieben mit 3 Werkstatt-Mitarbeitern bei 137 kg/MA-Werkst. und unterschreitet ab 33 Werkstatt-Mitarbeitern die Marke von 100 kg/MA-Werkst.



Mittelwert-Funktion:  $y = 229,99 x^{-0,3581}$  mit  $R^2 = 0,1108$

Benchmark-Funktion:  $y = 127,3 x^{-0,3791}$  mit  $R^2 = 0,3249$

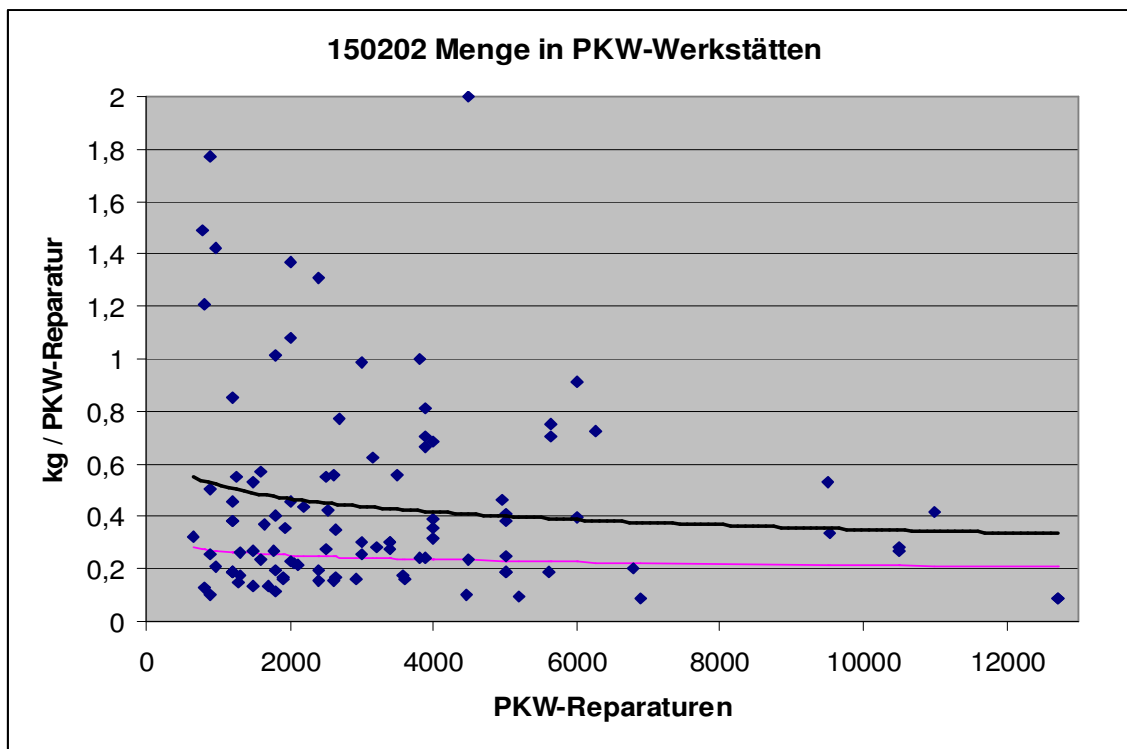
Sehr große Schwankungsbreite, besonders bei kleinen Betrieben. Schon ab 2 Werkstatt-Mitarbeitern liegt der Benchmark-Wert unter 100 kg/MA-Werkst., ab 12 unter 50 kg/MA-Werkst.



Mittelwert-Funktion:  $y = -0,3841 \ln(x) + 3,9534$  mit  $R^2 = 0,2243$

Benchmark-Funktion:  $y = -0,2322 \ln(x) + 2,4191$  mit  $R^2 = 0,4021$

Deutlich sinkende Abfallmenge und Benchmark-Werte mit steigender Anzahl an Reparaturen (Grund unbekannt; vgl. PKW-Reparatur: sehr schwach sinkend).



Mittelwert-Funktion:  $y = -0,0729 \ln(x) + 1,0215$  mit  $R^2 = 0,018$

Benchmark-Funktion:  $y = -0,0242 \ln(x) + 0,4356$  mit  $R^2 = 0,0269$

Schwach sinkende Benchmark-Werte von 0,27 kg/PKW-Reparatur bei < 1000 Reparaturen bis auf 0,21 ab 10.000 Reparaturen pro Jahr.

Siehe auch Diskussion in Kap. 8.6 „Gegenseitige Abhängigkeit der Abfallmengen von Hausmüll, Aufsaug- und Filtermaterialien und Ölabscheider-/Sandfanginhalten“.

**Spezifische Kosten**

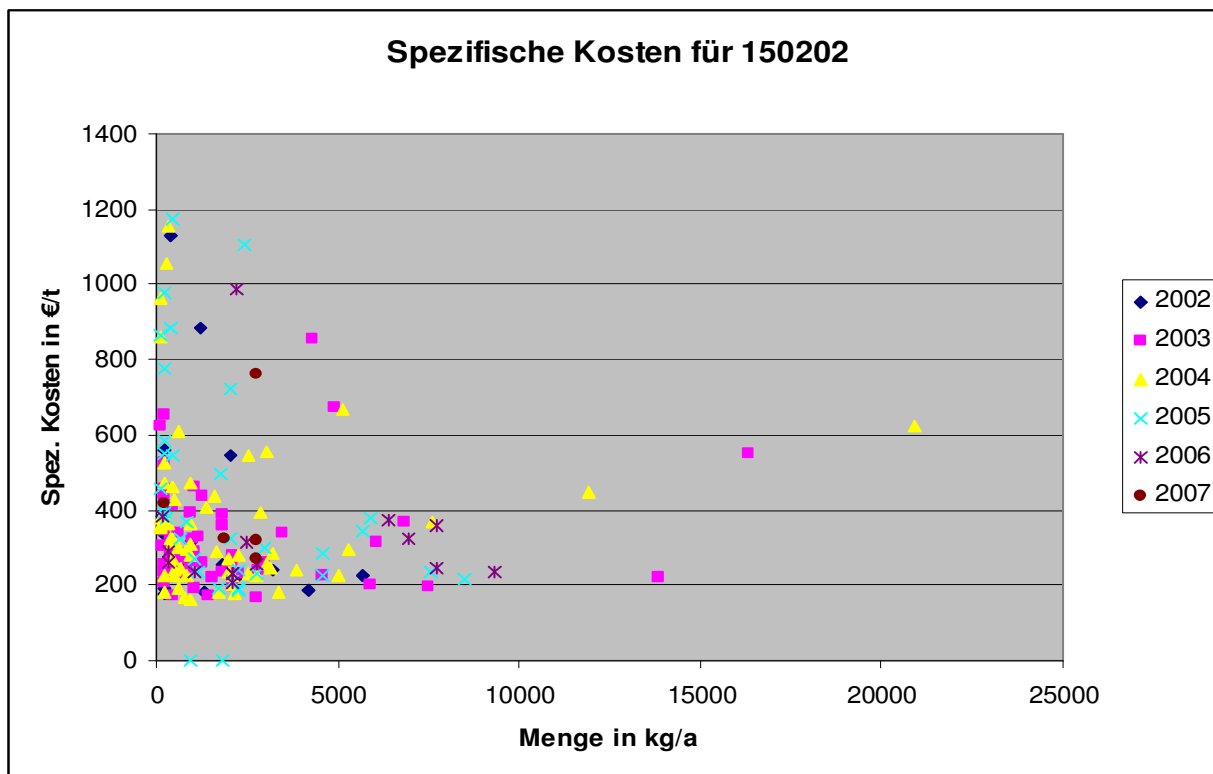
Allgemeine Kosten-Kenndaten für die Entsorgung der Abfallart 1502020 [in € / t]:

	alle Jahre	2002	2003	2004	2005	2006	2007*
Mittelwert	369,90	374,00	322,30	372,49	450,71	329,30	419,38
Median	293,35	257,89	278,63	297,34	356,90	260,06	325,73
Min	163,48	178,51	169,12	163,48	186,96	208,50	269,74
Max	1174,82	1129,62	855,65	1154,88	1174,82	985,86	761,66

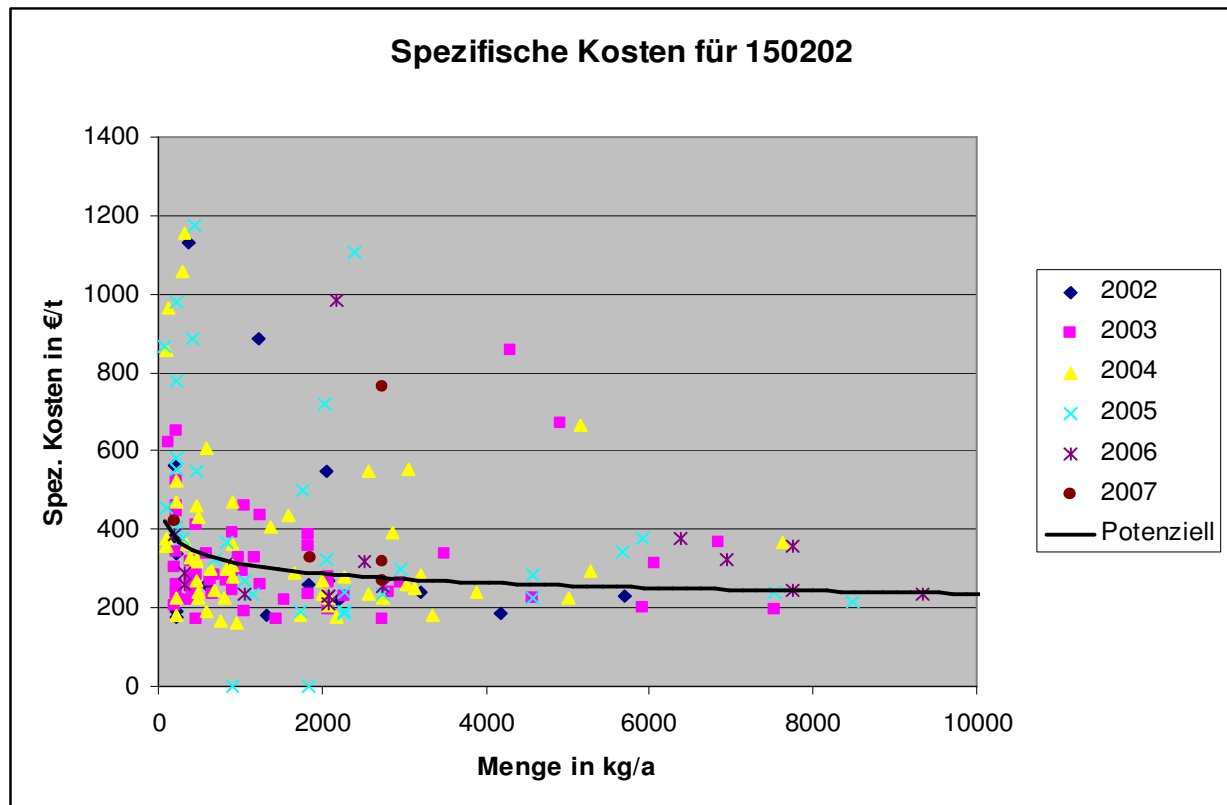
\*sehr wenige Datensätze

	BaWü	Bayern	Hessen	NRW	Rhld.Pfalz
Mittelwert	339,90	360,58	418,49	320,56	341,62
Median	285,22	280,29	308,56	268,51	319,76
Min	173,71	217,04	163,48	169,12	183,44
Max	964,016	858,82	1174,82	883,72	778,13

Werte aus Niedersachsen und Thüringen wurden aufgrund der geringen Zahl an Datensätzen nicht berücksichtigt.



Wegen des zu großen Wertebereichs Ausschnitt für Mengen < 10 t/a:



Mittelwert-Funktion:  $y = 717,69 x^{-0,1205}$  mit  $R^2 = 0,0635$

Wegen der zeitlichen und regionalen Schwankungen wird hier keine Benchmark-Funktion angegeben, dafür aber auf die Werte in obigen Tabellen verwiesen.

Generell sind für kleine Mengen bis 2 t/a spezifische Kosten unterhalb 300 €/t gute, unterhalb 200 €/t sehr gute Werte. Oberhalb 2 t/a sind spezifische Kosten im Bereich von 180 – 250 €/t möglich.

Der Anteil der Entsorgungskosten für 150202 am Umsatz betrug bei etwa 30 % der Betriebe weniger als 0,1 %, bei 60 % zwischen 0,1 und 1 % und bei knapp 10 % zwischen 1 und 5 %.

### 8.3 Kfz-Auswertung – Abfall: Sandfang- und Ölabscheiderinhalte

EAK 130501: feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern

EAK 130502: Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern

EAK 130503: Schlämme aus Einlaufschächten

EAK 130506: Öle aus Öl-/Wasserabscheidern

EAK 130507: öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern

EAK 130508: Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

Zu diesen Abfallarten gab es 451 auswertbare Buchungen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 219 Datensätze aus 116 Betrieben, davon 17 aus Baden-Württemberg, 9 aus Bayern, je 1



aus Berlin, Brandenburg und Hamburg, 40 aus Hessen, 5 aus Niedersachsen, 16 aus Nordrhein-Westfalen, 22 aus Rheinland-Pfalz, 3 aus Sachsen und 1 aus Thüringen.

Im Mittel wurden in den einzelnen Betrieben pro Jahr 10,3 m<sup>3</sup> der Abfallarten 13050x erzeugt. Diese verteilen sich auf die einzelnen Abfallarten wie folgt:

EAK 130501:	10,3 %
EAK 130502:	36,9 %
EAK 130503:	27,4 %
EAK 130506:	0,1 %
EAK 130507:	0,4 %
EAK 130508:	24,9 %

Hier gibt es regionale Unterscheide: bspw. wurde in Bayern nicht unter 130508 entsorgt.

### **Abfallmenge**

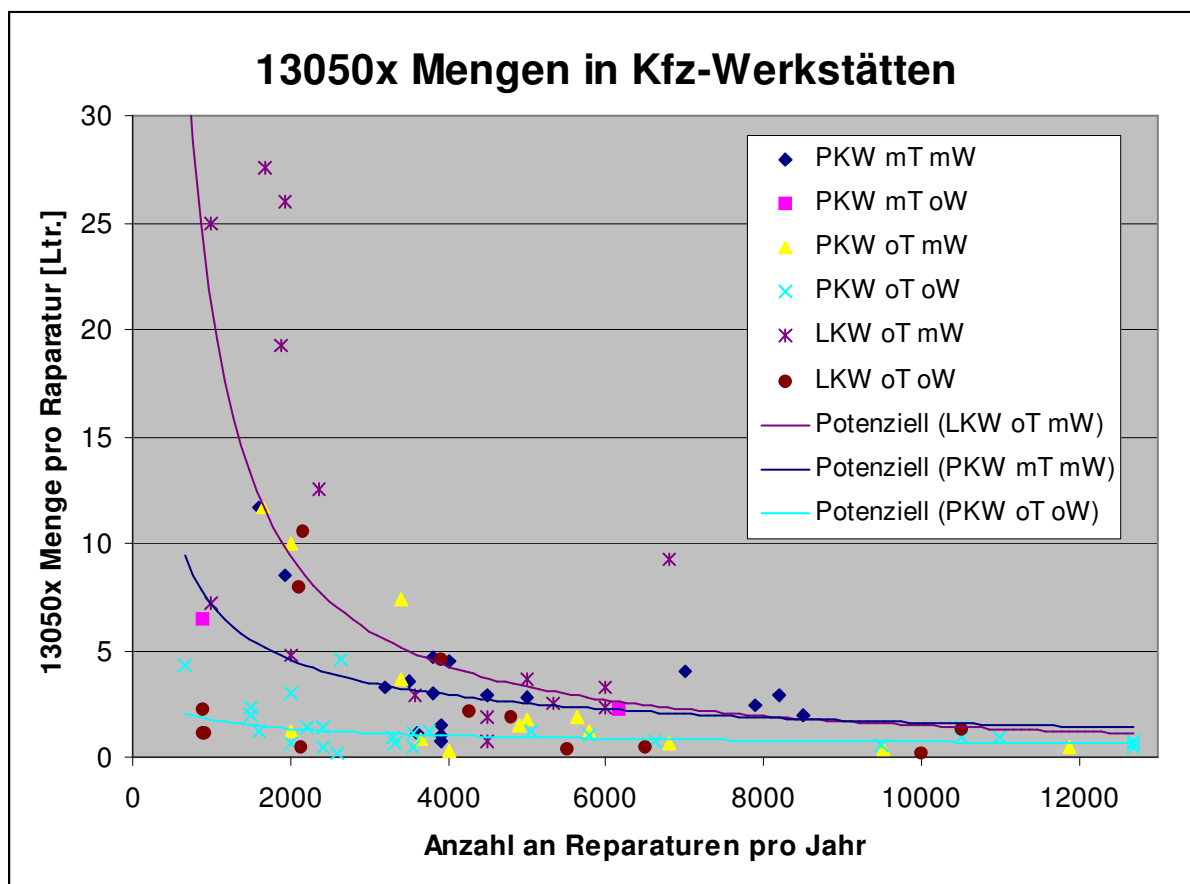
Allgemeine Mengen-Kenndaten zu den Abfallarten 13050x

		Menge an 13050x			
		pro Mitarbeiter ges. [Ltr.]	pro MA-Werkstatt [Ltr.]	pro Reparatur [Ltr.]	pro Fahrzeugwäsche* [Ltr.]
alle	Mittelwert	423,1	1028,2	3,79	5,83
	Median	303,3	708,3	1,88	2,09
	Minimum	15,3	24,0	0,17	0,20
	Maximum	2200,0	6653,3	27,60	35,60
PKW	Mittelwert	388,0	984,5	2,49	3,65
	Median	274,5	661,5	1,37	1,54
LKW	Mittelwert	497,6	1120,3	6,54	12,92
	Median	340,0	809,1	2,73	10,56
mit Tankstelle	Mittelwert	669,8	1609,8	3,66	1,56
	Median	537,3	1166,7	2,93	1,36
ohne	Mittelwert	373,1	921,4	3,83	8,65
	Median	253,6	600,0	1,37	4,80
mit Waschanlage	Mittelwert	459,4	1344,6	5,49	
	Median	335,4	900,0	2,93	
ohne	Mittelwert	398,5	810,1	1,89	
	Median	265,7	578,9	1,12	

\* nur Betriebe mit Waschanlage

Alle Kennzahlen weisen enorme Schwankungsbreiten auf. Diese treten auch bei Betrieben in vers. Jahren auf, was daran liegt, dass oft nur 1-3 mal jährlich entsorgt wird (z.B. in einem Jahr im Juni, im anderen im Jan., Juni + Dez.).

Alle oben aufgeführten Faktoren wie Fahrzeugart, Tankstelle und Waschanlage haben großen Einfluss auf die Kennzahlen. Die grafisch Umsetzung ist schwierig, da dann in 8 Gruppen zu unterscheiden ist (siehe Bsp. für Menge pro Reparatur; nur 6 Gruppen, da nur eine LKW-Werkstatt mit Tankstelle).



Legende:

oT/mT: ohne/mit Tankstelle

oW/mW: ohne/mit Waschanlage

Mittelwert-Funktion (potenziell):

PKW mT mW\*:  $y = 614,88 x^{-0,6456}$

mT oW:  $y = 257,03 x^{-0,5419}$

oT mW:  $y = 257148 x^{-1,4341}$

oT oW\*:  $y = 26,219 x^{-0,3914}$

LKW oT mW\*:  $y = 56662 x^{-1,1451}$

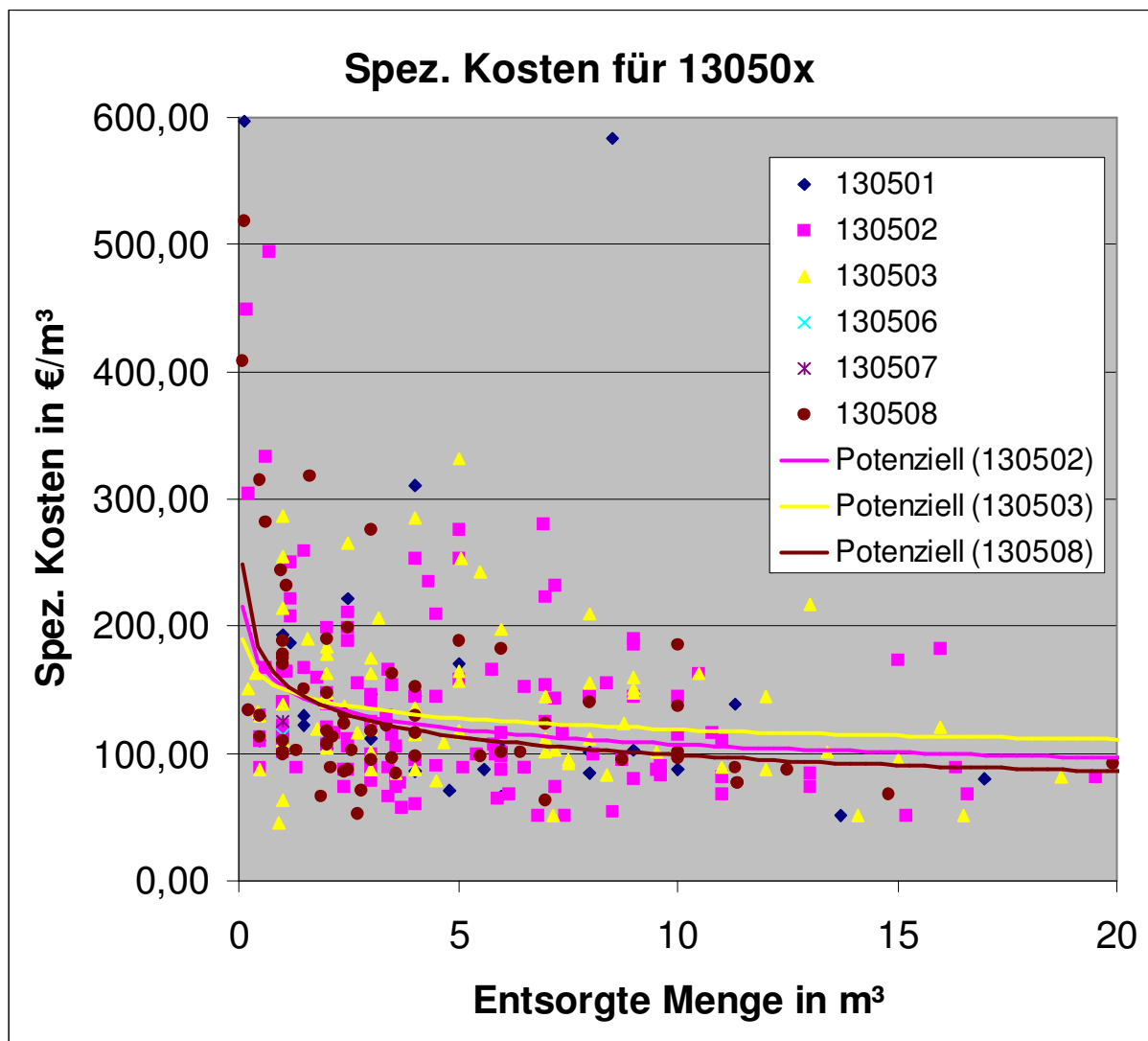
oT oW:  $y = 83,237 x^{-0,5105}$

\* nicht in Grafik abgebildet.

Siehe auch Diskussion in Kap. 8.6 „Gegenseitige Abhängigkeit der Abfallmengen von Hausmüll, Aufsaug- und Filtermaterialien und Ölabscheider-/Sandfanginhalten“.

**Spezifische Kosten:**

Abfallart	Spezifische Kosten von 13050x [€/m³]			
	130501	130502	130503	130508
Mittelwert	157,50	140,98	146,80	145,58
Median	114,00	116,65	136,21	117,60
Minimum	51,67	51,67	45,44	52,06
Maximum	596,50	610,46	610,47	518,89



130502 Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 152,12 x^{-0,1527} \text{ mit } R^2 = 0,1122$$

130503 Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 150,47 x^{-0,1024} \text{ mit } R^2 = 0,0638$$

130508 Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 156,4 x^{-0,2006} \text{ mit } R^2 = 0,2339$$

Die spezifischen Kosten für die Abfallarten 130501, 02, 03 und 08 haben alle einen fast identischen Verlauf. Typisch für die Abfallentsorgungskosten lässt sich der Verlauf durch eine Potenz-Funktion annähern. Die Kurve für 130502 liegt etwas oberhalb der für 130503 und diese etwas oberhalb der für 130501 (nicht dargestellt) und 130508.

Gute Werte liegen – je nach Abfallart – bei entsorgten Mengen um 5 m³ unter 130 bzw. 115 €/m³, sehr gute unter 100 €/m³; Bei großen Mengen über 15 m³ liegen gute Werte unter 110 bzw. 90 €/m³, sehr gute unter 80 €/m³.

## 8.4 Kfz-Auswertung – Abfall: Lösemittel / Kaltreiniger

EAK 140603: Andere Lösemittel und -gemische

EAK 070104: andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen

EAK 070304: andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen

EAK 070704: andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen

Im folgenden 140603 oder Lösemittel genannt.

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Zu dieser Abfallart gab es 532 Buchungen, davon 17 Buchungen zu 070104, 38 zu 070304, 132 zu 070704 und 345 zu 140603. Die Betriebe haben in aller Regel ihre Lösemittel nur unter jeweils einer dieser 4 Abfallschlüssel entsorgt.

Aggregiert auf Jahresmengen gab es 171 Datensätze aus 73 Betrieben, davon 14 aus Baden-Württemberg, 2 aus Bayern, 29 aus Hessen, 3 aus Niedersachsen, 8 aus Nordrhein-Westfalen, 15 aus Rheinland-Pfalz, 1 aus Sachsen und 1 aus Thüringen.

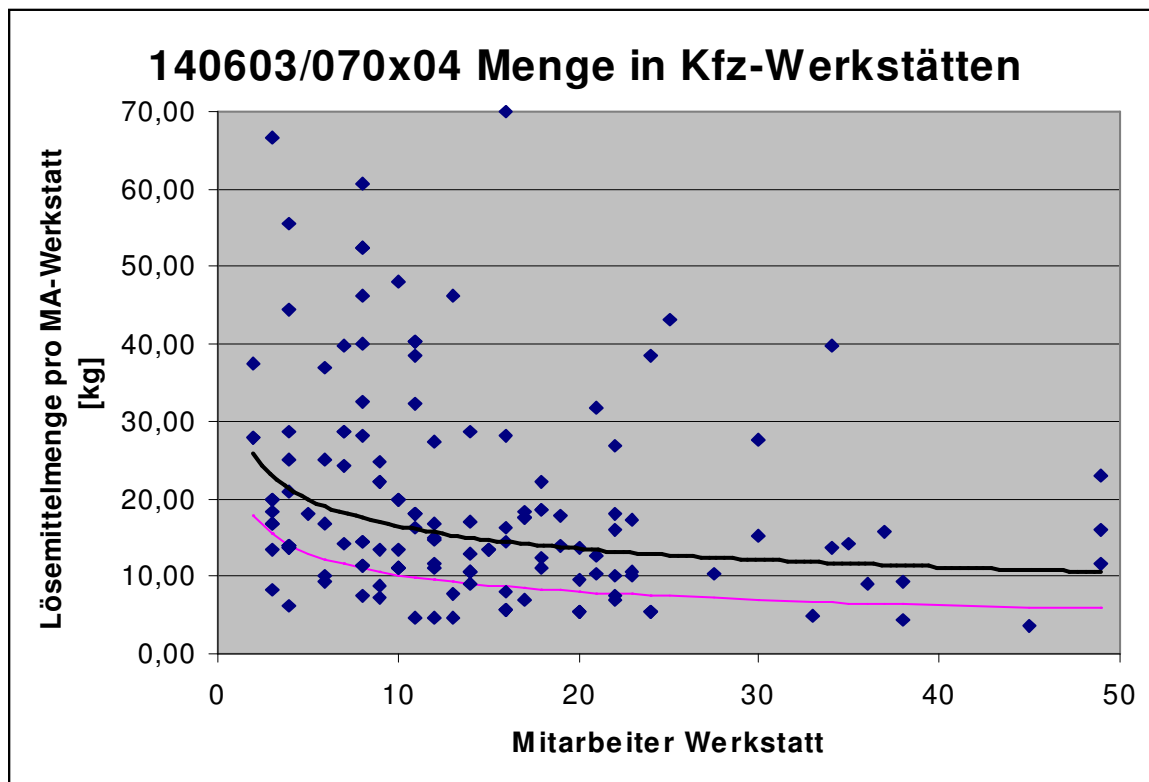
### Abfallmenge

Allgemeine Mengen-Kenndaten zur Abfallart 140603.

Umrechnungsfaktor: 0,89 kg/l für Abfallarten 070x04, 0,79-1,20 kg/l für 140603. Verwendet für die Umrechnung wurde 0,9 kg/l.

		Menge an 140603 / 070x04		
		pro Mitarbeiter ges. [kg]	pro MA-Werkstatt [kg]	pro Reparatur [g]
alle	Mittelwert	9,66	19,57	60,0
	Median	7,94	15,50	40,2
	Minimum	0,92	3,70	11,1
	Maximum	38,57	70,18	251,4
PKW	Mittelwert	8,66	19,06	49,9
	Median	7,94	14,33	36,4
LKW	Mittelwert	12,71	20,93	92,2
	Median	9,56	16,90	61,9
mit Lackierkabine	Mittelwert	9,92	18,68	50,9
	Median	8,57	15,33	40,3
ohne	Mittelwert	9,59	19,78	63,2
	Median	7,94	15,68	40,2
mit Tankstelle	Mittelwert	9,51	23,79	55,1
	Median	8,93	18,43	44,7
ohne	Mittelwert	9,68	18,95	61,1
	Median	7,86	15,17	40,0
mit Kfz-Handel	Mittelwert	9,07	18,38	49,3
	Median	7,94	14,59	33,5
ohne	Mittelwert	11,74	23,13	94,1
	Median	8,58	17,84	77,5

Am geeignetesten erweist sich die Kennzahl Lösemittelmenge pro Mitarbeiter-Werkstatt, bei der auch das Vorhandensein von Lackierkabine, Kfz-Handel oder Tankstelle oder die Fahrzeugart (PKW/LKW) nur weniger als 10 % Abweichung vom Mittelwert über alle Betriebe aufweist. Daher Darstellung aller Wertepaare Lösemittelmenge pro MA-Werkstatt in einer Grafik.



Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 31,209 x^{-0,2777} \text{ mit } R^2 = 0,098$$

Benchmark-Funktion (potenziell):

$$y = 22,8 x^{-0,3493} \text{ mit } R^2 = 0,3603$$

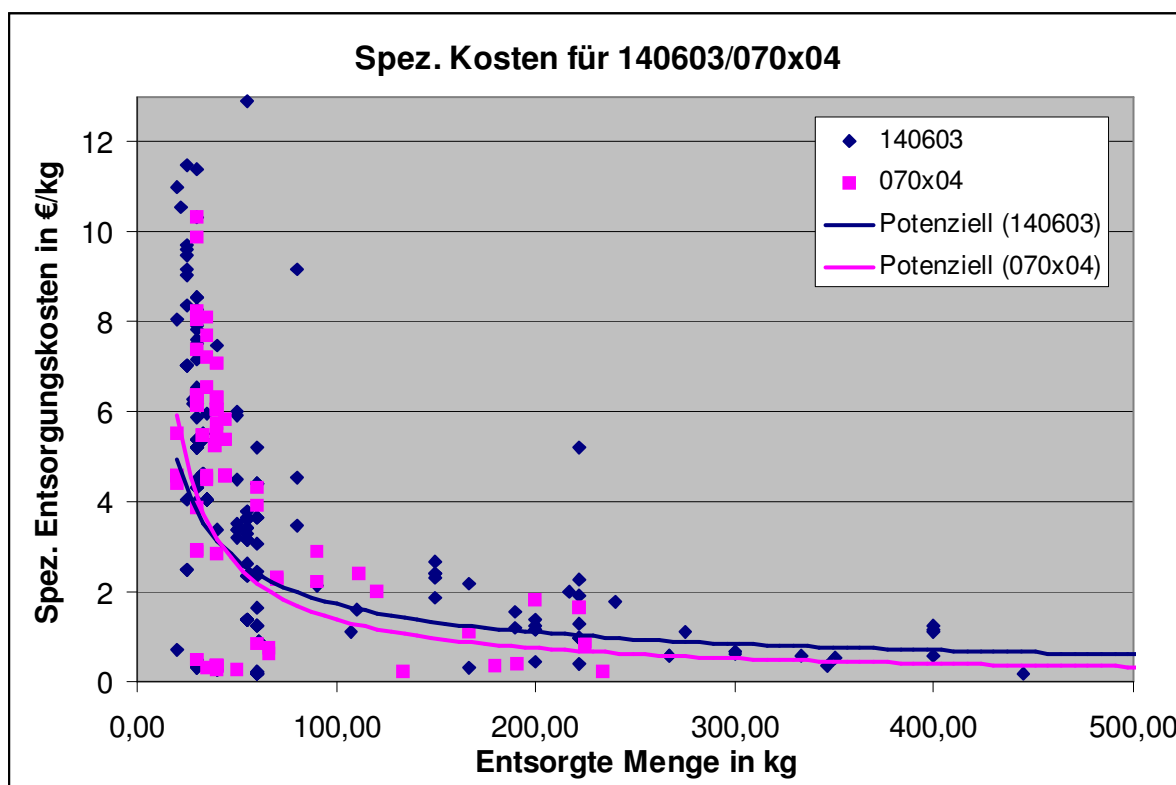
**Spezifische Kosten:**

	Spezifische Entsorgungskosten [€/kg]	
	070x04	140603
Mittelwert	4,18	3,65
Median	4,6	3,42
Minimum	0,21	0,16
Maximum	10,35	12,91

	Spezifische Entsorgungskosten [€/kg]	
	070x04	140603
Mittelwerte:		
2001-2007	4,18	3,65
2001	*	*
2002	*	3,79

2003	3,58	4,01
2004	3,42	3,75
2005	*	3,45
2006	*	2,85
2007	*	*

\* Zu wenige Datensätze für eine belastbare Angabe.



140603 Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 34,95 x^{-0,6528} \text{ mit } R^2 = 0,2787$$

070x04 Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 86,5 x^{-0,8961} \text{ mit } R^2 = 0,2334$$

Ab einer Entsorgungsmenge von 200 kg lassen sich Entsorgungskosten von unter 1 € pro Liter erzielen. Solche Preise haben aber auch einige Betriebe bei weit geringeren Mengen realisieren können. Die Entsorgungspreise sind über die Jahre tendenziell gesunken.

## 8.5 Kfz-Auswertung – Abfall: Frostschutzmittel / Kühlerflüssigkeit

EAK 160114: Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten

### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

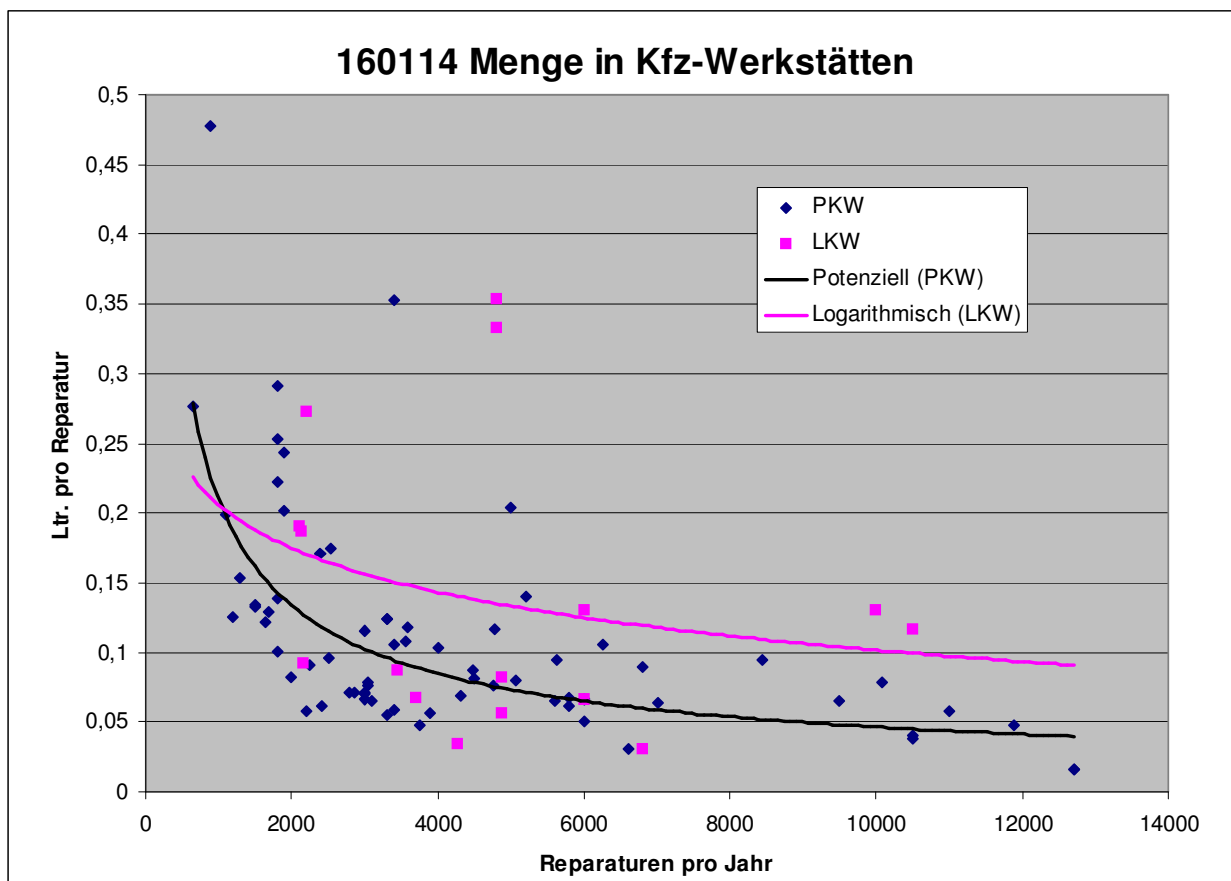
Zu dieser Abfallart gab es 335 Buchungen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 193 Datensätze aus 105 Betrieben, davon 21 aus Baden-Württemberg, 5 aus Bayern, 47 aus Hessen, 2

aus Niedersachsen, 10 aus Nordrhein-Westfalen, 17 aus Rheinland-Pfalz, 1 aus Sachsen und 2 aus Thüringen.

**Abfallmenge**

Allgemeine Mengen-Kenndaten zur Abfallart 160114

	Frostschutzmittel pro Reparatur [Ltr.]	
	PKW	LKW
Mittelwert	0,113	0,140
Median	0,089	0,105
Minimum	0,016	0,031
Maximum	0,478	0,354



PKW Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 19,488 x^{-0,6555} \text{ mit } R^2 = 0,4865$$

LKW Mittelwert-Funktion (logarithmisch):

$$y = -0,0326 \ln(x) + 0,404 \text{ mit } R^2 = 0,0252$$

für bis zu 13.000 Reparaturen im Jahr

Da die Wartung für die Kühlerflüssigkeit vorgeschrieben ist und nur von der Fahrzeugart abhängen sollte (bei LKW nur etwa 20 % mehr als bei PKW), sollte eigentlich keine Abhängigkeit von der Anzahl an Reparaturen zu erwarten sein. Eine mögliche Erklärung für das signifikante Absinken besteht darin, dass in kleinen Betrieben bei regelmäßiger Entsorgung die

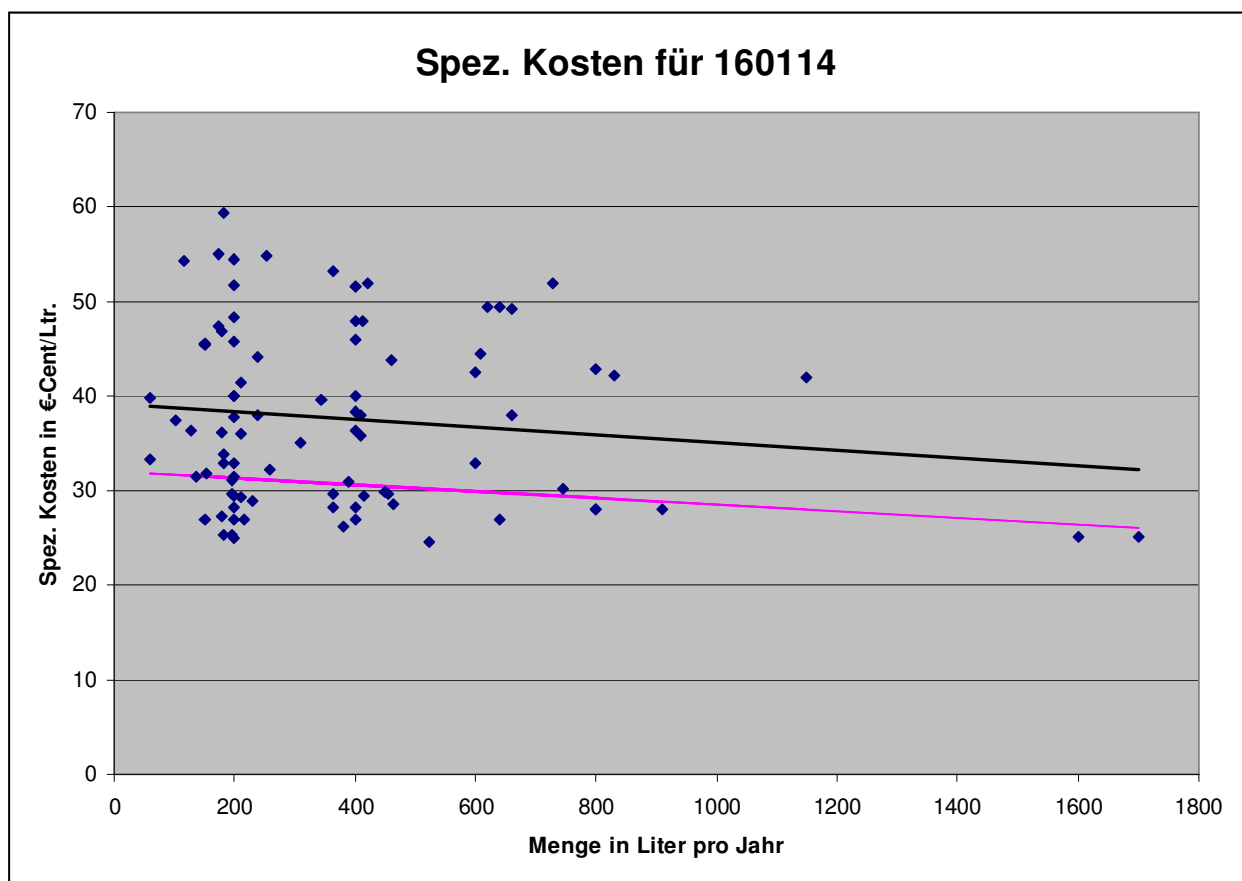
Behälter weniger voll sind (aber deren Volumen zählt für die Statistik) als in großen, die nur bei Bedarf entsorgen.

Es wird keine Benchmark-Funktion angegeben, da die Wartungsintervalle vorgegeben sind und eine Abfallvermeidung nur sehr eingeschränkt möglich ist. Die angegebenen Mittelwert-Funktionen dienen als Hinweis für die in Kfz-Werkstätten zu erwartenden Mengen, nicht als Richtwert für die Betriebe.

### Spezifische Kosten

Allgemeine Kosten-Kenndaten zur Abwasserentsorgung:

	€/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	37,53
Median	36,26
Bereich	24,63-59,40



Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = -0,004 x + 39,083 \text{ mit } R^2 = 0,0159$$

Benchmark-Funktion (linear):

$$y = -0,0045 x + 32,029 \text{ mit } R^2 = 0,1501$$

für bis zu 1750 Liter pro Jahr



## **8.6 Kfz-Auswertung – Gegenseitige Abhängigkeit der Abfallmengen von Hausmüll, Aufsaug- und Filtermaterialien und Ölabscheider-/Sandfanginhalten**

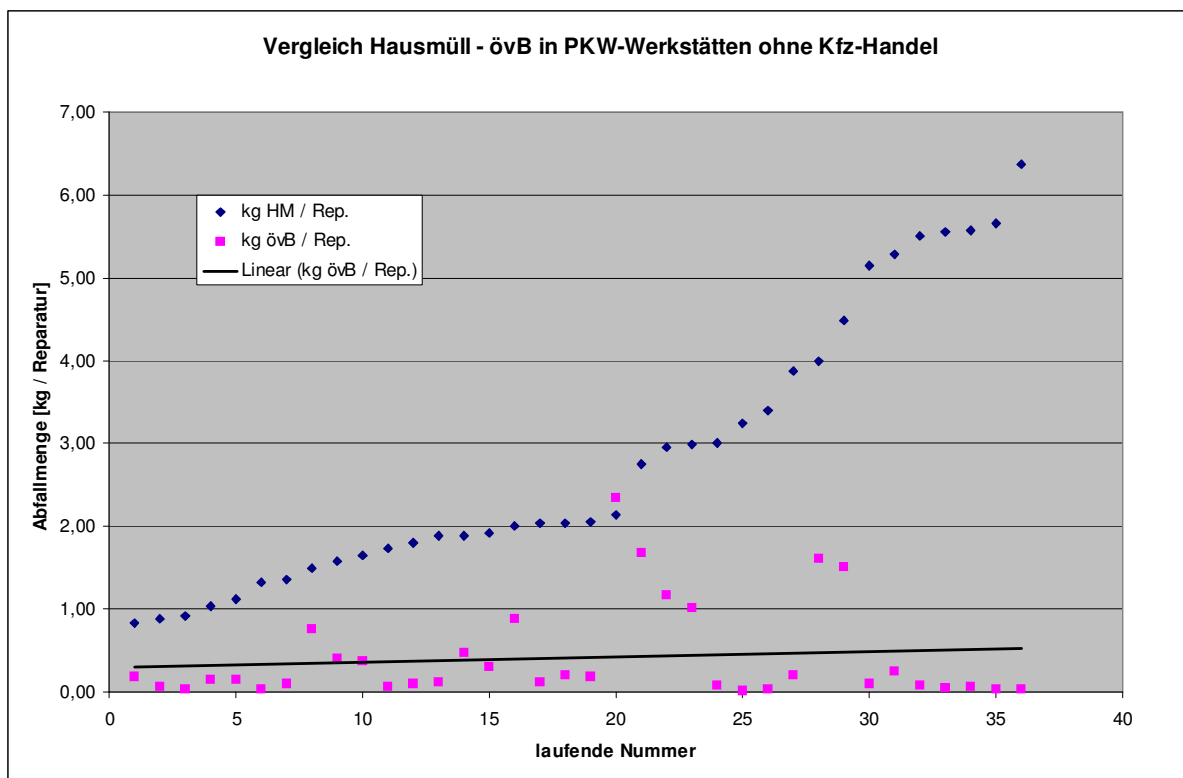
Es kann vermutet werden, dass sich die Abfallmengen Hausmüll, Aufsaug- und Filtermaterialien und Ölabscheider-/Sandfanginhalten gegenseitig beeinflussen:

- Betriebe mit großen Hausmüllmengen könnten kleine Mengen an Aufsaug- und Filtermaterialien erzeugen, da letztere falsch dem Hausmüll zugeordnet werden.
- umgekehrt können Betriebe mit kleinen Hausmüllmengen große Mengen an Aufsaug- und Filtermaterialien erzeugen, da unnötigerweise Hausmüllanteile im gefährlichen Abfall Aufsaug- und Filtermaterialien entsorgt werden.
- Betriebe mit kleinen Mengen an Ölabscheider-/Sandfanginhalten arbeiten verstärkt mit Besen (unbelasteter Kehricht im Hausmüll) und Ölbindern/Aufsaugmaterialien, um ihren Ölabscheider/Sandfang möglichst wenig zu belasten und entsprechend selten entleeren zu müssen.
- Betriebe mit großen Mengen an Ölabscheider-/Sandfanginhalten arbeiten wenig mit Besen (unbelasteter Kehricht im Hausmüll) und Ölbindern/Aufsaugmaterialien, so dass ihr Ölabscheider/Sandfang vergleichsweise stark belastet wird und häufiger zu entleeren ist.

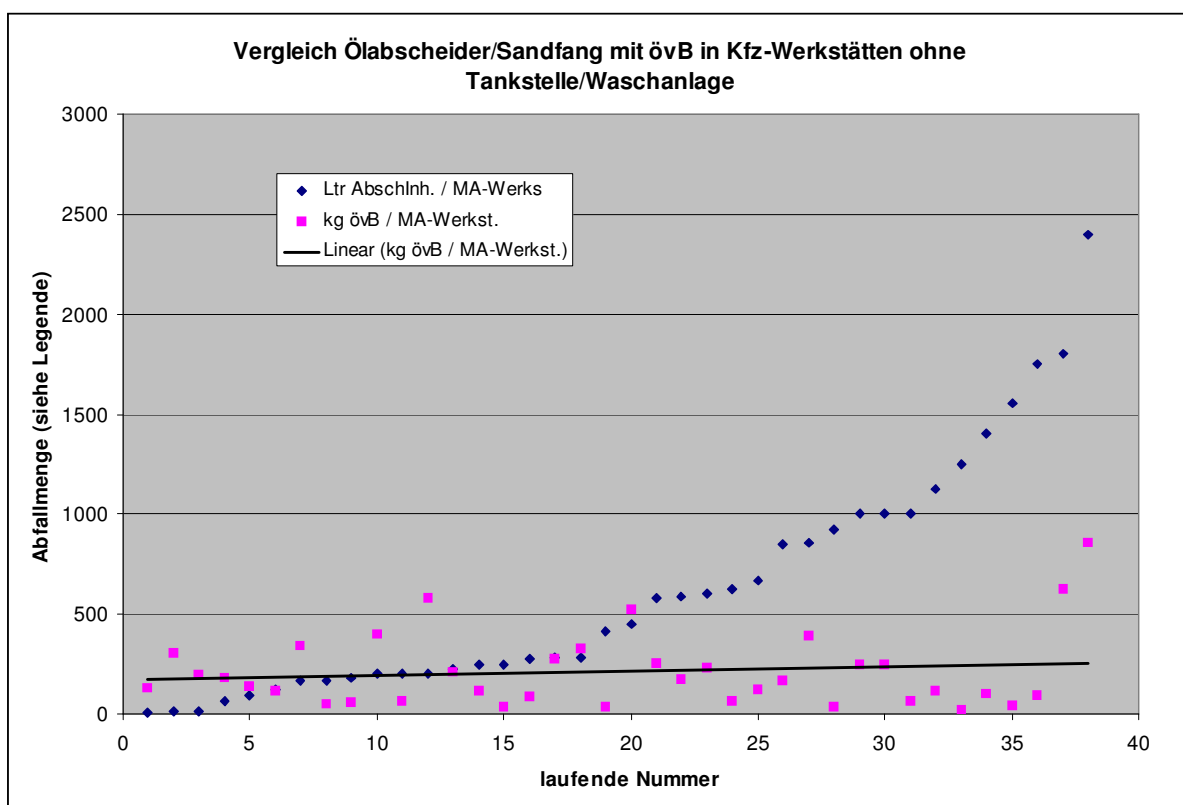
Diese Querverbindungen wurden untersucht, indem die Mengen einer Abfallart der Größe nach sortiert wurden (laufende Nummer) und die zugehörige Menge der anderen Abfallart desselben Betriebes aus dem selben Betriebsjahr der entsprechenden Nummer zugeordnet wurde. Würde es eine relevante gegenseitige Beeinflussung geben, müsste die Menge der zweiten Abfallart bei steigender laufender Nummer tendenziell sinken. Ohne gegenseitige Beeinflussung würden die Werte der zweiten Abfallart keine signifikante Zu- oder Abnahme bei höherer laufender Nummer aufweisen.

Um Sondereinflüsse gering zu halten, wurde diese Gegenüberstellung nur für jeweils eine Gruppe von Werkstätten durchgeführt (nur PKW-Werkstätten, einmal ohne Kfz-Handel, einmal ohne Tankstelle/Waschanlage).

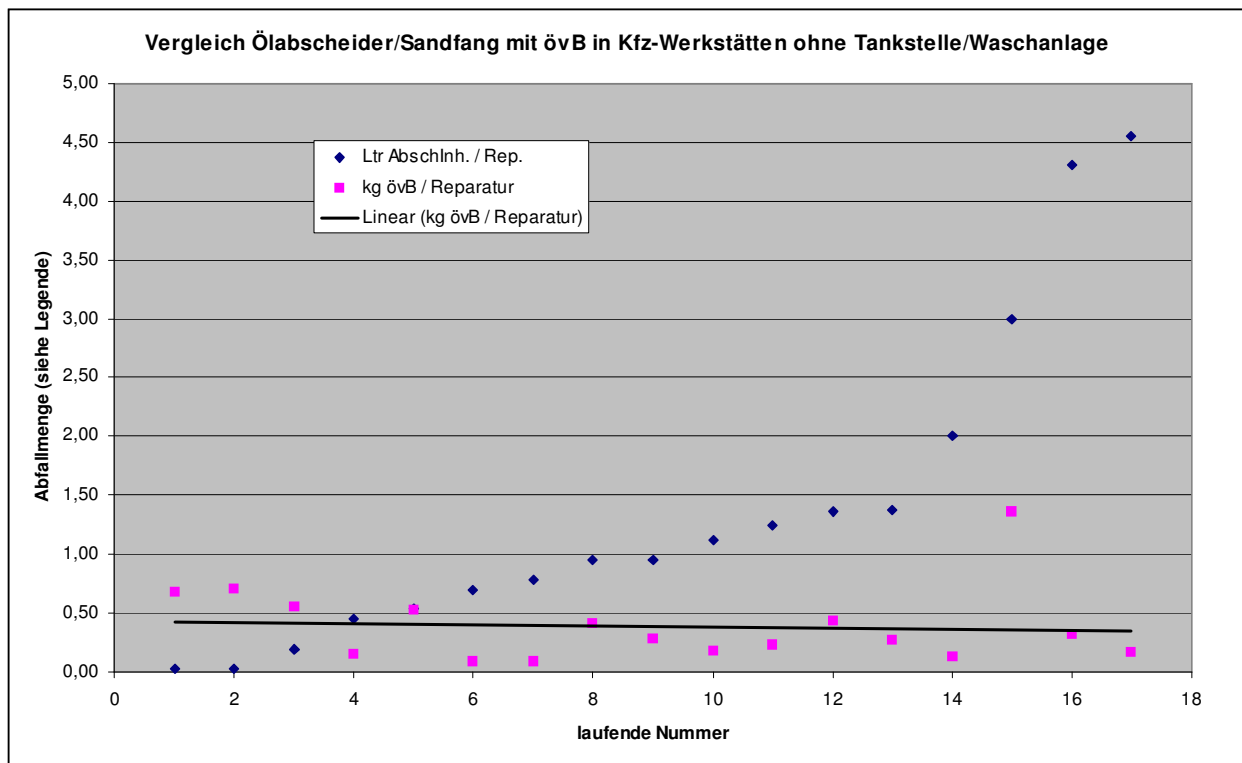
a) Vergleich Hausmüllmenge mit Menge an Aufsaug- und Filtermaterialien in PKW-Werkstätten ohne Kfz-Handel:



b) Vergleich Ölabscheider-/Sandfangmenge mit Menge an Aufsaug- und Filtermaterialien in PKW-Werkstätten ohne Tankstelle und ohne Waschanlage (pro MA-Werkstatt):



c) Vergleich Ölabscheider-/Sandfangmenge mit Menge an Aufsaug- und Filtermaterialien in PKW-Werkstätten ohne Tankstelle und ohne Waschanlage (pro Reparatur):



In allen drei Fällen kann keine signifikante Abnahme der zweiten Abfallart festgestellt werden. Im Gegenteil, in 2 der 3 Analysen steigt die Menge sogar leicht, nur in einer hat sie einen leicht abnehmenden Verlauf. Auch beim Vergleich Hausmüll – Ölabscheider-Sandfanginhalte ist keine signifikante Abnahme feststellbar.

Statistisch gesehen kann also nicht von einer gegenseitigen Beeinflussung der betrachteten Abfälle ausgegangen werden. Große Mengen der einen Abfallart bedeuten daher nicht, dass die andere entsprechend gering anfällt. Dem gemäß weisen bspw. kleine Mengen des gefährlichen Abfalls Aufsaug- und Filtermaterialien statistisch gesehen nicht auf eine Vermischung dieser Abfallfraktion mit dem Hausmüll hin.

In Einzelfällen wird es natürlich zu entsprechenden Verschränkungen kommen, was aber nur durch eine Einzelbetrachtung vor Ort entschieden werden kann.

## 8.7 Kfz-Auswertung – Abfall: Weitere Abfallarten

Auch für folgende Abfallarten wurde jeweils eine ausreichend große Anzahl an Datensätzen eingegeben, so dass eine Auswertung möglich wäre:

020110	Metallabfälle
130205	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
150101	Verpackungen aus Papier und Pappe; auch 200101 Papier und Pappe
150106	gemischte Verpackungen
150110	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
160103	Altreifen
160107	Ölfilter
160113	Bremsflüssigkeiten
160119	Kunststoffe; auch 170203 Kunststoff und 200139 Kunststoffe ( <i>z.B. Stoßfänger</i> )
160120	Glas; auch 170202 Glas und 200102 Glas
160601	Bleibatterien

Auf eine Auswertung wurde aber verzichtet, da es bei den meisten dieser Abfallarten kein Vermeidungspotenzial gibt, da der Abfall durch vorgeschriebene Wartungsintervalle (z.B. Bremsflüssigkeiten, Altöl), Teileaustausch oder Unfallreparaturen entsteht. Kennzahlen, Benchmark-Funktionen oder Grafiken sind daher für Beratungen zur Abfallvermeidung nicht verwendbar. Auch ist die Auswertung der spezifischen Kosten für die zukünftige Beratung bei sich zeitlich ändernden Entsorgungskosten nicht nutzbar.

Als ein Beispiel für einen solchen Abfall wurden Kühlerflüssigkeiten detailliert ausgewertet (siehe Kap. 8.5).

## 8.8 Kfz-Auswertung – Energie: Stromverbrauch

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

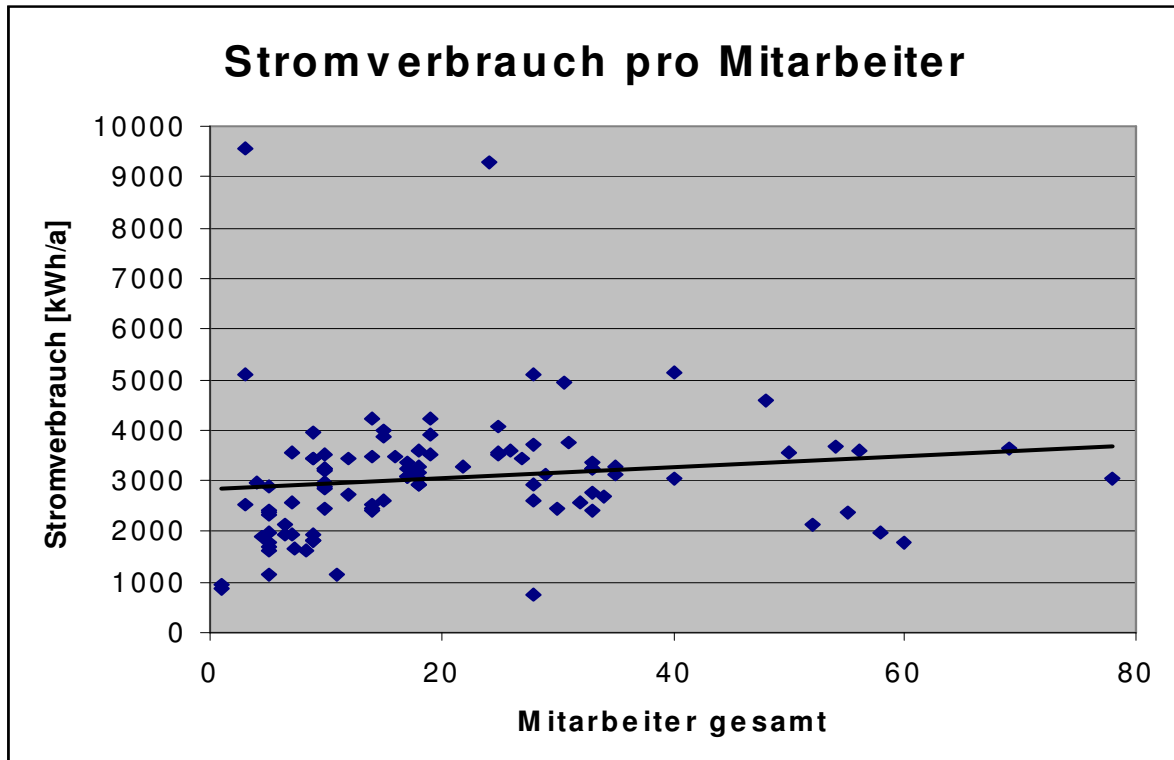
Ausgewertet wurden 302 Buchungen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 126 Datensätze aus 63 Betrieben, davon 7 aus Baden-Württemberg, 14 aus Bayern, 20 aus Hessen, 4 aus Niedersachsen, 5 aus Nordrhein-Westfalen, 11 aus Rheinland-Pfalz, 1 aus Sachsen und 1 aus Thüringen.

### Verbrauch Strom

		Stromverbrauch pro MA-ges. [kWh]	Stromverbrauch pro MA-Werk- statt [kWh]	Stromverbrauch pro Reparatur [kWh]	Stromverbrauch pro m <sup>2</sup> Gebäu- de [kWh/m <sup>2</sup> ]
alle	MW	3335	6429	20,97	46,89
	Median	3122	5398	17,39	42,54
	Minimum	749	870	1,39	6,74
	Maximum	9566	23617	125,8	153,1
PKW	MW	3386	6948	19,36	50,86
	Median	3037	5895	15,37	46,86
LKW	MW	3184	4944	26,03	36,91
	Median	3225	4558	21,94	30,85
mit	MW	3403	6728	18,22	49,89
Kfz-Handel	Median	3227	6186	16,02	46,86
ohne	MW	3140	5689	30,23	37,52
	Median	3039	4263	23,23	30,85
mit	MW	3253	6638	18,46	52,71
Lackierkabine	Median	3227	5933	17,80	42,54
ohne	MW	3357	6375	21,52	45,44
	Median	3081	4897	17,25	42,61
mit	MW	5604	12759	37,44	53,51
Tankstelle	Median	5821	11136	26,73	58,14
ohne	MW	3063	5740	18,18	46,11
	Median	3043	5131	17,11	42,53
mit	MW	3912	8525	28,54	47,93
Waschanlage	Median	3370	7096	19,76	44,10
ohne	MW	2976	5171	15,17	46,23
	Median	2957	4541	15,77	39,06
mit	MW	4079	9232	32,96	44,25
Wohnung	Median	3423	7226	19,54	35,02
ohne	MW	3122	5582	16,37	47,64
	Median	2947	4904	16,32	43,72

Aufgrund der vielen relevanten Einflussfaktoren lassen sich die Daten kaum sinnvoll grafisch darstellen, keine besonders geeignete Kennzahl angeben (abhängig vom Vorhandensein des Einflusses) und keine Mittelwert-Funktionen berechnen. Wir haben dennoch den Verlauf für alle Betriebe (ohne Tankstelle als stärksten Einflussfaktor) für die Kennzahlen Stromverbrauch pro Mitarbeiter und pro Gebäudefläche dargestellt: wichtig ist, dass man je nach Einflussfaktor wie besonders Waschanlage, Wohnung und Fahrzeugart entsprechend Zu- oder Abschläge vornimmt.

Graf. Darstellung: Kfz-Werkstätten ohne Tankstelle – Stromverbrauch pro Mitarbeiter

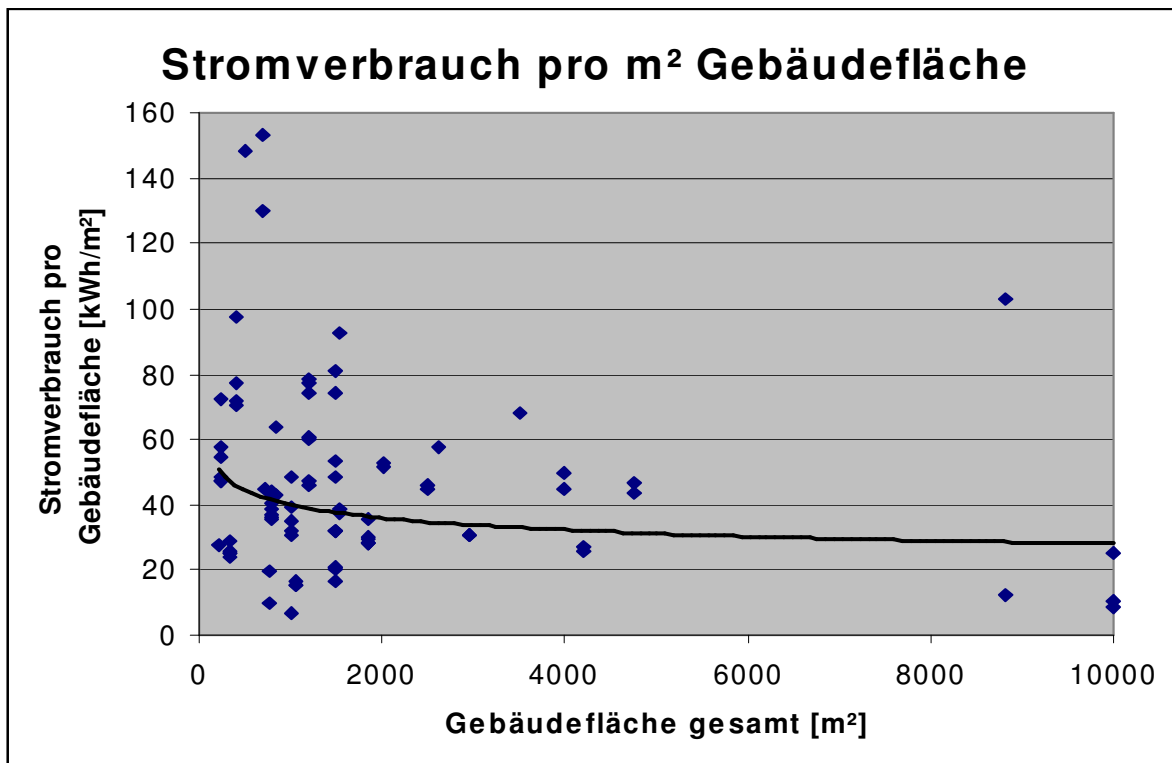


Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = 10,929 x + 2838,8 \text{ mit } R^2 = 0,019$$

für bis zu 80 Mitarbeiter

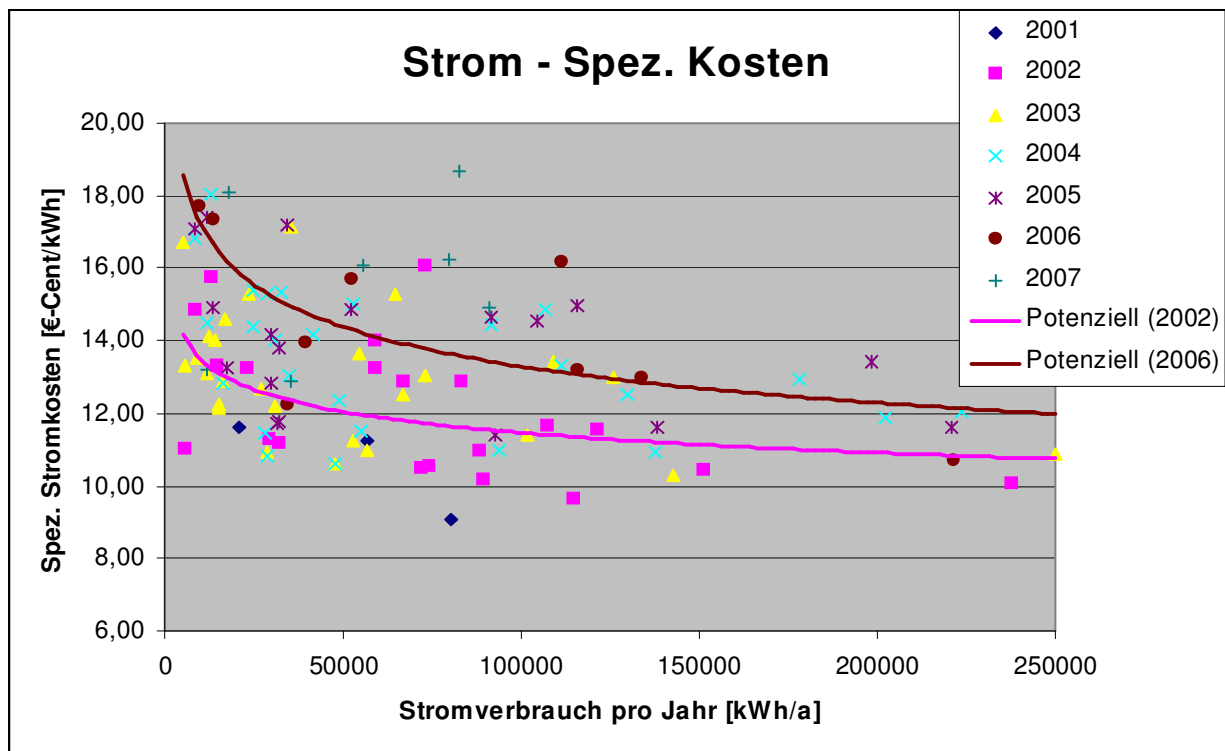
Graf. Darstellung: Kfz-Werkstätten ohne Tankstelle – Stromverbrauch pro m² Gebäudefläche



Mittelwert-Funktion (potenziell):  
 $y = 116,71 x^{-0,1552}$  mit  $R^2 = 0,0564$   
 für bis zu 10.000 m² Gebäudefläche

Spezifische Kosten:

Mittelwert und Median liegen bei 13,33 bzw. 13,08 €-Cent pro kWh, der Minimalwert lag bei 9,09, der Maximalwert bei 18,69 €-Cent pro kWh.



Deutlich erkennbar ist, dass die spezifischen Stromkosten mit höherem Verbrauch geringer werden. Aus der Lage der beiden Mittelwert-Linien für die Jahre 2002 und 2006 kann man auch deutlich die in den letzten Jahren angestiegenen Strompreise ablesen. Wegen der sich stark ändernden Strompreise werden keine Mittelwert- oder Benchmark-Funktionen angegeben, da sie zu Optimierung nicht mehr angewendet werden können.

## 8.9 Kfz-Auswertung – Energie (fossil)

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

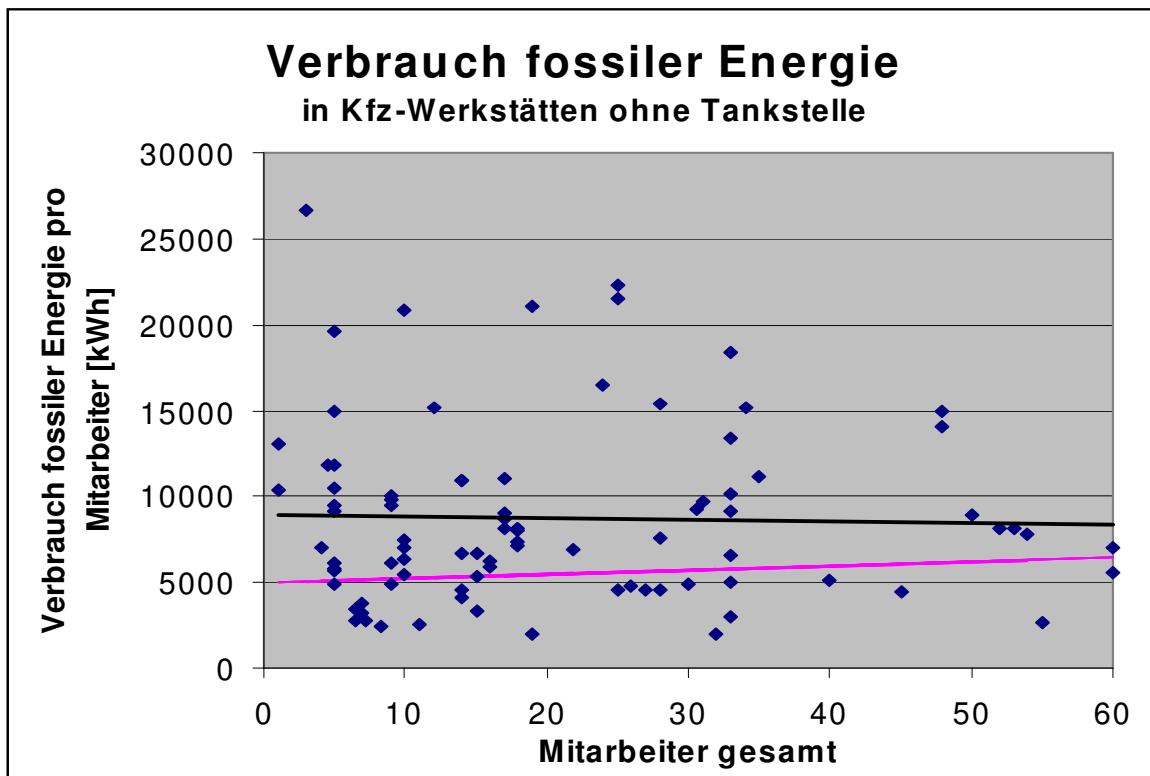
Ausgewertet wurden 154 Buchungen. Aggregiert auf Jahresmengen gab es 126 Datensätze aus 63 Betrieben, davon 7 aus Baden-Württemberg, 14 aus Bayern, 20 aus Hessen, 4 aus Niedersachsen, 5 aus Nordrhein-Westfalen, 11 aus Rheinland-Pfalz, 1 aus Sachsen und 1 aus Thüringen.



**Verbrauch Heizungsenergie**

		Verbrauch fossiler Energie	
		pro Mitarbeiter [kWh]	pro m <sup>2</sup> Gebäude [kWh/m <sup>2</sup> ]
alle	MW	9321	140,8
	Median	7935	115,5
	Min	1982	49,0
	Max	27958	470,3
PKW	MW	8937	148,3
	Median	7267	120,7
LKW	MW	10645	115,6
	Median	8437	99,5
mit Kfz-Handel	MW	9806	143,7
	Median	8178	124,2
ohne	MW	8045	132,3
	Median	6250	77,4
mit Tankstelle	MW	13785	224,6
	Median	12961	201,8
ohne	MW	8814	130,1
	Median	7508	109,5
mit Waschanlage	MW	8705	126,4
	Median	7041	99,1
ohne	MW	9728	150,4
	Median	8900	125,7
mit Wohnung	MW	10715	128,1
	Median	8073	114,4
ohne	MW	9007	144,1
	Median	7664	115,5

Aufgrund der vielen relevanten Einflussfaktoren lassen sich auch hier die Daten kaum sinnvoll grafisch darstellen und keine besonders geeignete Kennzahl angeben (abhängig vom Vorhandensein des Einflusses). Wir haben dennoch den Verlauf für alle Betriebe (ohne Tankstelle als stärksten Einflussfaktor) für die Kennzahlen fossiler Energieverbrauch pro Mitarbeiter und pro Gebäudefläche dargestellt: wichtig ist, dass man je nach Einflussfaktor wie besonders Wohnung und Fahrzeugart entsprechend Zu- oder Abschläge vornimmt.



Mittelwert-Funktion (linear):

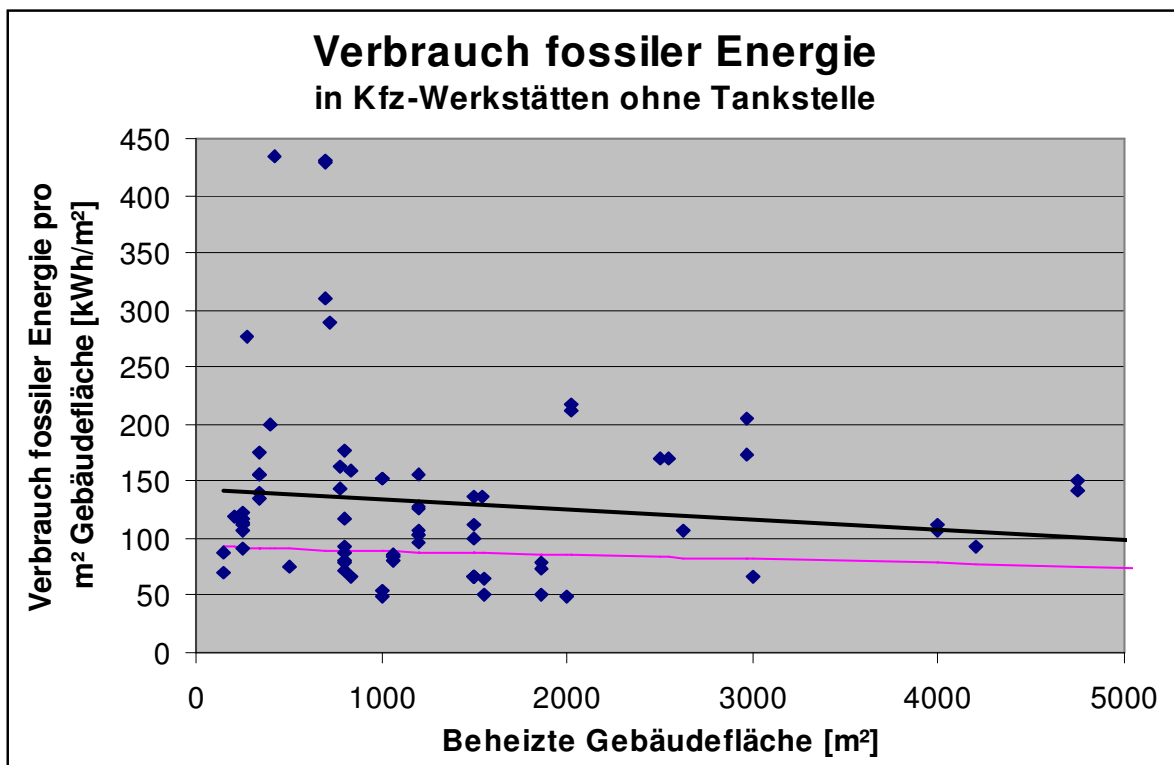
$$y = -9,6511 x + 8933,3 \text{ mit } R^2 = 0,0008$$

Benchmark-Funktion (linear):

$$y = 23,843 x + 5002,4 \text{ mit } R^2 = 0,041$$

für Kfz-Werkstätten ohne Tankstelle mit weniger als 60 Mitarbeiter

Das heißt, ein guter Wert liegt für alle Betriebsgrößen bei unter 9.000 kWh pro Mitarbeiter, eine sehr guter für kleine Betriebe unter 5.000, für große über 50 Mitarbeiter bei 6.000 kWh pro Mitarbeiter (wichtig: Einflussfaktoren berücksichtigen! s.o.).



Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = -0,009 x + 144,04 \text{ mit } R^2 = 0,0368$$

Benchmark-Funktion (linear):

$$y = -0,0037 x + 92,723 \text{ mit } R^2 = 0,0927$$

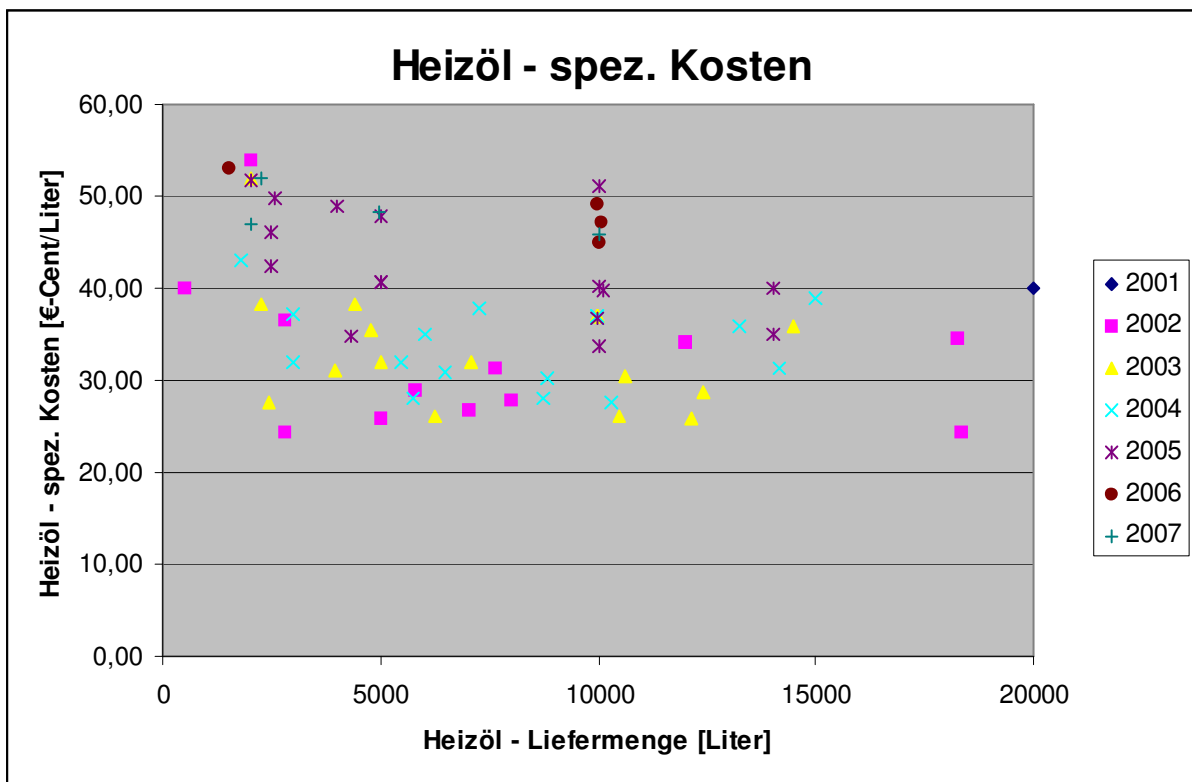
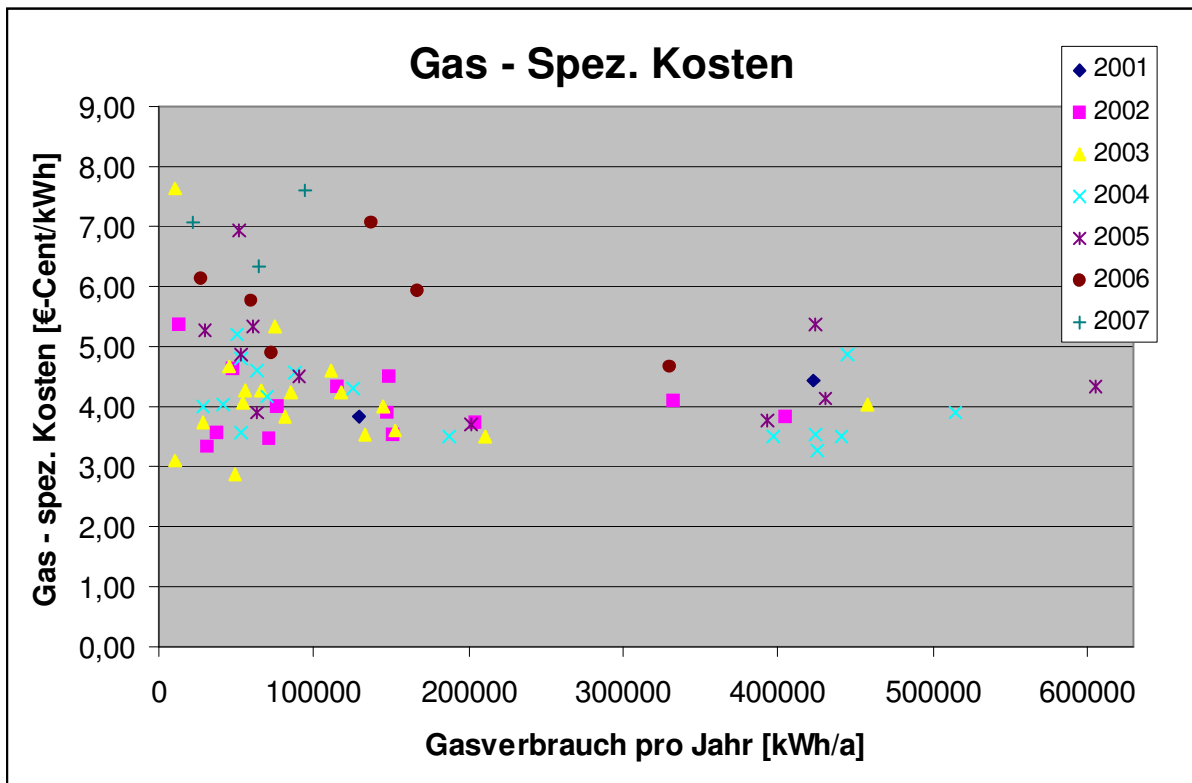
für Kfz-Werkstätten ohne Tankstelle mit weniger als 5.000 m² beheizter Gebäudefläche.

Wichtig: Einflussfaktoren berücksichtigen! (siehe Tabelle oben).

**Spezifische Kosten:**

	Heizöl [€-Cent/Ltr]	Gas [€-Cent/kWh]
Mittelwert	37,35	4,47
Median	37,00	4,20
Minimum	24,26	2,88
Maximum	54,00	7,64

Diese Angaben sind wegen der in den letzten Jahren stark steigenden Preisen wenig aussagekräftig (siehe Grafiken).



Bei beiden Darstellungen ist erkennbar, dass die spezifischen Kosten bei höheren Mengen tendenziell günstiger und mit den Jahren immer teurer wurden. Besonders deutlich wird dies bei den Heizölpreisen, die 2002/2003 bei etwa 30 Cent/l lagen, 2006/2007 bereits bei rund 50 Cent/l.

Aufgrund der sich stark ändernden/steigenden Preisen sollen hier keine Mittelwert- und Benchmark-Funktionen angegeben werden, da sie für Vergleiche nicht mehr aktuell sind.

## 8.10 Kfz-Auswertung – Wasserverbrauch

### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 112 Datensätze aus 51 Betrieben.

### Verbrauch

Allgemeine Mengen-Kenndaten zum Wasserverbrauch:

	Menge[m <sup>3</sup> ]	m <sup>3</sup> /MAges	m <sup>3</sup> /MAwerkst	l/KfzRep	l/KfzWaesch
<b>ohne Waschanlage</b>	Mittelwert	18,6	33,63	71,9	
	Median	15,0	24,0	55,9	
	Min	1,4	2,6	9,8	
	Max	37,1	164,0	207,0	
<b>Waschanlage mit Kreislauf</b>	Mittelwert	23,7	56,3	122,7	86,6
	Median	22,7	47,3	126,0	69,0
	Min	15,9	29,3	89,9	42,8
	Max	35,9	93,8	166,7	177,6
<b>Waschanlage ohne Kreislauf</b>	Mittelwert	84,6	211,4	516,1	312,0
	Median	67,0	80,9	175,4	252,7
	Min	10,2	23	37,6	89,8
	Max	247,3	1050	2968	640

Das Vorhandensein einer Waschanlage hebt den Wasser-Verbrauch erheblich an und ist daher für die Kennzahlbestimmung entscheidend: der Mittelwert steigt im Vergleich zu Betrieben ohne Waschanlagen bei Betrieben mit Waschanlagen mit Kreislaufführung um rund 100 %, bei denen ohne Kreislaufführung auf das 4 bis 7-fache.

### Einflussfaktoren:

Berechnet für Betriebe ohne Waschanlage, da dort Einfluss signifikanter.

	m <sup>3</sup> /MAges	%	m <sup>3</sup> /MAwerkst	%	l/KfzRep	%
<b>alle Betriebe ohne Waschanlage</b>	18,6	0	33,6	0	71,9	0
<b>nur PKW</b>	19,2	+3	34,8	+3	62,8	-13
<b>nur LKW</b>	18,1	-3	30,0	-11	104,8	+48
<b>ohne Handel</b>	20,4	+10	30,1	-10	71,5	-1
<b>mit Handel</b>	18,1	-3	35,4	+5	72,1	0
<b>ohne Wohnung</b>	17,0	-9	27,4	-18	65,9	-8
<b>mit Wohnung</b>	33,3	+79	81,9	+144	135,6	+89

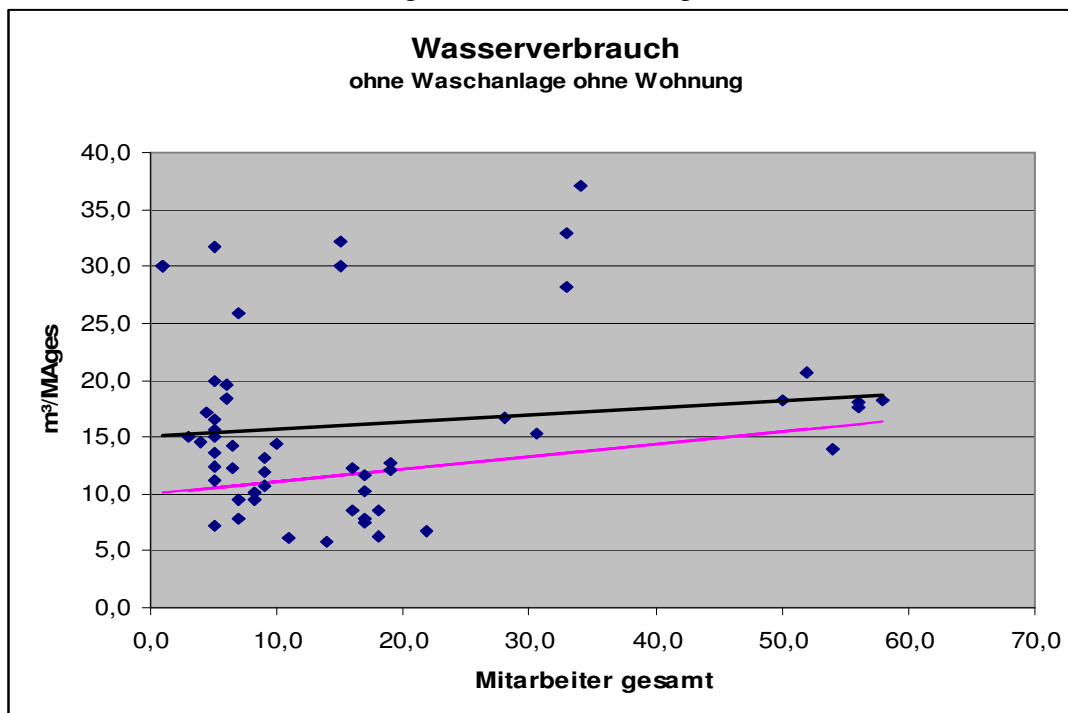
Eine Abweichung im Bereich von 10 % oder weniger kann nicht als signifikante Abweichung gewertet werden. Bei den anderen betrieblichen Besonderheiten gab es entweder zu wenige Datensätze für ein Kriterium oder ein Einfluss kann ausgeschlossen werden.

Diskussion: der Verkauf von Fahrzeugen hat nur leicht vermindern Einfluss auf die Kennzahlen. Bei den Kennzahlen  $\text{m}^3/\text{MAges}$  und  $\text{m}^3/\text{MA-Werkst.}$  ist es nahezu unerheblich, ob PKW oder LKW repariert werden, bei der Kennzahl  $\text{m}^3/\text{Reparatur}$  ist der Einfluss jedoch erheblich.

Interessant ist, dass das Vorhandensein einer Wohnung einen erheblichen Einfluss auf die Kennzahlen hat - in etwa der gleichen Größe wie eine Waschanlage mit Kreislaufführung. Offenbar wird der private Verbrauch gemeinsam mit dem betrieblichen erfasst. Zum Vergleich: der  $\emptyset$ -Wasser-Verbrauch eines Bundesbürgers liegt bei etwa 120 l/d bzw. 44  $\text{m}^3/\text{a}$  und damit doppelt so hoch wie der Verbrauch eines Mitarbeiters bzw. 1/3 höher als der eines Werkstattmitarbeiters.

Bei den Werkstätten ohne Waschanlage ist zu unterscheiden in mit und ohne Wohnung auf dem Betriebsgelände. Als Kennzahlen sind alle 3 mit Verbrauch pro MAges, pro MA-Werkstatt oder pro Reparatur ähnlich gut geeignet (bei letzterer Kennzahl muss zw. LKW und KFZ-Werkstatt unterschieden werden), so dass die Benchmark-Funktion beispielhaft für MAges. dargestellt wird. Bei den Werkstätten mit Waschanlage ist zu unterscheiden zwischen mit und ohne Kreislaufführung.

#### a) Werkstätten ohne Waschanlage und ohne Wohnung



Mittelwert-Funktion (linear):

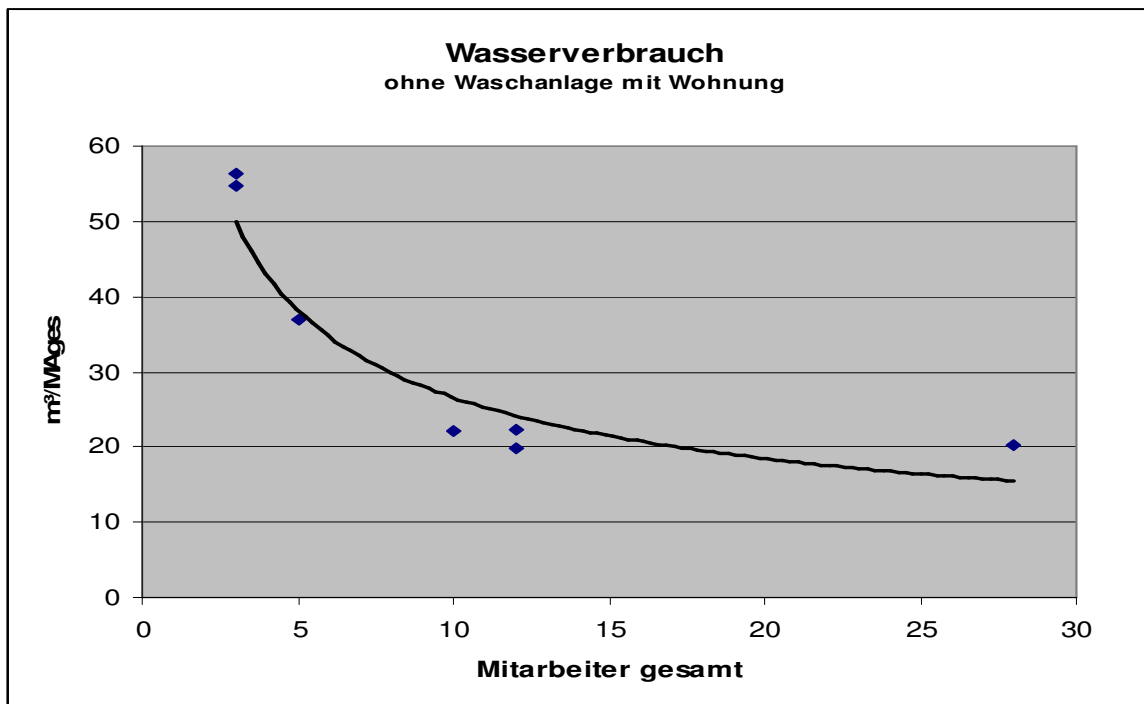
$$y = 0,0598 x + 15,184 \text{ mit } R^2 = 0,0138$$

Benchmark-Funktion (linear):

$$y = 0,1108 x + 9,9612 \text{ mit } R^2 = 0,2394$$

für 1-60 Mitarbeiter gesamt

b) Werkstätten ohne Waschanlage und mit Wohnung



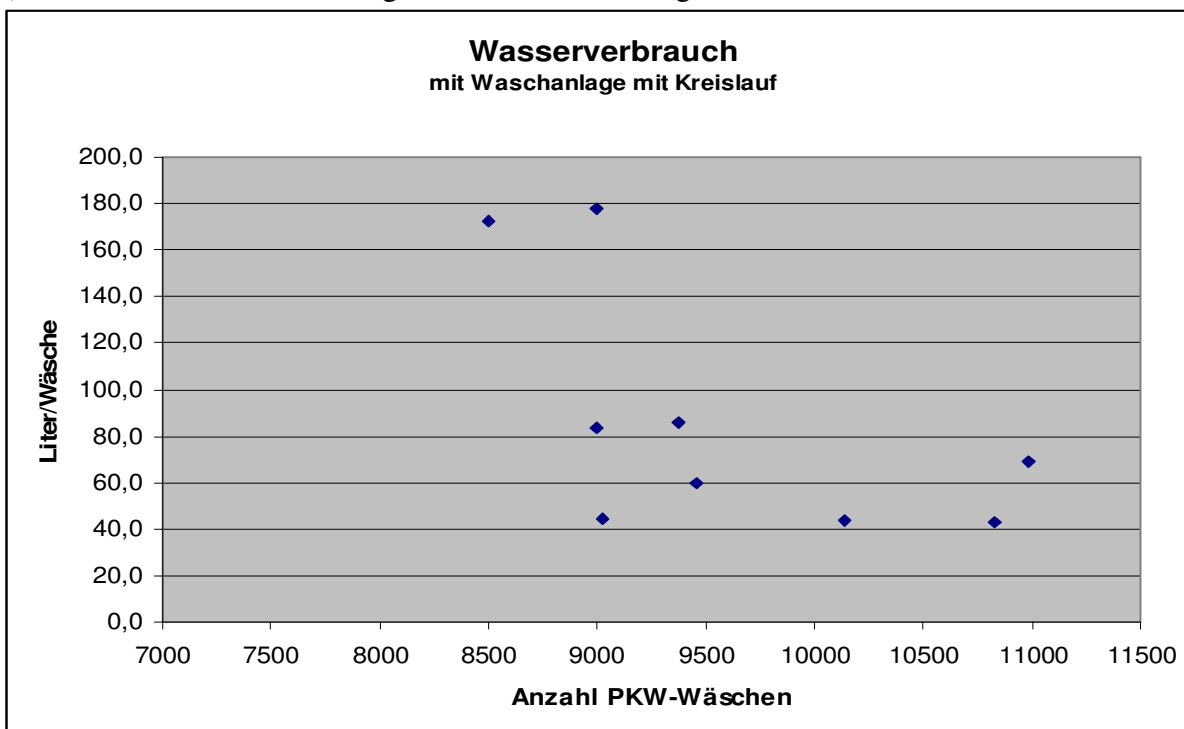
Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 88,783 x^{-0,5236} \text{ mit } R^2 = 0,8661 \text{ für } 1\text{-}20 \text{ Mitarbeiter}$$

Benchmark-Funktion wegen geringer Datenbasis nicht angegeben.

Deutlich sichtbar wird, dass die Wohnung bei kleinen Mitarbeiterzahlen starken Einfluss auf den Wasserverbrauch hat. Bei großen Mitarbeiterzahlen geht der Verlauf in den für Werkstätten ohne Wohnung über.

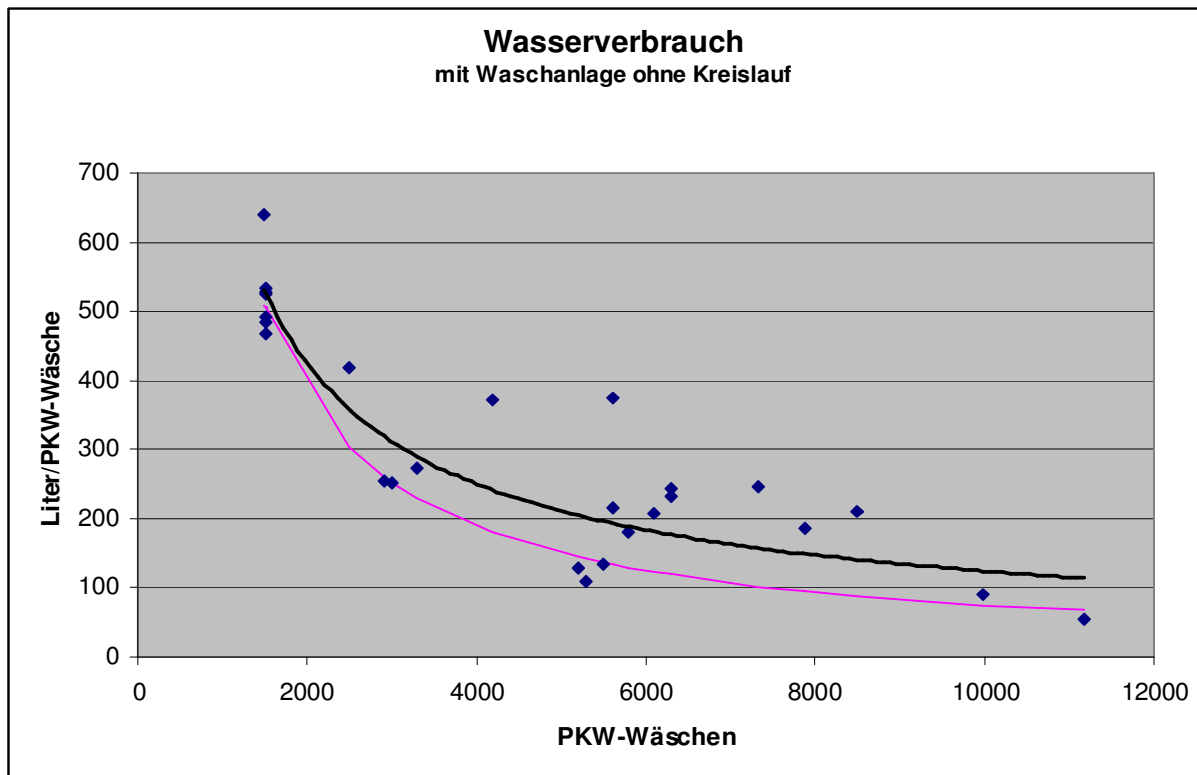
c) Werkstätten mit Waschanlage mit Kreislaufführung



Hier gibt es zu wenig Daten, um Funktionen sinnvoll bestimmen zu können, insbesondere ist der Datenbereich mit 8400-11.000 Wäschen sehr eingeschränkt.

Deshalb soll hier auf den Mittelwert bzw. Median mit 86,6 bzw. 69,0 l/PKW-Wäsche verwiesen werden. Ein Benchmark-Wert könnte im Bereich von 50 l/Wäsche liegen.

d) Werkstätten mit Waschanlage ohne Kreislaufführung



Mittelwert-Funktion (potenziell):  
 $y = 140406 x^{-0,7632}$  mit  $R^2 = 0,7054$

Benchmark-Funktion (potenziell):  
 $y = 796466 x^{-1,0067}$  mit  $R^2 = 0,956$   
 für 2000 bis 11.000 PKW-Wäschen pro Jahr.

**Spezifische Kosten**

Allgemeine Kosten-Kenndaten\* zum Wasserverbrauch:

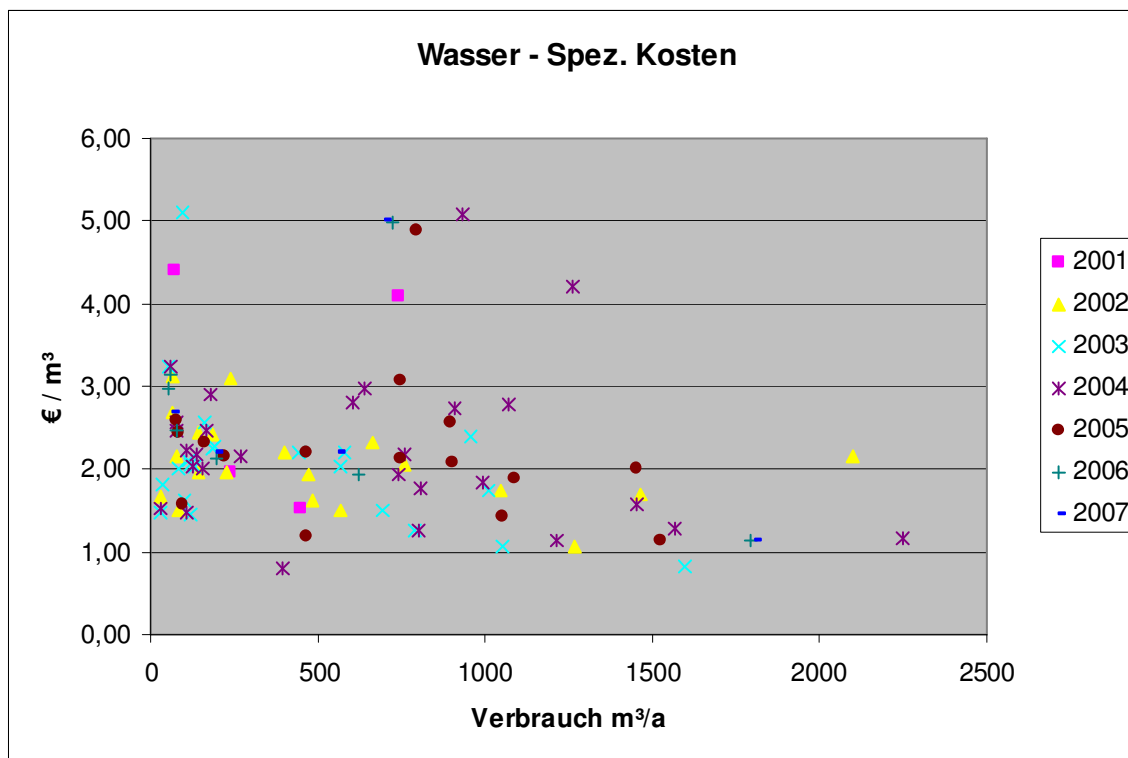
	€/m <sup>3</sup>	€/m <sup>3</sup> (ab 2006)
Durchschnitt**	2,25	2,68
Median	2,13	2,47
Bereich	0,79-5,11	1,13-5,00

\* Benchmarkwert wird nicht berechnet, da der Wasserpreis nicht beeinflusst werden kann.  
 \*\* Der Durchschnittswert hat sich signifikant von 2,06 €/m<sup>3</sup> in 2002/03 über 2,24 €/m<sup>3</sup> in 2004/05 auf rund 2,70 €/m<sup>3</sup> seit 2006 erhöht.

Der Anteil am Umsatz machte bei Werkstätten ohne Waschanlage im Mittel 0,26 (0,074-0,26) % aus und betrug bei Betrieben mit Waschanlage ebenfalls 0,26 (0,084-0,60) %. Die Mehrkosten für den höheren Wasserverbrauch werden durch entsprechende Mehreinnahmen ausgeglichen.



Auszug für < 2.500 m<sup>3</sup> pro Jahr:



Mittelwert- und Benchmark-Funktionen werden nicht berechnet oder eingezeichnet, da der Wasserpreis nicht beeinflusst werden kann. Ebenso werden Unterschiede zwischen den Bundesländern nicht betrachtet, da Preise auf Kreisebene festgelegt werden.

### 8.11 Kfz-Auswertung – Abwassermenge

#### Anzahl der Datensätze:

Auswertbar sind 104 Datensätze aus 48 Betrieben.

99 Datensatzpaare aus dem Bereich Wasserverbrauch und Abwassermenge stammen vom jeweils selben Betrieb für je ein Betriebsjahr.

In 82 Fällen waren Wasser- und Abwassermenge identisch, einmal wurden 20 %, zweimal 14 %, 8 mal 10 % und 6 mal 3-6 % vom Wasserverbrauch zur Ermittlung der Abwassermenge in Abzug gebracht (Abzug für ausgetragenes bzw. verdunstetes Wasser aus der Fahrzeugwaschanlage).

Eine Maßnahme zur Kosteneinsparung ist es daher, dass alle Betriebe mit Waschanlage versuchen, einen solchen Abschlag bei der Berechnung der Abwassergebühr zu erreichen. Rein statistisch ändert sich dadurch zwar auch die gebuchte Abwassermenge, in Realität findet dadurch aber keine Mengenreduktion statt.

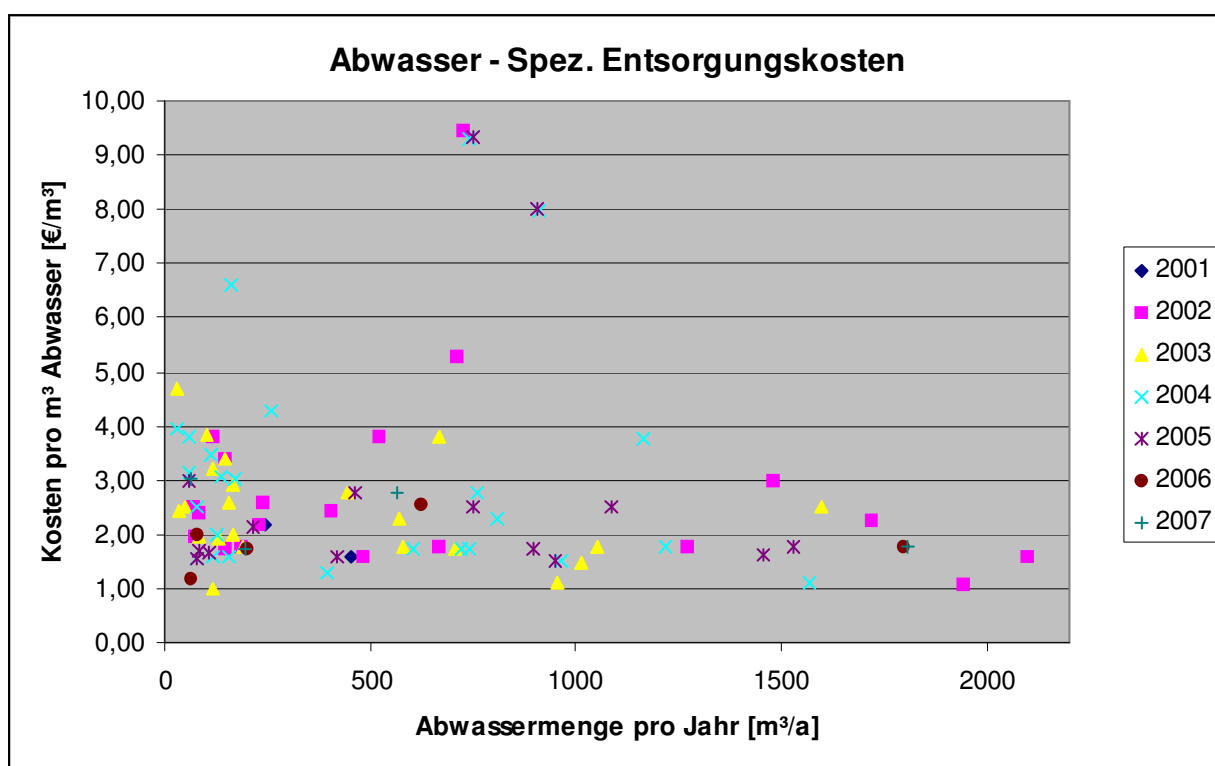
Für die Auswertung der Abwassermengen-Kennzahlen mit ihren Abhängigkeiten sei auf die Auswertung für den Wasserverbrauch verwiesen.

### Spezifische Kosten

Allgemeine Kosten-Kenndaten zur Abwasserentsorgung:

	€/m <sup>3</sup>
Durchschnitt	2,70
Median	2,19
Bereich	1,01-9,45

Ein Benchmark-Wert wird nicht berechnet, da der Abwasser-Entsorgungspreis nicht beeinflusst werden kann. Auch eine Auswertung nach Bundesländern ist nicht sinnvoll, da die Entsorgungskosten auf kommunaler Ebene festgelegt werden. Über die Jahre konnte keine signifikante Preisänderung festgestellt werden.



### 8.12 Kfz-Auswertung – Materialverbrauch: Putztücher

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

Beim Materialverbrauch (alle Arten) wurden insgesamt 159 Datensätze aus 6 baden-württembergischen, 6 bayerischen, 16 hessischen, 3 niedersächsischen, 1 nordrhein-westfälischen und 5 rheinland-pfälzischen Betrieben eingegeben.

Zu Putztüchern wurden 48 Datensätze angelegt.

**Verbrauch Putztücher**

	Menge pro MA-ges. [Stück]	Menge pro MA-Werkstatt [Stück]	Menge pro Kfz-Reparatur [Stück]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	598	1107	2,92	42,03
Median	450	889	2,43	36,00
Min.	103	163	0,43	14,14
Max.	2000	4000	10,06	96,49

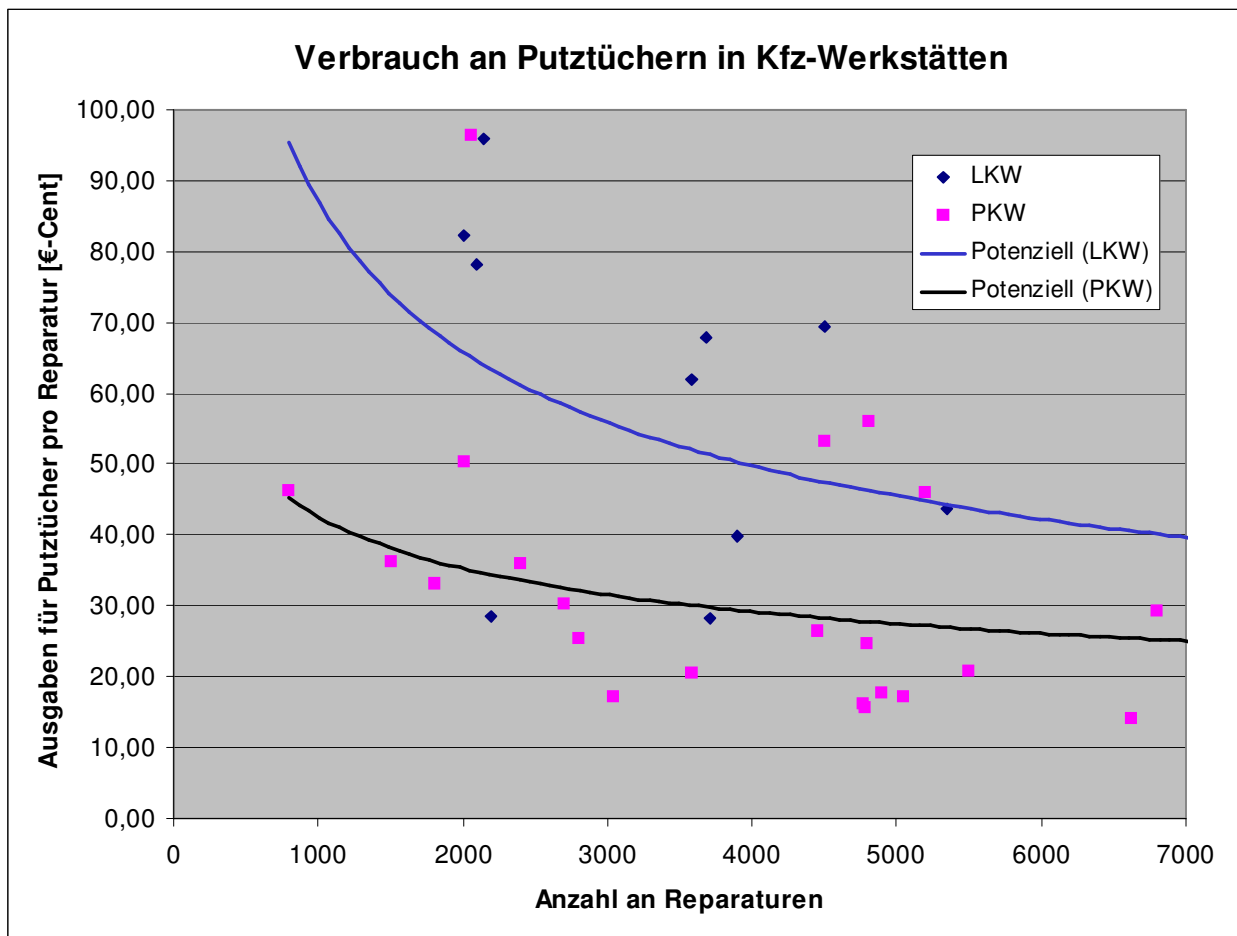
Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei allen Kennzahlen für Verbrauch an Putztüchern in Stück um ca. den Faktor 20. Problem ist, dass Putztücher in unterschiedlichen Größen und Qualitäten eingesetzt werden. Aussagefähiger für einen Betriebsvergleich ist daher die Kennzahl Kosten für Putztücher pro Reparatur, die zw. 14 und 96 Cent pro Reparatur schwankt (Faktor 7).

**Einflussfaktoren:**

Kosten pro Reparatur in €-Cent

	alle KfZ	LKW	PKW
Mittelwert	42,03	59,54	34,42
Median	36,00	64,82	29,43

Wie zu erwarten, ist der Verbrauch an Putztüchern in LKW-Werkstätten deutlich höher als in PKW-Werkstätten (etwa doppelt so hoch). Die anderen Kriterien wie bspw. Vorhandensein von Waschanlage oder Fahrzeughandel haben keinen oder nur sehr geringen Einfluss.



PKW - Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 279,99 x^{-0,2725} \text{ mit } R^2 = 0,0911$$

LKW - Mittelwert-Funktion (potenziell):

$$y = 1416,4 x^{-0,4038} \text{ mit } R^2 = 0,1091$$

Die Ausgaben für Putztücher pro Reparatur sinken, je mehr Reparaturen durchgeführt werden. Gute Werte für größere PKW-Werkstätten liegen unterhalb 20 €-Cent pro Reparatur.

#### Spezifische Kosten:

Pro Putztuch liegen die Kosten im Mittel bei 17,58 €-Cent, der Median bei 16,00 €-Cent. Es wurden minimal 3,48 und maximal 58,94 €-Cent pro Putztuch ausgegeben. Diese Angaben sind wenig aussagefähig, da Größe und Materialart sehr unterschiedlich sein können.

### **8.13 Kfz-Auswertung – Materialverbrauch: Rostlöser**

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

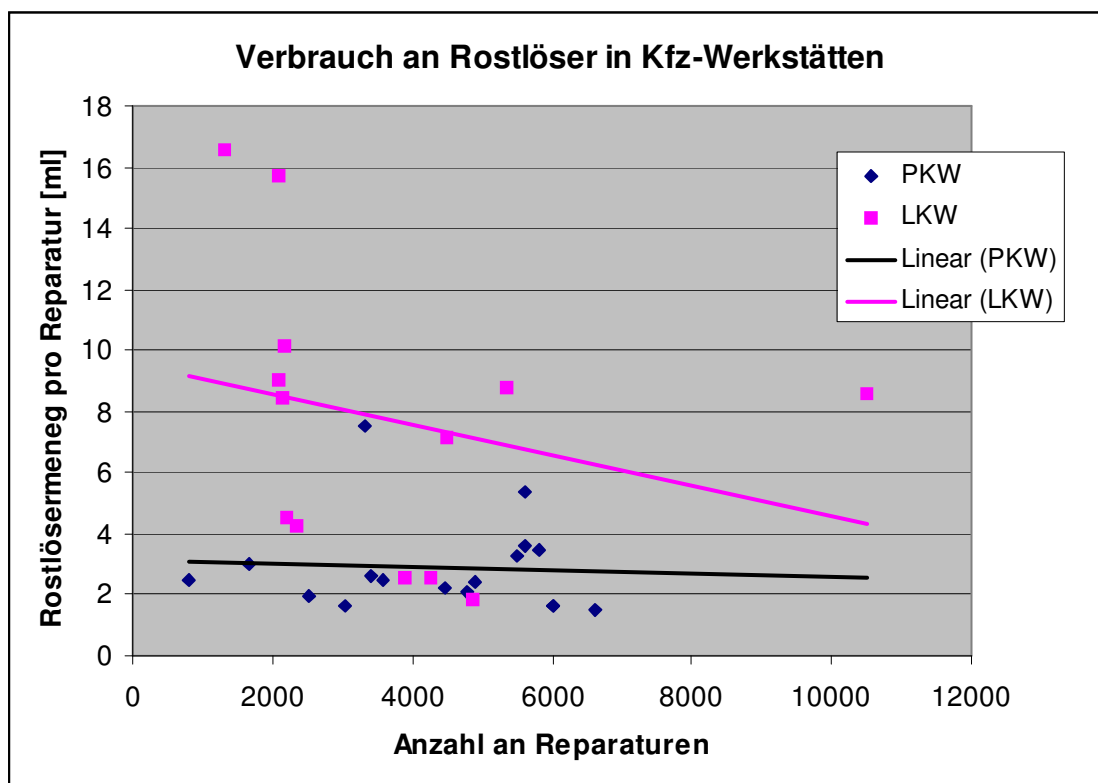
Von den 159 Datensätzen zum Materialverbrauch betrafen 38 Rostlöser.

### Verbrauch Rostlöser

PKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	0,81	1,72	2,89	1,54
Median	0,59	1,23	2,50	1,41
Min.	0,20	0,42	1,51	0,69
Max.	5,00	8,89	7,52	2,66

LKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	1,30	1,88	7,71	5,15
Median	1,20	1,54	8,42	5,50
Min.	0,60	0,86	1,85	1,30
Max.	2,22	4,27	16,59	10,02

Die sinnvollste Kennzahl ist der Rostlöser-Verbrauch pro Reparatur. Die Unterschiede zw. Minimal- und Maximalwerten bei dieser Kennzahl (Faktor 5 und 9) bzw. bei den Kosten pro Reparatur zeigen das entsprechende Reduktionspotenzial. Eine Abhängigkeit der Menge von bestimmten Serviceangeboten (Waschanlage, Fahrzeugverkauf etc.) konnte nicht festgestellt werden.



PKW Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = -0,00006 x + 3,1324 \text{ mit } R^2 = 0,0038$$

LKW Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = -0,0005 x + 9,53 \text{ mit } R^2 = 0,0664$$

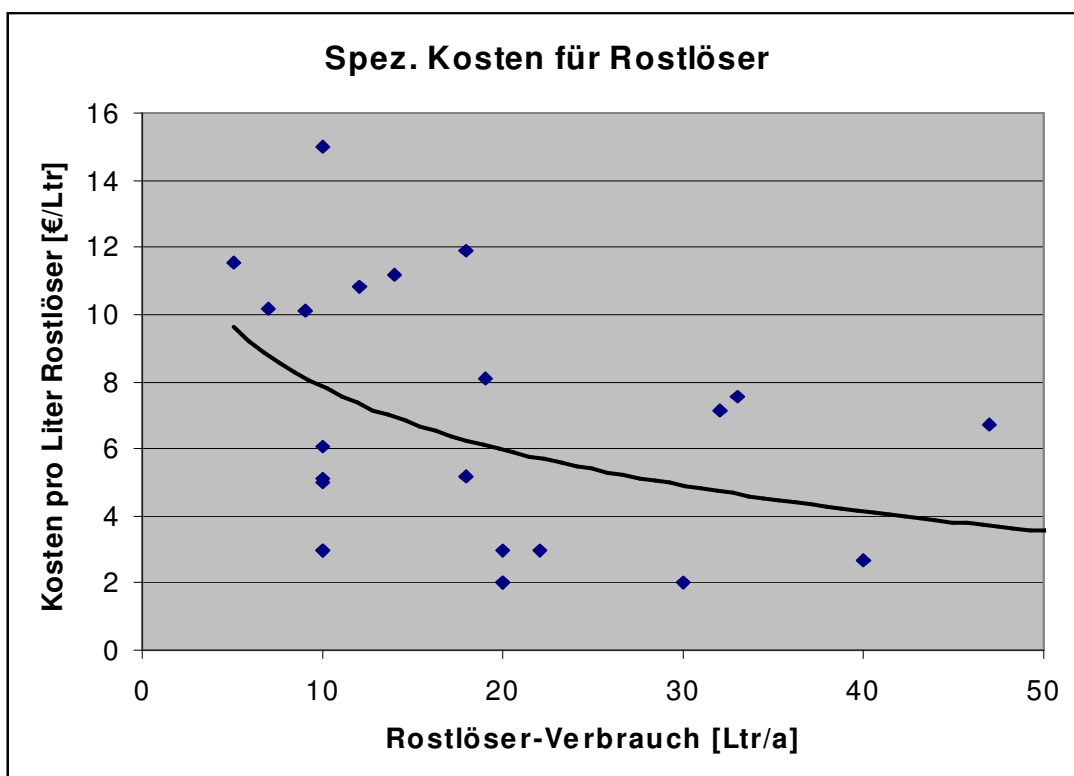
für Kfz-Werkstätten mit weniger als 11.000 Reparaturen pro Jahr.

Der Rostlöser-Verbrauch ist in PKW-Werkstätten nahezu unabhängig von der Anzahl der Reparaturen. Gute Werte liegen hier unter 3 ml/Reparatur.

Bei LKW-Werkstätten ergibt sich rechnerisch ein deutlich sinkender Verlauf. Für kleine Betriebe mit weniger als 2.000 Reparaturen pro Jahr liegen gute Werte unter 8 ml/Reparatur, für große ab 10.000 Reparaturen pro Jahr unter 4 ml/Reparatur.

Spezifische Kosten:

Pro Ltr. Rostlöser liegen die Kosten im Mittel bei 6,42 €, der Median bei 5,61 €. Es wurden minimal 2,00 und maximal 15,00 € pro Ltr. Rostlöser ausgegeben.



Mittelwert-Funktion (logarithmisch):  
 $y = -2,656 \ln(x) + 13,939$  mit  $R^2 = 0,2105$

**8.14 Kfz-Auswertung – Materialverbrauch: Kaltreiniger**

Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Von den 159 Datensätzen zum Materialverbrauch betrafen 23 Kaltreiniger.

Verbrauch Kaltreiniger

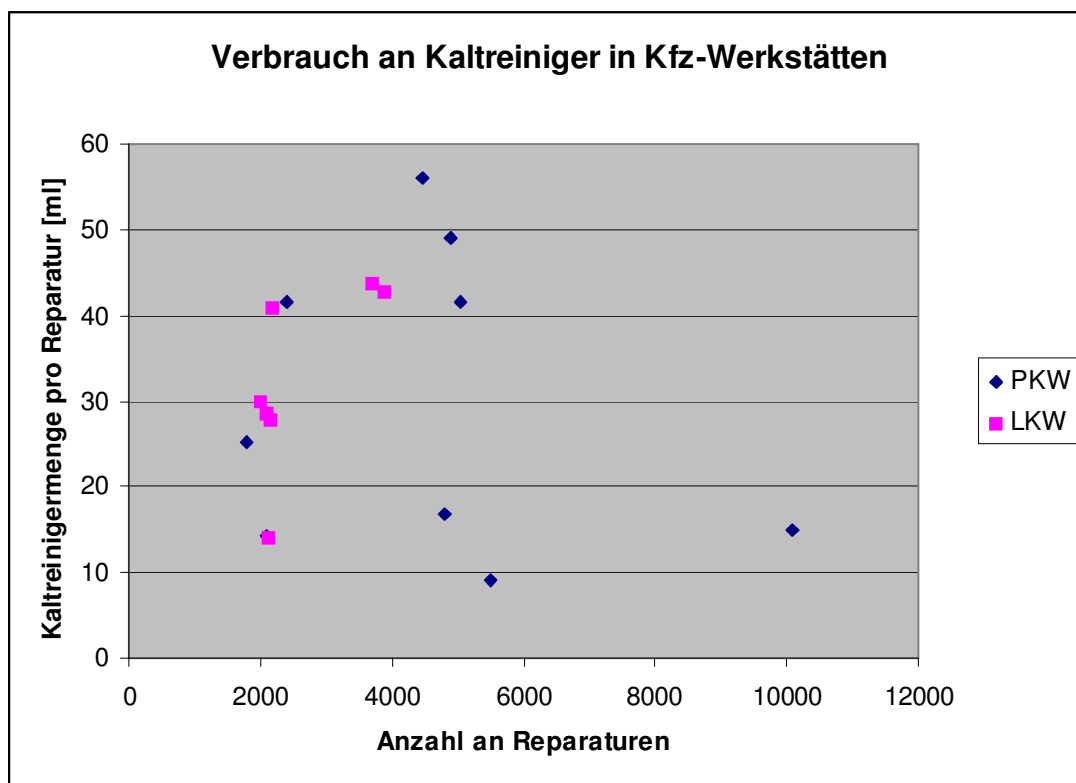
PKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	7,49	18,03	41,24	13,26

Median	6,25	15,83	33,38	9,94
Min.	1,25	2,50	9,09	1,21
Max.	18,00	42,35	144,00	26,20

LKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	4,71	7,63	32,05	17,82
Median	3,53	5,00	29,29	18,91
Min.	1,88	2,31	14,03	5,35
Max.	8,79	16,70	43,75	28,44

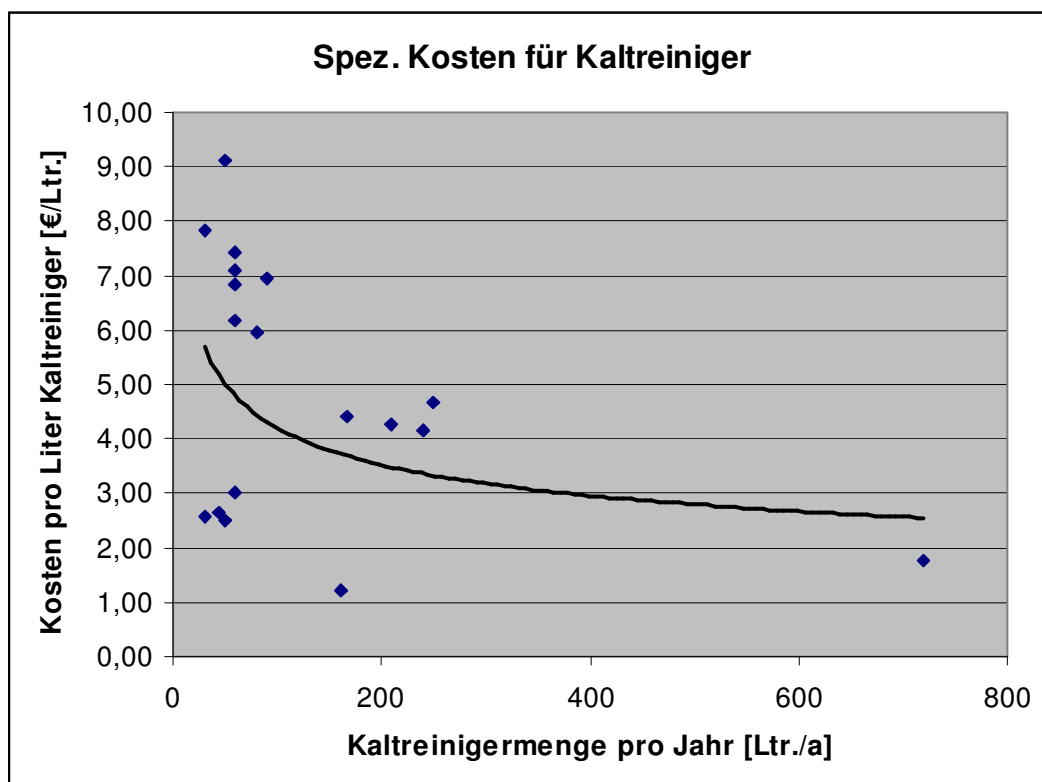
Die sinnvollste Kennzahl ist der Kaltreiniger-Verbrauch pro Reparatur, die sich zwischen PKW- und LKW-Werkstätten nicht relevant unterscheidet. Zu beachten ist hier, dass für PKW und LKW nur je rund 10 Datensätze vorhanden waren, die Kennzahlen also statistisch nicht sicher sind. Eine Abhängigkeit der Menge von bestimmten Serviceangeboten (Waschanlage, Fahrzeugverkauf etc.) und – auch wegen der geringen Anzahl an Datensätzen – von der Anzahl an Reparaturen konnte nicht festgestellt werden.

Gute Werte liegen unter 30, sehr gute unter 20 ml pro Reparatur.



**Spezifische Kosten:**

Pro Ltr. Kaltreiniger liegen die Kosten im Mittel bei 4,70 €, der Median bei 4,41 €. Es wurden minimal 1,22 und maximal 9,12 € pro Ltr. Kaltreiniger ausgegeben.



Mittelwert-Funktion (potenziell):  
 $y = 13,396 x^{-0,2523}$  mit  $R^2 = 0,1422$   
 für bis zu 750 Ltr. Kaltreiniger pro Jahr

Auch Betriebe mit geringen Verbräuchen können im Einkauf gute Werte von unter 3 €/Ltr. realisieren.

### 8.15 Kfz-Auswertung – Materialverbrauch: Bremsenreiniger

#### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Von den 159 Datensätzen zum Materialverbrauch betrafen 50 Bremsenreiniger.

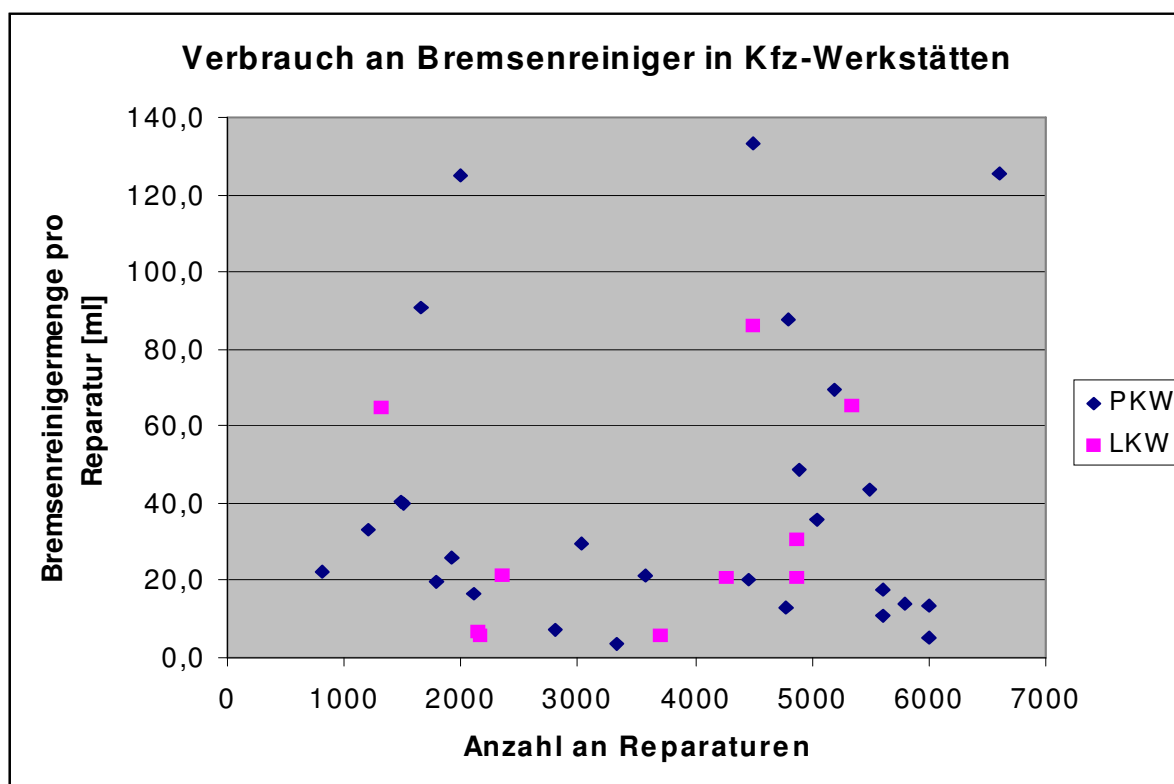
#### Verbrauch Bremsenreiniger

PKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	7,57	12,86	35,88	9,02
Median	7,74	12,38	21,22	7,18
Min.	0,71	0,92	5,55	2,31
Max.	15,52	31,82	86,22	16,78



LKW	Menge pro MA-ges. [Ltr.]	Menge pro MA-Werkstatt [Ltr.]	Menge pro Kfz-Reparatur [ml]	Kosten pro Kfz-Reparatur [€-Cent]
Mittelwert	7,77	15,85	38,02	7,08
Median	5,83	11,67	24,27	7,25
Min.	0,91	1,76	3,61	1,61
Max.	23,33	52,50	133,33	18,36

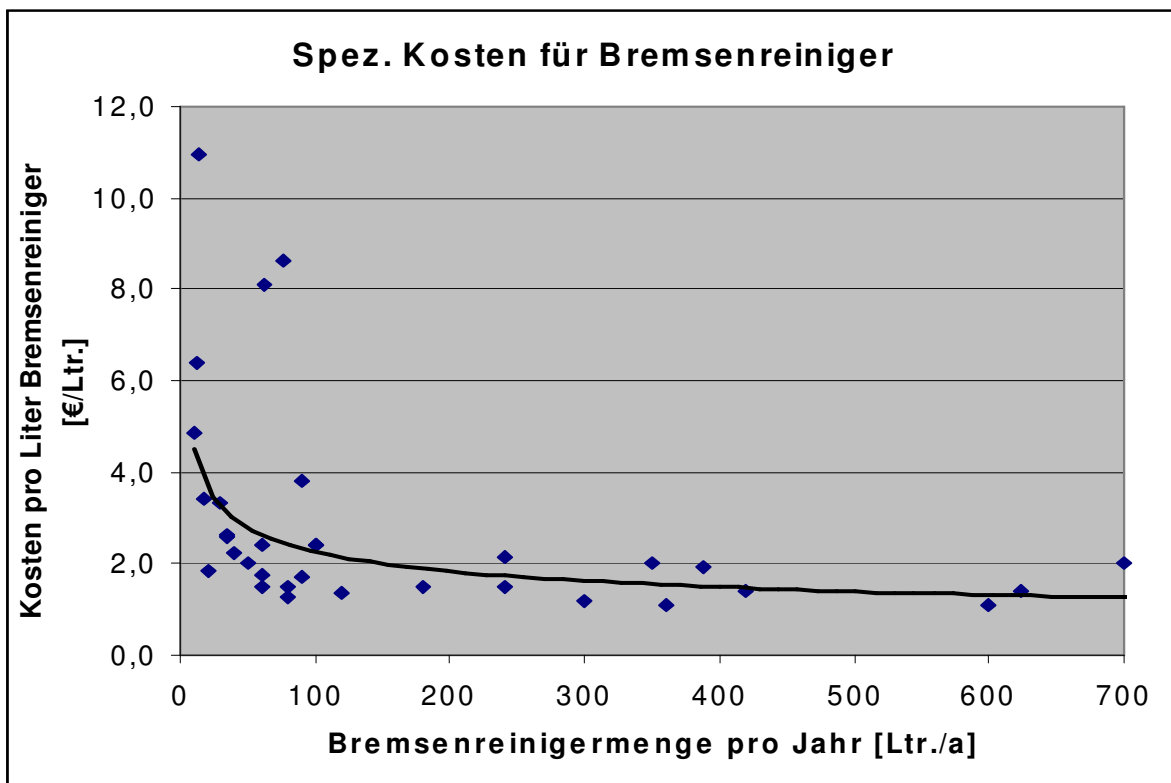
Die sinnvollste Kennzahl ist der Bremsenreiniger-Verbrauch pro Reparatur, auch wenn die Unterschiede bei allen Kennzahlen zwischen Minimal- und Maximalwerten extrem sind (Faktoren 20 bis 40) und damit das entsprechend hohe Reduktionspotenzial zeigen.



Auch hier gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen LKW- und PKW-Werkstätten. Eine signifikante Abhängigkeit der Menge von bestimmten Serviceangeboten (Waschanlage, Fahrzeugverkauf etc.) und von der Anzahl an Reparaturen konnte nicht festgestellt werden. Gute Werte liegen unter 30 ml Bremsenreiniger pro Reparatur, sehr gute unter 20 ml.

**Spezifische Kosten:**

Pro Ltr. Bremsenreiniger liegen die Kosten im Mittel bei 2,81 €, der Median bei 2,00 €. Es wurden minimal 1,08 und maximal 10,96 € pro Ltr. Bremsenreiniger ausgegeben.



Mittelwert-Funktion (potenziell):  
 $y = 9,0465 x^{-0,3011}$  mit  $R^2 = 0,4002$   
 für bis zu 700 Liter Bremsenreiniger pro Jahr

## 9 Statistische Auswertung und Diskussion der Umweltdaten von Bäckern

### 9.1 Bäcker-Auswertung – Abfall: Hausmüllmengen

Abfallart 200301: gemischte Siedlungsabfälle

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 209 Datensätze aus 1 baden-württembergischen, 32 bayerischen, 9 hessischen und 1 sächsischen Betrieben.

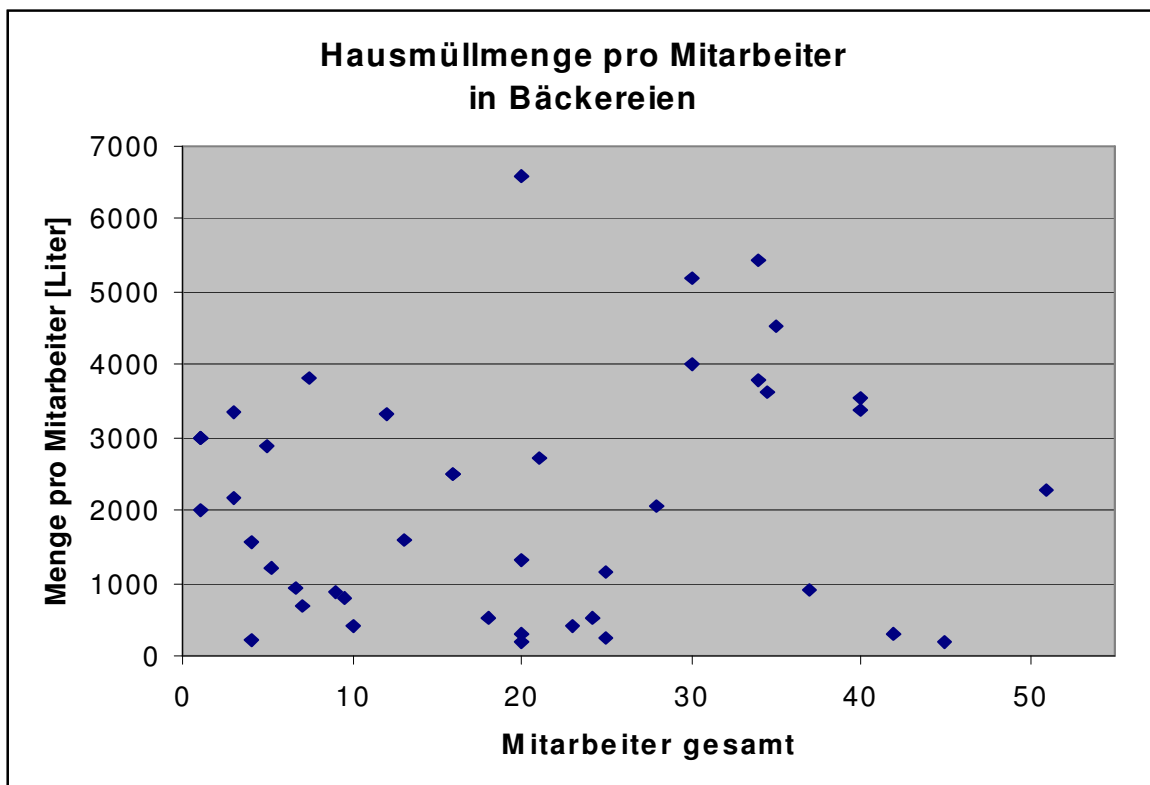
#### Menge Hausmüll

	Menge pro MA-ges. [Liter*]	Menge pro MA-Backstube [Liter*]	Menger pro t Rohware [Liter/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Backfläche [Liter/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	2095,2	3675,1	170,7	788,0
Median	1940,7	3869,7	132,9	445,7
Min.	180,0	476,0	10,3	68,1
Max.	6600	9500	500,0	2850

\* Die Dichte für Hausmüll wird mit 0,1 bis 0,9 t/m<sup>3</sup> angegeben. Zur Umrechnung wurde der Wert 0,5 t/m<sup>3</sup> verwendet.

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei allen Kennzahlen um den Faktor 20 bis 50! Bei den Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen ist der Faktor noch am niedrigsten.

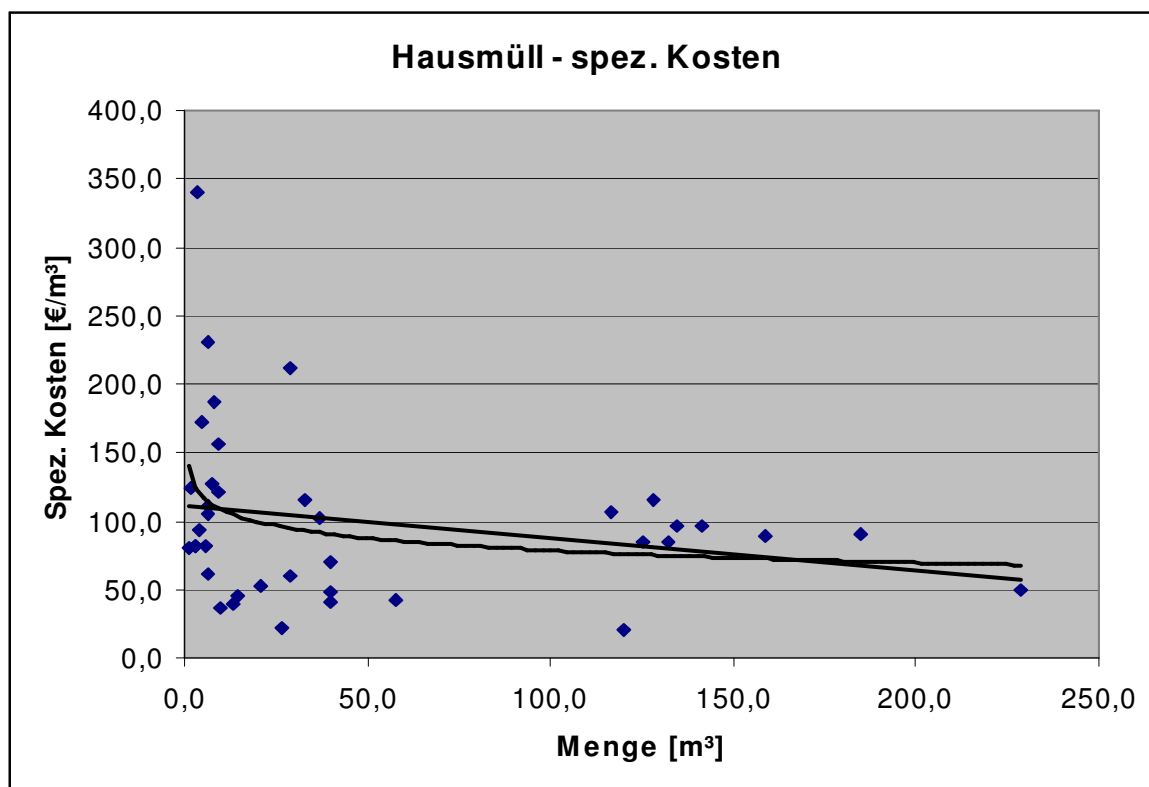
Das Vorhandensein einer Wohnung und gemeinsame Nutzung der Restmülltonne hatte bei den Bäckern keinen signifikanten Einfluss auf die Restmüllmenge, d.h. die durch die Bäckerei verursachte Hausmüllmenge überwog die der Wohnung bei weitem.



Eine Tendenz bzw. Betriebsgrößen-Abhängigkeit der Hausmüllmenge pro Mitarbeiter lässt sich nicht feststellen.

**Spezifische Kosten:**

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	99,4
Median	88,7
Min.	20,1
Max.	340,0



Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = -0,2336 x + 111,11 \text{ mit } R^2 = 0,0529$$

Mittelwert-Funktion (logarithmisch):

$$y = -13,098 \ln(x) + 138,82 \text{ mit } R^2 = 0,0956$$

für bis zu 200 m³ Hausmüll pro Jahr

## 9.2 Bäcker-Auswertung – Abfall: Biol. abbaubare Küchen-/Kantinenabfälle

Abfallart 200108: biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle  
(teilweise auch unter 200201 - biologisch abbaubare Abfälle entsorgt)

### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 17 Datensätze aus 14 bayerischen und 1 hessischen Betrieben.

### Menge biol.abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle

	Menge pro MA-ges. [Liter*]	Menge pro MA-Backstube [Liter*]	Menger pro t Rohware [Liter/t]	Menge pro m² Backfläche [Liter/m²]
Mittelwert	1086,1	1620,8	59,9	400,1
Median	703,8	1607,8	61,2	354,5
Min.	208,0	416,0	15,6	115,56
Max.	3000	3000	108,0	1020

\* Die Dichte für diese Abfallart wird mit 0,6 t/m³ angegeben.

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei allen Kennzahlen um den Faktor 8 bis 15! Die Mengen abhängigen Kennzahlen (Rohware bzw. Backfläche) erscheinen etwas besser geeignet.

Es kann kein Einfluss bestimmter Serviceangebote wie bspw. das Vorhandensein eines Cafés auf die Abfallmenge festgestellt werden.

### **Spezifische Kosten:**

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	51,2
Median	53,3
Min.	20,6
Max.	87,5

### **9.3 Bäcker-Auswertung – Abfall: Altpapier**

Abfallart 150101: Verpackungen aus Papier und Pappe  
(teilweise auch unter 200101: Papier und Pappe entsorgt)

#### **Mengen-Kennzahlen**

##### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 25 Datensätze aus 16 bayerischen Betrieben.

#### **Menge Altpapier**

	Menge pro MA- ges. [Liter*]	Menge pro MA- Backstube [Liter*]	Menger pro t Rohware [Liter/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Backfläche [Liter/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	2908	4435	192,2	899
Median	2149	4293	143,8	750
Min.	555	1387	43,0	261
Max.	6618	9375	513,8	2185

\* Die Dichte für diese Abfallart wird mit 0,15 t/m<sup>3</sup> angegeben (ungepresstes Altpapier).

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei allen Kennzahlen um den Faktor 7 bis 12! Es kann keine als besonders gut geeignete Kennzahl hervorgehoben werden.

Es kann kein Einfluss bestimmter Serviceangebote wie bspw. das Vorhandensein eines Cafés auf die Abfallmenge festgestellt werden.

**Spezifische Kosten:**

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	8,10
Median	6,59
Min.	4,16
Max.	12,64

Da die Erlöse für die Altpapierentsorgung in den letzten beiden Jahren erheblich gestiegen sind, sollen die Entsorgungskosten – seinerzeit musste für die Altpapierentsorgung noch bezahlt werden – nicht näher analysiert werden.

**9.4 Bäcker-Auswertung – Energie: Stromverbrauch (mit Backstube)****Mengen-Kennzahlen**Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 245 Datensätze aus 7 baden-württembergischen, 35 bayerischen, 20 hessischen, 2 niedersächsischen, 9 nordrhein-westfälischen, 2 rheinland-pfälzischen, 1 sächsischen und 1 schleswig-holsteinischen Betrieben. Alle Betriebe haben Gas oder Heizöl als Backenergie angegeben.

Filialen ohne Backstube wurden getrennt ausgewertet.

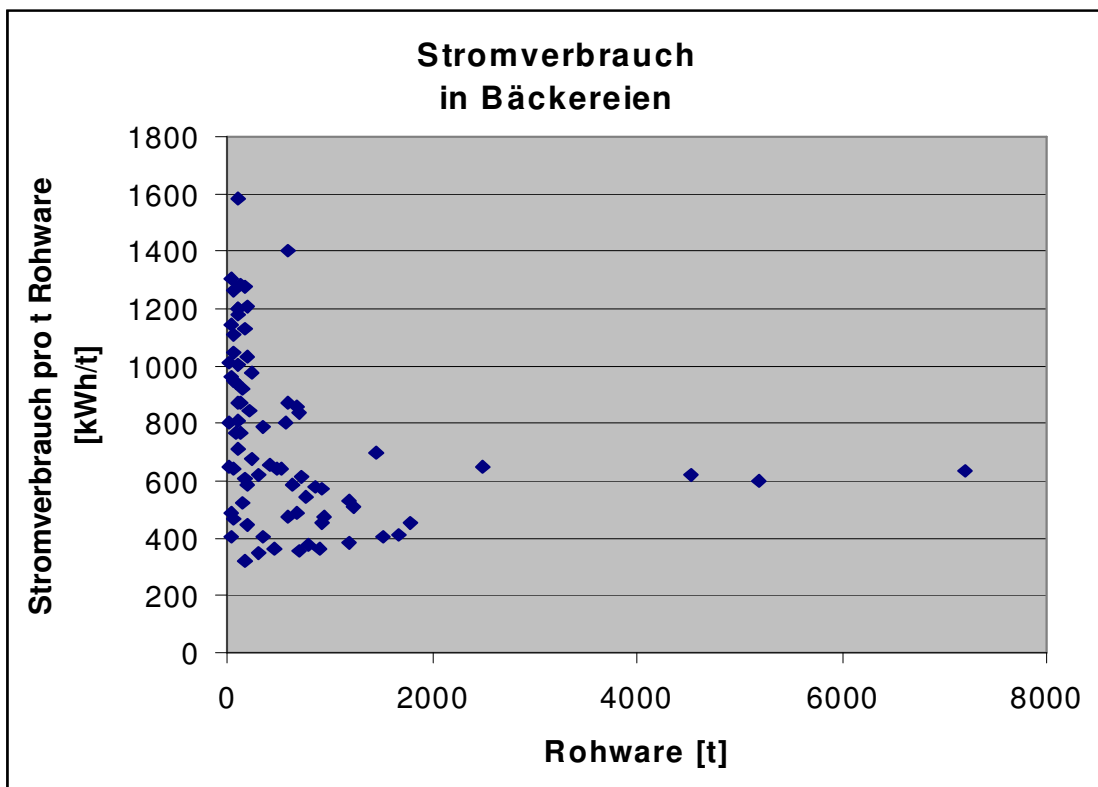
**Verbrauch Strom**

	Menge pro MA-ges. [kWh]	Menge pro MA-Backstube [kWh]	Menge pro t Rohware [kWh/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Backfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]	Menge pro m <sup>2</sup> Kühl/Gefrier- fläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	10848	18598	749,8	4220	6053
Median	10410	17803	654,3	4115	5171
Min.	2967	6846	321,0	1834	1800
Max.	25315	44810	1583,2	7501	16691

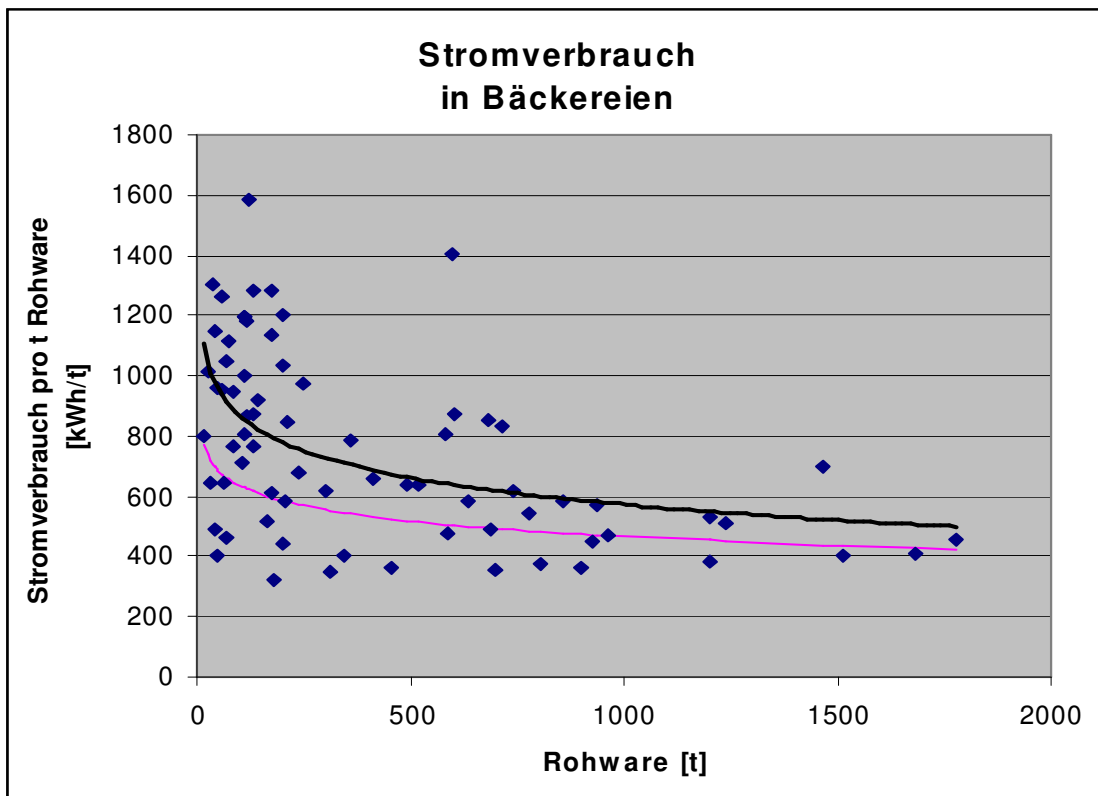
Am geeignetsten für einen Betriebsvergleich sind die auf Rohware bzw. Backfläche bezogenen Kennzahlen (etwa Faktor 5 zwischen Minimal- und Maximalwert; die Ware wird in allen Betrieben aber mit Hilfe fossiler Energieträger gebacken).

Ein Einfluss durch das Vorhandensein einer Wohnung, Café etc. ist nicht feststellbar.

Wie in den Grafiken bzw. Mittelwert-Funktionen zu sehen ist, nimmt der Stromverbrauch mit wachsender Menge an Rohware signifikant ab und nähert sich für Betrieb mit mehr als 2000 t Rohware pro Jahr einem Wert von 600 kWh/t Rohware an.



Auszug für Betriebe mit weniger als 1.800 t Rohware pro Jahr:



Mittelwert-Funktion (logarithmisch):  
 $y = -127,84 \ln(x) + 1456$  mit  $R^2 = 0,2364$



Mittelwert-Funktion (potenziell): fast identischer Verlauf, nicht abgebildet

$$y = 1828,2 x^{-0,1763} \text{ mit } R^2 = 0,2492$$

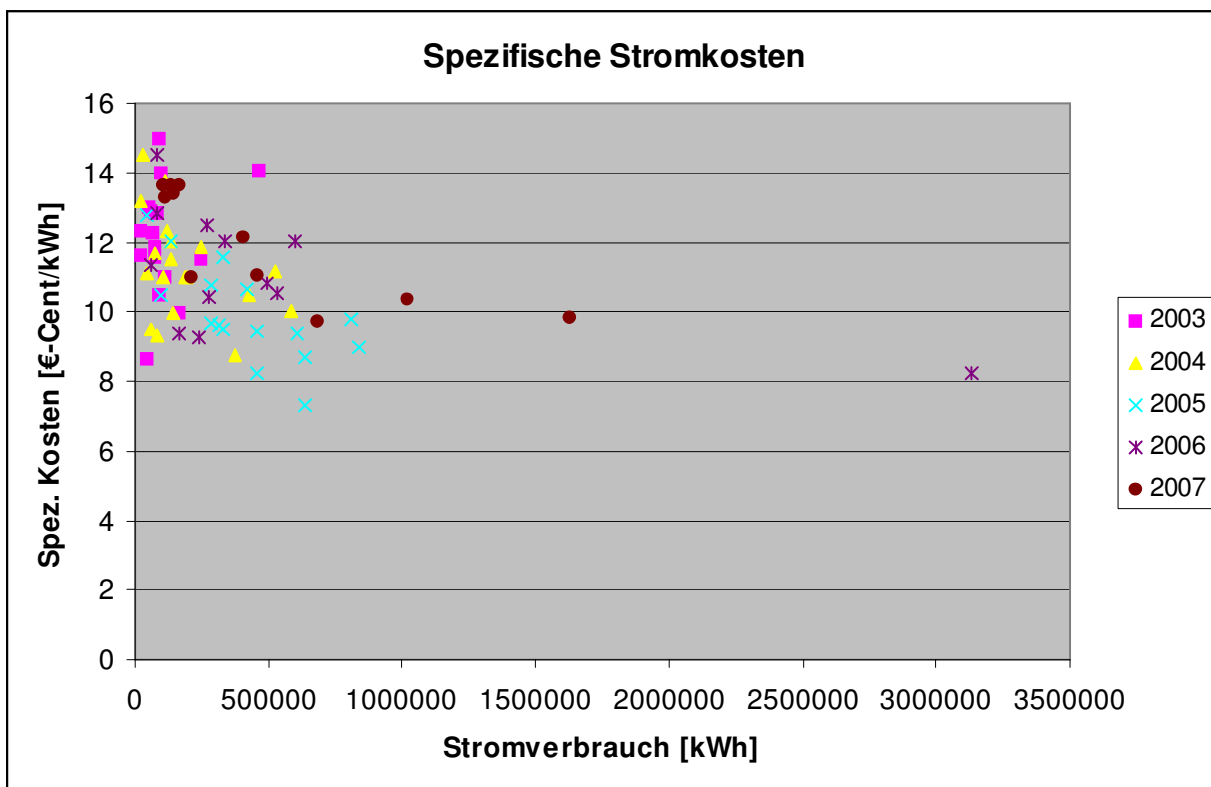
Benchmark-Funktion (logarithmisch):

$$y = -73,148 \ln(x) + 972,13 \text{ mit } R^2 = 0,3252$$

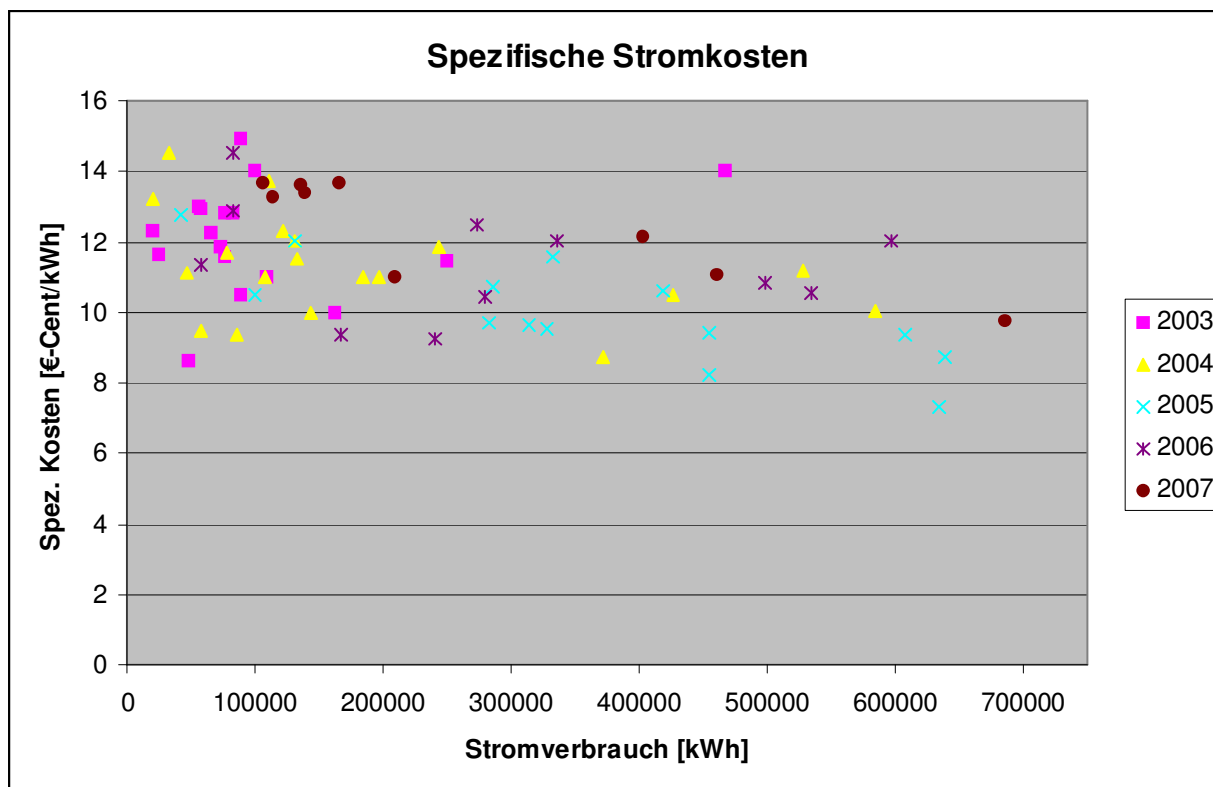
für Betriebe mit weniger als 1.800 t Rohware pro Jahr.

Spezifische Kosten:

Mittelwert und Median liegen bei etwa 11,2 €-Cent pro kWh, der Minimalwert lag bei 7,30, der Maximalwert bei 14,94 €-Cent pro kWh.



Auszug für < 750.000 kWh pro Jahr:



Aufgrund der sich mit den Jahren ändernden, d.h. steigenden Strompreisen sollen hier keine Mittelwert- bzw. Benchmark-Funktionen angegeben werden. Bis 2006 ließen sich auch in kleinen Bäckereien noch Preise von unter 10 €-Cent/kWh realisieren. 2007 lagen gute Werte bei unter 11 €-Cent/kWh in großen (> 200.000 kWh/a) bzw. 13 €-Cent/kWh in kleinen Bäckereien (< 150.000 kWh/a).

### 9.5 Bäcker-Auswertung – Energie: Stromverbrauch (Verkaufsfilialen)

#### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 13 Datensätze aus 2 bayerischen 11 hessischen Filialen. Die Verkaufsfilialen backen teilweise auf und haben teilweise ein Café.

Betriebe mit Backstube wurden getrennt ausgewertet.

#### Verbrauch Strom

	Menge pro MA-Filiale [kWh]	Menge pro m <sup>2</sup> Filiale [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	7371	335,4
Median	7525	354,2
Min.	3485	228,0
Max.	11951	407,5

Die Fläche einer Filiale ist ausschlaggebend für deren Stromverbrauch. Ein signifikanter Einfluss von Backofen (Strom zum Aufbacken von Teiglingen), Café oder Wohnung konnte – besonders auch wegen der geringen Anzahl an Datensätzen – nicht festgestellt werden.

## 9.6 Bäcker-Auswertung – Energie (fossil)

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 262 Datensätze aus 7 baden-württembergischen, 37 bayerischen, 18 hessischen, 2 niedersächsischen, 9 nordrhein-westfälischen, 2 rheinland-pfälzischen, 2 sächsischen und 1 schleswig-holsteinischen Betrieben.

Fossile Energie schließt neben dem Energieverbrauch für das Backen auch die Warmwassererzeugung und Heizung ein. Letztere ist aber aufgrund der überschüssigen Energie aus den Backprozessen von sehr geringer Bedeutung. Reine Filialen ohne Backstube (4 Datensätze) wurden nicht betrachtet.

### Verbrauch Heizungsenergie

	Menge pro MA-ges. [kWh]	Menge pro MA-Backstube [kWh]	Menge pro t Rohware [kWh/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Backfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	24758	41256	1762	9692
Median	24253	38298	1519	9270
Min.	6440	13242	581,5	3536
Max.	80000	129400	4832	18070

Angegeben sind hier die Kennzahlen aus allen Bäckereien mit Backstube, unabhängig von der Art der Heizenergie und sonstigen Einflussfaktoren (Wohnung, Verkauf, Café).

Bei den Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen differieren Minimal- und Maximalwert um den Faktor 10-125, bei den Mengen bezogenen Kennzahlen um den Faktor 8 (Menge Rohware) bzw. 5 (Backfläche).

### Einflussfaktoren:

Es wurde untersucht, ob das Vorhandensein von Wohnung, Verkaufstheke oder Café oder die Art der Backenergie Einfluss auf den Verbrauch an fossiler Energie pro m<sup>2</sup> Backfläche hat:

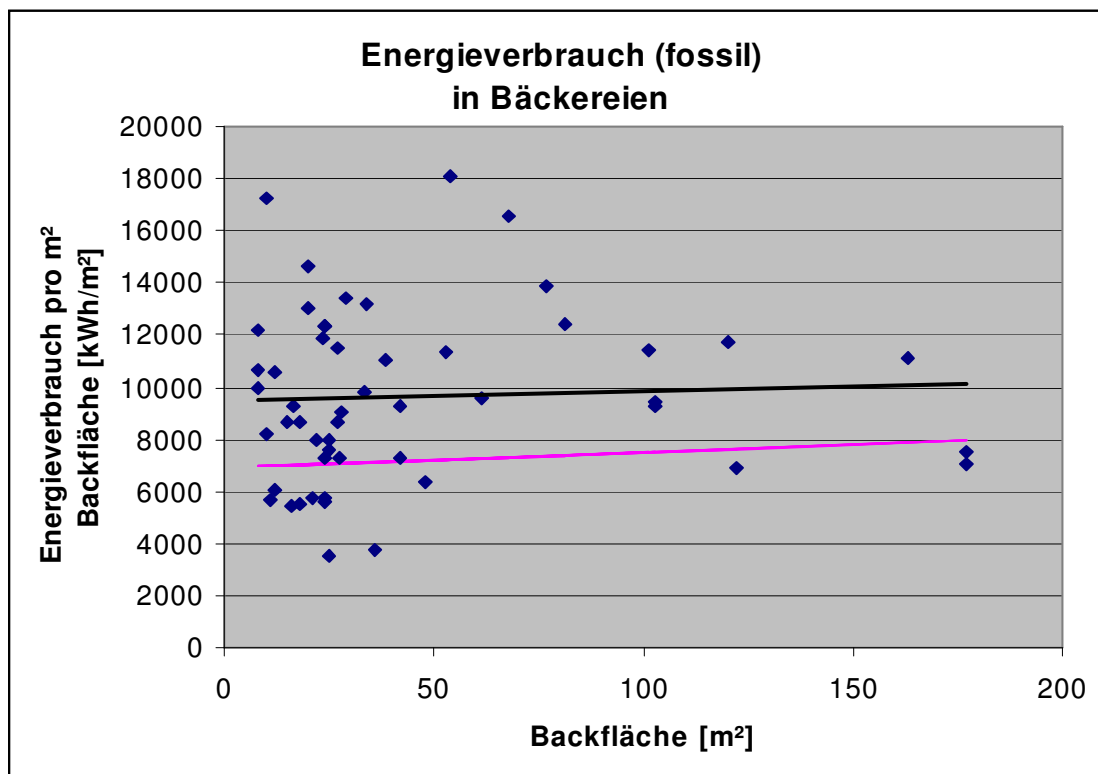
	MW [kWh/m <sup>2</sup> ]	Median [kWh/m <sup>2</sup> ]	MW [%]	Median [%]
alle Bäckereien	9692	9270	100	100
ohne Wohnung	8885	8307	91,7	89,6
mit Wohnung	10181	10601	105,0	114,4
ohne Verkaufstheke	10909	11380	112,6	122,8
mit Verkaufstheke	9373	8847	96,7	95,4
ohne Café	9846	9905	101,6	106,8
mit Café	9365	8000	96,6	86,3
Backenergie Gas	9628	9251	99,3	99,8
Backenergie Heizöl	9802	10000	101,1	107,9

Der Mittelwert des Backenergieverbrauchs steigt bei Bäckereien mit Wohnung um 5 und sinkt bei denen ohne um 8 % vom Ausgangswert, eine wenig signifikante Änderung. Zu beachten ist, dass Wohnungen primär bei kleinen Bäckereien vorhanden sind, so dass dort der Einfluss entspr. spürbarer ist.

Interessant ist, dass das Nichtvorhandensein einer Verkaufstheke einen noch größeren Einfluss von 12,6 % Erhöhung hat (relativ wenige Datensätze, statistisch nicht sehr sicher).

Die anderen Kriterien wie Café oder Art der Haupt-Backenergie haben kaum Einfluss auf den Energieverbrauch.

Daher wird die grafische Auswertung für alle beteiligten Bäckereien einheitlich ausgeführt.



Mittelwert-Funktion (linear):

$$y = 3,7203 x + 9454,3 \text{ mit } R^2 = 0,0024$$

Benchmark-Funktion (linear):

$$y = 5,8853 x + 6904 \text{ mit } R^2 = 0,0286$$

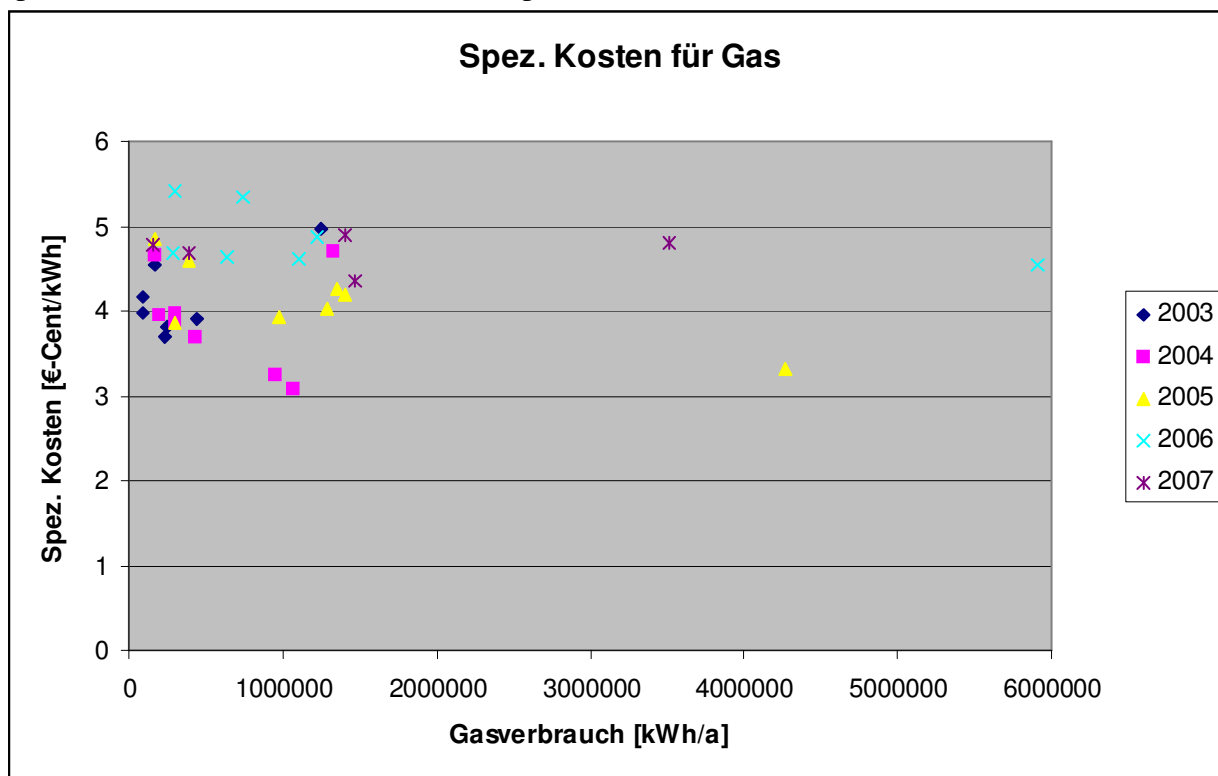
für Backflächen < 180 m<sup>2</sup>

Der Energieverbrauch steigt statistisch nicht signifikant mit wachsender Backfläche leicht an. Im Mittel werden weniger als 10.000 kWh/m<sup>2</sup> Backfläche verbraucht; gute Werte liegen unter 8.000 kWh/m<sup>2</sup>.

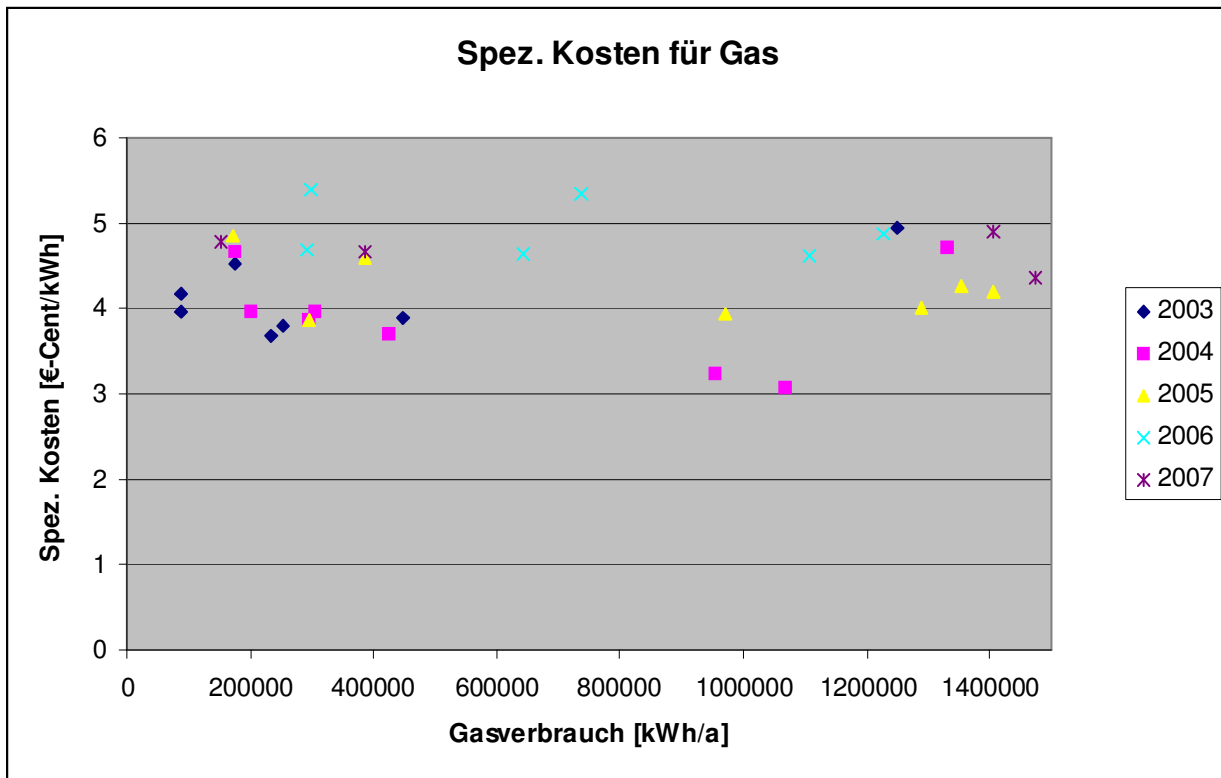
**Spezifische Kosten:**

		Gas [€-Cent/kWh]	Heizöl [€-Cent/kWh]
Mittelwert	2003-2007	4,31	4,05
Median		4,36	4,15
Minimum		3,68	3,20
Maximum		4,89	5,11
Mittelwert		2003	4,15
Mittelwert	2004	3,90	3,48
Mittelwert	2005	4,13	4,46
Mittelwert	2006	4,87	4,65
Mittelwert	2007	4,70	4,83

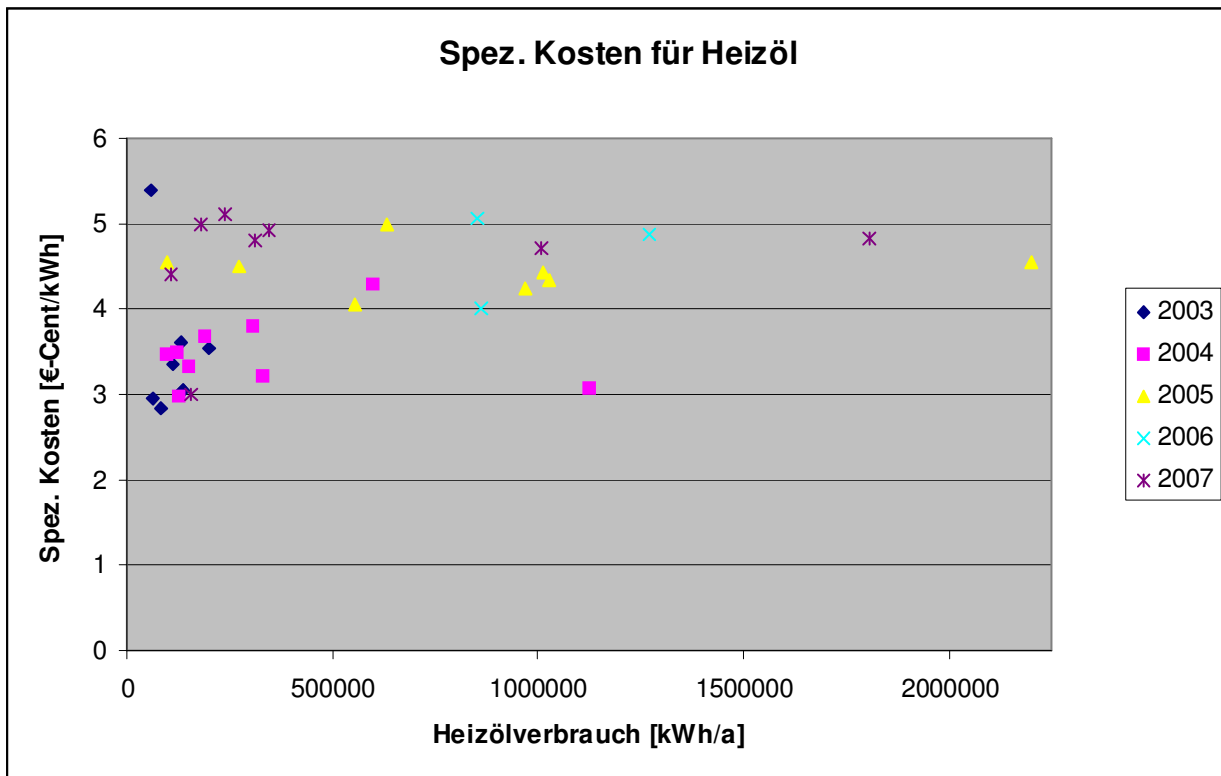
Spezifische Kosten von Gas (1 kWh entspr. 0,11 m³ Gas):



Auszug für kleine Verbräuche:



Spezifische Kosten von Heizöl (1 kWh entspricht 0,1 l Heizöl):



Die spezifischen Kosten für Gas und Heizöl hängen kaum von der – im Vergleich zu anderen Betrieben sehr großen - Bezugsmenge ab, sondern vom Bezugsjahr (stark steigende Preise seit 2005).

## 9.7 Bäcker-Auswertung – Wasserverbrauch

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 74 Datensätze aus 6 baden-württembergischen, 1 bremischen, 31 bayerischen und 17 hessischen, 5 nordrhein-westfälischen, 2 Rheinland-pfälzischen, 2 sächsischen und 1 schleswig-holsteinischen Betrieben. Weitere 3 Datensätze aus reinen Filialen ohne Backstube wurden nicht berücksichtigt.

Wichtig: Die getrennt eingegebenen Mengen zum Frisch- bzw. Abwasser waren in 39 Betrieben identisch, in immerhin 18 (etwa 1 Drittel) war die Abwassermenge kleiner als der Frischwasserverbrauch: Abzug für „Schwaden“, verdampftes Wasser bzw. Wasser im Produkt; die realisierten Abschläge bei der Abwassermenge betragen i.d.R. 25 – 33 % des Wasserverbrauchs.

Eine Maßnahme zur Kosteneinsparung ist es daher, dass alle Betrieb versuchen, einen solchen Abschlag bei der Berechnung der Abwassergebühr zu erreichen. Rein statistisch ändert sich dadurch zwar auch die gebuchte Abwassermenge, in Realität findet dadurch aber keine Mengenreduktion statt.

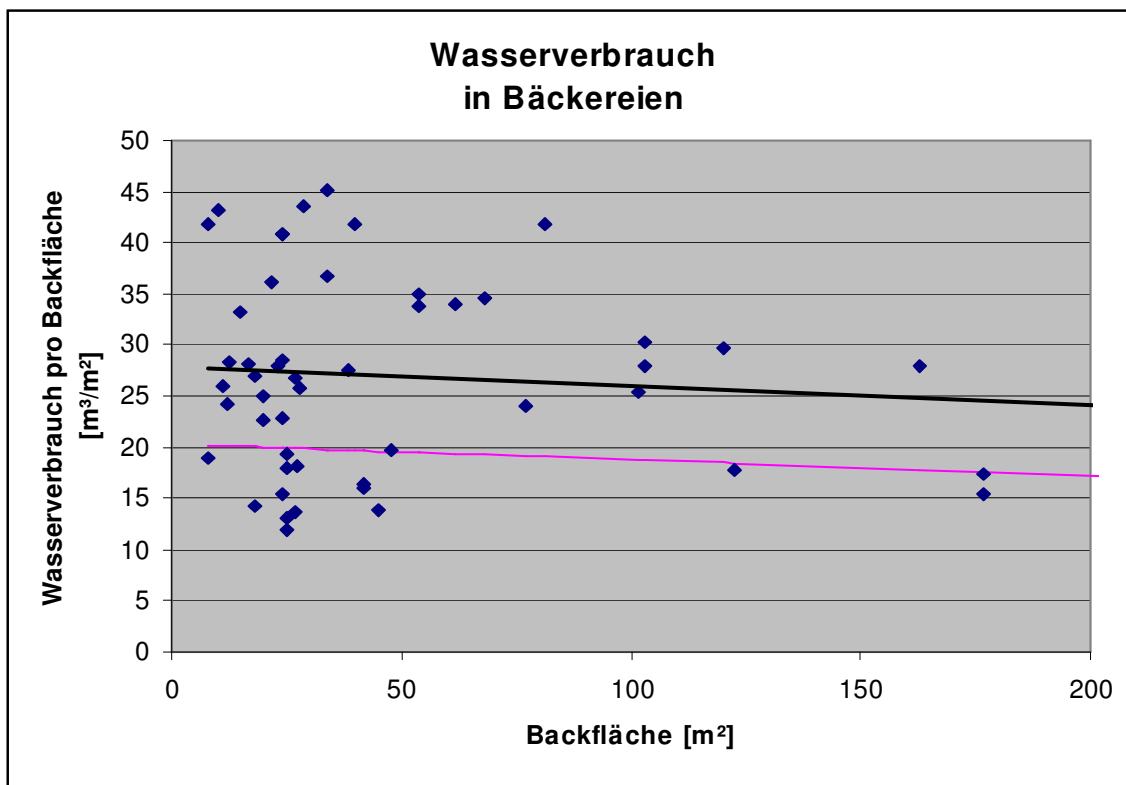
### Verbrauch Wasser

	Wasserverbrauch pro MA-ges. [m <sup>3</sup> ]	Wasserverbrauch pro MA-Back- stube [m <sup>3</sup> ]	Wasserverbrauch pro t Rohware [m <sup>3</sup> /t]	Wasserverbrauch pro m <sup>2</sup> Backfläche [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	66,76	115,69	4,94	26,75
Median	58,20	102,00	4,13	26,67
Min.	18,00	39,88	1,64	12,00
Max.	157,90	334,00	12,54	45,12

Die Spannbreiten zwischen Minimal- und Maximalwerten betragen bei den Mitarbeiter bezogenen und den Verbrauchs bezogenen Kennzahlen je etwa den Faktor 8, bei der geeignetsten Kennzahl Wasserverbrauch pro Backfläche nur knapp etwa Faktor 4. Es zeigt sich eine schwache Mengen-/Größenabhängigkeit.

Es wurde die Abhängigkeit des Wasserverbrauchs pro m<sup>2</sup> Backfläche vom Vorhandensein einer Wohnung, einer Verkaufstheke und eines Cafés untersucht:

bei den beiden letztgenannten Kriterien gab es keine signifikanten Abweichungen. Interessanterweise hatte aber das Vorhandensein einer Wohnung einen signifikanten Einfluss auf die Wasserverbrauchswerte: der Mittelwerte liegt mit Wohnung etwa 30 %, der Median rund 50 % über denen ohne Wohnung.



Mittelwert-Funktion (linear):  
 $y = -0,0186 x + 27,857$  mit  $R^2 = 0,0369$   
 Benchmark-Funktion (linear):  
 $y = -0,0154 x + 20,31$  mit  $R^2 = 0,0227$   
 für bis zu 180 m<sup>2</sup> Backfläche

**Spezifische Kosten:**

	Wasserversorgungs- Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	1,41
Median	1,37
Min.	0,60
Max.	2,83

**9.8 Bäcker-Auswertung – Abwassermenge**

**Mengen-Kennzahlen**

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 64 Datensätze aus 6 baden-württembergischen, 1 bremischen, 29 bayerischen, 13 hessischen, 2 niedersächsischen, 4 nordrhein-westfälischen, 1 sächsischen und 1 schleswig-holsteinischen Betrieben. Weitere 2 Datensätze aus reinen Filialen ohne Backstube wurden nicht berücksichtigt.

Siehe Anmerkung bei vorherigem Kap. zu Wasserverbrauch.



**Abwassermenge**

	Abwassermenge pro MA-ges. [m <sup>3</sup> ]	Abwassermenge pro MA-Back- stube [m <sup>3</sup> ]	Abwassermenge pro t Rohware [m <sup>3</sup> /t]	Abwassermenge pro m <sup>2</sup> Backfläche [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	55,93	97,49	4,31	23,42
Median	52,62	86,05	3,45	22,94
Min.	15,81	26,00	1,02	8,91
Max.	123,90	288,00	12,54	43,20

Die Kennzahlen für die Abwassermenge liegen aufgrund des 25-33 %igen „Schwaden“-Abschlags für etwa 1/3 der Betriebe im Mittel aller Betriebe rund 10 % unter denen für den Wasserverbrauch.

Für die sonstigen Aussagen und Auswertungen sei auf das vorherige Kapitel zum Wasserverbrauch verwiesen.

**Spezifische Kosten:**

	Wasserversorgungs- Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	1,99
Median	1,87
Min.	1,13
Max.	4,22

**9.9 Bäcker-Auswertung – Materialverbrauch: Reinigungsmittel****Mengen-Kennzahlen****Anzahl der Datensätze:**

Ausgewertet wurden 16 Datensätze aus 9 bayerischen, 2 hessischen und 2 sächsischen Betrieben.

**Verbrauch Reinigungsmittel**

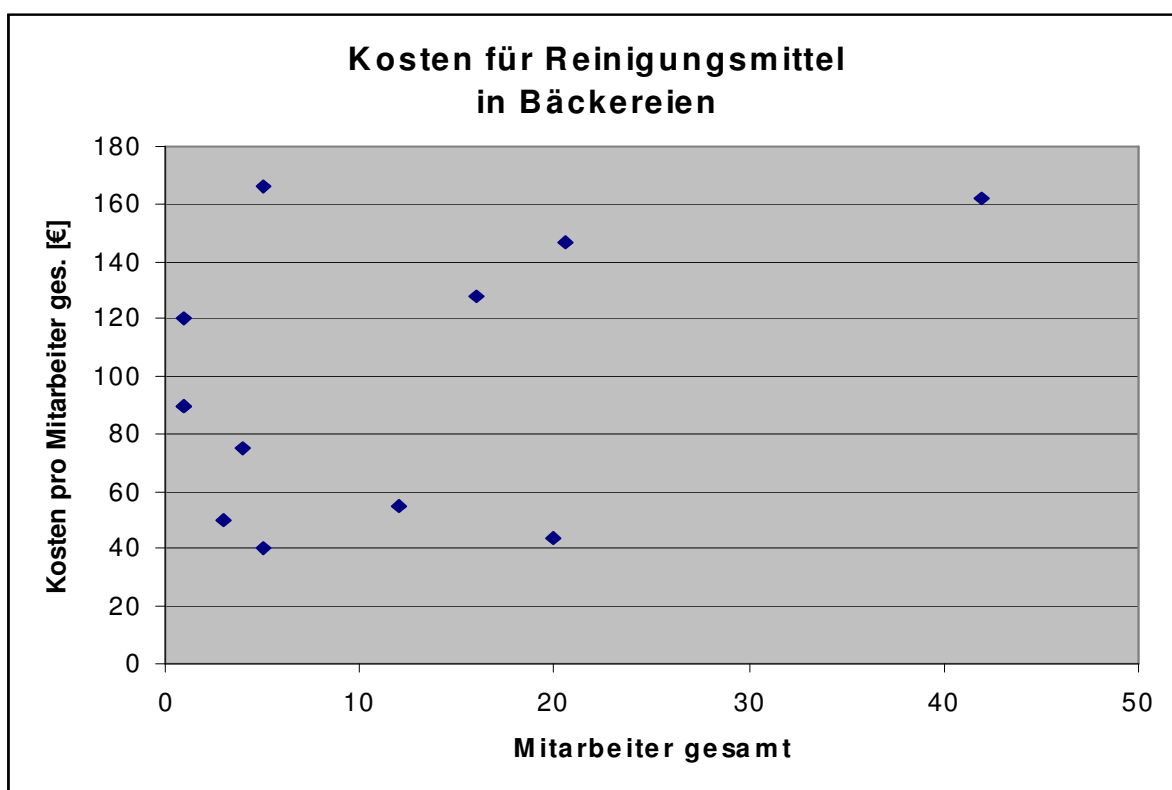
	Menge pro MA-ges. [Liter]	Menge pro MA-Backstube [Liter]	Menge pro t Rohware [Liter/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Backfläche [Liter/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	37,19	68,88	2,16	16,07
Median	42,60	50,00	1,59	7,85
Min.	6,67	16,00	0,83	4,00
Max.	80,00	144,00	7,28	51,95

Da Reinigungsmittel verschiedenster Hersteller, Zusammensetzungen und Konzentrationen verwendet werden, sind für einen Betriebsvergleich die Kennzahlen Reinigungsmittel-Kosten pro Basiszahl sinnvoller:

	Kosten pro MA-ges. [€]	Kosten pro MA-Backstube [€]	Kosten pro t Rohware [€/t]	Kosten pro m <sup>2</sup> Backfläche [€/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	97,17	170,50	6,93	43,24
Median	90,00	120,00	6,01	27,27
Min.	40,0	90,0	2,5	15,0
Max.	166,4	503,7	17,7	131,5

Die auf Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen für Reinigungsmittel erscheinen für einen Betriebsvergleich am geeignetsten. Eine Mengen-/Größenabhängigkeit ist nicht erkennbar (siehe Grafik).

Die Ausgaben für Reinigungsmittel liegen i.d.R. unter 0,1 % des Umsatzes, selten betragen sie wenige Promille.



## 9.10 Bäcker-Auswertung – Materialverbrauch: Verpackungen

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 14 Datensätze aus 7 bayerischen, 3 hessischen und 1 sächsischen Betrieben.

### Verbrauch Verpackungen

Da für Verpackungen die unterschiedlichsten Mengeneinheiten und Materialarten angegeben wurden, werden nur Kennzahlen „Verpackungsmaterial-Kosten“ pro Basiseinheit angegeben.

	Verp.-Kosten pro MA-ges. [€]	Verp.-Kosten pro MA-Backstube [€]	Verp.-Kosten pro t Rohware [€/t]	Verp.-Kosten pro m <sup>2</sup> Backfläche [€/m <sup>2</sup> )
Mittelwert	613,4	1397,1	60,9	305,7
Median	566,7	1133,3	64,5	170,0
Min.	213	489	18,8	77
Max.	1341	4700	151,5	1019

Die auf die Menge an eingesetzter Rohware bezogenen Kennzahlen für Verpackungen erscheinen für einen Betriebsvergleich am geeignetsten.

Im Mittel werden genau 1 % des Umsatzes für Verpackungen ausgegeben, als Benchmark für die Kosten für Verpackungen kann man einen Wert von etwa 0,6 % des Umsatzes angeben.

## 10 Statistische Auswertung und Diskussion der Umweltdaten von Fleischern

Alle teilnehmenden Fleischereien betreiben eine eigene Räucherei und stellen Wurst selbst her. Teilweise wird selbst geschlachtet und ein Partyservice angeboten.

### 10.1 Fleischer-Auswertung – Abfall: Hausmüllmengen

Abfallart 200301: gemischte Siedlungsabfälle

#### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 14 Datensätze aus 8 bayerischen, 2 hessischen und 2 rheinland-pfälzischen Betrieben.

Im gesamten Abfallbereich wurden 82 auswertbare Datensätze eingegeben.

#### Menge Hausmüll

	Menge pro MA-ges. [Liter*]	Menge pro MA-Fleischerei [Liter*]	Menger pro t Rohware [Liter/t]
Mittelwert	1588	5036	239,2
Median	1435	3792	127,3
Min.	329	1440	32,8
Max.	3051	10686	661,4

\* Die Dichte für Hausmüll wird mit 0,1 bis 0,9 t/m<sup>3</sup> angegeben. Zur Umrechnung wurde der Wert 0,5 t/m<sup>3</sup> verwendet.

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei den Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen um den 10, bei den weniger geeigneten Warenmengen bezogenen sogar um den Faktor 20.

Das Vorhandensein einer Wohnung und gemeinsame Nutzung der Restmülltonne haben signifikanten Einfluss auf die Restmüllmenge: die Mittelwerte liegen mit Wohnung etwa 50 % über denen ohne Wohnung; allerdings handelt es sich hierbei i.d.R. um die kleineren Betriebe.

#### Spezifische Kosten:

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	60,4
Median	58,1
Min.	14,4
Max.	108

## 10.2 Fleischer-Auswertung – Abfall: Fettabscheidermengen

Abfallart 190809: Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern, die ausschließlich Speiseöle und -fette enthalten

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 7 Datensätze aus 8 bayerischen, 2 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben.

### Menge Fettabscheiderinhalte

	Menge pro t Rohware [Liter/t]	Menge pro t prod. Ware [Liter/t]
Mittelwert	11,25	5,80
Median	2,72	4,55
Min.	1,77	2,38
Max.	48,98	10,43

\* Die Dichte für Fettabscheiderinhalte wird mit 0,93 t/m<sup>3</sup> angegeben.

### Spezifische Kosten:

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	153
Median	112
Min.	47,6
Max.	320

## 10.3 Fleischer-Auswertung – Abfall: Abfälle aus tierischem Gewebe

Abfallart 020202: Abfälle aus tierischem Gewebe

Zum Teil wird diese Abfallart auch unter dem Schlüssel 020102 entsorgt (gleiche Bezeichnung).

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 42 Datensätze aus 5 bayerischen, 2 hessischen und 2 rheinland-pfälzischen Betrieben.

Die Angaben aus den beiden Betrieben mit eigener Schlachtung wurden nicht berücksichtigt.

**Menge Abfälle aus tierischem Gewebe**

	Menge pro t Rohware [kg/t]	Menge pro t prod. Ware [kg/t]
Mittelwert	168	252
Median	150	221
Min.	116	178
Max.	273	431

\* Die Dichte für Abfälle aus tierischem Gewebe wird mit 0,9 t/m<sup>3</sup> angegeben.

**Spezifische Kosten:**

	Entsorgungs-Kosten pro m <sup>3</sup> [€/m <sup>3</sup> ]
Mittelwert	187
Median	155
Min.	145
Max.	308

**10.4 Fleischer-Auswertung – Energie: Stromverbrauch****Mengen-Kennzahlen****Anzahl der Datensätze:**

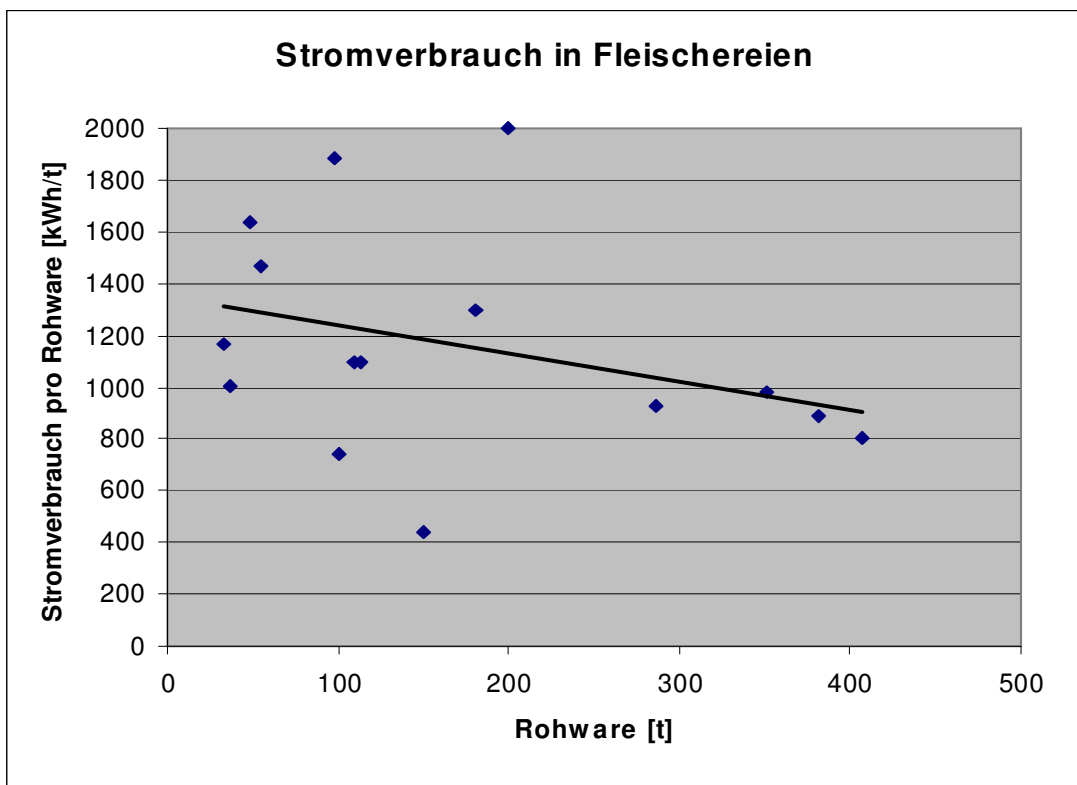
Ausgewertet wurden 25 Datensätze aus 10 bayerischen, 4 hessischen und 3 rheinland-pfälzischen Betrieben.

**Verbrauch Strom**

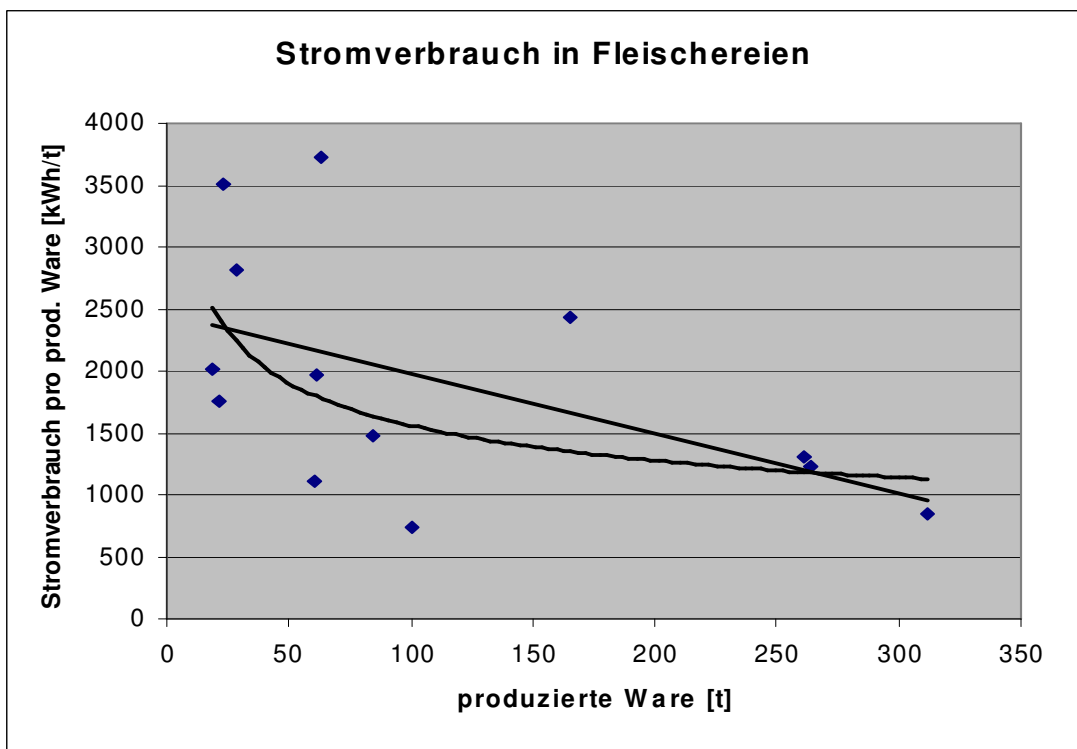
	Menge pro MA-ges. [kWh]	Menge pro MA-Fleischerei [kWh]	Menge pro t Rohware [kWh/t]	Menge pro t prod. Ware [kWh/t]	Menge pro m <sup>2</sup> Kühlfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	8849	29888	1161	1916	2038
Median	8783	26227	1094	1756	1964
Min.	4021	11057	442	744	1385
Max.	16137	70334	2000	3721	3095

Am geeignetsten für einen Betriebsvergleich sind die auf Rohware bzw. produzierter Ware bezogenen Kennzahlen (etwa Faktor 5 zw. Minimal- und Maximalwert; in der Regel wird die Ware aber mit Hilfe fossiler Energieträger verarbeitet, s.u.), ebenso die auf Kühlfläche bezogenen Werte (Faktor 3). Die Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen hängen zu stark vom Verhältnis Verkauf – Fleischerei ab.

Wie in den Grafiken bzw. Mittelwert-Funktionen zu sehen ist, nimmt der Stromverbrauch mit wachsender Menge an Rohware bzw. produzierter Ware signifikant ab und steigt mit wachsender Kühlfläche leicht bzw. nicht signifikant an.

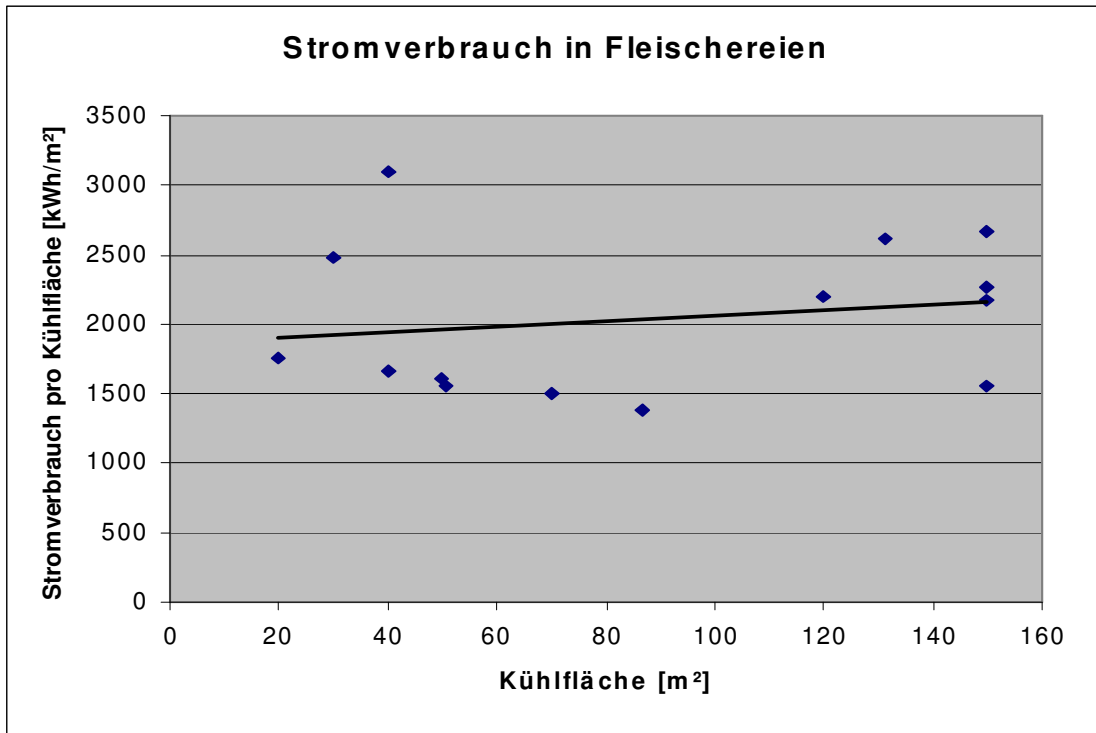


Mittelwert-Funktion (linear):  
 $y = -1,0917 x + 1346,9$  mit  $R^2 = 0,1062$   
 für 30 bis 400 t eingesetzter Rohware



Mittelwert-Funktion (linear):  
 $y = -4,7899 x + 2454$  mit  $R^2 = 0,2659$   
 und alternativ

Mittelwert-Funktion (potenziell):  
 $y = 5831,9 x^{-0,2865}$  mit  $R^2 = 0,3126$   
 für 20 bis 310 t produzierter Ware



Mittelwert-Funktion (linear):  
 $y = 1,9685 x + 1863,5$  mit  $R^2 = 0,0356$   
 für 20 bis 150 m² Kühlfläche.

Anm.: Die 4 Werte an der Position 150 m² stammen aus 3 verschiedenen Betrieben.

**Spezifische Kosten:**

	Kosten pro kWh [€-Cent/kWh]
Mittelwert	12,6
Median	12,3
Min.	9,8
Max.	16,8

Eine ausführliche Auswertung der Stromkosten ist bei den Auswertungen zu den Kfz-Werkstätten enthalten.



## 10.5 Fleischer-Auswertung – Energie (fossil)

### Mengen-Kennzahlen

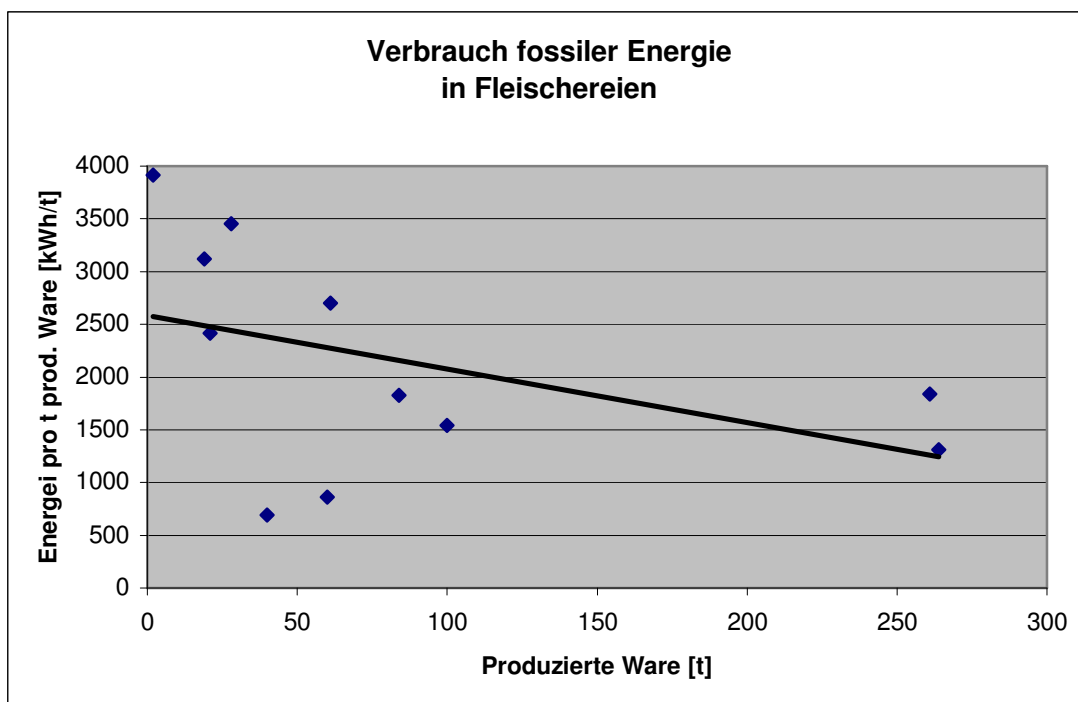
#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 25 Datensätze aus 9 bayerischen und 3 hessischen Betrieben. Fossile Energie schließt den Energieverbrauch für die Brühen, Kochen, Räuchern, Braten etc. sowie Warmwassererzeugung und Heizung ein.

### Verbrauch fossile Energie

	Energie pro t Rohware [kWh/t]	Energie pro t prod. Ware [kWh/t]	Energie pro MA-Fleischerei [kWh]	Energie pro Gebäudefläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	1383	2152	27312	251,6
Median	1381	1838	27560	237,6
Min.	420	689	10909	120,0
Max.	2658	3916	47960	384,0

Bei allen Kennzahlen differieren Minimal- und Maximalwert in etwa um den Faktor 5, so dass sich eine eindeutige Präferenz für eine Kennzahl hierdurch nicht ableiten lässt. Durch Literatur bzw. Branchenstudien ist aber belegt, dass der Energieverbrauch primär abhängig von der eingesetzten Rohware bzw. produzierten Ware ist (die naturgemäß in etwa proportional zur Betriebsgröße, d.h. Fläche und Mitarbeiterzahl ist). Heizungsenergie wird wegen der Abwärme aus den Kochvorgängen etc. sowie der Kälteerzeugung kaum benötigt.



Aufgrund des uneinheitlichen Verlaufs soll hier die Mittelwert-Funktion nicht angegeben werden. Tendenziell ist der Verbrauch mit zunehmender Betriebsgröße (Warenmenge) sin-

kend; aber auch kleine Betriebe im Bereich von 50 t/a erreichten die besten Werte. Gute Werte liegen bei unter 2.000 kWh/t prod. Ware, sehr gute bei unter 1.500 kWh/t.

#### Spezifische Kosten:

Energieträger	€-Cent/kWh
Holz+Heizöl	ca. 2
Heizöl	ca. 3
Gas+Heizöl	3,3-4
Gas	3,2-6,4

Die Preise hängen stark von Verbrauch, Energieträger-Mix und Bezugsjahr ab. Aufgrund der geringen Anzahl an Betrieben und der mittlerweile stark veränderten bzw. gestiegenen Preise für fossile Energie soll dies hier nicht detaillierter ausgewertet werden.

## 10.6 Fleischer-Auswertung – Wasserverbrauch

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 15 Datensätze aus 9 bayerischen, 3 hessischen und 2 rheinland-pfälzischen Betrieben.

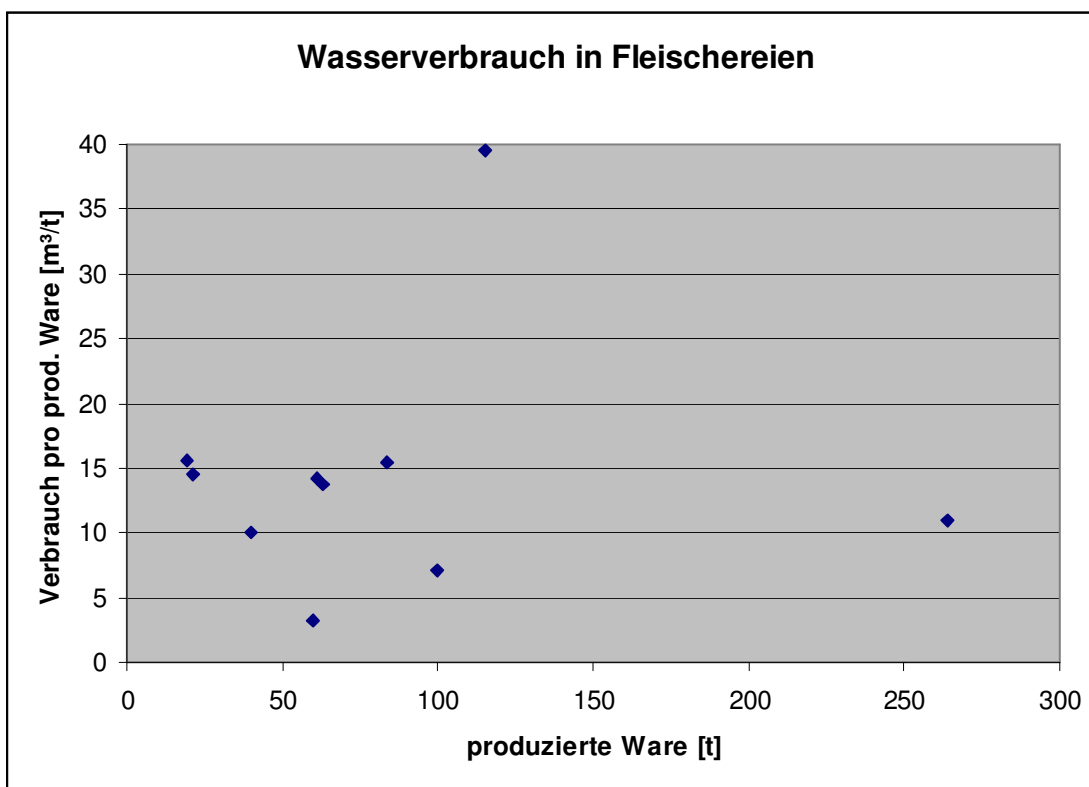
Wichtig: Die getrennt eingegebenen Mengen zum Frisch- bzw. Abwasser waren in 10 Betrieben identisch, in 4 (etwa ein Drittel der Betriebe) war die Abwassermenge kleiner als der Frischwasserverbrauch (Abzug für verdampftes Wasser bzw. Wasser im Produkt: bei einem Betrieb 5 %, bei einem 10% , bei zwei 25 %).

Eine Maßnahme zur Kosteneinsparung ist es daher, dass alle Betrieb versuchen, einen solchen Abschlag bei der Berechnung der Abwassergebühr zu erreichen. Rein statistisch ändert sich dadurch zwar auch die gebuchte Abwassermenge, in Realität findet dadurch aber keine Mengenreduktion statt.

### Verbrauch Wasser

	Wasserverbrauch pro MA-ges. [m <sup>3</sup> ]	Wasserverbrauch pro MA-Fleischerei [m <sup>3</sup> ]	Wasserverbrauch pro t Rohware [m <sup>3</sup> /t]	Wasserverbrauch pro t hergestellte Ware [m <sup>3</sup> /t]
Mittelwert	84,5	304,7	14,8	20,4
Median	82,5	265,0	13,7	20,9
Min.	35,8	86,0	3,2	7,0
Max.	130,1	569,0	39,6	39,4

Hier sind erhebliche Spannbreiten vorhanden (bis zu Faktor 10 zw. Minimal- und Maximalwerten). Am geeignetsten ist die Kennzahl Wasserverbrauch pro t hergestellte Ware [m<sup>3</sup>/t], bei der sich Minimal- und Maximalwert um den Faktor 5 unterscheiden. Eine Mengen-/Größenabhängigkeit ist nicht erkennbar. Gute Werte liegen bei etwa 10 m<sup>3</sup> pro t prod. Ware, sehr gute um die 5 m<sup>3</sup>/t.



**Spezifische Kosten:**

Pro m³ Frischwasser mussten zwischen 0,74 und 2,59 € bezahlt werden. Der Mittelwert und Median liegen bei etwa 1,50 €.

**10.7 Fleischer-Auswertung – Abwassermenge**

**Mengen-Kennzahlen**

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 16 Datensätze aus 9 bayerischen, 4 hessischen und 2 rheinland-pfälzischen Betrieben.

Siehe Anmerkung bei vorherigem Kap. zu Wasserverbrauch.

**Abwassermenge**

	Abwassermenge pro MA-ges. [m³]	Abwassermenge pro MA-Fleischerei [m³]	Abwassermenge pro t Rohware [m³/t]	Abwassermenge pro t hergestellte Ware [m³/t]
Mittelwert	77,6	271,5	13,4	18,5
Median	81,1	259,1	12,0	18,6
Min.	27,3	79,7	3,2	5,1
Max.	123,7	484,0	39,6	39,4

Hier sind erhebliche Spannbreiten vorhanden (bis zu Faktor 13 zw. Minimal- und Maximalwerten). Am geeignetsten sind die Kennzahlen Wasserverbrauch pro MA-Fleischerei und pro t hergestellte Ware [m<sup>3</sup>/t], bei der sich Minimal- und Maximalwert um den Faktor 6 bzw. 8 unterscheiden.

### **Spezifische Kosten:**

Pro m<sup>3</sup> Abwasser mussten zwischen 1,27 und 2,35 € bezahlt werden. Der Mittelwert und Median liegen bei etwa 1,92 €.

## **10.8 Fleischer-Auswertung – Materialverbrauch: Reinigungsmittel**

### **Mengen-Kennzahlen**

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 13 Datensätze aus 5 bayerischen, 2 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben.

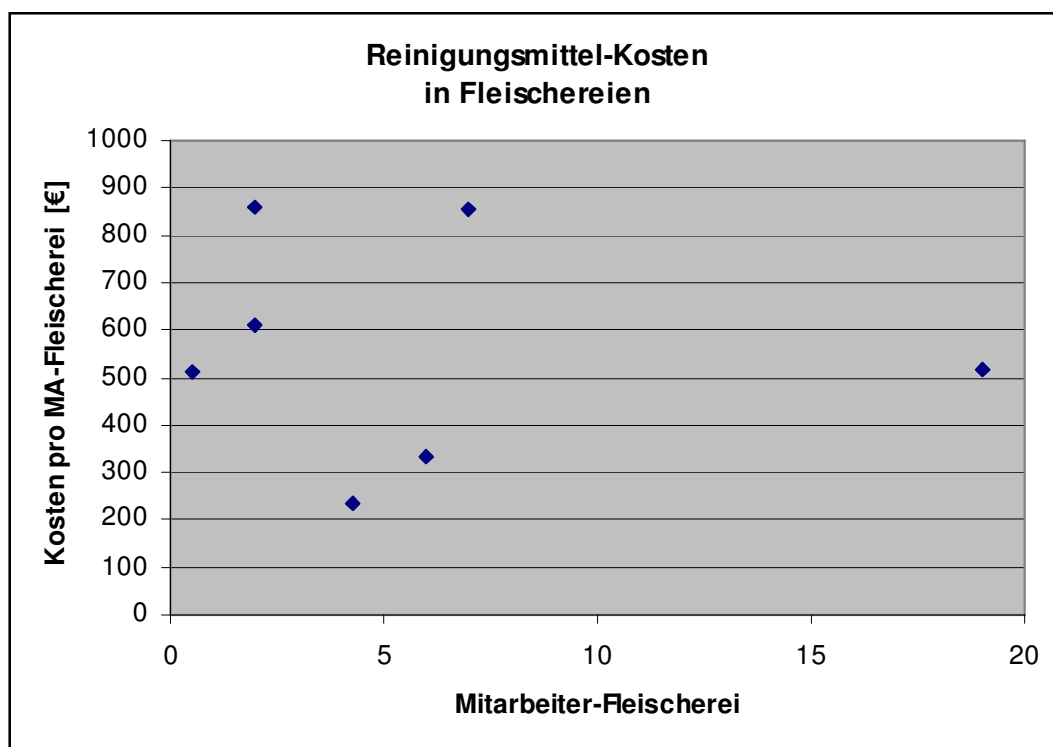
### **Verbrauch Reinigungsmittel**

	Menge pro MA-ges. [Liter]	Menge pro MA-Fleischerei [Liter]	Menge pro t Rohware [Liter/t]
Mittelwert	65,1	235,5	11,8
Median	50,0	237,4	10,1
Min.	45,5	84,6	2,6
Max.	129,0	388,0	21,1

Da Reinigungsmittel (RM) verschiedenster Hersteller, Zusammensetzungen und Konzentrationen verwendet werden, sind für einen Betriebsvergleich die Kennzahlen Reinigungsmittel-Kosten pro Basiszahl sinnvoller:

	RM-Kosten pro MA-ges. [€]	RM-Kosten pro MA-Fleischerei [€]	RM-Kosten pro t Rohware [€/t]	Anteil RM-Kosten an Umsatz [%]
Mittelwert	191,5	560,2	43,7	0,31
Median	243,8	517,6	45,2	0,25
Min.	54,1	235,3	10,0	0,11
Max.	343,7	859,2	100,4	0,50

Die auf Mitarbeiter bezogenen Kennzahlen für Reinigungsmittel erscheinen für einen Betriebsvergleich am geeignetsten. Eine Mengen-/Größenabhängigkeit ist nicht erkennbar.



### 10.9 Fleischer-Auswertung – Materialverbrauch: Verpackungen

#### Mengen-Kennzahlen

##### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden 24 Datensätze aus 5 bayerischen, 2 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben.

#### Verbrauch Verpackungen

Da für Verpackungen die unterschiedlichsten Mengeneinheiten und Arten angegeben wurden, werden nur Kennzahlen „Verpackungsmaterial-Kosten“ pro Basiseinheit angegeben.

	Verp.-Kosten pro MA-ges. [€]	Verp.-Kosten pro MA-Fleischerei [€]	Verp.-Kosten pro t Rohware [€/t]	Verp.-Kosten pro t verkaufte Ware [€/t]	Anteil Verp.-Kosten an Umsatz [%]
Mittelwert	709,3	1895,4	161,2	161,6	1,12
Median	651,1	1627,7	107,9	137,0	1,25
Min.	97,7	358,3	14,3	126,3	0,22
Max.	2296,3	4572,5	381,5	270,0	2,22

Die auf die Menge an verkaufter Ware bezogenen Kennzahlen für Verpackungen erscheinen für einen Betriebsvergleich am geeignetsten.

Als Benchmark für die Kosten für Verpackungen kann man einen Wert von etwa 1 % des Umsatzes angeben.

## 11 Darstellung und einfache Auswertung der Umweltdaten von Friseuren

Bei allen Betrieben handelt es sich um gemischte Damen- und Herrensalons.

### 11.1 Friseur-Auswertung – Abfall: Hausmüllmengen

#### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 10 Datensätze aus 6 hessischen Betrieben.

#### Menge Restmüll

	Menge pro Mitarbeiter [m <sup>3</sup> ]	Menge pro Kunde [l]
Mittelwert	1,29	0,90
Median	0,78	0,50
Min.	0,72	0,46
Max.	2,08	1,61

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich um den Faktor 2,5.

Das Vorhandensein einer Wohnung und gemeinsame Nutzung der Restmülltonne haben erheblichen Einfluss auf die Restmüllmenge: die Mittelwerte liegen mit Wohnung etwa doppelt so hoch (1,45 m<sup>3</sup>/Mitarbeiter bzw. 1,33 l/Kunde) wie ohne Wohnung (0,75 m<sup>3</sup>/Mitarbeiter bzw. 0,47 l/Kunde).

Darüber hinaus wurden Abfälle auch via gelber Sack und Biotonne (Haare) entsorgt; hier lagen aber zu wenige Daten für eine Auswertung vor. Auch für die Analyse der spezifischen Kosten lagen keine auswertbaren Daten vor.

### 11.2 Friseur-Auswertung – Energie: Stromverbrauch

#### Mengen-Kennzahlen

Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 9 Datensätze aus 6 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben.

#### Verbrauch Strom

	Menge pro Mitarbeiter [kWh]	Menge pro Kunde [kWh]	Menge pro Salonfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	2168	1,44	108,4
Median	2077	1,14	107,4
Min.	1363	0,95	51,5
Max.	3133	2,43	170,9

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich beim Stromverbrauch pro Kunde und Mitarbeiter um den Faktor 2,5. Die Kennzahl Stromverbrauch pro Salonfläche ist weniger geeignet; hier unterscheiden sich Minimal- und Maximalwerte um den Faktor 3,5.

### **Spezifische Kosten:**

	Kosten pro kWh [€-Cent]
Mittelwert	12,68
Median	12,77
Min.	10,61
Max.	15,53

Eine ausführliche Auswertung der Stromkosten ist bei den Auswertungen zu den Kfz-Werkstätten enthalten.

## **11.3 Friseur-Auswertung – Energie (fossil)**

### **Mengen-Kennzahlen**

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 9 Datensätze aus 5 hessischen Betrieben. Heizungsenergie schließt den Energieverbrauch für die Warmwassererzeugung ein.

### **Verbrauch Heizungsenergie**

	Menge pro Mitarbeiter [kWh]	Menge pro Kunde [kWh]	Menge pro Salonfläche [kWh/m <sup>2</sup> ]
Mittelwert	10269	7,13	503,3
Median	10789	7,93	474,1
Min.	5500	3,91	300,0
Max.	14911	9,52	736,8

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich beim Stromverbrauch bei allen Kennzahlen in etwa um den Faktor 2,5. Da sich der Energieverbrauch zu rund 2/3 aus Heizungsenergie und 1/3 Energie für die Warmwasserbereitung zusammensetzt, ist die Kennzahl Heizungsenergie pro Salonfläche die sinnvollste.

Wegen der stark veränderten bzw. gestiegenen Energiepreise wurde auf die Angabe der spezifischen Energiekosten verzichtet.

## 11.4 Friseur-Auswertung – Wasserverbrauch und Abwassermenge

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 2 mal 8 Datensätze für Frisch- bzw. Abwasser aus 5 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben. Die getrennt eingegebenen Mengen zum Frisch- bzw. Abwasser waren wie zu erwarten pro Betrieb und Betriebsjahr identisch.

### Verbrauch Wasser bzw. Abwassermenge

	Menge pro Mitarbeiter [m³]	Menge pro Kunde [l]
Mittelwert	50,16	35,3
Median	50,12	32,6
Min.	28,13	18,0
Max.	65,6	55,5

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich um den Faktor 2,3 bis 3.

### Spezifische Kosten:

Pro m³ Frischwasser mussten zwischen 1,27 und 2,62 € bezahlt werden.

Pro m³ Abwasser mussten zwischen 1,56 und 3,11 € bezahlt werden.

## 11.5 Friseur-Auswertung – Materialverbrauch: Handtücher und Pflegeprodukte

### Mengen-Kennzahlen

#### Anzahl der Datensätze:

Ausgewertet wurden nur 11 Datensätze aus 5 hessischen und 1 rheinland-pfälzischen Betrieben.

### Verbrauch Handtücher und Pflegeprodukte

Menge pro Mitarbeiter

	Handtücher [Stück]	Pflegeprodukte [l]
Mittelwert	1840	31,2
Median	1817	33,3
Min.	1333	17,2
Max.	2400	43,3



## Menge pro Kunde

	Handtücher [Stück]	Pflegeprodukte [ml]
Mittelwert	1,36	20,77
Median	1,26	17,24
Min.	1,00	11,01
Max.	2,03	33,57

Minimal- und Maximalwerte unterscheiden sich bei den Handtüchern in etwa um den Faktor 2, bei den Pflegeprodukten um den Faktor 2,5.