

# **Mitbehandlung von Abfällen in kommunalen Kläranlagen**

- Gewässerbezogene Stoffflüsse  
geeigneter biogener Abfälle -

## Endbericht

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. B. Gallenkemper

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. S. Krummen  
Dr.-Ing. G. Becker

Fachhochschule Münster  
Fachbereich  
Bauingenieurwesen



Labor für  
Abfallwirtschaft  
Siedlungswasserwirtschaft  
Umweltchemie

Juli 2001

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise</b> .....	<b>2</b>
2.1	Auswahl mengenrelevanter Abfallarten .....	2
2.2	Methodik der Mengenermittlung .....	4
2.3	Gewässerbezogene Mengendarstellung .....	6
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der Mengenerhebung</b> .....	<b>8</b>
3.1	Küchen- und Kantinenabfälle.....	8
3.2	Biogene Gewerbeabfälle aus Brauereien .....	12
3.3	Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen.....	18
3.4	Überlagerte Nahrungsmittel.....	24
3.5	Molke .....	27
3.6	Inhalte von Fettabscheidern .....	31
3.7	Rückstände aus der Konservenfabrikation .....	41
3.8	Marktabfälle.....	44
3.9	Melasserückstände .....	44
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>54</b>
<b>Anhang</b>		

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 2.1-1:</b>	Abfallarten der Positivliste des Merkblattes „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“, geordnet nach Mengenrelevanz der AAV-Daten.....	3
<b>Tab. 2.2-1:</b>	Flussgebietszuordnung des Rheinisch-Bergischen Kreises.....	7
<b>Tab. 3.1-1:</b>	Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen aus der Gastronomie, gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels einwohner-spezifischer Kennzahlen).....	9
<b>Tab. 3.1-2:</b>	Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	10
<b>Tab. 3.2-1:</b>	Spezifisches Mengenaufkommen biogener Abfälle der Bierherstellung.....	14
<b>Tab. 3.2-2:</b>	Mengenaufkommen biogener Abfälle einiger Brauereien in Nordrhein-Westfalen.....	15
<b>Tab. 3.2-3:</b>	Mengen an verschiedenen biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	16
<b>Tab. 3.2-4:</b>	Gesamt mengen an biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	17
<b>Tab. 3.3-1:</b>	Kennzahlen für anfallende Schlemphen nach Rohstoffart in Brennereien.....	19
<b>Tab. 3.3-2:</b>	Alkoholerzeugung und Menge der verwendeten Rohstoffe [BfB, 2001] sowie mittels Kennzahlen errechnete Schlemphenmenge in Nordrhein-Westfalen (1999).....	21
<b>Tab. 3.3-3:</b>	Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlemphen aus Eigenbrennereien (landwirtschaftliche, Obst- und gewerbliche Brennereien) in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	21
<b>Tab. 3.3-4:</b>	Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlemphen aus Obst- und gewerblichen Brennereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	22
<b>Tab. 3.4-1:</b>	Bruttoabfallmenge an überlagerten Nahrungsmitteln in NRW (1993), gewässerbezogen dargestellt [LDS, 1993; AAV, 1993].....	26

<b>Tab. 3.5-1:</b>	Molkeanfall bei der Herstellung von Käse bzw. Kasein [TEUBER, M., 1981].....	28
<b>Tab. 3.5-2:</b>	Molkeaufkommen in NRW (1999), gewässerbezogen darstellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	29
<b>Tab. 3.6-1:</b>	Analysenwerte von Rückständen aus Fettabscheidern [ATV, 1998].....	33
<b>Tab 3.6-2:</b>	Kennzahlen für die Berechnung von Rückständen aus Fettabscheidern (DIN 4040).....	35
<b>Tab. 3.6-3:</b>	Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern, ermittelt aus der Anzahl installierter Fettabscheideranlagen nach KERSTING et al. [1995] und den Angaben ausgewählter Kommunen.....	36
<b>Tab. 3.6-4:</b>	Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern nach DIN 4040 in NRW, gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	37
<b>Tab. 3.6-5:</b>	Schlachtungen in NRW-Schlachtbetrieben 1999 [LDS-Schlachtungsstatistik, 2001] und spezifischer Anfall von Fettabscheiderrückständen auf Schlachthöfen, erweitert nach ATV [1998].....	38
<b>Tab. 3.6-6:</b>	Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern bzw. Flotationsanlagen aus Schlachtbetrieben in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	39
<b>Tab. 3.6-7:</b>	Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	39
<b>Tab. 3.7-1:</b>	Kennzahlen der Produktionsrückstände aus der Obst- und Gemüseverarbeitung [BÖHM et al., 1985].....	42
<b>Tab. 3.7-2:</b>	Aufkommen an Rückständen aus der Konservenfabrikation in NRW (1999) (Hochrechnung mittels Kennzahlen) und Bruttoabfallmenge (1993), gewässerbezogen dargestellt.....	43
<b>Tab. 3.9-1:</b>	Aufkommen an Melasserückständen aus der Zuckerherstellung in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt.....	46
<b>Tab. 4-1:</b>	Ermittelte Mengen biogener Abfälle der Positivliste des LUA-Merkblattes "Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern" für NRW (1999), Hochrechnung mittels Kennzahlen.....	49

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 2.2-1:</b> Gewässereinzugsgebiete Nordrhein-Westfalen [LUA, 2001].....	6
<b>Abb. 3.1-1:</b> Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	11
<b>Abb. 3.2-1:</b> Vereinfachtes Fließschema der Bierherstellung in Anlehnung an TSCHEUSCHNER [1996].....	13
<b>Abb. 3.2-2:</b> Mengen an verschiedenen biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	17
<b>Abb. 3.3-1:</b> Vereinfachtes Fließschema der Kornherstellung in Anlehnung an TSCHEUSCHNER [1996].....	19
<b>Abb. 3.3-2:</b> Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Hochrechnung mittels Kennzahlen)...	23
<b>Abb. 3.4-1:</b> Bruttoabfallmenge an überlagerten Nahrungsmitteln in NRW (1993) [AAV, 1996], gewässerbezogen dargestellt.....	26
<b>Abb. 3.5-1:</b> Vereinfachtes Fließschema der Käseherstellung nach KOBALD und HOLLEY [1990], STEHLE [1997] und TSCHEUSCHNER [1996], ergänzt.....	28
<b>Abb. 3.5-2:</b> Molkeaufkommen in NRW (1999), gewässerbezogen darstellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	30
<b>Abb. 3.6-1:</b> Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Wertespannen der hochgerechneten Mengen mittels Kennzahlen).....	40
<b>Abb. 3.7-1:</b> Aufkommen an Rückständen aus der Konservenfabrikation in NRW (1999) (Hochrechnung mittels Kennzahlen), gewässerbezogen dargestellt.....	43
<b>Abb. 3.9-1:</b> Vereinfachtes Fließschema der Zuckerherstellung in Anlehnung TSCHEUSCHNER [1996].....	45
<b>Abb. 3.9-2:</b> Aufkommen an Melasserückständen aus der Zuckerherstellung in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt.....	46
<b>Abb. 4-1:</b> Ermittelte Mengen biogener Abfälle der Positivliste des LUA-Merkblattes "Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern" für NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen).....	50

## Tabellenverzeichnis Anhang

- Tab. A-1, Teil 1:** Positivliste für biogene Abfälle die ohne eine weitere ökologische Betrachtung für eine Mitbehandlung in Faulbehältern geeignet sind [LUA, 2001].
- Tab. A-1, Teil 2:** Positivliste für biogene Abfälle, die einer ökologischen Betrachtung unterzogen werden müssen [LUA, 2001].
- Tab. A-2:** Zusammenfassung der untersuchten Abfallarten
- Tab. A-3, Teil 1:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Ems, Emscher und Erft
- Tab. A-3, Teil 2:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Issel, Lippe und Maas
- Tab. A-3, Teil 3:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Rheingraben, Ruhr und Sieg
- Tab. A-3, Teil 4:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Weser und Wupper
- Tab. A-4:** Flussgebietszuordnung der nordrhein-westfälischen Regierungsbezirke und Kreise bzw. kreisfreien Städte.
- Tab. A-5:** Flussgebietszuordnung der nordrhein-westfälischen Postleitzahlen-Regionen
- Tab. A-6:** Flussgebiets-Einwohnerzahlen für NRW (basierend auf den amtlichen Einwohnerzahlen der kreisfreien Städte und kreisangehörigen Städte und Gemeinden NRW vom 31.12.1999)

## 1 Zielsetzung

Vor dem Hintergrund, dass viele Abwasserbehandlungsanlagen über freie Kapazitäten in ihren Faulbehältern verfügen, wird von den Betreibern erwogen, biogene Abfälle mitzubehandeln und das dabei entstehende Biogas energetisch zu nutzen. Eine mengenrelevante Abfallgruppe, die sich gut als Co-Substrat für eine Vergärung eignet, stellen organische Gewerbeabfälle dar.

Mit dem Merkblatt „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ hat das Bundesland Nordrhein-Westfalen erstmals eine rechtliche Regelung für die Co-Vergärung von biogenen Abfällen in öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen formuliert [LUA, 2001]. Das Merkblatt enthält eine Positivliste von geeigneten Abfallarten und definiert die technischen, rechtlichen und hygienischen Anforderungen für diese Behandlung. Bei der Positivliste wird differenziert zwischen biogenen Abfällen, die ohne ökologische Betrachtung für eine Mitbehandlung in Faulbehältern geeignet sind, und Abfallarten, die einer ökologischen Betrachtung unterzogen werden müssen (siehe Tab. A-1 im Anhang). Für den letzteren Fall ist die Methodik der vereinfachten Ökobilanz beschrieben.

Für die Mitbehandlung in Faulbehältern ist somit die Art der zugelassenen Co-Substrate definiert. Es liegen derzeit aber keine Informationen darüber vor, welche Mengen an geeigneten biogenen Abfällen in Nordrhein-Westfalen in den einzelnen Regionen anfallen. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) wurde daher im Rahmen der vorliegenden Studie die aktuelle Situation der Mengenströme der möglichen Co-Substrate in Nordrhein-Westfalen erarbeitet und gewässerbezogen dargestellt. Dieser Überblick ist notwendige Grundlage für die zukünftige Erstellung von Konzepten zur Steuerung dieser Mengenströme in Nordrhein-Westfalen.

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte durch das Labor für Abfallwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft und Umweltchemie (LASU) der Fachhochschule Münster. Teilbereiche wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Abfall- und Abwasserwirtschaft e. V., An-Institut der Fachhochschule Münster, bearbeitet.

## 2 Vorgehensweise

### 2.1 Auswahl mengenrelevanter Abfallarten

Die Datenerhebung sollte für die 10 mengenrelevantesten Abfallarten der Positivliste des Merkblattes „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ durchgeführt werden. Dabei wurden die Abfallarten beider Abfallgruppen der Positivliste (Eignung ohne bzw. mit ökologischer Betrachtung) in gleicher Weise berücksichtigt. Als Auswahlkriterium für die Mengenrelevanz wurde das für 1993 für Nordrhein-Westfalen ermittelte Bruttoabfallaufkommen herangezogen. Berücksichtigt wurden Angaben des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalens (LDS) zur Abfallentsorgung im Produzierenden Gewerbe (Betriebe > 20 Mitarbeiter) und Krankenhäusern in Nordrhein-Westfalen 1993 [LDS, 2000] sowie Abfallmengenangaben des Abfallentsorgungs- und Altlastensanierungsverbandes Nordrhein-Westfalen (AAV) aus 1993 [AAV, 1996]. Die letztgenannten Angaben beinhalten zusätzlich zu den LDS-Mengen auch Mengen aus der Abfallerhebung des AAV, die die nicht in der LDS-Statistik erfassten Bereiche (alle übrigen Wirtschaftsbereiche, beim produzierenden Gewerbe nur Betriebe mit einer Mitarbeiterzahl < 20) abdeckt. In Tab. 2.1-1 sind die Abfallarten der Positivliste sowie das Bruttoabfallaufkommen aufgelistet. Sie sind nach abnehmender Mengenrelevanz entsprechend den Angaben für NRW vom AAV [1996] sortiert.

Für Melasserückstände lagen für Nordrhein-Westfalen keine konkreten Mengenangaben vor (siehe Tab. 2.1-1). Da eines der Hauptanbauggebiete für Zuckerrüben in Deutschland am Niederrhein liegt [MTE, 1998], wurde diese Abfallart in die Erhebung mit einbezogen. Die endgültige Anzahl der in der Studie berücksichtigten Abfallarten wurde auf 12 erhöht, da für Malztreber, Malzkeime, Malzstaub und Hopfentreber in der Regel keine getrennte Mengenerfassung erfolgt und die Abfallarten Trub und Schlamm aus Brauereien sowie Hefe und hefeähnliche Rückstände bei der Datenerhebung bei den Brauereien parallel erfasst werden können.

Auf der Grundlage der Mengenrelevanz wurden die folgenden Abfallarten<sup>1</sup> für die Datenerhebung ausgewählt (zu Herkunftsbereichen siehe Tab. A-1 im Anhang):

- Küchen- und Kantinenabfälle
- Malztreber, Malzkeime, Malzstaub
- Hopfentreber
- Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen
- Überlagerte Nahrungsmittel
- Molke
- Inhalte von Fettabscheidern
- Hefe und hefeähnliche Rückstände
- Rückstände aus Konservenfabrikation
- Marktabfälle
- Trub und Schlamm aus Brauereien
- Melasserückstände

---

<sup>1</sup> Abfallarten in Anlehnung an den Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall von 1990



**Tab. 2.1-1:** Abfallarten der Positivliste des Merkblattes „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“, geordnet nach Mengenrelevanz der AAV-Daten

LAGA Schlüssel	Bezeichnung	Bruttoabfallmenge [Mg/a]	
		NRW (1993) [AAV, 1996]	NRW (1993) [LDS, 2000]
<b>91202</b>	<b>Küchen- und Kantinenabfälle</b>	402.282	1.130.616 <sup>1</sup>
<b>11404</b>	Malztreber, Malzkeime, Malzstaub	263.654	527.303 <sup>2</sup>
<b>11405</b>	Hopfentreber	263.654	
<b>11407</b>	Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen	226.065	12.415
<b>11102</b>	<b>Überlagerte Nahrungsmittel<sup>8</sup></b>	75.888	29.215 <sup>3</sup>
<b>12502</b>	Molke	62.204	62.204
<b>12501</b>	<b>Inhalt von Fettabscheidern</b>	56.298	22.151
<b>11419</b>	Hefe und hefeähnliche Rückstände	26.411	24.290
<b>11108</b>	<b>Rückstände aus Konservenfabrikation</b>	23.136	38.559 <sup>4</sup>
<b>91601</b>	Marktabfälle	-	1.130.616 <sup>1</sup> (22.345) <sup>9</sup>
<b>11111</b>	Teigabfälle	17.528	8.713
<b>11411</b>	Trub und Schlamm aus Brauereien	14.656	14.655
<b>11401</b>	<b>Überlagerte Genussmittel</b>	5.587	29.215 <sup>3</sup>
<b>12702</b>	Schlamm aus der Speisefettfabrikation	1.315	2.627 <sup>5</sup>
<b>19901</b>	Stärkeschlamm	1.075	3.833 <sup>7</sup>
<b>19905</b>	Rückstände aus der Maisstärkeherstellung	958 <sup>6</sup>	
<b>19904</b>	Rückstände aus der Kartoffelstärkeherstellung		
<b>11413</b>	Schlamm aus Weinbereitung	12	-
<b>11110</b>	Melasserückstände	(913.777) <sup>10</sup>	
<b>11415</b>	<b>Trester</b>	(26.941) <sup>11</sup>	
<b>11414</b>	Schlamm aus der Brennerei	(40.000-50.000) <sup>12</sup>	

■ Nach LUA [2001] müssen diese Abfälle einer ökologischen Betrachtung unterzogen werden

<sup>1</sup> Gemeinsame Erhebung von 911 01, 912 02, 91404, 915 01, 916 01

<sup>2</sup> Gemeinsame Erhebung von 11404 und 114 05

<sup>3</sup> Gemeinsame Erhebung von 111 02 und 114 01

<sup>4</sup> Gemeinsame Erhebung mit 111 14

<sup>5</sup> Gemeinsame Erhebung mit 127 03

<sup>6</sup> Gemeinsame Erhebung von 199 04 und 199 05

<sup>7</sup> Gemeinsame Erhebung von 199 01, 199 04, 199 05

<sup>8</sup> Abfallart aus den EWC-Codes: 020304, 020501 und 020601. Nur die Abfallart des EWC-Codes 020304 bedarf einer ökologischen Betrachtung.

<sup>9</sup> Marktabfälle NRW, gesondert angeliefert [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1996]

<sup>10</sup> Menge 93/94 BRD [RUTHE, 1997]

<sup>11</sup> STATISTISCHES BUNDESAMT [1996]

<sup>12</sup> Daten von RASP [1997]

( ) keine Angabe in genannten Quellen, Literaturdaten

Anmerkung: LDS - Statistik berücksichtigt nur Abfälle aus dem produzierenden Gewerbe (Betriebe > 20 Mitarbeiter) und Krankenhäusern

## 2.2 Methodik der Mengenermittlung

Die methodische Grundlage für die Ermittlung der Menge der ausgewählten biogenen Abfälle sowie der derzeitigen Verwertungswege bildete die Befragung von Verbänden, Kommunen und ausgewählten Betrieben sowie die Auswertung von Statistiken und Literaturangaben. Dabei wurden im Wesentlichen folgende Datenquellen herangezogen:

- Abfallstatistik des Statistischen Bundesamtes für 1993
- Abfallstatistik des AAV - Abfallentsorgungs- und Altlastensanierungsverbandes NRW für 1993
- Abfallstatistik des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik NRW für 1993
- Brau und Brunnen AG
- Bundesmonopolverwaltung für Branntwein
- Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e. V.
- Bundesverband Deutscher Kornbrenner e. V.
- Deutscher Brauer-Bund e. V.
- Deutsches Studentenwerk
- Hotel- und Gaststättenverband Nordrhein-Westfalen
- IHK Münster
- Kommunen
- Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e. V.
- Produktionsstatistik von 1999 des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik
- Schlachtungsstatistik von 1999 des Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik
- Verband Rheinisch-Westfälischer Brauereien e. V.
- Verein der Zuckerindustrie e. V.

Bei der Vorgehensweise zur Abfallmengenermittlung wurde zwischen punktuell und flächig anfallenden Abfällen unterschieden:

- **Punktuell anfallende biogene Gewerbeabfälle** aus Großbetrieben der Nahrungsmittelindustrie und –verarbeitung (z. B. Milchverarbeitung):  
Die Mengenermittlung erfolgte über eine Hochrechnung auf der Basis von produktions- oder einrichtungsspezifischen Kennzahlen, die aus Verbandsinformationen und/oder Literaturangaben erhoben wurden, sowie den regional aufgegliederten Produktionsmengen der jeweiligen Branche z. B. aus den Angaben des LDS o-

der von Verbänden. Zur Verifizierung der Mengenermittlung wurden stichpunktartige Abfragen bei ausgewählten Betrieben durchgeführt.

- **Flächig anfallende biogene Gewerbeabfälle:**

Typische Herkunftsbereiche für flächig, d. h. nicht in einzelnen Großbetrieben sondern über die Region verteilt anfallende biogene Gewerbeabfälle sind z. B. Gaststätten und Hotels. Die Mengenermittlung erfolgte bei diesen Abfällen über eine Hochrechnung für alle Kommunen, die im Wesentlichen auf einwohnerbezogenen Kennzahlen basierte. Dafür wurden die amtlichen Einwohnerzahlen der kreisfreien Städte und kreisangehörigen Städte und Gemeinden Nordrhein-Westfalens vom 31.12.1999 angesetzt.

In einigen Fällen wurden beide Vorgehensweisen kombiniert, wie z. B. bei Küchen- und Kantinenabfällen, bei denen die Mengen aus der Gastronomie nach der Methodik für die flächig anfallenden Abfälle berechnet wurden, während die Mengen aus Großküchen zur Gemeinschaftsverpflegung, z. B. Mensen, als punktuell anfallende Abfälle erhoben wurden (vgl. 3.1).

Bei den im Rahmen dieser Studie dargestellten produktionsbedingten Abfällen ist zu berücksichtigen, dass hier i. d. R. das produktionsspezifische Mengenaufkommen und nicht die Bruttoabfallmenge ermittelt bzw. berechnet wurde. Einige Produktionsrückstände werden z. T. weiterverarbeitet oder als Rohstoff abgesetzt, so dass sie nicht als Abfall im eigentlichen Sinne anfallen. Auch wird von vielen Betrieben ein anschließend als Futtermittel verwerteter Reststoff sprachlich nicht als Abfall deklariert. Eine begriffliche Differenzierung wird diesbezüglich in dieser Studie nicht vorgenommen. Entsprechende Informationen sind jeweils den Ausführungen zur Verwertung zu entnehmen. Darüber hinaus ist mit Unsicherheiten bzgl. der Zuordnung zu den Abfallarten zu rechnen. Aus diesen Gründen ist eine Vergleichbarkeit der im Rahmen dieser Studie erhobenen Mengen mit den Mengen aus den Abfallstatistiken des AAV und des LDS von 1993 nur sehr bedingt gegeben.

Mit Hilfe der dargestellten Vorgehensweise wurde zunächst angestrebt, die Mengenangaben regional auf der Ebene der einzelnen Kommunen in Nordrhein-Westfalen zu ermitteln, um anschließend direkt die gewässerbezogene Zuordnung vornehmen zu können (2.3). Viele der statistischen Daten lagen aus datenschutzrechtlichen Gründen aber nur regional verschlüsselt auf der Ebene der Bezirksregierungen, Kreise oder Postleitzahlenregionen vor. In diesen Fällen erfolgte die Mengenzuordnung nach der im Folgenden erläuterten Methodik.

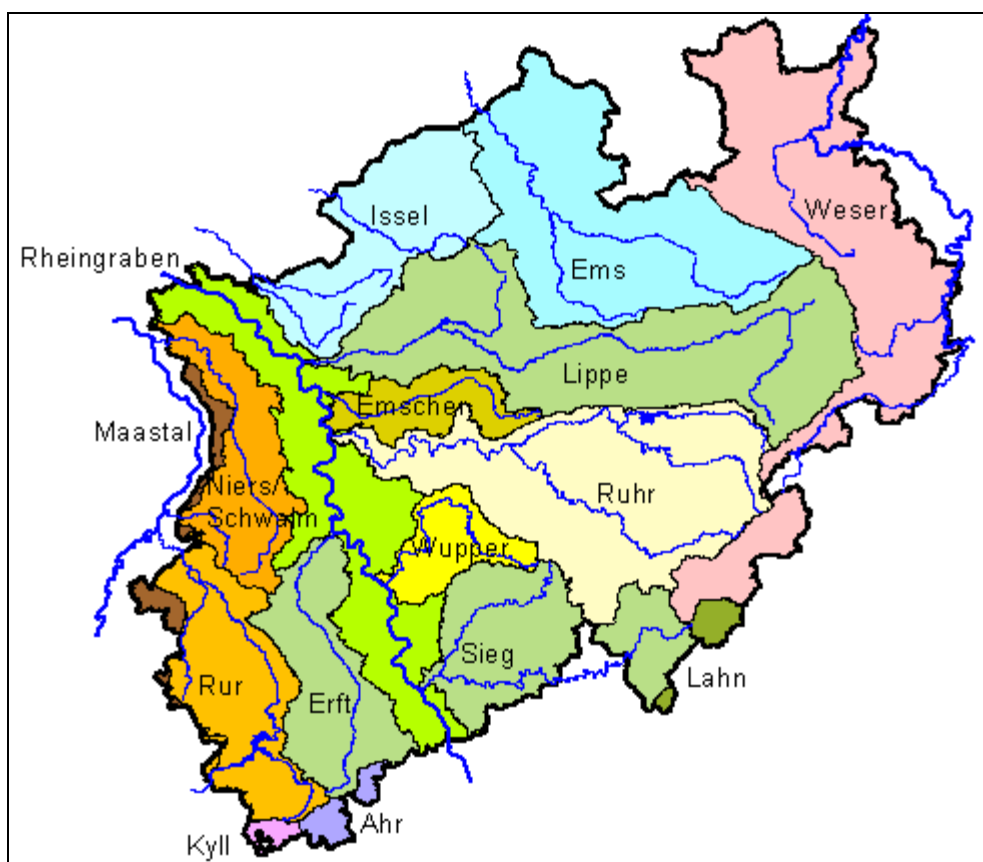
### 2.3 Gewässerbezogene Mengendarstellung

Für die gewässerbezogene Mengendarstellung wurden die Abfallmengen nach Gewässereinzugsgebieten zusammengefasst und tabellarisch für die folgenden Flussgebiete dargestellt:

#### Flussgebiete in Nordrhein-Westfalen

- Ems
- Emscher
- Erft
- Issel
- Lippe
- Maas
- Rheingraben
- Ruhr
- Sieg
- Weser
- Wupper

Die Flussgebiete Niers-Schwalm und Rur sind in dieser Studie nach Vorgaben des Landesumweltamtes NRW zusammengefasst im Flussgebiet Maas dargestellt (siehe Abb. 2.2-1) [LUA, Dezember 2000]. Kreise, kreisfreie Städte und kreisangehörige Gemeinden und Städte in den Flussgebieten Lahn, Ahr und Kyll, deren Haupteinzugsgebiete außerhalb von NRW liegen, wurden aufgrund der besseren Überschaubarkeit den angrenzenden nordrhein-westfälischen Flussgebieten zugeordnet. Die Zuordnung der Kommunen zu den Flussgebieten ist Tab. A-3 im Anhang zu entnehmen.



**Abb. 2.2-1:** Gewässereinzugsgebiete Nordrhein-Westfalen [LUA, 2001]

Die Zusammenfassung der Abfallmengen eines Flussgebietes erfolgte in Abhängigkeit von der regionalen Ebene, für die Angaben aus den Datenquellen vorlagen:

- Kreisfreie Stadt, kreisangehörige Stadt und Gemeinde
- Kreis
- Bezirksregierung
- Postleitzahlenregion

Abfallmengen, die für kreisfreie Städte und kreisangehörige Städte bzw. Gemeinden ermittelt werden konnten, ließen sich entsprechend der oben beschriebenen Verteilung direkt den Flussgebieten zuordnen. Für den Fall, dass eine Kommune in mehreren Flussgebieten liegt, wurde die anfallende Abfallmenge gleichmäßig auf die entsprechenden Flussgebiete verteilt.

Bei den Mengenangaben, die aus datenschutzrechtlichen Gründen nur bis auf die Ebene der Kreise, Bezirksregierungen oder Postleitzahlenregionen untergliedert waren, wurde zunächst versucht, die Anzahl und Standorte aller Betriebe der betreffenden Branchen in Nordrhein-Westfalen mit Hilfe der IHK [2000] oder von Verbandsangaben zu ermitteln und die Mengen entsprechend der Standorte gleichmäßig oder – wenn möglich – unter Berücksichtigung der Produktionsmenge zu verteilen. Eine eindeutige Zuordnung war aber nur bei Branchen mit einer geringen Anzahl von Betrieben möglich (z. B. Zuckerfabriken). In den Fällen, in denen eine Standortbestimmung nicht möglich war, wurden die hochgerechneten Abfallmengen zuerst auf die Kommunen innerhalb der regionalen Gliederung gleichmäßig verteilt und anschließend über diese den entsprechenden Flussgebieten zugeordnet (siehe Tab A-4 im Anhang). Für den Fall, dass innerhalb der regionalen Gliederung mehrere Flussgebiete lagen, wurde die Menge anteilig auf die Flussgebiete aufgeteilt. Tab. 2.2-1 zeigt die anteilmäßige Mengenverteilung beispielhaft für den Rheinisch-Bergischen Kreis.

**Tab. 2.2-1:** Flussgebietszuordnung des Rheinisch-Bergischen Kreises

Flussgebiet	Stadt/Gemeinde	Verteilung	
Sieg	Kürten	1/8	37,50 %
	Overath	1/8	
	Rösrath	1/8	
Wupper	Leichlingen	1/8	43,75 %
	Odenthal	1/8	
	Wermelskirchen	1/8	
	Burscheid	1/16	
Rheingraben		1/16	18,75 %
	Bergisch Gladbach	1/8	

Genauere Informationen über die gewässerbezogene Darstellung der einzelnen Abfälle sind den Ergebniskapiteln zu entnehmen.

### 3 Ergebnisse der Mengenerhebung

Die erhobenen bzw. berechneten Mengen der ausgewählten Abfallarten der Positivliste werden entsprechend ihrer Mengenrelevanz laut Tab. 2.1-1 nachfolgend einschließlich weitergehender Informationen zur Datengrundlage, wie z. B. den eingesetzten Kennzahlen, dargestellt. Dabei werden in Abhängigkeit von der Datenbasis (z. B. unterschiedliche Kennzahlen-Angaben) häufig Wertespannen angegeben. Grundsätzlich ist bei den Mengenangaben zu berücksichtigen, dass es sich jeweils um Hochrechnungen und nicht um eine Mengenerhebung mittels Abfrage bei allen betreffenden Betrieben handelt.

Bei jeder Abfallart sind im Anschluss an die Mengendarstellung Ausführungen zum derzeitigen Stand der Verwertung ergänzt.

#### 3.1 Küchen- und Kantinenabfälle

Küchen- und Kantinenabfälle fallen vor allem im Gaststättengewerbe (Gastronomie) und in Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung an. Dabei werden in der Regel die Abfälle aus der Zubereitung von Speisen und die Abfälle von zubereiteten Speisen nicht getrennt gesammelt und entsorgt. Aus diesem Grund beinhalten die im Rahmen dieser Studie errechneten Mengen sowohl Küchen- und Kantinenabfälle als auch Speisereste.

Für die Mengenermittlung der Küchen- und Kantinenabfälle wurden aufgrund der unterschiedlichen Herkunftsbereiche die Abfälle aus der Gastronomie getrennt von den Abfällen aus Gemeinschaftsverpflegungen ermittelt. Bei den Abfällen aus der Gastronomie wurde analog zur Vorgehensweise für flächig anfallende Abfälle eine einwohnerbezogene Hochrechnung pro Flussgebiet vorgenommen. Die Küchen- und Kantinenabfälle aus Großküchen zur Gemeinschaftsverpflegung (z. B. Mensen) fallen dagegen eher punktuell an Einzelstandorten an und wurden i. d. R. entsprechend auch standortbezogen hochgerechnet.

##### **Gaststättengewerbe**

In Gaststätten fallen nach FUCHS [1994] an Küchenabfällen im Mittel ca. 2 kg pro Platz und Woche, nach MTE [1995] ca. 2,5 kg pro Platz und Woche an. Nach Informationen des Hotel- und Gaststättenverbandes Nordrhein-Westfalen e.V. [2001] existieren derzeit ca. 3,5 Millionen Gaststättenplätze in Nordrhein-Westfalen und damit 0,2 Plätze pro Einwohner. Ausgehend von einer Quote von 0,2 Plätzen pro Einwohner und 2 bis 2,5 kg pro Platz und Woche ergeben sich somit für die einzelnen Flussgebiete und NRW insgesamt die in Tab. 3.1-1 dargestellten Mengenbereiche.

**Tab. 3.1-1:** Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen aus der Gastronomie, gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels einwohnerspezifischer Kennzahlen)

Flussgebiet	Einwohner	Aufkommen [Mg/a]	
Ems	1.410.208	28.518	- 35.647
Emscher	1.036.023	20.951	- 26.189
Ertf	592.055	11.973	- 14.966
Issel	493.417	9.978	- 12.473
Lippe	2.324.209	47.001	- 58.751
Maas	1.824.747	36.901	- 46.126
Rheingraben	4.631.246	93.655	- 117.069
Ruhr	2.914.150	58.931	- 73.664
Sieg	873.152	17.657	- 22.072
Weser	1.323.272	26.760	- 33.450
Wupper	577.322	11.675	- 14.594
<b>NRW</b>	<b>17.999.800</b>	<b>364.000</b>	<b>- 455.000</b>

### Gemeinschaftsverpflegungen

In diese Mengenhochrechnung wurde das Aufkommen aus Großküchen in Hochschulen (Mensen), Bundeswehrstandorten mit mindestens 200 Dienstposten, Pflege- und Altenheimen sowie Krankenhäusern einbezogen. Nicht berücksichtigt wurden aufgrund der fehlenden Datenlage z. B. Unternehmen mit eigenem Küchenbetrieb, Kantinen in Ämtern und Behörden, Schulmensen, Verpflegung in Flugzeugen etc.

In den nordrhein-westfälischen Hochschul-Mensen wurden in 1999 insgesamt 14.496.636 Essen verkauft [DEUTSCHES STUDENTENWERK e. V., 2001]. Je ausgegebenem Essen fallen in Mensen ca. 90 g Kantinenabfälle an [MTE, 1998]. Demnach sind 1999 in nordrhein-westfälischen Mensen ca. 1.305 Mg Kantinenabfälle angefallen. Für die regionale Verteilung wurde die Gesamtmenge der verkauften Mahlzeiten entsprechend der Studierendenzahlen anteilig auf die Hochschulstädte aufgeteilt und den Flussgebieten zugeordnet (Tab. 3.1-2).

In den Großküchen der Bundeswehr fallen pro Person und Tag 307 g Küchen- und Kantinenabfälle an [MTE, 1998]. In Tab. 3.1-2 ist das Aufkommen der Menge pro Flussgebiet unter Berücksichtigung der großen Bundeswehrstandorte (mindestens 200 Dienstposten) in NRW und durchschnittlich 200 Arbeitstagen pro Dienstposten dargestellt.

In NRW gibt es 1.566 Pflegeheime mit 134.070 Heimplätzen [LÖGD, 2001]. Bei 412 g an Küchen- und Kantinenabfällen pro Person und Tag [MTE, 1998] sowie einer ge-

schätzten 90-prozentigen Auslastung der Heimplätze ergibt sich somit aus Alten- und Pflegeheimen ein Aufkommen von ca. 18.000 Mg/a in NRW. Die gewässerbezogene Verteilung der hochgerechneten Abfallmenge erfolgte über die Heimplätze pro Kreis bzw. kreisfreier Stadt (Tab. 3.1-2).

In Krankenhäusern fallen nach JOOSTEN [1999] im Mittel Speiseabfälle von 0,327 kg / Pflgetag bei durchschnittlich 301 Pflgetagen pro Planbett an. Bei 138.618 Krankenhausbetten in Nordrhein-Westfalen [LÖGD, 2001] resultiert daraus ein Aufkommen von etwa 13.600 Mg/a. Im Hinblick auf die gewässerbezogene Darstellung dieser Mengen wurde aufgrund der großen Anzahl der Krankenhäuser (465) sowie der unterschiedlichen Größen der Häuser und der damit verbunden Bandbreite der Bettenzahl pro Krankenhaus, die Menge nicht pro Krankenhaus sondern über die Krankenhausbetten pro Einwohner in NRW ermittelt (Tab. 3.1-2).

### Gesamtaufkommen

In der Gastronomie und in den Großküchen der Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen in NRW fallen demnach insgesamt etwa 400.000 bis 490.000 Mg/a an Küchen- und Kantinenabfällen an (Tab. 3.1-2). Das Ergebnis dieser auf verschiedenen Kennzahlen basierenden Hochrechnung liegt in der gleichen Größenordnung wie die Angaben des AAV [1996] mit 402.282 Mg und KISTOWSKI [1997] mit 520.000 Mg.

**Tab. 3.1-2:** Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

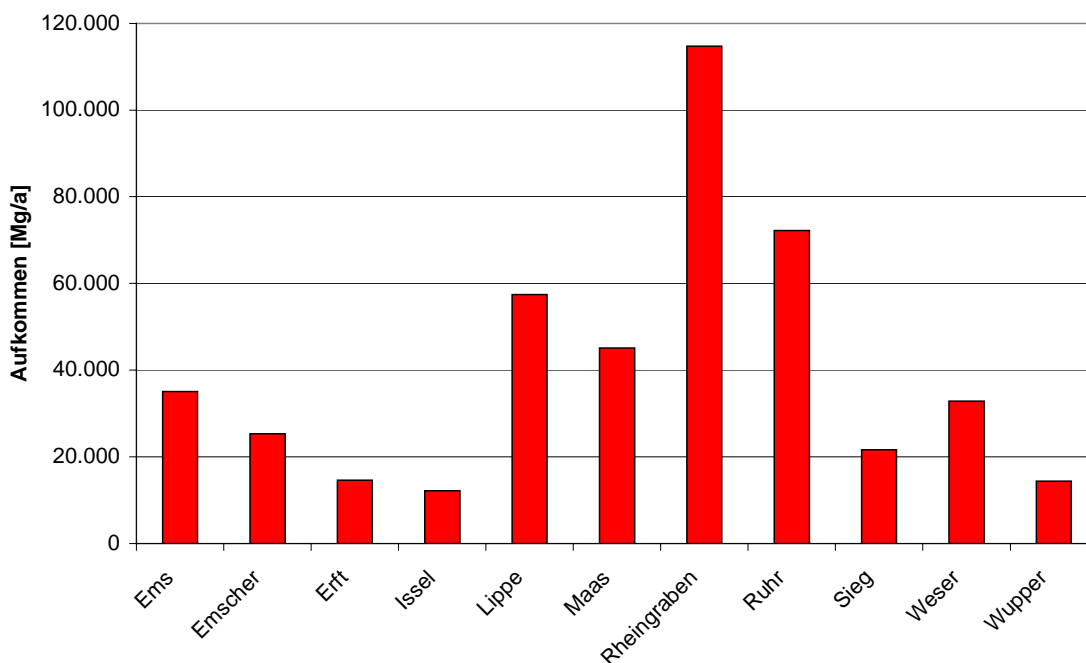
Flussgebiet	Aufkommen [Mg/a]						Summe
	Gaststätten-gewerbe	Gemeinschaftsverpflegung					
		Kranken-häuser	Mensen	Alten- u. Pflegeheime	Bundeswehr		
Ems	28.518 - 35.647	1.069	174	1.278	421	31.460 - 38.589	
Emscher	20.951 - 26.189	785	71	901	-	22.708 - 27.946	
Erfte	11.973 - 14.966	449	-	483	242	13.147 - 16.140	
Issel	9.978 - 12.473	374	-	427	136	10.915 - 13.409	
Lippe	47.001 - 58.751	1.762	130	2.363	280	51.535 - 63.286	
Maas	36.901 - 46.126	1.383	122	1.778	295	40.479 - 49.704	
Rheingraben	93.655 - 117.069	3.510	447	4.348	1.078	103.039 - 126.453	
Ruhr	58.931 - 73.664	2.209	228	3.382	91	64.842 - 79.574	
Sieg	17.657 - 22.072	662	47	888	137	19.391 - 23.805	
Weser	26.760 - 33.450	1.003	56	1.533	147	29.498 - 36.188	
Wupper	11.675 - 14.594	438	30	764	-	12.907 - 15.825	
<b>NRW</b>	<b>364.000 - 455.000</b>	<b>13.644</b>	<b>1.305</b>	<b>18.145</b>	<b>2.827</b>	<b>399.920 - 490.920</b>	

Das tatsächliche Aufkommen an Küchen- und Kantinenabfälle dürfte allerdings wesentlich höher liegen, da hier z. B. Unternehmen mit eigenem Küchenbetrieb, Kantinen



in Ämtern und Behörden, Schulmensen, Verpflegungseinrichtungen in Flugzeugen etc. aufgrund der fehlenden Datenlage nicht berücksichtigt werden konnten. Im Hinblick auf die zunehmende Außerhausverpflegung ist darüber hinaus zukünftig mit einem steigendem Abfallaufkommen zu rechnen.

Bei der regionalen Mengenverteilung wirkt sich hier die einwohnerbezogene Hochrechnung im Bereich der Gastronomie und der Krankenhäuser in Form von hohen Mengen bei den großen, einwohnerstarken Flussgebieten aus (vgl. Einwohnerzahlen in Tab. 3.1-1). Der Rheingraben weist darüber hinaus auch die höchsten Mengen bei den standortbezogenen Berechnungen auf und umfasst damit insgesamt ca. 25 % der NRW-Gesamtmenge an Küchen- und Kantinenabfällen. Abb. 3.1-1 zeigt jeweils die Mittelwerte der Wertespannen der hochgerechneten NRW-Gesamtmenge an Küchen- und Kantinenabfällen mittels Kennzahlen.



**Abb. 3.1-1:** Mengen an Küchen- und Kantinenabfällen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Hochrechnung mittels Kennzahlen)

### Verwertung

Speiseabfälle aus der Gastronomie und aus Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung unterliegen zunächst dem Tierkörperbeseitigungsgesetz und sind grundsätzlich in Tierkörperbeseitigungsanlagen zu entsorgen. Ausnahmen bestehen aber nach §§ 6 Abs. 2 Nr. 3 und 7 Abs. 2 Nr. 3 Tierkörperbeseitigungsgesetz (TierKBG), wenn Speise-

reste nur in geringen Mengen anfallen und wenn zuständige Behörden nach § 8 Abs. 1 Nr. 3 TierKBG per Ausnahmegenehmigung eine andere Verwertung erlauben.

Die Verwertung der Küchen- und Kantinenabfälle erfolgt derzeit überwiegend über die Verfütterung [KISTOWSKI, 1997]. Nach § 24a der Viehverkehrsverordnung (ViehverkehrsVO) ist eine Verfütterung als genehmigte Ausnahme nur an Schweine zulässig. Die Speiseabfälle müssen dazu unter Berücksichtigung seuchenhygienischer Abtötung möglicher Erreger durch Erhitzung behandelt werden. Die genauen Ausführungshinweise der Verarbeitungsanlagen können der ViehverkehrsVO entnommen werden. Nach dem Futtermittelgesetz und der Futtermittelverordnung sind entsprechend der ViehverkehrsVO erhitzte Speiseabfälle als Einzelfutter zugelassen. Die Speiseabfälle können also nur als Flüssigfutter in der Schweinemast verfüttert werden. Die Sammlung, der Transport und die Aufbereitung wird in NRW sowohl von den landwirtschaftlichen Betrieben selbst als auch von entsprechenden Entsorgungsunternehmen angeboten.

Die Verwertung über die Verfütterung ist stark abhängig von den Tierbeständen und den Futtermittelpreisen. Tierseuchen wie z. B. die Maul- und Klauenseuche können kurzfristig den Absatzmarkt für eine Region völlig zum Erliegen bringen. Ein anderes Problem für die Hersteller von Flüssigfutter aus Speiseabfällen sind die niedrigen Verkaufspreise von 5 bis 20 DM/100 kg Flüssigfutter, denen Gesamtkosten für die Verwertung von 230 bis 310 DM/Mg gegenüberstehen [MTE, 1998]. Des weiteren besteht nach KISTOWSKI [1997] bei einer Abfallmenge von etwa 520.000 Mg/a und dem zur Verfügung stehendem Potential zur Verwertung in geeigneten Schweinemastbetrieben schon derzeit ein Angebotsüberschuss von ca. 300.000 Mg/a in NRW.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit für Speiseabfälle bietet aufgrund deren Struktur und des hohen Wasseranteils die Vergärung in Biogasanlagen. Auch hierbei ist die Einhaltung der seuchenhygienischen Sicherheit zu beachten.

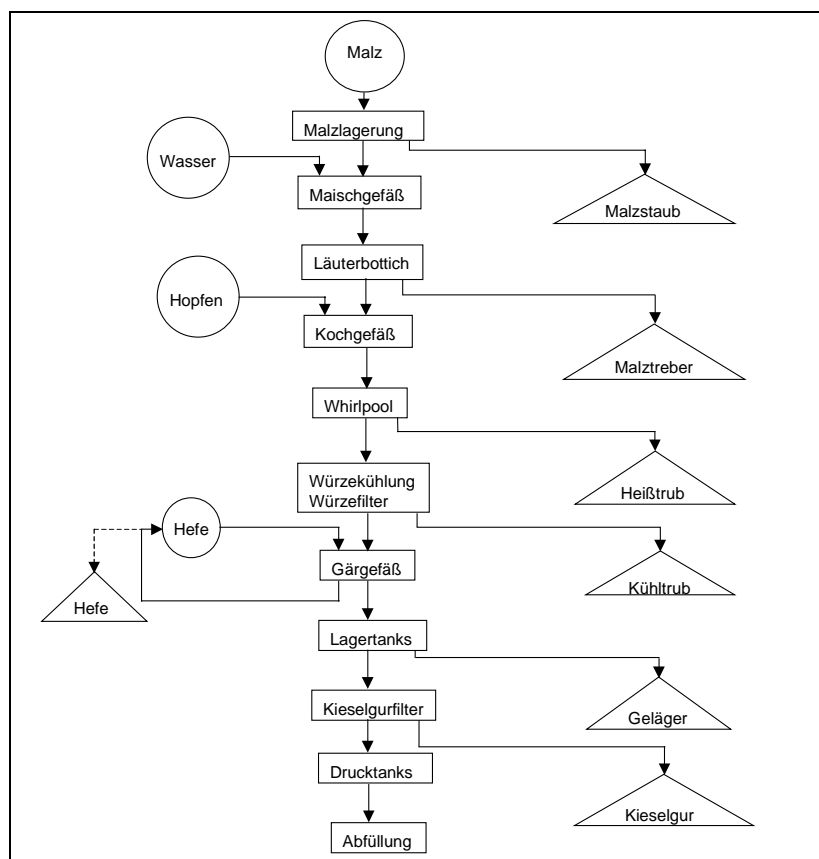
### **3.2 Biogene Gewerbeabfälle aus Brauereien**

- Malztreber, Malzkeime, Malzstaub
- Hopfentreber
- Hefe und hefeähnliche Abfälle
- Trub und Schlamm aus Brauereien

Bei der Bierherstellung wird durch Beifügung von Hopfen aus Malz und Wasser die Würze gewonnen. Aus der Würze wird anschließend durch Vergärung mit Hefe das

Bier erzeugt. Als biogene Produktionsrückstände fallen dabei Malzstaub, Malz- und Hopfentreber, Heiß- und Kühltrub, Hefe sowie Geläger an. Kennzeichnend für diese Abfälle ist ihr hoher Nährstoffgehalt. In Abb. 3.2-1 sind der Prozess der Bierherstellung sowie die anfallenden Produktionsrückstände in einem vereinfachten Fließschema dargestellt.

Malzstaub fällt bei der Bierherstellung in einer Größe von etwa 0,10 kg/hl Verkaufsbier (VB) an (siehe Tab. 3.2-1). Der anfallende Malzstaub wird je nach Brauerei entweder zusammen mit dem Malztreber entsorgt bzw. verwertet oder dem Malz für einen späteren Brauprozess wieder hinzugefügt. In NRW würden bei ca. 29 Mio. hl erzeugtem Bier demnach ca. 2.900 Mg Malzstaub anfallen. Aufgrund dieser geringen Menge, die sich durch den Wiedereinsatz des Malzstaubes weiter verringert, wurde Malzstaub in den folgenden Mengenhochrechnungen nicht weiter berücksichtigt.



**Abb. 3.2-1:** Vereinfachtes Fließschema der Bierherstellung in Anlehnung an TSCHEUSCHNER [1996]

Malztreber fällt in einer Größenordnung von etwa 19 kg/hl Verkaufsbier an. Hopfentreber entsteht heutzutage nur noch in sehr wenigen Brauereien, die statt Hopfenextrakt oder -pulver Hopfendolden verwenden. Heiß- und Kühltrub fällt etwa in einer Menge

von 2 kg/hl VB an. Die Trubstoffe werden je nach Brauerei entweder zum Malztreber gegeben oder über die Abfallart „Trub und Schlamm“ entsorgt. Das Hefeaufkommen liegt in einer Größenordnung von etwa 1 kg/hl VB. Zur Entsorgung bzw. Verwertung kommt aber i. d. R. nur die Überschusshefe. Geläger fällt in den Lagertanks in einer Größe von ca. 0,8 kg/hl VB an. Geläger hat eine ähnliche Stoffzusammensetzung wie die Überschusshefe, es besteht überwiegend aus Hefen und zum Teil aus Trubstoffen. Aus diesem Grund erfolgt die Entsorgung von Geläger im Allgemeinen gemeinsam mit der Hefe. Von einigen Brauereien wird Geläger auch gemeinsam mit dem Trub und dem Schlamm entsorgt.

Tab. 3.2-1 zeigt die in Abhängigkeit vom Ausgangsprodukt anfallenden Mengen an biogenen Abfällen bei der Bierherstellung.

**Tab. 3.2-1:** Spezifisches Mengenaufkommen biogener Abfälle der Bierherstellung

Abfall	Abfallmengen - Kennzahlen [kg/hl VB] <sup>1</sup>	
	BÖHM et al. [1985]	DEUTSCHER BRAUER-BUND e. V. [2001]
Malzstaub	0,12	0,10
Malz- und Hopfentreber	18,86	19,20
Heißtrub	1,42	1,80
Kühltrub	0,22	0,50
Anstellhefe, Überschuss- und Gelägerhefen	2,64	2,40
- Hefe	1,32 <sup>2</sup>	
- Geläger	0,79 <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> VB: Verkaufsbier

<sup>2</sup> KOBALD und HOLLEY [1990]

Beim spezifischen Mengenaufkommen der Abfälle aus Tab. 3.2-1 ist zu berücksichtigen, dass dieses in Abhängigkeit von der eingesetzten Verfahrenstechnik und je nach gebrauter Biersorte stark variieren kann. So ist z. B. die spezifische Höhe des Aufkommens an Malztreber abhängig vom Trockensubstanzgehalt und dem Stammwürzegehalt des Bieres. Der Stammwürzegehalt beschreibt die Menge der aus dem Malz gelösten Stoffe in der unvergorenen Würze, d. h. je größer der Malzeinsatz ist desto höher ist die Stammwürze. Beim Brauen von Schankbier mit einer Stammwürze von 7 bis 8 % fällt also weniger Malztreber an als bei Vollbieren mit einer Stammwürze von 11 bis 14 %.

Ein Vergleich der Mengenangaben einiger Brauereien in Nordrhein-Westfalen ergab, dass es je nach Brauerei starke Unterschiede beim spezifischem Anfall der Produktionsrückstände gibt (Tab. 3.2-2). Aber auch selbst innerhalb einzelner Brauereien schwanken die spezifischen Rückstands-Kennzahlen je nach Betriebsjahr. Bei den Kennzahlen in Tab. 3.2-2 ist zu beachten, dass keine Informationen über die TS-Gehalte sowie die Zusammensetzung der Abfallarten vorliegen. So würde z. B. eine Vorentwässerung der Abfälle das spezifische Aufkommen stark verändern. Eine Verifizierung der Kennzahlen aus Tab. 3.2-1 mit den Kennzahlen aus den Daten einzelner Betriebe der Tab. 3.2-2 ist aus diesem Grunde nicht sinnvoll. Auch eine Umfrage des DEUTSCHEN BRAUER-BUNDES 2000 bei einigen großen Brauereien in Deutschland ergab eine ähnlich große Schwankungsbreite; so lag der spezifische Treber-Anfall bei 12,6 bis 23,1 kg/hl VB und der Hefe-Anfall zwischen 0,27 und 4,1 kg/hl VB [2001]. 1993 wurden in NRW 30.006.000 hl Bier produziert. Mit Hilfe der Bruttoabfallmenge von 1993 von 527.303 Mg Malz- und Hopfentreber (siehe Tab. 2.2-1) lässt sich daraus ein spezifisches Aufkommen von 17,57 kg/hl VB berechnen.

**Tab. 3.2-2:** Mengenaufkommen biogener Abfälle einiger Brauereien in Nordrhein-Westfalen

Brauerei	Jahr	Produktion [hl]	Hefe und hefeähnliche Rückstände [Mg]	berechnete Kennzahl [kg/hl]	Treber [Mg]	berechnete Kennzahl [kg/hl]
Brauerei Schlösser <sup>1</sup>	1997	626.849	1.989	3,17	11.908	19,00
	1998	607.561	1.073	1,77	10.500	17,28
	1999	633.836	913	1,44	9.856	15,55
Dortmunder Union-Ritter <sup>1</sup>	1997	1.509.486	445	0,29	25.975	17,21
	1998	1.883.414	661	0,35	26.110	13,86
	1999	1.786.026	690	0,39	23.713	13,28
Brauerei Iserlohn <sup>1</sup>	1997	204.008	102,4	0,50	3.644	17,86
	1998	192.349	111,1	0,58	3.217	16,72
	1999	223.956	87,7	0,39	3.867	17,27
Kölner Verbund <sup>1</sup>	1997	793.862	164	0,21	9.124	11,49
	1998	821.554	192	0,23	9.724	11,84
	1999	734.680	1.555	2,12	10.091	13,74
Anonym	1993	330.000	432	1,31	6.043	18,31

<sup>1</sup> Umweltbericht 1999, BRAU UND BRUNNEN AG

Die spezifischen Kennzahlen in Tab. 3.2-1 können nach Auskunft des DEUTSCHEN BRAUER-BUNDES e. V [2001] als Durchschnittswerte für alle Brauereien in Deutschland angesehen werden und wurden daher für die Mengenhochrechnung herangezogen. Sie sind allerdings nicht in jedem Fall auf jede einzelne Brauerei übertragbar, was u. a. Auswirkung auf die regionale Verteilung der Abfallmengen haben könnte.

Auf Grundlage der produktionsspezifischen Kennzahlen in Tab. 3.2-1 und der LDS-Produktionsmengenstatistik von 1999 [2001] wurden die punktuell anfallenden biogenen Abfallmengen aus Brauereien in NRW hochgerechnet. Da die statistischen Daten teilweise sowohl auf Landesebene, Bezirksregierungsebene und Kreisebene verschlüsselt angegeben waren, wurden für die standortspezifische Abfallmengenberechnung von allen 44 in der LDS-Statistik berücksichtigten Brauereien mit Hilfe des Verbandes Rheinisch-Westfälischer Brauereien e. V. die Bauereistandorte ermittelt sowie von 24 Brauereien die Produktionsmenge entweder telefonisch oder aus Literaturangaben erhoben, um eine möglichst genaue Mengenzuordnung für die einzelnen Flussgebiete zu gewährleisten.

Das Ergebnis der Hochrechnung der Abfallmengen aus Brauereien ist in Tab. 3.2-3 dargestellt. Es sind jeweils die Mengen der Produktionsrückstände angegeben; auf die nicht immer eindeutige Zuordnung zu den Abfallarten nach LAGA wurde bereits eingegangen. Im Vergleich zur Bruttoabfallmenge von Malz- und Hopfentreber in NRW 1993 (527.303 Mg, vgl. Tab. 2.1-1) ergibt sich dabei eine um ca. 5 – 7 % höhere Menge.

**Tab. 3.2-3:** Mengen an verschiedenen biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Malz- und Hopfentreber [Mg/a]		Heiß- und Kühltrub [Mg/a]		Anstellhefe, Überschuss- u. Gelägerhefe [Mg/a]	
	Variante A	Variante B	Variante A	Variante B	Variante A	Variante B
Ems	5.901	6.007	513	720	826	751
Emscher	63.315	64.456	5.506	7.721	8.863	8.057
Erfte	3.909	3.979	340	477	547	497
Issel	4.006	4.078	348	488	561	510
Lippe	49.454	50.345	4.300	6.031	6.922	6.293
Maas	51.155	52.077	4.448	6.238	7.161	6.510
Rheingraben	84.444	85.966	7.343	10.298	11.820	10.746
Ruhr	178.619	181.839	15.532	21.783	25.003	22.730
Sieg	86.141	87.694	7.491	10.505	12.058	10.962
Weser	27.517	28.013	2.393	3.356	3.852	3.502
Wupper	908	924	79	111	127	116
<b>NRW</b>	<b>555.367</b>	<b>565.379</b>	<b>48.293</b>	<b>67.728</b>	<b>77.740</b>	<b>70.672</b>

Variante A: Hochrechnung in Anlehnung an BÖHM et al. [1985]

Variante B: Hochrechnung in Anlehnung an DEUTSCHER BRAUER-BUND e. V. [2001]

### Gesamtaufkommen

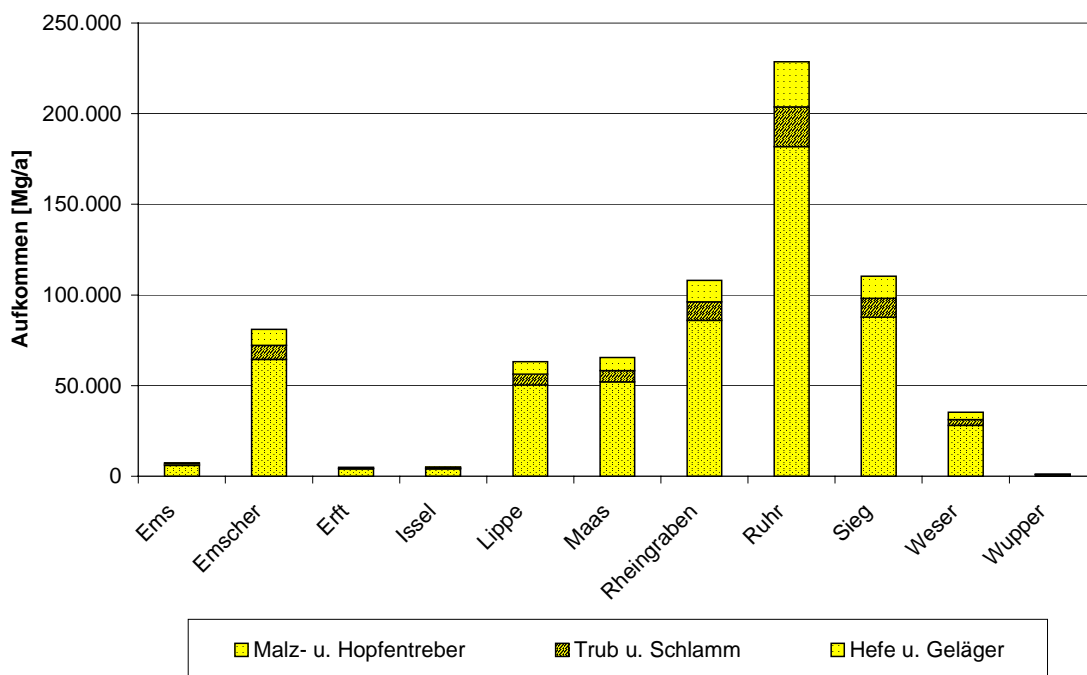
Die Gesamtmenge aller biogener Abfälle ist in Tab. 3.2-4 dargestellt (siehe auch Abb. 3.2-2). Aufgrund der nur geringen Unterschiede der hochgerechneten Gesamtmengen mit den verschiedenen Kennzahlen aus Tab. 3.2-1 ist in Tab. 3.2-4 nur ein Berech-

nungsmodus dargestellt. Im Flussgebiet Ruhr fällt demnach mit ca. 30 % von der NRW-Gesamtmenge die größte Menge an biogenen Abfällen aus Brauereien an.

**Tab. 3.2-4:** Gesamtmengen an biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Gesamtabfälle [Mg/a]
	Variante B
Ems	7.478
Emscher	80.235
Erft	4.953
Issel	5.076
Lippe	62.669
Maas	64.825
Rheingraben	107.010
Ruhr	226.352
Sieg	109.161
Weser	34.870
Wupper	1.151
<b>NRW</b>	<b>703.779</b>

Variante B: Hochrechnung in Anlehnung an DEUTSCHER BRAUER-BUND e. V. [2001]



**Abb. 3.2-2:** Mengen an verschiedenen biogenen Abfällen aus Brauereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen, Variante B)

## **Verwertung**

Die biogenen Abfälle aus Brauereien werden in der Regel über die Verfütterung in der Landwirtschaft verwertet [DEUTSCHER BRAUER-BUND, 2001]. Allerdings stellt sich die Verwertung je nach Brauereigröße und Betriebsstandort sehr differenziert dar. So haben Brauereien mit Standorten in landwirtschaftlichen Gebieten im Allgemeinen weniger Probleme, ihre Produktionsreststoffe über die Landwirtschaft zu verwerten als Brauereien an industriellen Standorten [WEIERGRÄBER, 1994]. Vor allem an letztgenannten Standorten bedienen sich Brauereien bei der Vermarktung ihre biogenen Abfälle z. T. Firmen, die sich auf die Verwertung von Abfällen aus Brauereien spezialisiert haben (z. B. TREMOINS, Dortmund).

Die Treber werden vorrangig frisch aber auch teilweise als Silage-Treber oder Press-Treber für die Verfütterung in der Landwirtschaft verkauft [TREMOINS, 2001]. Die Hefe wird in der Regel nass verfüttert. Eine andere Möglichkeit ist die Alkoholorückgewinnung aus der Hefe, bei der getrocknete Hefe und Industriealkohol entsteht. Die getrocknete Hefe wird als Futtermittel verkauft.

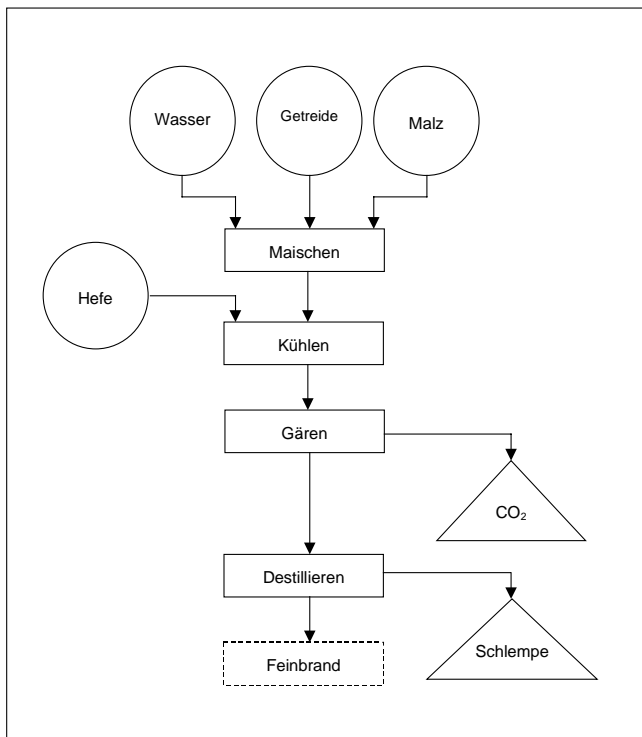
Da die Brauereien ihre biogenen Abfälle fast ausschließlich über die Verfütterung verwerten, ist dieser Verwertungsweg stark abhängig von den Viehbeständen und den Futtermittelpreisen. Zur Zeit liegen die Einkaufspreise für Treber bei ca. 25 DM bis 30 DM pro Mg [TREMUNIS, 2001]. Da die Kosten für Transport und Anwendungsberatung von Trebern auch bei ca. 25,- DM bis 35,- DM pro Mg [WEIERGRÄBER, 1994] liegen, sind Treber bei weiterer Schrumpfung des Marktpotentials für Futtermittel nicht immer wirtschaftlich über die Verfütterung zu verwerten. Im Hinblick auf die stofflichen Eigenschaften biogener Abfälle aus Brauereien könnte die Vergärung zur Biogasgewinnung eine alternative Verwertungsmöglichkeit darstellen.

### **3.3 Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen**

Im folgenden Kapitel werden die ermittelten Mengen an Schlempen dargestellt, die bei der Herstellung von Gärungsalkohol aus Agrarstoffen mehrheitlich anfallen. Der Gärungsalkohol wird mittels Gärung und Destillation aus zucker- oder stärkehaltigen Produkten landwirtschaftlichen Ursprungs hergestellt (siehe Abb. 3.3-1).

Die nach der Destillation zurückbleibende Schlempe weist eine dünnflüssige bis breiige Konsistenz auf. Die Getreide- und Kartoffelschlempe hat TS-Gehalte zwischen 5 % und 7 %, Obstschlempen haben je nach Obstsorte TS-Gehalte von 2 % bis 35 % [ATV-M 772, 1999 und MTE, 1998].





**Abb. 3.3-1:** Vereinfachtes Fließschema der Kornherstellung in Anlehnung an TSCHEUSCHNER [1996]

Tab. 3.3-1 zeigt die in Abhängigkeit vom Ausgangsprodukt anfallenden Mengen an Schlempen pro Hektoliter 100 % vol. reinen Alkohol (A).

**Tab. 3.3-1:** Kennzahlen für anfallende Schlempen nach Rohstoffart in Brennereien

Rohstoffarten	Schlempenmenge [m <sup>3</sup> /hl Alkohol 100 % vol.]		
	[BÖHM et al., 1985]	[ATV-M 772]	[BDK, 2001]
Kartoffeln	1,1 – 1,4	0,5 – 1,0	1,0 – 1,2
Getreide / Korn <sup>1</sup>	1,1 – 1,4	0,79 – 0,97	1,0 – 1,2
Obst	bis zu 2,8	k. A.	k. A.

<sup>1</sup> Unter den Begriff „Korn“ versteht das Monopolrecht die Rohstoffe Weizen, Roggen, Hafer, Gerste und Buchweizen, die in der Regel zur Weiterverarbeitung zu Kornspirituosen destilliert werden.

Die Erzeugung von Gärungsalkohol unterliegt einer Reihe von gesetzlichen Vorschriften, insbesondere dem Branntweinmonopolgesetz (BranntwMonG). Dieses unterscheidet zwischen Monopolbrennereien und Eigenbrennereien. In Eigenbrennereien wird „Trinkalkohol“ für den menschlichen Verzehr erzeugt. In Monopolbrennereien wird ausschließlich Ethanol für technische Zwecke hergestellt. Gemäß des Herkunftsbereiches der LUA - Positivliste wurden in dieser Studie nur die Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen ermittelt, die in Eigenbrennereien anfallen.

Die Eigenbrennereien sind in drei Brennereiklassen untergliedert:

- **landwirtschaftliche Brennereien:**

Hier dürfen nur Kartoffeln und Getreide zur Alkoholerzeugung eingesetzt werden (Ausnahmen regelt § 26 BranntwMonG).

- **Obstbrennereien:**

In Obstbrennereien dürfen nur Beeren, Obst, Wein, Weinhefe, Most, Wurzeln oder Rückstände davon als Rohstoff für die Alkoholerzeugung verwendet werden.

- **gewerbliche Brennereien:**

Alle übrigen Brennereien, die Gärungsalkohol aus Produkten landwirtschaftlichen Ursprungs herstellen.

Des Weiteren werden die Eigenbrennereien auch nach der Rohstoffverarbeitung in fünf Brennereigruppen unterteilt:

- Kartoffelbrennereien
- Kornbrennereien
- Lufthefebrennereien
- Melassebrennereien
- Weinbrennereien.

Für die hier gemäß der Positivliste des Merkblattes (siehe Tab. A-1) zu ermittelnden Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen wurden daher alle landwirtschaftlichen Brennereien, alle Obstbrennereien sowie von den gewerblichen Brennereien, die Kartoffel- und Kornbrennereien, berücksichtigt.

### **Mengen aus Eigenbrennereien**

Als Grundlage für die Ermittlung der Schlempe menge wurden statistische Daten von 1999 zu den produzierten Alkoholmengen (100 % vol. reinen Alkohol), differenziert nach Rohstoffart und regional nach Postleitzahlenregion [BfB, 2001], sowie die Kennzahlen für die pro Alkohol-Produktionsmenge anfallende Schlempe (Tab. 3.3-1) herangezogen. Für die Berechnung der Kartoffel- und Getreideschlempen wurden die Kennzahlen des Bundesverbandes Deutscher Kornbrenner e. V. (BDK) eingesetzt, da nach Auskunft des BDK [2001] die Kennzahlen im ATV Merkblatt M-772 zu niedrig und die Schwankungsbreite nach Böhm et al. [1985] mit 1,0 – 1,4 m<sup>3</sup> Getreide- und Kartoffelschlempen pro hl Alkohol zu groß sind. Die hier eingesetzte BDK-Kennzahl konnte auch von einer im Rahmen der Studie befragten Kornbrennerei bestätigt werden (1,0 bis 1,1 m<sup>3</sup> Getreideschlempe pro hl Alkohol).

Für die Hochrechnung der anfallenden Obstschlempen wurde aufgrund mangelnder Datengrundlage auf die spezifische Schlempe menge nach BÖHM et al. [1985] zurückgegriffen (Tab. 3.3-1). In Tab. 3.3-2 sind beispielhaft die für gesamt NRW erzeugten Alkoholmengen und die zur Alkoholherstellung verwendeten Rohstoffmengen dargestellt.

**Tab. 3.3-2:** Alkoholerzeugung und Menge der verwendeten Rohstoffe [BfB, 2001] sowie mittels Kennzahlen errechnete Schlempe menge in Nordrhein-Westfalen (1999)

Rohstoff	Menge Nordrhein-Westfalen		
	Alkohol [l A] <sup>1</sup>	Rohstoff [kg]	Schlempe [m <sup>3</sup> /a] (berechnet mittels Kennzahl)
Getreide/Korn	13.375.236	36.641.623	133.752 – 160.503
Kartoffeln	2.252.582	20.281.308	22.526 – 27.031
Obst	325	4.340	bis 9,1
<b>Insgesamt</b>	<b>15.628.143</b>	<b>56.927.271</b>	<b>156.287 – 187.543</b>

<sup>1</sup> 100 % vol. reiner Alkohol

Für die Darstellung der Schlempe mengen pro Flussgebiet wurden die Mengen der Statistik den Flussgebieten mit ggf. anteiliger Verteilung zugeordnet. Das Ergebnis dieser Hochrechnung der Schlempe mengen aus Eigenbrennereien ist in Tab. 3.3-3 dargestellt.

**Tab. 3.3-3:** Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen aus Eigenbrennereien (landwirtschaftliche, Obst- und gewerbliche Brennereien) in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

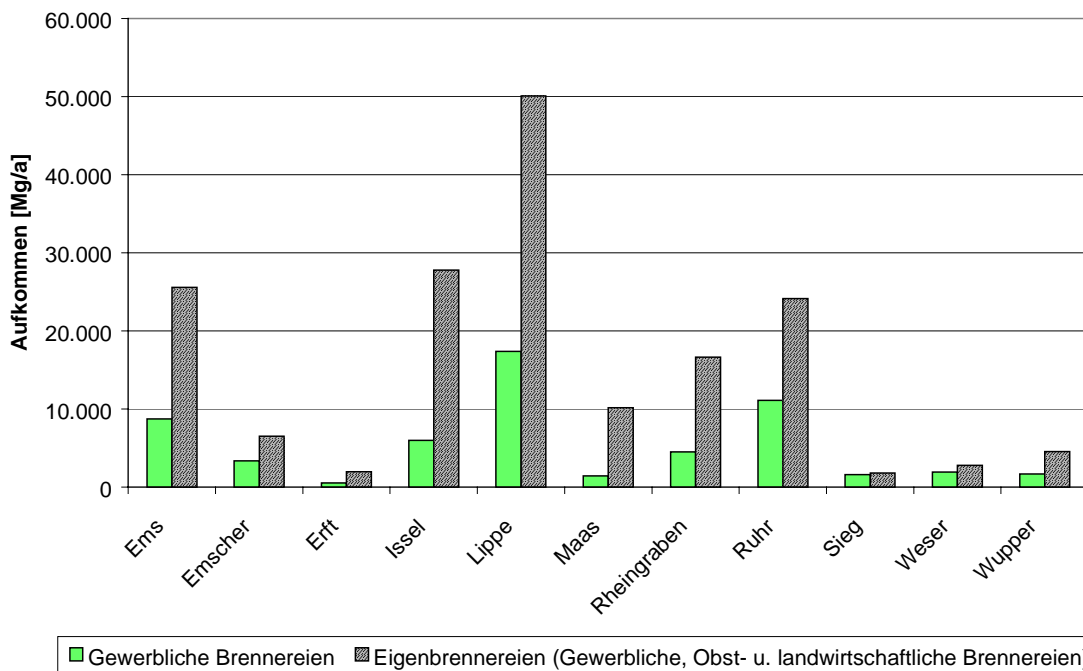
Flussgebiet	Schlempenaufkommen [m <sup>3</sup> /a]		
	Getreide	Kartoffeln	Obst
Ems	21.918 - 26.301	1.331 - 1.597	bis 0,7
Emscher	4.712 - 5.654	1.210 - 1.452	bis 3,8
Erfte	1.573 - 1.888	182 - 219	
Issel	17.384 - 20.861	7.872 - 9.447	
Lippe	42.248 - 50.697	3.265 - 3.918	bis 2,8
Maas	7.150 - 8.580	2.094 - 2.513	
Rheingraben	9.400 - 11.280	5.706 - 6.847	
Ruhr	21.089 - 25.307	865 - 1.037	bis 1,5
Sieg	1.639 - 1.966	0 - 0	
Weser	2.523 - 3.028	0 - 0	bis 0,3
Wupper	4.117 - 4.941	0 - 0	
<b>NRW</b>	<b>133.752 - 160.503</b>	<b>22.526 - 27.031</b>	<b>bis 9,1</b>

Für die Verwertung von Schlemphen aus landwirtschaftlichen Brennereien schreibt der Gesetzgeber vor, dass diese in der Regel verfüttert werden müssen (BranntwMonG). Aus diesem Grund stehen nur geringe Teile der Schlemphenmenge aus Tab. 3.3-3 für eine anderweitige Verwertung zur Verfügung (siehe Ausführungen zur Verwertung). Aus diesem Grund ist in Tab. 3.3-4 die Schlemphenmenge aus Obst- und gewerblichen Brennereien, für die die Verfütterungsaufgabe nicht gilt, zusätzlich separat dargestellt.

**Tab. 3.3-4:** Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlemphen aus Obst- und gewerblichen Brennereien in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Schlemphenaufkommen [m <sup>3</sup> /a]		
	Getreide	Kartoffeln	Obst
Ems	7.623 - 9.147	306 - 368	bis 0,7
Emscher	2.817 - 3.380	237 - 284	bis 3,8
Erft	454 - 545	-	-
Issel	3.821 - 4.586	1.587 - 1.904	-
Lippe	15.144 - 18.172	651 - 781	bis 2,8
Maas	1.274 - 1.529	-	-
Rheingraben	2.978 - 3.573	1.118 - 1.341	-
Ruhr	9.903 - 11.884	169 - 203	bis 1,5
Sieg	1.430 - 1.716	-	-
Weser	1.731 - 2.077	-	bis 0,3
Wupper	1.533 - 1.839	-	-
<b>NRW</b>	<b>48.707 - 58.448</b>	<b>4.068 - 4.881</b>	<b>bis 9,1</b>

Demnach fallen in NRW jährlich insgesamt etwa 156.000 bis 188.000 m<sup>3</sup> Obst-, Getreide- und Kartoffelschlemphen an, von denen derzeit ca. 53.000 bis 63.000 m<sup>3</sup> zumindest theoretisch für eine andere Verwertung als die Verfütterung zur Verfügung stünden. In Abb. 3.3-2 sind diese Mengen zur besseren Übersicht gewässerbezogen gegenübergestellt, wobei jeweils die Mittelwerte der Wertespannen der hochgerechneten Mengen aus Tab. 3.3-3 und 3.3-4 dargestellt sind. Der Wegfall des Branntweinmonopols Ende 2001 wird voraussichtlich sowohl Veränderungen bei den Produktionsmengen als auch den betrieblichen Strukturen und damit auch bei der Verwertung nach sich ziehen.



**Abb. 3.3-2:** Mengen von Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Hochrechnung mittels Kennzahlen)

### Verwertung

Getreide- und Kartoffelschlempen aus Eigenbrennereien sind in agrarpolitischer und ernährungswirtschaftlicher Hinsicht von großer Bedeutung [BfB, 2001]. Sie werden daher überwiegend verfüttert, wobei landwirtschaftliche Brennereien nach dem BranntwMonG sogar i. d. R. dazu verpflichtet sind. Die Verpflichtung zur Schlempeverwertung entfällt, wenn in der Brennerei überwiegend selbstgewonnene Rohstoffe verarbeitet werden. Nach Auskunft des Bundesverbandes der Deutschen Kornbrenner e. V. [2001] ist zur Zeit auch für gewerbliche Getreide- und Kartoffelbrennereien die Verwertung über die Verfütterung immer noch die Regel. Die Schlempe werden dabei arbeitstäglich heiß (85°C) zu den Landwirten transportiert und anschließend warm verfüttert.

Die Verwertung als Futtermittel beinhaltet neben der Abhängigkeit vom Viehbestand in der Region weitere Aspekte, die über alternative Verwertungsmöglichkeiten nachdenken lassen. So können einige landwirtschaftliche Betriebe aufgrund der veränderten Infrastruktur und der neuen Haltungsformen mit computerunterstützter Fütterung die Schlempe schon allein technisch nicht mehr als Futtermittel einsetzen. Zum anderen entstehen gerade im Bereich der Rinderhaltung häufig Absatzengpässe im Sommer, da viele Landwirte den Futtermittelbedarf durch Weidehaltung minimieren. Aber auch

die schon erwähnten Tierseuchen, wie z. B. die Maul- und Klauenseuche, können den Absatzmarkt kurzfristig für eine Region völlig zum Erliegen bringen.

Obstschlempen, die in NRW aber nur in sehr geringer Menge anfallen, eignen sich dagegen aufgrund des niedrigen Eiweiß- und hohen Fruchtsäuregehaltes nicht für die Verfütterung [KOBALD, M. u. HOLLEY, W., 1990].

Bei Schlempen, die nicht landwirtschaftlich verwertet werden können, bieten sich folgende Verwertungsmöglichkeiten an [ATV-M 772, 1999]:

- Vergärung in Biogasanlagen mit anschließender landwirtschaftlicher Verwertung
- Co-Vergärung in Gülle-Biogasanlagen mit anschließender landwirtschaftlicher Verwertung
- Co-Vergärung in kommunalen Faulbehältern mit anschließender landwirtschaftlicher Verwertung
- Ableitung in die Kanalisation und Behandlung in Kläranlagen (nur in Ausnahmefällen)

Nach dem Merkblatt ATV-M 772 [1999] wird bei kleinen Schlempemengen heute vorrangig das Ziel der Sammlung verfolgt, um diese anschließend in kommunalen Kläranlagen gezielt als Kohlenstoffquelle zur Denitrifikation und zur Co-Fermentation in Faulbehältern einzusetzen.

### **3.4 Überlagerte Nahrungsmittel**

Überlagerte Nahrungsabfälle fallen in den unterschiedlichsten Branchen und Betrieben an und stellen somit eine sehr heterogene Abfallgruppe dar. Es handelt sich dabei i. d. R. um Retouren und überlagerte Waren sowie sonstige nicht absetzbare Produkte, die vor allem im Handel oder auch bei der Herstellung anfallen. Auch Fehlchargen werden häufig dieser Abfallart zugerechnet. Im Hinblick auf die Abfall-Zuordnung sind auch Überschneidungen mit anderen Abfallarten, wie z. B. Rückstände aus der Konservenherstellung, nicht auszuschließen.

Überlagerte Nahrungsmittel, die in Markthallen oder auf sonstigen Großmärkten anfallen werden teilweise auch als Marktabfälle (EAK 20 30 02) entsorgt bzw. verwertet.

Überlagerte Nahrungsmittel aus dem Lebensmitteleinzelhandel beinhalten zumeist auch überlagerte Genussmittel, da eine getrennte Sammlung in der Regel nicht prakti-

kabel ist. Verdorbenes Obst und Gemüse aus dem Lebensmitteleinzelhandel wird je nach Betrieb entweder gemeinsam mit verpackten überlagerten Lebensmitteln oder getrennt als Bioabfall entsorgt. Nicht verkaufte Frischwaren wie Brot und Milch werden häufig von den Herstellern als Retouren wieder zurückgenommen. Eine einheitliche Entsorgungspraxis kann aber weder für den Lebensmitteleinzelhandel noch für größere Filialketten angegeben werden.

Bei den überlagerten Nahrungsmitteln aus der Backwarenherstellung sind i. d. R. zwei Gruppen von Betrieben zu unterscheiden. Die Frischwarenhersteller, meist Bäckereien, die über eigene Filialketten ihre Waren vertreiben, und Hersteller von länger haltbaren Produkten, deren Waren meist über Handelsketten vertrieben werden. Überlagerte Nahrungsmittel fallen bei den Frischwaren in wesentlich höherem Ausmaß an, als bei den länger haltbaren Produkten. Nach Befragungen von Bäckereien und Backwarenherstellern von GALLENKEMPER und EWERS [1995] besteht der größte Teil der überlagerten Nahrungsmitteln aus Restbrot, das aus Frischdienst-Retouren stammt. Das Restbrot wurde von den meisten Betrieben über die Verfütterung verwertet; in einigen Fällen wurde es zunächst als 2. Wahl-Ware angeboten. Andere Produkte an überlagerten Backwaren und Fehlchargen wurden innerbetrieblich weiterverwertet und dem Produktionsprozess erneut zugeführt.

Überlagerte Nahrungsmittel aus der milchverarbeitenden Industrie fallen überwiegend als Retouren von Frischmilch an. Diese werden i. d. R. verfüttert.

Aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen und der Konservenherstellung fallen diese Abfälle spezifisch je nach Produkt, Rohstoff und Absatzmarkt an. In der Regel dürfte es sich bei dem überwiegendem Teil der überlagerten Nahrungsmitteln um nicht abgesetzte Produkte oder Fehlchargen handeln. Die bei der Deklaration nicht auszuschließende Überschneidung mit der Abfallart "Rückstände aus der Konservenherstellung" wurde bereits angesprochen.

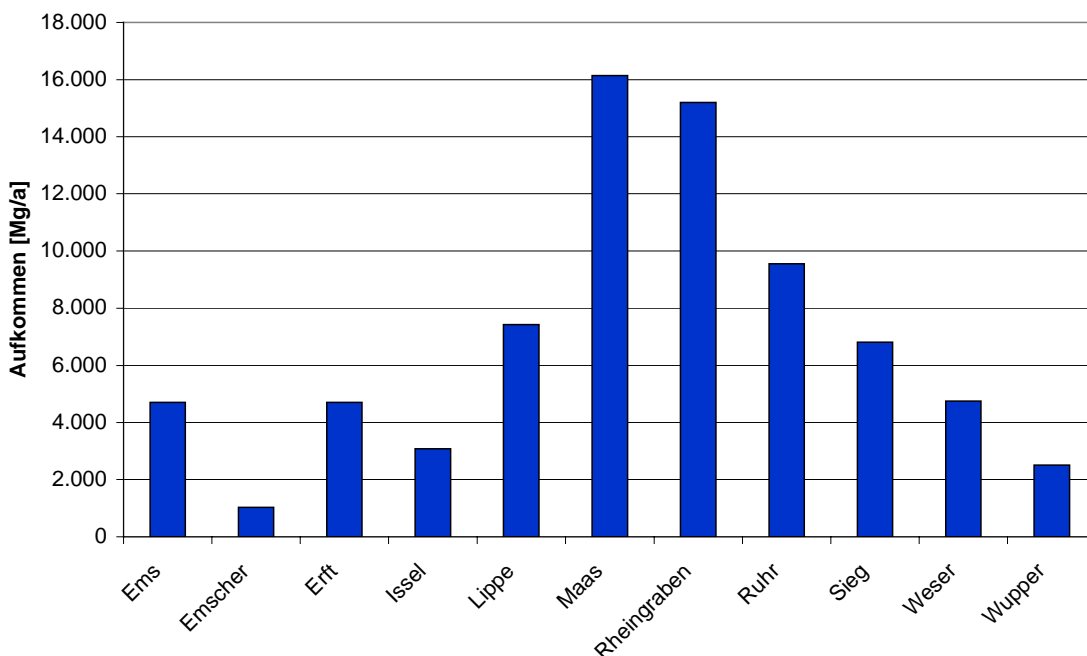
Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Branchen und Betrieben, in denen überlagerte Nahrungsmittel anfallen, lässt sich eine Mengenhochrechnung an Hand von branchenspezifischen Kennzahlen aufgrund der Bandbreite nicht vornehmen. Die Mengen müssten im Einzelnen erhoben werden, was im Rahmen der Studie nicht möglich war. Zur Orientierung wurden daher an dieser Stelle die Bruttoabfallmengen von 1993 [LDS, 2001; AAV, 1996] in Tab. 3.4-1 und Abb. 3.4-1 gewässerbezogen dargestellt.

**Tab. 3.4-1:** Bruttoabfallmenge an überlagerten Nahrungsmitteln in NRW (1993), gewässerbezogen dargestellt [LDS, 2001; AAV, 1996].

Flussgebiet	Aufkommen NRW [Mg/a]	
	Überlagerte Nahrungsmittel	
	LDS [2001]*	AAV [1996]
Ems	815	4.704
Emscher	311	1.028
Erft	116	4.702
Issel	191	3.081
Lippe	4.372	7.422
Maas	2.204	16.139
Rheingraben	4.424	15.192
Ruhr	5.502	9.547
Sieg	98	6.816
Weser	28	4.754
Wupper	1.150	2.504
<b>NRW</b>	<b>19.211</b>	<b>75.888</b>

\*LDS-Statistik berücksichtigt produzierendes Gewerbe (Betriebe > 20 Mitarbeiter) und Krankenhäuser

Beim Vergleich der beiden Gesamtmengen wird der Unterschied in der Datengrundlage der beiden Erhebungen deutlich. So ist bei den Angaben des AAV u. a. auch der Handel als Wirtschaftszweig enthalten.



**Abb. 3.4-1:** Bruttoabfallmenge an überlagerten Nahrungsmitteln in NRW (1993) [AAV, 1996], gewässerbezogen dargestellt



## Verwertung

Überlagerte Nahrungsabfälle werden z. T. getrennt, teilweise aber auch gemeinsam mit anderen Abfällen erfasst und entsorgt oder vom Hersteller zurückgenommen (s. o.). Die Verwertung erfolgt überwiegend über die Verfütterung. Produzierende Betriebe geben ihre Abfälle in der Regel direkt und zumeist kostenlos an die landwirtschaftlichen Betriebe ab. Nur teilweise ist eine Rückführung in den Produktionsprozess möglich. Der Lebensmitteleinzelhandel entsorgt seine Abfälle in der Regel über Entsorgungsbetriebe; die Abfälle werden anschließend oft gemeinsam mit Speiseabfällen hygienisiert und als Futter an Schweinemastbetriebe verkauft. Retouren und überlagerte Waren werden häufig in verpacktem Zustand angeliefert und müssen vor einer Verwertung oder Aufbereitung noch entpackt werden.

In größeren Städten haben sich z. T. Vereine etabliert, die überschüssige und nach weiterer Lagerung nicht mehr für den Verkauf geeignete Lebensmittel u. a. aus Bäckereien und Lebensmittelgeschäften abholen und an Bedürftige weitergeben, so dass diese Produkte gar nicht erst als Abfall anfallen.

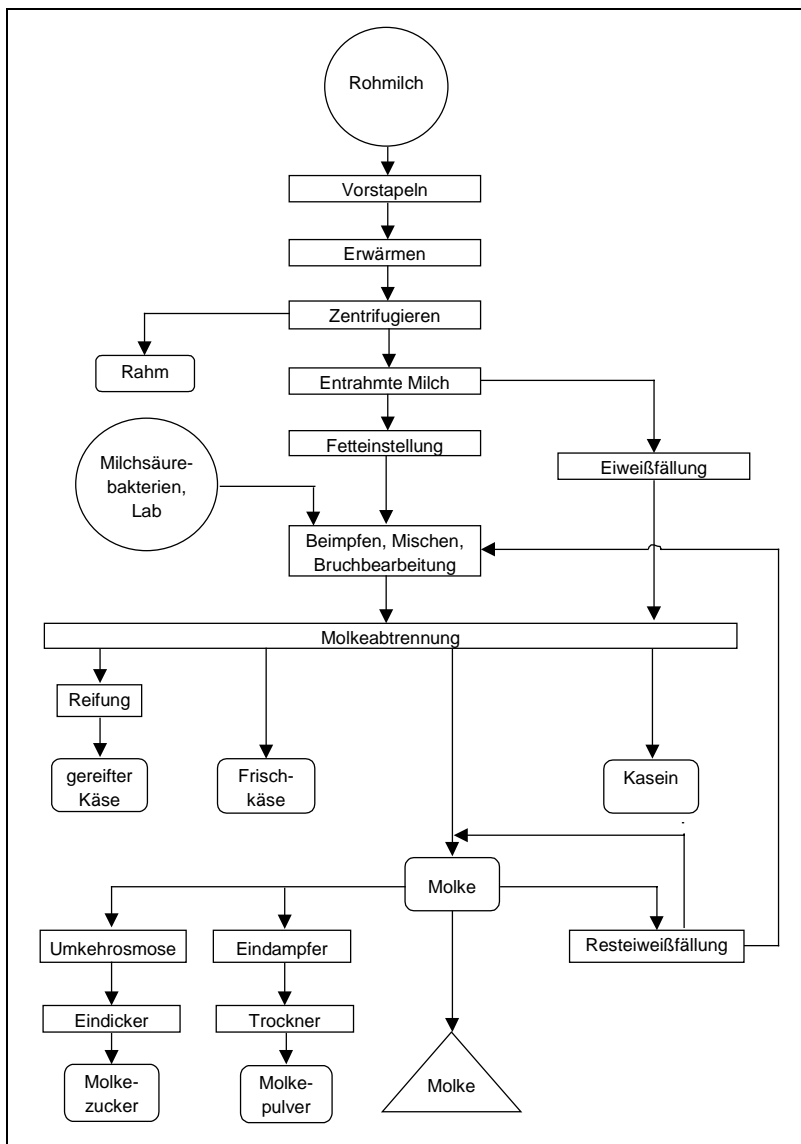
## 3.5 Molke

Nach KOBALD und HOLLEY [1990] ist Molke der bedeutendste Reststoff aus der Milchverarbeitung, der als Koppelprodukt bei der Herstellung von Käse und Kasein anfällt (siehe Abb. 3.5-1).

Sie enthält einen Trockenmasse-Gehalt von etwa 6 %. Nach CHIEMEL et al. [1993] fallen bei der Käseherstellung im Durchschnitt ca. 9 kg Molke pro kg Käse an, wobei dieser Anteil je nach Käsesorte (Einteilung nach dem Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse) sehr unterschiedlich ausfallen kann (siehe Tab. 3.5-1).

Die wichtigsten Gruppen der Käsesorten eingeteilt nach der Konsistenz bzw. dem Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse sind [BELITZ, GROSCH, 1985]:

- Reibkäse (< 47 % WG),
- Hartkäse (< 56 % WG),
- Schnittkäse (54 – 63 % WG),
- Halbfester Schnittkäse (61 – 69 % WG),
- Weichkäse (67 – 76 %) und
- Frischkäse (73 – 87 % WG).



**Abb. 3.5-1:** Vereinfachtes Fließschema der Käseherstellung nach KOBALD und HOLLEY [1990], STEHLE [1997] und TSCHUSCHNER [1996], ergänzt

**Tab. 3.5-1:** Molkeanfall bei der Herstellung von Käse bzw. Kasein [TEUBER, M., 1981]

Produkt	kg Molke kg Käse/Casein
Hartkäse	11,3
Schnittkäse	9,7
Weichkäse	7,5
Friskäse	4,0
Kasein	30,0

Eine Befragung einer Molkerei ergab einen ähnlichen Molkeanfall bei der Herstellung von Friskäse von ca. 3,25 kg Molke/kg Käse [GALLENKEMPER und EWERS, 1995].

Auf Basis der Kennzahlen aus Tab. 3.5-1 und den Produktionsdaten für Käse von 1999 [LDS–Produktionsstatistik 1999, 2001] wurden die in Tab. 3.5-2 aufgeführten Molkemengen errechnet. Dabei ist zu berücksichtigen dass, in den Produktionsdaten für Käse von 1999 der LDS–Produktionsstatistik 1999 [2001] nicht zwischen Hart-, Schnitt- und Weichkäse unterschieden wird. Nach Angaben der LANDESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V. [2001] wurde 1999 in NRW kein Hartkäse produziert. Aus diesem Grund wurde das Molkeaufkommen aus der Schnitt- und Weichkäseproduktion mit einem Mittelwert der Kennzahlen aus Tab. 3.5-1 errechnet.

Da Molke punktuell anfällt, wurden für die regionale Mengendarstellung die Mengen der LDS–Produktionsstatistik 1999 [2001] mit Hilfe der Molkerei- und Käsereistandortsangaben der LANDESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V. [2001] den entsprechenden Flussgebieten mit ggf. anteiliger Verteilung zugeordnet. Im Flussgebiet Rheingraben besteht demnach das größte Molkeaufkommen.

Molke wird als Nebenprodukt der Regel zu ca. 80 % weiterverarbeitet (s. u.) [KOBALD et al., 1990], so dass als Abfall nur ca. 20 % des Aufkommens anfallen. Diese rechnerisch ermittelte Abfallmenge ist ebenfalls in Tab. 3.5-2 ausgewiesen. Abb. 3.5-2 zeigt die errechneten Mengen aus Tab. 3.5-2 pro Flussgebiet.

**Tab. 3.5-2:** Molkeaufkommen in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

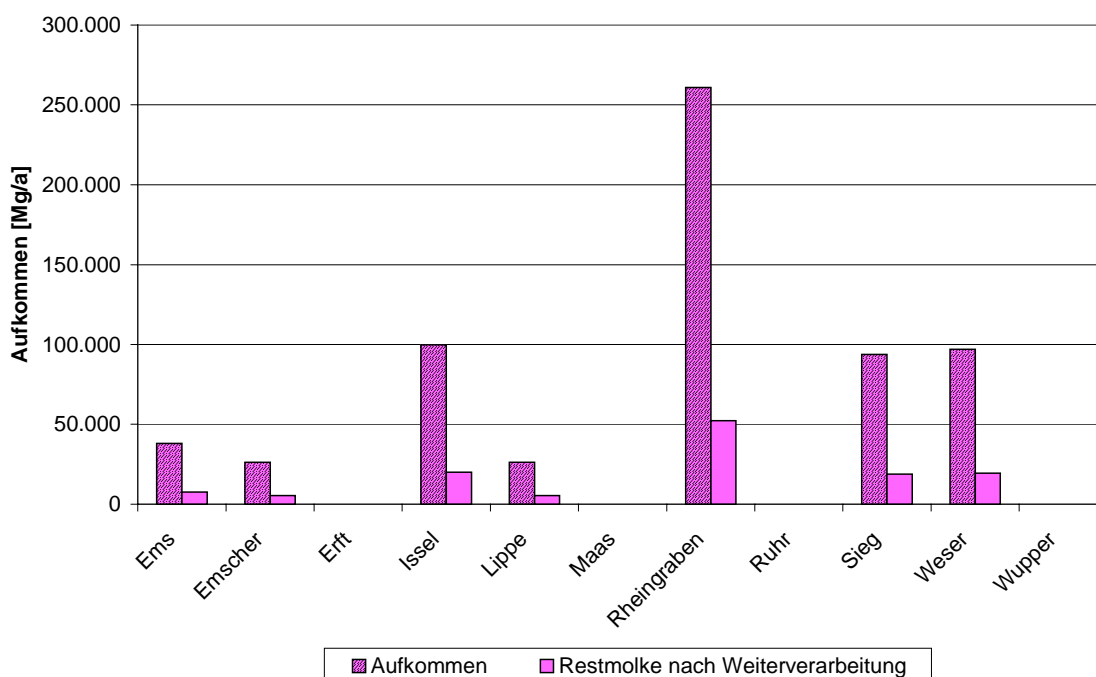
Flussgebiet	Aufkommen [Mg/a]	Restmenge <sup>1</sup> [Mg/a]
Ems	37.979	7.596
Emscher	26.236	5.247
Erfte	-	
Issel	99.709	19.942
Lippe	26.236	5.247
Maas	-	
Rheingraben	260.907	52.181
Ruhr	-	
Sieg	93.717	18.743
Weser	96.958	19.392
Wupper	-	
<b>NRW</b>	<b>641.742</b>	<b>128.348</b>

<sup>1</sup> Restmolkemenge bei einer angenommenen 80 %-igen Verwertung durch Weiterverarbeitung

Der hier angesetzte Abfall-Anteil lässt sich auch bei der Berechnung des bundesweiten Molkeaufkommens und dem Vergleich mit den Abfallmengen ermitteln. Nach ZMP [1998] wurden 1993 in Deutschland:

- 676.000 Mg Hart-, Schnitt- und Weichkäse- sowie Sauermilchkäseprodukte,
- 660.600 Mg Frischkäse und
- 27.900 Mg Sauermilchquark erzeugt.

Mit den Kennzahlen aus Tab. 3.5-1 errechnet sich somit ein Molkeaufkommen von ca. 9 Mio. Mg. Als Abfall fielen in diesem Jahr aber nur 2.126.753 Mg Molke an [STATISTISCHES BUNDESAMT, 1996]. Demnach wurden ca. 76 % der insgesamt anfallenden Molke verwertet bzw. weiterverarbeitet.



**Abb. 3.5-2:** Molkeaufkommen in NRW (1999), gewässerbezogen darstellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

In Nordrhein-Westfalen würden demnach höchstens etwa 130.000 Mg/a für eine anderweitige Verwertung wie z. B. die Vergärung zur Verfügung stehen. Die für 1993 vom AAV erhobene Molkemenge lag mit 62.204 Mg (siehe Tab. 2.1-1) deutlich niedriger. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich z. B. die Schnitt- und Weichkäseproduktion in NRW von 15.773 Mg in 1990 auf 37.756 Mg in 1999 mehr als verdoppelt hat [LANDESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V. März 2001].

## **Verwertung**

Molke ist nach Auffassung der LANDESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V. [2001] nicht als Abfall, sondern als ein im selben Produktionsprozess miterzeugtes Nebenprodukt, einem sogenanntem Koppelprodukt (s. o.) anzusehen, das weiterverarbeitet und in Abhängigkeit vom Absatzmarkt gewinnbringend veräußert werden kann. Möglichkeiten der Molkenverarbeitung sind z. B.:

- Eindampfen und Sprühtrocknen: Verwendung als Futtermittel, Schmelzkäsezusatz, Bademittelzusatz oder zur Hefegewinnung
- Abtrennen der Molkeproteine (z. B. durch Ultrafiltration): Rückführung zur Käseherstellung, um Ausbeute zu steigern
- Lactosegewinnung
- Fermentation der Molke zu z. B. Milchsäure oder Ascorbinsäure usw.

Die Verwertung der flüssigen Molke in der Landwirtschaft als Futtermittel ist nur bei entsprechenden Absatzmöglichkeiten für Molkereien und Käsereien wirtschaftlich interessant. Die für eine anderweitige Verwertung z. B. in Form einer Vergärung zur Verfügung stehende Molke ist stark abhängig vom Marktpotential der Molkenprodukte und den technischen Weiterentwicklungen der Molkenverarbeitungen.

### **3.6 Inhalte von Fettabscheidern**

Bei den Inhalten aus Fettabscheidern handelt es sich um Abfälle aus der Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs, welche z. B. in Schlachtbetrieben, handwerklichen Fleischereien sowie Kantinen und Verpflegungseinrichtungen, unvermischt mit sonstigen Abwässern anfallen. Die Abfälle bestehen in der Regel aus tierischen und pflanzlichen Fetten und Ölen, Sinkstoffen (Schlamm) und Wasser. Bei Schlachtbetrieben können auch Haare, Fleischreste, Knochen, Magen- und Darminhalte usw. in Fettabscheiderinhalten vorkommen [BABIK, 1992]. Fettabscheiderinhalte aus Schlachtbetrieben unterscheiden sich deutlich durch eine andere Zusammensetzung von Fettabscheiderinhalten anderer Herkunftsbereiche (siehe Tab. 3.6-1).

Aber nicht nur die Herkunft, sondern in starkem Maße auch die Art der Abscheideranlage beeinflussen die Zusammensetzung und Menge der zu entsorgenden Rückstände. Bei den Fettabscheidern muss zwischen drei unterschiedlichen Anlagentypen unterschieden werden:

**Schwerkraftabscheider nach DIN 4040** trennen ausschließlich nach dem Prinzip der Schwerkrafttrennung. Sie können daher nur freie Öle und Fette zurückhalten. Gelöste oder emulgierte Öle und Fette können ungehindert in die Kanalisation gelangen. Schwerkraftabscheider nach DIN 4040 bestehen aus einem Schlammfang, einem Fettabscheider und einem Probeentnahmeschacht.

**Frischfettabscheider** fassen im Gegensatz zu den Fettabscheidern nach DIN 4040 die Funktion „Rückhaltung von Sinkstoffen“ und „Rückhaltung von Leichtstoffen“ in einem Bauteil zusammen. Beide Fraktionen können getrennt und ohne Betriebsunterbrechung in Fett- und Schlammammelbehältern gesammelt werden. Für den Abtransport sind keine Saugwagen mehr erforderlich. Obwohl für die meisten Fettabscheiderbetreiber die Frischfettabscheider technisch und ökonomisch sinnvoller sind als die Fettabscheider nach DIN 4040, haben diese bislang nur eine sehr geringe Verbreitung gefunden. Nach ATV [1998] sind von den in der Bundesrepublik Deutschland installierten Fettabscheidern nur ca. 1 % Frischfettabscheider. Ein Grund dafür sind die höheren Anschaffungskosten.

**Flotationsanlagen** können feinemulgierte Fette, Schwebstoffe, kolloidal gelöste Eiweißstoffe sowie Stärke, soweit sie hydrophobes Verhalten haben bzw. hydrophobiert werden können, durch Anlagerung von Mikroblasen abtrennen. Bei der Behandlung von Abwässern aus Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben stellen Flotationsverfahren heute den Stand der Technik dar [KERSTING et al., 1995].

Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit und Mengen der Fettabscheider-Rückstände sowie der punktuellen Entstehung von Abfällen aus Schlachtbetrieben werden im Hinblick auf die Datenermittlung die Fettabscheider-Inhalte aus herkömmlichen Fettabscheidern und aus Schlachtbetrieben getrennt betrachtet.

**Tab. 3.6-1:** Analysenwerte von Rückständen aus Fettabscheidern [ATV, 1998]

Parameter	Maßeinheit	Fettabscheider- rückstände allgemein, nicht entwässert			Fettabscheider- rückstände allgemein, entwässert			Fettabscheider- rückstände aus Schlachtbetrieben			Flotate aus Schlachtbetrieben		
		min.	mittel	max.	min.	mittel	max.	min.	mittel	max.	min.	mittel	max.
TR	%	6	10	33		47		20	40	75	5	20	24
oTR	% d. TR	25	90	98		59			96		83	95	98
org. Säuren (C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> )	mg/l	1.000	2.500	3.800		1			7.620		1.600	2.500	3.330
CSB	mg/l	16.300	65.000	170.000					750.000		95.000	350.000	493.000
abfiltr. Stoffe	mg/l	10.200	85.000	390.000									
lipophile Stoffe	mg/l	7.800	30.000	103.000									
BSB <sub>5</sub>	mg/l	8.200	40.000	118.000									
AOX	mg/l	0,1	0,3	0,7									
Sulfid	mg/l	0,2	1,5	3,0									
Chlorid	mg/l	270	1.000	1.800									
N <sub>Ges.</sub>	mg/l	700	1.000	3.100					4.180		2.050	2.300	2.490
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	20	80	100					700		200	300	400
PO <sub>4</sub> -P	mg/l								14.000			4.600	
P <sub>Ges.</sub>	mg/l		900									9.000	
pH	-	2,0	5,0	5,8		5,3						5,3	
Temperatur	°C	15,0	20,0	26,0									
Blei	mg/kg TR		5,5			12,4							
Cadmium	mg/kg TR		0,4			0,6							
Chrom	mg/kg TR		19,0			15,2							
Kupfer	mg/kg TR		21,0			28,1							
Nickel	mg/kg TR		11,0			4,9							
Quecksilber	mg/kg TR		< 0,1			< 0,1							
Zink	mg/kg TR		249,0			299,1							
AOX	mg/kg TR		135,0			116,3							
PCB	mg/kg TR		< 0,1			< 0,1							
Sand	%								20				
Fleischabfälle	%								15				
freies Fett	%								15				
Rohprotein	g/kg	1,6	2,0	20,0							200,0	375,0	548,0
Rohfett	g/kg	30	100	280							177,0	300,0	440
Kalium	g/kg	30	50	70								0,5	
Calcium	g/kg	30	50	70								6,0	
Natrium	g/kg	30	50	70								2,5	
Magnesium	g/kg	30	50	70								0,6	
Methanausbeute	l Gas/kg oTR <sub>zu</sub>	600	750	870					710		650	673	695
Abbaubarkeit	%								96	98	100	96	98
Abbaurate	1/d								0,137	0,193	0,249	0,114	0,168
												0,222	

### Mengen aus Fettabscheidern nach DIN 4040

Die Mengen aus Fettabscheidern nach DIN 4040 wurden als flächig anfallende Abfälle über eine einwohnerbezogene Hochrechnung ermittelt. Hierbei wurden als wesentliche Kennzahlen die Anzahl der installierten Fettabscheider pro Stadt oder Gemeinde, die Durchschnittsgröße der Fettabscheider sowie das Leerungsintervall herangezogen. Die Kennzahlen für die Hochrechnung wurden der ATV [1998] und KERSTING et al. [1995] entnommen. Zusätzlich zu diesen Literaturangaben wurden die Kenngrößen stichpunktartig durch Abfragen bei einigen Kommunen überprüft.

Bei der Anzahl der Fettabscheider geht die ATV [1998] von im Durchschnitt einem Fettabscheider pro 1.000 Einwohner (EW) aus. KERSTING et al. [1995] geben differenziert nach Einwohnerzahl der Kommunen verschiedene Kennzahlen für die Anzahl installierter Fettabscheider pro 1.000 Einwohner an:

Anzahl der Fettabscheider pro Einwohner

bis 5.000 EW:	1,11
5.001 bis 10.000 EW:	1,02
10.001 bis 20.000 EW:	0,87
20.001 bis 100.000 EW:	0,77
über 100.000 EW:	1,19 <sup>2</sup>

Befragungen bei verschiedenen Städten und Gemeinden zeigen teilweise große Unterschiede zu diesen Literaturangaben (siehe Tab. 3.6-3).

Als zweite Kenngröße zur Mengenerhebung gibt die Durchschnittsgröße der Fettabscheider Auskunft über die durchschnittliche Entleerungsmenge pro Entleerungsintervall. Anfragen bei nordrhein-westfälischen Städten ergaben, dass dort kaum oder keine Informationen über die Nenngrößen der installierten Fettabscheider nach DIN 4040 vorliegen. Für die Ermittlung der durchschnittlich zu entsorgenden Inhaltsmenge aus Fettabscheidern wurde daher auch hier auf die Angaben der Literatur zurückgegriffen. So beträgt die durchschnittliche Entleerungsmenge nach KERSTING et al. [1995] etwa 1,3 m<sup>3</sup> pro Fettabscheider (Hessen) und nach ATV [1998] 1,5 m<sup>3</sup> pro Fettabscheider (BRD).

Um die Menge auf ein Jahr bezogen berechnen zu können, werden als weitere Kennzahlen die Entleerungsintervalle benötigt. Fettabscheider sind - sofern nicht anderweitig vorgeschrieben - nach DIN 4040 (Teil 2) möglichst vierzehntägig, mindestens aber monatlich zu leeren, zu reinigen und wieder mit Frischwasser zu füllen. In Nordrhein-Westfalen und einigen anderen Bundesländern gibt es keine spezielle landesrechtliche Vorschrift zur Kontrolle und Reinigung von Fettabscheidern, daher entleeren oft nur Betriebe mit großem Abwasseraufkommen ihre Fettabscheider nach DIN 4040. Kleinere Küchenbetriebe und handwerkliche Fleischereien entleeren ihre Fettabscheider in der Regel nach Bedarf bis zu sechs mal im Jahr, in vielen Kommunen ist aber eine mindestens vierteljährliche Entleerung der Fettabscheider verpflichtend. Der Einleitgrenzwert für Fettabscheider liegt in der Regel bei < 250 mg/l schwerflüchtiger lipophiler Stoffe nach DIN 38 409 H17. Für die Hochrechnung wurden abweichend von den Literaturangaben die bei der Befragung erhobenen Entleerungsintervalle herangezogen.

---

<sup>2</sup> Mittelwertwert aus 1,15 Fettabscheider pro 1.000 EW für Frankfurt, 1,07 Kassel, 1,23 Offenbach und 1,29 Wiesenbaden. 1982 lag die Installationsdichte für Städte mit über 100.000 EW in Hessen dagegen zw. 0,89 bis 1,40 Abscheider pro 1.000 EW [HLfU, 1982]



Fettabscheider nach DIN 4040 werden mittels Saugwagen geleert und gereinigt. In der Regel erfolgt die Entleerung mit Einkammerfahrzeugen, in denen sowohl der Inhalt des Fettabscheiders als auch der Inhalt des Schlammfanges gemeinsam abtransportiert werden. In einigen Fällen werden die Inhalte des Schlammfanges und des Fettabscheiders auch in Zweikammerfahrzeugen getrennt gesammelt. Diese Abfälle werden meist entwässert und zu Industriefett aufbereitet. Nach KERSTING et al. [1995] liegt der Fettanteil bei einer gemeinsamen Entleerung von Schlammfang und Fettabscheider bei ca. 12 %. Da aber bei der Reinigung der Abscheider eine Verdünnung durch Spülwasser erfolgt, dürfte der Fettanteil in der Regel auf ca. 7-10 % sinken. Der Schlammanteil dürfte in der Regel zwischen 10-20 % liegen. Bei höheren Werten handelt es sich vermutlich um bereits vorentwässertes Material. Für die weitere Mengenerhebung wurde ein mittlerer Fettanteil von 8 % angenommen. Die bei der Hochrechnung ermittelten Mengen beziehen somit auf die Menge der Fette und nicht auf die Gesamtmenge der Fettabscheider-Inhalte; sie werden im Folgenden als Rückstände aus Fettabscheidern bezeichnet.

In Tab. 3.6-2 sind die Kennzahlen für die Hochrechnung der Mengen der Rückstände aus Fettabscheidern nach DIN 4040 aufgelistet. Mögliche Herkunftsbereiche sind z. B. Verpflegungseinrichtungen, Kantinen und Fleischereien.

**Tab 3.6-2:** Kennzahlen für die Berechnung von Rückständen aus Fettabscheidern (DIN 4040)

Literatur	Anzahl der Fettabscheider pro 1.000 Einwohner	Entleerungsvolumen [m <sup>3</sup> ]	mittlerer Fettanteil [%]	Entleerungen für NRW pro Jahr <sup>1</sup>
[ATV, 1998]	1	1,5	8	4 – 6
[KERSTING et al., 1995]	bis 5.000 EW : 1,11 5.001 – 10.000 EW: 1,02 10.001 – 20.000 EW: 0,87 20.001 – 100.000 EW: 0,77 > 100.000 EW: 1,19 <sup>2</sup>	1,3	8	

<sup>1</sup> Im Rahmen der Befragung von Städten und Gemeinden ermittelte Daten

<sup>2</sup> Mittelwertwert von 4 Werten (1,07 bis 1,29 Fettabscheider pro 1.000 EW); 1982 wurde in hessischen Städten mit über 100.000 EW eine Installationsdichte zw. 0,89 bis 1,40 Fettabscheider pro 1.000 EW ermittelt [HLfU, 1982]

Die zur Verifizierung der Kennzahlen durchgeführte Befragung bei 25 Städten und Gemeinden ergab, dass hier nur eine unzureichende Datengrundlage vorliegt, die auf der nicht notwendigen Meldepflicht für Fettabscheider-Betreiber bei den meisten Gemeinden in NRW basiert. Es können daher oft keine oder nur veraltete Daten über an die Kanalisation angeschlossene Fettabscheider genannt werden. So muss nach Angaben der meisten Städte mit deutlich mehr als den angegebenen Fettabscheidern

gerechnet werden. Konkrete Auskünfte über die Größe der einzelnen Fettabscheider konnte keine der befragten Kommune erteilen. Bei den Angaben muss darüber hinaus auch berücksichtigt werden, dass auch Fettabscheider aus anderen als den im Rahmen der Studie auf Grundlage der Positivliste zu ermittelnden Herkunftsbereichen beinhaltet sein können (z. B. Molkereien oder Speiseölfabrikation usw.). In der Tab. 3.6-3 sind die Anzahl der Fettabscheider pro 1.000 EW sowie die berechneten Fettabscheider-Inhalte unter Verwendung der Kennzahlen von KERSTING et al. [1995] den Angaben einzelner Kommunen gegenübergestellt.

**Tab. 3.6-3:** Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern, ermittelt aus der Anzahl installierter Fettabscheideranlagen nach KERSTING et al. [1995] und den Angaben ausgewählter Kommunen

Stadt / Gemeinde	Einwohner	Variante A		Variante B	
		Anzahl Fettabscheider pro 1.000 EW [KERSTING et al. 1995]	Fettabscheider-rückstände [Mg/a] <sup>1</sup>	Anzahl Fettabscheider pro 1.000 EW (Erhobene Daten)	Fettabscheider-rückstände [Mg/a] <sup>1</sup>
A	6.120	1,02	3 - 4	2,87	7 - 11
D	8.968	1,02	4 - 6	2,12	8 - 14
G	9.158	1,02	4 - 6	2,73	10 - 16
J	41.720	0,87	15 - 23	3,0	52 - 78
K	55.723	0,77	18 - 27	1,17	27 - 41
I	73.820	0,77	25 - 38	2,92	96 - 144
E	137.647	1,19 <sup>2</sup>	66 - 102	0,73	41 - 72
H	286.432	1,19 <sup>2</sup>	142 - 213	0,80	95 - 143
F	323.223	1,19 <sup>2</sup>	160 - 240	0,77	104 - 155
C	568.855	1,19 <sup>2</sup>	273 - 422	1,49	354 - 612 <sup>3</sup>
B	590.213	1,19 <sup>2</sup>	283 - 438	0,61	150 - 260

Variante A: Berechnung der Fettabscheiderrückstände unter Verwendung der Kennzahlen von KERSTING et al. [1995]

Variante B: Berechnung der Fettabscheiderrückstände unter Verwendung der Kennzahlen aus Tab. 3.6-2 und den Angaben einzelner Kommunen

<sup>1</sup> Über die Anzahl der Fettabscheider hochgerechnete Menge der Inhalte aus Fettabscheidern nach DIN 4040 bei 4 bis 6 Entleerungen pro Jahr

<sup>2</sup> Mittelwert von 4 Werten (1,07 bis 1,29 Fettabscheider pro 1.000 EW). 1982 wurde in hessischen Städten mit über 100.000 EW eine Installationsdichte zw. 0,89 bis 1,40 Fettabscheider pro 1.000 EW ermittelt [HLfU, 1982].

<sup>3</sup> Die tatsächlich Menge der Fettabscheiderrückstände lag 1999 in dieser Stadt bei ca. 570 Mg.

Die mit Hilfe der Literatur-Kennzahlen ermittelten Mengenspannen liegen z. T. unter, z. T. auch über den aus den Angaben der Kommunen abgeleiteten Mengen. Aufgrund der oben beschriebenen Probleme sowie der geringen Datengrundlage der eigenen Erhebung, besonders in den Einwohnergrößenklassen 10.001 bis 20.000 EW und 20.001 bis 100.000 EW, in denen 77 % aller Städte und Gemeinden in Nordrhein-Westfalen liegen und ca. 50 % aller Einwohner leben, wurden aus den erhobenen

Daten keine eigenen Kennzahlen für die anschließende Hochrechnung abgeleitet. Berücksichtigt man alle erhobenen Fettabscheider und die gesamte Einwohnerzahl aller Kommunen aus Tab 3.6-4, so ergibt analog zu ATV [1998] etwa 1 Fettabscheider pro 1.000 EW für Nordrhein-Westfalen. Regional kann die Anzahl der Fettabscheider aber von dieser Kennzahl stark abweichen. Vor allem in den überwiegend ländlich strukturierten Flussgebieten wäre bei Annahme der erhobenen Fettabscheideranzahl von einer deutlich höheren Mengen an Fettabscheiderrückständen auszugehen.

Das Ergebnis der auf der Basis der dargestellten Kennzahlen für jede Kommune vorgenommenen Mengenberechnung ist für die verschiedenen Gewässereinzugsgebiete in Tab. 3.6-4 dargestellt. Trotz der unterschiedlichen Kennzahlen der ATV [1998] und KERSTING et al. [1995] ergeben sich keine großen Differenzen bei den hochgerechneten Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern. Die Gesamtmenge für NRW liegt demnach in der Größenordnung von etwa 10.000 Mg/a, was bei dem angenommenen Fettanteil von 8 % einer Gesamtmenge an Fettabscheiderinhalt bzw. -volumen von ca. 125.000 m<sup>3</sup>/a entspricht. Die Flussgebiete mit dem größten Aufkommen sind Rheingraben und Ruhr. Bei der Hochrechnung ist zu berücksichtigen, dass die Mengen je nach Anfallort, Entleerungsintervall und Entleerungstechnik großen Schwankungen unterliegen.

**Tab. 3.6-4:** Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern nach DIN 4040 in NRW, gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Rückstände aus Fettabscheidern [Mg/a] bei 4 bis 6-maliger Entleerung im Jahr	
	in Anlehnung an ATV [1998]	in Anlehnung an KERSTING et al. [1995]
Ems	677 - 1.015	545 - 818
Emscher	497 - 746	476 - 715
Erft	284 - 426	209 - 314
Issel	237 - 355	170 - 254
Lippe	1.116 - 1.673	927 - 1.391
Maas	876 - 1.314	697 - 1.040
Rheingraben	2.223 - 3.334	2.036 - 3.054
Ruhr	1.399 - 2.098	1.242 - 1.863
Sieg	419 - 629	308 - 462
Weser	635 - 953	475 - 713
Wupper	277 - 416	255 - 382
<b>NRW</b>	<b>8.640 - 12.960</b>	<b>7.340 - 11.005</b>

### Mengen aus Schlachthöfen

Die Beschaffenheit von Fettabscheiderinhalten und Flotaten aus Schlachtbetrieben lässt deutlich den Unterschied zu den herkömmlichen Fettabscheider-Inhalten erkennen (Tab. 3.6-1). So sind Flotate neben einem anderem Fettanteil darüber hinaus auch noch aus anderen organischen Verbindungen, wie z. B. feinst verteilten Eiweißen zusammengesetzt.

Flotate oder Fettabscheiderrückstände aus Schlachtbetrieben wurden in dieser Studie getrennt ermittelt, da sie im Gegensatz zu den Fettabscheiderinhalten aus z. B. Gaststätten eher punktuell anfallen. Aufgrund der momentan angespannten Lage in der Fleischwirtschaft (BSE-Krise) und der daraus resultierenden geringen Informationsbereitschaft, wurden an dieser Stelle die Mengen mit Hilfe von Kennzahlen zu den Schlachtungen in NRW und dem spezifischen Fetthanfall pro Schlacht tier (siehe Tab. 3.6-5) errechnet.

**Tab. 3.6-5:** Schlachtungen in NRW-Schlachtbetrieben 1999 [LDS-Schlachtungsstatistik, 2001] und spezifischer Anfall von Fettabscheiderrückständen auf Schlachthöfen, erweitert nach ATV [1998]

Tierart	Schlachtungen NRW (Anzahl Tiere) <sup>1</sup>	Spezifischer Anfall von Fettabscheiderrückstand (mit 40 % TS) [g/Stück]
Schweine	14.151.126	500
Rinder	635.886	2.000
Kälber	196.919	1.000
Schafe und Ziegen	170.403	240 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nur gewerbliche Schlachtungen (in- und ausländischer Herkunft)

<sup>2</sup> Berechnet mit einem Lebendgewicht von ca. 40 kg und 6 g zurückgehaltener Fettmenge pro kg Lebendgewicht im Fettabscheider [ATV-M 770]

Die Anzahl der Schlachtungen wurde für die Hochrechnung entsprechend der LDS-Schlachtungsstatistik [2001] nach kreisfreien Städten, Kreisen und teilweise Regierungsbezirken auf die Flussgebiete verteilt. In Tab. 3.6-6 sind die hochgerechneten Abfallmengen gewässerbezogen dargestellt.

**Tab. 3.6-6:** Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern bzw. Flotationsanlagen aus Schlachtbetrieben in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Fettabscheiderrückstände bzw. Flotate aus Schlachtbetrieben [Mg/a]
Ems	2.099
Emscher	260
Erft	63
Issel	954
Lippe	2.571
Maas	428
Rheingraben	490
Ruhr	544
Sieg	39
Weser	1.121
Wupper	17
<b>NRW</b>	<b>8.586</b>

#### Gesamtmenge an Rückständen aus Fettabscheidern

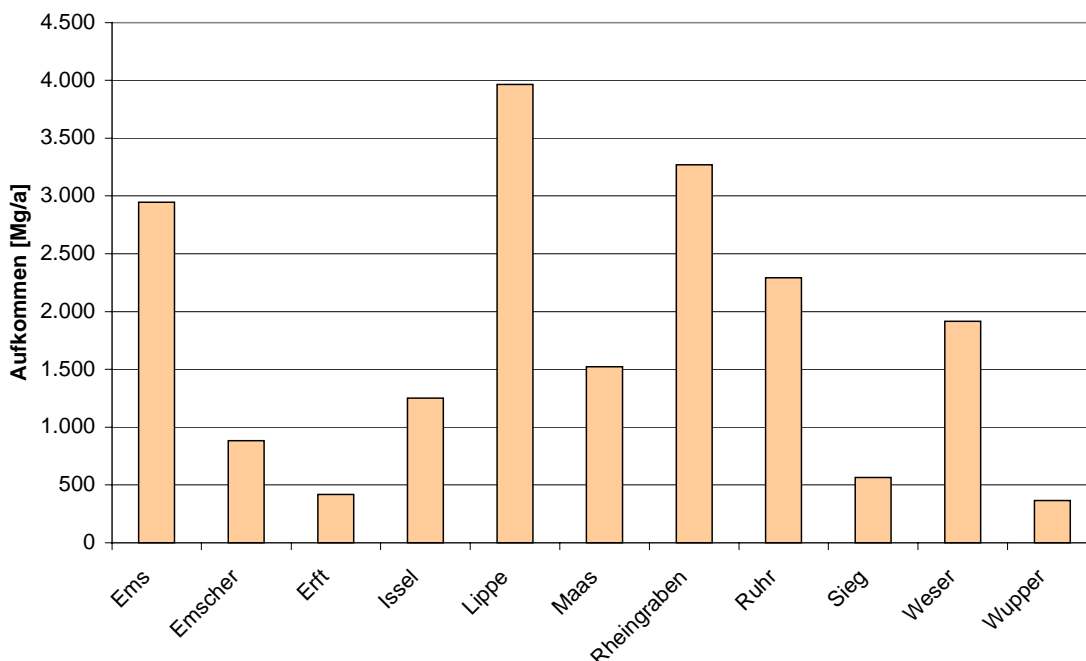
In der Tab. 3.6-7 sind die errechneten Mengen an Fettabscheiderrückständen (Fette der Fettabscheider) aus der Fleischverarbeitung, Verpflegungseinrichtungen, Kantinen (vgl. Tab. 3.6-4) sowie den Schlachtbetrieben (vgl. 3.6-6) zusammengefasst. Demnach liegen die Gesamtmengen in NRW im Durchschnitt beider Berechnungsmodi zwischen 17.000 und 22.000 Mg/a. In den Flussgebiete Ems, Lippe und Rheingraben besteht das größte Mengenaufkommen.

**Tab. 3.6-7:** Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Flussgebiet	Gesamtabfallmenge [Mg/a] (Rückstände aus Fettabscheidern u. Flotate aus Schlachtbetrieben) <sup>1</sup>
Ems	2.776 – 3.114
Emscher	757 – 1.006
Erft	347 – 489
Issel	1.190 – 1.309
Lippe	3.687 – 4.244
Maas	1.304 – 1.742
Rheingraben	2.713 – 3.825
Ruhr	1.943 – 2.643
Sieg	458 – 668
Weser	1.756 – 2.073
Wupper	294 – 433
<b>NRW</b>	<b>17.225 – 21.546</b>

<sup>1</sup> Berechnete Rückstände aus Fettabscheidern nach DIN 4040 in Anlehnung an ATV [1998] (siehe Tab. 3.6-3) plus den berechneten Fettabscheiderrückständen bzw. Flotaten aus Schlachtbetrieben (siehe Tab. 3.6-6)

In der Abb. 3.6-1 sind jeweils die Mittelwerte der Wertespannen der errechneten Mengen mittels Kennzahlen dargestellt.



**Abb. 3.6-1:** Mengen an Rückständen aus Fettabscheidern in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Mittelwerte der Wertespannen der hochgerechneten Mengen mittels Kennzahlen)

### Verwertung

Fettabscheiderinhalte können sowohl stofflich als auch energetisch verwertet werden. Bei der stofflichen Verwertung werden in sogenannten Fettschmelzen die Fette aus den Fettabscheiderinhalten entfernt und in der Regel zu Industriefett oder technischem Fett aufgearbeitet und weiterbehandelt. Eine zur Zeit kaum praktizierte andere Möglichkeit ist die Gewinnung von „Biodiesel“ aus den Fettabscheiderinhalten.

Eine stoffliche Verwertung ist nur bei getrennt gesammelten Fettabscheiderinhalten und Schlämmen aus Fettabscheidern nach DIN 4040 sinnvoll. In den meisten Fällen werden Fettabscheiderinhalte gemeinsam mit den Schlämmen des Schlammfanges und dem Spülwasser gesammelt. Aus diesem Grunde wurde auch die Aufbereitung von Fettabscheiderinhalten zu sogenannten Kanalfetten aufgrund der immer schlechter werdenden Qualität der Fettabscheiderinhalte (zu hoher Wasseranteil) in NRW eingestellt [LUA, Februar 2001].

Bei der energetischen Verwertung werden Fettabscheiderinhalte in Vergärungsanlagen zur Biogasgewinnung behandelt. In Nordrhein-Westfalen wird bereits heute ein großer

Teil der Fettabscheiderrückstände als Co-Substrat in Abwasserbehandlungsanlagen zur Erhöhung der Methanausbeute eingesetzt. Eine Verwertung in Bioabfallvergärungsanlagen oder über der Co-Vergärung mit Gülle findet eher seltener statt, da entweder rechtliche Regelungen oder mangelnde Kapazitäten diesen Verwertungsweg beschränken [LUA, Februar 2001]. So sind Fettabscheiderinhalte derzeit zwar nach Bioabfallverordnung für eine Verwertung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden geeignet, gemäß Düngemittelverordnung sind sie jedoch nicht als Düngemittel zugelassen, so dass in diesem Fall nur eine Eigenverwertung des bei der Vergärung erzeugten Sekundärrohstoffdüngers, nicht aber ein Inverkehrbringen zulässig wäre.

Als weitere Möglichkeit für die Behandlung von Fettabscheiderinhalten wird nach ATV [1998] die Kompostierung genannt, was aber allein aufgrund der Konsistenz problematisch sein dürfte. Eine Entsorgung von Fettabscheiderinhalten in Kompostwerken sollte nach KERSTING et al. [1995] unterbunden werden.

Flotate aus Schlachtbetrieben eignen sich nach KERSTING et al. [1995] aufgrund ihrer Zusammensetzung weniger für eine Aufbereitung zu Industriefett und sollten bei z. B. hohen Eiweißkonzentrationen eher in einer Vergärungsanlagen zur Biogasgewinnung eingesetzt werden.

### **3.7 Rückstände aus der Konservenfabrikation**

Unter der Abfallart „Rückstände aus der Konservenfabrikation“ sind in der Regel die festen biogenen Abfälle zusammengefasst, die bei der Gemüse- und Obstverarbeitung (ohne Saffherstellung) anfallen. Bei der Gemüse- und Obstverarbeitung werden die verschiedensten Gemüse- und Obstsorten:

- in Wasser gekocht,
- getrocknet,
- mit Essig haltbar gemacht,
- vergoren (z. B. Sauerkraut),
- mit Zucker oder Alkohol haltbar gemacht,
- tiefgekühlt,
- zu Fertiggerichten verarbeitet etc.

Bedingt durch die Gemüse- und Obstsorten sowie dem zu produzierendem Erzeugnis werden in dieser Branche die unterschiedlichsten Verarbeitungstechniken angewandt. Meist handelt es sich bei den Gemüse- und Obstverarbeitern um Kampagnebetriebe,

in denen sich verschiedene Verarbeitungsbereiche überschneiden. So beginnen verschiedene Kampagnen Ende April mit Spinat und Spargel. Dann schließen sich Obstwaren an und im ersten Quartal des darauffolgenden Jahres enden sie mit der Produktion von Sauerkraut [KOBALD u. HOLLEY, 1990]. Einige spezifische Kennzahlen über die anfallenden Rückstände sind in Tab. 3.7-1 dargestellt.

**Tab. 3.7-1:** Kennzahlen der Produktionsrückstände aus der Obst- und Gemüseverarbeitung [BÖHM et al., 1985]

Verfahrensschritt	Kennzahl [kg/Mg]
Gesamt	180
Obstverarbeitung	200
Gemüseverarbeitung	170
Kartoffeln trocken schälen	150
Kartoffeln abspritzen	206

Aufgrund der Vielzahl an Produkten und Verarbeitungstechniken sind in der Regel die spezifischen Kennzahlen für Produktionsrückstände bei der Obst- und Gemüseverarbeitung für viele Betriebe sehr unterschiedlich. Eine Verifizierung der Kennzahlen wäre daher nur abgesichert, wenn eine große Bandbreite der verschiedensten Betriebe befragt würden, was im Rahmen der Studie nicht möglich war.

Mit Hilfe der Kennzahlen aus Tab. 3.7-1 und den Produktionsmengen von 1999 aus der LDS-Produktionsstatistik [2001] wurden die punktuell anfallenden Produktionsrückstände errechnet und in Tab. 3.7-2 sowie Abb. 3.7-1 dargestellt. Die gewässerbezogene Zuteilung erfolgte entsprechend der in Kapitel 2.3 beschriebenen Vorgehensweise. Um die regionale Verteilung der Rückstände aus der Konservenherstellung besser zu verdeutlichen, wurden die anfallenden Produktionsrückstände aus der Kartoffelverarbeitung zusätzlich getrennt dargestellt. In den Flussgebieten Sieg und Wupper fallen demnach keine Produktionsrückstände aus der Kartoffelverarbeitung an.

Aus der oben beschriebenen Problematik im Hinblick auf die Kennzahlen resultiert bei dieser Abfallart eine größere Unsicherheit bei der Datenlage. Dies wird auch bei der Gegenüberstellung der Bruttoabfallmenge von 1993 deutlich, die überwiegend niedriger liegt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die berechneten Mengen das Gesamtaufkommen an Produktionsrückständen beinhalten, die je nach Ausgangsprodukt weiterverarbeitet werden können und somit nicht als Abfall anfallen (siehe auch Verwertung). Aber auch Änderungen der Produktionsmenge können hier Unterschiede bewirken.



**Tab. 3.7-2:** Aufkommen an Rückständen aus der Konservenfabrikation in NRW (1999) (Hochrechnung mittels Kennzahlen) und Bruttoabfallmenge (1993), gewässerbezogen dargestellt

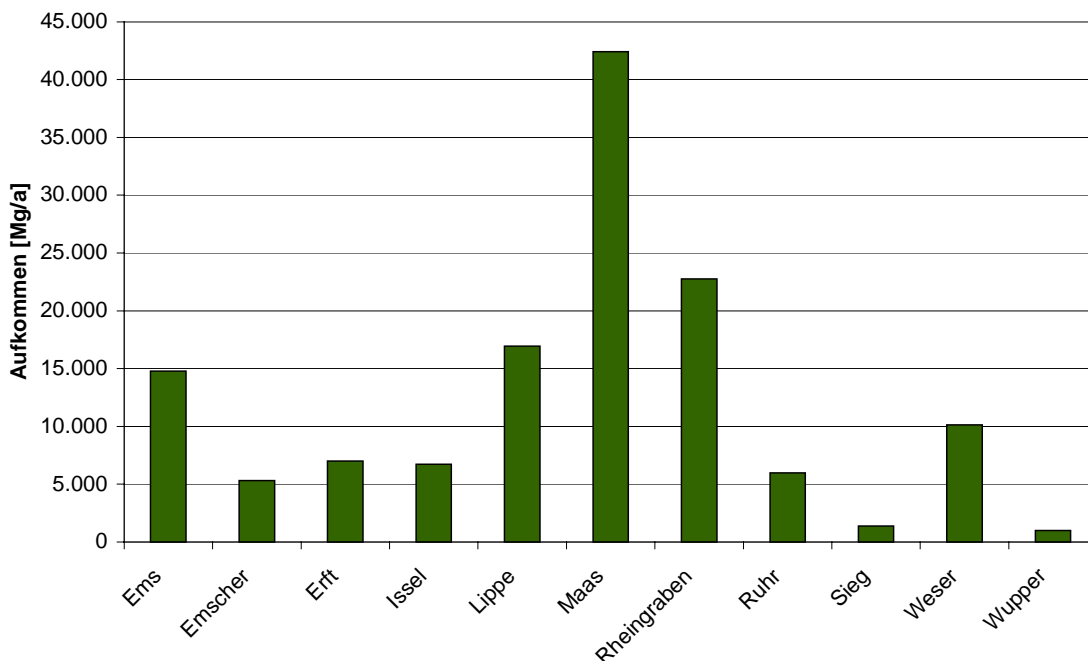
Flussgebiet	Aufkommen [Mg/a]			Rückstände aus Konservenfabrikation <sup>4</sup> [LDS, 2001]
	Obst- und Gemüseverarbeitung <sup>1</sup>	Kartoffelverarbeitung Variante A <sup>2</sup>	Kartoffelverarbeitung Variante B <sup>3</sup>	
Ems	14.775	634	870	2.527
Emscher	5.316	485	666	562
Erfte	7.007	1.008	1.385	4.501
Issel	6.709	1.264	1.735	11.487
Lippe	16.947	126	174	2.628
Maas	42.409	2.548	3.499	3.676
Rheingraben	22.752	2.771	3.806	7.772
Ruhr	5.982	485	666	1.183
Sieg	1.381	-	-	3.193
Weser	10.124	798	1.097	630
Wupper	998	-	-	402
<b>NRW</b>	<b>134.400</b>	<b>10.120</b>	<b>13.898</b>	<b>38.560</b>

<sup>1</sup> Berechnet mit der Gesamt-Kennzahl nach BÖHM et al. [1985]: 180 kg/Mg

<sup>2</sup> Rückstände beim Trockenschälen: 150 kg/Mg

<sup>3</sup> Rückstände beim Abspritzen: 206 kg/Mg

<sup>4</sup> Gemeinsame Erhebung mit 11114 sonstige schlammförmige Nahrungsmittel



**Abb. 3.7-1:** Aufkommen an Rückständen aus der Konservenfabrikation in NRW (1999) (Hochrechnung mittels Kennzahlen), gewässerbezogen dargestellt

## **Verwertung**

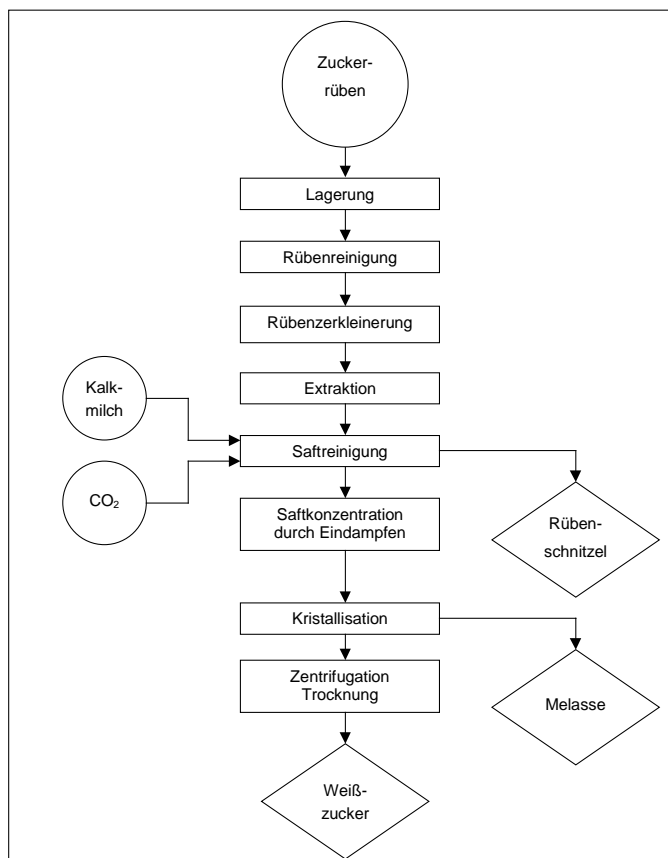
Hinsichtlich der Verwertung muss bei den Produktionsrückständen zwischen Rückständen, die zur Herstellung von Suppen und Soßen verwendet werden (z. B. Schälrückstände vom Spargel), Rückständen, die als Rohstoffe für z. B. Aromastoffe aus Obstschalen verwendet werden können und Rückständen, die nicht weiter verwendet werden können (z. B. Paprikakerne), unterschieden werden [KOBALD u. HOLLEY, 1990]. Der Anteil der Weiterverarbeitung hat aus diesem Grund einen großen Einfluss auf die zu entsorgende Abfallmenge. Abgesehen von der Weiterverarbeitung werden viele Rückstände meist durch Verfütterung sowie Kompostierung und Ausbringung in der Landwirtschaft verwertet. Laut FUCHS [1994] konnte 1994 die Verwertung über die Landwirtschaft als stabil bewertet werden.

### **3.8 Marktabfälle**

Bei der Mengenermittlung für Marktabfälle ergaben Befragungen bei Kommunen sowie bei kommunalen und privaten Entsorgungsbetrieben, dass für die organischen Anteile nur in einigen Kommunen und dann auch nur für einzelne Märkte innerhalb der Stadt eine getrennte Abfallsammlung erfolgt. In der Regel entsorgen die Marktbesicker entsprechende Abfälle selbst, z. B. durch Verfütterung in der eigenen Tierhaltung, oder es erfolgt eine gemeinsame Erfassung und Entsorgung mit anderen nicht biogenen Marktabfällen. Die in Tab. 2.1-1 angegebene Menge für Marktabfälle beinhaltet demnach nicht nur organische Anteile, die Menge der getrennt erfassten biogenen Marktabfälle dürfte deutlich geringer sein. Gestützt wird diese Annahme durch die Abfallbilanzen der Kommunen, nach denen nur geringe Anteile der dort angegebenen Marktabfälle verwertet werden [MURL, 1998]. Kennzahlen zum durchschnittlichen Aufkommen der organischen Fraktion dieser Abfallart liegen weder in der Literatur noch bei Kommunen und Entsorgern vor. Die Daten müssten jeweils regional erhoben werden, worauf aufgrund des Recherchenumfanges und vor dem Hintergrund der vermutlich deutlich geringeren Mengenrelevanz im Vergleich zu der zunächst herangezogenen Statistik verzichtet wurde. Mengen für biogene Marktabfälle können daher an dieser Stelle nicht angegeben werden.

### **3.9 Melasserückstände**

Bei den hier zu ermittelnden Mengen von Melassenrückständen handelt es sich abweichend vom Herkunftsbereich nach LAGA nicht um Rückstände aus der Herstellung



**Abb. 3.9-1:** Vereinfachtes Fließschema der Zuckerherstellung in Anlehnung TSCHEUSCHNER [1996]

synthetischer Zitronensäure, sondern um Melasse, die als Nebenprodukt bei der Herstellung von Zucker anfällt. Die Bezeichnung Melasserückstände wurde in Anlehnung an das LUA-Merkblatt „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ beibehalten. Melasse ist ein brauner, sirupartiger Rückstand aus der Zuckerfabrikation, aus der sich durch Verdampfungskristallisation kein Zucker mehr gewinnen lässt. Die bei der Rübenzuckerherstellung anfallende Melasse enthält in der Trockensubstanz ca. 60 % Saccharose, 10 % anorganische Salze, organische Säuren und Betain.

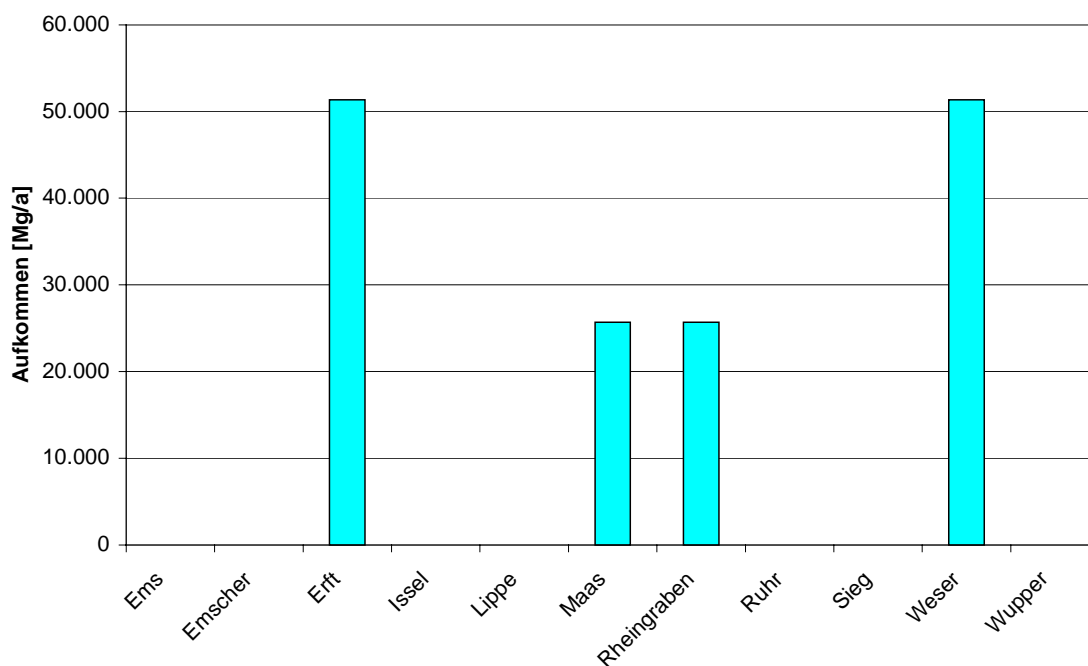
Für die Mengenerhebung von Melasse wurde aufgrund der begrenzten Anzahl der Betriebe zunächst eine schriftliche Befragung aller Zuckerhersteller bzw. Zuckerfabriken in Nordrhein-Westfalen durchgeführt, die allerdings mangels Rücklauf erfolglos blieb. Daraufhin wurde hier eine Mengenerhebung mit Hilfe des zuständigen Verbandes vorgenommen.

Nach Angaben des VEREINS DER ZUCKERINDUSTRIE e. V. [2001] sind im Wirtschaftsjahr 1998/99 154.058 Mg Melasse aus Zuckerrüben in den 6 nordrhein-westfälischen Zuckerfabriken produziert worden. Für die gewässerbezogene Darstellung (Tab. 3.9-1 und Abb. 3.9-2) wurde bei den in Nordrhein-Westfalen ansässigen

Zuckerfabriken eine ähnliche Rübenverarbeitungskapazität angenommen und die Produktionsmenge daher zu gleichen Teilen auf alle Zuckerfabriken aufgeteilt.

**Tab. 3.9-1:** Aufkommen an Melasserückständen aus der Zuckerherstellung in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt

Flussgebiet	Melasserückstände [Mg/a]
Ems	-
Emscher	-
Ertf	51.353
Issel	-
Lippe	-
Maas	25.676
Rheingraben	25.676
Ruhr	-
Sieg	-
Weser	51.353
Wupper	-
<b>NRW</b>	<b>154.058</b>



**Abb. 3.9-2:** Aufkommen an Melasserückständen aus der Zuckerherstellung in NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt

**Verwertung**

Nach Auskunft der SÜDZUCKER AG [2001] ist Melasse ein Nebenprodukt, das im dafür existierenden Markt verkauft wird und daher nicht als zu verwertender Gewerbeabfall anzusehen ist. Die anfallende Melasse wird in der Regel als Futtermittel mit und ohne Rübenschnitzel sowie als Nährsubstrat für Hefe bei der Alkohol-, Zitronensäuregewinnung etc. verwendet. Im Wirtschaftsjahr 98/99 wurden von der in Deutschland vorhandenen Melasse (Menge setzt sich aus Vorjahresbeständen, aktueller Produktionsmenge sowie aus der Differenz von Import- und Exportware zusammen) ca. 65 % verfüttert, davon gingen ca. 38 % an die Mischfutterindustrie und rund 27 % wurden an Rübenschnitzel angetrocknet [WVZ, 2001]. Die restliche Melasse wird in Abhängigkeit der Marktlage z. B. an Hefefabriken und Melassebrennereien verkauft.

Durch den Einsatz von Ionenaustauschern kann aus der Melasse weiterer Zucker gewonnen werden. Sollten zukünftig vermehrt Ionenaustauscher in den Zuckerfabriken eingesetzt werden, könnte sich einerseits die Melassemenge verringern und sich andererseits die Verwertungswege aufgrund der veränderten stofflichen Zusammensetzung verändern.

## 4 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie wurde die aktuelle Situation der Mengenströme der nach dem LUA-Merkblatt „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ für diese Behandlung grundsätzlich geeigneten, mengenrelevanten Co-Substrate in Nordrhein-Westfalen erarbeitet und gewässerbezogen dargestellt.

Das Gesamtergebnis der Mengenermittlung, die i. W. auf Hochrechnungen an Hand von einwohner- und produktionsspezifischen Kennzahlen sowie Produktionsmengenstatistiken beruht, ist für NRW in Tab. 4-1 dargestellt. Die regionale Verteilung auf die einzelnen Flussgebiete ist Abb. 4-1 zu entnehmen (jeweils Mittelwerte der Wertespannen, vgl. auch Tab. A-2 im Anhang).

Bei der Mengenbetrachtung sind grundsätzlich folgende Aspekte zu berücksichtigen. Es wurde eine Hochrechnung an Hand von Kennzahlen und keine Abfrage bei allen betreffenden Betrieben und Einrichtungen durchgeführt. Die Höhe des Aufkommens der biogenen Abfälle wird von zahlreichen Bedingungen beeinflusst, wie z. B. das Produktionsverfahren, die Betriebsorganisation, die Rohstoffe usw. Die eingesetzten Kennzahlen sind daher vor allem bei den sehr heterogen zusammengesetzten Abfallgruppen, wie z. B. den Rückständen aus der Konservenfabrikation, mit großen Unsicherheiten verbunden. Die Mengenangaben können infolge dessen nur die Größenordnung verdeutlichen, in der die entsprechenden Abfälle anfallen. Ein großer Teil der Abfälle bzw. Produktionsrückstände stammt aus der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte. Ihr Aufkommen ist somit darüber hinaus witterungs- und erntebedingt Schwankungen im Jahresgang unterworfen.

In vielen Branchen sind Produktionsrückstände, Neben- oder Koppelprodukte und Abfälle oft nur schwer voneinander abzugrenzen. So lassen sich viele Nebenprodukte innerbetrieblich weiterverarbeiten oder sie werden als Rohstoff für andere Produktionsprozesse eingesetzt. In Molkereien und Käsereien wird beispielsweise die anfallende Molke – wie in 3.5 erläutert - zu einem großen Anteil betriebsintern weiterverarbeitet; nur ein geringer Anteil fällt als Abfall an. Einige Neben- oder Koppelprodukte, wie z. B. die Molke, aber auch Produktionsrückstände, wie z. B. Biertreber, werden sogar als Erzeugnisse des Ernährungsgewerbes statistisch erfasst. Das Aufkommen als Abfall hängt in diesen Fällen stark von den Absatzmöglichkeiten und technischen Entwicklungen der Weiterverarbeitung ab. Im Rahmen dieser Studie wurde bei den Produktionsreststoffen jeweils zunächst das Aufkommen ermittelt und nicht die Bruttoabfallmenge. Daher ist eine Vergleichbarkeit der im Rahmen dieser Studie hochgerechneten Mengen mit den Mengen aus den Abfallstatistiken des AAV und des LDS von 1993

auch nur bedingt gegeben. Da die Abfallmengen nicht auf die Trockensubstanz normiert angegeben sind, können sich auch Differenzen z. B. aufgrund der Art der Vor entwässerung ergeben. In diesem Zusammenhang sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass bei den Inhalten aus Fettabscheidern die Fettabscheider rückstände bezogen auf einen Fettanteil von 8 % ermittelt und dargestellt wurden. Darüber hinaus sind Überschneidungen bei der Zuordnung zu den Abfallarten nicht auszuschließen.

Eine detaillierte Erfassung der Stoffströme wäre nur über eine aufwendige Befragung bei allen betreffenden Betrieben und Einrichtungen möglich, wobei die Güte des Ergebnisses hierbei sehr stark von der Auskunftsbereitschaft der Befragten abhängen würde.

**Tab. 4-1:** Ermittelte Mengen biogener Abfälle der Positivliste des LUA-Merkblattes "Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern" für NRW (1999), Hochrechnung mittels Kennzahlen

Biogene Abfälle der Positivliste (Auswahl nach Mengenrelevanz)	Mengen in NRW [Mg/a] Hochrechnung mittels Kennzahlen
Brauereiabfälle - Malztreber - Hopfentreber - Hefe und hefeähnliche Rückstände - Trub und Schlamm	681.000 – 704.000
<i>Küchen- und Kantinenabfälle</i>	<i>400.000 – 490.000</i>
Melasserückstände	154.000
Molke	128.000 (642.000 <sup>1</sup> )
<i>Überlagerte Nahrungsmittel<sup>2</sup></i>	<i>75.888<sup>3</sup></i>
Obst-, Getreide-, Kartoffelschlempen	53.000 – 63.000 (156.000 – 188.000 <sup>1</sup> )
<i>Rückstände aus der Konservenfabrikation</i>	<i>38.560<sup>4</sup> (134.000<sup>1</sup>)</i>
<i>Inhalte aus Fettabscheidern (Rückstände)<sup>5</sup></i>	<i>17.000 – 22.000</i>
Marktabfälle	n. b.

1 ermitteltes Gesamtaufkommen, z.T. Weiterverarbeitung in einem Produktionsprozess (Molke, Rückstände aus der Konservenfabrikation) bzw. Verfütterung vorgeschrieben (Schlempen)

2 Abfall ist in Abhängigkeit von den Herkunftsbereichen der LUA-Positivliste einer ökologischen Betrachtung zu unterziehen

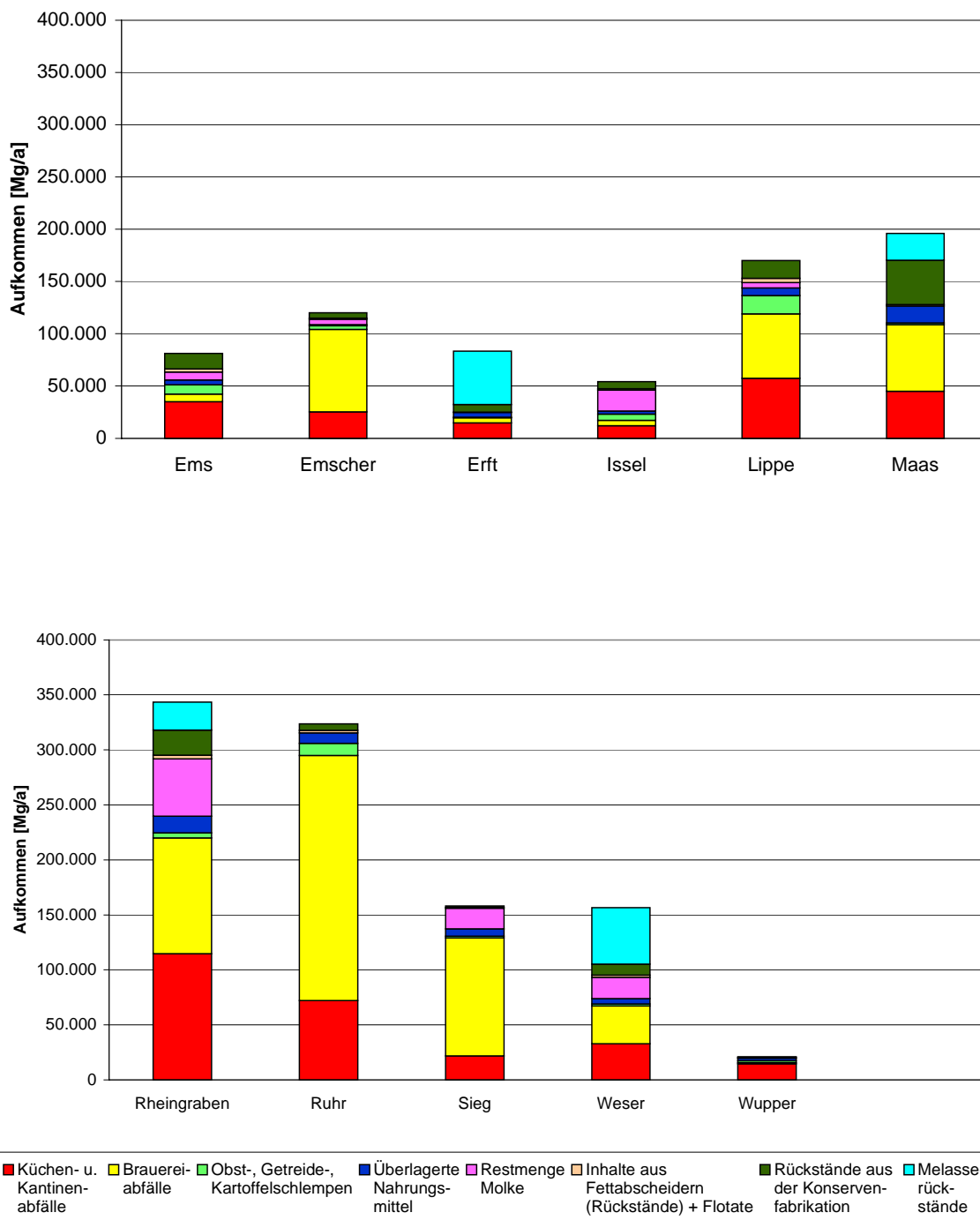
3 Bruttoabfallmenge NRW 1993 [AAV, 1996]

4 Bruttoabfallmenge NRW 1993 [LDS, 2001]

5 Rückstände bei einem mittleren Fettanteil von 8 % (gilt nicht für Flotate)

n. b. nicht ermittelt

*kursiv: Abfälle müssen einer ökologischen Betrachtung unterzogen werden*



**Abb. 4-1:** Ermittelte Mengen biogener Abfälle der Positivliste des LUA-Merkblattes "Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern" für NRW (1999), gewässerbezogen dargestellt (Hochrechnung mittels Kennzahlen)

Die im Rahmen dieser Studie betrachteten biogenen Gewerbeabfälle, die nach der Positivliste des Merkblattes "Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern" grundsätzlich (z. T. nur nach vorheriger ökologischer Betrachtung) als Co-Substrate geeignet sind, stellen mit ca. 1,6 Mio Mg in NRW ein mengenrelevantes Potenzial dar. Dabei wurden die Mengen der weiterverarbeiteten Molke und der in landwirtschaftli-



chen Brennereien i. d. R. zu verfütternden Schlempe nicht eingerechnet. Den Hauptanteil an der NRW-Gesamtmenge machen die Brauereiabfälle (ca. 690.000 Mg, entspricht 43 %) sowie die Küchen- und Kantinenabfälle (ca. 450.000 Mg, entspricht 28 %) aus (Tab. 4-1). Die Inhalte aus Fettabscheidern machen mit 17.000 bis 22.000 Mg/a in NRW den geringsten Anteil der hier betrachteten biogenen Abfälle aus.

Das regionale Aufkommen ist bei einigen Abfällen in Folge der Verteilung der Produktionsstandorte sehr unterschiedlich (Abb. 4-1). Die höchsten Gesamtmengen mit je 320.000 bis 350.000 Mg/a sind es in den Flussgebieten Rheingraben und Ruhr anzutreffen, die auch die beiden bevölkerungsstärksten Gebiete darstellen. Neben den einwohnerspezifischen Abfallmengen, wie den Küchen- und Kantinenabfällen, fallen hier als produktionsspezifische Abfälle vor allem Brauereiabfälle an.

Ein Gesamtaufkommen an biogenen Abfällen im Bereich von 100.000 bis 200.000 Mg/a wurde für die Flussgebiete Sieg, Weser, Maas, Lippe und Emscher ermittelt, wobei auch hier die Brauereiabfälle wesentliche Anteile ausmachen. Unterhalb von 100.000 Mg/a liegt das Aufkommen nach der Hochrechnung in den Flussgebieten Wupper, Ems, Erft und Issel.

Schwerpunktregionen der Zuckerherstellung mit entsprechendem Melasseaufkommen sind der Rheingraben sowie die Flussgebiete Weser, Erft und Maas. Relevante Molkenmengen fallen neben dem Rheingraben auch in den Gebieten Sieg, Weser und Issel an, wobei hier nur 20 % der Gesamtmenge angesetzt wurden, die nicht in weitere Produktionsprozesse fließen. Schlempen aus Getreide- und Kartoffelbrennereien fallen v. a. in den Gebieten Ruhr, Ems und Lippe an, wobei bei den dargestellten Mengen die Schlempen der landwirtschaftlichen Brennereien nicht enthalten sind, da sie nach BranntwMonG i. d. R. verfüttert werden müssen. Gerade bei dieser Abfallart ist aufgrund des Wegfalls des Branntweinmonopols Ende 2001 mit Veränderungen sowohl bei den produzierten Mengen als auch der Betriebsstruktur, der regionalen Verteilung und der Verwertung zu rechnen.

Der Hauptverwertungsweg liegt derzeit bei nahezu allen Abfällen mit Ausnahme der Fettabscheiderrückstände in der landwirtschaftlichen Verwertung als Futtermittel. Getreide- und Kartoffelschlempen aus landwirtschaftlichen Brennereien müssen nach dem BranntwMonG i. d. R. sogar verfüttert werden (zumindest, wenn die Rohstoffe nicht aus der eigenen Produktion stammen). Einige biogene Abfälle können direkt verfüttert werden; für einige Produktionsrückstände, wie z. B. Treber, ist diese Verwertung auch nur direkt, bei kurzen Transportwegen und ohne Lagerung sinnvoll. Andere biogene Abfälle müssen hingegen erst aufbereitet werden, wie z. B. Küchen- und Kantinenabfälle.

Die Verwertung der biogenen Abfälle über die Verfütterung ist von verschiedenen Randbedingungen abhängig, die großen Veränderungen unterliegen können. Bei der Direktverwertung von Produktionsrückständen durch die Landwirtschaft ist zunächst die regionale Struktur des Gebietes, in dem der Betrieb ansässig ist, von Bedeutung. Ein wesentlicher Aspekt, der jede Verwertung als Futtermittel betrifft, ist der Viehbestand in der Landwirtschaft. Die sinkende Zahl der Viehbestände [MTE, 1998] kann langfristig zu einem Rückgang des Marktpotenzials für Futtermittel führen. Darüber hinaus ist heute bei den in vielen Fällen anzutreffenden neuen Stallhaltungssystemen mit computergestützter Futterzuführung allein technisch die Verwertung der Abfälle kaum mehr möglich. Darüber hinaus gerät die Verfütterung mit dem Auftreten von Seuchen, wie der Maul- und Klauenseuche oder der Schweinepest, immer wieder in die Diskussion, so dass hier langfristig auch diesbezüglich Veränderungen nicht auszuschließen sind. Neben der Akzeptanz dieser Verwertungsform sowie möglicher strengerer Auflagen bei der Aufbereitung hat der in NRW drohende Ausbruch der Maul- und Klauenseuche in diesem Jahr verdeutlicht, dass eine vorübergehende Schließung von landwirtschaftlichen Betrieben bei einigen Produktionsbetrieben, die ihre Reststoffe unmittelbar und ohne die Möglichkeit der Lagerung an Landwirte abgeben, zu einem Entsorgungsengpass führen würde.

Aus den genannten Gründen sind daher Veränderungen bei der Verwertungssituation der biogenen Abfälle nicht auszuschließen.

Alle betrachteten Abfälle eignen sich grundsätzlich für eine biologische Behandlung, wobei sich aufgrund der Struktur und des häufig hohen Wassergehaltes die Vergärung in Biogasanlagen anbietet. Für den Einsatz als Co-Substrat bei der Bioabfallvergärung sind gemäß Bioabfallverordnung grundsätzlich alle genannten Abfallarten zugelassen. Bei den Fettabscheiderrückständen besteht derzeit allerdings noch das Problem der fehlenden Zulassung als Düngemittel nach Düngemittelverordnung, so dass nur eine Eigenverwertung des Produktes möglich wäre. Bei vielen bestehenden Bioabfallvergärungsanlagen ist die Behandlungskapazität aber bereits durch die kommunalen Bioabfälle ausgeschöpft.

Ein zunehmender Bedarf an Co-Substraten ist bei der Co-Vergärung mit Gülle in dezentralen, landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu erwarten, deren Anzahl aufgrund der verbesserten Erlössituation seit der Verabschiedung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ansteigt.

Eine weitere mögliche Alternative kann grundsätzlich der Einsatz als Co-Substrat zur Vergärung in Faultürmen kommunaler Kläranlagen darstellen. Diese Mitbehandlung wird derzeit bereits in geringem Umfang bei Fettabscheiderrückständen praktiziert. Die

Grundlage für die Auswahl der Abfälle sowie die technischen und rechtlichen Voraussetzungen sind mit dem neuen Merkblatt „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ gelegt. In wie weit sich diese Behandlung, die in NRW nicht die Regellösung darstellen wird, in Einzelfällen etablieren wird, hängt darüber hinaus von weiteren Randbedingungen ab, wie z. B. die Verfügbarkeit der Substrate, die Verwertung/Entsorgung der produzierten Klärschlämme, die Nährstoffsituation und die Wirtschaftlichkeit.

## 5 Literatur

### **AAV-ABFALLENTSORGUNGS- UND ALTLASTENSANIERUNGSVERBAND NORD-RHEIN-WESTFALEN:**

Prognose nicht besonders überwachungsbedürftiger Abfälle in Nordrhein-Westfalen 2005, Hattingen 1996

### **ATV:**

Entsorgung der Rückstände aus Abscheideranlagen für Fette, Bericht der ATV-Arbeitsgruppe 3.11.6 „Rückstände aus Abscheideranlagen für Fette“ im ATV-Fachausschuß 3.11 „Infrastrukturabfälle aus Abwasseranlagen und Straßenunterhaltung“; Korrespondenz Abwasser 5/98

### **ATV-M 770 Merkblatt:**

Behandlung und Verwertung von Reststoffen aus Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben, Hrsg.: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, Hennef, November 1995

### **ATV-M 772 Merkblatt:**

Abwässer aus Brennereien und der Spirituosenherstellung, April 1999

### **Bf B, Bundesmonopolverwaltung für Branntwein:**

Auskunft über die Alkoholerzeugung und Menge der verwendeten Rohstoffe von Eigenbrennereien in Nordrhein-Westfalen 1999 sowie über die derzeitigen Verwertungswege von Schlempen, März 2001

### **BABIK, I.:**

Beseitigung von Rückständen aus Fettabscheidern und Flotationsanlagen. In: Die Fleischmehl-Industrie, Nr. 10, 10/92, Herausgeber: Wirtschaftsdienst der Fleischmehlindustrie GmbH, Bonn

### **BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.:**

Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer-Verlag, 1985

### **BÖHM, E.; KUNZ, P.; MANNSBART, W.; MIELICKE, U.:**

Technologische Forschung und Entwicklung, Forschungs- und Entwicklungsbedarf emissionsarmer Technologien im Nahrungs- und Genußmittelgewerbe, Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungsbericht T 85-027, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe, April 1985

### **BRAU UND BRUNNEN AG:**

Umweltbericht 1999, Brau und Brunnen AG, Dortmund

### **BUNDESVERBAND DEUTSCHER KORNBRENNER e.V. (BDK):**

Telefonische Auskunft, Juli 2001

**CHIEMEL, H.; MAVROW, V.; REIMEDES, H.:**

Produktionsintegrierter Umweltschutz. In: Lebensmitteltechnik, 1993, Nr. 11, S.32-39

**DEUTSCHER BRAUER – BUND e.V.:**

Telefonische Auskunft über Kenngrößen der bei der Produktion von Bier anfallenden biogenen Abfallmengen, April 2001

**DEUTSCHES STUDENTENWERK:**

Leistungsbilanz 1999, schriftliche Mitteilung, Bonn, April 2001

**DIN 4040, Deutsche Norm, Teil 1 und 2:**

Abscheideranlagen für Fette, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Teil 1 März 1989, Teil Februar 1999

**FUCHS, ARNOLD:**

Strukturdaten zur Abfallwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des Aufkommens an biogenen Abfällen in Mecklenburg-Vorpommern –Teil 2-, AbfallwirtschaftsJournal 6 (1994), Nr. 7/8, S. 502 – 507

**HLfU:**

Konzept der Beseitigung von Fettabscheider-Rückständen in Hessen, Hessische Landesanstalt für Umweltschutz, Wiesbaden, Dezember 1982

**GALLENKEMPER, B.; EWERS, H.-J.:**

Unveröffentlichte Daten zum Forschungsprojekt „Bestandsaufnahme der Umweltschuttpotentiale im IHK-Bezirk Münster“, 1995

**HOTEL- UND GASTSTÄTTENVERBAND NORDRHEIN-WESTFALEN e. V.:**

Telefonische Auskunft, 5. April 2001

**IHK MÜNSTER, AUSKÜNFTE DES INFORMATIONS- UND SERVICE-ZENTRUM (ISZ):**

Standortangaben aller Firmen des Ernährungsgewerbes in NRW (auf Abfrage), Dezember 2000

**JOOSTEN, THOMAS:**

Wieviel Müll produzieren unsere Krankenhäuser? Die 100-Dächer-Umweltaktion deckt auf, KlinikManagement Aktuell, Januar 1999, S. 66 – 68

**KERSTING, R., SALLER, E., SINGER-POSERN, S.:**

Bericht zur Entsorgung von Fettabscheiderinhalten in Hessen – Situation, Handlungsbedarf (Abfallschlüssel: 125 01), Hessische Landesanstalt für Umwelt, Schriftreihe Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 187, 1995

**KISTOWSKI, R.:**

Sammlung und Verwertung von Speisresten. In: Abfall – Recycling – Altlasten, Band 14: Verwertung organischer Abfälle – Mode oder nachhaltige Lösung? Tagungsband des 10. Aachener Kolloquiums Abfallwirtschaft im Dezember 1997

**KOBALD, M. HOLLEY, W.:**

Emissionssituation in der Nahrungsmittelindustrie, Studie des Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung ILV im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie, Februar 1990

**LANDESINSTITUT FÜR DEN ÖFFENTLICHEN GESUNDHEITSDIENST NRW (LÖGD):**

Krankenhäuser in Nordrhein-Westfalen 1998, in:

[www.loeged.nrw.de/Loegd/Indikator/Indi/data/06/Html/06\\_11z98.htm](http://www.loeged.nrw.de/Loegd/Indikator/Indi/data/06/Html/06_11z98.htm), 09.04.01  
und

Pflegeheime, Nordrhein-Westfalen nach Verwaltungsbezirken, Mai 1997, in:

[www.loeged.nrw.de/Loegd/Indikator/Indi/data/06/Html/06\\_17\\_97.htm](http://www.loeged.nrw.de/Loegd/Indikator/Indi/data/06/Html/06_17_97.htm), 19.04.01

**LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA):**

Merkblatt „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“, Entwurf Anfang 2001

**LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA):**

Tabellen der Flussgebiete in NRW mit den zugehörigen Kommunen, Dezember 2000

**LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA):**

Gewässereinzugsgebiete Nordrhein-Westfalen. In:

<http://www.lua.nrw.de/wasser/fgkart.htm>, 06.06.2001

**LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA):**

Informationen über die Fettabscheiderentsorgung in Nordrhein-Westfalen, Februar 2001

**LANESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V.:**

Daten und Fakten. Ausgewählte Zahlen NRW,

in: [http://www.milch-nrw.de/daten\\_j1.htm](http://www.milch-nrw.de/daten_j1.htm), 29. März 01

**LANESVEREINIGUNG DER MILCHWIRTSCHAFT NRW e. V.:**

Telefonische Auskunft, März 2001

**LDS - LANDESAMT FÜR DATENVERARBEITUNG UND STATISTIK NORDRHEIN-WESTFALEN:**

Individuelle Auskunft zum Statistischen Bericht „Abfallentsorgung im Produzierenden Gewerbe und in Krankenhäusern in Nordrhein-Westfalen 1993“, 2000

**LDS - LANDESAMT FÜR DATENVERARBEITUNG UND STATISTIK NORDRHEIN-  
WESTFALEN:**

Kreisbezogene Bruttoabfallmengen des Statistischen Bericht „Abfallentsorgung im Produzierenden Gewerbe und in Krankenhäusern in Nordrhein-Westfalen 1993“, 2001

**LDS – Produktionsstatistik 1999:**

Produktionsmengen ausgewählter Erzeugnisse des Ernährungsgewerbes von 1999 in Nordrhein-Westfalen, Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, März 2001

**LDS – Schlachtungsstatistik 1999:**

Schlachtungen von Tieren inländischer und ausländischer Herkunft 1999 nach kreisfreien Städten und Kreisen, Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, März 2001

**MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT NRW  
(MURL):**

Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle 1998, Düsseldorf, Dezember 1999

**MTE, Informationsbüro Kreislaufwirtschaft c/o MTE Umweltberatung GmbH:**

Der Markt für Sekundärrohstoffe – Nahrungsmittelabfälle, 1998

**RASP, H.:**

Mengen, Eigenschaften und Herkunftsbereiche strukturarmer organischer Abfälle, in 5. Münsteraner Abfallwirtschaftstage, Band 10, 1997

**RUTHE, K.:**

Aufkommen und Zusammensetzung organischer Abfälle aus Gewerbe und Industrie, Müll-Handbuch, Band 6, Kennzahl 8666, Lieferung 7/97, Erich Schmidt Verlag, Berlin

**STATISTISCHES BUNDESAMT:**

Umweltschutz Fachserie 19 – Reihe 1.1 (Öffentliche Abfallentsorgung) und Reihe 1.2 (Abfälle aus dem produzierenden Gewerbe (>20 Beschäftigte) und aus Krankenhäusern), Wiesbaden, 1996

**STEHLE, G.:**

Verpacken von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, 1997

**SÜDZUCKER AG:**

Schriftliche Mitteilung, Mannheim/Ochsenfurt, 15. März 2001

**TEUBER, M.:**

Die Verwertung von Molke durch mikrobiologische Verfahren, Wissenschaft und Umwelt, 3/1981

**THOMÉ-KOZMIENSKY, K. J.:**

Biologische Abfallbehandlung, EF - Verlag, Berlin, 1995

**TREMONIS:**

Telefonische Auskunft über die Ein- und Verkaufspreis von Biertreber sowie über deren Verwertungswege, Juni 2001

**TSCHEUSCHNER, H.-D. (Hrsg.):**

Grundzüge der Lebensmitteltechnik, 2., neubearb. Aufl., Hamburg, 1996

**VEREIN DER ZUCKERINDUSTRIE e. V.:**

Telefonische Mitteilung, Bonn, 3. April 2001

**WEIERGRÄBER, P.:**

Verwertung von organischen Abfällen aus Brauereien. In: Kompostieren – nicht die beste Lösung für die Verwertung aller biologisch abbaubaren Abfälle? Schriftenreihe des Arbeitskreises für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen (ANS) e. V., Heft 29, Oktober 1994

**WVZ, WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER:**

Nebenerzeugnisse der Zuckerherstellung, in <http://www.zuckerwirtschaft.de>, März 2001

**ZMP Zentrale Mark- und Preisberichtsstelle GmbH:**

ZMP – Bilanz MILCH '98, ZMP Zentrale Mark- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn, 1998



# Anhang

**Tab. A-1, Teil 1:** Positivliste für biogene Abfälle die ohne eine weitere ökologische Betrachtung für eine Mitbehandlung in Faulbehältern geeignet sind [LUA, 2001].

<b>Abfallbezeichnung gemäß EAK-Verordnung (in Klammern: Abfallschlüssel)</b>	<b>Verwertbare Abfallarten<sup>1)</sup> der in Spalte 1 genannten Abfallbezeichnungen</b>	<b>Ergänzende Hinweise (Der Abfallherkunftsbereich ist bedarfsweise jeweils am Anfang in Klammern angegeben)</b>
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Abfälle (02 03 04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rückstände aus Maisherstellung</li> <li>- Rückstände aus Kartoffelstärkeherstellung</li> <li>- Melasserückstände</li> <li>- Schlamm aus der Speisefettfabrikation</li> <li>- Stärkeschlamm</li> </ul>	(Nahrungsmittelverarbeitung, Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen und Konservenherstellung) Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (02 05 01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- überlagerte Nahrungsmittel</li> <li>- Molke</li> </ul>	(Milchverarbeitung) Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (02 06 01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- überlagerte Nahrungsmittel</li> <li>- Teigabfälle</li> </ul>	(Back- und Süßwarenherstellung) Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.
Abfälle aus der Destillation von Spirituosen (02 07 02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen</li> <li>- Schlamm aus Brennerei (Alkoholbrennerei)</li> </ul>	(alkoholische und alkoholfreie Getränkeherstellung)
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (02 07 04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malztreber, Malzkeime, Malzstaub</li> <li>- Hopfentreber</li> <li>- Trub und Schlamm aus Brauereien</li> <li>- Schlamm aus Weinbereitung</li> <li>- Hefe und hefeähnliche Rückstände</li> </ul>	(alkoholische und alkoholfreie Getränkeherstellung)
Marktabfälle (20 03 02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marktabfälle</li> </ul>	Für Verwertung ist nur getrennt erfaßte, biologisch abbaubare Fraktion geeignet. Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.

1) Abfallarten in Anlehnung an den Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall von 1990

**Tab. A-1, Teil 2:** Positivliste für biogene Abfälle, die einer ökologischen Betrachtung unterzogen werden müssen [LUA, 2001].

Abfallbezeichnung gemäß EAK-Verordnung (in Klammern: Abfallschlüssel)	Verwertbare Abfallarten <sup>1)</sup> der in Spalte 1 genannten Abfallbezeichnungen	Ergänzende Hinweise (Der Abfallherkunftsbereich ist bedarfsweise jeweils am Anfang in Klammern angegeben)
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (02 02 04)	- Inhalt von Fettabscheidern und Flotate	(Fleisch-, Fischverarbeitung) Beispielhafte Herkünfte: Schlachtereien, Fleischverarbeitung, Kantinen und Verpflegungseinrichtungen, unvermischt mit sonstigen Abwässern. Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Abfälle (02 03 04)	- überlagerte Nahrungsmittel - Rückstände aus Konservenfabrikation	(Nahrungsmittelverarbeitung, Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen und Konservenherstellung) Verwertung nur, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes dem nicht entgegenstehen.
Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (02 07 04)	- Überlagerte Genußmittel - Trester	(alkoholische und alkoholfreie Getränkeherstellung) z. B. überlagerter Fruchtsaft
Organische, kompostierbare Küchenabfälle, getrennt eingesammelte Fraktionen (20 01 08)	- Küchen- und Kantinenabfälle	Bei Kantinen- und Großküchenabfällen kann eine Verwertung erfolgen sofern Bestimmungen gemäß des Tierkörperbeseitigungsgesetzes dem nicht entgegenstehen

1) Abfallarten in Anlehnung an den Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall von 1990

**Tab. A-2:** Ermittelte Mengen ausgewählter biogener Abfälle der Positivliste des LUA-Merkblattes „Mitbehandlung von biogenen Abfällen in Faulbehältern“ für NRW (Hochrechnung mittels Kennzahlen), gewässerbezogen dargestellt

Flussgebiet	Malz- und Hopfentreber [Mg/a]		Trub und Schlamm [Mg/a]		Hefe und Geläger [Mg/a]		Braueriabfälle gesamt [Mg/a]	
	Var. A <sup>1)</sup>	Var. B <sup>2)</sup>	Var. A <sup>1)</sup>	Var. B <sup>2)</sup>	Var. B <sup>2)</sup>	Var. A <sup>1)</sup>	Var. A <sup>1)</sup>	Var. B <sup>2)</sup>
Ems	5.901	6.007	513	720	751	826	7.240	7.478
Emscher	63.315	64.456	5.506	7.721	8.057	8.863	77.683	80.235
Erft	3.909	3.979	340	477	497	547	4.796	4.953
Issel	4.006	4.078	348	488	510	561	4.915	5.076
Lippe	49.454	50.345	4.300	6.031	6.293	6.922	60.676	62.669
Maas	51.155	52.077	4.448	6.238	6.510	7.161	62.763	64.825
Rheingraben	84.444	85.966	7.343	10.298	10.746	11.820	103.607	107.010
Ruhr	178.619	181.839	15.532	21.783	22.730	25.003	219.154	226.352
Sieg	86.141	87.694	7.491	10.505	10.962	12.058	105.690	109.161
Weser	27.517	28.013	2.393	3.356	3.502	3.852	33.761	34.870
Wupper	908	924	79	111	116	127	1.114	1.151
<b>NRW</b>	<b>555.367</b>	<b>565.379</b>	<b>48.293</b>	<b>67.728</b>	<b>70.672</b>	<b>77.740</b>	<b>681.400</b>	<b>703.779</b>

Flussgebiet	Inhalte aus Fettabscheidern u. Flotate [Mg/a]	Küchen- und Kantinenabfälle [Mg/a]	Rückstände aus der Konservenfabrikation insgesamt [Mg/a]	Melasse [Mg/a]
Ems	2.776 - 3.114	31.460 - 38.589	14.775	-
Emscher	757 - 1.006	22.708 - 27.946	5.316	-
Erft	347 - 489	13.147 - 16.140	7.007	51.353
Issel	1.190 - 1.309	10.915 - 13.409	6.709	-
Lippe	3.687 - 4.244	51.535 - 63.286	16.947	-
Maas	1.304 - 1.742	40.479 - 49.704	42.409	25.676
Rheingraben	2.713 - 3.825	103.039 - 126.453	22.752	25.676
Ruhr	1.943 - 2.643	64.842 - 79.574	5.982	-
Sieg	458 - 668	19.391 - 23.805	1.381	-
Weser	1.756 - 2.073	29.498 - 36.188	10.124	51.353
Wupper	294 - 433	12.907 - 15.825	998	-
<b>NRW</b>	<b>17.225 - 21.546</b>	<b>399.920 - 490.920</b>	<b>134.400</b>	<b>154.058</b>

Flussgebiet	Überlagerte Nahrungsmittel [Mg/a]	Molke [Mg/a]		Schlempen (Klammerwerte: Gewerbliche Brennereien) [Mg/a]			
		Aufkommen	Restmolke-menge				
Ems	4.704	37.979	7.596	23.249	(7.929)	-	27.899 (9.515)
Emscher	1.028	26.236	5.247	5.922	(3.054)	-	7.106 (3.664)
Erft	4.702	-	-	1.755	(454)	-	2.106 (545)
Issel	3.081	99.709	19.942	25.257	(5.408)	-	30.308 (6.490)
Lippe	7.422	26.236	5.247	45.513	(15.794)	-	54.615 (18.959)
Maas	16.139	-	-	9.244	(1.274)	-	11.093 (1.529)
Rheingraben	15.192	260.907	52.181	15.106	(4.095)	-	18.128 (4.914)
Ruhr	9.547	-	-	21.954	(10.072)	-	26.344 (12.087)
Sieg	6.816	93.717	18.743	1.639	(1.430)	-	1.967 (1.716)
Weser	4.754	96.958	19.392	2.523	(1.731)	-	3.028 (2.077)
Wupper	2.504	-	-	4.117	(1.533)	-	4.941 (1.839)
<b>NRW</b>	<b>75.888</b>	<b>641.742</b>	<b>128.348</b>	<b>156.278</b>	<b>(52.774)</b>	<b>-</b>	<b>187.534 (63.329)</b>

<sup>1)</sup> Hochrechnung in Anlehnung an BÖHM et al. [1985]

<sup>2)</sup> Hochrechnung in Anlehnung an DEUTSCHER BRAUER-BUND e. V. [2001]

**Tab. A-3, Teil 1:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Ems, Emscher und Erft

Ems		Emscher		Erft	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]	Stadt/Gemeinde	Anteil [%]	Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Ahlen <sup>5)</sup>	50	Bottrop	100	Bad Münstereifel	100
Altenberge	100	Castrop-Rauxel	100	Bedburg	100
Ascheberg	100	Dinslaken <sup>7)</sup>	50	Bergheim <sup>7)</sup>	50
Augustdorf	100	Dortmund <sup>5)</sup>	50	Blankenheim	100
Beckum	100	Duisburg <sup>7) 8)</sup>	33	Elsdorf	100
Beelen	100	Gladbeck	100	Erfstadt	100
Bielefeld <sup>10)</sup>	50	Herne	100	Euskirchen	100
Borgholzhausen <sup>10)</sup>	50	Oer-Erkenschwick <sup>5)</sup>	50	Grevenbroich	100
Drensteinfurt	100	Recklinghausen <sup>5)</sup>	50	Jülich <sup>6)</sup>	50
Emsdetten	100			Kerpen	100
Ennigerloh	100			Mechernich	100
Everswinkel	100			Meckenheim	100
Greven	100			Nettersheim <sup>6)</sup>	50
Gütersloh	100			Neuss <sup>7)</sup>	50
Halle (Westf.)	100			Nörvenich <sup>6)</sup>	50
Harsewinkel	100			Rheinbach	100
Havixbeck <sup>6)</sup>	50			Rommerskirchen	100
Herzebrock	100			Swisttal	100
Hopsten	100			Titz <sup>6)</sup>	50
Hörstel	100			Vettweis	100
Hövelhof	100			Weilerswist	100
Ibbenbüren	100			Zülpich	100
Ladbergen	100				
Langenberg	100				
Lengerich	100				
Lienen	100				
Lotte	100				
Mettingen	100				
Münster	100				
Nordwalde	100				
Oelde	100				
Oerlinghausen	100				
Ostbevern	100				
Recke	100				
Rheda-Wiedenbrück	100				
Rheine	100				
Rietberg	100				
Saerbeck	100				
Sassenberg	100				
Schloß Holte-Stukenbrock	100				
Sendenhorst	100				
Steinfurt <sup>4)</sup>	50				
Steinhagen	100				
Tecklenburg	100				
Telgte	100				
Verl	100				
Versmold	100				
Warendorf	100				
Westerkappeln	100				

4) s. auch Issel

5) s. auch Lippe

6) s. auch Maas

7) s. auch Rheingraben

8) s. auch Ruhr

10) s. auch Weser

**Tab. A-3, Teil 2: Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Issel, Lippe und Maas**

Issel	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Ahaus	100
Billerbeck	100
Bocholt	100
Borken	100
Coesfeld	100
Gescher	100
Gronau (Westf.)	100
Hamminkeln	100
Heek	100
Heiden	100
Horstmar	100
Isselburg <sup>7)</sup>	50
Laer	100
Legden	100
Metelen	100
Neuenkirchen	100
Ochtrup	100
Raesfeld <sup>5)</sup>	50
Rhede	100
Rosendahl	100
Schöppingen	100
Stadtlohn	100
Steinfurt <sup>1)</sup>	50
Südlohn	100
Velen	100
Vreden	100
Wettringen	100

Lippe	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Ahlen <sup>1)</sup>	50
Altenbeken	100
Anröchte	100
Bad Lippspringe	100
Bad Sassendorf	100
Bergkamen	100
Bönen	100
Borchen	100
Brilon <sup>8) 10)</sup>	33
Büren	100
Datteln	100
Delbrück	100
Dorsten	100
Dortmund <sup>2)</sup>	50
Dülmen	100
Ense <sup>8)</sup>	50
Erwitte	100
Fröndenberg	100
Gelsenkirchen	100
Geseke	100
Haltern	100
Hamm	100
Havixbeck <sup>1)</sup>	50
Herten	100
Holzwickede <sup>8)</sup>	50
Hünxe	100
Kamen	100
Lichtenau	100
Lippetal	100
Lippstadt	100
Lüdinghausen	100
Lünen	100
Marl	100
Marsberg <sup>10)</sup>	50
Möhnesee <sup>8)</sup>	50
Nordkirchen	100
Nottuln	100
Oer-Erkenschwick <sup>2)</sup>	50
Ofen	100
Paderborn	100
Raesfeld <sup>4)</sup>	50
Recklinghausen <sup>2)</sup>	50
Reken	100
Rüthen <sup>8)</sup>	50
Salzkotten	100
Schermbeck	100
Schlangen	100
Selm	100
Senden	100
Soest	100
Unna	100
Wadersloh	100
Waltrop	100
Welver	100
Werl	100
Werne	100
Wünnenberg	100

Maas	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Aachen	100
Aldenhoven	100
Alsdorf	100
Baesweiler	100
Brüggen	100
Dahlem	100
Düren	100
Erkelenz	100
Eschweiler	100
Gangelt	100
Geilenkirchen	100
Geldern	100
Goch	100
Grefrath	100
Heimbach	100
Heinsberg	100
Hellenthal	100
Herzogenrath	100
Hückelhoven	100
Hürtgenwald	100
Inden	100
Issum	100
Jüchen	100
Jülich <sup>3)</sup>	50
Kall	100
Kempen	100
Kerken	100
Kevelaer	100
Kreuzau	100
Langerwehe	100
Linnich	100
Merzenich	100
Mönchengladbach	100
Monschau	100
Nettersheim <sup>3)</sup>	50
Nettetal	100
Nideggen	100
Niederkrüchten	100
Niederzier	100
Nörvenich <sup>3)</sup>	50
Rheurdt	100
Roetgen	100
Schleiden	100
Schwalmtal	100
Selfkant	100
Simmerath	100
Sonsbeck <sup>7)</sup>	50
Stolberg (Rhld.)	100
Straelen	100
Titz <sup>3)</sup>	50
Tönisvorst	100
Übach-Palenberg	100
Uedem	100
Viersen	100
Wachtendonk	100
Waldfeucht	100
Wassenberg	100
Weeze	100
Wegberg	100
Willich	100
Würselen	100

<sup>1)</sup> s. auch Flussgebiet Ems

<sup>2)</sup> s. auch Flussgebiet Emscher

<sup>3)</sup> s. auch Flussgebiet Erft

<sup>4)</sup> s. auch Issel

<sup>5)</sup> s. auch Lippe

<sup>7)</sup> s. auch Rheingraben

<sup>8)</sup> s. auch Ruhr

<sup>10)</sup> s. auch Weser

**Tab. A-3, Teil 3:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Rheingraben, Ruhr und Sieg

Rheingraben		Ruhr		Sieg	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]	Stadt/Gemeinde	Anteil [%]	Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Alfter	100	Altena	100	Bad Honnef <sup>7)</sup>	50
Alpen	100	Arnsberg	100	Bad Laasphe	100
Bad Honnef <sup>9)</sup>	50	Attendorf	100	Bergneustadt	100
Bedburg-Hau	100	Balve	100	Burbach	100
Bergheim <sup>3)</sup>	50	Bestwig	100	Eitorf	100
Bergisch Gladbach	100	Bochum	100	Engelskirchen	100
Bonn	100	Breckerfeld	100	Freudenberg	100
Bornheim	100	Brilon <sup>5) 10)</sup>	34	Gummersbach	100
Brühl	100	Drolshagen	100	Hennef (Sieg)	100
Burscheid <sup>11)</sup>	50	Duisburg <sup>2) 7)</sup>	33	Kreuztal	100
Dinslaken <sup>2)</sup>	50	Ennepetal	100	Kürten	100
Dormagen	100	Ense <sup>5)</sup>	50	Lindlar	100
Duisburg <sup>2) 8)</sup>	34	Eslohe (Sauerland)	100	Lohmar	100
Düsseldorf	100	Essen	100	Marieneide <sup>11)</sup>	50
Emmerich	100	Finnentrop	100	Morsbach	100
Erkrath	100	Gevensberg	100	Much	100
Frechen	100	Hagen	100	Netphen	100
Haan	100	Halver	100	Neunkirchen	100
Heiligenhaus <sup>8)</sup>	50	Hattingen	100	Neunkirchen-Seelscheid	100
Hilden	100	Heiligenhaus <sup>7)</sup>	50	Nümbrecht	100
Hürth	100	Hemer	100	Overath	100
Isselburg <sup>4)</sup>	50	Herdecke	100	Reichshof	100
Kaarst	100	Herscheid	100	Rösrath	100
Kalkar	100	Holzwickede <sup>5)</sup>	50	Ruppichterath	100
Kamp-Lintfort	100	Iserlohn	100	Sankt Augustin	100
Kleve	100	Kierspe	100	Siegburg	100
Köln	100	Kirchhundem	100	Siegen	100
Königswinter	100	Lennestadt	100	Troisdorf	100
Korschenbroich	100	Lüdenscheid	100	Waldbröl	100
Kranenburg	100	Meinerzhagen	100	Wiehl	100
Krefeld	100	Menden (Sauerland)	100	Wiinsdorf	100
Langenfeld (Rheinland)	100	Meschede	100	Windeck	100
Leverkusen	100	Möhnese <sup>5)</sup>	40		
Meerbusch	100	Nachrodt-Wiblingwerde	100		
Mettmann	100	Neuenrade	100		
Moers	100	Oberhausen	100		
Monheim	100	Olpe	100		
Mülheim a. d. Ruhr	100	Olsberg	100		
Neukirchen-Vluyn	100	Plettenberg	100		
Neuss <sup>3)</sup>	50	Rüthen <sup>5)</sup>	50		
Niederkassel	100	Schalksmühle	100		
Pulheim	100	Schmallenberg	100		
Ratingen	100	Schwerte	100		
Rees	100	Sprockhövel	100		
Rheinberg	100	Sundern (Sauerland)	100		
Solingen <sup>11)</sup>	50	Velbert <sup>7)</sup>	50		
Sonsbeck <sup>6)</sup>	50	Warstein	100		
Velbert <sup>8)</sup>	50	Wenden	100		
Voerde (Niederrhein)	100	Werdohl	100		
Wachtberg	100	Wetter (Ruhr)	100		
Wesel	100	Wickede (Ruhr)	100		
Wesseling	100	Winterberg <sup>10)</sup>	50		
Wülfrath	100	Witten	100		
Wuppertal <sup>11)</sup>	50				
Xanten	100				

<sup>2)</sup> s. auch Flussgebiet Emscher

<sup>3)</sup> s. auch Flussgebiet Ert

<sup>4)</sup> s. auch Issel

<sup>5)</sup> s. auch Lippe

<sup>6)</sup> s. auch Maas

<sup>7)</sup> s. auch Rheingraben

<sup>8)</sup> s. auch Ruhr

<sup>9)</sup> s. auch Sieg

<sup>10)</sup> s. auch Weser

<sup>11)</sup> s. auch Wupper

**Tab. A-3, Teil 4:** Kreisfreie Städte sowie kreisangehörige Städte und Gemeinden der Flussgebiete Weser und Wupper

Weser		Wupper	
Stadt/Gemeinde	Anteil [%]	Stadt/Gemeinde	Anteil [%]
Bad Berleburg	100	Burscheid <sup>7)</sup>	50
Bad Driburg	100	Hückeswagen	100
Bad Oeynhausen	100	Leichlingen (Rheinland)	100
Bad Salzflun	100	Marienheide <sup>9)</sup>	50
Barntrup	100	Odenthal	100
Beverungen	100	Radevormwald	100
Bielefeld <sup>1)</sup>	50	Remscheid	100
Blomberg	100	Schwelm	100
Borgentreich	100	Solingen <sup>7)</sup>	50
Borgholzhausen <sup>1)</sup>	50	Wermelskirchen	100
Brakel	100	Wipperfürth	100
Brilon <sup>5) 8)</sup>	33	Wuppertal <sup>7)</sup>	50
Bünde	100		
Detmold	100		
Dörentrup	100		
Enger	100		
Erndtebrück	100		
Espelkamp	100		
Extertal	100		
Hallenberg	100		
Herford	100		
Hiddenhausen	100		
Hilchenbach	100		
Hille	100		
Horn-Bad Meinberg	100		
Höxter	100		
Hüllhorst	100		
Kalletal	100		
Kirchlengern	100		
Lage	100		
Lemgo	100		
Leopoldshöhe	100		
Löhne	100		
Lübbecke	100		
Lügde	100		
Marienmünster	100		
Marsberg <sup>5)</sup>	50		
Medebach	100		
Minden	100		
Nieheim	100		
Petershagen	100		
Porta Westfalica	100		
Preußisch-Oldendorf	100		
Rahden	100		
Rödinghausen	100		
Schieder-Schwalenberg	100		
Spenge	100		
Steinheim	100		
Stemwede	100		
Vlotho	100		
Warburg	100		
Werther (Westf.)	100		
Willebadessen	100		
Winterberg <sup>8)</sup>	50		

<sup>1)</sup> s. auch Flussgebiet Ems

<sup>5)</sup> s. auch Lippe

<sup>7)</sup> s. auch Rheingraben

<sup>8)</sup> s. auch Ruhr

<sup>9)</sup> s. auch Sieg



**Tab. A-4:** Flussgebietszuordnung der nordrhein-westfälischen Regierungsbezirke und Kreise bzw. kreisfreien Städte

Flussgebiet	Regierungsbezirke anteilig		Kreise/ Kreisfreie Städte anteilig			
		%		%	%	
Ems	Detmold Münster	40 22	Bielefeld (kreisfrei)	50	Münster (kreisfrei)	100
			Coesfeld	14	Paderborn	10
			Gütersloh	88	Steinfurt	73
			Lippe	13	Warendorf	88
Emscher	Arnsberg	2	Bottrupp (kreisfrei)	100	Herne (kreisfrei)	100
	Düsseldorf	1	Dortmund (kreisfrei)	50	Recklinghausen	30
	Münster	5	Duisburg (kreisfrei)	33	Wesel	4
Erft	Düsseldorf	4	Düren	17	Neuss	25
	Köln	17	Erftkreis	45	Rhein-Sieg-Kreis	16
			Euskirchen	59		
Issel	Düsseldorf	2	Borken	88	Steinfurt	27
	Münster	31	Coesfeld	27	Wesel	8
Lippe	Arnsberg Detmold Düsseldorf Münster	26 14 3 23	Borken	9	Paderborn	90
			Coesfeld	59	Recklinghausen	70
			Dortmund (kreisfrei)	50	Soest	75
			Gelsenkirchen (kreisfrei)	100	Unna	85
			Hamm (kreisfrei)	100	Warendorf	12
			Hochsauerlandkreis	7	Wesel	15
			Lippe	6		
Maas	Düsseldorf Köln	32 37	Aachen (kreisfrei)	100	Kleve	63
			Aachen	100	Mönchengladbach (kreisfrei)	100
			Düren	83	Neuss	12
			Euskirchen	41	Viersen	100
			Heinsberg	100	Wesel	4
Rheingraben	Düsseldorf Köln Münster	50 16 1	Bonn (kreisfrei)	100	Mettmann	90
			Borken	3	Mülheim an der Ruhr (kreisfrei)	100
			Duisburg (kreisfrei)	34	Neuss	63
			Düsseldorf (kreisfrei)	100	Rheinisch-Bergischer Kreis	19
			Erftkreis	55	Rhein-Sieg-Kreis	29
			Kleve	37	Solingen (kreisfrei)	50
			Köln (kreisfrei)	100	Wesel	69
			Krefeld (kreisfrei)	100	Wuppertal (kreisfrei)	50
			Leverkusen (kreisfrei)	100		
Ruhr	Arnsberg Düsseldorf	54 5	Bochum (kreisfrei)	100	Märkischer Kreis	100
			Duisburg (kreisfrei)	33	Mettmann	10
			Ennepe-Ruhr-Kreis	89	Oberhausen (kreisfrei)	100
			Essen (kreisfrei)	100	Olpe	100
			Hagen (kreisfrei)	100	Soest	25
Hochsauerlandkreis	65	Unna	15			
Sieg	Arnsberg	10	Oberbergischer Kreis	73	Rhein-Sieg-Kreis	55
	Köln	23	Rheinisch-Bergischer Kreis	37	Siegen-Wittgenstein	73
Weser	Arnsberg Detmold	7 64	Bielefeld (kreisfrei)	50	Höxter	100
			Gütersloh	12	Lippe	81
			Herford	100	Minden-Lübbecke	100
			Hochsauerlandkreis	28	Siegen-Wittgenstein	27
Wupper	Arnsberg	1	Ennepe-Ruhr-Kreis	11	Rheinisch-Bergischer Kreis	44
	Düsseldorf	3	Oberbergischer Kreis	27	Solingen (kreisfrei)	50
	Köln	7	Remscheid (kreisfrei)	100	Wuppertal (kreisfrei)	50

**Tab. A-5:** Flussgebietszuordnung der nordrhein-westfälischen Postleitzahlen-Regionen

Flussgebiet	PLZ-Bereich	Anteil [%]
Ems	32	3
	33	47
	48	45
	49	100
	59	11
Emscher	44	50
	45	15
	46	7
	47	1
Erft	41	15
	50	41
	52	8
	53	32
Issel	46	38
	48	44
Lippe	33	33
	34	12
	44	30
	45	54
	46	17
	48	11
Maas	58	4
	59	56
	41	65
47	58	
	52	92
	53	15

Flussgebiet	PLZ-Bereich	Anteil [%]
Rheingraben	40	100
	41	20
	42	36
	45	8
	46	33
	47	40
	50	59
	51	13
	53	21
Ruhr	42	9
	44	20
	45	23
	46	5
	47	1
	57	42
	58	92
	59	26
Sieg	51	71
	53	32
	57	42
Weser	32	97
	33	20
	34	88
	37	100
Wupper	57	16
	42	55
	51	16
	58	4
	59	7

**Tab. A-6:** Flussgebiets-Einwohnerzahlen für NRW (basierend auf den amtlichen Einwohnerzahlen der kreisfreien Städte und kreisangehörigen Städte und Gemeinden NRW vom 31.12.1999)

Flussgebiet	Einwohner
Ems	1.410.208
Emscher	1.036.023
Erft	592.055
Issel	493.417
Lippe	2.324.209
Maas	1.824.747
Rheingraben	4.631.246
Ruhr	2.914.150
Sieg	873.152
Weser	1.323.272
Wupper	577.322
<b>NRW</b>	<b>17.999.800</b>