

Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe

**Erste Grundlagenerhebung mittels Umfrage bei
den Kantonen zu vorhandenen Informationen**

Kurzbericht

von BMG Engineering AG

im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)

vom Januar 2014

Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Wasser, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

BMG Engineering AG, Ifangstrasse 11, CH-8952 Schlieren

Autoren

Christian Braun und René Gälli, BMG Engineering AG

Begleitung BAFU

Benjamin Sollberger; Ulrich Sieber; (Abteilung Wasser)

Hinweis

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Kontakt

Christian Braun: christian.braun@bmgeng.ch

Zitiervorschlag

Braun, C., Gälli, R. 2014. Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe. Erste Grundlagenerhebung mittels Umfrage bei den Kantonen zu vorhandenen Informationen. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). BMG Engineering AG, Schlieren.

Zusammenfassung

Mit Hilfe einer Datenerhebung bei allen Kantonen wurde versucht, möglichst alle Direkteinleiter (leiten industrielles bzw. gewerbliches Abwasser mit oder ohne betriebsinterne Vorbehandlung direkt in ein Gewässer ein) und die relevanten Indirekteinleiter (leiten das Abwasser mit oder ohne betriebseigene Vorbehandlung in das öffentliche Kanalnetz ein) aus Industrie und Gewerbe zu erfassen. Das Ziel war, eine Grundlage für die Beurteilung von Mikroverunreinigungen (MV) aus Industrie und Gewerbe (I+G) zu erhalten. Aus den ausgewählten Branchen wurden mehr als 60 Direkteinleiter und fast 250 Indirekteinleiter gemeldet. Gemäss den Umfrageunterlagen konnten Meldungen branchengleicher Indirekteinleiter zu summarischen Meldungen zusammengefasst werden (z.B. alle metallverarbeitenden Betriebe einer Region).

Der Vergleich mit der Eidg. Betriebszählung 2008 des Bundesamtes für Statistik zeigt, dass die Direkteinleiter nahezu vollständig erfasst wurden, was nicht heisst, dass auch die Fracht an Mikroverunreinigungen vollständig erfasst werden konnte. Bei den Indirekteinleitern muss davon ausgegangen werden, dass aufgrund der unterschiedlichen Datenlage bei den einzelnen Kantonen nur ein Teil der relevanten Betriebe erfasst wurde. Auch die Anzahl der Stoffe, für die Meldungen vorliegen, ist sehr unterschiedlich.

Die geografische Zuordnung der Meldungen zeigt, dass 75% der Betriebe im Einzugsgebiet von Aare und Rhein liegen, dies entspricht ungefähr dem Anteil dieses Einzugsgebiets an der Entwässerung der Schweiz.

Bei der Branchenzugehörigkeit der Betriebe zeigt sich für Direkt- und Indirekteinleiter ein unterschiedliches Bild. Bei den Direkteinleitern sind die drei meist genannten Branchen Sammlung und Beseitigung von Abfällen etc. (21 gemeldete Betriebe), Herstellung von chemischen Erzeugnissen (16) sowie Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (8 inkl. Fischzuchtanlagen). Bei den Indirekteinleitern sind es die Branchen Herstellung von Metallerzeugnissen (860), Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (536) sowie Herstellung von chemischen Erzeugnissen (201).

Frachten von organischen Mikroverunreinigungen – seien es Pflanzenschutzmittel, Pharmaka oder Industriechemikalien – sind in der gesamten Schweiz nur punktuell bekannt. Grundsätzlich findet hier keine routinemässige Überwachung statt. Vielmehr stammen die meisten Daten aus spezifischen Projekten (Sanierungen, Einzelkampagnen) bzw. aus einzelnen Kantonen, die eine Deklarationspflicht für Einleitparameter kennen und für grosse Einleiter, welche routinemässig überwacht werden.

Hingegen wurden Frachten von Summenparametern (GUS, CSB, BSB5, DOC) oft gemeldet. Diese sind also bei vielen Kantonen gut bekannt. Ebenso konnten häufig Frachten von Schwermetallen (As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni und Zn) angegeben werden, somit sind auch diese gut bekannt. Dies ist (teilweise) dadurch begründet, dass Einleitgrenzwerte eingehalten werden müssen und dazu periodische Kontrollmessungen durchgeführt werden.

Wissenslücken bestehen vor allem im Bereich der Indirekteinleiter. Hier ist die Datenlage bei den Kantonen sehr unterschiedlich, zum einen die Zahl der Betriebe

und das jeweilige Abwasseraufkommen betreffend und zum anderen die Art der emittierten Schadstoffe betreffend. Auch bei den Direkteinleitern liegen den Kantonen nur wenige Daten zu den unterschiedlichen Schadstofffrachten vor. Daten zu organischen Mikroverunreinigungen sind nur teilweise vorhanden.

In der Tabelle 1 sind die summierten Frachten angegeben. Die Frachten der vorgegebenen Parameter sind nach Direkt- und Indirekteinleiter aufgeteilt, Daten zu Pflanzenschutzmitteln (PSM) stammen ausschliesslich von Direkteinleitern, Daten zu Pharmazeutika zum überwiegenden Teil von Direkteinleitern (1 Meldung von einem Indirekteinleiter) und die Daten zu Industriechemikalien stammen sowohl von Direkt- als auch von Indirekteinleitern.

Tab. 1 Summe der von den Kantonen gemeldeten Frachten in kg/Jahr, Daten aus der Indirekteinleitung sind nur lückenhaft vorhanden, die Frachten aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sind zum Vergleich angegeben (Daten für das Einzugsgebiet des Rheins aus der MicroPoll-Datenbank, BAUFU [6]).

	GUS	BSB5	CSB	DOC	As	Pb	Cd	Cr	Co	Cu	Mo	Ni	Zn
Direkteinleitung	607'854	410'523	366'532	1'452'488	9	10	5	47	53	117	75	104	617
Indirekteinleitung	1'620'795	2'263'546	12'679'772	4'093'603	12	94	34	64	9	231	72	241	421
Fracht ARA	7'200'000	3'200'000	27'000'000	11'500'000	385	360	39	670	1'300	12'570	-	6'250	77'500
	Summe PSM	173	Summe Pharmaka		1'212			Summe Industriechemikalien					19'000
								davon Lösungsmittel					442
								davon Tenside					1'910

Im Vergleich der gemeldeten Frachten der vorgegebenen Parameter mit denjenigen aus der kommunalen Abwasserreinigung zeigt sich, dass die Frachten der gemeldeten Direkteinleiter mindestens eine Grössenordnung kleiner sind, die Frachten der Indirekteinleiter sind (mit Ausnahme von Blei, und unter der Annahme, dass die Frachten in der Abwasserreinigungsanlage weiter reduziert werden) jeweils noch kleiner.

Im Rheineinzugsgebiet machen die gemeldeten Einleitungen aus Industrie und Gewerbe verglichen mit der Einleitung kommunalen Abwassers allgemein nur wenige Prozent aus. Grundsätzlich sind über die Anteile aus Industrie und Gewerbe an den Frachten von Mikroverunreinigungen im Gewässer auf der Grundlage der erhobenen Daten kaum verlässliche Abschätzungen möglich.

Für eine quantitative Gesamtdarstellung des Anteils an Mikroverunreinigungen in Gewässern, die aus Industrie und Gewerbe stammen, sind die erhobenen Daten nicht ausreichend. Vor allem im Bereich der Indirekteinleiter ist die Datenlage bei den Kantonen sehr unterschiedlich, zum einen die Zahl der Betriebe und das jeweilige Abwasseraufkommen betreffend und zum anderen die Art der emittierten Schadstoffe betreffend. Da kurzfristig keine Verbesserung der Datenlage bezüglich der Einzelstoffe zu erwarten ist, müsste versucht werden, den Anteil der Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe z.B. durch Abschätzungen bzw. Verallgemeinerungen zu quantifizieren.

Inhalt

Impressum	2
Zusammenfassung	i
1 Einleitung	5
1.1 Fragestellung	5
1.2 Ziel	5
1.3 Projektablauf	5
2 Pilotumfrage	6
2.1 Verschickte Unterlagen	6
2.2 Aufgabenstellung für die Teilnehmer	6
2.3 Resultate der Pilotumfrage	7
2.4 Anpassung der Umfrageunterlagen an die Resultate der Pilotumfrage	8
3 Gesamtumfrage	9
3.1 Vorgehen	9
3.2 Meldungen zu Anzahl der Einleiter und zu vorgegebenen Parametern	10
3.2.1 Allgemeine Parameter	11
3.2.2 Chemische Parameter	12
3.2.3 Geografische Lage und Branchenzugehörigkeit der gemeldeten Betriebe	12
3.3 Gemeldete Frachten der Direkteinleiter	13
3.4 Gemeldete Frachten der Indirekteinleiter	14
4 Bewertung der gemeldeten Frachten	15
4.1 Frachten und Branchen	15
4.2 Vergleich mit Einleitungen aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen	16
4.3 Anteil an der Fracht im Rhein bei Basel	17
4.4 Relevanz der gemeldeten Daten	19
4.5 Mehrfache Meldungen weiterer Parameter	20
4.6 Meldungen zu Einzelstoffen	20
4.6.1 Pflanzenschutzmittel	20
4.6.2 Pharmazeutische Produkte	20
4.6.3 Meldungen weiterer Frachten	21
5 Fazit	21
Literatur	23

Anhänge

Anhang 1 verschickte Umfrageunterlagen

Anhang 2 Zuordnung der Frachten zu den Branchen

1 Einleitung

1.1 Fragestellung

Das BAFU bearbeitet die Thematik der „Mikroverunreinigungen in Gewässern“ in verschiedenen Bereichen:

- Mikroverunreinigungen aus der Siedlungsentwässerung
- Mikroverunreinigungen aus diffusen Quellen

In diesem Projekt sollen erste Grundlagen im Bereich Mikroverunreinigungen (MV) aus Industrie und Gewerbe erhoben werden. Dabei sollen möglichst alle Direkteinleiter und die relevanten Indirekteinleiter aus Industrie und Gewerbe erfasst und deren Einfluss auf die Belastung der Gewässer mit Mikroverunreinigungen auf der Grundlage der erhobenen Daten grob abgeschätzt werden.

1.2 Ziel

Es geht um die Zusammenstellung einer Übersicht der Industrieeinleiter als Grundlage für die Beurteilung von Mikroverunreinigungen (MV) aus Industrie und Gewerbe (I+G). Diese Informationen sollen mittels einer Umfrage bei allen Kantonen zusammengetragen werden, wobei die Erfahrung der kantonalen Behörden einbezogen werden soll. Dabei sollen alle Direkteinleiter und eine gezielte Auswahl von relevanten Indirekteinleitern (relevant bezüglich der Einleitung von Mikroverunreinigungen) betrachtet werden. Zusätzlich sollen mit der Umfrage allfällig vorhandene Hintergrundinformationen in Bezug auf MV aus I+G bei den Kantonen miterfasst werden.

1.3 Projektablauf

- Vorarbeiten
 - Definition und Abgrenzung Direkteinleiter und relevante Indirekteinleiter
 - Format für Datenablage in ARA Datenbank BAFU festlegen
 - Format für Datenerhebung definieren
 - Ankündigungsschreiben BAFU
 - Vorabklärungen bei Kantonen (Pilotumfrage)
 - Fachgruppensitzung mit Diskussion der Ergebnisse der Pilotumfrage, Festlegung der abzufragenden Branchen
- Erarbeitung des Konzeptes für die Datenerhebung bei allen Kantonen
- Ausarbeitung des Fragebogens und einer Checkliste (basierend auf Branchenverzeichnis)
- Ausarbeiten des Begleitbriefes

- Datenerhebung bei den Kantonen (inkl. Nachfragen)
- Datenauswertung und Verifizierung (Übersicht Direkt- und Indirekteinleiter, Stoffübersicht, Frachtübersicht)
- Datenaufbereitung zur Überführung in die ARA Datenbank des BAFU
- Kurzbericht

In Abb. 1 ist die Definition der für diesen Bericht verwendeten Bezeichnungen Direkteinleiter und Indirekteinleiter angegeben. Demnach leitet ein Direkteinleiter industrielles bzw. gewerbliches Abwasser mit oder ohne betriebsinterne Vorbehandlung direkt in ein Gewässer ein. Im Gegensatz dazu leitet ein Indirekteinleiter das Abwasser (mit oder ohne betriebseigene Vorbehandlung) in das öffentliche Kanalnetz ein.

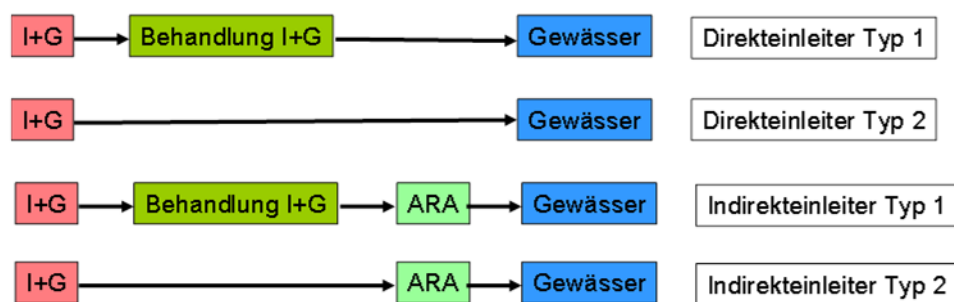


Abb. 1 Definition der unterschiedlichen Einleiter mit und ohne eigene Vorbehandlung

2 Pilotumfrage

2.1 Verschiedene Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden verschickt:

- Email mit der Aufgabenstellung
- Stoffliste mit möglichen Mikroverunreinigungen
- Branchenliste mit möglicherweise relevanten Indirekteinleitern
- Fragebogen zum Ausfüllen

2.2 Aufgabenstellung für die Teilnehmer

Die Pilotkantone wurden gebeten:

- Angaben zu einem Direkteinleiter zu machen und die Anzahl Direkteinleiter im Kanton anzugeben
- Angaben zu einem relevanten Indirekteinleiter zu machen und die Anzahl Indirekteinleiter im Kanton anzugeben

- Angaben zu einer relevanten Branche (Summe von indirekt einleitenden Betrieben) zu machen und die Anzahl der relevanten Branchen im Kanton anzugeben
- Eine Rückmeldung zu fehlenden Branchen und Mikroverunreinigungen zu geben und die Pilotumfrage zu kommentieren.

2.3 Resultate der Pilotumfrage

Alle teilnehmenden Kantone haben die Unterlagen und somit die Zielsetzung der Pilotumfrage verstanden und konnten den Fragebogen ausfüllen.

Folgende Schlussfolgerungen konnten gemacht werden:

- Die Kantone sind unterschiedlich stark von der Problematik „Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe“ betroffen.
- Die Anzahl Direkteinleiter ist überblickbar und die Kantone kennen die Betriebe.
- Der Kenntnisstand und die Dokumentation (Datenablage) bezüglich relevanter Indirekteinleiter sind unterschiedlich.
- Die Anzahl Indirekteinleiter ist sehr gross, so dass gemeinsame Branchen vorgegeben werden müssen, welche von allen Kantonen erhoben werden sollen (z.B.: Chemie/Pharma, Galvanik, Farben- und Lackhersteller).
- Zusätzlich sollen die Kantone kantonsspezifische Einleiter nennen (z.B. Fischzuchten, Grossgärtnereien).
- Belastbare Frachtabschätzungen für einzelne Mikroverunreinigungen dürften nur für wenige Betriebe machbar sein (ausser für Schwermetalle, DOC/BSB5 etc.) – eine Abschätzung der Grössenordnung soll angefragt werden.
- Zusätzlich sollen bekannte Stoffe, auch wenn keine Frachten abgeschätzt werden können, angefragt werden.
- Die Kantone sind an der Thematik generell interessiert, wobei die Priorität unterschiedlich eingestuft wird.
- Der Arbeitsaufwand ist nicht unerheblich für die Kantone, so dass für die Datenerhebung genügend Zeit eingeräumt werden muss.

Fazit:

Aufgrund der Umfrage durfte damit gerechnet werden, dass bei einer pragmatischen Datenerhebung alle Kantone in der Lage sein sollten entsprechende Daten zu liefern. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass nicht alle Kantone auf demselben Kenntnis- und Datenstand sein werden wie die Pilotkantone. Dies muss bei der Erhebung berücksichtigt werden (Hilfestellung, Help-Desk, Fokus auf das Wesentliche).

2.4 Anpassung der Umfrageunterlagen an die Resultate der Pilotumfrage

Die für die Pilotanfrage verschickten Unterlagen wurden für die Gesamtanfrage wie folgt verbessert:

- Der Begriff der relevanten Indirekteinleiter wurde mit quantitativen Zahlen umschrieben:
 - Ein relevanter Indirekteinleiter (Einzelbetrieb) hat in der Grössenordnung ein Abwasservolumen $>10'000\text{m}^3/\text{a}$ oder $>10\%$ der hydraulischen Fracht der ARA und emittiert Schwermetalle $>10\text{ kg/a}$ und/oder relevante organische Spurenstoffe $>10\text{ kg/a}$ wie Biozide, Pflanzenschutzmittel, Pharmaka oder andere gewässerrelevante Stoffe.
 - Indirekteinleiter, die als Summe relevant sind, haben in der Grössenordnung ein Abwasservolumen $>10'000\text{m}^3/\text{a}$ oder $>10\%$ der hydraulischen Fracht der ARA und emittiert Schwermetalle $>10\text{ kg/a}$ und/oder relevante organische Spurenstoffe $>10\text{ kg/a}$ wie Biozide, Pflanzenschutzmittel, Pharmaka oder andere gewässerrelevante Stoffe.

Darüber hinaus wurden verbesserte Erklärungen der zu erhebenden Daten angegeben:

- Die Emission der Direkteinleiter bezieht sich auf die Emission nach der Abwasseraufbereitung.
- Die Emission der relevanten Indirekteinleiter bezieht sich auf die Emission nach einer eventuellen betriebsinternen Vorbehandlung vor Einleitung in die Kanalisation.
- Die von allen Kantonen zu erhebenden Branchen der relevanten Indirekteinleiter sollten benannt werden. Die Kantone können zusätzliche Betriebe oder Summe von Betrieben aufführen
- Es wurde eine Liste mit vorgegebenen Parametern definiert, für die Frachten angegeben werden sollen:
 - GUS, BSB5, DOC, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Zn
- Es wurden weitere Felder für die freie Eingabe von Frachten zu Mikroverunreinigungen, die bei den Kantonen vorhanden sind, vorgesehen.
- Bekannte Mikroverunreinigungen sollen von den Kantonen benannt werden, auch wenn Frachten nicht verfügbar sind.

Der Erfassungsbogen wurde so angepasst, dass eine möglichst einfache Aufarbeitung der Rohdaten möglich ist.

3 Gesamtumfrage

3.1 Vorgehen

Zusammen mit einer Kopie des Schreibens vom 20.04.2011, welches das BAFU den Kantonen zur Information bereits im Voraus zugestellt hat, wurden die Umfrageunterlagen (Erfassungsbogen mit Erklärung, Branchenliste und Liste der Mikroverunreinigungen in deutscher und französischer Sprache) im November 2011 an alle zuständigen kantonalen Stellen verschickt (siehe Anhang 1). Die Adressen der jeweiligen Ansprechpartner wurden vom BAFU zur Verfügung gestellt. Dank einer ausreichenden Fristverlängerung bis Anfang November konnten die Daten von allen 26 Kantonen erhalten werden.

Aus der Vielzahl der Branchen sollten nur Betriebe des 2. Sektors (industrieller Sektor) gemeldet werden. Vorrangig gemeldet werden sollten aus diesem Sektor Betriebe mit Zugehörigkeit zu folgenden NOGA-Codes (einschliesslich 3-stelliger Untercodes, gemäss allgemeiner Systematik der Wirtschaftszweige), bei denen relevante Freisetzen von Mikroverunreinigungen vermutet werden:

- 13 Herstellung v. Textilien
- 14 Herstellung v. Bekleidung
- 15 Herstellung v. Leder, Lederwaren, Schuhen
- 17 Herstellung v. Papier, Pappe, Waren daraus
- 19 Kokerei u. Mineralölverarbeitung
- 20 Herstellung v. chemischen Erzeugnissen
- 21 Herstellung v. pharmazeutischen Erzeugnissen
- 22 Herstellung v. Gummi- u. Kunststoffwaren
- 24 Metallerzeugung u. -bearbeitung
- 25 Herstellung v. Metallerzeugnissen
- 35 Energieversorgung

Wenn Daten zu Betrieben mit anderer Branchenzugehörigkeit bei den Kantonen vorlagen, sollten diese auch gemeldet werden. Insbesondere betrifft dies die folgenden NOGA-Codes, bei denen vermutet werden kann, dass auch dort – wenn auch weniger relevante Mengen – Mikroverunreinigungen freigesetzt werden können:

- 10 Herstellung v. Nahrungs- u. Futtermitteln
- 11 Getränkeherstellung
- 12 Tabakverarbeitung
- 16 Herstellung v. Holzwaren
- 23 Herstellung von Glas u. Keramik, Verarbeitung v. Steine u. Erden
- 26 Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen
- 28 Maschinenbau
- 29 Herstellung v. Automobilen u. -teilen
- 30 Sonstiger Fahrzeugbau
- 31 Herstellung von Möbeln
- 38 Sammlung, Beseitigung v. Abfällen, Rückgewinnung

Betriebe mit einer Zugehörigkeit zu Branchen bei denen keine spezifischen oder nur kurzfristig Freisetzungen vermutet werden, sollten nur in Ausnahmefällen gemeldet werden. Dies betrifft die Branchen mit den folgenden NOGA-Codes:

- 5-9 Bergbau, Gewinnung v. Steinen u. Erden
- 18 Herstellung v. Druckerzeugnissen, Vervielfältigung
- 27 Herstellung v. elektrischen Ausrüstungen
- 32 Herstellung v. sonstiger Waren
- 33 Reparatur u. Installation v. Maschinen
- 36 Wasserversorgung
- 37 Abwasserentsorgung
- 39 Beseitigung v. Umweltverschmutzung
- 41 Hochbau
- 42 Tiefbau
- 43 Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation

Für die Branche „37 Abwasserentsorgung“ war zu beachten, dass die kommunalen Abwasserreinigungsanlagen nicht gemeldet werden sollten, jedoch sollten solche Abwasserreinigungsanlagen mit ausschliesslich bzw. hauptsächlich Abwasser aus industriellen Quellen als Direkteinleiter gemeldet werden.

In Abb. 2 ist schematisch dargestellt, wie die Daten zu den einzelnen Betrieben bzw. den summarischen Meldungen für die branchengleiche Indirekteinleiter zu erfassen sind.

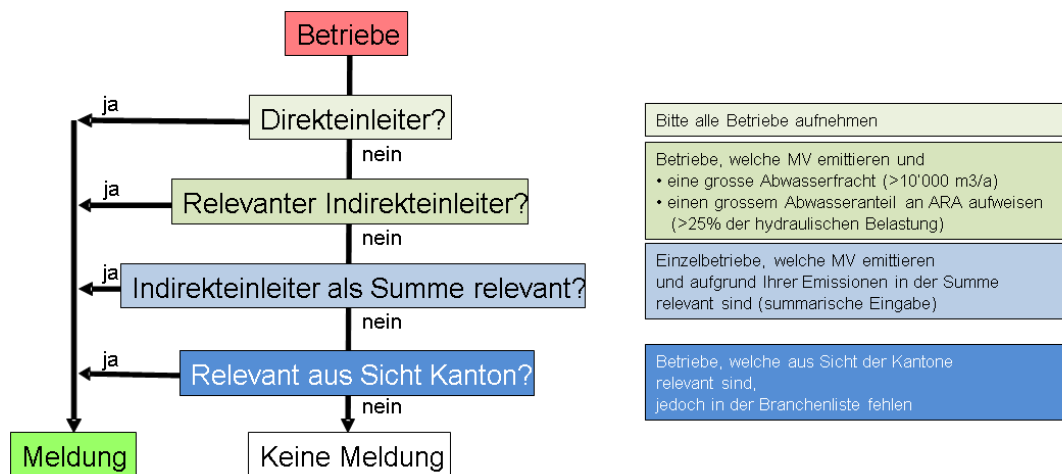


Abb. 2 Schema der Datenerhebung für die Gesamtumfrage

3.2 Meldungen zu Anzahl der Einleiter und zu vorgegebenen Parametern

In Tab. 2 ist der Datenrücklauf der Gesamtumfrage zusammengestellt. Insgesamt wurden Daten von über 60 Direkteinleitern und mehr als 250 Indirekteinleitern (davon ca. 50 summarische) gemeldet.

Tab. 2 Meldungen der Kantone: eine 0 in der Spalte „Anzahl gemeldete Einleitertypen“ bedeutet, dass dem Kanton keine Einleiter bekannt sind bzw. keine Direkteinleiter existieren, „k.A.“ bedeutet, dass keine Angaben zu Einleitern bei den Kantonen vorliegen

Kanton	Anzahl gemeldete Einleitertypen			Anzahl gemeldete Parameter												
	direkt	indirekt	davon summarisch	GUS	BSB5	CSB	DOC	As	Pb	Cd	Cr	Co	Cu	Mo	Ni	Zn
	gesamt	gesamt		85	39	109	73	27	46	36	53	27	69	34	68	66
	66	279	49													
AG	6	13	10	3	1		6				1					
AI	0		k.A.													
AR	0	6	4			3							1			
BE	12	30	17	22			28	5	8	6	9	5	10	4	8	12
BL	2	2	1	1			2	1	1		2		2		2	2
BS	1		k.A.													
FR	12	40	0	5	6	16	2	3	10	6	11	7	12	6	10	11
GE	2	4	0	2	2	1	4	5	6	6	5	5	6	6	6	5
GL	k.A.		k.A.													
GR	4	10	3	5	2	7	5	4	5	5	4	1	3		4	5
JU	k.A.		k.A.													
LU	3	4	1	4	4	3	4	1	1	1	1	1	1		1	1
NE	1	16	0	5	1	3	9	4	6	7	7	6	11	7	11	9
NW	0	1	0													
OW	0		k.A.													
SG	1	3	2											1		1
SH	1	14	2			6							2			
SO	2	15	1	4	2	14			1				8		8	8
SZ	0	4	1					1	2		2		2		2	2
TI	1	31	0	19		23	2	3	3	3	6	2	7	9	11	6
TG	1	2	0	1		2										
UR	k.A.		k.A.													
VD	2	27	3	11	14	20	2		2	1	3		2	1	3	3
VS	13	46	0	1	6	1	9		1	1	1		1		1	
ZG	0	3	0	2	1	2						1	1		1	1
ZH	2	8	1			8										

3.2.1 Allgemeine Parameter

Die gemeldeten Direkteinleiter haben gesamthaft ein Abwasseraufkommen von >67'000'000 m³/a. Von den Betrieben haben – neben den gemeldeten Inertstoffdeponien – 3 Betriebe aus der metallverarbeitenden Branche keine Abwasserbehandlung, jeweils ca. 20 eine chemische, biologische oder physikalische Behandlung.

Die gemeldeten Indirekteinleiter haben zusammen ein Abwasseraufkommen von >25'000'000 m³/a.

Bei einigen Meldungen wurden keine Abwassermengen angegeben, entweder weil keine Daten erhoben wurden oder es sich um neue Anlagen/Betriebe handelt, von denen noch keine Daten vorliegen. Summarisch wurden also knapp 100'000'000 m³/a an industriellen und gewerblichen Abwasser gemeldet.

Die gesamte Abwassermenge die in der Schweiz in ARAs behandelt wird beträgt 1'441'500'000 m³/a (VSA, 2000). Im Vergleich dazu beträgt der Anteil des häuslichen Abwassers am Abwasseraufkommen aller kommunalen Abwasserreinigungsanlagen ca. 950'000'000 m³/a (Annahme: 125 m³ Abwasser pro Person und Jahr, 7.5 Mio Einwohner CH). Die Differenz (ca. 500'000'000 m³/a) setzt sich aus dem industriellen und gewerblichen Abwasser (Indirekteinleiter), dem in die Kanalisation eingeleiteten Niederschlägen und dem in die Kanalisation eindringenden Fremdwasser zusammen.

3.2.2 Chemische Parameter

Am häufigsten gemeldet wurden Frachten von CSB und DOC (knapp 200 Meldungen von direkt und indirekt einleitenden Betrieben), gefolgt von GUS (>80 Meldungen). Bei den Schwermetallen wurden Frachten von Cu, Zn und Ni am häufigsten gemeldet.

Neben den in Tab. 2 angegebenen Parametern war es den Kantonen möglich, weitere Frachten von Mikroverunreinigungen anzugeben. Hier wurden teilweise Einzelstoffe gemeldet (z.B. von den Chemie-ARAs) aber auch Summenparameter wie TOC und Kohlenwasserstoffe. Klassische ARA-Parameter wie Stickstoff und Phosphor wurden vereinzelt auch gemeldet.

3.2.3 Geografische Lage und Branchenzugehörigkeit der gemeldeten Betriebe

In Tab. 3 ist die Anzahl der industriellen Einleiter nach Flusseinzugsgebiet angegeben. Die grösste Anzahl der Meldungen stammt aus dem Einzugsgebiet der Aare und des Rheins. Dieses entwässert ca. 80% der Schweiz. Zusätzlich sind Namen und Standorte für ausgewählte Direkteinleiter angegeben.

Tab. 3 Anzahl der gemeldeten industriellen Einleiter nach Flusseinzugsgebiet

Einzugsgebiet	gemeldete Direkteinleiter	gemeldete Indirekteinleiter	Branche der Direkteinleiter
Aare/Rhein	49	172	Chemie, Lebensmittel
Rhône	16	73	Chemie
Inn	keine	1	
Po	1	33	Entsorgung

In der nachfolgenden Tabelle ist die Branchenzugehörigkeit der gemeldeten industriellen und gewerblichen Einleiter aufgeführt. Zum Vergleich ist die Anzahl der Arbeitsstätten mit mehr als 10 Vollzeitäquivalenten gemäss der Betriebszählung 2008 angegeben. Für die Branche „Metallerzeugung und -bearbeitung“ ist die Anzahl der Meldungen grösser als die Anzahl der Betriebe gemäss Betriebszählung. Dies ist möglicherweise auf die Meldung einer grossen Zahl kleiner Betriebe zurückzuführen. Für alle anderen Branchen liegt die Zahl der gemeldeten Betriebe unterhalb der Anzahl Betriebe gemäss Betriebszählung. Der Anteil der gemeldeten Betriebe reicht von 2% („Herstellung von Glas und Keramik“) bis zu 84% („Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln“). Dies mag auch daran liegen, dass nicht alle Betriebe

dieser Branchen abwasserrelevante Prozesse betreiben bzw. bei einzelnen Kantonen keine Daten zur Verfügung stehen.

Tab. 4 Branchenzugehörigkeit der gemeldeten Betriebe im Vergleich zur Betriebszählung 2008 für mittlere und grosse Betriebe mit mehr als 10 Vollzeitäquivalenten (VZÄ)

Branche	gemeldete Direkteinleiter	gemeldete Indirekteinleiter	Betriebe CH >10 VZÄ	Anteil
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	8	536	598	88%
Getränkeherstellung	1	36	91	39%
Herstellung von Textilien		105	158	66%
Tabakverarbeitung		2	10	20%
Herstellung von Leder, Lederwaren, Schuhen		10	26	38%
Herstellung von Papier, Pappe, Waren daraus	5	12	116	10%
Kokerei und Mineralölverarbeitung	1	2	5	33%
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	16	201	298	64%
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugn.		61	138	44%
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren		87	360	24%
Herstellung von Glas und Keramik	3	14	355	4%
Metallerzeugung und -bearbeitung	1	231	147	156%
Herstellung von Metallerzeugnissen	7	860	1821	47%
Energieversorgung		53	390	14%
Sammlung und Beseitigung von Abfällen	21	140	238	54%
Sonstige (z.B. Maler, Gipser, Schwimmbäder)	3	1'090		

3.3 Gemeldete Frachten der Direkteinleiter

Die gemeldeten Direkteinleiter liegen hauptsächlich an den grossen Flüssen der Schweiz. Eine Ausnahme bilden die Fischzuchtbetriebe (Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln), die auch an kleineren Gewässern zu finden sind. Abb. 3 zeigt die Standorte der direkt einleitenden Betriebe und ihr jeweiliges Abwasseraufkommen sowie die Branchenzugehörigkeit. Die grössten Abwassermengen produzieren Fischzuchtbetriebe (max. 12.8 Mio m³/a), gefolgt von der Papier- sowie der chemischen Industrie (max. 5 Mio bzw. 2 Mio m³/a).

Die gemeldeten Frachten sind in Tab. 5 zusammengefasst. Dabei ist zu beachten, dass die Summierung immer über die verfügbaren Meldungen durchgeführt wurde, d.h. dass die direkt eingeleitete DOC-Fracht aufgrund der höchsten Anzahl Meldungen sehr viel grösser ist als die beiden Parameter BSB5 und CSB. Ebenfalls aufgrund der höheren Anzahl Meldungen für BSB5 ist die daraus berechnete Fracht sehr viel grösser als die CSB-Fracht, für deren Summierung nur halb so viel Meldungen vorlagen.

Tab. 5 Gemeldete Frachten der direkteinleitenden Betriebe (=Eintrag in Gewässer)

Parameter	Anzahl Meldungen	Mittelwert der gemeldeten Frachten kg/a	Summe der gemeldeten Frachten kg/a
GUS	24	25'327.00	607'854.00
BSB5	12	31'579.00	410'523.00
CSB	8	45'817.00	366'352.00
DOC	28	50'086.00	1'452'488.00
As	7	1.30	9.08
Pb	9	1.08	9.72
Cd	9	0.53	4.76
Cr	10	4.71	47.06
Co	8	6.60	52.77
Cu	10	11.70	117.00
Mo	8	9.36	74.84
Ni	10	10.41	104.07
Zn	13	47.48	617.30

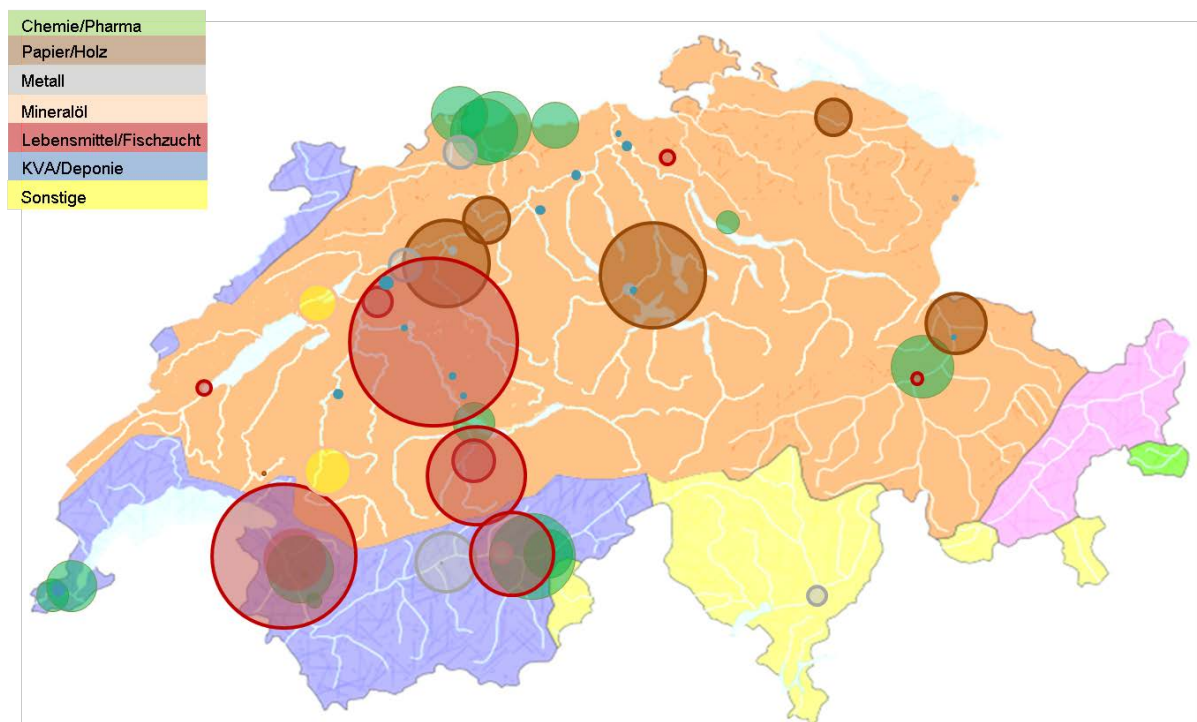


Abb. 3 Lage und Branche der gemeldeten direkteinleitenden Betriebe. Die Grösse der Kreise entspricht der jährlichen Abwassermenge (maximal 12.8 Mio m³/a), nicht der Schadstofffracht im Abwasser. Der Farbcode der CH-Karte gibt das Einzugsgebiet an (Rhein, Rhône, Po, Inn und Adige).

3.4 Gemeldete Frachten der Indirekteinleiter

Die Meldungen zu den indirekt einleitenden Betrieben stammen aus allen Flusseinzugsgebieten der Schweiz. Regionale Schwerpunkte der industriellen Tätigkeit sind

– von wenigen Ausnahmen abgesehen – jedoch ebenfalls entlang der grosse Flüsse zu finden.

Tab. 6 Gemeldete Frachten der indirekt einleitenden Betriebe bzw. der summarisch gemeldeten Betriebe: Anzahl der Meldungen pro Parameter, Mittelwert und Summe der Fracht in kg/Jahr

	GUS	BSB5	CSB	DOC	As	Pb	Cd	Cr	Co	Cu	Mo	Ni	Zn
Anzahl	58	28	101	43	17	35	25	40	18	55	25	56	52
Mittelwert	27'945	80'841	125'542	95'200	1.0	3.0	1.4	2.0	0.0	4.0	3.0	4.0	8.0
Summe	1'620'795	2'263'546	12'679'772	4'093'603	12.5	94.0	34.0	64.3	8.9	231.5	72.3	240.8	421.3
nach ARA*	81'040	113'177	633'989	204'680	0.6	4.7	1.7	3.2	0.4	11.6	3.6	12.0	21.1

* zur Berechnung der Fracht „nach ARA“ siehe Kapitel 4.2

4 Bewertung der gemeldeten Frachten

4.1 Frachten und Branchen

In den folgenden Abbildungen ist für die Parameter CSB und Zn die Herkunft der Frachten aus Direkt- und Indirekteinleitung gezeigt. Die gemeldete summierte CSB-Fracht stammt bei den Direkteinleitern zum überwiegenden Teil aus der Papierherstellung (>60%) und der Herstellung von chemischen Erzeugnissen (ca. 34%). Zusätzliche Beiträge stammen aus der Nahrungs-, Futtermittel- und Getränkeindustrie. Bei den Indirekteinleitern stammt der überwiegende Teil (>60%) aus der Nahrungs- und Futtermittelindustrie sowie der Papierherstellung (ca. 20%) und der Pharmabranche (ca. 8%). Kleinere Beiträge stammen aus der Chemiebranche und aus der Textilindustrie und der Getränkeherstellung.

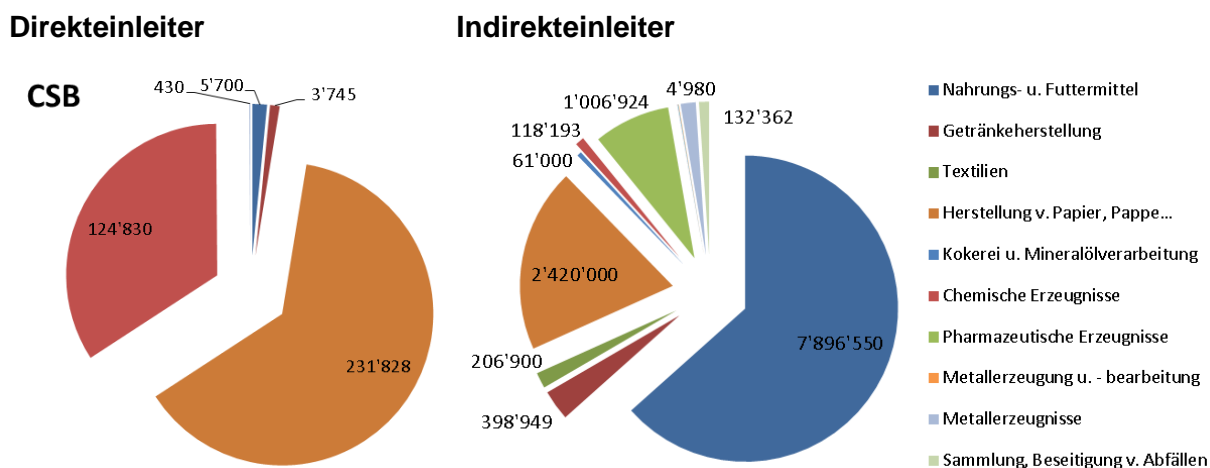


Abb. 4 Herkunft der gemeldeten CSB-Fracht aus Direkt- (links) und Indirekteinleitung (rechts) in kg/Jahr

Der Hauptteil der Zink-Fracht stammt aus Betrieben des Metallgewerbes und der chemischen/pharmazeutischen Industrie (>80% bei den Direkteinleitern und >50% bei den Indirekteinleitern). Je nach Einleitungsart (direkt bzw. indirekt) sind die restlichen Quellen unterschiedlich. So stammt ca. ein Fünftel des direkt eingeleiteten

Zinks aus der Papierindustrie, hingegen ist dieser Anteil bei den Indirekteinleitern sehr viel geringer (0.1 kg/a verglichen mit einer Gesamtfracht von >68 kg/a). Bei den Indirekteinleitern stammt mehr als ein Viertel der Zn-Fracht aus der Abfallbeseitigung und ein geringer Anteil (<5%) zusätzlich noch aus der Textilindustrie.

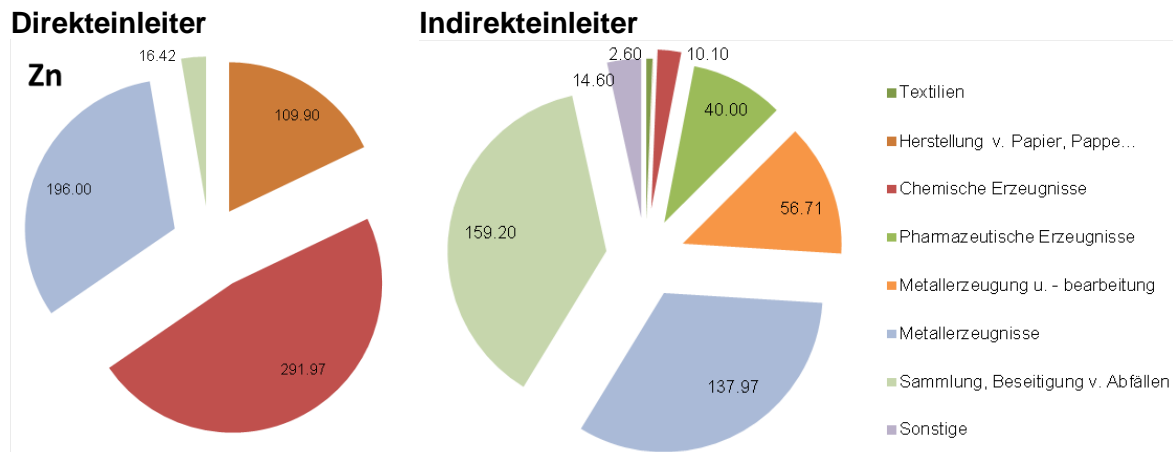


Abb. 5 Herkunft der gemeldeten Zink-Fracht aus Direkt- (links) und Indirekteinleitung (rechts) in kg/Jahr

Die Branchenzuordnung von Frachten der weiteren Parameter ist im Anhang 2 gezeigt. Einschränkend ist anzumerken, dass insbesondere bei den Frachten aus der indirekten Einleitung dominierende Einzelbetriebe bzw. Einzelmeldungen die Zuordnung zu den Branchen verfälschen können.

4.2 Vergleich mit Einleitungen aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

Um die Grössenordnung der Frachten, die industrielle und gewerbliche Betriebe in Gewässer einleiten, abschätzen zu können, werden sie im Folgenden mit solchen Frachten verglichen, die aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen stammen.

Für diese Abschätzung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Es wurden alle gemeldeten Einleiter (direkt und indirekt) berücksichtigt
- Die Angaben zu den Direkteinleitern wurden unverändert übernommen, d.h. es wurden die tatsächlichen Einleitwerte berücksichtigt (aus Einleitungen mit und ohne betriebseigene Behandlung)
- Die Abwässer aus indirekt einleitenden Betrieben gelangen jeweils über eine ARA in die Gewässer. Folglich sind die tatsächlich in das Gewässer gelangenden Frachten durch den Abwasserreinigungsprozess der jeweiligen ARA beeinflusst
 - Für die Parameter CSB und DOC wurde angenommen, dass diese zu 95% abgebaut werden

- Die Schwermetallelimination liegt allgemein darunter (ca. 55% für Nickel und ca. 75% für die anderen gemeldeten Metalle, nach Kupper [1])
- Die Fracht aus der kommunalen ARA stammt aus einer Hochrechnung der Einwohnerwert-Frachten pro Parameter mit dem mittleren Abwasseranfall pro Person, diese Werte enthalten also auch den industriell-gewerbliche Anteil. Die Einwohnerwert-Frachten wurden im Rahmen des Projekts „Mikroverunreinigungen aus diffusen Quellen“ in einer Arbeit zum Abwasser aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen abgeschätzt [3].

Tab. 7 fasst die Ergebnisse dieser Abschätzung zusammen.

Tab. 7 Vergleich der gemeldeten Frachten mit Frachten aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen in kg/Jahr bzw. %-Anteilen. Gemeldete Frachten aus Indirekteinleitung wurden bzgl. Elimination auf der ARA korrigiert (Spalte C „Indirekteinleiter nach ARA“).

Parameter (Anzahl Mel- dungen)	A	B	C	D	Vergleich Direkteinleiter mit ARA (Spalte A von Spalte D)	Anteil Indirekt- einleiter an ARA (Spalte C von Spalte D)
	Fracht der ge- meldeten Di- rekteinleiter kg/a	Fracht der ge- meldeten Indi- rekteinleiter kg/a	Fracht der ge- meldeten Indi- rekteinleiter nach ARA kg/a	Einleitung aus kom- munalen ARA kg/a		
CSB (109)	366'532	12'679'722	633'988	23'100'000	1.6%	2.7%
DOC (73)	1'452'488	4'093'603	204'680	15'375'115	9.4%	1.3%
As (27)	9.08	12.49	0.62	520	1.7%	0.1%
Pb (46)	9.72	94.04	4.70	488	2.0%	1.0%
Cd (36)	4.76	33.96	1.70	53	9.0%	3.2%
Cr (53)	47.06	64.32	3.22	907	5.2%	0.4%
Co (27)	52.77	8.88	0.44	1760	3.0%	<0.1%
Cu (69)	117.00	231.48	11.57	16'973	0.7%	<0.1%
Ni (68)	104.07	240.76	12.04	8'446	1.2%	0.1%
Zn (66)	617.3	421.28	21.06	59'253	1.0%	<0.1%

Die Frachten der gemeldeten Parameter aus industrieller und gewerblicher Einleitung liegen mindestens eine Grössenordnung unter denen aus den Abwasserreinigungsanlagen. Die höchsten Werte finden sich bei Cadmium (9%) und bei DOC (9%). Die Frachten aus industrieller und gewerblicher Indirekteinleitung liegen (nach der ARA abgeschätzt) mit Ausnahme von CSB noch unter den Frachten der Direkteinleiter. Für As, Cd und Co liegt nur eine vergleichsweise geringe Anzahl an Meldungen vor, so dass die summierten Frachten von den tatsächlichen Frachten stärker abweichen als für diejenigen Parameter, für die mehr Meldungen vorliegen.

4.3 Anteil an der Fracht im Rhein bei Basel

In Tab. 8 sind die im Rheineinzugsgebiet gemeldeten Frachten aus Industrie und Gewerbe mit denen im Rhein bei Basel verglichen. Die jeweilige Gesamtfracht der zu vergleichenden Parameter im Rhein bei Basel wurde aus den Daten der Rheinüberwachungsstelle für das Jahr 2010 berechnet. Diese Frachten enthalten damit auch die summierten Hintergrundkonzentrationen, die z.B. geogenen Ursprungs sein können. Für die Frachtberechnung wurde der Messwert mit dem mittleren Ab-

fluss in der Messperiode multipliziert. Bei den Metallen wurde sowohl der gelöste als auch der Anteil im Schwebstoff berücksichtigt.

Für den Vergleich der gemeldeten Frachten aus der Indirekteinleitung wurde dieselbe Abschätzung für die Elimination auf der ARA verwendet, wie bei der Betrachtung im vorhergehenden Abschnitt. Auf eine Abschätzung des weiteren Abbaus entlang der Fließstrecken vom Ort der Emission bis zum Rhein bei Basel wurde verzichtet. Es ist auch hier zu beachten, dass Daten für die Frachtmeldungen zur Indirekteinleitung nur lückenhaft vorliegen.

Tab. 8 Vergleich der gemeldeten Frachten aus industrieller und gewerblicher Einleitung mit Frachten aus der ARA und Messungen der Rheinüberwachungsstelle. Die gemeldeten Frachten aus Indirekteinleitung wurden bzgl. Elimination auf der ARA korrigiert.

Parameter (Anzahl Meldungen)	A		B		C		D		Anteil Industrie und Gewerbe
	Fracht der gemelde- ten Direkt- einleiter	Fracht der gemelde- ten Indi- rekteinleiter nach ARA	Einleitung aus ARA	Messung Fracht im Rhein	Anteil Direktein- leiter	Anteil Indirekt- einleiter	Anteil ARA	Anteil In- dustrie und Gewerbe	
	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	A von D %	B von D %	C von D %	A+B von D %	
GUS (85)	520'666	74'644	k.A.	472'451'000	0.1	0.2		0.3	
DOC (73)	962'572	119'466	11'531'337	62'570'000	1.5	0.2	18.4	1.7	
As (27)	8.95	1.25	390.00	26'553	<0.1	<0.1	1.5	<0.1	
Pb (46)	8.05	9.17	366.00	3'818	0.2	0.2	9.6	0.5	
Cd (36)	3.16	2.19	40.00	325	1.0	0.7	12.3	1.6	
Cr (53)	46.41	14.22	680.00	9'368	0.5	0.2	7.3	0.6	
Cu (69)	116.36	51.02	12'730.00	47'569	0.2	0.1	26.8	0.4	
Ni (68)	103.26	98.16	6'335.00	23'026	0.4	0.4	27.5	0.9	
Zn (66)	602.76	60.89	44'440.00	74'705	0.8	<0.1	59.5	0.9	

Ein signifikanter Anteil von industrieller und gewerblicher Fracht an der Gesamtfracht im Rhein findet sich nur für die Parameter DOC, Cadmium, Nickel und Zink (1% bis 2%). Die Frachten der anderen Parameter liegen alle unterhalb von 1%, für Arsen sogar deutlich unter 1‰.

Am Beispiel des Parameters DOC kann gezeigt werden, dass die Daten nur lückenhaft vorliegen: Die Summe der gemeldeten Frachten aus der Direkteinleitung im Rheineinzugsgebiet liegt bei 962'500 kg/Jahr, und damit niedriger als die Summe aller anderen Einleiter. Für das Einzugsgebiet der Rhône oberhalb des Genfersees wurden DOC-Frachten gemeldet die eine Summe von 489'916 kg/Jahr ergeben, also ca. 50% der Summe der Meldungen des Rheineinzugsgebiets. Die DOC-Fracht an der Messstation „Porte du Scex“ betrug im Jahr 2000 ca. 17'500'000 kg/Jahr (Daten aus der MicroPoll-Datenbank [6]). Der Anteil aus der Direkteinleitung (Summe der Meldungen) an der Gesamtfracht in der Rhône macht dort – unter Vernachlässigung eines Abbaus entlang der Fließstrecke – ca. 3% aus, also das Doppelte des Anteils, der in Tab. 8 für das Rheineinzugsgebiets abgeschätzt wurde.

4.4 Relevanz der gemeldeten Daten

Die gemeldeten Frachten aus der Direkteinleitung liegen in einer vergleichbaren Grössenordnung wie die Frachten aus der Indirekteinleitung nach Behandlung in der ARA (vgl. z.B. Tab. 8). Ausnahmen bilden hier die DOC-Fracht und bei den Schwermetallen Zn, bei denen die Fracht aus der Direkteinleitung ca. 10-mal grösser ist als aus der Indirekteinleitung via ARA.

Als eine obere Schranke für die gemeldeten Frachten mag man die Werte der Rheinüberwachungsstelle bei Basel ansehen. Die Summe der Frachten sowohl aus der Direkteinleitung als auch aus der (in der ARA behandelten) Indirekteinleitung liegt im Bereich von wenigen Promille bis einigen Prozent dieses Werts.

Auch verglichen mit den Frachten aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen liegen die gemeldeten Frachten aus Industrie und Gewerbe im Bereich weniger Prozent.

Für einen weiteren Vergleich können die Daten des Schweizerischen „Schadstofffreisetzungs- und -transferregisters“ (Pollutant Release and Transfer Register, kurz SwissPRTR, [4]) herangezogen werden. Die Daten müssen auf der Grundlage der PRTR-Verordnung [5] von Anlagenbetreibern bzw. Betrieben, die spezifische Schadstoffe freisetzen, gemeldet werden. Im Jahr 2010 meldeten 207 Betriebe Daten. Bei den SwissPRTR-Meldungen ist zu berücksichtigen, dass dort Angaben der kommunalen Abwasserreinigungsanlagen enthalten sind (meldepflichtige Anlagenkategorie: >100'000 Einwohnergleichwerte). Die Daten dieser Studie enthalten hiervon jedoch nur den Anteil industriellen und gewerblichen Ursprungs, diesen jedoch auch teilweise von kleinen ARAs, die aufgrund ihrer geringen Grösse in den SwissPRTR-Meldungen nicht enthalten sind. Abweichungen der im SwissPRTR gemeldeten Daten zu den für diese Studie erhobenen Daten sind in beide Richtungen zu erwarten: einerseits sind die hier erhobenen Daten unvollständig, andererseits sind im SwissPRTR teilweise auch geschätzte Daten vorhanden, die evtl. eher hoch sind.

Tab. 9 Vergleich der für diese Studie gemeldeten Frachten aus Direkteinleitung und eliminations-korrigierter Indirekteinleitung mit denen aus dem SwissPRTR (2010) in kg/Jahr.

Parameter	Frachtmeldungen SwissPRTR	Frachtmeldungen diese Studie	Anteil
	kg/a	kg/a	%
As	175.1	12.2	7
Pb	827.2	33.2	4
Cd	56.3	13.3	24
Cr	945.0	63.1	7
Cu	2'963.8	174.9	6
Ni	814.5	212.4	26
Zn	7'060.9	722.6	10

In Tab. 9 sind die Daten des SwissPRTR als Summe aus Freisetzung in Gewässer und Freisetzung in Abwasser gezeigt. Der Anteil im Abwasser wurde demselben Eliminationsformalismus unterworfen wie die Frachten aus der Indirekteinleitung

(siehe 4.2). Die SwissPRTR-Frachten enthalten auch Beiträge aus kommunalen ARAs, die nicht nur durch industrielle bzw. gewerbliche Einleiter verursacht werden. Der Anteil der in dieser Studie gemeldeten Frachten an den im SwissPRTR gemeldeten Frachten beträgt zwischen 4% (Pb) und 26% (Ni).

4.5 Mehrfache Meldungen weiterer Parameter

Neben den in den vorherigen Kapiteln erwähnten Parametern wurden zusätzlich noch mehrfach Angaben zu Frachten von weiteren Parametern gemacht, sowohl für Direkt- als auch für Indirekteinleiter.

Tab. 10 zusätzliche, mehrfach gemeldete Parameter, unten Direkteinleiter und oben Indirekteinleiter

	KW	TOC	NH ₄	P	Hg	SO ₄	Cl	NO ₂	NO ₃
	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
gemeldete Fracht aus der Indirekteinleitung									
Anzahl	8	4	14	6	6	2	2	6	4
Mittelwert	1'306	1'133'916	8'575	825	1.37	37'180	817'170	271	23'126
Summe	10'451	4'535'664	120'057	4'947	8.2	74'360	1'634'340	1'624	92'505
gemeldete Frachten aus der Direkteinleitung									
Anzahl	9	10	3	13	5	6	4	-	2
Mittelwert	525	7'525	158	241	0.09	26'262	24'225	-	1'055
Summe	4'727	75'248	473	3'127	0.47	157'570	96'900	-	2'110

4.6 Meldungen zu Einzelstoffen

Neben den Summenparametern, den Daten zu Schwermetallen und den oben angegebenen weiteren Parametern wurden teilweise auch Einzelstoffe gemeldet. Insbesondere von den Abwasserreinigungsanlagen wurden Frachten gemeldet.

4.6.1 Pflanzenschutzmittel

Meldungen zu Pflanzenschutzmitteln liegen von drei Abwasserreinigungsanlagen vor. Die Messungen stammen direkt aus dem Ablauf der jeweiligen ARA, deren industrieller Teil als Direkteinleiter angesehen werden kann. Teilweise behandeln diese ARAs jedoch auch kommunales Abwasser, werden aufgrund des hohen Anteils an industriellem Abwasser aber als Direkteinleiter geführt. Alle gemeldeten 26 Wirkstofffrachten sind sehr gering und liegen im Bereich von 0.3 kg/a bis maximal 36.5 kg/a.

4.6.2 Pharmazeutische Produkte

Ebenfalls aus Daten von (industriellen) Abwasserreinigungsanlagen stammen Meldungen zu 13 pharmazeutischen Wirkstoffen. Die gemeldeten, jährlichen Stofffrachten liegen im Bereich von 1 kg/a bis zu 291 kg/a.

Ein Vergleich mit aus Messdaten berechneten, durchschnittlichen Frachten in Rhein bzw. Rhône zeigt, dass für die verschiedenen Wirkstoffe die Anteile aus den gemel-

deten industriellen Einleitungen in einem weiten Bereich vorliegen (von 0.5% bis ca. 25%).

4.6.3 Meldungen weiterer Frachten

Abschliessend zeigt Tab. 11 Werte der gemeldeten Frachten weiterer Parameter. Die Werte der Metalle stammen hauptsächlich aus der Uhrenindustrie, die Meldungen zu den Industriechemikalien und Tensiden stammen hingegen wiederum von (industriellen) Abwasserreinigungsanlagen sowie von kleineren Direkteinleitern.

Tab. 11 Weitere gemeldete Frachten zu Einzelstoffen, mehrere Einträge pro Stoff in den Spalten Frachtmeldungen entsprechen Meldungen von unterschiedlichen Betrieben bzw. zusammengefassten Betrieben.

Kategorie	Anzahl Meldungen	gemeldete Frachten		
		Minimum kg/a	Median kg/a	Maximum kg/a
Industriechemikalien	10	10	50	15'257
Tenside	4	3.5	250	1'000
weitere Metalle	15	0.006	1	10.64

5 Fazit

Eine Zusammenstellung der direkt einleitenden Industrie- und Gewerbebetriebe der ausgewählten Branchen konnte erstellt werden (>60 Betriebe in der ganzen Schweiz). Für die Summenparameter (GUS, BSB/CSB und DOC) sind die Frachten im Allgemeinen bekannt. Teilweise bekannt sind auch noch die Frachten einiger Schwermetalle. Die Branchen mit den meisten gemeldeten Betrieben sind die Sammlung und Beseitigung von Abfällen etc. (21), die Herstellung von chemischen Erzeugnissen (16), die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (8 inkl. Fischzuchtanlagen) sowie die Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus (5).

Bei den Direkteinleitern liegen den Kantonen nur wenige Daten zu den unterschiedlichen Frachten von Mikroverunreinigungen vor. Substanz- bzw. Wirkstoff-spezifische Frachten werden nicht regelmässig erhoben, sondern meistens nur im Rahmen ausserordentlicher Masskampagnen.

Die Anzahl der indirekt einleitenden Betriebe ist sehr gross, und es liegen relativ wenige Daten bei den Kantonen und diese in unterschiedlicher Qualität vor. Die Branchen mit den meisten gemeldeten Betrieben sind die Herstellung von Metallerzeugnissen (860), Die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (536), die Herstellung von chemischen Erzeugnissen (201), die Metallerzeugung und -bearbeitung (231), die Sammlung und Beseitigung von Abfällen etc.(140) sowie die Herstellung von Textilien(105). Ein Vergleich der eingegangenen Meldungen zu Indirekteinleitern mit der Anzahl der Betriebe aus der Betriebszählung 2008 zeigt, dass die Anzahl Meldungen stets geringer ist als die tatsächliche Anzahl der Betriebe (Ausnahme: „Metallerzeugung u. -bearbeitung“). Dabei muss jedoch einschränkend

hinzugefügt werden, dass nicht alle Betriebe einer Branche auch tatsächlich abwasserrelevante Prozesse durchführen.

Für die Summenparameter (GUS, CSB, BSB5, DOC) sind die Frachten bei den Indirekteinleitern oft gemeldet worden, also bei vielen Kantonen gut bekannt. Ebenso wurden Frachten von Schwermetallen (As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni und Zn) häufig gemeldet. Auch diese sind gut bekannt. Dies ist (teilweise) dadurch begründet, dass Einleitgrenzwerte eingehalten werden müssen und dazu periodische Kontrollmessungen durchgeführt werden.

Frachten von organischen Mikroverunreinigungen aus indirekteinleitenden Betrieben – seien es Pflanzenschutzmittel, Pharmaka oder Industriechemikalien – sind in der gesamten Schweiz nur punktuell bekannt. Grundsätzlich findet hier wenig routinemässige Überwachung statt. Vielmehr stammen die meisten Daten aus spezifischen Projekten (Sanierungen, Einzelkampagnen) bzw. aus einzelnen Kantonen, die eine Deklarationspflicht für Einleitparameter kennen und für grosse Einleiter, welche routinemässig überwacht werden.

Verglichen mit der Einleitung kommunalen Abwassers im Rheineinzugsgebiet machen die gemeldeten Einleitungen aus Industrie und Gewerbe allgemein nur wenige Prozent aus. Grundsätzlich sind über die Anteile aus Industrie und Gewerbe an den Frachten von Mikroverunreinigungen im Gewässer auf der Grundlage der erhobenen Daten kaum verlässliche Abschätzungen möglich.

Durch die vereinzelt Meldungen von Frachten von z.B. pharmazeutischen Wirkstoffen oder Pflanzenschutzmitteln kann gezeigt werden, wie hoch der Anteil einer punktuellen, industriellen Einleitung an der Gesamtfracht im Gewässer ist.

Für eine quantitative Gesamtdarstellung des Anteils an Mikroverunreinigungen in Gewässern, die aus Industrie und Gewerbe stammen, sind die erhobenen Daten nicht ausreichend. Vor allem im Bereich der Indirekteinleiter ist die Datenlage bei den Kantonen sehr unterschiedlich, zum einen die Zahl der Betriebe und das jeweilige Abwasseraufkommen betreffend und zum anderen die Art der emittierten Schadstoffe betreffend. Da kurzfristig keine Verbesserung der Datenlage bezüglich der Einzelstoffe zu erwarten ist (fehlende gesetzliche Grundlagen, unterschiedliche Prioritäten bei den kantonalen Stellen, etc.), müsste versucht werden, den Anteil der Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe z.B. durch Abschätzungen bzw. Verallgemeinerungen zu quantifizieren.

Literatur

- [1] Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs, Jahrbuch 2009, Zürich
- [2] Kupper, Thomas, Der Transfer von Schwermetallen vom Abwasser in den Klärschlamm unter besonderer Berücksichtigung von Nickel, Literaturstudie, EPFL, Lausanne 2000
- [3] Abegglen, Christian, Stoffdatensammlung „Kommunale ARA“, BAFU, Bern 2012
- [4] SwissPRTR-Website: <http://www.prtr.admin.ch/>
- [5] SR 814.017, Verordnung zum Register über die Freisetzung von Schadstoffen sowie den Transfer von Abfällen und von Schadstoffen in Abwasser (PRTR-V), vom 15. Dezember 2006 (Stand 23. Januar 2007)
- [6] Micropoll-Datenbank, BAFU 2012

Der Projektleiter

BMG Engineering AG

Dr. Christian Braun

Dr. René Gälli

Schlieren, Januar 2014

Projekt: Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe, 51'095

Die BMG Engineering AG hat diese Untersuchung unter Einsatz ihres besten professionellen Könnens und in Übereinstimmung mit allgemein anerkannten Grundsätzen ausgeführt. Die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen im Untersuchungsbericht stützen sich auf die der BMG Engineering AG zum Zeitpunkt der Berichtverfassung vorliegenden Informationen. Diese Erkenntnisse und Schlussfolgerungen können nicht unüberprüft auf zukünftige Verhältnisse übertragen werden.

Anhang 1

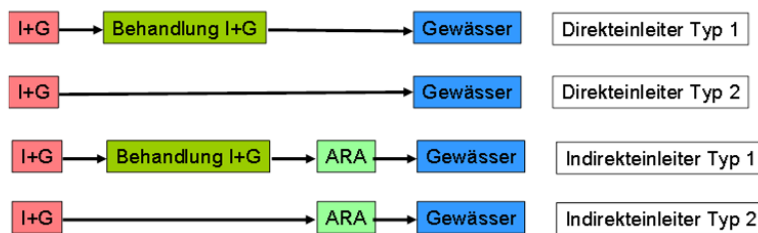
verschickte Umfrageunterlagen

1. Definition der zu erfassenden Einleiter

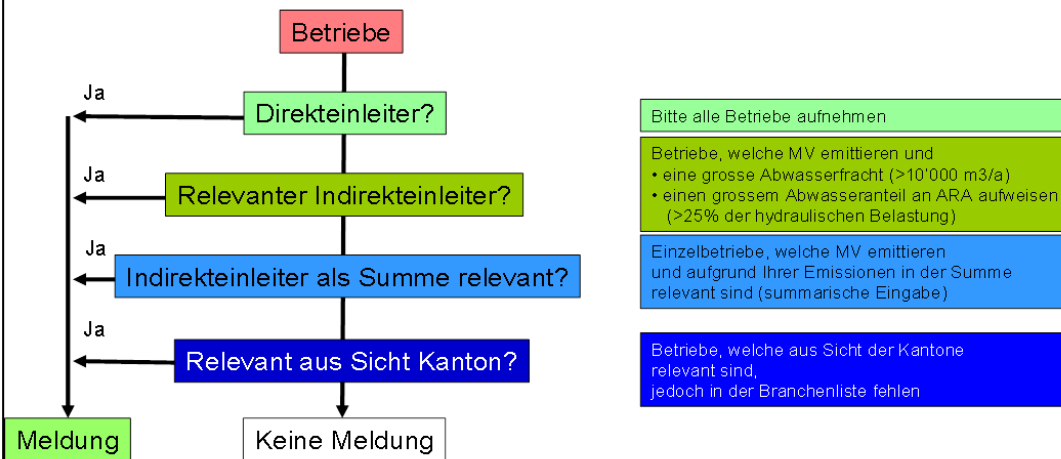
Welche Betriebe sind zu erfassen?

1. alle **Direkteinleiter** mit und ohne Vorbehandlung des Abwassers, z.B.
 - Chemische Industrie
 - Papierindustrie
 - usw. (siehe Tabellenblatt "Branchenliste")
2. relevante **Indirekteinleiter**, z.B.
 - Betriebe mit sehr grossen Abwasseraufkommen (**grösser 10'000 m³/a**)
 - Betriebe mit grossem Abwasseranteil an kleiner ARA (**mittlere hydraulische Belastung grösser 25%**)
 - Betriebe welche in der Summe relevant sein können gemäss Beurteilung Kanton (summarische Angabe)
 - Spezielle Betriebe gemäss Erfahrung und Beurteilung der Kantone

Übersicht: Einleitertypen I + G



Vorgehen: Erfassung Betriebe I+G



Hilfsmittel:

- Branchenliste
- Liste mit relevanten Mikroverunreinigungen
- Erfassungsbogen

2. Branchenliste

Liste der vermutlich relevanten Branchen für Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe (NOGA-Liste)						
Die Liste ist als Hilfsmittel zur Identifikation von relevanten Industrien und Betrieben gedacht und kann durch die Kantone ergänzt bzw. verfeinert werden.						
NOGA	Branche	Arbeitsstätten CH	Vollzeitalivalente CH	als relevant vermutet	als weniger relevant vermutet	Begründung
	Um die Datenerhebung für die indirekt einleitenden Betriebe einzuschränken sind zwingend nur solche aus den fett gedruckten Branchen anzugeben, bei den anderen ist es dem Datenlieferant freigestellt Angaben zu machen					
2. Sektor						
13	Herstellung v. Textilien	682	9'189	x		Biozide, Farbstoffe
131	<i>Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei (Entfetten, Waschen, etc.)</i>					
133	<i>Veredelung von Textilien (Bleichen, Färben, Pissieren, Beschichten, Bedrucken, etc.)</i>					
14	Herstellung v. Bekleidung	816	5'191	x		Biozide, Farbstoffe
15	Herstellung v. Leder, Lederwaren, Schuhen	208	1'774	x		Biozide, Farbstoffe, Gerbstoffe
17	Herstellung v. Papier, Pappe, Waren daraus	214	11'834	x		Biozide, Farbstoffe
19	Kokerei u. Mineralölverarbeitung	15	774	x		organische Spurenstoffe (KW, PAK)
20	Herstellung v. chemischen Erzeugnissen	679	32'277	x		organische Spurenstoffe von Zwischen- und Endprodukten
201	<i>Herstellung von chemischen Grundstoffen, Düngemitteln und Stickstoffverbindungen, Kunststoffen in Primärformen und synthetischem Kautschuk in Primärformen</i>					
202	<i>Herstellung von Schädlingsbekämpfung-, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln</i>					
203	<i>Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitten</i>					
204	<i>Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemitteln sowie von Duftstoffen</i>					
205	<i>Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen</i>					
21	Herstellung v. pharmazeutischen Erzeugnissen	234	33'733	x		organische Spurenstoffe von Zwischen- und Endprodukten, Pharmazeutika
22	Herstellung v. Gummi- u. Kunststoffwaren	809	23'745	x		organische Spurenstoffe (z.B. Zusatzstoffe wie Weichmacher, Farbstoffe, Vulkanisierhilfsmittel)
24	Metallerzeugung u. -bearbeitung	286	15'264	x		Metalle, Lösungsmittel, Biozide, halogenierte Aliphaten
25	Herstellung v. Metallserzeugnissen	7'438	87'068	x		Metalle, Lösungsmittel, Biozide
256	<i>Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung (z.B. Galvanik, Verzinkereien etc.)</i>					
257	<i>Herstellung von Schneidwaren, Werkzeugen, Schlössern und Beschlägen aus unedlen Metallen</i>					
259	<i>Herstellung von sonstigen Metallwaren (Fässer, Drähte, Schrauben, etc.)</i>					
35	Energieversorgung	714	22'111	x		Biozide in offenen Kühlsystemen
10	Herst. v. Nahrungs- u. Futtermitteln	2'141	50'976	x		organische Spurenstoffe wie z.B. Reinigungsmittel, Biozide
11	Getränkeherstellung	399	5'661	x		organische Spurenstoffe wie z.B. Reinigungsmittel, Biozide
12	Tabakverarbeitung	14	2'865	x		organische Spurenstoffe wie z.B. Reinigungsmittel, Biozide
16	Herstellung v. Holzwaren	6'393	36'639	x		Farbstoffe, Biozide
23	Herstellung von Glas u. Keramik, Verarbeitung v. Steine u. Erden	1'395	18'257	x		Farbstoffe, Metalle
26	Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	2'385	104'337	x		Metalle, Lösungsmittel, fluorierte Verbindungen
28	Maschinenbau	2'543	91'363	x		Metalle
29	Herstellung v. Automobilen u. -teilen	208	5'598	x		Metalle
30	Sonstiger Fahrzeugbau	229	8'975	x		Metalle
31	Herstellung von Möbeln	1'016	12'294	x		Farbstoffe, Biozide
38	Sammlung, Beseitigung v. Abfällen, Rückgewinnung	699	8'559	x		bei abwasserrelevanten Verfahren
5-9	Bergbau, Gewinnung v. Steinen u. Erden	332	4'600		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
18	Herstellung v. Druckerzeugnissen, Vervielfältigung	2'673	25'630		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
27	Herstellung v. elektrischen Ausrüstungen	905	38'971		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
32	Herstellung v. sonstiger Waren	3'047	21'904		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
33	Reparatur u. Installation v. Maschinen	2'114	16'727		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
36	Wasserversorgung	228	1'391		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
37	Abwasserentsorgung	576	3'437		x	im BAFU-Projekt MicroPoll behandelt
39	Beseitigung v. Umweltverschmutzung	20	76		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt
41	Hochbau	4'837	77'164		x	nur temporäre Emissionen
42	Tiefbau	1'068	26'222		x	nur temporäre Emissionen
43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation	32'394	196'127		x	keine spezifischen Mikroverunreinigungen bekannt

4. Liste der Mikroverunreinigungen

Stoffgruppe	Stoffname	Emissionspfad		Bemerkung
		diffus	punktuell	
Biozide	BHT(Butyl-hydroxytoluol)		X	Haushalte, Industrie
	Carbendazim	X	X	Haushalte, Industrie, Landwirtschaft
	DEET	X	X	Haushalte
	Irgarol	X	X	Bautenschutz
	Mecoprop	X	X	Haushalte, Industrie, Landwirtschaft
	Pentachlorphenol	X	X	Industrie
	Terbutryn	X	X	Industrie, Landwirtschaft
	Triclosan		X	Haushalte, Industrie
	ACPA		X	Industrie (Kühlsysteme)
	5-Chlor-2-methyl-isothiazol-3-on		X	Industrie (Kühlsysteme)
	Bromchlor-5,5-dimethylimidazolidin-2,4-dion		X	Industrie (Kühlsysteme)
	Benzyl-C12-18-alkyldimethylammoniumchlorid		X	Industrie (Kühlsysteme)
Pflanzenschutzmittel	AMPA	X	X	Abbauprodukt von Glyphosat
	Diuron	X	X	Bautenschutz
	Glyphosat	X	X	Bautenschutz, Landwirtschaft
Industriechemikalien	1,2,4-Trichlorbenzol		X	Industrie
	1,2-Dichlorethan		X	Industrie
	Benzol		X	Industrie
	Benzothiazol	X	X	Industrie, Strassenverkehr
	Benzotriazol/Methyl-Benzotriazol		X	Industrie, Haushalte
	Bisphenol A	X	X	Industrie, Haushalte
	C10-13 Chloralkane		X	Industrie
	Dibutylphthalate (DBP)	X	X	Industrie, Haushalte
	Dichlormethan		X	Industrie, Haushalte
	Diethylhexylphthalate (DEHP)	X	X	Industrie, Haushalte
	Diisodecylphthalate (DIDP)	X	X	Industrie, Haushalte
	Diisononylphthalate (DINP)	X	X	Industrie, Haushalte
	Diglyme	X	X	Industrie
	Flammschutzmittel		X	Industrie, Haushalte
	Hexachlorbutadien	X	X	Industrie
	MTBE/ETBE	X		Verkehr
	Nonylphenol		X	Industrie
	Octylphenol		X	Industrie
	PAK	X		Beschichtung, Holzkonservierung
	Pentachlorbenzol	X	X	Industrie
	Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	X	X	Industrie, Haushalte
	Perfluorierte Tenside allg.	X	X	Industrie, Haushalte
	Tetrachlorethylen		X	Industrie
	Tetrachlorkohlenstoff		X	Industrie
	Tributylzinn	X	X	Industrie
	Trichlorethylen		X	Industrie
	Trichlormethan		X	Industrie
Komplexbildner	DTPA		X	Industrie
	EDTA		X	Industrie, Haushalte
	NTA		X	Industrie, Haushalte
Metalle	Cadmium	X	X	div. Quellen
	Blei	X	X	div. Quellen
	Nickel	X	X	div. Quellen
	Quecksilber	X	X	div. Quellen
	Kupfer	X	X	div. Quellen
	Arsen	X	X	div. Quellen
	Zink	X	X	div. Quellen
	weitere Metalle	X	X	div. Quellen
Arzneimittel	Amidotrizoensäure	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Bezafibrat	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Carbamazepin	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Cyproflorazin	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte, Landwirtschaft
	Diclofenac	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Iopamidol	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Iopromid	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
	Oxytetracyclin	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte, Landwirtschaft
	Sulfadiazin	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte, Landwirtschaft
	Sulfamethazin	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte, Landwirtschaft
	Sulfamethoxazole	X	X	Gesundheitswesen, Haushalte
Zwischenprodukte und Ausgangsstoffe	Nitro- und Nitrosoverbindungen	X	X	Industrie
	halogenierte/sulfonierte Aromaten	X	X	Industrie
	aromatische Amine	X	X	Industrie
	weitere organische Stoffe	X	X	Industrie

Quelle:

Grundlage bildet die Stoffliste des Berichts "Strategie Mikroverunreinigungen – Strategie für die Siedlungs- und Industrieabwässer –" der IKSR (2010)

Nicht betrachtet wurden "Altstoffe" (z. B. Hexachlorbenzol, PCB) und solche, die vermutlich nicht aus Industrie und Gewerbe stammen

Die Liste wurde um die Industriechemikalien aus der im Projekt MicroPoll erarbeiteten Liste der schweizrelevanten Spurenstoffe (Stand: September 2010) und um Inhaltsstoffe von industriellen Ausgangs- und Zwischenprodukte erweitert

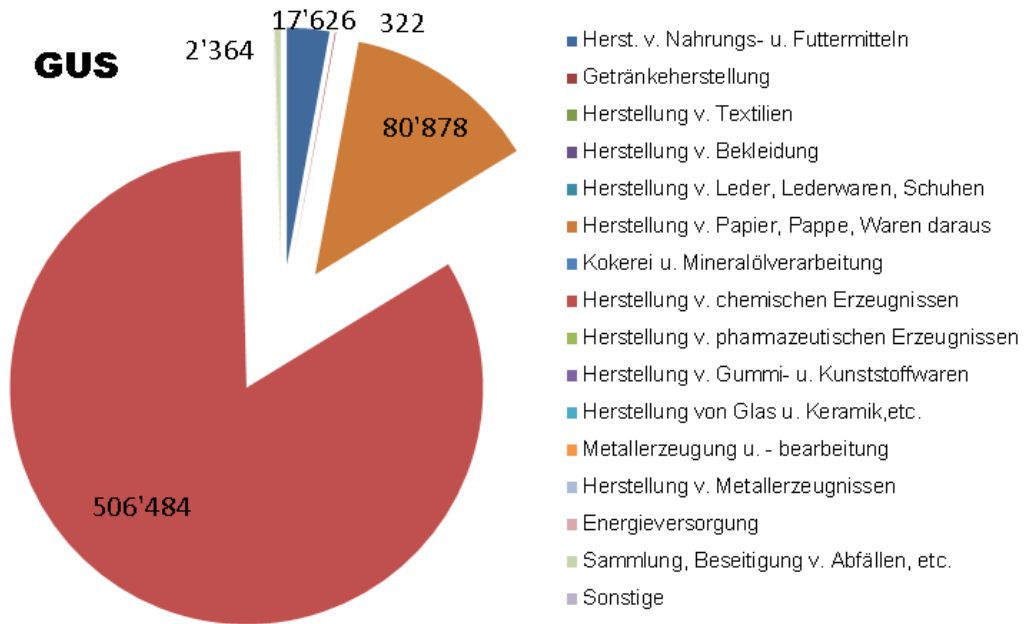
Ferner wurden in der Schweiz zugelassene Biozide für offene Kühlsysteme aufgeführt

Anhang 2

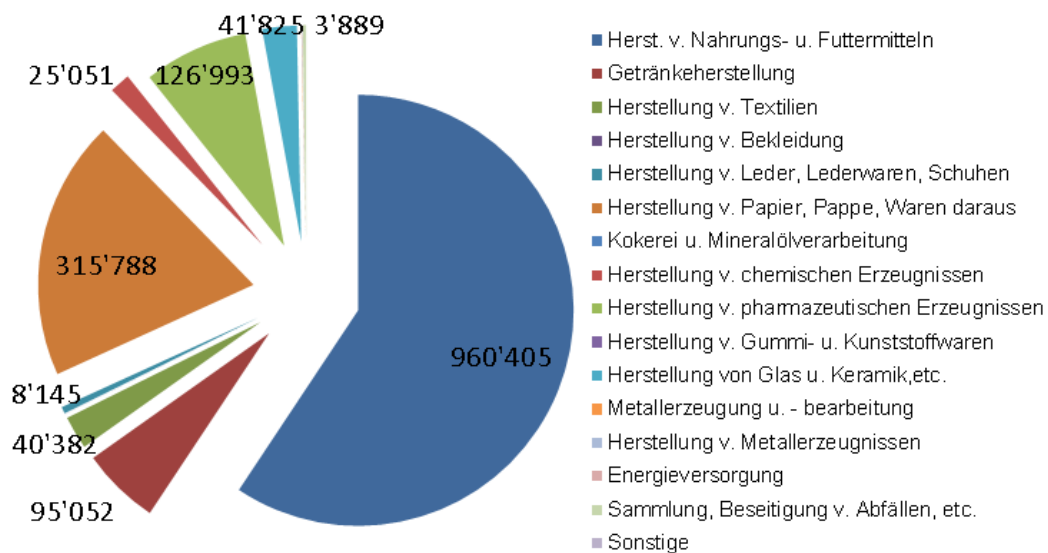
Zuordnung der Frachten zu den Branchen

In den Meldungen der Kantone wurde jeweils die Branche des einleitenden Betriebs angegeben. In den nachfolgenden Abbildungen sind die summierten Frachten pro Branche jeweils in kg/Jahr für Direkt- und Indirekteinleiter angegeben. Insbesondere bei der Darstellung der Frachten aus der Indirekteinleitung muss aber darauf hingewiesen werden, dass auf Grund der lückenhaft gemeldeten Daten die Aufteilung der einzelnen Parameter zu den unterschiedlichen Branchen mit einer grossen Unsicherheit behaftet ist.

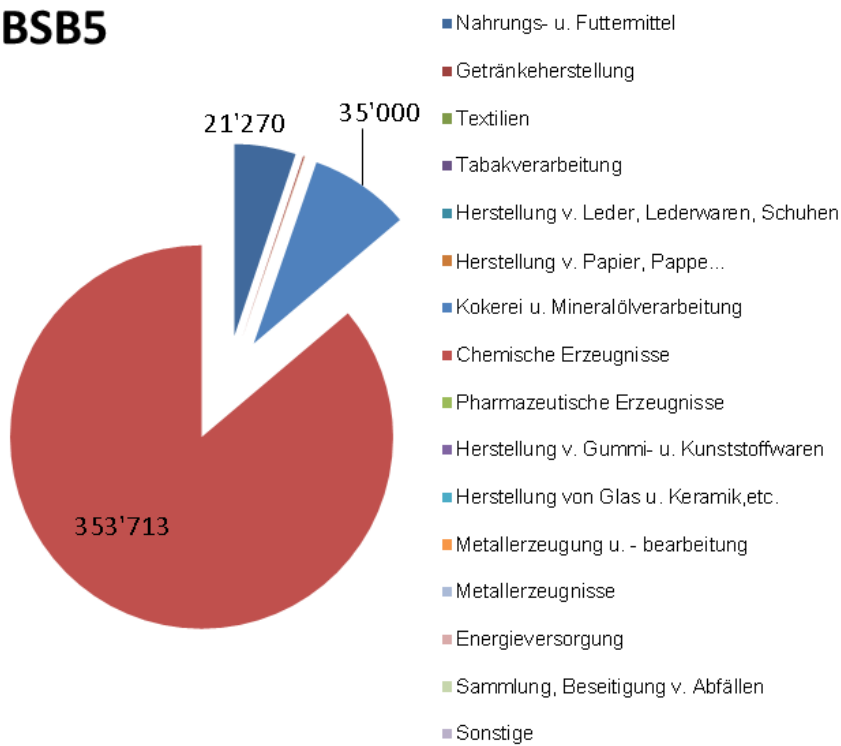
Direkteinleiter



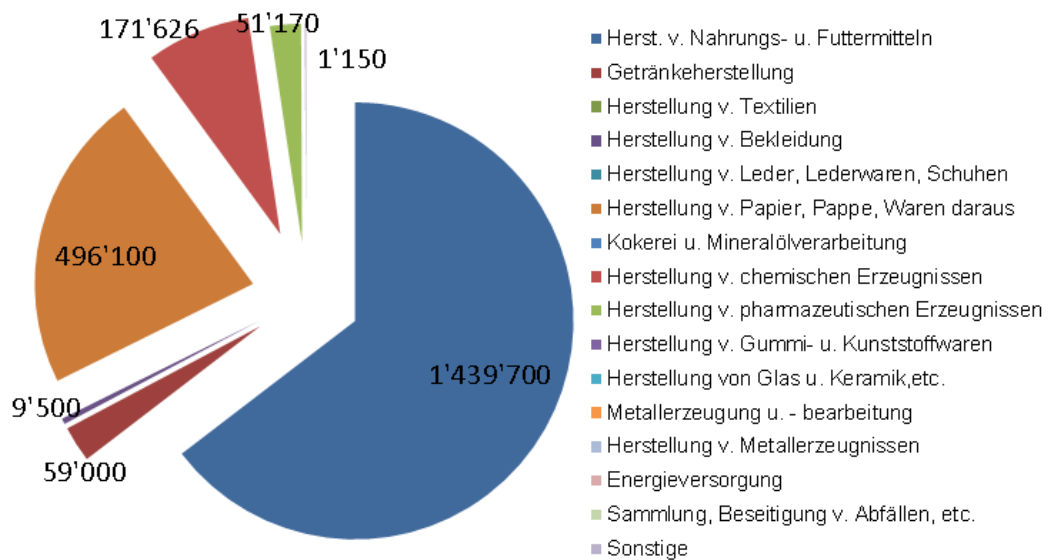
Indirekteinleiter



BSB5

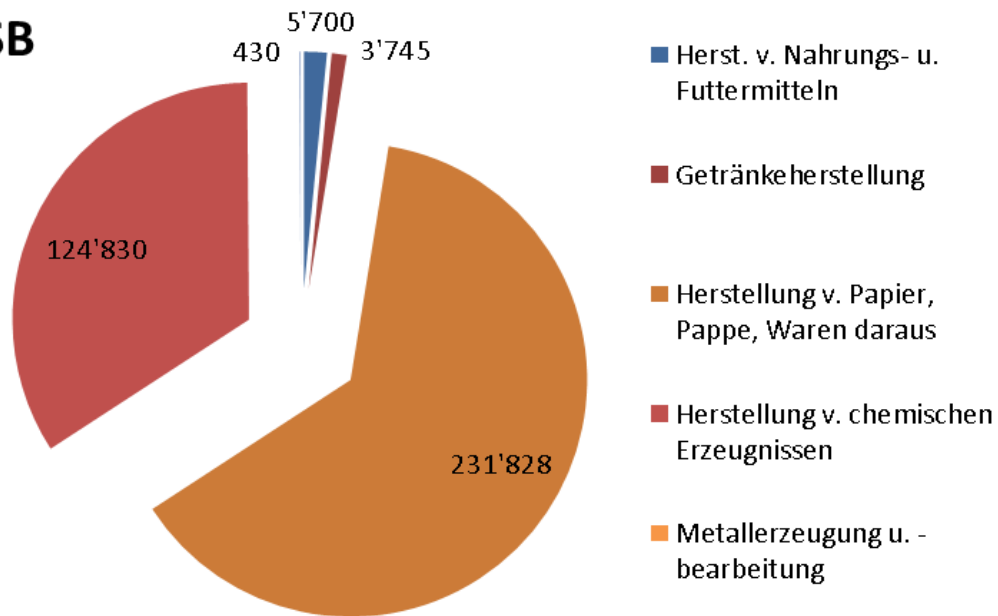


Indirekteinleiter

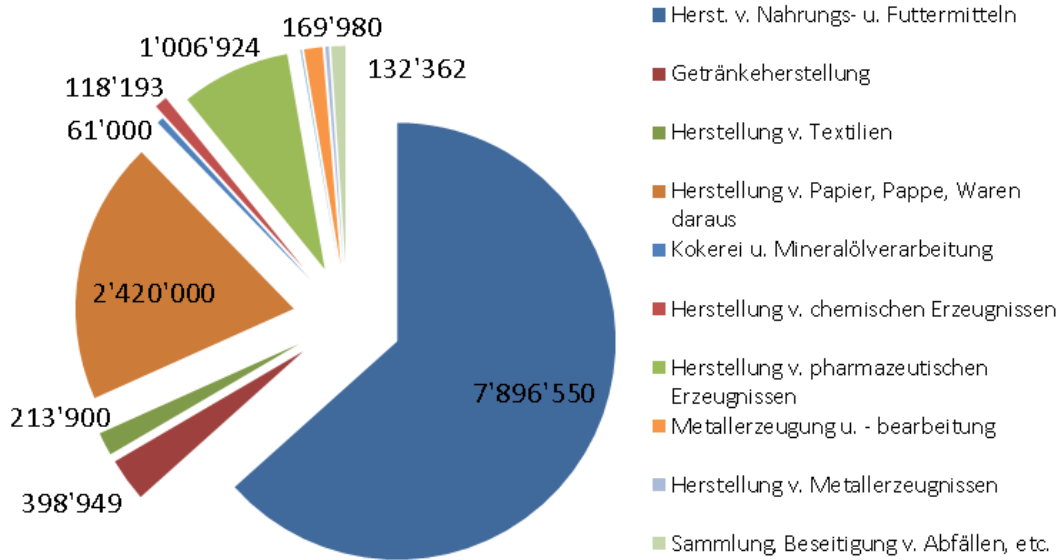


Direkteinleiter

CSB

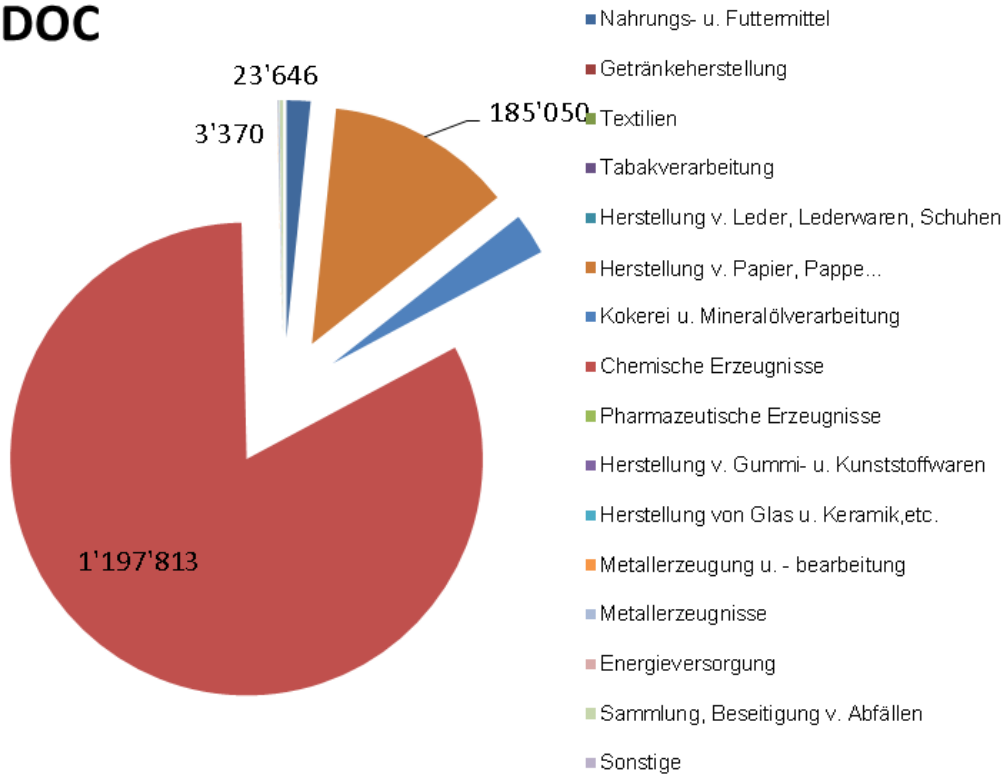


Indirekteinleiter

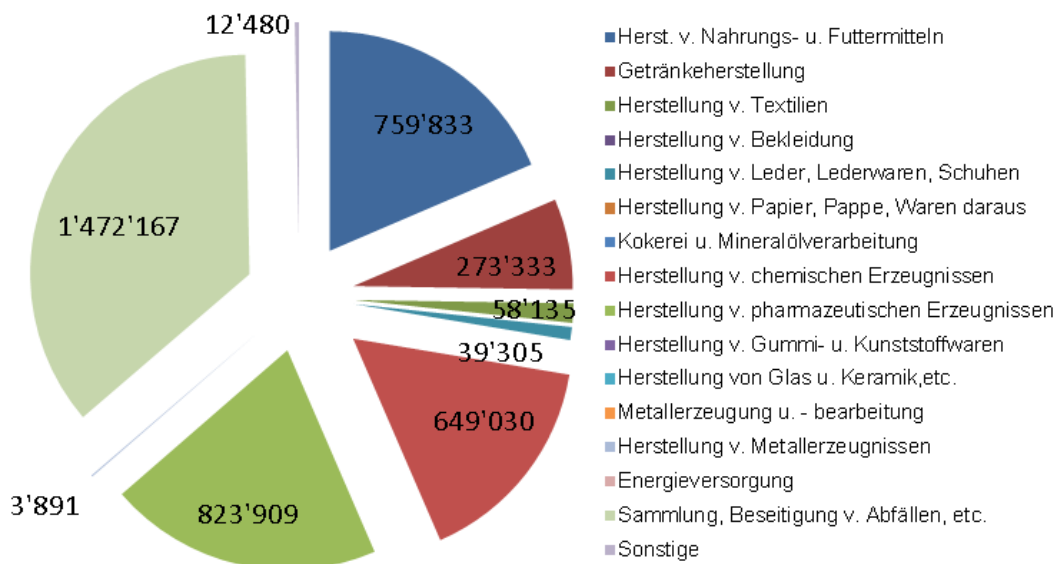


Direkteinleiter

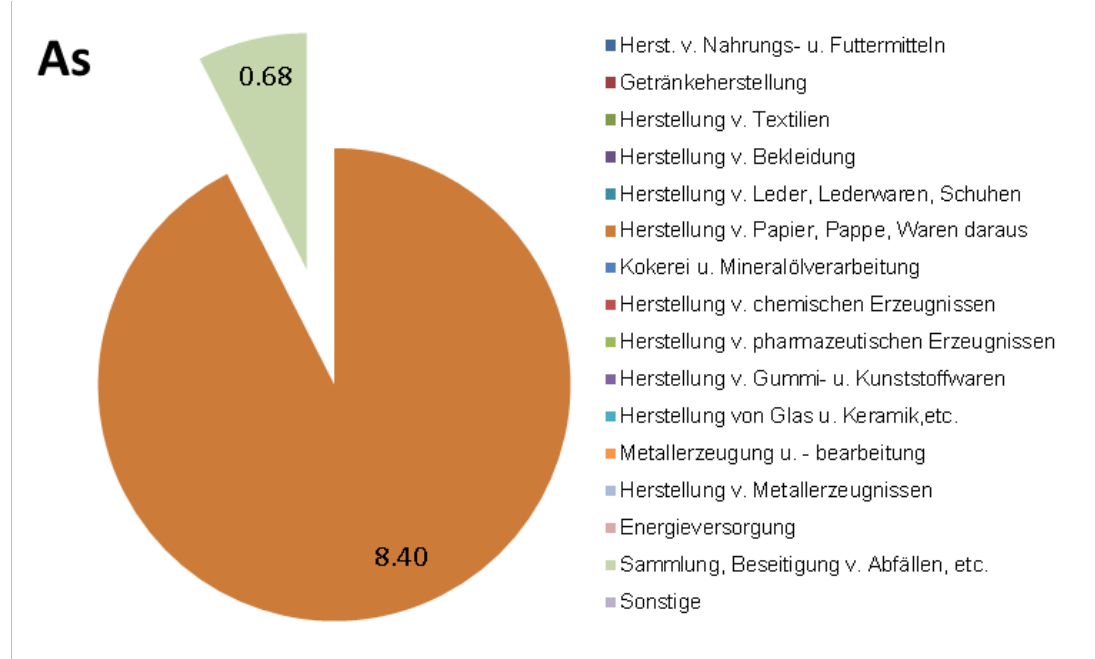
DOC



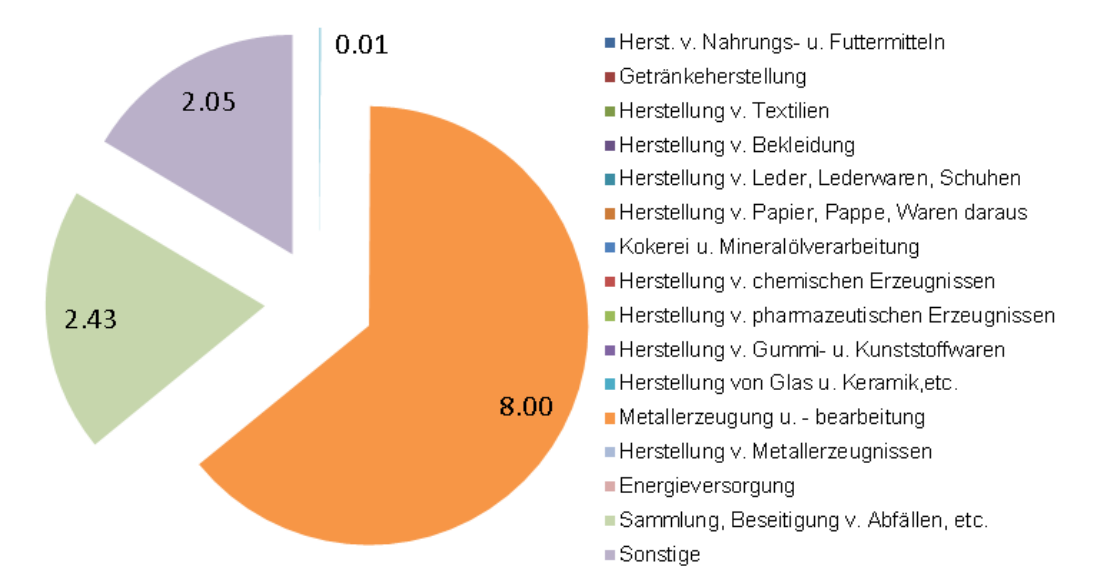
Indirekteinleiter



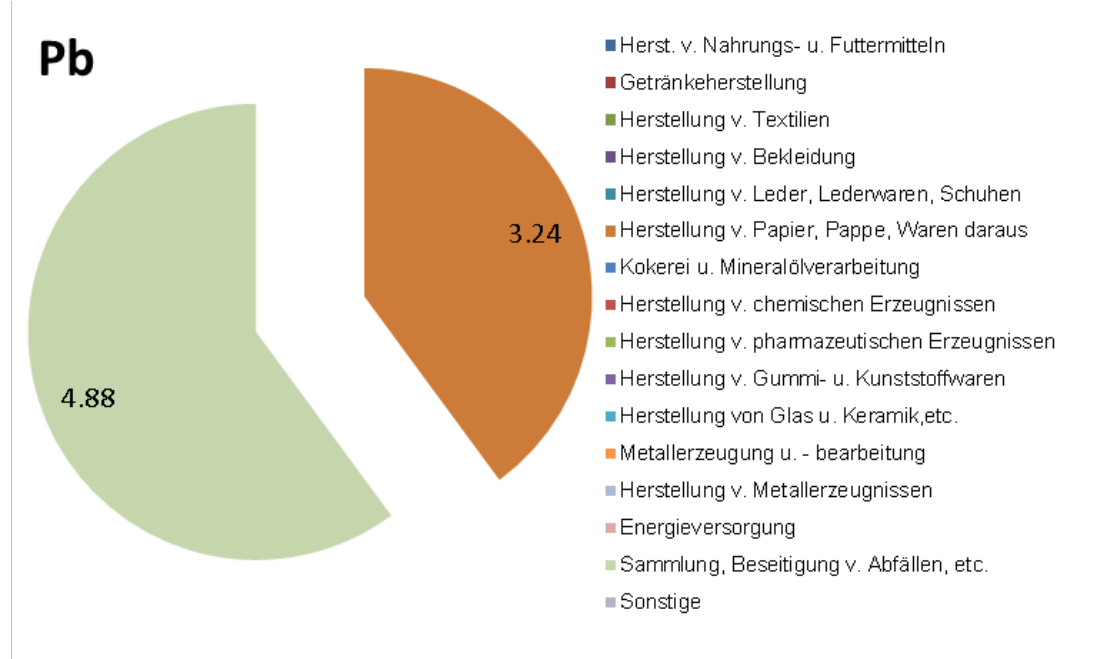
Direkteinleiter



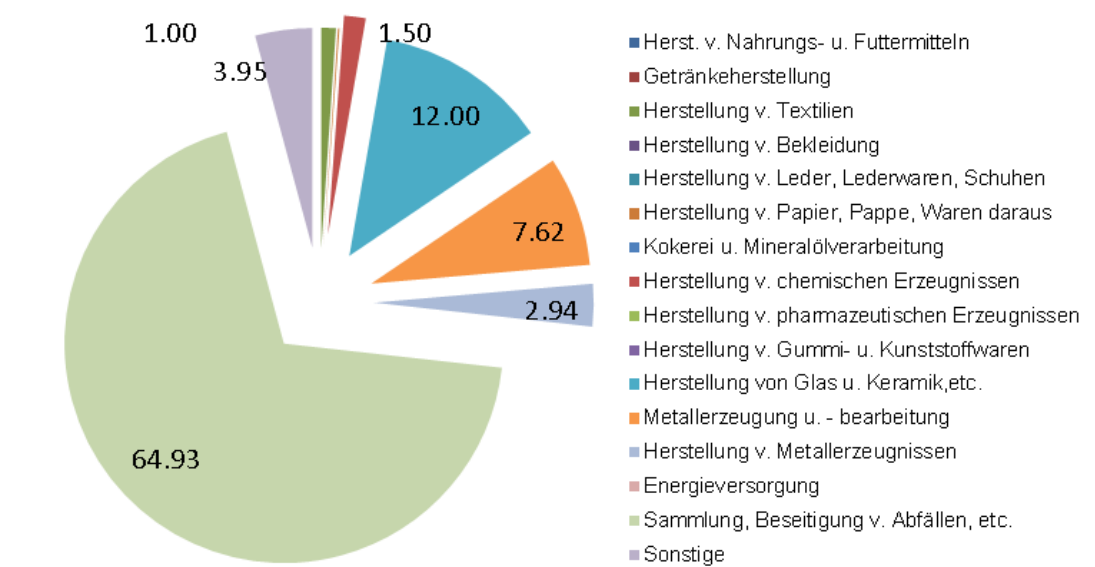
Indirekteinleiter



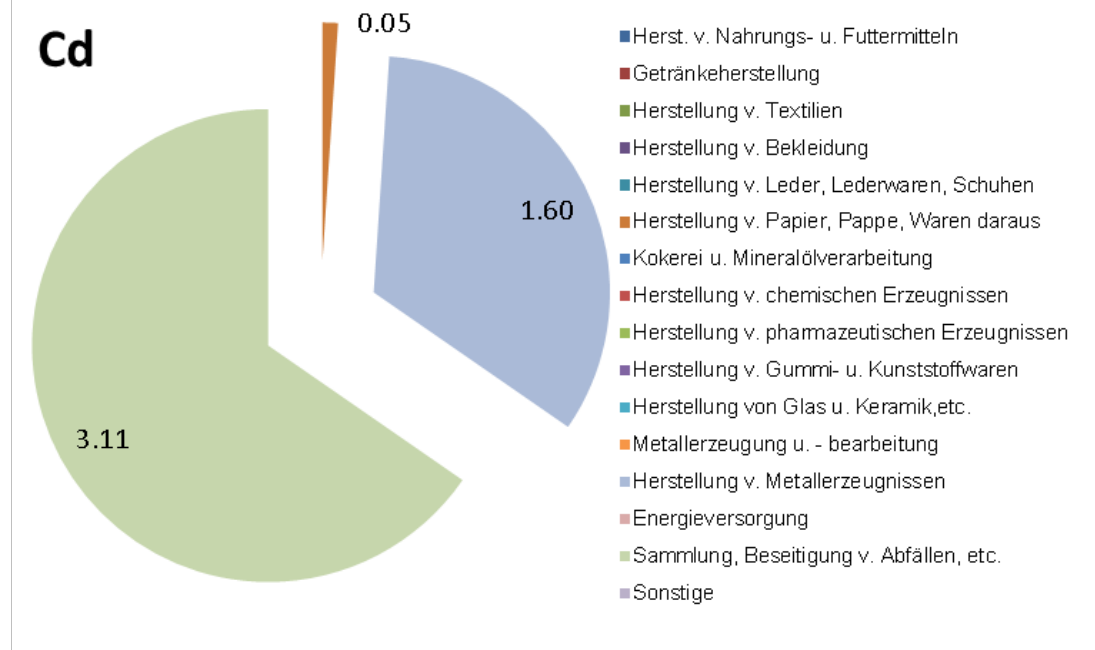
Direkteinleiter



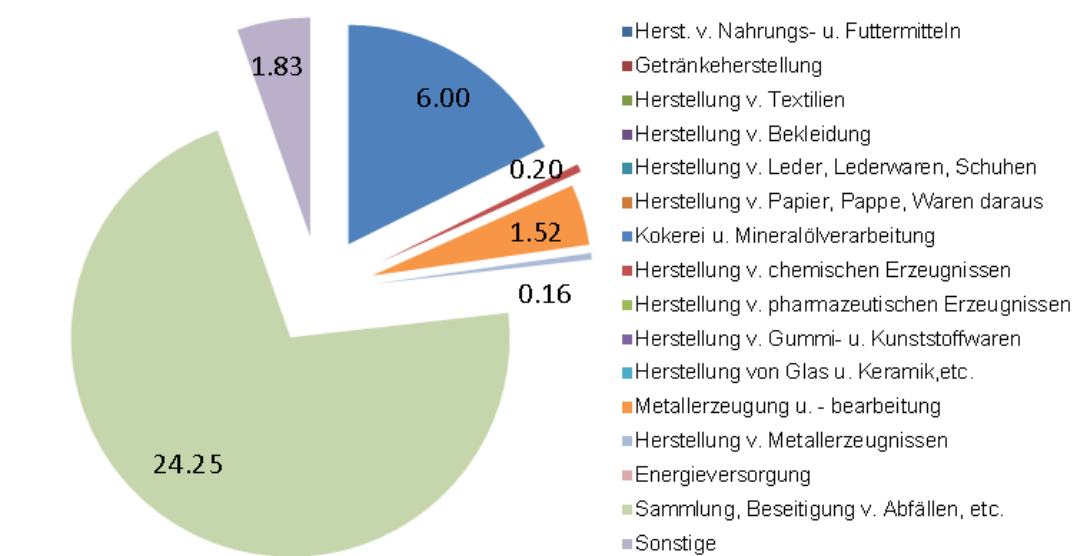
Indirekteinleiter



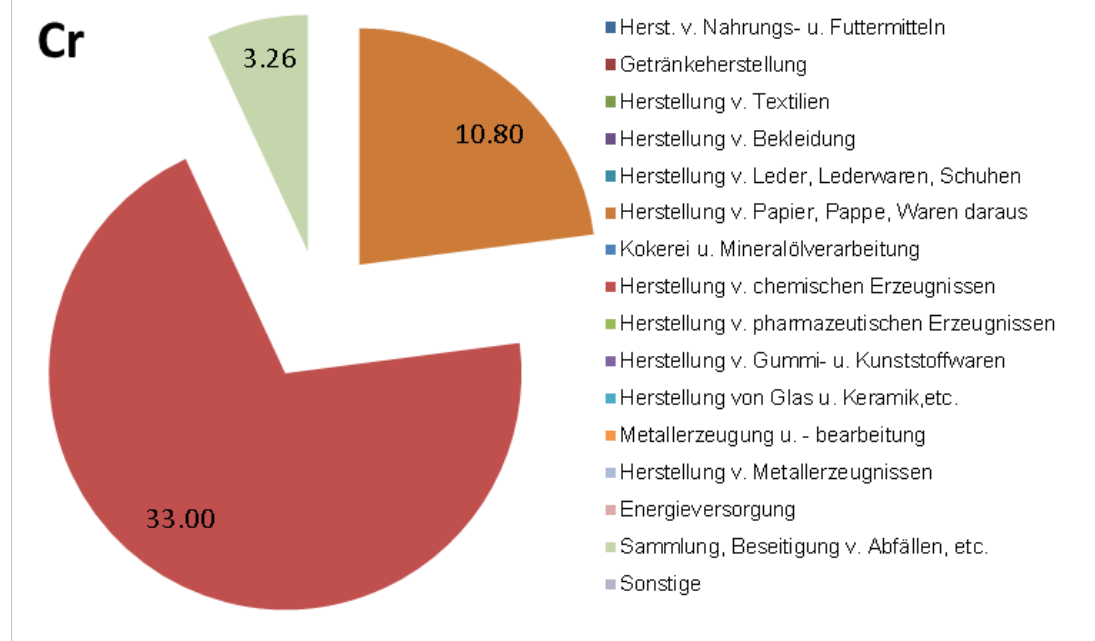
Direkteinleiter



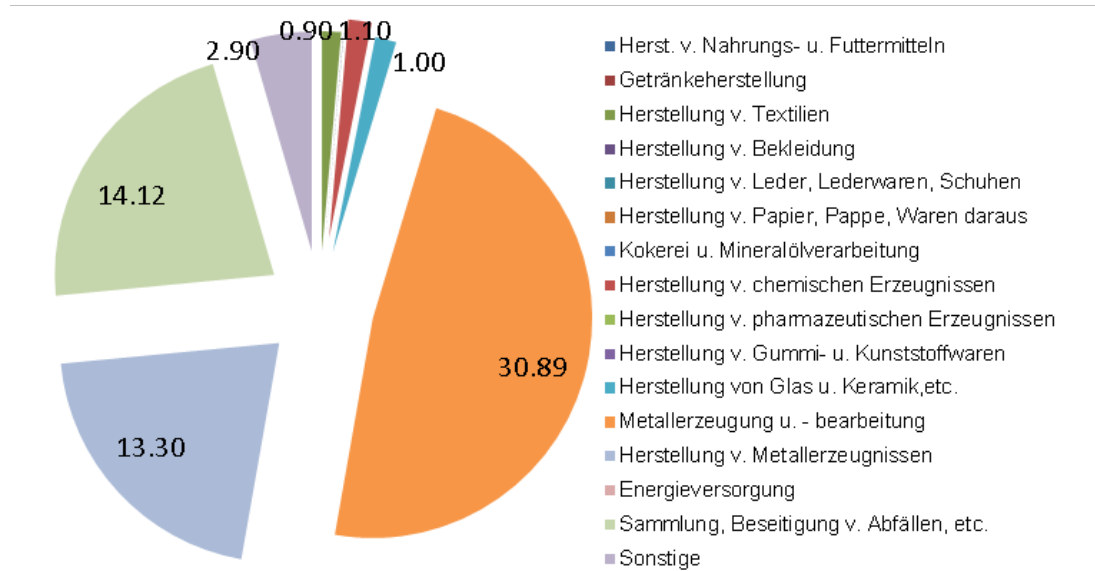
Indirekteinleiter



Direkteinleiter

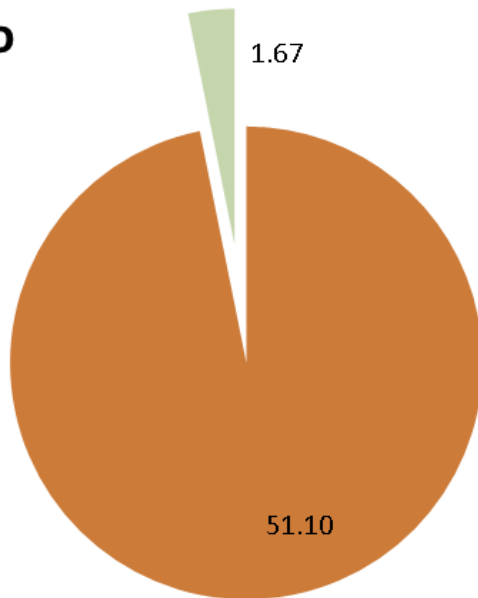


Indirekteinleiter



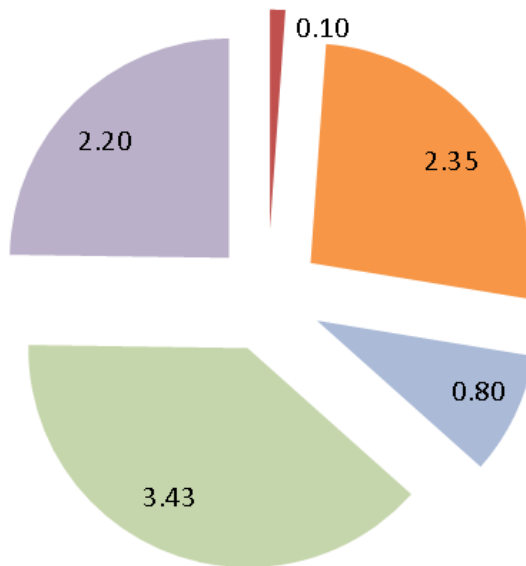
Direkteinleiter

Co



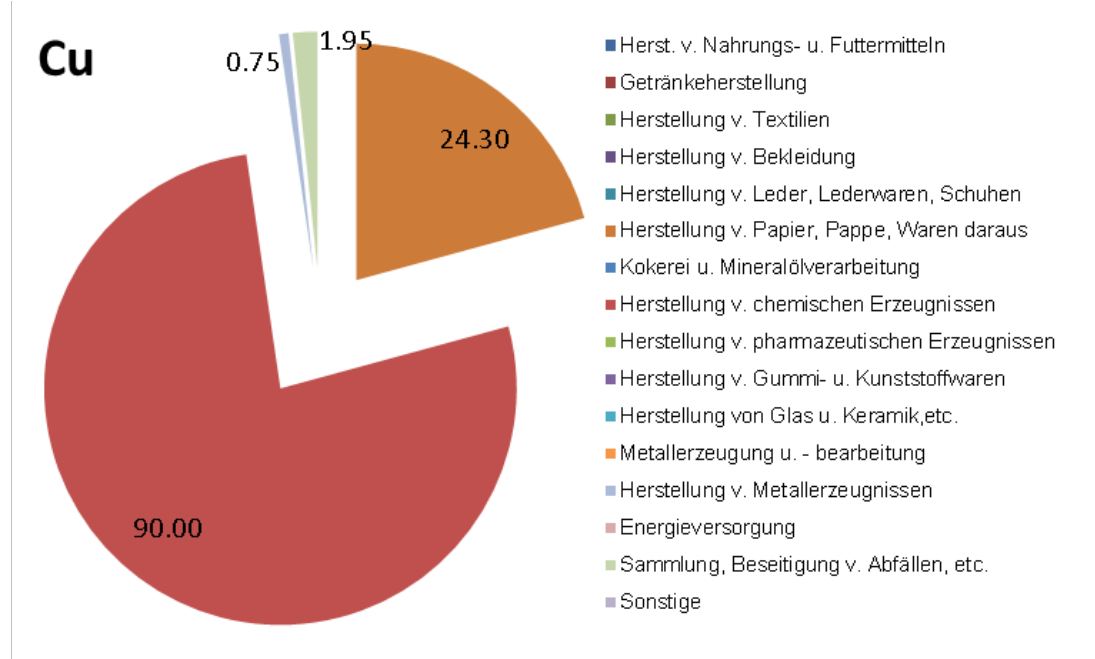
- Herst. v. Nahrungs- u. Futtermitteln
- Getränkeherstellung
- Herstellung v. Textilien
- Herstellung v. Bekleidung
- Herstellung v. Leder, Lederwaren, Schuhen
- Herstellung v. Papier, Pappe, Waren daraus
- Kokerei u. Mineralölverarbeitung
- Herstellung v. chemischen Erzeugnissen
- Herstellung v. pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung v. Gummi- u. Kunststoffwaren
- Herstellung von Glas u. Keramik, etc.
- Metallerzeugung u. -bearbeitung
- Herstellung v. Metallerzeugnissen
- Energieversorgung
- Sammlung, Beseitigung v. Abfällen, etc.
- Sonstige

Indirekteinleiter

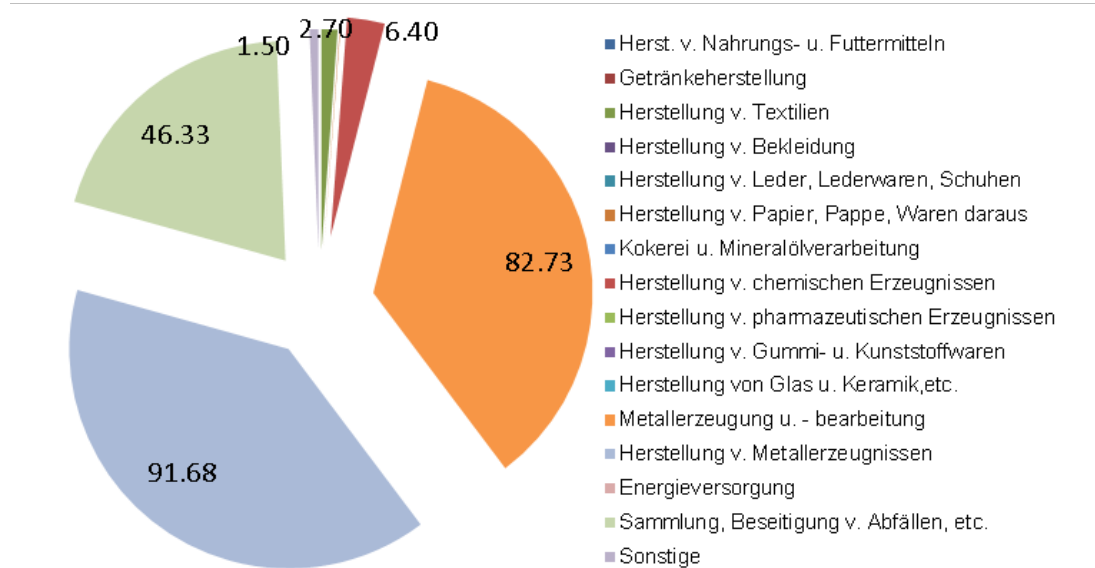


- Herst. v. Nahrungs- u. Futtermitteln
- Getränkeherstellung
- Herstellung v. Textilien
- Herstellung v. Bekleidung
- Herstellung v. Leder, Lederwaren, Schuhen
- Herstellung v. Papier, Pappe, Waren daraus
- Kokerei u. Mineralölverarbeitung
- Herstellung v. chemischen Erzeugnissen
- Herstellung v. pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung v. Gummi- u. Kunststoffwaren
- Herstellung von Glas u. Keramik, etc.
- Metallerzeugung u. -bearbeitung
- Herstellung v. Metallerzeugnissen
- Energieversorgung
- Sammlung, Beseitigung v. Abfällen, etc.
- Sonstige

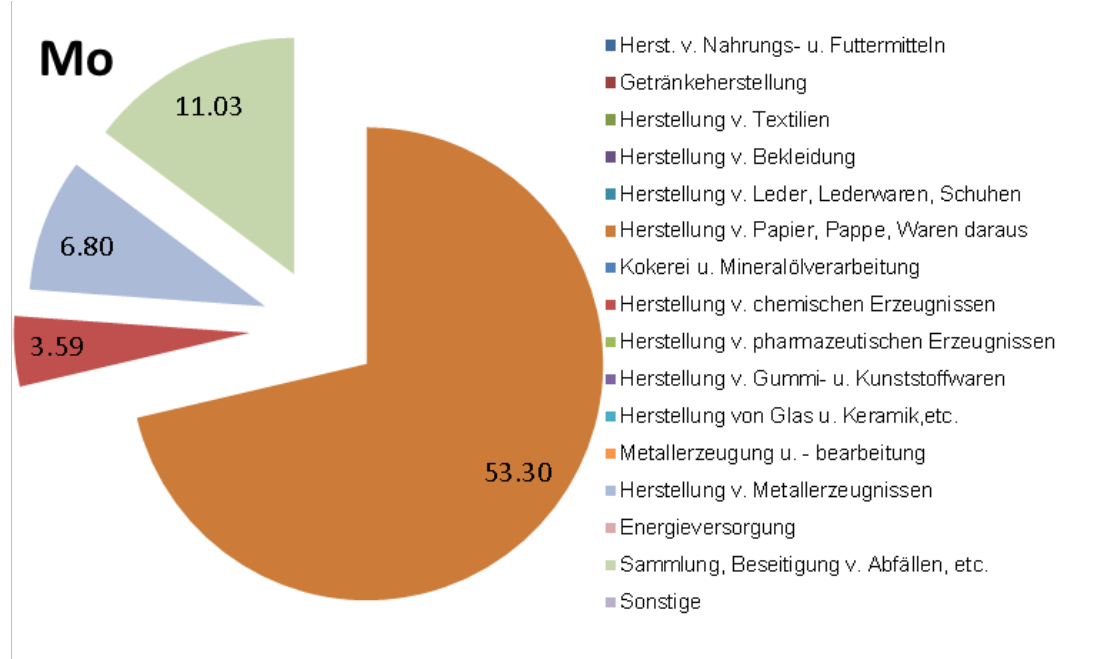
Direkteinleiter



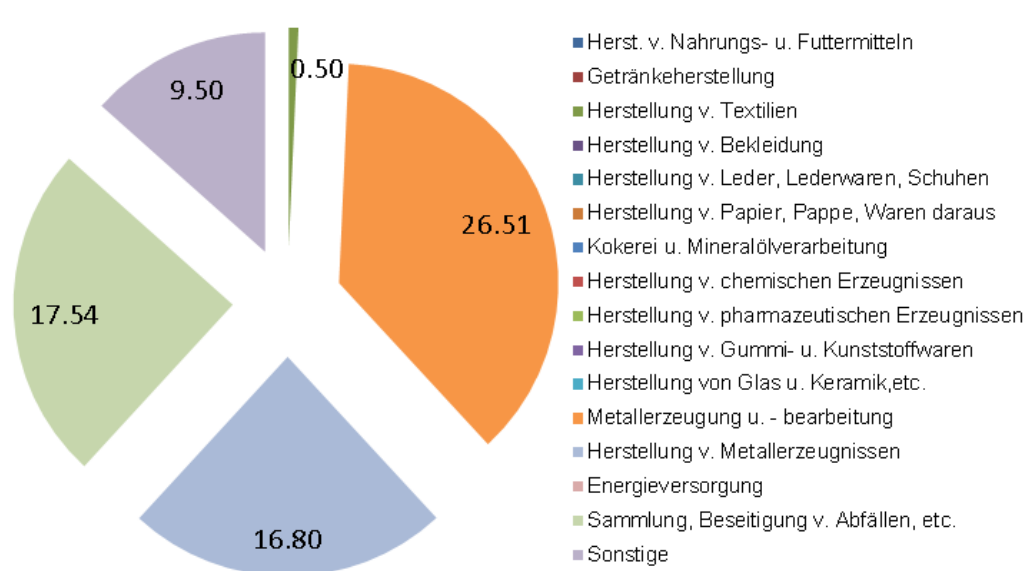
Indirekteinleiter



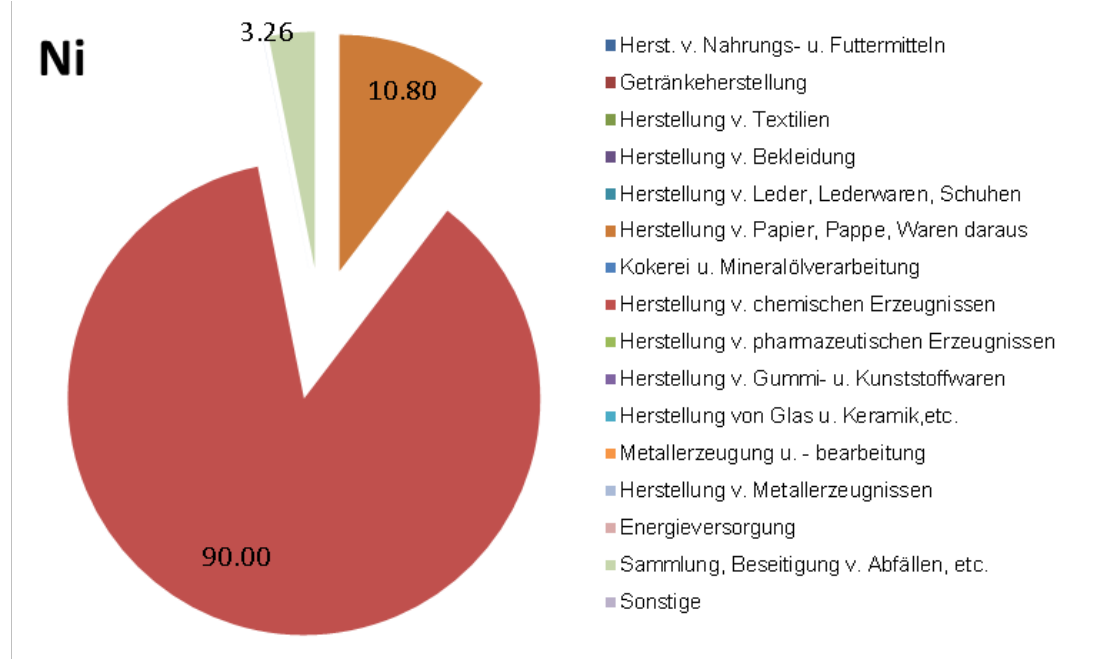
Direkteinleiter



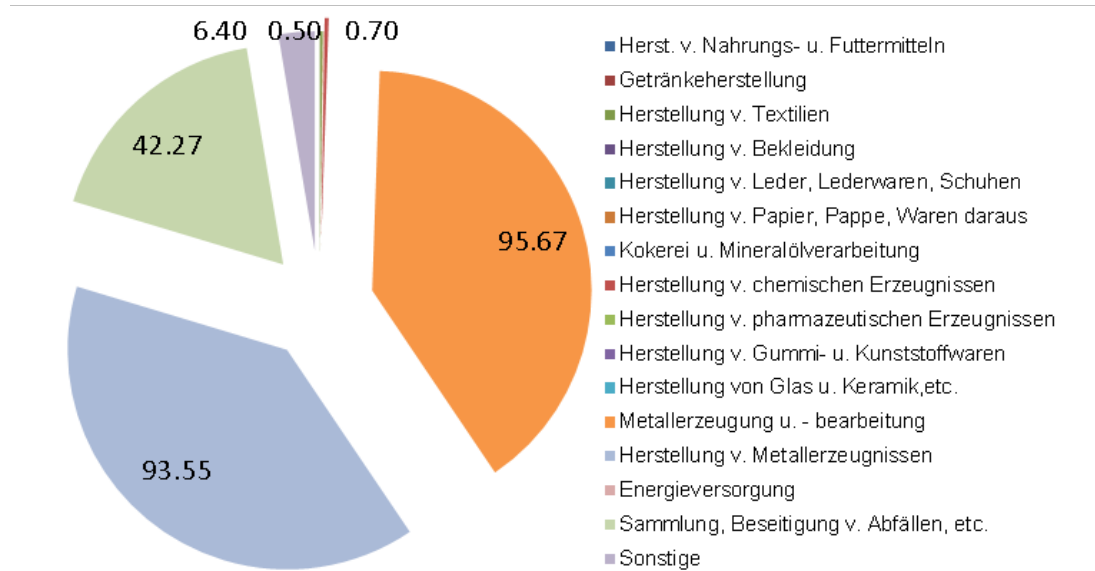
Indirekteinleiter



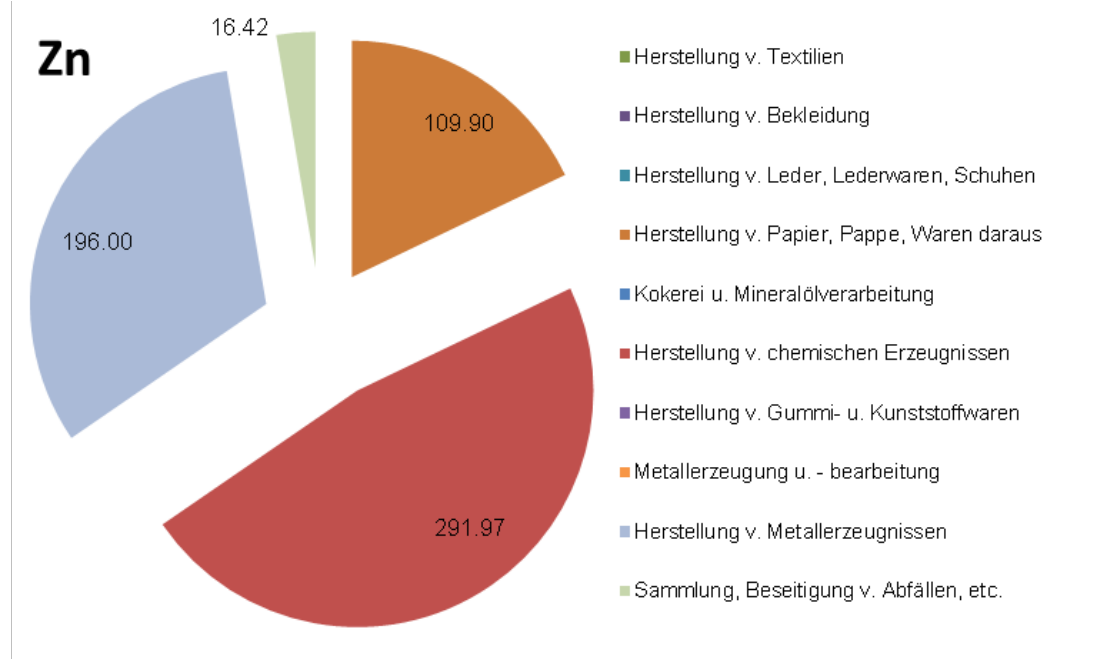
Direkteinleiter



Indirekteinleiter



Direkteinleiter



Indirekteinleiter

