

## **Hinweise und Erläuterungen zum Anhang 22**

**- Chemische Industrie –**

**der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer**

**Stand 22. Mai 2025**

**„Anhang 22****Chemische Industrie****Abschnitt I: Allgemeiner Teil****A Anwendungsbereich**

- (1) Dieser Anhang gilt für Abwasser, dessen Schadstofffracht im Wesentlichen aus der Herstellung von Stoffen durch chemische, biochemische oder physikalische Verfahren, einschließlich der zugehörigen Vor-, Zwischen -und Nachbehandlung, stammt. Er gilt ferner für betriebsspezifisch verunreinigtes Niederschlagswasser, das in dem genannten Bereich anfällt.
- (2) Dieser Anhang gilt nicht für Abwassereinleitungen in öffentliche Abwasseranlagen von weniger als 10 m<sup>3</sup> je Tag. Dieser Anhang gilt ferner nicht für Abwasser, das aus der Sodaherstellung oder aus der Herstellung von Kalidüngemitteln stammt.
- (3) Für Abwasser, das aus dem Herstellen von Stoffen und Zubereitungen durch Mischen, Lösen oder Abfüllen (Formulieren) stammt und das ohne Zusammenführung mit einem anderen Abwasserstrom, der in den Anwendungsbereich dieses Anhangs fällt, in ein Gewässer oder in eine Abwasseranlage eingeleitet wird, gilt nur Teil B Absatz 1 und Absatz 5. Die Anforderungen nach Satz 1 gelten für den Ort des Anfalls des Abwassers.
- (4) Die in Teil C Absatz 3 Nummer 1 Satz 1, Nummer 2 und 3 sowie Absatz 4 und 5 genannten Anforderungen sind Emissionsgrenzwerte im Sinne von § 1 Absatz 2 Satz 1.

**B Allgemeine Anforderungen**

- (1) Abwasseranfall und Schadstofffracht sind so gering zu halten, wie dies durch folgende Maßnahmen möglich ist:
1. Mehrfachnutzung und Kreislaufführung,
  2. Einsatz abwasserfreier Verfahren zur Vakumerzeugung und bei der Abluftreinigung,
  3. Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen durch Aufbereitung von Mutterläugen und durch optimierte Verfahren sowie
  4. Vorbehandlung von Abwasserteilströmen, die Schadstoffe enthalten, die
    - a) die Funktionstüchtigkeit der biologischen Endbehandlung beeinträchtigen können oder
    - b) bei der abschließenden Abwasserbehandlung nicht ausreichend behandelt werden können, insbesondere biologisch schlecht abbaubare oder nicht durch die abschließende Abwasserbehandlung eliminierbare organische Verbindungen sowie flüchtige Schadstoffe wie Benzol und flüchtige halogenorganische Verbindungen.
- (2) Nicht behandlungsbedürftiges Abwasser ist getrennt von behandlungsbedürftigem Abwasser abzuleiten.
- (3) Es sind Rückhaltekapazitäten für Abwasser vorzuhalten und Maßnahmen für eine ordnungsgemäße Wiederverwendung, Behandlung oder Entsorgung zurückgehaltenen Abwassers vorzusehen, um bei außerplanmäßigen Betriebszuständen unkontrollierte Emissionen zu verhindern. Der Umfang der Rückhaltekapazitäten und der Maßnahmen muss dem Risiko angemessen sein. Der Einleiter hat eine entsprechende Risikobewertung vorzunehmen.
- (4) Bei mehreren abwassererzeugenden Betrieben am Standort hat der Inhaber der wasserrechtlichen Zulassung mit den betrieblich Verantwortlichen der übrigen abwassererzeugenden Betriebe die Aufgaben, die Verantwortlichkeiten und das Zusammenwirken im Hinblick auf eine ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung in geeigneter Form festzulegen.
- (5) Der Nachweis für die Einhaltung der allgemeinen Anforderungen ist in einem betrieblichen Abwasserkataster zu erbringen. Das Abwasserkataster hat, über die Angaben gemäß Anlage 2 Nummer 1 hinaus, folgende Informationen zu enthalten:
1. Angaben zu abwassererzeugenden Synthesen, Verfahren und Anlagen, einschließlich einer Darstellung der chemischen Hauptreaktionen in Form von Umsetzungsgleichungen sowie der wichtigsten Nebenreaktionen und
  2. Daten über die biologische Eliminierbarkeit der organischen Schadstofffracht der Abwasserströme.
- (6) Abwasserbehandlungsanlagen nach § 60 Absatz 3 Satz 1 Nummer 2 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie zugehörige Kanalisationen und Anlagen zur Entwässerung von Klärschlamm im Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung sind so zu errichten und zu betreiben, dass Geruchs- und Lärmmissionen vermieden werden.

**C Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle**

- (1) Für das Abwasser gelten für die Einleitungsstelle in das Gewässer die Anforderungen nach den Absätzen 2 bis 6.
- (2) In der wasserrechtlichen Zulassung sind zu begrenzen:
1. die einzuhaltende TOC-Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden,
  2. die einzuhaltende TOC-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe sowie

3. die einzuhaltende CSB-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe als dreifacher Wert der TOC-Konzentration nach Nummer 2 oder als Ergebnis einer Multiplikation der TOC-Konzentration nach Nummer 2 mit einem festzulegenden standortspezifischen Faktor für das CSB/TOC-Verhältnis.

Grundlage für die Festlegungen nach Satz 1 ist eine Ermittlung der zulässigen TOC-Jahresgesamtfracht. Diese ergibt sich aus der Summe der Jahresfrachten der einzelnen Abwasserströme. Die einzelnen Abwasserströme gehen mit folgenden TOC-Konzentrationen in die Ermittlung der zulässigen Jahresgesamtfracht ein:

Für Abwasserströme, deren TOC-Konzentration am Entstehungsort des Abwassers

1. mehr als 16 000 mg/l beträgt, gilt eine TOC-Konzentration von 800 mg/l,
2. mehr als 250 mg/l beträgt, gilt eine TOC-Konzentration, die einer Verminderung des TOC um 90 Prozent entspricht,
3. 250 mg/l oder weniger beträgt, gilt eine TOC-Konzentration von 25 mg/l,
4. weniger als 25 mg/l beträgt, gilt die tatsächliche TOC-Konzentration am Entstehungsort.

Werden mit Zustimmung der zuständigen Behörde zur Verringerung der TOC-Fracht verfahrensintegrierte Maßnahmen angewandt, so ist die TOC-Fracht am Entstehungsort des Abwassers vor Anwendung der Maßnahme der Frachtermittlung zugrunde zu legen.

Für die Überwachung der einzuhaltenden TOC-Gesamtfracht nach Satz 1 Nummer 1 ist die TOC-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu messen. Die tatsächliche TOC-Gesamtfracht ergibt sich aus einer Multiplikation der gemessenen TOC-Konzentration mit dem Volumen des Abwasserstroms in 0,5 oder 2 Stunden, der mit der Probenahme korrespondiert.

Die Anforderungen an die einzuhaltende TOC-Gesamtfracht nach Satz 1 Nummer 1 gelten als eingehalten, wenn unter Beachtung von Teil B eine TOC-Konzentration von 25 mg/l in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe eingehalten wird und in der wasserrechtlichen Zulassung nichts Abweichendes festgelegt wird.

(3) Im Übrigen werden an das Abwasser folgende Anforderungen jeweils in der qualifizierten Stichprobe oder der 2-Stunden-Mischprobe gestellt:

1. Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff ( $N_{ges}$ ): 50 mg/l.  
In der wasserrechtlichen Zulassung kann eine höhere Konzentration bis zu 75 mg/l festgesetzt werden, wenn die Stickstofffracht um 75 Prozent verringert wird,
2. Phosphor, gesamt: 2,0 mg/l,
3. Giftigkeit:  

Giftigkeit gegenüber Fischeiern	$G_EI = 2$
Giftigkeit gegenüber Daphnien	$G_D = 8$
Giftigkeit gegenüber Algen	$G_A = 16$
Giftigkeit gegenüber Leuchtbakterien	$G_L = 32$
Erbgutveränderndes Potential (umu-Test)	$G_M = 1,5$

(4) Für die Parameter TOC, abfiltrierbare Stoffe,  $TN_b$  und  $N_{ges}$  sind bei Überschreiten der nachfolgend genannten eingeleiteten Jahresfrachten folgende Konzentrationswerte im Jahresmittel einzuhalten:

Parameter	Jahresfracht	Konzentration (Jahresmittelwert)
TOC	3,3 Tonnen/a	33 mg/l <sup>1, 2, 3</sup>
Abfiltrierbare Stoffe	3,5 Tonnen/a	35 mg/l
$TN_b$	2,5 Tonnen/a	25 mg/l <sup>4, 5, 6</sup>
$N_{ges}$	2,0 Tonnen/a	20 mg/l <sup>4, 5, 6</sup>

<sup>1</sup> Der Jahresmittelwert für den TOC darf bis zu 100 mg/l betragen, wenn

- a) die Eliminationsrate im Jahresschnitt bei der Vor- und Endbehandlung mindestens 90 Prozent beträgt und
- b) im Fall einer biologischen Behandlung mindestens eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt ist:
  - aa) der BSB5-Wert im Ablauf beträgt höchstens 20 mg/l und die CSB-Schlammbelastung beträgt höchstens 0,25 kg CSB/kg organischer Trockensubstanz im Schlamm oder
  - bb) die Auslegung und der Betrieb der Behandlungsanlage sind auf eine gezielte Nitrifikation ausgerichtet.

<sup>2</sup> Der Jahresmittelwert für den TOC darf mehr als 100 mg/l betragen, wenn

- a) die Eliminationsrate im Jahresschnitt bei der Vor- und Endbehandlung mindestens 95 Prozent beträgt,
- b) eine der in Fußnote 1 Buchstabe b genannten Voraussetzungen erfüllt ist und
- c) der TOC im Zulauf zur Abwasserendbehandlung mehr als 2,0 g/l im Jahresschnitt beträgt und der Zulauf einen hohen Anteil an schwer abbaubaren organischen Verbindungen aufweist.

<sup>3</sup> Der Jahresmittelwert für den TOC gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Herstellung von Methylcellulose stammt

<sup>4</sup> Es gilt entweder der Jahresmittelwert für TN<sub>b</sub> oder für Nges.

<sup>5</sup> Der Jahresmittelwert für TN<sub>b</sub> und Nges gilt nicht bei Abwasserbehandlungsanlagen ohne biologische Abwasserbehandlung.

<sup>6</sup> Der Jahresmittelwert für TN<sub>b</sub> und Nges kann bei TN<sub>b</sub> bis zu 40 mg/l und bei Nges bis zu 35 mg/l betragen, wenn die Eliminationsrate bei der Vor- und Endbehandlung im Jahresdurchschnitt jeweils mindestens 70 Prozent beträgt.

(5) Für die Parameter adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) und Schwermetalle sind bei Überschreiten der nachfolgend genannten eingeleiteten Jahresfrachten folgende Konzentrationswerte im Jahresmittel einzuhalten:

Parameter	Jahresfracht	Konzentration (Jahresmittelwert)
AOX	100 kg/a	1,0 mg/l <sup>1</sup>
Chrom, gesamt	2,5 kg/a	0,025 mg/l <sup>2, 3, 4</sup>
Kupfer	5,0 kg/a	0,050 mg/l <sup>2, 3, 5</sup>
Nickel	5,0 kg/a	0,050 mg/l <sup>2, 3</sup>
Zink	30 kg/a	0,30 mg/l <sup>2, 3, 6</sup>

<sup>1</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Herstellung jodierter Röntgenkontrastmittel oder aus der Herstellung von Propylenoxid oder Epichlorhydrin nach dem Chlorhydrinverfahren stammt.

<sup>2</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für anorganisches Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Herstellung anorganischer Schwermetallverbindungen stammt.

<sup>3</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Verarbeitung metallkontaminierter fester anorganischer Rohstoffe stammt.

<sup>4</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Produktion von chromorganischen Verbindungen stammt.

<sup>5</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Herstellung kupferorganischer Verbindungen oder aus der Herstellung von Vinylchlorid-Monomer oder 1,2-Dichlorethan durch Oxychlorierung stammt.

<sup>6</sup> Der Jahresmittelwert gilt nicht für Abwasser, dessen Hauptschadstofffracht aus der Herstellung von Viskosefasern stammt.

(6) Die Parameter nach den Absätzen 4 und 5 sind nach Teil H Absatz 1 zu messen. Die Ergebnisse der Messungen stehen Ergebnissen staatlicher Überwachung gleich. § 6 Absatz 1 findet keine Anwendung.

#### D Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung

(1) Für das Abwasser gelten vor der Vermischung mit anderem Abwasser die Anforderungen nach den Absätzen 2 bis 4.

(2) In der wasserrechtlichen Zulassung sind zu begrenzen:

1. die einzuhaltende AOX-Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden sowie

2. die einzuhaltende AOX-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe.

Grundlage für die Festlegungen nach Satz 1 ist eine Ermittlung der zulässigen AOX-Jahresgesamtfracht. Diese ergibt sich aus der Summe der Jahresfrachten der einzelnen Abwasserströme. Die einzelnen Abwasserströme gehen mit folgenden AOX-Konzentrationen und -Frachten in die Ermittlung der zulässigen Jahresgesamtfracht ein:

1. Abwasser aus der Herstellung von Epichlorhydrin, Propylenoxid und Butylenoxid: 3,0 mg/l,

2. Abwasser aus der einstufigen Herstellung von Acetaldehyd: 30 g/t,

3. Abwasser aus der Herstellung von AOX-relevanten organischen Farbstoffen, organischen Pigmenten und aromatischen Zwischenprodukten, wenn diese überwiegend der Herstellung organischer Farbstoffe dienen: 8,0 mg/l,

4. Abwasser aus der Herstellung von AOX-relevanten pharmazeutischen Wirkstoffen: 8,0 mg/l,

5. Abwasser aus der Herstellung von C1-CKW durch Methanchlorierung und Methanolveresterung sowie aus der Herstellung von Tetrachlormethan und Tetrachlorethen durch Perchloration: 10 g/t,

6. Abwasser aus der Herstellung von 1,2-Dichlorethan (DCE), auch einschließlich Weiterverarbeitung zu Vinylchlorid (VCM): 2,0 g/t,

Der Frachtwert bezieht sich auf die Produktionskapazität für gereinigtes DCE. Die Kapazität ist unter Berücksichtigung des DCE-Anteils festzulegen, der in der mit der DCE-Produktionseinheit gekoppelten VCM-Einheit nicht gecrackt und in der DCE-Reinigungsanlage in den Produktionskreis zurückgeführt wird.

7. Abwasser aus der Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC): 5,0 g/t,

8. Abwasserströme, in denen eine AOX-Konzentration von 0,10 mg/l überschritten wird und eine AOX-Konzentration von 1,0 mg/l ohne gezielte Maßnahmen unterschritten wird: 0,30 mg/l,

9. nicht gesondert geregelte Abwasserströme aus der Herstellung, Weiterverarbeitung oder der Anwendung von Stoffen, in denen eine Konzentration von 1,0 mg/l überschritten wird oder durch gezielte Maßnahmen unterschritten wird: 1,0 mg/l oder 20 g/t.

Der Frachtwert bezieht sich auf die Kapazität der organischen Zielprodukte. Er gilt nicht für die Anwendung von Stoffen.

Für die Überwachung der einzuhaltenden AOX-Gesamtfracht nach Satz 1 Nummer 1 ist die AOX-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu messen. Die tatsächliche AOX- Gesamtfracht ergibt sich aus einer Multiplikation der gemessenen AOX-Konzentration mit dem Volumen des Abwasserstroms in 0,5 oder 2 Stunden, der mit der Probenahme korrespondiert. Die Anforderungen an AOX nach den Sätzen 1 bis 6 gelten nicht für jodorganische Stoffe im Abwasser aus der Herstellung und Abfüllung von Röntgenkontrastmitteln.

(3) In der wasserrechtlichen Zulassung sind zu begrenzen:

1. für die Parameter Quecksilber, Cadmium, Kupfer, Nickel, Blei, Chrom, gesamt, Zink und Zinn die einzuhaltenden Gesamtfrachten je Parameter in 0,5 oder 2 Stunden sowie
2. die einzuhaltende Konzentration der in Nummer 1 genannten Stoffe in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe.

Grundlage für die Festlegungen nach Satz 1 ist eine Ermittlung der für die einzelnen Stoffe zulässigen Jahresgesamtfracht. Diese ergibt sich aus der Summe der jeweiligen Jahresfrachten der einzelnen Abwasserströme. Die einzelnen Abwasserströme gehen mit folgenden Konzentrationen der jeweiligen Stoffe in die Ermittlung der zulässigen Jahresgesamtfracht ein:

Parameter	Konzentration für die Ermittlung der Jahresfrachten (mg/l)	
	I	II
Quecksilber	0,050	0,0010
Cadmium	0,20	0,0050
Kupfer	0,50	0,10
Nickel	0,50	0,050
Blei	0,50	0,050
Chrom, gesamt	0,50	0,050
Zink	2,0	0,20
Zinn	2,0	0,20

Die Werte der Spalte I sind für Abwasserströme aus der Herstellung, Weiterverarbeitung oder Anwendung dieser Stoffe zu verwenden. Die Werte der Spalte II sind für Abwasserströme, die nicht aus der Herstellung, Weiterverarbeitung oder Anwendung dieser Stoffe stammen, aber dennoch mit solchen Stoffen belastet sind, zu verwenden.

Für die Überwachung der einzuhaltenden Gesamtfracht der einzelnen Stoffe nach Satz 1 Nummer 1 ist die Konzentration der jeweiligen Stoffe in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu messen. Die tatsächliche Gesamtfracht des jeweiligen Stoffes ergibt sich aus einer Multiplikation der gemessenen Konzentration mit dem Volumen des Abwasserstroms in 0,5 oder 2 Stunden, der mit der Probenahme korrespondiert.

(4) Ein Abwasserstrom darf nur dann mit einem anderen Abwasserstrom, der unter den Anwendungsbereich dieses Anhangs fällt, zusammengeführt oder mit anderem Abwasser vermischt werden, wenn

1. nachgewiesen wird, dass die für den Ort des Entstehens ermittelte TOC-Fracht dieses Abwasserstromes um mindestens 80 Prozent vermindert wird oder
2. die aus dem jeweiligen Abwasserstrom in das Gewässer eingeleitete TOC-Restfach 20 kg je Tag, 300 kg je Jahr oder 1 kg je Tonne Produktionskapazität des organischen Zielproduktes unterschreitet.

Für den Nachweis der Frachtverringung nach Satz 1 Nummer 1 ist für aerobe biologische Abwasserbehandlungsanlagen das Ergebnis einer Untersuchung nach Nummer 407 der Anlage 1 und für andere Abwasserbehandlungsanlagen der TOC-Eliminationsgrad dieser Anlagen zugrunde zu legen.

## E Anforderungen an das Abwasser für den Ort des Anfalls

Für Chrom VI ist eine Konzentration von 0,10 mg/l in der Stichprobe einzuhalten.

## F Anforderungen für vorhandene Einleitungen

(1) Abweichend von Teil B Absatz 2 kann bei vorhandenen Anlagen zur Ableitung von behandlungsbedürftigem Abwasser, die vor dem 24. Juni 2020 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden ist, mit Zustimmung der zuständigen Behörde nicht behandlungsbedürftiges Abwasser zusammen mit behandlungsbedürftigem Abwasser abgeleitet werden.

(2) Die Anforderung für das erbgutverändernde Potenzial (umu-Test) nach Teil C Absatz 3 Nummer 3 ist für vorhandene Einleitungen von Anlagen, die vor dem 1. Januar 1999 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden ist, spätestens ab dem 24. Juni 2024 einzuhalten.

(3) Die zuständige Behörde kann von den Anforderungen nach Teil D Absatz 4 bei vorhandenen Einleitungen von Abwasser aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 1999 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden ist, ausnehmen:

1. Abwasser aus der Sprühtrocknung von flüssigen und festen Polykondensaten auf Basis der Reaktion von Phenolsulfonsäure und Formaldehyd,
2. Abwasser aus der Herstellung von Arylidien sowie aus der Herstellung von Azo-, Isoindolin-, Chinacridon- und Dioxazinpigmenten,
3. Abwasser aus der Herstellung von Metamizol ausgehend von Anilin und Natriumnitrit.

### **G Abfallrechtliche Anforderungen**

Abfallrechtliche Anforderungen werden nicht gestellt.

### **H Betreiberpflichten**

(1) Betreiber haben nachstehende Parameter im Abwasser an der Einleitungsstelle in das Gewässer in der durchflus-proportionalen 24-Stunden-Mischprobe wie folgt zu messen:

Parameter	Mindesthäufigkeit
TOC	Täglich
Abfiltrierbare Stoffe	Täglich
Nges oder TNb	Täglich
Pges	Täglich
AOX	Monatlich
Chrom, gesamt, Kupfer, Nickel, Zink, Blei	Monatlich
Andere Schwermetalle, sofern in der wasserrechtlichen Zulassung begrenzt	Monatlich

Bei Abwasserströmen mit nachgewiesenen geringen Schwankungen im Volumenstrom und in der Konzentration können die Messungen nach behördlicher Festlegung auch in der zeitproportional entnommenen 24-Stunden-Mischprobe erfolgen. Wird mit vorliegenden Datenreihen eine deutliche Stabilität der Messergebnisse nachgewiesen, kann die Häufigkeit der Messungen nach behördlicher Festlegung verringert werden.

- (2) Die Jahresmittelwerte für die Parameter nach Teil C Absatz 4 und 5 errechnen sich aus den Ergebnissen der Messungen nach Absatz 1.
- (3) Es ist ein Jahresbericht nach Anlage 2 Nummer 3 zu erstellen.
- (4) Die Messungen der Parameter nach Absatz 1 sind nach den Analyse- und Messverfahren nach Anlage 1 oder nach behördlich anerkannten Überwachungsverfahren durchzuführen. Die landesrechtlichen Vorschriften für die Selbstüberwachung bleiben von den Betreiberpflichten nach den Absätzen 1 bis 3 unberührt.

## Abschnitt II: Anforderungen an das Abwasser aus speziellen Herkunftsgebieten

Für das Abwasser aus der Herstellung organischer Grundchemikalien gemäß dem nachfolgenden Anwendungsbereich A gelten zusätzlich zu den Anforderungen des Abschnitts I die Anforderungen der folgenden Teile B bis H.

### **A Anwendungsbereich**

- (1) Dieser Abschnitt gilt für Abwasser aus der Herstellung von 1,2-Dichlorethan (DCE), Vinylchlorid (VCM), Dinitrotoluol (DNT), Toluoldiamin (TDA), Toluoldiisocyanat (TDI), Methylendiphenyldiamin (MDA) und Methylendiphenyldiisocyanat (MDI).
- (2) Die in Teil C Absatz 1 genannten Anforderungen sind Emissionsgrenzwerte im Sinne von § 1 Absatz 2 Satz 1.

### **B Allgemeine Anforderungen**

Bei der Herstellung von DCE durch Oxychlorierung im Wirbelschichtreaktor ist der Austrag von Katalysatorpartikeln in das Abwasser durch geeignete verfahrenstechnische Maßnahmen so weit wie möglich zu verringern.

### **C Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle**

- (1) Im Abwasser aus Anlagen zur Herstellung von DCE sind folgende Jahresmittelwerte in Gramm oder Mikrogramm je Tonne durch Oxychlorierung hergestelltes DCE einzuhalten:

Parameter	Anforderung (Jahresmittel)
Kupfer <sup>1</sup>	0,20 g/t

Kupfer <sup>2</sup>	0,040 g/t
PCDD/PCDF	0,30 µg I-TEQ/t

Die Anforderungen für Kupfer gelten, wenn die Kupferfracht im Abwasser hauptsächlich aus der Herstellung von DCE durch Oxychlorierung

<sup>1</sup> mit Wirbelschichtreaktor

<sup>2</sup> mit Festbettreaktor stammt.

Für den Parameter DCE ist ein Jahresmittelwert von 0,05 Gramm je Tonne gereinigtes DCE einzuhalten. Gereinigtes DCE ist die Summe aus hergestellter Menge an DCE und aus der VCM-Herstellung in die Reinigung zurückgeführten Menge an DCE.

(2) Die Jahresmittelwerte nach Absatz 1 sind aus den Messwerten nach Teil H Absatz 1 zu ermitteln. Für die Berechnung der produktionsspezifischen Frachtwerte sind zunächst die Jahresmittelwerte der Konzentrationen für Kupfer, DCE und PCDD/PCDF zu ermitteln. Diese Jahresmittelwerte sind jeweils mit der Jahresabwassermenge an der Einleitungsstelle zu multiplizieren und durch die Menge des im jeweiligen Jahr hergestellten Produkts zu teilen. Der Jahresmittelwert für die Konzentration des Parameters DCE ist aus Tagesmittelwerten zu berechnen, die aus den Messwerten jedes Probenahmetages gebildet worden sind.

(3) Die Parameter nach Absatz 1 sind nach Teil H Absatz 1 zu messen. Die Ergebnisse der Messungen stehen Ergebnissen staatlicher Überwachung gleich. § 6 Absatz 1 findet keine Anwendung.

#### D Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung

Es werden keine Anforderungen gestellt, die über Abschnitt I Teil D hinausgehen.

#### E Anforderungen an das Abwasser für den Ort des Anfalls

(1) Im Abwasser aus der Herstellung von DCE und aus der Herstellung von VCM sind nach dem Abwasserstripper folgende Konzentrationswerte im Monatsmittel einzuhalten:

Parameter	Konzentration (Monatsmittelwert)
DCE	0,40 mg/l
VCM	0,050 mg/l

Die Parameter sind nach Teil H Absatz 2 zu messen.

Die Monatsmittelwerte errechnen sich aus den Ergebnissen der Messungen nach Teil H Absatz 2. Der Monatsmittelwert ist aus den Tagesmittelwerten zu berechnen, die aus den Messwerten jedes Probenahmetages gebildet worden sind.

(2) Im Abwasser aus der Herstellung von DCE durch Oxychlorierung im Wirbelschichtverfahren sind am Auslass der Vorbehandlungsanlage folgende Konzentrationswerte im Jahresmittel einzuhalten:

Parameter	Konzentration (Jahresmittelwert)
Kupfer	0,60 mg/l
PCDD/PCDF	0,80 ng I-TEQ/l
Abfiltrierbare Stoffe	30 mg/l

Die Parameter sind nach Teil H Absatz 2 zu messen.

Die Jahresmittelwerte errechnen sich aus den Ergebnissen der Messungen nach Teil H Absatz 2.

(3) Bei der Herstellung von DNT ist am Auslass der Abwasservorbehandlungsanlage der DNT-Anlage eine produktions-spezifische TOC-Fracht von 1,0 kg/t hergestelltem DNT im Monatsmittel einzuhalten.

Der Parameter TOC ist nach Teil H Absatz 2 zu messen.

Für die Berechnung der produktionsspezifischen TOC-Fracht ist zunächst der Monatsmittelwert der TOC-Konzentration zu ermitteln. Dieser Monatsmittelwert ist mit der für den gleichen Monat ermittelten Abwassermenge zu multiplizieren und durch die im gleichen Monat hergestellte DNT-Menge zu teilen.

(3a) Abweichend von § 3 Absatz 5 ist eine Vermischung möglich, wenn über eine Frachtabrechnung nachgewiesen wird, dass durch die gemeinsame Abwasservorbehandlung vor der Einleitung in das Gewässer insgesamt mindestens eine gleichwertige Verringerung der Fracht für Kupfer, PCDD/PCDF und abfiltrierbare Stoffe erreicht wird. In diesen Fällen gelten die Anforderungen nach Absatz 3 als eingehalten.

(4) Bei der Herstellung von TDI ist am Auslass der Herstellungsanlage eine produktionspezifische TOC-Fracht von 0,10 kg/t hergestelltem TDI im Jahresmittel einzuhalten.

Der Parameter TOC ist nach Teil H Absatz 2 zu messen.

(5) Bei der Herstellung von MDI ist am Auslass der Herstellungsanlage eine produktionspezifische TOC-Fracht von 0,20 kg/t hergestelltem MDI im Jahresmittel einzuhalten.

Der Parameter TOC ist nach Teil H Absatz 2 zu messen.

(6) Für die Berechnung der produktionsspezifischen TOC-Fracht nach den Absätzen 5 und 6 ist zunächst der Jahresmittelwert der TOC-Konzentration zu ermitteln. Dieser Jahresmittelwert ist mit der für das gleiche Jahr ermittelten Abwassermenge zu multiplizieren und durch die Menge des im gleichen Jahr hergestellten Produkts zu teilen.

(7) Die Ergebnisse der Messungen nach den Absätzen 1 bis 5 stehen Ergebnissen staatlicher Überwachung gleich. Für die Mittelwerte nach den Absätzen 1 bis 5 findet § 6 Absatz 1 keine Anwendung.

#### **F Anforderungen für vorhandene Einleitungen**

Entsprechen vorhandene Einleitungen von Abwasser aus Anlagen, die vor dem 1. März 2024 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden ist, nicht den Anforderungen nach Teil E Absatz 1 Satz 1, Absatz 4 Satz 1, Absatz 5 Satz 1 oder Absatz 6 Satz 1, sind die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen innerhalb angemessener Fristen, die von der zuständigen Behörde festzulegen sind, vorzunehmen.

#### **G Abfallrechtliche Anforderungen**

Abfallrechtliche Anforderungen werden nicht gestellt.

#### **H Betreiberpflichten**

(1) Betreiber haben nachstehende Parameter im Abwasser an der Einleitungsstelle in das Gewässer wie folgt zu messen, wenn Abwasser aus Anlagen für die angegebenen Produktionen eingeleitet wird:

Parameter	Produktion	Mindesthäufigkeit
Kupfer	DCE (Oxychlorierung)	Monatlich
Anilin	MDA	Monatlich
Chlorierte Lösemittel	MDI, TDI	Monatlich
DCE	DCE, VCM	Monatlich
PCDD/PCDF	DCE (Oxychlorierung)	Dreimonatlich

Sofern nicht anders angegeben, sind die Messungen in der durchflussproportionalen 24-Stunden-Mischprobe vorzunehmen. Bei Abwasserströmen mit nachgewiesenen geringen Schwankungen im Volumenstrom und in der Konzentration können die Messungen nach behördlicher Festlegung auch in der zeitproportional entnommenen 24-Stunden-Mischprobe erfolgen. Wird mit vorliegenden Datenreihen eine deutliche Stabilität der Messergebnisse nachgewiesen, kann die Häufigkeit der Messungen nach behördlicher Festlegung verringert werden.

Die Bestimmung des Parameters DCE erfolgt als Tagesmittelwert aus mindestens drei Stichproben an einem Tag im Abstand von mindestens 30 Minuten.

(2) Betreiber haben nachstehende Parameter im Abwasser am jeweils angegebenen Ort der Probenahme oder der Messung wie folgt zu messen:

Parameter	Produktion	Mindesthäufigkeit
TOC	DNT	Wöchentlich <sup>1</sup>
TOC	MDI, TDI	Monatlich
DCE	DCE, VCM	Täglich
VCM	DCE, VCM	Täglich
PCDD/PCDF	DCE	Dreimonatlich
Kupfer	DCE	Täglich
Abfiltrierbare Stoffe	DCE	Täglich

<sup>1</sup> Bei diskontinuierlicher Ableitung von Abwasser beträgt die Mindesthäufigkeit der Überwachung einmal pro Ableitung.

Die Bestimmung der Parameter DCE und VCM erfolgt als Tagesmittelwert aus mindestens drei Stichproben an einem Tag im Abstand von mindestens 30 Minuten. Bei Abwasserströmen mit nachgewiesenen geringen Schwankungen im Volumenstrom und in der Konzentration können die Messungen nach behördlicher Feststellung auch in zeitproportional entnommenen 24-Stunden-Mischproben erfolgen.

Die Mindesthäufigkeit kann für die Parameter Kupfer und abfiltrierbare Stoffe auf monatliche Messungen reduziert werden, sofern die Eliminationsleistung durch die Überwachung geeigneter Leitparameter ausreichend kontrolliert wird.

- (3) Der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen dieses Abschnitts ist Bestandteil des Jahresberichtes gemäß Abschnitt I Teil H Absatz 3.
- (4) Die Messungen der Parameter nach den Absätzen 1 und 2 sind nach den Analysen- und Messverfahren nach Anlage 1 oder nach behördlich anerkannten Überwachungsverfahren durchzuführen. Die landesrechtlichen Vorschriften für die Selbstüberwachung bleiben von den Betreiberpflichten nach den Absätzen 1 bis 3 unberührt.“

## Inhaltsverzeichnis

<b>0. Einführung in das Hintergrundpapier .....</b>	<b>14</b>
<b>1. Anwendungsbereich des Anhanges 22 (Teil A).....</b>	<b>15</b>
1.1 Abgrenzung des Anwendungsbereiches (Teil A, Abs. 1).....	15
1.2 Berücksichtigung weiterer Herkunftsbereiche, Mischungsrechnungen .....	16
1.3 Mengenschwelle (Teil A, Abs. 2) .....	17
1.4 Anforderungen an Formulierer (Teil A, Abs. 3) .....	17
1.5 Direktwirkung der gekennzeichneten Werte (Teil A, Abs. 4) .....	17
1.6 Herkunft des Rohabwassers, Herstellungsverfahren .....	18
1.6.1 Chemische Reaktionen .....	19
1.6.2 Aufarbeitung/Isolierung .....	19
1.6.3 Formulierung.....	20
1.6.4 Verfahrenstechnik .....	20
1.6.5 Biotechnologische Verfahren .....	21
1.7 Abwasseranfall, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers.....	21
1.7.1 Abwasseranfall.....	21
1.7.2 Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers .....	23
1.8 Maßnahmen zur Abwasserbehandlung .....	25
1.8.1 Allgemeine Aussagen, Summenparameter .....	25
1.8.2 Verfahren der biologischen Behandlung in der chemischen Industrie .....	25
1.8.3 Abbau-/Eliminierbarkeit einzelner Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen in der zentralen biologischen Kläranlage .....	27
1.8.4 Gemeinsame Behandlung mit kommunalem Abwasser .....	27
1.8.5 Möglichkeiten zur Steigerung der Eliminationsleistung der zentralen bio- logischen Kläranlagen.....	29
<b>2 Allgemeine Anforderungen (Teil B).....</b>	<b>30</b>
2.1 Wassersparende und frachtmindernde Maßnahmen (Teil B, Abs. 1, Nr. 1-3)..	30
2.1.1 Prozessintegrierte Maßnahmen am Ort des Anfalls (Teil B, Abs. 1, Nrn. 1 bis 3 Anhang 22 i. V. m. § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 4 AbwV) .....	30
2.1.2 Verfahrenstechnische Maßnahmen .....	32
2.1.2.1 Einsatz wassersparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsvorgängen .....	32
2.1.2.2 Mehrfachnutzung und Kreislaufführung .....	32
2.1.2.3 Indirektkühlung.....	33
2.1.2.4 Einsatz abwasserfreier Verfahren zur Vakumerzeugung .....	34
2.1.2.5 Einsatz abwasserfreier Verfahren bei der Abluftreinigung .....	35
2.1.3 Stoffbezogene Maßnahmen.....	35
2.1.3.1 Prozessintegrierte Rückführung von Stoffen .....	35
2.1.3.2 Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen durch Aufbereitung von Mutterlaugen und durch optimierte Verfahren .....	36
2.1.3.3. Einsatz schadstoffarmer Roh- und Hilfsstoffe .....	37
2.2 Vorbehandlung von Abwasserteilströmen (Teil B, Abs. 1, Nr. 4).....	37
2.2.1 Erforderlichkeit von Maßnahmen zur Vorbehandlung.....	37
2.2.2 Maßnahmen zur Vorbehandlung von Abwasserströmen .....	39
2.3 Abwassertrennung (Teil B, Abs. 2).....	40
2.4 Rückhaltung von Abwasser bei außerplanmäßigen Betriebszuständen (Teil B, Abs. 3).....	40
2.5 Zusammenwirken Verantwortlicher (Teil B, Abs. 4).....	42
2.6 Aufstellung eines Abwasserkatasters (Teil B, Abs. 5) .....	43

2.6.1	Inhalt des Abwasserkatasters .....	43
2.6.2	Vereinfachungen des Abwasserkatasters bei der Prüfung der allgemeinen Anforderungen.....	45
2.6.3	Angaben zur biologischen Eliminierbarkeit der organischen Schadstoffe	45
2.7	Vermeidung von Geruchs- und Lärmemissionen (Teil B, Abs. 6).....	46
<b>3</b>	<b>Parameterübergreifende Vorgehensweise der Sollfrachtberechnung .....</b>	<b>48</b>
3.1	Grundprinzip.....	48
3.2	Berücksichtigung der jeweiligen Produktionsauslastung .....	51
3.3	Zuordnung der jeweiligen Anforderungsgröße .....	51
3.4	Berechnung der Einzelsollfrachten.....	51
3.5	Addition der Einzelsollfrachten zur Gesamtsollfracht .....	51
3.6	Umrechnung auf Kurzzeitwerte (2 h; 0,5 h) .....	51
3.7	Berücksichtigung der zeitlichen Überlagerung von Kampagnenproduktionen..	51
<b>4</b>	<b>Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle (Teil C).....</b>	<b>53</b>
4.1	Begrenzung von TOC und CSB im Teil C (Teil C, Abs. 2, Nrn. 1 bis 3) .....	53
4.1.1	Grundlagen .....	53
4.1.2	Ermittlung der TOC-Einzel-Sollfrachten .....	56
4.1.3	Berechnung der TOC-Gesamtsollfracht.....	57
4.1.4	Einhalte-Fiktion hinsichtlich TOC-Anforderungen im Teil C .....	58
4.1.5	Begrenzung von CSB (Teil C, Abs. 2), standortspezifischer Faktor.....	60
4.2	Begrenzung von Stickstoff, Phosphor, Gx (Teil C, Abs. 3) .....	61
4.2.1	Begrenzung von Stickstoff und Phosphor.....	61
4.2.2	Begrenzung der Giftigkeit .....	61
4.3	Festlegungen zu Jahresmittelwerten für TOC, abfiltrierbare Stoffe und Stickstoff (Teil C, Abs. 4) .....	61
4.4	Festlegungen zu Jahresmittelwerten für AOX und ausgewählte Schwermetalle (Teil C, Abs. 5).....	63
4.5	Festlegungen zu Jahresmittelwerten für DCE und PCDD/F (Abschnitt II, Teil C) .....	64
<b>5</b>	<b>Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung (Teil D).....</b>	<b>65</b>
5.1	Begrenzung des AOX (Teil D, Abs. 2) .....	65
5.2	Begrenzung von Schwermetallen (Teil D, Abs. 3) .....	67
5.3	Begrenzung des TOC gemäß Teil D (Teil D, Abs. 4) .....	68
<b>6</b>	<b>Anforderungen an das Abwasser für den Ort des Anfalls (Teil E).....</b>	<b>69</b>
6.1	Anforderungen für Chrom VI (Abschnitt I) .....	69
6.2	Anforderungen bei der Herstellung von DCE und VCM (Abschnitt II, Teil E, Abs. 1,2 u. 3a) .....	69
6.3	Abweichungen von §3 Absatz 5 (Abschnitt II Teil E Absatz 3a) .....	69
6.4	Anforderungen bei der Herstellung von DNT, TDA, TDI und MDI (Abschnitt II, Teil E, Abs. 3 und 4-7).....	69
<b>7</b>	<b>Anforderungen für vorhandene Einleitungen und Anlagen (Teil F).....</b>	<b>71</b>
7.1	Abwassertrennung (Teil F, Abs.1) .....	71
7.2	Anforderungen für das erbgutverändernde Potenzial (umu-Test) (Teil F, Abs. 2) .....	71
7.3	Ausnahmen von den Anforderungen nach Teil D Abs. 4 .....	71
<b>8</b>	<b>Betreiberpflichten (Teil H).....</b>	<b>73</b>
8.1	Betreiberpflichten gemäß Abschnitt I, Teil H .....	73

8.2 Betreiberpflichten gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 1 .....	74
8.3 Betreiberpflichten gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 2 .....	74
<b>9 Hinweise zur Fortschreibung .....</b>	<b>76</b>
<b>10 Literatur .....</b>	<b>77</b>
<b>11 Erarbeitung der Grundlagen .....</b>	<b>79</b>

**Abbildungsverzeichnis:**

Abbildung 1: Blockschema der Herstellung von Stoffen in der chemischen Industrie .....	18
Abbildung 2: Abwasserströme im unmittelbaren Zusammenhang mit chemischen Synthesen .....	22
Abbildung 3: Beispielhafte Aufteilung der Schadstofffrachten auf die Abwasserteilströme .....	24
Abbildung 4: Beispielhafte Aufteilung der Produktionsabwassermengen auf die Abwasserteilströme ...	24
Abbildung 5: Ermittlung der TOC-Gesamtsollfracht .....	54
Abbildung 6: Stoffstrombilanzierung zur Ermittlung der TOC-Einzel-Rohfrachten.....	55
Abbildung 7: Beispielhafte Berechnung der Überwachungswerte .....	59

**Tabellenverzeichnis:**

Tabelle 1 Beispiele für bereits praktizierte Verfahren, die häufig Gegenstand der BVT des LVOC-BREFs sind .....	39
Tabelle 2: Sollfrachtermittlung für TOC, AOX, Schwermetalle (SM) .....	50
Tabelle 3: Ergebnis der Stoffstrombilanzierung für ein einfaches fiktives Beispiel .....	56
Tabelle 4: Ergebnis der Einzelsollfrachtberechnung für ein fiktives Beispiel.....	57
Tabelle 5: Berechnung der AOX-Gesamtsollfracht (Beispiel).....	66

## **0. Einführung in das Hintergrundpapier**

Der Anhang 22 ist in zwei Abschnitte unterteilt. Abschnitt I enthält Regelungen für die gesamte chemische Industrie, der 2024 aufgenommene Abschnitt II ergänzende Bestimmungen für wenige organische Produktionen zur Umsetzung von BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung organischer Grundchemikalien.

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die Ausführungen in diesem Hintergrundpapier auf Abschnitt I. Ausführungen zu Abschnitt II wurden als Ergänzungen der jeweiligen Teilkapitel aufgenommen.

## 1. Anwendungsbereich des Anhanges 22 (Teil A)

### 1.1 Abgrenzung des Anwendungsbereiches (Teil A, Abs. 1)

Der Anhang 22 zur Abwasserverordnung gilt für Abwasser, das im Wesentlichen bei der Herstellung von Stoffen durch chemische, biochemische oder physikalische Verfahren einschließlich der zugehörigen Vor-, Zwischen- und Nachbehandlung anfällt. Er ist grundsätzlich auf alle Sparten der chemischen und pharmazeutischen Industrie anzuwenden, mit folgenden Ausnahmen:

- Herstellung von Soda und Kalidüngemitteln und
- Herkunftsgebiete, die durch spezifische Anhänge der AbwV geregelt sind (z. B. Anhang 9, 36, 37 oder 42).

Dabei enthält Abschnitt II zusätzliche Anforderungen für Abwasser aus der Herstellung von 1,2-Dichlorethan (DCE), Vinylchlorid (VCM), Dinitrotoluol (DNT), Toluylendiisocyanat (TDI), Methylendiphenyldiamin (MDA) und Methylendiphenyldiisocyanat (MDI) und betrifft damit nur Standorte mit Produktionsanlagen für diese in großen Mengen im Verbund hergestellten Grundchemikalien, in der Regel als Vorstufen für die PVC-Produktion (DCE, VCM) oder Polyurethanproduktion (DNT, MDI, TDI, TDA, MDA).

Der Anhang 22 gilt für chemische Betriebe, bei denen Abwasser aus einer Anlage bzw. der Herstellung eines einzigen Stoffes stammt (sogenannte Mono-Betriebe) und für die gemeinsame Einleitung von Abwasser aus mehreren Anlagen einer Firma oder mehrerer Eigentümer (sogenannte Chemie-Parks). Die an den Erlaubnisinhaber zu stellenden Anforderungen sollen nicht von den Rechtsverhältnissen innerhalb der Chemie-Standorte abhängen.

Der Anhang 22 gilt auch für Abwasser, das aus chemischen Betrieben stammt, die Stoffe durch physikalische Verfahren wie Destillation, Extraktion und Umkristallisation herstellen.

Der Anhang 22 gilt grundsätzlich auch für Abwasser aus Anlagen, in denen Stoffe durch biochemische Verfahren hergestellt werden, an denen Biomoleküle oder Organismen beteiligt sind, wie Zellkulturen, Bakterien oder Viren, gegebenenfalls auch gentechnisch veränderte Organismen. Anforderungen mit dem Ziel der Verminderung der Infektiosität oder des Ausbreitungspotenzials der verwendeten Organismen, z. B. durch eine chemische oder thermische Inaktivierung des Abwassers, fallen dabei nicht in den Geltungsbereich der Abwasserverordnung, sondern unterliegen dem einschlägigen Spezialrecht (z. B. Gentechniksicherheitsverordnung, Biostoffverordnung).

Abwasser aus Betriebseinheiten, die nicht unmittelbar der Herstellung von Stoffen dienen (Nebenbetriebe), wie Formulierbetriebe oder Laboratorien, wird miterfasst. Sofern für Abwasser aus Nebenbetrieben ein anderer Anhang gilt (z. B. Anhang 40 bei mechanischen Werkstätten), sind die nachfolgenden Ausführungen in Nr. 1.2 zu beachten.

Weiterhin gilt Anhang 22 auch für betriebsspezifisch verunreinigtes Niederschlagswasser. Dies ist Niederschlagswasser, welches auf Grund betrieblicher Aktivitäten mit Stoffen aus dem Produktionsprozess verunreinigt werden kann; insbesondere bei nicht-überdachten Produktionsanlagen, sowie der Handhabung, Lagerung oder auch Transportvorgängen von Stoffen, respektive Rückständen im Freien. In der Regel wird dieses Niederschlagswasser aufgefangen und zusammen mit dem anderen Produktionsabwasser abgeleitet und behandelt.

Der Anhang 22 gilt nicht für die Einleitung von Abwasser, das ausschließlich oder im

Wesentlichen aus Laboratorien stammt.

## 1.2 Berücksichtigung weiterer Herkunftsbereiche, Mischungsrechnungen

An vielen Standorten fallen neben Abwasserströmen aus den Herstellungsprozessen im Sinne des Anhangs 22 auch Abwasserströme aus anderen Herkunftsbereichen an, für die jeweils eigene Anhänge zur AbwV bestehen (z. B. Anhänge 31, 33, 40, 42). Ggf. werden auch außerhalb des Chemiestandortes anfallende Abwässer mitbehandelt, wie Kommunalabwasser (Anhang 1) oder Deponiesickerwasser (Anhang 51). Bei einer gemeinsamen Behandlung oder Ableitung dieser Abwässer ist folgendes zu beachten:

- Die Anforderungen für den Ort des Anfalls und die allgemeinen Anforderungen nach dem jeweiligen Anhang sind in jedem Fall anzuwenden.
- Für Abwasser aus Abfallverbrennungsanlagen (Anhang 33) sind die Vorschriften nach Abschnitt 3 der IZÜV<sup>1</sup> zu beachten.
- Ob bei der Bestimmung der Anforderungen vor Vermischung und an der Einleitungsstelle allein Anhang 22 anzuwenden ist oder eine Mischungsrechnung mit anderen Anhängen der AbwV durchgeführt werden muss, hängt von den Abwasserfrachten ab. Entsprechende, vom Anhang 22 abweichende Anforderungen können unberücksichtigt bleiben, wenn das Abwasser eines Herkunftsbereichs nur unwesentlich zur Schadstofffracht im Rohabwasser beiträgt. Dieser Sachverhalt ist insbesondere gegeben, wenn der Frachtanteil des Rohabwassers, der dem Anhang 22-Bereich zuzurechnen ist, 90 % oder mehr beträgt. Diese Betrachtung ist für jeden Parameter separat durchzuführen. Eine Mischungsrechnung erübrigt sich für Parameter mit identischen Anforderungen in den betroffenen Anhängen.
- Für die Parameter CSB/TOC, AOX und Schwermetalle sind relevante Anforderungen aus anderen Anhängen der AbwV bei der Berechnung der Gesamtsollfrachten (gem. Teil C Absatz 2 bzw. Teil D Absatz 2 und 3) zu berücksichtigen.
- Die Anforderungen nach Teil C Absatz 4 und 5 (Jahresmittelwerte) beziehen sich auf Einleitungen aus typischen Chemiestandorten. Sie sind nicht unmittelbar anwendbar, wenn wesentliche Abwasseranteile aus anderen Herkunftsbereichen stammen.

**Beispiel: Berücksichtigung der Anforderungen für N<sub>ges</sub> und P<sub>ges</sub>, wenn an einem Chemiestandort das kommunale Abwasser entsprechend einer Kläranlage der Größenklasse 4 nach Anhang 1 AbwV mitbehandelt wird:**

Die N<sub>ges</sub>-Anforderung für das Kommunalabwasser beträgt 18 mg/l, die für Chemieabwasser 50 mg/l (Teil C Absatz 3). Liegt der Frachtanteil aus dem Anhang 22-Bereich für N<sub>ges</sub> im Rohabwasser über 90 %, so ist als Anforderung nach Stand der Technik 50 mg/l für den Gesamtlauf der gemeinsamen Kläranlage festzusetzen. Liegt der Frachtanteil aus dem Anhang 22-Bereich jedoch unter 90 %, so ist die Anforderung durch eine Mischungsrechnung zu ermitteln. Beträgt in diesem Fall z. B. die Aufteilung der Abwasservolumenströme 70/30 (Chemie/Kommunal) würde dabei ein N<sub>ges</sub>-Wert von  $(50 \text{ mg/l} \times 0,7) + (18 \text{ mg/l} \times 0,3) = 40,4 \text{ mg/l}$  als Anforderung nach Stand der Technik für den Gesamtlauf resultieren

Für P<sub>ges</sub> besteht lediglich für kommunale Kläranlagen der GK 5 eine Anforderung, die vom Anhang 22 abweicht, nämlich 1 mg/l gegenüber 2 mg/l nach Anhang 22 Teil C Absatz 3. Wird, wie im Beispiel,

<sup>1</sup> Industriekläranlagen-Zulassungs- und Überwachungsverordnung

komunales Abwasser entsprechend maximal GK 4 mitbehandelt, erübrigts sich daher eine Mischungsrechnung für P<sub>ges</sub>, d. h. die Anforderung beträgt dann 2 mg/l für den Gesamtablauf.

### 1.3 Mengenschwelle (Teil A, Abs. 2)

Für Einleitungen von insgesamt weniger als 10 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag aus den Herstellungsprozessen gilt Anhang 22 nicht, sofern die Abwassereinleitung in eine öffentliche Abwasseranlage erfolgt. Für Direkteinleitungen und Einleitungen in die private Sammelkanalisation eines Standorts gilt Anhang 22 immer, auch bei Einleitungen von weniger als 10 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag.

### 1.4 Anforderungen an Formulierer (Teil A, Abs. 3)

Stammt das Abwasser aus Chemiebetrieben, die Stoffe oder Zubereitungen ausschließlich durch Vorgänge wie Mischen, Lösen, Abfüllen usw. ("Formulieren") herstellen, so sind diese von den parameterbezogenen Anforderungen des Anhangs 22 ausgenommen. Das Abwasser solcher Betriebe unterscheidet sich grundsätzlich in Menge und Beschaffenheit vom Abwasser aus der Herstellung von Stoffen durch chemische Umsetzung oder physikalische Verfahren.

Für reine Formulierbetriebe gelten jedoch die Anforderungen nach Teil B Absatz 1 (prozessintegrierte Maßnahmen, gegebenenfalls erforderliche Abwasservorbehandlung) und Absatz 5 (betriebliches Abwasserkataster). Diese Anforderungen sind auf den Ort des Anfalls bezogen und daher auch im Hinblick auf eine Genehmigungspflicht gemäß § 58 WHG zu beachten (Indirekteinleitergenehmigung).

An **komplexen Chemiestandorten** werden Abwasserströme aus Formulierbetrieben in der Regel mit Abwasser aus Betrieben zur Herstellung von Stoffen durch chemische Umsetzung oder physikalische Verfahren zusammengeführt und behandelt. Die Abwasserströme aus den Formulierbetrieben unterliegen hier den gleichen Anforderungen wie die übrigen Abwasserströme.

Der Begriff „**Zusammenführung**“ von Abwasserströmen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die betroffenen Abwasserströme dem gleichen Anhang, hier Anhang 22, der Abwasserverordnung zuzuordnen sind. Im Unterschied dazu bezieht sich der Begriff „**Vermischung**“ auf Abwasserströme, die unterschiedlichen Anhängen der Abwasserverordnung unterliegen.

### 1.5 Direktwirkung der gekennzeichneten Werte (Teil A, Abs. 4)

Die in Abschnitt I Teil C Absatz 3 Nummer 1 Satz 1, Nummer 2 und 3 sowie Absatz 4 und 5 sowie Abschnitt II Teil C Absatz 1 genannten Anforderungen sind gemäß Abschnitt I Teil A Absatz 4 und Abschnitt II Teil A Absatz 2 Emissionsgrenzwerte im Sinne von § 1 Absatz 2 Satz 1. Damit richten sich diese Grenzwerte direkt an den Einleiter. Gemäß § 57 Absatz 4 Satz 1 Nummer 2 WHG gelten sie für bestehende Einleitungen als im Einleitungsbescheid festgesetzt, soweit dort nicht schon weitergehende Anforderungen festgelegt sind (Bescheidsfiktion).

Da die Aufzählung in Abschnitt I keine Emissionsgrenzwerte in Teil D umfasst, sind Indirekteinleiter hiervon nicht betroffen. Die darüber hinaus gemäß § 58 Abs. 2 Nr. 1 und Abs. 3 WHG sowie § 1 Abs. 2 AbwV geltende Direktwirkung der allgemeinen Anforderungen und der Betreiberpflichten beschränkt sich für Indirekteinleiter in der Regel auf erstere. Der Anhang 22 enthält nur für Betreiber von Anlagen zur Herstellung von

DNT, MDI, TDI, DCE und VCM in Abschnitt II Betreiberpflichten für Indirekteinleiter (siehe Kap. 8.3).

## 1.6 Herkunft des Rohabwassers, Herstellungsverfahren

Zum Herkunftsgebiet zählen rund 1500 Betriebe in Deutschland. Die überwiegende Zahl (über 90%) der Betriebe leitet in öffentliche Abwasseranlagen ein. An über 100 Standorten wird das Abwasser direkt in Gewässer eingeleitet. Die Mehrzahl der größeren Standorte leitet direkt ein.

Nahezu die Hälfte der Chemieproduktion entfällt auf die Sparte der chemischen Grundstoffe. Hierzu gehören organische Grundstoffe, anorganische Grundstoffe, Farbstoffe und Pigmente, Kunststoffe und Düngemittel. Knapp 30% entfällt auf pharmazeutische Erzeugnisse, jeweils etwa 7% auf Wasch- und Reinigungsmittel bzw. Anstrichstoffe, 1% auf Chemiefasern.

Die Herstellung von Stoffen in der chemischen Industrie gliedert sich in folgende Stufen (siehe Abbildung 1). Die Herstellung kann durch chemische oder biochemische Verfahren erfolgen.

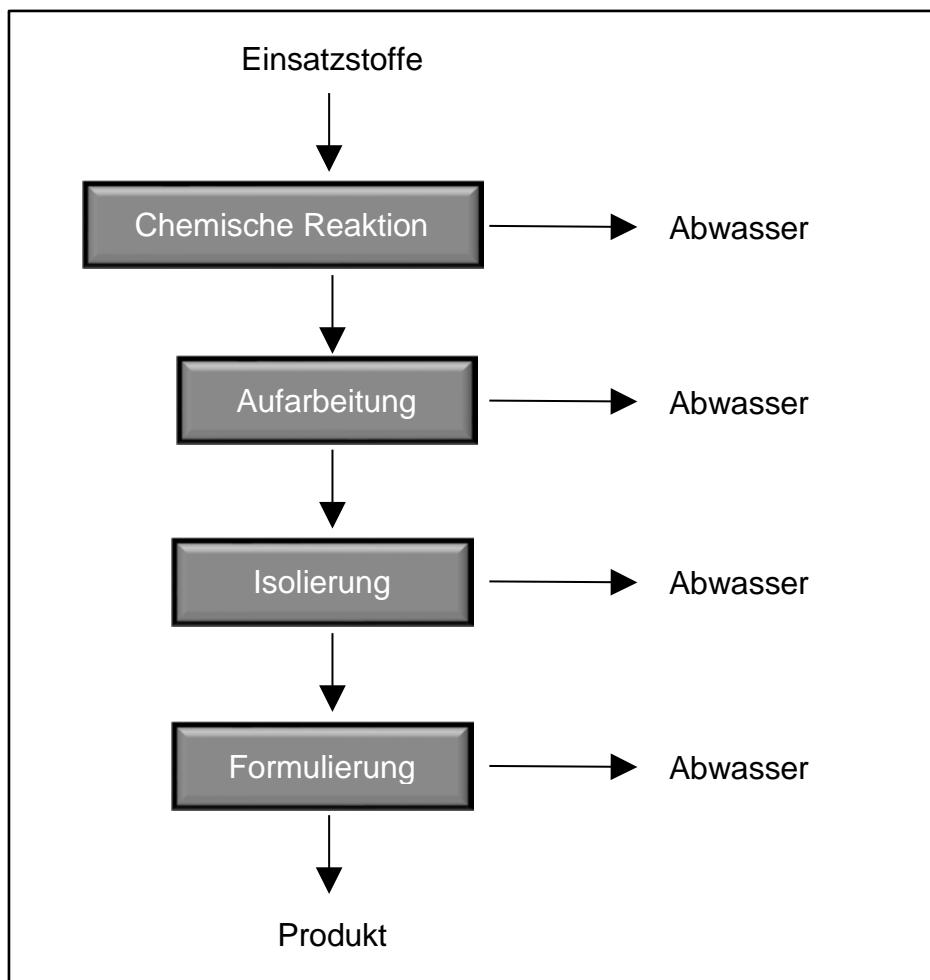
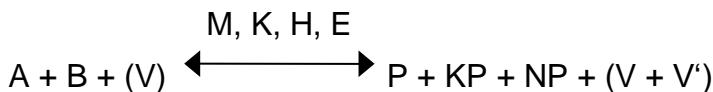


Abbildung 1: Blockschema der Herstellung von Stoffen in der chemischen Industrie

Je nach Betrieb fallen bestimmte Schritte weg. So werden z. B. bestimmte Naturstoffe durch physikalische Verfahren aufgearbeitet, eine chemische Reaktion wird nicht durchgeführt. Viele Betriebe stellen ausschließlich Stoffe und Zubereitungen durch Vorgänge wie Mischen, Lösen, Abfüllen usw. ("Formulierung") her.

### 1.6.1 Chemische Reaktionen

Chemische Reaktionen lassen sich qualitativ am umfassendsten durch folgende allgemeine Brutto-Reaktionsgleichung beschreiben:



A, B = Einsatzstoffe (Edukte)

V = Verunreinigungen der Einsatzstoffe

M = Reaktionsmedium

K = Katalysator

H = Hilfsstoffe

E = Energie

P = gewünschtes Produkt

KP = Koppelprodukt

NP = Nebenprodukte

V' = Umsetzungsprodukte der Verunreinigungen

Weil chemische Reaktionen praktisch nicht mit 100%iger Ausbeute ablaufen, sind im Reaktionsgemisch nach Ablauf der Synthese neben dem Zielprodukt und den Nebenprodukten nahezu alle Reaktionsteilnehmer enthalten. Deshalb werden in der Regel dem eigentlichen Herstellungsprozess noch Aufbereitungsstufen nachgeschaltet, um das gewünschte Produkt in hinreichend reiner Form zu erhalten.

Die chemischen Synthesen können in eine überschaubare Zahl von chemischen Grundprozessen (unit processes) eingeteilt werden. Folgende besonders abwasserrelevante Prozesse seien genannt:

- Sulfonierungen, Sulfierungen und Sulfochlorierungen aromatischer Verbindungen
- Nitrierungen aromatischer Verbindungen
- Reduktionen aromatischer Nitroverbindungen zu Anilinen
- Chlorierungen aliphatischer und aromatischer Verbindungen
- Diazotierungen, Herstellung von Azofarbstoffen
- Synthesen heterozyklischer Verbindungen

### 1.6.2 Aufarbeitung/Isolierung

Die Aufarbeitung der Reaktionsgemische und die Abtrennung der bei chemischen Reaktionen zwangsläufig anfallenden Nebenprodukte erfolgt durch physikalische Verfahren. Die Auswahl des Trennverfahrens (Destillation, Rektifikation, Kristallisation, Filtration, Membrantechnik, Extraktion, Adsorption oder Ionenaustausch) entscheidet wesentlich darüber, ob die Nebenprodukte in die Produktion zurückgeführt, verwertet oder

als Abwasser oder Abfall entsorgt werden. Dieselben Verfahren werden auch zur Vorbehandlung von Abwasserteilströmen eingesetzt (vgl. Kap 2.2.2).

### 1.6.3 Formulierung

Die Herstellung von Stoffen durch chemische, biochemische oder physikalische Verfahren kann zumeist nicht so gelenkt werden, dass das Produkt in der anwendungstechnisch erforderlichen Form anfällt. Deshalb wird das Produkt in solchen Fällen einem Formulierungsprozess unterworfen, bei dem es in eine Form überführt wird, in der es die gewünschten spezifischen anwendungstechnischen Eigenschaften besitzt.

Im einfachsten Fall ist dies ein Zerkleinerungsprozess. Den breitesten Raum nimmt die Herstellung von Zubereitungen ein, also von Gemengen, Gemischen und Lösungen, die aus zwei oder mehreren Stoffen bestehen (z. B. Wasch- und Reinigungsmittel). Hierzu gehört auch die Herstellung von Emulsionen und Dispersionen. Weitere Formulierungsprozesse i. S. d. Anhangs 22 sind z. B. das Tablettieren und Dragieren sowie das Auffüllen.

### 1.6.4 Verfahrenstechnik

Aus verfahrenstechnischer Sicht gilt es zu unterscheiden zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren.

Diskontinuierliche Verfahren (Chargenbetrieb) werden eingesetzt bei:

- kleinen bis mittleren Produktionskapazitäten
- Herstellung mehrerer Produkte gleichen Reaktionstyps
- langen Reaktionszeiten und daraus resultierenden langen Verweilzeiten im Reaktor
- universeller Verwendbarkeit der Produktionsgarnitur
- aufwändiger Reaktionsführung und gleichzeitiger hoher Produktqualität

Typisches Beispiel eines diskontinuierlichen Produktionsverfahrens ist ein Rührkessel und eine Nutsche als Phasenseparationsschritt aus einer Suspension. Die Zufuhr von Einsatz- und Hilfsstoffen sowie Reaktionspartnern erfolgt hier in der Regel einmalig (Waschmaschinenkonzept). Nach Reaktionsende wird das Produkt auf der Nutsche isoliert und ggf. gewaschen.

Kontinuierliche Verfahren werden eingesetzt

- bei mittleren bis großen Kapazitäten für ein Produkt
- um bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Reaktionen ein kleines Reaktorvolumen zu ermöglichen oder definierte Verfahrensparameter konstant zu halten
- um einen hohen Automatisierungsgrad zu ermöglichen
- zur Vermeidung der Apparatebeanspruchung, z. B. durch wechselnden Druck oder Temperatur
- zur Vermeidung aufwändiger An- und Abfahrprozesse.

Typisch für kontinuierlich ablaufende Synthesen sind z. B. Rohrreaktor mit Vakuumdrehfilter. Die Zufuhr von Einsatzstoffen, Hilfsstoffen und Reaktionspartnern erfolgt kontinuierlich an bestimmten Stellen des Reaktors, so dass theoretisch immer gleich-

mäßige Reaktionsbedingungen vorherrschen. Das Waschen eines separierten Produkts zur Qualitätsverbesserung (z. B. mit Wasser) kann hier (im kontinuierlichen Betrieb) sehr wirkungsvoll unter Verwendung von wenig Waschflüssigkeit erfolgen.

### 1.6.5 Biotechnologische Verfahren

Von zunehmender Bedeutung ist die Herstellung organischer Verbindungen durch biotechnologische Verfahren mittels Enzyme, pflanzlichen und tierischen Zellen und natürlichen oder gentechnisch modifizierten Organismen. Bei diesen Verfahren fallen nicht unbedeutliche Abwassermengen und -belastungen aus der Zell-/Organismenkultivierung und der Produktabtrennung, ggf. auch aus der Produktaufarbeitung und Inaktivierung/Anlagenreinigung an:

- Die verbrauchten wässrigen Kulturlösungen können in der im Allgemeinen gut abbaubaren Nährlösung Zusätze, wie Antibiotika, Zytostatika, Tenside und Schaumbekämpfungsmittel enthalten.
- Die Produktgewinnung erfolgt entweder aus den Zellen nach Aufschluss (physikalisch oder chemisch z. B. mittels Komplexbildner) oder aus der wässrigen Lösung. Die im Allgemeinen niedrig konzentrierten Zielprodukte werden meist durch Fällung (mittels Zugabe von anorganischen Salzen oder organischen Verbindungen wie Alkoholen oder Aceton), Extraktion (z. B. mit Hexan) oder chromatographische oder elektrophoretische Verfahren abgetrennt. Das Abwasser kann z. B. überschüssige Fällmittel, Restmengen an Extraktionsmittel oder eingesetzte Puffer auf Basis von stickstofforganischen Verbindungen oder Phosphat enthalten.
- Die häufig aufwändige Produktreinigung (z. B. mittels Adsorption, Ionentauscher oder thermischen Verfahren) kann auch abwasserrelevante Schritte umschließen.
- Die Inaktivierung der eingesetzten Organismen erfolgt entweder thermisch durch Erhitzen oder chemisch/ physikalisch (alkalisch oder oxidativ). Für die Reinigung der Anlagen können eine Vielzahl von oxidierenden oder lösenden Stoffen eingesetzt werden, die z. T. schwer abbaubar oder hemmend sein können (z. B. quartäre Ammonium-Verbindungen).

## 1.7 Abwasseranfall, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

### 1.7.1 Abwasseranfall

Wegen allgemein gültiger naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten (chemische und physikalisch-chemische Gleichgewichte) müssen aus der chemischen Produktion, insbesondere der Synthese, laufend unerwünschte Reaktionsprodukte ausgeschleust werden.

Der in qualitativer Hinsicht bedeutsamste Abwasseranfall resultiert zumeist nicht direkt aus der chemischen Synthese. Abwasser kann zwar auch direkt aus der Synthese (z. B. als Kondensationswasser bei der Polykondensation) anfallen, wesentlich bedeutsamer sind jedoch die wässrigen Abgänge aus der physikalisch-chemischen Aufarbeitung der Reaktionsmischungen. Die Produkte bzw. Zwischenprodukte der jeweiligen Synthesen bzw. Synthesestufen werden durch Filtrieren, Zentrifugieren usw. aus wässrigen Reaktionslösungen oder durch extraktive oder destillative Aufarbeitung von Reaktionsmischungen isoliert und gereinigt. Die am höchsten belasteten Abwasserströme einer Synthese(stufe), vor allem die wässrigen ersten Abgänge (Filtrate, Zentrifugate, Destillationsrückstände, wässrige Phase der Extraktion, ggf. auch das erste

Waschwasser), werden als "Mutterlaugen" bezeichnet.

Folgende Abwasserströme (vgl. Abbildung 2) fallen in unmittelbarem Zusammenhang mit chemischen Synthesen an (Prozessabwasser), wie

- Mutterlaugen,
- Waschwasser,
- Brüdenkondensate,
- Quenchwasser,
- Abwasser aus der Abluftreinigung,
- Abwasser aus der Reinigung von Apparaten und Rohrleitungen,
- Abwasser aus der Vakuumerzeugung.

Außerdem kann Abwasser aus der Reinigung von Betriebsgebäuden anfallen.

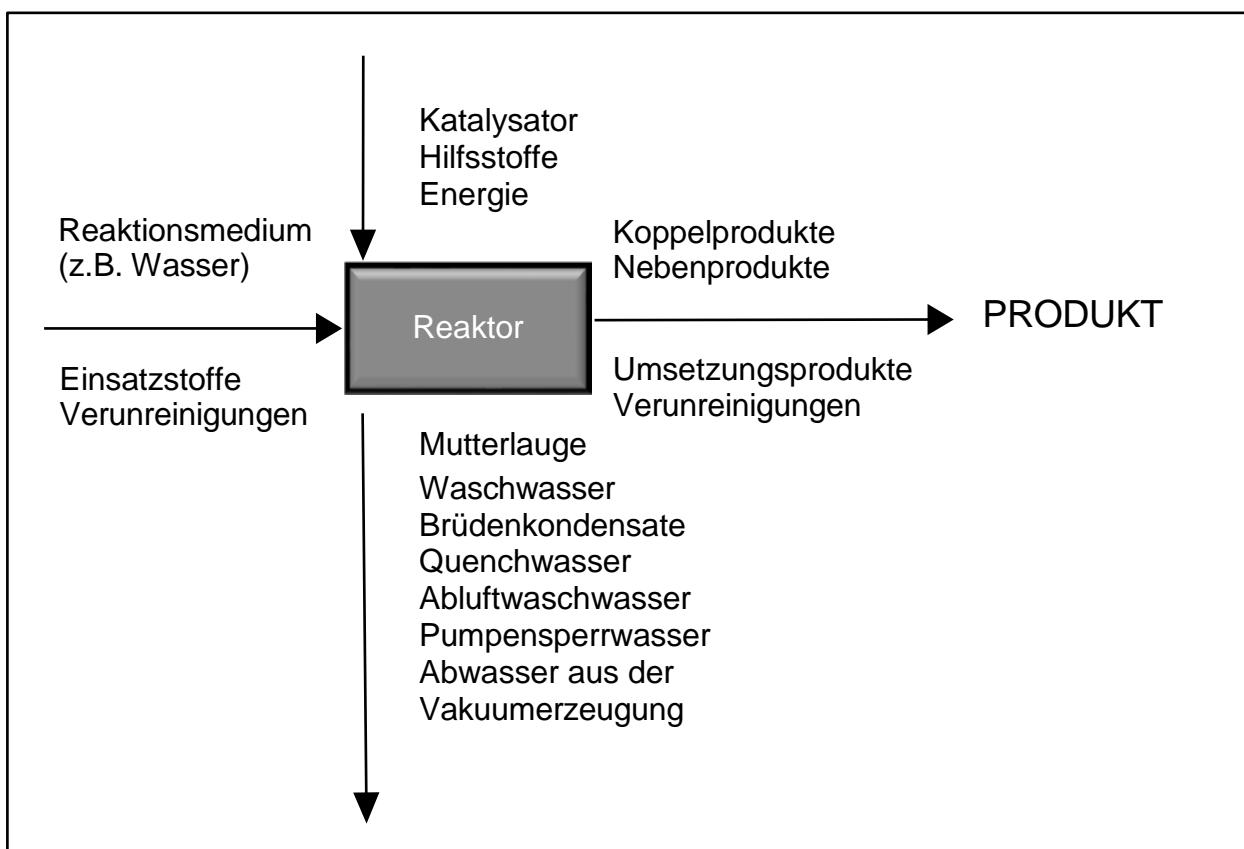


Abbildung 2: Abwasserströme im unmittelbaren Zusammenhang mit chemischen Synthesen

Ferner können z. B. folgende Abwasserströme aus diversen Herkunftsbereichen zur Gesamtbelastung beitragen:

- Abwasser aus der Rauchgaswäsche der Abgase der Klärschlammverbrennung und sonstigen Rückstandsverbrennungsanlagen,
- Abwasser aus der Aufbereitung von Brauchwasser,
- Abwasser aus Labor und Technikum,

- Abwasser aus den Werkstätten,
- Sanitärbwasser,
- Niederschlagswasser von verunreinigten Flächen,
- Deponiesickerwasser,
- Abschlämmwasser aus Kreislaufkühlsystemen,
- Abwasser aus der Dampferzeugung.

### 1.7.2 Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

In der Regel sind die innerhalb eines Betriebes anfallenden Kühlwassermengen um ein Vielfaches höher als die Menge der eigentlichen Produktionsabwässer. Die Trennung zwischen Produktionsabwasser und Kühlwasser bzw. zwischen behandlungsbedürftigem und nicht behandlungsbedürftigem Abwasser ist in den meisten chemischen Betrieben zu über 99 % erreicht. Kühlwasser und nicht verunreinigtes Niederschlagswasser wird in der Regel getrennt abgeleitet, ggf. zusammen mit nicht bzw. nicht weiter behandlungsbedürftigen Abwasserströmen aus der Produktion.

Das Abwasser chemischer Betriebe ist mit nicht umgesetzten Einsatzstoffen, Produktresten und Hilfsstoffen belastet, soweit diese nicht aus den wässrigen Abgängen zurückgewonnen werden. Zusätzlich - wie bereits oben beschrieben - fallen bei chemischen Synthesen aufgrund von unvermeidlichen Nebenreaktionen trotz optimierter Prozessführung unerwünschte Nebenprodukte an, die dann ausgeschleust und, soweit sie nicht verwertet oder als Abfall entsorgt werden, im betrieblichen Abwasser verbleiben.

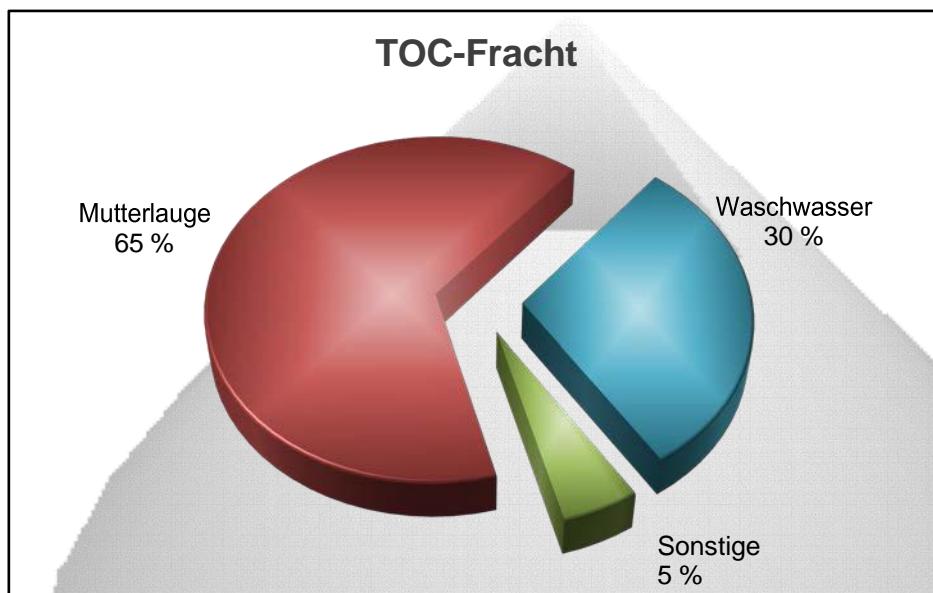
Werden Synthesen unter Verwendung von Lösemitteln und anderen organischen Hilfsstoffen (z. B. Acetate) durchgeführt, so machen diese in vielen Fällen den größten Teil der der Abwasserbehandlung zugeführten organischen Schadstofffrachten (TOC, CSB) aus. Die biologisch schwer eliminierbaren Anteile der Rohfrachten (TOC, CSB, AOX) werden dagegen in den meisten Fällen durch die o. g. Nebenprodukte und Einsatzstoffe verursacht; in Ausnahmefällen auch durch Produktreste.

Der größte Teil des eigentlichen Produktionsabwassers (70 - 90 %) besteht meistens aus geringer belasteten Teilströmen, insbesondere Spritz- und Spülwasser, Abwasser aus Vakumerzeugung, Waschwasser aus Abluftwäschen, Abwasser von Pumpen zur Produktförderung etc. Die höher belasteten Abwasserteilströme, insbesondere Mutterlaugen, Ausschleusungen aus Kreislaufwäschen, unter Umständen Brüdenkondensate, machen oft nur 10 - 30 % des Abwassers eines Produktionsbereiches aus.

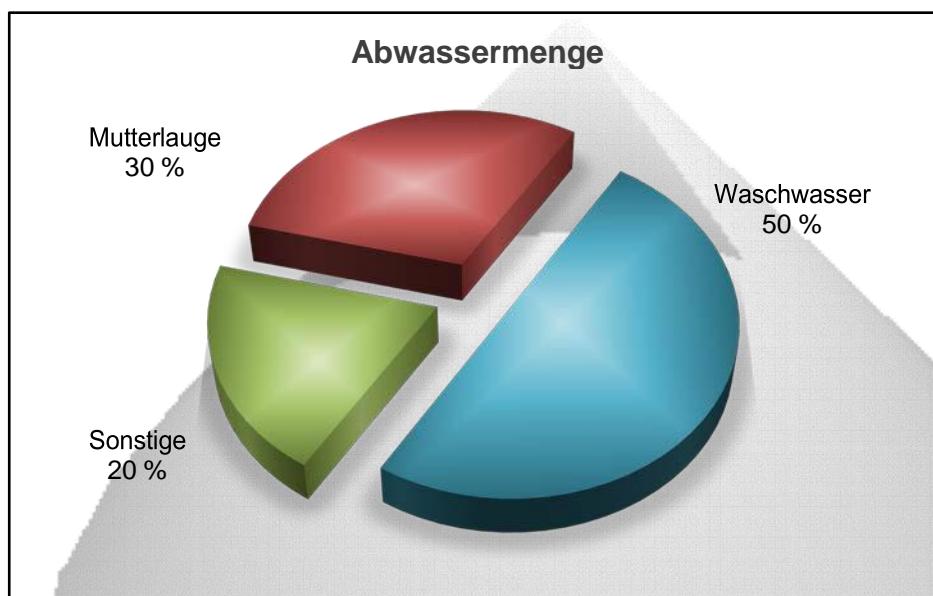
Umgekehrt sind die Verhältnisse bei den Schadstofffrachten. Die höher konzentrierten Abwasserteilströme (die nur 10 - 30 % des Abwassers ausmachen) enthalten in der Regel bis zu 90 % der zu betrachtenden Schadstofffrachten an TOC, CSB, AOX und ggf. Schwermetallen. Alle bisher aus der Praxis vorliegenden Erkenntnisse zeigen, dass trotz der Vielzahl der Abwasserteilströme stets eine überschaubare Zahl von konzentrierten Abwasserteilströmen – häufig mit TOC (CSB)-Belastungen in der Größenordnung von 3000 mg/l (10.000 mg/l) und mehr – den Hauptanteil der TOC- und CSB-Fracht und damit der Gewässerbelastung ausmachen. Abbildung 3 verdeutlicht diese Verhältnisse.

Die Produktmenge allein sagt noch wenig aus über die von einem bestimmten chemischen Betrieb ausgehende Abwasser- und Gewässerbelastung. Die spezifischen

Schadstofffrachten hängen vor allem von der Produktionspalette, dem Veredlungsgrad der Produkte, der Molekülkomplexität der hergestellten Stoffe und den zur Herstellung angewandten Verfahren ab.



**Abbildung 3: Beispielhafte Aufteilung der Schadstofffrachten auf die Abwasserteilströme**



**Abbildung 4: Beispielhafte Aufteilung der Produktionsabwassermengen auf die Abwasserteilströme**

Kontinuierlich betriebene Anlagen für Großprodukte wie z. B. Butanole, Formaldehyd, Butyraldehyd, Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid, arbeiten oft nahezu abwasserfrei. Integrierter Umweltschutz (Optimierung von Prozess- und Verfahrenstechnik und Durchführung additiver Maßnahmen zur verstärkten Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen) kommt bei o. g. Anlagen für Großprodukte aus technischen und ökonomischen Gründen bevorzugt zum Zuge. Bei Produkten, die in vergleichsweise geringen Mengen vor allem in Chargen und/ oder Kampagnen hergestellt werden, werden wegen der Größe der Anlagen bzw. dem häufigen Produktwechsel zur Aufarbeitung der Reaktionsmischungen einfachere bzw. weniger (auf die Behandlung eines speziellen Produktes) optimierte Verfahrenstechniken eingesetzt. Nebenprodukte/

Einsatzstoffe werden dort häufig in wesentlich geringerem Umfang zurückgeführt und verbleiben im Abwasser. Die spezifischen Abwassermengen und Schadstofffrachten sind deshalb dort oftmals ungleich höher.

Bei einer solchen systematischen Durchsicht zeigt sich z. B., dass den produktionsmengenmäßig eigentlich weniger bedeutenden chemischen Spezialitäten, insbesondere den aromatischen Zwischen- und Endprodukten (Pflanzenschutzmittel, organische Farbstoffe, Pharmazeutika) im Hinblick auf die eingeleiteten Schadstofffrachten eine besondere Bedeutung zukommt.

## 1.8 Maßnahmen zur Abwasserbehandlung

### 1.8.1 Allgemeine Aussagen, Summenparameter

Das aerobe Belebtschlammverfahren erbringt als zentrale biologische Abwasserreinigungstechnologie in Verbindung mit vorgesetzter Neutralisation/Fällung in der Regel den Hauptbeitrag zur Verminderung der organischen Schadstofffrachten.

Am Ablauf biologischer Kläranlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, werden BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen von z. T. deutlich unter 20 mg/l erreicht, die BSB<sub>5</sub>-Eliminationsleistungen liegen - bei entsprechenden Ausgangskonzentrationen - in der Regel bei 98 %. Die Möglichkeiten einer biologischen Elimination von organischen Schadstoffen in zentralen Kläranlagen sind damit weitgehend ausgereizt. Manche Stoffe, die (in kommunalen Kläranlagen) als schwer abbaubar gelten, werden in gut adaptierten Kläranlagen der chemischen Industrie besser abgebaut bzw. eliminiert.

Die prozentualen CSB- bzw. TOC-Eliminationsleistungen liegen in der Regel im Bereich von 85 - 95 %. Neben der eingesetzten Kläranlagentechnik und deren Betriebsweise werden sie entscheidend bestimmt

- vom Anteil (sehr) gut abbaubarer Stoffe, z. B. Alkoholen, Essigsäure und Acetate, Aceton
- vom Anteil schwer abbaubarer Stoffe. So gelangen etwa bei der Herstellung von Zwischenprodukten, die in relativ kleinen Mengen, z. B. für Pflanzenschutzmittel, Pharmazeutika oder Farbstoffe benötigt werden, in größerem Maßstab solche organischen Schadstoffe ins Abwasser, die aufgrund ihrer chemischen Struktur (z. B. Mehrfachsubstitution von Aromaten, wasserlösliche Gruppen) in der Kläranlage oftmals weder gut abbaubar noch gut eliminierbar sind. Entsprechende Abwasserteilströme haben in zentralen biologischen Kläranlagen (ohne Vorbehandlung) oftmals Abbau- und Eliminationsraten unter 50 %.

Die Elimination des TOC (und des AOX) in der Kläranlage ist somit auch sehr stark abhängig von der Produktionspalette.

Die Reinigung von Abwässern aus anorganischen Chemiebetrieben erfolgt in der Regel in physikalisch-chemischen Behandlungsanlagen. Auf eine biologische Reinigung kann in vielen Fällen verzichtet werden.

### 1.8.2 Verfahren der biologischen Behandlung in der chemischen Industrie

Das Abwasser chemischer Betriebe wird im Allgemeinen abschließend zentral behandelt mit den Verfahrensschritten Vorreinigung und biologische Behandlung mit

Schlammabtrennung, -aufbereitung und -entsorgung.

Die Vorreinigung kann je nach Gegebenheiten verschiedene physikalisch-chemische Behandlungsstufen umfassen. Häufig ist eine Neutralisation im Zulauf erforderlich, die unter Umständen mit einer Fällung oder Fällung/Flockung von Schwermetallen und abtrennbaren organischen Inhaltsstoffen kombiniert wird.

Als Hilfsstoffe für den Betrieb der zentralen Behandlung (z. B. Säuren bzw. Laugen zur Neutralisation, Kalkmilch, Eisen- und Aluminiumverbindungen zur Fällung/Flockung, anorganische P- und N-Verbindungen als Nährstoffe) können auch Reststoffe aus der Produktion eingesetzt werden. Dabei ist auf mögliche Verunreinigungen zu achten.

Um die Anforderungen nach Stand der Technik bzgl. TOC und CSB einhalten zu können, ist an Standorten mit organisch belastetem Abwasser in aller Regel eine abschließende aerob-biologische Behandlung erforderlich. Sie dient häufig auch der Elimination von (anorganischem) Stickstoff (Nitrifikation, ggf. Denitrifikation). Phosphat ist an vielen Standorten Mangelsubstrat und muss dort zugegeben werden. Im Falle notwendiger Minderung wird Phosphat in der Regel durch Fällung/ Flockung entfernt. Gezielte biologische Verfahren, wie „Bio P-Verfahren“, finden bei Chemiewerken im Allgemeinen keine Anwendung.

Bei mehrstufigen Verfahren kann unter Umständen der anfallende Klärschlamm durch die Regelung des Belebungsverfahrens minimiert werden (Steuergröße Redoxpotential).

Die aerob-biologische Behandlung kann gegebenenfalls durch eine vorgeschaltete anaerob-biologische Stufe ergänzt werden. Diese Lösung kann gegenüber einer ausschließlich aerob-biologischen Behandlung folgende Vorteile aufweisen:

- Deutliche Einsparung von Betriebskosten für die Belüftung
- Gewinn von Energie über energie- bzw. methanreiches Klärgas
- Erheblich niedrigerer Überschusschlamm-Anfall
- Bei Einsatz granulierter Biomasse wird der entstehende Schlamm nicht beseitigt, sondern kann (bei Kampagnenbetrieb) über Monate ohne Aktivitätseinbußen gelagert bzw. auch als „Impfschlamm“ (für neue Reaktoren) verwendet werden.

Dem stehen folgende wesentliche Nachteile gegenüber:

- Zur Direktteinleitung des so vorgereinigten Abwassers ist immer eine zusätzliche aerobe Nachbehandlung erforderlich. Die Anwendung dieser höchst unterschiedlichen Verfahrenstechniken bedarf dann einer umfangreicher und häufigeren Analytik.
- Stickstoff und Phosphor werden nur zu einem sehr geringen Teil in die Biomasse aufgenommen (bzw. in diese umgesetzt), wodurch es zu einer verschlechternden Verschiebung des Kohlenstoff-/ Stickstoff-Verhältnisses für die nachfolgende aerobe Stufe kommen kann. Gerade bei Abwässern mit höheren Stickstoffkonzentrationen kann dies zu einem erhöhten Aufwand bei der Denitrifikation führen.
- Die anaerob-biologische Behandlung weist eine größere Sensitivität gegenüber Belastungsschwankungen (auch von Salzen, Temperatur und/ oder pH-Wert) sowie hemmenden/ toxischen Abwasserinhaltsstoffen oder Zwischenprodukten auf. Treten Hemmungen oder andere Störungen im anaeroben Abbauprozess ein, so sind umfangreichere Untersuchungen und/ oder langwierige „Erholungsphasen“ (wegen geringem Biomasse-Wachstum) erforderlich.

Der anfallende Klärschlamm wird wegen der adsorbierten oder gefällten toxischen Inhaltsstoffe verbrannt. Das Abwasser aus der erforderlichen Entwässerung des Klärschlammes wird werksintern in die biologische Behandlung zurückgeführt (Kreislaufführung). Die TOC-Konzentration des Filtrats ist mit der des Rohabwassers vergleichbar, der Frachtanteil liegt bei wenigen Prozent des Kläranlagenzulaufes.

### **1.8.3 Abbau-/Eliminierbarkeit einzelner Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen in der zentralen biologischen Kläranlage**

Quantitative Voraussagen über die Abbaubarkeit/ Eliminierbarkeit von organischen Schadstoffen in Kläranlagen sind - wenn keine spezifischen Stoffdaten vorliegen - ohne Testung nicht möglich. Dennoch kann - in erster Näherung - unter Berücksichtigung bestimmter Faustregeln die potentielle Abbaubarkeit/ Eliminierbarkeit einzelner Abwasserteilströme mithilfe folgender Informationen beispielhaft abgeschätzt werden:

- Aliphatische Verbindungen (z. B. Alkohole, Carbonsäuren) sind in der Regel gut abbaubar. Verzweigungen, Ringschlüsse und Substitutionen (z. B. Chloraliphäten), insbesondere in Verbindung mit Heteroatomen (z. B. zyklische Ether) führen tendenziell zu schwer abbaubaren Verbindungen.
- Während gewöhnliche ein- und zweikernige Aromaten (Anilin, Phenol, Naphthalin) bei adaptierter Biologie dem biologischen Abbau unterliegen, erschweren funktionelle Gruppen wie  $-SO_3H$ ,  $-NO_2$ ,  $-X$  usw. den biologischen Abbau.
- Aromaten mit zunehmender Zahl solcher Substituenten werden schlechter abgebaut.
- Eine erhöhte Wasserlöslichkeit durch hydrophile Gruppen, wie  $-NO_2$ ,  $-NH_2$ ,  $-COOH$  oder insbesondere  $-SO_3H$ , führt tendenziell zu einer verminderten Elimination eines Stoffes.

Treten mehrere o. g. Eigenschaften zusammen auf, so ist zu erwarten, dass die Elimination in aerob-biologischen Kläranlagen deutlich vermindert ist.

### **1.8.4 Gemeinsame Behandlung mit kommunalem Abwasser**

In der Vergangenheit wurde eine Reihe von Kläranlagen gebaut, die der gemeinsamen Behandlung von kommunalem Abwasser und Abwasser aus dem Herkunftsgebiet des Anhangs 22 dienen. Damals stützte man sich auf die Annahme, dass diese gemeinsame Behandlung zu einem höheren Wirkungsgrad bei der Elimination organischer Schmutzfrachten führt. Anforderungen an die N-Elimination bestanden damals noch nicht. Bei der gemeinsamen Behandlung wird in wenigen Fällen, wegen der hohen organischen Ausgangsbelastungen und den tendenziell geringeren Abbauleistungen im gemischten, verdünnten Abwasser, das Chemieabwasser zunächst in einer Hochlaststufe und anschließend in einer zweiten biologischen Stufe gemeinsam mit dem kommunalen Abwasser gereinigt.

Darüber hinaus wird in vielen Fällen Abwasser aus Chemiebetrieben als Indirekteinleitung gemeinsam mit kommunalem Abwasser gemäß Anhang 1 der AbwV behandelt.

Bei einer gemeinsamen Behandlung von kommunalem Abwasser mit Abwasser aus der chemischen Industrie kommt es zumeist weder zu positiven noch zu negativen

Effekten hinsichtlich der Eliminierbarkeit beider Abwasserströme, d. h. die Restfrachten können sich addieren.

Darüber hinaus ist jedoch in jedem Einzelfall eine sorgfältige Bewertung erforderlich, da die gemeinsame Behandlung grundsätzlich die nachfolgenden Vor- und Nachteile haben kann.

**Vorteile:**

- Die Betriebsstabilität der gemeinsamen biologischen Klärstufe kann günstig beeinflusst werden durch
  - Verbesserung der Nährstoffverhältnisse,
  - Optimierung der Abwassertemperatur und dadurch der Abbaukinetik (insbesondere in der kalten Jahreszeit),
  - Vergleichmäßigung der Zulauffrachten, wenn die Tagesganglinien der beiden Abwasserströme entsprechend strukturiert sind bzw. aufeinander abgestimmt werden können,
  - Unterdrückung toxischer und hemmender Einflüsse von Abwasserinhaltsstoffen durch Erniedrigung der Konzentrationen unter die kritischen Wirkenschwellen.
- Durch die gemeinsame Abwasser- und Klärschlammbehandlung können sich im Einzelfall Einsparpotentiale bei den Investitions- und Betriebskosten ergeben.

**Nachteile:**

- Bei Kommunen mit überwiegender Entwässerung im Mischsystem können bei größeren Regenereignissen hydraulische Überlastungen auftreten, die zu einem erhöhten Schadstoffaustausch und zur Ausschwemmung von Nitrifikanten und anderen Bakterien mit längerer Reproduktionsdauer aus der gemeinsamen Kläranlage führen.
- Bei produktionsbedingten Betriebsstörungen kann unter Umständen auch die Reinigungsleistung für den kommunalen Abwasseranteil beeinträchtigt werden.
- Eine Vielzahl von Chemikalien kann z. T. in geringen Konzentrationen die Nitrifikation behindern. Nach einem Zusammenbruch der Nitrifikation kann es mehrere Wochen dauern, bis wieder eine ausreichende Stickstoffelimination sichergestellt werden kann. Um die Risiken zu minimieren, ist es unabdingbar, die der Kläranlage zugeführten Abwasserströme sorgfältig auf evtl. nitrifikationshemmende Einflüsse zu untersuchen und ggf. kritische Teilströme durch Vorbehandlung zu verbessern bzw. dosiert zuzuleiten.

Aus wasserwirtschaftlichen Gründen und zur Minimierung der bei Störungen der Nitrifikation auftretenden Stickstoffemissionen kann es vielfach zweckmäßig sein, ammoniumbelastete Abwasserteilströme physikalisch-chemisch vorzubehandeln, ggf. verbunden mit Ammoniak-Recycling.

Bei gemeinsamer Abwasserbehandlung ist in jedem Fall sicherzustellen, dass die Stickstoffelimination insgesamt nicht schlechter ist als bei getrennter Abwasserbehandlung.

Als Sonderfall der gemeinsamen Behandlung hat es sich bewährt, geeignete Chemieabwasserströme gezielt in kommunale Abwasserbehandlungsanlagen einzubringen. Beispiele sind das gezielte, dosierte Einbringen konzentrierter gut abbaubarer Teilströme in die Anaerobstufe (Faulturm) oder in die Denitrifikationsstufe.

### **1.8.5 Möglichkeiten zur Steigerung der Eliminationsleistung der zentralen biologischen Kläranlagen**

Der Einsatz von Aktivkohle in der Belebungsstufe hat sich in bestimmten Fällen bewährt, wenn biozid wirkende Schadstoffe (Nitro-Phenole) die Reinigungsleistung der Kläranlage beeinträchtigen. Der Einsatz von Aktivkohle oder Koksstaub kann zur Verbesserung der Schlammeigenschaft, aber auch bei Produktionsstörungen sinnvoll sein. Der darüberhinausgehende Einsatz von Aktivkohle in der Belebungsstufe in ansonsten optimal funktionierenden Kläranlagen hat sich jedoch nicht bewährt, da die entsprechenden Verweilzeiten in den Kläranlagen fast nur Adsorptionseffekte zulassen, eine spezielle Biologie kann sich unter diesen Randbedingungen nicht entwickeln. Es konnte quantitativ nachgewiesen werden, dass gezielte Maßnahmen an Teilströmen bei gleichem Aufwand zu einer effektiveren Elimination insbesondere der trinkwasserrelevanten organischen Schadstoffe führen.

Die CSB-/TOC-Konzentrationen am Ablauf biologischer Kläranlagen können grundsätzlich durch nachgeschaltete Filtration oder Mikroflotation reduziert werden. Durch die Abtrennung abfiltrierbarer Stoffe kann eine Reduzierung der Rest-CSB-Konzentrationen um ca. 20 mg/l erreicht werden. Wird dies mit einer weitergehenden Reinigung, wie A-Kohle kombiniert, können außerdem Spurenstoffe bzw. refraktärer TOC weiter eliminiert werden.

Verbesserungen können unter Umständen erreicht werden durch

- eine Erhöhung der Biomassenkonzentration, z. B. durch Rückführung des konzentrierten Schlammes nach Abtrennung mittels Membranverfahren,
- Optimierung der Verweilzeit und der übrigen Verfahrensmerkmale (z. B. Sauerstoff statt Luft) bei ein- und mehrstufigen Anlagen.

## 2 Allgemeine Anforderungen (Teil B)

Die in Teil B Absatz 1 bis 6 des Anhangs 22 genannten Maßnahmen ergänzen die in § 3 Abs. 1 der Abwasserverordnung aufgeführten Maßnahmen. Sie setzen die für die Chemieindustrie spezifischen Maßnahmen um. Diese allgemeinen Anforderungen haben - auch für bestehende Einleitungen - Direktwirkung, d. h. sie gelten ab dem Inkrafttreten des geänderten Anhangs 22 als im Bescheid festgesetzt.

Wie diese Anforderungen umgesetzt werden, hat der Einleiter bzw. der Anlagenbetreiber nachvollziehbar und überprüfbar in Form einer systematischen Bestandsaufnahme im Abwasserkataster zu dokumentieren. Dies gilt insbesondere für die neu aufgenommenen allgemeinen Anforderungen im Teil B, Abs. 1 Nr. 4 und Abs. 2 bis 6.

Die Umsetzung der allgemeinen Anforderungen erfolgt in Eigenverantwortung (Direktwirkung). Soweit bestimmte allgemeine Anforderungen durch den Einleiter noch nicht umgesetzt werden können, muss er dies den zuständigen Behörden darlegen.

Die technischen Möglichkeiten zur Umsetzung der allgemeinen Anforderungen befinden sich in ständiger Entwicklung. Die diesbezüglichen Darstellungen im Abwasserkataster sind deshalb aktuell zu halten. Die Vorlage der aktualisierten Darstellung zur Umsetzung der allgemeinen Anforderungen durch den Einleiter bzw. Anlagenbetreiber und eine Überprüfung durch die zuständigen Behörden ist (spätestens) dann erforderlich, wenn ein Wasserrechtsbescheid neu erteilt oder grundlegend angepasst wird oder anlassbezogen, z. B. anlässlich der Vorlage bzw. Besprechung des Jahresberichtes. Außerdem sind diese Darstellungen erforderlich bei wesentlichen abwasserrelevanten Änderungen - auf die jeweils betroffene Anlage bezogen.

### 2.1 Wassersparende und frachtmindernde Maßnahmen (Teil B, Abs. 1, Nr. 1-3)

#### 2.1.1 Prozessintegrierte Maßnahmen am Ort des Anfalls (Teil B, Abs. 1, Nrn. 1 bis 3 Anhang 22 i. V. m. § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 4 AbwV)

In § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 4 der Abwasserverordnung und Teil B Abs. 1 Nrn. 1 bis 3 des Anhangs 22 wird die grundsätzliche Forderung erhoben, die Schadstofffracht des Abwassers nach Prüfung der Verhältnisse im Einzelfall durch folgende prozessintegrierte Maßnahmen gering zu halten:

- Einsatz Wasser sparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsvorgängen,
- Mehrfachnutzung und Kreislaufführung (Anhang 22),
- Indirektkühlung,
- Einsatz abwasserfreier Verfahren zur Vakumerzeugung und bei der Abluftreinigung (Anhang 22),
- Rückführung von Stoffen,
- Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen durch Aufbereitung von Mutterläugen und durch optimierte Verfahren (Anhang 22),
- Einsatz schadstoffarmer Betriebs- und Hilfsstoffe.

Der Einsatz wassersparender bzw. abwasserarmer Verfahren zielt darauf ab, die Schadstoffemissionen zu vermindern und Abwasserströme zu konzentrieren, um damit die Voraussetzungen für die Wiedergewinnung oder Entfernung von Stoffen zu schaffen oder um den Wirkungsgrad von dezentralen und zentralen Abwasserbehandlungsanlagen zu steigern.

Über den Einsatz abwasserfreier und abwasserarmer Technologien ist im Einzelfall unter

Berücksichtigung der individuellen Randbedingungen zu entscheiden. Er zielt auf die Rückhaltung von schwer abbaubaren und gefährlichen Stoffen ab. Hinweise zu den Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen finden sich im Kapitel 2.1.1. Bei Systemen zur Vakumerzeugung mit weniger als 50 l Abwasser pro Stunde ist diese Prüfung nicht sinnvoll.

Die Anforderungen zur Verringerung von Schadstofffrachten lassen sich einteilen in

- **stoffbezogene Maßnahmen** (Auswahl von schadstoffarmen Roh- und Hilfsstoffen) und
- **verfahrenstechnische Maßnahmen** (prozessintegrierte Rückführung von Stoffen, Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen durch Aufbereitung von Mutterlaugen und durch optimierte Verfahren).

**Die stoffbezogenen Anforderungen** erfordern die Prüfung des Einsatzes alternativer Stoffe. Diese Prüfung erfolgt zweckmäßigerweise anhand einer Checkliste, nach der denkbare alternative, aus ökotoxikologischer Sicht zu bevorzugende Stoffe im Sinne der Anforderung nach folgenden Prüfkriterien beurteilt werden:

- Einsetzbarkeit,
- Verfügbarkeit,
- mögliche Frachtverringerung,
- sonstige Vorteile,
- Nachteile (insbesondere Problemverlagerungen),
- wirtschaftliche Durchführbarkeit.

**Die verfahrenstechnischen Anforderungen** erfordern die Prüfung von Verfahren und Verfahrensänderungen, die eine verstärkte Rückführung, Rückgewinnung oder Rückhaltung von Stoffen erlauben. Diese Prüfung erfolgt zweckmäßigerweise anhand einer Checkliste, nach der die (theoretisch) einsetzbaren Verfahren nachfolgenden Prüfkriterien beurteilt werden:

- Einsetzbarkeit,
- Verfügbarkeit,
- erwartete Verbesserung,
- sonstige Vorteile,
- Nachteile (insbesondere Problemverlagerungen),
- wirtschaftliche Durchführbarkeit.

Solche Maßnahmen haben zum Ziel, das eingeleitete Abwasser zu entfrachten. Bei der Umsetzung der Anforderungen des Anhangs 22 ist gemäß § 3 Abs. 2 AbwV zu prüfen, wie potentielle Verlagerungen von Schadstoffen in andere Umweltmedien zu vermeiden sind.

Der "produktionsintegrierte Umweltschutz" nutzt im Vorfeld der Abwasserentstehung alle Möglichkeiten zur Vermeidung, Verminderung und Verwertung von Reststoffen, wie

- neue Synthesewege
- Optimierung von Prozessschritten
- verbesserte Reaktionsführung

- Einsatz verbesserter Katalysatoren und geeigneterer Lösemittel
- Optimierung der Anlagen- und Regeltechnik
- Rückführung von Hilfsstoffen (Waschwässer, Inertgase, Lösemittel, Katalysatoren) und der Verwertung von Reststoffen
- durch Rückführung direkt im Prozess
  - als Rohstoff für andere Produkte (Produktionsverbund innerhalb oder außerhalb des Werkes)
  - durch Einsatz zur Energieerzeugung.

Die nachfolgend beschriebenen, besonders abwasserrelevanten Maßnahmen aus dem Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes werden gemäß § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 4 der AbwV und Abs. 1 Nrn. 1 bis 3 des Anhangs 22 explizit gefordert. Dazu gehört auch die Anforderung nach Abschnitt II Teil B zur Verringerung des Austrages von Katalysatorpartikeln bei der Herstellung von DCE durch Oxychlorierung im Wirbelschichtreaktor (vgl. dazu Kapitel 6.2)

## 2.1.2 Verfahrenstechnische Maßnahmen

### 2.1.2.1 Einsatz wassersparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsvorgängen

Die herkömmlichen Verfahren zur Produktwäsche entsprechen im Prinzip dem Laborverfahren des diskontinuierlichen mehrfachen Ausschüttelns oder Ausröhrens der Produktphase mit Wasser, um Salze oder sonstige lösliche Nebenkomponenten zusammen mit der Wasserphase abzutrennen. Das dabei eingesetzte Wasservolumen beträgt in der Regel ein Vielfaches der Menge an dem zu waschenden Produkt. Unvermeidlich treten mit jedem einzelnen diskontinuierlichen Waschschnitt auch Produktverluste z. B. infolge Restlöslichkeit in der Wasserphase, Emulsionsbildung, Mulmschichten an der Phasengrenze oder apparativ bedingter Trennprobleme am Phasenübergang auf.

Durch Optimierung des Waschprozesses, Einführung moderner Produktwaschverfahren, insbesondere Gegenstromwäsche, kann eine deutliche Verminderung der Abwassermenge bei gleichzeitiger Aufkonzentrierung erreicht werden. Der Grad der Optimierung hängt von der Höhe und der Regelmäßigkeit der Produktion ab. Deshalb ist z. B. die Gegenstromwäsche vor allem bei Großanlagen wirtschaftlich, da sie dort spezifisch auf ein Produktionsverfahren zugeschnitten werden kann. Bei Kleinmengen, Versuchsproduktionen und seltenen Kampagnenproduktionen kommen diese Verfahren nicht zum Einsatz.

### 2.1.2.2 Mehrfachnutzung und Kreislaufführung

Bei Maßnahmen zur Wiederverwendung und Rückführung ist zu unterscheiden zwischen Wässern aus der Produktion unmittelbar (z. B. Reaktionswasser, Destillate, Waschphasen und Filtrate) und solchen aus der Reinigung der Apparate (z. B. anlässlich von anstehenden Reparaturvorgängen, Spülungen bei Verstopfungen oder Produkt-Anbackungen, Reinigung von Mehrzweckapparaten bei Kampagnen- bzw. Produktwechsel).

Gezielte Behandlungsschritte zur Beseitigung störender Inhaltsstoffe können die Wiederverwendungsrate bei einer Kreislaufführung erhöhen. So kann z. B. durch Neutralisation, Stripping oder Filtration von Prozesswasserströmen eine Wiederverwendung, z. B. als Ansatzwasser möglich werden.

Die Wiederverwendung von Prozesswasser (Ansatzwasser, Mutterlaugen) ist dann möglich, wenn die Inhaltsstoffe (Nebenprodukte, Salzgehalt) für die Qualität der folgenden Produktansätze unschädlich sind. Gerade bei mehrstufigen Produktwäschen lassen sich oft einzelne Waschwasserströme als Ansatzwasser oder für eine vorgelagerte Waschstufe verwenden. Wässrige Ströme (z. B. aus Reinigungsvorgängen, Überläufen/Leckagen und Kondensaten) können ggf. auch bei wässrigen Produktlösungen als Ansatzwasser bzw. zum Einstellen der Produktkonzentration verwandt werden (z. B. bei der Herstellung von Formaldehydlösungen). In welchem Ausmaß Wasser so wiederverwendet werden kann, hängt von der gewünschten Produktkonzentration ab.

Der Wiedereinsatz von Wässern aus dem Waschen, Spülen und Reinigen von Apparaten oder deren einzelnen Teilen hat - soweit das Wasser in die Produktion selbst zurückgeführt werden kann - neben dem Aspekt der Abwasserfrachtentlastung auch den Vorteil der Produktrückgewinnung und damit der Anhebung der Produktausbeute. Dies setzt in der Regel Auffang-, Stapel- bzw. Lagermöglichkeiten voraus. Insbesondere bei einer mittelfristig nicht zu erwartenden Anschlusskampagne sind die Lagerkapazität und die Lagerstabilität der entsprechenden Wässer begrenzende Faktoren. Beispiele für den Wiedereinsatz sind

- die Kreislaufführung und anderweitige Wiederverwendung von Prozess-, Wasch- und Spülwässern bei der Herstellung von Dinitrotoluol (DNT)
- Wiederverwendung von Kondensaten und Waschwässern aus der Herstellung von Toluylendiamin (TDA) im Prozess und der Vorstufe DNT
- Wiederverwendung von Wasser (Reinigungswässer, Prozesswässer nach Phasentrennung) bei der Herstellung von Wasserstoffperoxid.

Die Wiederverwendung von Prozesswässern kann im gleichen Prozess oder in anderen, z. B. vor- oder nachgelagerten Prozessen stattfinden. Beispielsweise werden die Spülströme aus der Ethylenoxid-Produktion der nachgelagerten Ethylenglykolproduktion zugeführt und nicht als Abwasser abgelassen. In welchem Ausmaß die Spülströme so wiederverwendet werden können, hängt von Produktqualitätserwägungen ab.

### 2.1.2.3 Indirektkühlung

Die Einspritzung von Wasser wird zur Kühlung bzw. Kondensation von Dampfphasen eingesetzt. Bei dem direkten Kontakt des Wassers mit dem Dampf entsteht Abwasser, das durch die Verunreinigungen des Dampfes belastet ist. Durch den Einsatz von Oberflächenwärmetauschern an Stelle von Einspritzkondensatoren/-kühlern wird dieses Abwasser vermieden. Die in der Gas- oder Dampfphase mitgeführten Stoffe verbleiben aber im Kondensat. Für das Niederschlagen von einer Tonne Dampf einschließlich Abkühlung auf 35° C - diese Temperaturobergrenze ist in der Regel durch die vorhandenen Kanalnetze vorgegeben - werden ca. 27 m<sup>3</sup> Wasser benötigt. Diese Zahl verdeutlicht den erreichbaren Einspareffekt.

Die Einsparung wird gemindert, wenn mitgerissene Partikel im Dampfstrom, sublimierende Stoffe bzw. Kristallisate oder Anbackungen die Wärmeaustauschflächen belegen oder sogar die Räume zwischen den Austauschflächen zusetzen und die Austauschflächen deshalb in entsprechenden Zeitabständen gereinigt werden müssen.

Soweit verfahrensbedingt bei bestimmten Prozessschritten Wasser oder Eis zugesetzt wird, um Temperatursprünge oder eine Temperaturstabilisierung auf niedrigem Niveau sicherzustellen, kommt eine Umstellung auf Indirektkühlung nicht in Betracht. So kann es z. B. erforderlich sein, aus kristallisationstechnischen Gründen eine flüssige organische Phase in warmem oder heißem Wasser unter kräftigem Rühren zu verperlen und dann durch Eis- oder Kaltwasserzusatz ("Abschrecken") ein schnelles Unterschreiten der Erstarrungstemperatur zu erreichen. Das Ziel ist dabei eine filtrierfähige Suspension ohne Verklumpungen. Ein weiteres Beispiel ist das Standardverfahren bei der Diazotierung von Aminen. Hier wird die Temperatur durch Eiszusatz auf konstantem niedrigem Niveau gehalten, damit sich die entstehenden Diazoniumverbindungen weder thermisch zersetzen noch an Apparateeinbauten, wie Kühlschlägen, festsetzen und Anbackungen bilden können, die anderenfalls ein erhebliches Explosionsrisiko darstellen würden.

Ebenso kann es bei heißen Gasströmen notwendig sein, durch Eindüsen von Kaltwasser kurzfristig bestimmte Niveauabsenkungen sicherzustellen ("Quenching"). Der Energiebedarf zur Verdampfung des Wassers senkt dabei die Temperatur so effektiv und schnell, dass chemische Reaktionen von im Gasstrom enthaltenen Komponenten, die im zwischenliegenden Temperaturbereich sonst ablaufen könnten, praktisch nicht stattfinden.

#### **2.1.2.4      Einsatz abwasserfreier Verfahren zur Vakumerzeugung**

Eine abwasserfreie Vakumerzeugung wird durch den Einsatz von maschinellen Pumpensystemen in geschlossener Kreislauffahrweise oder mit Trockenläuferpumpen erreicht. Im praktischen Betrieb muss allerdings bei den erstgenannten Vakumsystemen eine geringe Wassermenge (< 5 % gegenüber dem Durchlaufbetrieb) ausgeschleust werden. Unter Umständen kann eine abwasserfreie Vakumerzeugung auch durch den Einsatz des Produktes als Sperrflüssigkeit in einer maschinellen Vakuumpumpe erreicht werden oder durch unmittelbare Nutzung eines Gas- oder Dampfstromes der Produktion.

Ob eine abwasserfreie Vakumerzeugung möglich ist und welche Verfahren jeweils einsetzbar sind, bestimmen die Gegebenheiten des Einzelfalls. Bei der Auswahl des Verfahrens sind zu erwartende Probleme insbesondere bezüglich Korrosion, Anbackungsneigung, Explosionsschutz, Anlagen- und Betriebssicherheit zu berücksichtigen.

Bei maschinellen Vakuumpumpen mit geschlossener Kreislaufführung, wie Flüssigkeitsringpumpen, Drehschieberpumpen oder Membranvakuumpumpen, die Wechselwirkung mit dem abzusaugenden Medium haben, ist zu beachten, dass z. B. abzusaugende Dämpfe die Schmierfähigkeit des Öles von Drehschiebervakuumpumpen herabsetzen können.

Trockenläuferpumpen werden vor allem eingesetzt, wenn Lösemittel zurückzugewinnen sind oder ein hohes Endvakuum notwendig ist. Voraussetzung ist, dass eine Kondensation der Gase in der Pumpe vermieden werden kann, z. B. durch eine hohe Gasaustrittstemperatur. Nicht einsetzbar sind solche Pumpen insbesondere, wenn kondensierbare Stoffe (z. B. Wasserdampf) oder staub- oder Belag bildende Stoffe in größeren Mengen im Gasstrom enthalten sind.

Nach Möglichkeit sollten abwasserfreie Verfahren eingesetzt werden, aber in Fällen, wo dies nicht möglich ist, können Wasser- und Dampfstrahlvakuumpumpen aufgrund ihres weitgehend störungsfreien Betriebes, geringeren Wartungsaufwandes und günstigen

Kosten universell eingesetzt werden. Wenn möglich soll das eingesetzte Wasser wiederverwendet werden.

Beispielsweise werden bei der Produktion von Ethanolaminen Trockenläuferpumpen eingesetzt. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit aufgrund von konstruktions- und/oder betriebsbedingten Beschränkungen eingeschränkt sein, sodass teilweise Wasserring-Vakuumpumpen mit Kreislaufführung des Sperrwassers eingesetzt werden. Für die Abtrennung der schwerer flüchtigen Triethanolamine werden auch Dampfstrahler eingesetzt, mit Rückführung des anfallenden Kondensates in den Prozess zur Rückgewinnung organischer Stoffe und zur Wiederverwendung des Wassers. In welchem Ausmaß das Wasser im Prozess wiederverwendet werden kann, hängt vom Wasserbedarf des Prozesses ab.

Die Belastung der anfallenden Abwässer kann ggf. durch eine den Vakumsystemen vorgeschaltete Kondensation organischer Verbindungen verringert werden (Beispiel: Kondensation von Aminen bei der Ethanolaminproduktion).

### **2.1.2.5      Einsatz abwasserfreier Verfahren bei der Abluftreinigung**

Einsatz und Auswahl der eingesetzten Abluftreinigungsverfahren resultieren vorrangig aus den Anforderungen der Luftreinhaltung.

Etwa ein Drittel der in der chemischen Industrie betriebenen Abluftreinigungsanlagen arbeitet mit Waschverfahren auf Wasserbasis. Dabei werden vor allem anorganische luftfremde Stoffe (z. B. HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) zurückgehalten, aber auch lösliche organische Stoffe. Die Inhaltsstoffe der aus Abluftwäschen zur Kläranlage abgeleiteten Prozessabwässer entsprechen denen der behandelten Abgase.

Abwasserfreie Technologien der Abluftreinigung kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn besonders kritische Stoffe oder in der Kläranlage schwer abbaubare organische Stoffe in das Waschwasser gelangen würden.

Die Abluftverbrennung findet eine breite Anwendung bei energetisch nutzbaren Gasströmen. Diese werden separat gefasst und in Kraftwerken oder bei sonstiger spezieller betrieblicher Energiegewinnung eingesetzt. Darüber hinaus werden fallweise auch energetisch nicht nutzbare Abluftströme mit geruchsintensiven Stoffen, mit Karzinogenen oder mit hohen Gehalten an halogenorganischen Stoffen einer Verbrennung zugeführt. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein einer entsprechenden Infrastruktur. Als Alternative findet die katalytische Abgasreinigung zunehmend Anwendung, z. B. bei niedrigem Sauerstoffgehalt.

Massenkraftabscheider und trockene Filter dienen der Abtrennung von Feststoffpartikeln (Staub).

Adsorptionsanlagen (z. B. Aktivkohle) werden bei Abluftströmen eingesetzt, die mit unpolaren organischen Stoffen belastet sind.

Der Einsatz organischer Lösemittel als Waschflüssigkeit in Abluftwäschen kann sinnvoll sein, wenn gezielt organische Stoffe zu entfernen sind.

### **2.1.3      Stoffbezogene Maßnahmen**

#### **2.1.3.1      Prozessintegrierte Rückführung von Stoffen**

Durch die Einfügung der prozessintegrierten Rückführung von Stoffen im allgemeinen

Teil der Abwasserverordnung wird die innerbetriebliche Rückgewinnung im Sinne einer nachhaltigen Produktion in allen Branchen gefordert.

Im Anwendungsbereich dieses Anhanges bedeutet dies eine (prozessintegrierte) Aufarbeitung von Prozesswasserteilströmen zur Rückführung von Wertstoffen und zur Ausschleusung unerwünschter Stoffe - vgl. Kap. 2.1.2.2.

### **2.1.3.2 Rückhaltung oder Rückgewinnung von Stoffen durch Aufbereitung von Mutterlaugen und durch optimierte Verfahren**

Maßnahmen zur Rückgewinnung von Abwasserinhaltsstoffen können in der Regel mit vertretbarem Aufwand nur bei konzentrierten Strömen durchgeführt werden. Aus diesem Grund wird die Anforderung auf die Abwasserströme mit den höchsten Konzentrationen, die Mutterlaugen, beschränkt. Je nach Synthese handelt es sich dabei in der Regel um wässrige Lösungen nach Produktabtrennung oder um Waschwässer. Die Rückgewinnung kann aus einer Abtrennung von verwertbaren Einzelstoffen bestehen (Edukte, Produkte, Lösemittel, Katalysator usw.) oder aus einer Stoffumwandlung mit anschließender Stoffgewinnung (z. B. Verbrennung mit Rückgewinnung von Chlor in der Form von Salzsäure).

Rückgewinnungsmaßnahmen sind bei Stoffgehalten von mehreren Prozent vertretbar – bei leicht abtrennbaren (flüchtigen, festen, fällbaren oder extrahierbaren) Stoffen auch bei niedrigeren Konzentrationen.

Die Rückhaltung von Stoffen durch optimierte Verfahren umfasst sowohl Änderungen von Verfahrensschritten als auch zusätzliche Maßnahmen. Dies schließt auch die Verbesserung der Aufarbeitung von Mutterlaugen ein.

Diese Maßnahmen können auch im Produktionsverbund verwirklicht werden. Sie beziehen sich auf alle Verfahrensschritte, die Auswirkungen auf den Abwasserpfad haben.

Neben der Vermeidung von Schadstoffen (z. B. Änderung der Rezeptur, Verbesserung der Ausbeute) kann die Rückhaltung durch Stoffabtrennung (z. B. Adsorption, Extraktion) erfolgen oder über Stoffumwandlung (z. B. Oxidation) erreicht werden.

Bei flüssigen Gemischen ist eine optimierte wirksame Flüssigphasentrennung häufig Voraussetzung für die Rückgewinnung organischer Stoffe und / oder die Wiederverwendung der wässrigen Phase. Dabei werden die organische und wässrige Phase mittels einer geeigneten Konstruktion und Betriebsweise (z. B. hinreichende Verweilzeit, Detektion und Kontrolle der Phasengrenzen) getrennt, um das Mitreißen ungelöster organischer Stoffe zu verhindern.

Beispiele aus den BVT des LVOC-BREF sind

- die Rückgewinnung von Glykolen durch Destillation wässriger Ströme bei der Herstellung von Ethylenoxid und Ethylenglykol,
- die Rückgewinnung von Phenol und anderen organischen Verbindungen (z. B. Aceton) aus dem Abwasser der Phenolproduktion (Spaltanlage und Produktdestillation) mittels Extraktion (nach Ansäuern) und anschließendem Strippen,
- die Verminderung der organischen Fracht durch Eindampfung, Stripping und/oder Extraktion bei der Herstellung von TDA,
- die Rückgewinnung von Lösemittel (und die Wiederverwendung von Wasser) bei der Herstellung von TDI und MDI,
- die Rückgewinnung von organischen Stoffen durch Eindampfung, Extraktion, Dampf-Strippen und/oder Destillation bei der Herstellung von MDA,

- die Optimierung der Phasentrennung zwischen wässrigen und organischen Flüssigkeiten bei der Herstellung von Wasserstoffperoxid (zur Ermöglichung der teilweisen Wiederverwendung von Wasser und Verminderung der organischen Fracht im Abwasser)

### 2.1.3.3. Einsatz schadstoffärmer Roh- und Hilfsstoffe

Durch verunreinigte Roh- und Hilfsstoffe können Belastungen eingeschleppt werden. Dies betrifft z. B. bei den Rohstoffen

- Schwermetalleintrag durch Salze, Kalk, Erze und pflanzliche Rohfette,
- Eintrag chlororganischer Verbindungen durch technische Salzsäure,
- Verunreinigungen, insbesondere extern bezogener Vor- und Zwischenprodukte.

Die Möglichkeiten, diese Belastungen zu verringern, beinhalten

- Anfragen bei den Zulieferern,
- Beachtung des Schadstoffeintrags bei Verwendung recycelter Stoffe,
- Aufbereitung der einzusetzenden Rohstoffe beim Zulieferer.

## 2.2 Vorbehandlung von Abwasserteilströmen (Teil B, Abs. 1, Nr. 4)

### 2.2.1 Erforderlichkeit von Maßnahmen zur Vorbehandlung

Gemäß Teil B Absatz 1 Nr. 4 entspricht es dem Stand der Technik, Abwasserteilströme einer Vorbehandlung zu unterziehen, sofern die abschließende Behandlung allein keine ausreichende Elimination der enthaltenen Schadstoffe gewährleistet. Hinsichtlich der dafür maßgeblichen Eigenschaften der Stoffe, die dafür zu betrachten sind, werden im Anhang 22 die Stoffeigenschaften „biologische Abbaubarkeit“ bzw. „biologische Eliminierbarkeit“ und „Flüchtigkeit“ allgemein als Kriterien vorgegeben. Da auch zum Begriff „ausreichende Behandlung“ kein konkretes Reinigungsziel festgelegt ist, muss daher im Rahmen einer Einzelfallprüfung ermittelt werden, welche Vorbehandlungsmaßnahmen an einem Standort tatsächlich nach dem Stand der Technik verfügbar und zu fordern sind.

Eine solche Vorbehandlung ist insbesondere zu prüfen bei:

- toxischen oder hemmenden Stoffen,
- schwer eliminierbaren und nicht eliminierbaren Stoffen,
- biologisch abbaubaren Stoffen in hohen Konzentrationen,
- Stoffen, die in den Abwasseranlagen in relevanten Konzentrationen ausgasen.

Diese Prüfung der Notwendigkeit einer Vorbehandlung setzt zunächst voraus, dass ausreichende Kenntnisse des Gehalts an relevanten Schadstoffen in den prozessbezogenen Abwasserteilströmen vorliegen. Im nächsten Schritt ist die erforderliche Minderung für die relevanten Schadstoffe festzulegen. Um diese zu erreichen, ist im Rahmen eines integrierten Abwassermanagements eine geeignete Kombination aus prozessintegrierten Maßnahmen, Abwasservorbehandlung und abschließender Behandlung zu bestimmen. Folglich sollen nicht nur Verfahren bzw. Verfahrenskombinationen

zur Stoffelimination im Abwasserbereich berücksichtigt werden, sondern auch Stoffrückgewinnung und Wiederverwendung, bis hin zur Umstellung auf weitgehend abwasserfreie Verfahren. Auch die Rückhaltung entsprechender Abwasserteilströme und ihre Entsorgung über den Abfallpfad ist eine mögliche Lösung.

Eine **Vorbehandlung von toxischen oder hemmenden Stoffen** ist in jedem Falle erforderlich, wenn ansonsten

- die Anforderungen an die Einleitung bzgl. aquatischer Toxizität ( $G_x$ ) im Teil C, Abs. 3, Nr. 3 nicht durch abschließende Behandlung eingehalten werden könnten,
- Nitrifikationshemmungen oder ähnliche Störungen der biologischen Behandlung auftreten würden,
- die Anforderungen an Schwermetalle gemäß Teil D nicht eingehalten werden könnten.

Beispiele: Elimination von inhibitorischen bzw. toxischen Stoffen, wie Dicyandiamid, Thioharnstoff.

Eine **Vorbehandlung von schwer eliminierbaren und nicht eliminierbaren Abwasserinhaltsstoffen** ist in jedem Falle erforderlich, wenn ansonsten die Anforderungen bzgl. der Mindesteliminationsleistung für TOC des Teil D, Abs. 4 nicht eingehalten werden könnten.

Eine derartige Vorbehandlung kann außerdem erforderlich sein, wenn durch Maßnahmen im Sinne der allgemeinen Anforderungen nach § 3 AbwV und Teil B, Abs. 1 des Anhangs 22 (wie Rückhaltung und Rückgewinnung solcher Stoffe aus Mutterlaugen) aufgrund der Verhältnisse des Einzelfalls eine ausreichende Frachtverminderung nicht erreichbar ist.

Die Anforderungen von Teil B, Abs. 1 gelten additiv zu bzw. unabhängig von der Anforderung an die TOC-Abbaubarkeit von Abwasserströmen des Teils D, Abs. 4, also auch dann, wenn die TOC-Schwellenwerte der Anforderung in Teil D, Abs. 4 unterschritten werden.

Bezüglich der Notwendigkeit einer Vorbehandlung sind insbesondere solche Abwasserinhaltsstoffe relevant, bei denen neben ihrer Langlebigkeit (Persistenz) auch ihre Mobilität und ihr Wirkungspotenzial (Öko-/Humantoxizität, hormonelle Wirkung) in der Gesamtschau einen grundsätzlichen Anlass zur Besorgnis geben. Neben organischen Verbindungen sind hier auch Schwermetalle zu berücksichtigen, wenn sie einleitungsrelevant sind.

Entsprechende Stoffinformationen sollten aus dem Abwasserkataster nach Teil B Absatz 5 hervorgehen.

Der Einsatz praktikabler Verfahren, die im konkreten Einzelfall geeignet sind, um die einleitungsrelevante Fracht entsprechender Stoffe wesentlich zu verringern, entspricht dem Stand der Technik.

Davon zu unterscheiden sind Anforderungen, die im Einzelfall aufgrund einer Immissionsbetrachtung festzulegen sind und die ggf. auch über den Stand der Technik hinausgehen können (z. B. um die Beeinträchtigung einer konkret betroffenen öffentlichen Wasserversorgung zu vermeiden, um eine Verschlechterung des ökologischen oder chemischen Gewässerzustands zu verhindern). Eine **Vorbehandlung von biologisch abbaubaren Stoffen** in hohen Konzentrationen ist in jedem Falle erforderlich, wenn

diese die Reinigungseffizienz oder Betriebssicherheit einer abschließenden biologischen Abwasserbehandlung beeinträchtigen können.

Die Notwendigkeit einer Vorbehandlung kann auch aus weiteren Gründen erforderlich sein, insbesondere, wenn dies für die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der zentralen biologischen Kläranlage bzw. für die Vermeidung von Gewässerverunreinigungen erforderlich ist. Beispiele für entsprechende Maßnahmen vor der biologischen Abwasserbehandlung sind:

- Abtrennung von Sink- oder Schwimmstoffen (ggf. nach Flockung bzw. Fällung), z. B. mittels Sedimentation, Schrägklärer, Flotation, Zyklon, Filtration, z. B. für fluoridhaltige Abwässer, Abwässer aus der Schlammentwässerung, Abwässer aus der Abluftreinigung, PVC-haltige Abwässer,
- Neutralisation von pH-Stößen infolge der Einleitung von Säuren oder Laugen,
- Vorbehandlung von NH<sub>3</sub>-haltigen Abwasserteilströmen.

Die Vorbehandlung von konzentrierten Abwasserströmen kann entsprechend der Zielsetzung von § 3 Abs. 2 a AbwV auch aus energetischer Sicht geboten sein, zur Nutzung des energetischen Potenzials, z. B. durch Verbrennung oder durch Umsetzung zu Klärgas (hauptsächlich Methan) mittels anaerober Behandlung und/ oder Einsparung entsprechender Belüftungsleistung in der biologischen Endbehandlung. Alternativ kann die gezielte Nutzung als C-Quelle in der Denitrifikation sinnvoll sein, ggf. extern. Z. B. wurde die Verwertung eines DMF-haltigen Teilstroms im Faulturm einer kommunalen Kläranlage realisiert.

Eine **Vorbehandlung von Stoffen, die in der Abwasserbehandlung in relevanten Konzentrationen ausgasen**, ist in jedem Falle erforderlich, wenn insbesondere toxische Stoffe, leichtflüchtige Organohalogenverbindungen oder Aromaten, ohne gezielte Vorbehandlung nachteilige Auswirkungen auf andere Umweltbereiche haben können. Weitere Beispiele sind Chlorwasserstoff oder Ammoniak, deren Emission z. B. durch eine gezielte Stripping vermindert werden kann. Alternativ können auch Maßnahmen des integrierten Abwassermanagements zielführend sein, wie die geschlossene Ausführung von Abwasseranlagen, z. B. durch Druckrohrleitungen und Abdeckung der emissionsrelevanten Teile, Behandlung der belasteten Abluftströme der Abwasserbehandlung und/ oder emissionsmindernde Umstellung der Belüftung von Luft auf Sauerstoff. Bei Indirekteinleitern ist die Ausgasung von flüchtigen Stoffen in öffentlichen Abwasseranlagen zu vermeiden. Insbesondere Stoffe mit hohen Dampfdrücken, wie (chlorierte) Lösemittel oder Thiole können dabei durch eine Stripping vorbehandelt/ zurückgewonnen werden.

## 2.2.2 Maßnahmen zur Vorbehandlung von Abwasserströmen

Zur Behandlung von Abwasser aus der chemischen Produktion wird neben oder vor der physikalisch-chemisch-biologischen Endbehandlung eine Reihe von Verfahren eingesetzt, entweder dezentral am Ort der Synthese, in der entsprechenden Produktionsseinheit oder zentral in Spezialanlagen (vgl. Anlage).

**Tabelle 1 Beispiele für bereits praktizierte Verfahren, die häufig Gegenstand der BVT des LVOC-BREFs sind**

Vorbehandlungsverfahren	Zielparameter
-------------------------	---------------

Adsorptionsverfahren mit Aktivkohle	Refraktärer TOC, AOX
Aufkonzentration von Schadstoffen durch Membrantechnik bzw. Umkehrsmose mit anschließender Entsorgung des Konzentrats als Abfall	
Behandlung mit Formaldehyd	Cyanid
Destillation/Rektifikation	Lösemittel, wie Methanol, Aceton, THF, Toluol, Methylisobutylketon
Extraktion organischer Schadstoffe aus der wässrigen Phase	Pflanzenschutzmittel, Nitroaromaten
Fällung und anschließende Filtration	Schwermetalle, wie Hg, Cu, Cr, ..., AOX, PCDD/F
(Nano)Filtration	Wirkstoffe, spezielle organische Moleküle
Hydrolytische Umwandlung	Chloral, AOX, organische Peroxide
Ionenaustausch	Perfluorverbindungen, Schwermetalle
Oxidation (z. B. $H_2O_2$ / UV / Fenton / Ozon)	Refraktäre und/oder ökotoxische Verbindungen, wie Dicyandiamid, Silikonverbindungen, Thioharnstoff, Wirkstoffe, Dioxan, EDTA, Nitroaromaten, Formaldehyd
Reduktive Umwandlung	Cr(VI), AOX, Formaldehyd
Strippung	1,2-Dichlorethan, $NH_3$ , sekundäre Amine, tertiäre Amine, THF, Trichlormethan, Vinylchlorid, Acrolein, Methylvinylether

In der Praxis wird oft eine Kombination der genannten Techniken eingesetzt.

### 2.3 Abwassertrennung (Teil B, Abs. 2)

Gemäß Teil B Absatz 2 ist nicht behandlungsbedürftiges Abwasser getrennt von behandlungsbedürftigem Abwasser abzuleiten. Damit soll eine Verdünnung entgegen dem Stand der Technik vermieden werden, die zu einer verminderten Reinigungseffizienz der Abwasserbehandlung führen würde.

Behandlungsbedürftiges Abwasser ist neben dem belasteten Abwasser aus der Produktion auch belastetes Abwasser aus Regenwasserableitungen von speziellen Betriebsbereichen.

Zu Ausnahmeregelungen für Bestandsanlagen siehe Kap. 7.1.

### 2.4 Rückhaltung von Abwasser bei außerplanmäßigen Betriebszuständen (Teil B, Abs. 3)

Um bei außerplanmäßigen Betriebszuständen unkontrollierte Emissionen zu verhindern, sind gemäß Anhang 22 Teil B Abs. 3 Rückhaltekapazitäten für Abwasser und Maßnahmen für eine ordnungsgemäße Wiederverwendung, Behandlung oder Entsorgung zurückgehaltenen Abwassers in dem Umfang vorzuhalten, der gemäß einer Risikobewertung angemessen ist.

Mit der Anforderung, bei außerplanmäßigen Betriebszuständen unkontrollierte Emissionen auf dem Abwasserpfad zu verhindern, wird die bisher bestehende Lücke im Anhang 22 zum Störfall- und Baurecht geschlossen. Dabei gibt es keinen Konflikt mit

stehenden immissionsschutzrechtlichen Begriffen. Die neu eingeführten Begriffe („außerplanmäßige Betriebszustände“, „Risikobewertung“) unterscheiden sich insbesondere von denen des Störfallrechtes („Störfälle“).

Die Anforderung eines ausreichenden Rückhaltevolumens für Abwasser aus außerplanmäßigen Betriebszuständen im Anhang 22 zielt überwiegend auf Störungen in abwassererzeugenden betrieblichen Prozessen ab, wie fehlerhafte Trennoperationen (z. B. Produktfiltration oder -extraktion). Der möglichst kontinuierlichen Überwachung kritischer Anlagenteile und der Funktionstüchtigkeit dezentraler und zentraler Abwasserbehandlungsanlagen (z. B. Prozessleitsysteme) kommt deshalb eine besondere Bedeutung bei.

Der Schwerpunkt der Anforderung liegt auf der gezielten Erfassung von Abwasserströmen, die höher belastet sind als bei normalen Betriebszuständen. Solche Abwasserströme müssen zunächst zurückgehalten und untersucht werden, sofern dies durch die Risikobewertung vorgegeben ist, um dann über die geeignete Verfahrensweise zur Wiederverwendung, Behandlung oder Entsorgung entscheiden zu können.

Bei Rückhalteinrichtungen, die zentral vorgehalten werden, werden vergleichsweise große Abwasservolumenströme erfasst. Die erforderliche Wiederverwendung, Behandlung oder Entsorgung kann wegen der großen Verdünnung aufwändiger sein. Dezentrale Rückhalteinrichtungen haben demgegenüber den Vorteil, möglichst kleine Abwasservolumenströme effizient erfassen zu können. In der Praxis werden insbesondere bei Chemiestandorten mit eigener biologischer Behandlung in der Regel sowohl dezentrale als auch zentrale Rückhalteinrichtungen vorgehalten. Bei Produktionen mit hohem Risikopotenzial, wie Herstellung von Bioziden, ist eine dezentrale Rückhaltung nicht verzichtbar.

Die Anforderung gilt ergänzend zu den Anforderungen der AwSV. Gemäß AwSV sind austretende wassergefährdende Stoffe grundsätzlich in der Produktionsanlage zurückzuhalten. Wenn bei Betriebsstörungen aus betriebstechnischen Gründen aus der Anlage unvermeidbar wassergefährdende Stoffe austreten, können diese gem. § 22 Abs. 2 AwSV auch in einer geeigneten Auffangvorrichtung der betrieblichen Kanalisation zurückgehalten werden.

Sofern eine Rückführung in den Prozess (Wiederverwendung) oder interne oder externe Entsorgung als Abfall nicht möglich ist, ist auf der Grundlage entsprechender analytischer Untersuchungen zu entscheiden, ob

- eine innerbetriebliche Sonderbehandlung,
- der ansonsten übliche Weg der betrieblichen Abwasserbehandlung (Kläranlage)

die geeignete Maßnahme darstellt.

Die **Risikobewertung** betrachtet die Eintrittswahrscheinlichkeit von außerplanmäßigen Betriebszuständen und die potenziellen Auswirkungen. Die differenzierte Betrachtung der Auswirkungen berücksichtigt neben den Wassermengen die anfallenden Schadstofffrachten sowie potenzielle Auswirkungen auf nachgeordnete Behandlungsanlagen und Gewässer.

In der Risikobewertung ist - bezogen auf den Einzelfall - darzustellen bzw. zu prüfen, wie die vorgehaltenen Rückhaltekapazitäten auf die potentiell verursachenden Prozesse einerseits und die vorhandenen Abwasserbehandlungsanlagen andererseits abgestimmt sind. Bei „Mehrgefachbelegungen“ der Rückhalteinrichtungen ist darzulegen, dass diese nicht zur Überfrachtung der Rückhaltekapazitäten führen können.

In der Risikobewertung sind außerplanmäßige Betriebszustände im Zusammenhang mit mindestens folgenden Prozessen zu betrachten:

- Außerplanmäßige Anfahr- und Abfahrprozesse,
- Betriebsstörungen, die in der Vergangenheit bereits aufgetreten sind,
- Außerordentliche Reinigungsvorgänge, z. B. bei Betriebsferien,
- Störung der biologischen Behandlung infolge toxischer Stoßbelastung oder hydraulischer Überlastung,
- Überlastung oder Ausfall von (physikalisch-chemischen) Vorbehandlungsanlagen,
- Kontamination von Kühlwasser,
- Brandfälle, mit Anfall von Löschwasser.

Außerdem ist darzustellen, wie eine möglichst kontinuierliche Überwachung kritischer Anlagenteile und der Funktionstüchtigkeit dezentraler und zentraler Abwasserbehandlungsanlagen (z. B. Prozessleitsysteme) durchgeführt wird.

## 2.5 Zusammenwirken Verantwortlicher (Teil B, Abs. 4)

Bei mehreren abwassererzeugenden Betrieben am Standort muss der Erlaubnisinhaber mit den Verantwortlichen der betroffenen Betriebe die organisatorischen Regelungen treffen, deren Einhaltung für eine ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung und -behandlung erforderlich ist. Der Begriff „Betriebe“ bezieht sich dabei auf die abwasserliefernden Anlagen eines Standorts, unabhängig davon, ob sie zu unterschiedlichen Betreibern gehören.

Speziell für Tätigkeiten der chemischen Industrie für Anlagen oder Standorte mit mehreren Betreibern wird die Schaffung einer vertraglichen Regelung zu den Rollen und Zuständigkeiten der abwassererzeugenden Betriebe sowie zur Koordinierung der Betriebsabläufe, für die sie jeweils verantwortlich sind, gefordert. Für den Abwasserbereich ist diese Regelung von Bedeutung, da insbesondere das Zusammenspiel zwischen den abwassererzeugenden Betrieben in einem Industriepark und der zentral von einem Dritten geführten Kläranlage, der das Abwasser aus den Anlagen zugeleitet wird, für das Betreiben der Kläranlage und der letztlich emittierten Schadstofffrachten wesentlich ist.

In der Praxis kann diese Regelung nur der Inhaber der wasserrechtlichen Zulassung übernehmen. Dazu gehören unter anderem die Festlegung der Verantwortlichkeiten und Pflichten sowie das Zusammenwirken in Bezug auf den Betrieb der abschließenden Abwasserbehandlung. Damit werden eine ordnungsgemäße Abwasserreinigung und die Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen sichergestellt.

Dabei können zwei Fälle unterschieden werden. Handelt es sich um eine Firma mit mehreren Betrieben, so erfolgt dies durch firmeninterne Regelung. In solchen Fällen ist der Inhaber der wasserrechtlichen Zulassung i. d. R. auch Betreiber der abwassererzeugenden Betriebe. Handelt es sich um selbstständig geführte Betriebe, so bedarf es einer vertraglichen Regelung (privatrechtlichen Vereinbarung).

Der Inhalt der Regelung sollte mindestens folgende Punkte umfassen:

- Menge des anfallenden Abwassers (Abwasserteilströme und Gesamtabwassermenge),
- Zeitraum/Turnus des Abwasseranfalls bzw. der Abwasserableitung,

- Beschaffenheit des Abwassers (Zusammensetzung, biologische Abbaubarkeit, hemmende Wirkung, Toxizität),
- Zuständigkeiten und Pflichten für die Selbstüberwachung, inkl. Kanalnetz,
- Informationswege bei abwasserrelevanten Betriebsstörungen,
- Sonstige Melde- und Informationspflichten (wie Betriebsstillstand, Revisionen, Personalwechsel).

Zur Aufrechterhaltung einer optimalen Reinigungsleistung der zentralen Kläranlage haben sich folgende organisatorische und technische Maßnahmen bewährt:

- internes Zulassungssystem oder Vorgabe von Spezifikationen für bestimmte Produktionsabwässer, die der Kläranlage zugeführt werden dürfen,
- Information einer zentralen Stelle über die laufenden Produktionen und bevorstehende Produktionsänderungen bzw. über Abweichungen von vorgegebenen Spezifikationen,
- innerbetriebliche Schwachstellenanalyse mit Darstellung der Auswirkungen auf die Schadstofffrachten und der notwendigen Gegenmaßnahmen (Kontrolle kritischer Produktionsabläufe, Sicherstellung der Information der betrieblich Zuständigen, Erstellung von Abfahrplänen für Produktionen), möglichst kontinuierliche Überwachung kritischer Anlagenteile und der Funktionstüchtigkeit dezentraler und zentraler Abwasserbehandlungsanlagen (z. B. Prozessleitsysteme),
- Bereitstellung von Auffangbehältern bei Belastungsspitzen.

## 2.6 Aufstellung eines Abwasserkatasters (Teil B, Abs. 5)

Im Abwasserkataster dokumentiert der Betreiber nachvollziehbar und systematisch die aktuelle Abwassersituation am Standort. Folgendes muss durch den Inhalt des Abwasserkatasters überprüfbar sein:

- Allgemeine Anforderungen in § 3 AbwV und im Teil B des Anhangs 22,
- Notwendigkeit der Vorbehandlung nach Teil B, Abs. 1, Nr. 4,
- Parameterbezogene Überwachungswerte an der Einleitstelle.

Hinsichtlich der Aktualität des Abwasserkatasters wird auf die Erläuterungen in Kap. 2, 4. Absatz, verwiesen.

### 2.6.1 Inhalt des Abwasserkatasters

Die Prüfung der oben genannten Anforderungen erfordert die Erhebung der nachfolgenden Grunddaten. Umfang und Inhalt richten sich dabei nach den in § 3 AbwV sowie in der Anlage 2.1, „Betriebliches Abwasserkataster“ der AbwV und im Teil B des Anhangs 22, Absatz 1, genannten Begriffen und den daraus abzuleitenden Prüfkriterien (vgl. Kap. 2.1).

Die Ermittlung der Überwachungswerte an der Einleitstelle muss aus den Grunddaten ebenfalls möglich sein. Daraus ergibt sich, dass die Emissionen von TOC, AOX und

den Schwermetallen für die Orte des Entstehens für die einzelnen Synthesen erhoben werden müssen.

Unter Berücksichtigung auch der Anforderungen in Anlage 2 der AbwV umfasst das Abwasserkataster in der Regel folgende Daten und Informationen:

1. Allgemeine Angaben, incl. Übersicht über die Anlagen, die Abwasser emittieren
  - Produktion, Produktionskapazität, Zuordnung zu Herkunftsgebieten
  - Übersichtsplan
  - Entwässerungsplan
  - Übersicht über das gesamte Abwassersystem und zu den betrieblichen Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich Einleitungen sowie Messeinrichtungen und Probenahmestellen;
2. Angaben zu belasteten Abwasserteilströmen für die Orte des Entstehens für die einzelnen Synthesen, anlagenweise gegliedert und geordnet nach der Höhe der jeweiligen Schadstofffrachten für TOC, AOX und Schwermetalle („ranking“).
  - Parameterbezogene Übersichten (TOC, N, P, AOX, flüchtige organische Halogene, Schwermetalle, soweit relevant)
  - Angaben zu abwassererzeugenden Synthesen, Verfahren bzw. Anlagen
    - Darstellung der chemischen Reaktionen in Form von Umsetzungsgleichungen (Hauptreaktion) sowie wichtigste Nebenreaktionen,
    - Angaben zu den eingesetzten und hergestellten Stoffen,
    - Kurzbeschreibung des Verfahrens (Verfahrensschritte, Anlagen und Ort des Entstehens von Abwasserteilströmen) unter Bezugnahme auf hierfür geeignete vereinfachte Verfahrensschemata, wie Blockfließbildern.
    - Fließschemata des Abwassers (vom Ort des Entstehens bis zur Einleitungs-/ Übergabestelle)
  - Angaben zur biologischen Eliminierbarkeit der organischen Schadstofffrachten der Abwasserteilströme – vgl. hierzu die Erläuterungen in Kap. 2.6.3.
  - Angaben zur Vorbehandlung von Abwasserteilströmen, die biologisch schlecht abbaubare (vgl. hierzu die Erläuterungen in Kap. 2.6.3) oder flüchtige Einzelstoffe enthalten, wie Benzol oder flüchtige organische Halogene. Hierzu sind grundsätzlich alle wesentlichen organischen Abwasserinhaltsstoffe (inkl. unerwünschter Nebenprodukte) einer Anlage zu berücksichtigen. Die Beschränkung auf einen Leitparameter oder auf Summenparameter ist nicht ausreichend. Insofern genügt bei Mehrzweck- oder Vielstoffanlagen eine lediglich summarische Beschreibung der grundsätzlich möglichen unterschiedlichen Betriebsweisen und Stoffe nicht den Anforderungen an ein Abwasserkataster.
3. Technische Umsetzungsmöglichkeiten der allgemeinen Anforderungen bei den einzelnen Synthesen oder Synthesegruppen;
4. Im Abwasserkataster ist das am Standort anfallende Niederschlagswasser, so weit möglich, qualitativ und quantitativ anzugeben. Mit betriebsspezifisch verunreinigtem Niederschlagswasser betroffene Flächen, die dem Anhang 22 zuzuordnen sind, und ihre Einstufungen sind darzustellen. Das hier anfallende verunreinigte Niederschlagswasser ist bezüglich seiner Belastung einzustufen und dem behand-

lungsbedürftigen oder nicht behandlungsbedürftigen Niederschlagswasser zuzuordnen. Diese Angaben können ggf. auch für den Nachweis der Trennung von nicht behandlungsbedürftigem und behandlungsbedürftigem Abwasser dienen.

## 2.6.2 Vereinfachungen des Abwasserkatasters bei der Prüfung der allgemeinen Anforderungen

Bei einer Vielzahl von Abwasserteilströmen ist es ratsam, Vereinfachungen im Abwasserkataster bei der Prüfung der allgemeinen Anforderungen festzulegen.

Für Kleinmengenproduktionen, kleine Mehrzweck-Anlagen bzw. Produktionen im Technikums-Maßstab sind summarische Betrachtungen zu empfehlen, da es dort wenig zweckmäßig ist Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen Einzelsynthesebezogen zu überprüfen. Es eignen sich Zusammenfassungen bzw. Gliederungen wie:

- nach Reaktionsklassen entsprechend Kap. 1.6.1,
- nach Leitsubstanzen/-prozessen oder
- nach Prozessen, welche die wesentlichen Rohfrachten bilden.

Für Reaktionsklassen, Leitprozesse, ähnliche Synthesen bzw. Prozesse kommen analoge Vermeidungs-/Verminderungsmaßnahmen in Frage. Dadurch ist es möglich, mit Querverweisen zu arbeiten oder die Dokumentation bestimmter Maßnahmen jeweils zusammenzufassen.

Zur Prüfung der Einhaltung der allgemeinen Anforderungen ist das o. g. „Ranking“ zweckmäßig: Eine Prioritätensetzung bei der Umsetzung der Anforderungen kann sich nach der Höhe der jeweiligen Schadstofffrachten richten.

Auch die Angaben zur biologischen Eliminier-/Abbaubarkeit der Abwasserteilströme und der einzelnen Inhaltsstoffe können zur Priorisierung herangezogen werden. Abwasserteilströme mit geringer TOC-Fracht, guter Abbaubarkeit und unbedenklichen Inhaltsstoffen sind dabei von untergeordneter Bedeutung.

Auf diese Weise ist es vielfach möglich, die Betrachtungen zum notwendigen Nachweis der Einhaltung der Anforderungen zur Vermeidung von Schadstofffrachten auf eine relevante Anzahl von Synthesen bzw. Prozesse eines chemischen Werkes zu konzentrieren, um die für die Erfüllung der Anforderungen notwendigen Dokumentationen auf einen verhältnismäßigen Aufwand zu begrenzen.

Ist die organische Fracht der einzelnen Abwasserteilströme gut eliminierbar und sind im Abwasser keine ökologisch bedenklichen Stoffe enthalten, kann sich die Betrachtung der frachtmindernden Maßnahmen im Allgemeinen auf die Möglichkeit der Lösemittelrückgewinnung bzw. -verwertung konzentrieren.

## 2.6.3 Angaben zur biologischen Eliminierbarkeit der organischen Schadstoffe

Im Abwasserkataster sind Angaben zur biologischen Eliminierbarkeit der organischen Schadstofffrachten vorzulegen. Dies betrifft zum einen Abwasserteilströme und zum anderen Einzelstoffe, bei denen zu überprüfen ist, ob diese in der abschließenden Abwasserbehandlung ausreichend behandelt werden können.

Für die Einhaltung der Anforderung an den TOC am Ort des Entstehens in Teil D, Abs. 4 ist bei biologischen Behandlungsverfahren die Frachtverringerung grundsätzlich mittels Zahn-Wellens-Test gemäß Nr. 407 der Anlage 1 der AbwV nachzuweisen. Andere

Verfahren als Nr. 407 können mit Zustimmung der Behörde auch genutzt werden, so weit diese Verfahren zu gleichwertigen Ergebnissen führen, z. B. beim manometrischen Respirationstest (OECD 301 F).

Für die Prüfung der Notwendigkeit einer Vorbehandlung gemäß Teil B Abs. 1 Nr. 4 können alle Daten und Erkenntnisse verwendet werden, wenn diese eine ausreichende Elimination der betroffenen Stoffe bei der jeweiligen Abwasserbehandlung hinreichend plausibel erscheinen lassen.

## 2.7 Vermeidung von Geruchs- und Lärmemissionen (Teil B, Abs. 6)

Teil B Absatz 6 enthält eine allgemeine Anforderung der Vermeidung von Geruchs- und Lärmemissionen bei Kläranlagen, die nicht im Rahmen eines immissionsschutzrechtlichen Verfahrens, sondern als eigenständig betriebene Abwasserbehandlungsanlagen nur wasserrechtlich nach § 60 Absatz 3 Satz Nummer 2 WHG genehmigt werden. Ggf. erforderliche Maßnahmen sind unter Mitwirkung der immissionsschutzrechtlich zuständigen Behörde in den Genehmigungsbescheid der Kläranlage aufzunehmen.

Je nach Ursache einer Geruchsbelästigung können folgende Maßnahmen im Zusammenhang mit abwassertechnischen Vorgängen ergriffen werden:

- Minimierung der Verweilzeit von Abwässern und Schlämmen in Sammel- und Lagersystemen, insbesondere unter anaeroben Bedingungen,
- Verwendung von Chemikalien zur Vernichtung oder Einschränkung geruchsbehafteter Verbindungen (z. B. Oxidation oder Fällung von Schwefelwasserstoff),
- Optimierung der aeroben Behandlung, unter anderem durch Steuerung des Sauerstoffgehalts, häufige Wartung des Lüftungssystems; Verwendung von reinem Sauerstoff; Entfernung von Schwimmschlamm aus Becken,
- Abdeckung oder Einhausung von Erfassungs- und Behandlungssystemen für Abwässer und Schlämme zur Erfassung geruchsbehafteter Abgase und deren weiterer Behandlung, z. B. thermische Oxidation oder biologische Behandlung.

Um Lärmemissionen zu vermeiden bzw. verringern, ist vom Betreiber ein Lärmmanagementplan als Teil des Umweltmanagementsystems insbesondere mit den nachfolgend aufgeführten Elementen aufzustellen, sofern eine Lärmbelästigung zu erwarten ist oder nachgewiesen wurde:

- Protokoll angemessener Maßnahmen und Fristen,
- Protokoll für die Lärmüberwachung,
- Protokoll mit Handlungsanweisungen bei tatsächlich festgestellten Lärmereignissen,
- Programm zur Vermeidung und Verminderung von Lärm (Ermittlung von Lärmquellen, Messung/Schätzung der Lärmbelastung, quellenbezogene Charakterisierung der Lärmeinträge, Durchführung von Maßnahmen zur Lärmvermeidung oder -verminderung).

Folgende technische Möglichkeiten sind insbesondere zu berücksichtigen:

- Vergrößerung des Abstands zwischen Lärmquelle und Lärmempfänger und Nutzung von Gebäuden als Schallschutz,
- Verbesserte Inspektion und Wartung von Aggregaten,
- Schließen von Türen und Fenstern in abgeschlossenen Räumlichkeiten,
- Vermeidung lärmintensiver Tätigkeiten in den Nachtstunden,
- Bedienung der Aggregate durch erfahrenes Personal,
- Vorkehrungen zur Lärmsteuerung bei Wartungsmaßnahmen,
- Verwendung geräuscharmer Aggregate wie Kompressoren, Pumpen oder Fackelanlagen,
- Verwendung von Lärmschutzausrüstung wie Schalldämpfer, Aggregatisolierung, Einhausung von Aggregaten mit hohen Lärmemissionen, Schalldämmung von Gebäuden,
- Errichtung von Hindernissen zwischen Lärmquelle und Lärmempfängern (z. B. Schutzwände, Böschungen und Gebäude).

### 3 Parameterübergreifende Vorgehensweise der Sollfrachtberechnung

#### 3.1 Grundprinzip

Gemäß Anhang 22, Teil C, Abs. 2 und Teil D, Abs. 3 und 4 sind für die Parameter TOC, AOX und die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Kupfer, Nickel, Blei, Chrom, gesamt, Zink und Zinn die (einzuhaltende) Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden und die (einzuhaltende) Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe festzulegen. Grundlage für die Festlegungen ist jeweils die Ermittlung einer **zulässigen Jahresgesamtfracht** (im Nachfolgenden **Gesamtsollfracht**), die sich aus der Summe der Jahresfrachten der einzelnen Abwasserströme (im Nachfolgenden Einzelsollfrachten) ergibt. Durch die Bilanzierung für die gesamte Einleitung hat der Betreiber die Möglichkeit, die realen Minderungsmaßnahmen zur Erreichung der Gesamtsollfracht weitgehend nach eigenem Ermessen zu gestalten (Kompensationsmodell).

Im Folgenden werden Hinweise für das allgemeine Vorgehen gegeben, das für alle drei betrachteten Parameter/Stoffgruppen (TOC, AOX, Schwermetalle) weitgehend gleich ist. Für die parameterspezifischen Aspekte wird auf die jeweiligen spezifischen Abschnitte (3.2, 4.1, 4.2) verwiesen.

Die Gesamtsollfrachten im Abwasser chemischer Werke werden durch Addition der jahresbezogenen Frachten (Einzelsollfrachten) der einzelnen Abwasserströme entsprechend den Vorgaben des Anhangs 22 berechnet. Die Einzelsollfrachten werden durch Multiplikation einer Bezugsmenge (Volumenstrom, Rohfracht, Produktionsmenge) mit einer Anforderungsgröße (Konzentration, Eliminationsfaktor, spezifische Fracht) erhalten (siehe Tabelle 2). Aus der Gesamtsollfracht wird der Überwachungswert abgeleitet. Bei nicht nur vorübergehenden abwasserrelevanten Änderungen der Produktionsgegebenheiten ist der Überwachungswert anzupassen.

Im Einzelnen umfasst die Ermittlung der Überwachungswerte nach Anhang 22 folgende Schritte:

- Ermittlung repräsentativer Bezugsmengen (Jahresmengen) unter Berücksichtigung der jeweiligen Produktionsauslastung,
- Zuordnung der einzelnen Abwasserströme zu den jeweiligen Anforderungsgrößen bzw. Zielwerten,
- Berechnung der Einzelsollfrachten durch Multiplikation der Bezugsmengen mit den Anforderungswerten,
- Addition der Einzelsollfrachten zur Gesamtsollfracht,
- Umrechnung auf Kurzzeitwerte (2 h; 0,5 h),
- Ggf. Berücksichtigung der zeitlichen Überlagerung von Kampagnenproduktionen.

Zusätzlich zur einzuhaltenden Gesamtfracht ist ein Überwachungskurzzeitwert für die Konzentration festzulegen. Im einfachsten Fall kann dafür - bei entsprechend konstanten betrieblichen Verhältnissen – die Gesamtsollfracht durch die korrespondierende Gesamtabwassermenge dividiert werden.

Als Bezugsmengen dienen der Abwasservolumenstrom am Entstehungsort (bei TOC, AOX, Schwermetallen), die Produktionsmenge (bei AOX) und die Rohfracht am Entstehungsort (bei TOC) - siehe Tabelle 2. Die Sollfrachtermittlung setzt gedanklich die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen gemäß Teil B in Bezug auf den Volumenstrom bzw. die Rohfracht voraus, wenn erkennbar ist, dass dadurch die Sollfracht beeinflusst wird.

Die Bezugsmengen sollen repräsentativ sein; im Allgemeinen sind die Durchschnittsmengen für die jeweiligen Produktionen/Abwasserströme in einem hinreichenden Bezugszeitraum (mindestens ein Jahr) zugrunde zu legen. Damit wird auch eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der bilanzierten und gemessenen Gesamtfracht ermöglicht.

**Tabelle 2: Sollfrachtermittlung für TOC, AOX, Schwermetalle (SM)**

Bezugspunkt	Bezugsmenge	Anforderungsgröße	Berechnung der Einzel-Sollfracht S	Parameter	Herkunft <sup>2</sup>	Konzentrationsbereich [mg/l]	Zielwert
Produktion	Produktionsmenge PM	Spezifische Fracht SF [g/t]	S=PM x SF	AOX <sup>3</sup>	H, W	c > 1 c < 1 <sup>4</sup>	20 g/t 20 g/t
Entstehungsort	Abwassermenge Q	Sollkonzentration SK [g/m <sup>3</sup> ]	S=Q x SK	TOC AOX <sup>3</sup> SM	- H, W, A H, W, A - H, W, A sonstige	c > 16.000 25 < c < 250  c > 1 c < 1 <sup>4</sup> 0,1 < c < 1,0  - NWG < c < Spalte I <sup>5</sup> Spalte II <sup>5</sup>	800 mg/l 25 mg/l  1 mg/l 1 mg/l 0,3 mg/l  Spalte I <sup>5</sup> Spalte II <sup>5</sup>
Entstehungsort	Rohfracht F	Sollelimination SE [%]	S=F x (1-SE/100)	TOC	-	250 < c < 16.000 c < 25	90 % 0 %

<sup>2</sup> H, W, A: Herstellung, Weiterverarbeitung, Anwendung (parameterbezogen)<sup>3</sup> abweichende Anforderungswerte für spezifische Produktionsbereiche nicht aufgeführt<sup>4</sup> bei gezielten Maßnahmen<sup>5</sup> siehe Tabelle Anhang 22, Teil D, Absatz 3

### **3.2 Berücksichtigung der jeweiligen Produktionsauslastung**

Die jährliche Produktmenge aus einer Anlage wird durch die immissionsschutzrechtliche Genehmigung begrenzt. Die tatsächlich hergestellte Produktmenge kann auf Dauer unterhalb der genehmigten Kapazität liegen (z. B. wegen der Marktsituation oder wegen Einschränkungen durch Auflagen außerhalb des Immissionsschutzrechts). In diesem Fall ist für die Ermittlung der Einzelsollfrachten diejenige Produktmenge zu schätzen, die unter diesen Umständen bei einer realistischen Auslastung maximal zu erwarten ist. Dafür kann die höchste Jahresmenge während der zurückliegenden z. B. vier Jahren herangezogen werden, sofern eine Prognose der künftigen Produktmenge nicht anderweitig möglich ist. Diese Produktmenge ist als Bezugsgröße für die Ermittlung der Einzelsollfrachten zu verwenden. Entsprechend sind für die übrigen Bezugsgrößen (Abwassermenge, Frachten) diejenigen Werte einzusetzen, die mit der Herstellung dieser Produktmenge einhergehen.

### **3.3 Zuordnung der jeweiligen Anforderungsgröße**

Art der Anforderungsgröße und der jeweilige Zielwert richten sich nach dem Konzentrationsbereich des jeweiligen Parameters im Abwasser am Entstehungsort und/oder nach der Herkunft des Abwassers (Herstellung, Weiterverarbeitung, Anwendung; spezifische Produktionsbereiche) (siehe Tabelle 2).

### **3.4 Berechnung der Einzelsollfrachten**

Die Einzelsollfrachten berechnen sich durch Multiplikation von Bezugsmenge und dem der Anforderungsgröße zugeordneten Zielwert, beispielsweise Produktionskapazität  $\times 20 \text{ g/t}$  (AOX) oder TOC-Rohfracht  $\times 0,1$  (Eliminationsfaktor bei Sollelimination 90%).

### **3.5 Addition der Einzelsollfrachten zur Gesamtsollfracht**

Die Einzelsollfrachten sind zur Gesamtsollfracht zu summieren. Die Gesamtsollfracht bezieht sich auf den Überwachungspunkt. Bei zentraler Endbehandlung ist dies in der Regel deren Ablauf.

Verfügt ein Werk über mehrere getrennte Einleitungsstellen, ist, soweit möglich, für jede Einleitungsstelle getrennt die jeweilige Gesamtsollfracht zu ermitteln.

### **3.6 Umrechnung auf Kurzzeitwerte (2 h; 0,5 h)**

Gemäß Anhang 22 ist in der wasserrechtlichen Zulassung die Gesamtfracht je Parameter in 0,5 oder 2 Stunden zu begrenzen. Die Gesamtsollfracht ist entsprechend umzurechnen.

### **3.7 Berücksichtigung der zeitlichen Überlagerung von Kampagnenproduktionen**

Die beschriebene Ermittlung der Gesamt-Soll-Fracht auf der Basis von (Jahres)durchschnittsmengen ist ggf. um eine Berücksichtigung der spezifischen Verhältnisse von Kampagnenproduktionen zu erweitern. Bei diesen wird das Produkt an wenigen Tagen

oder über mehrere Wochen oder Monate (typischerweise in Mehrzweckanlagen) hergestellt. Das bedeutet, dass bei Kumulierung von Produktionen, auch bei Vergleichmäßigung des Abwassers, eine größere Fracht pro Tag eingeleitet werden kann, während bei versetzter Fahrweise kleinere Frachten anfallen können. Um diesen Umstand zu berücksichtigen, stehen insbesondere folgende Verfahrensweisen zur Auswahl (wobei mehrere Produktionsjahre betrachtet werden müssen, um die Repräsentativität der Ergebnisse zu gewährleisten):

#### Empirische Ermittlung

Der Einleiter benennt die Produktionszeiten im Erhebungszeitraum bzw. gibt die Produktionen für die Phase maximaler Auslastung an (bezogen auf die maximale Anzahl von Produktionen, max. Gesamtproduktionsmenge oder maximale Gesamtemission). Der Sollfrachtermittlung wird die Phase maximaler Auslastung zugrunde gelegt.

#### Ermittlung mit Hilfe eines empirischen Perzentil-Faktors

Diese Variante wird am häufigsten angewandt. Hierbei wird die Streubreite der gemessenen Fracht im Gesamtabwasser der zeitlichen Überlagerung der Einzel(soll)frachten gedanklich gleichgesetzt. Die Gesamtsollfracht wird zunächst wie beschrieben auf der Basis von z. B. Jahresmengen ermittelt und auf 0,5 h bzw. 2 h umgerechnet. Für den gleichen Zeitraum (z. B. ein Jahr) wird für das Gesamtabwasser (bevorzugt im Zulauf der zentralen Abwasserbehandlungsanlage) aus den vorhandenen Daten für die eingeleitete Fracht der arithmetische Mittelwert und ein unter Berücksichtigung der Überwachungshäufigkeit repräsentativer Wert für eine hohe Gesamtproduktion (90- oder 95-Perzentil) ermittelt. Aus dem Quotienten des 90 %- oder 95 %-Wertes zum durchschnittlichen 0,5 h- bzw. 2 h-Wert ergibt sich ein bestimmter Faktor. Multipliziert man diesen Perzentil-Faktor mit der oben bestimmten mittleren 0,5 h- bzw. 2 h-Sollfracht, hat man die Sollfracht (Überwachungswert) ermittelt.

Dies betrifft Werke, bei denen Kampagnenproduktionen den größeren Anteil an der Gesamtsollfracht haben. Tragen Kampagnenproduktionen in geringerem Maße zur Gesamtsollfracht bei, können sie durch Multiplikation der jeweiligen Einzelfrachten mit dem Perzentil-Faktor berücksichtigt werden.

## **4 Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle (Teil C)**

### **4.1 Begrenzung von TOC und CSB im Teil C (Teil C, Abs. 2, Nrn. 1 bis 3)**

#### **4.1.1 Grundlagen**

Gemäß Teil C, Abs. 2 ist die TOC-Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden sowie die TOC-Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu begrenzen. Das allgemeine Vorgehen für die Ermittlung der zu begrenzenden Gesamtfracht über die Ermittlung von Einzelsollfrachten und Aufsummierung zu einer Gesamtjahressollfracht wird in Kapitel 3 näher erläutert. Nachfolgend werden die Hinweise hinsichtlich TOC konkretisiert.

Grundlage für die Berechnung der Sollfracht sind die Abwassermenge und TOC-Konzentration im Abwasserteilstrom am Entstehungsort. Der Entstehungsort ist der Ort, an dem das Wasser seinen Entstehungs- oder Verwendungsbereich verlässt, um als Abwasser beseitigt zu werden. Dabei können gleichartige Abwässer zusammengefasst werden (z. B. Sperrwasser von parallel betriebenen Vakuumpumpen).

In Abbildung 5 ist vereinfacht dargestellt, wie bei Kenntnis der TOC-Rohkonzentrationen der Teilströme eine Berechnung der Sollfracht und der Sollkonzentration am Ablauf der zentralen Abwasserbehandlungsanlage erfolgen kann.

### TOC-Sollfrachtermittlung

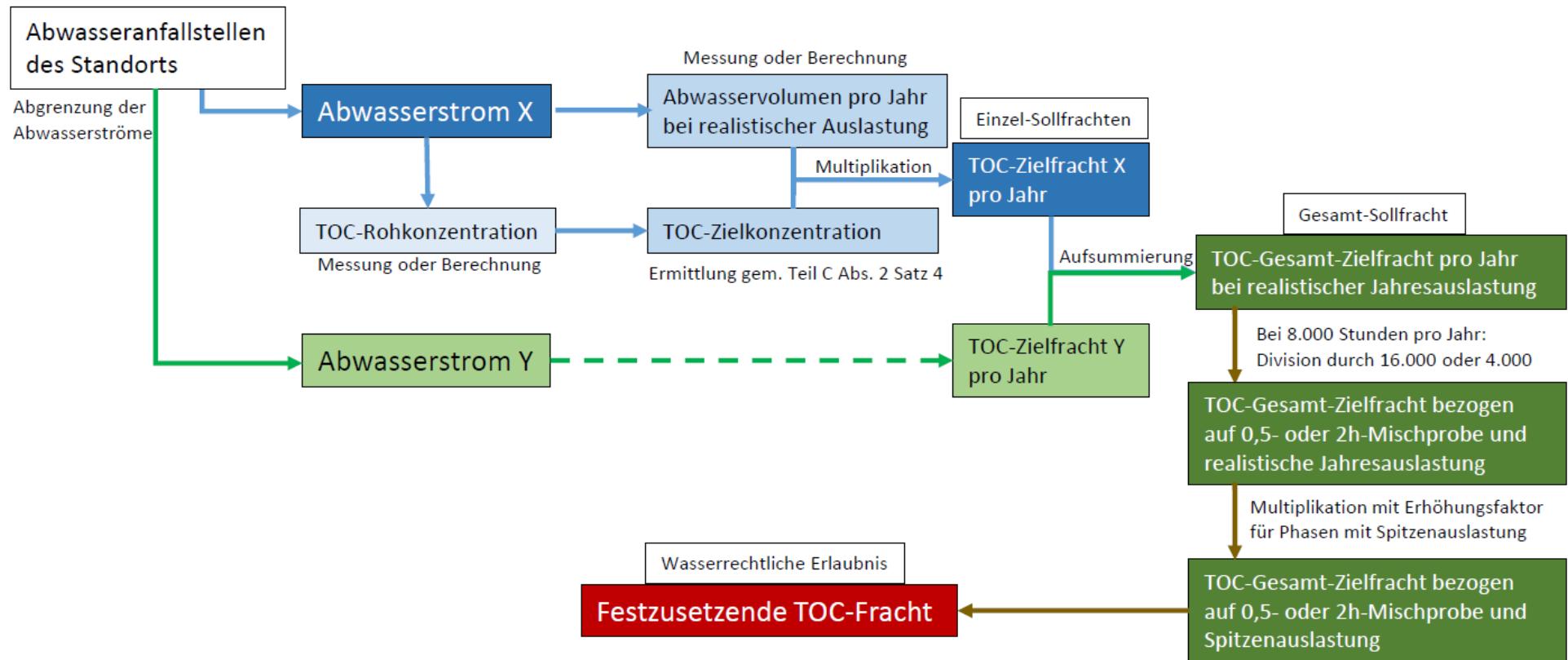


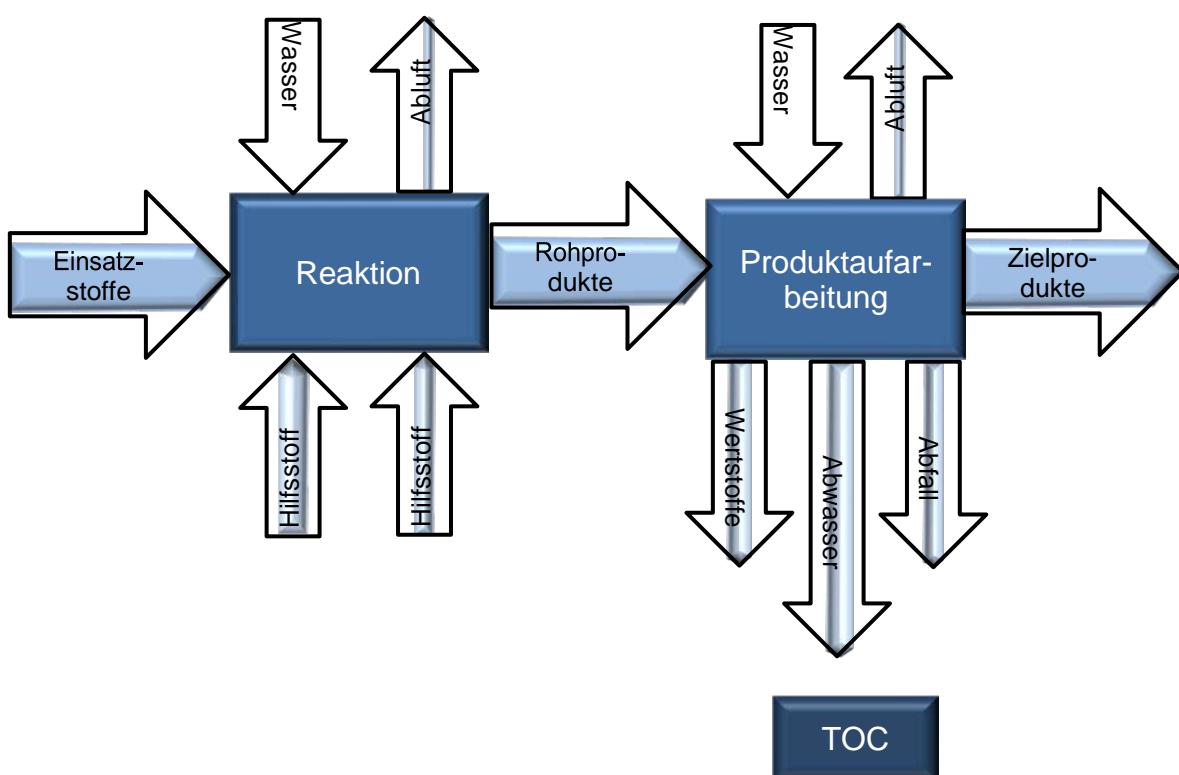
Abbildung 5: Ermittlung der TOC-Gesamtsollfracht

Die Bestimmung der TOC-Konzentration im Rohabwasser am Entstehungsort kann entweder direkt durch Messung oder u. U. indirekt durch Stoffstrombilanzierung erfolgen. Die Messung soll in repräsentativen Mischproben erfolgen.

Für die Ermittlung der TOC-Einzelsoilfrachten ist die Kenntnis der anfallenden TOC-Fracht am Entstehungsort erforderlich. Um den zusätzlichen Messaufwand gering zu halten und möglichst repräsentative Werte zu erhalten, wird empfohlen, die Summe der ermittelten Frachten an den Entstehungsorten mit ggf. genauer bestimmten Jahresfrachten an dezentralen, regelmäßig beprobten Sammelpunkten (z. B. Gebäudeabläufen) abzugleichen.

Für die einzelnen Entstehungsorte ist die Abwassermenge anzugeben. Wenn die Abwassermenge am Entstehungsort nicht gemessen wird, können Wassermengen in der Regel über eine Wasserbilanz ermittelt werden (zugeführte Frischwassermenge, ggf. unter Abzug der Verluste über andere Austragspfade, wie Verdunstung, Produkte, Abfälle). Auch bei Messung der Abwassermenge kann ein Abgleich mit dem Frischwasserbezug – insbesondere bei stark streuenden Werten – zu einer genaueren Bestimmung führen.

Die Stoffstrombilanzierung, wie in Abbildung 6 veranschaulicht, ist insbesondere bei komplexen Produktionsverhältnissen (Batchproduktionen) gut geeignet. Bei der Methode der einzelsynthesebezogenen In-und-Output-Bilanzierung wird für jede Synthese über sämtliche Stoffströme einer Charge bzw. eines Ansatzes bilanziert, und zwar auf der Basis der maßgeblichen Haupt- und Nebenreaktionen unter Berücksichtigung der Ausbeute bzgl. der Edukte, Produkte und Hilfsstoffe.



**Abbildung 6: Stoffstrombilanzierung zur Ermittlung der TOC-Einzel-Rohfrachten**

Die aus dem System ausgetragenen Einzelstofffrachten werden den verschiedenen Output-Pfaden (Zielprodukte, feste Rückstände, Abluft, Abwasser) zugeordnet. Die so für den Abwasserteilstrom bilanzierte Masse der Einzelstoffe wird jeweils in einen TOC-Wert umgerechnet und zur TOC-Gesamtrohfracht aller Abwasserteilströme aufsummiert. Anhand einer Abwasserbilanz wird dem Abwasserteilstrom sodann ein Abwasservolumen zugeordnet. Tabelle 3 zeigt ein einfaches fiktives Beispiel für diese Vorgehensweise. Mit den auf diese Weise errechneten Wert für die TOC-Rohfracht und dem zugehörigen Abwasseranfall kann der für die Sollfrachtermittlung maßgebliche TOC-Konzentrationswert errechnet werden.

**Tabelle 3: Ergebnis der Stoffstrombilanzierung für ein einfaches fiktives Beispiel**

<b>Teilstrom</b>	<b>Inhaltsstoffe pro Tag</b>	<b>TOC-Rohfracht pro Tag</b>	<b>Abwassermenge</b>		
			<b>pro Tag</b>	<b>Tage pro Jahr</b>	<b>pro Jahr</b>
<b>Mutterlauge Synthese A</b>	100 kg Methanol 10 kg Essigsäure	42 kg 38 kg TOC <sup>6</sup> des Methanols und 4 kg TOC <sup>6</sup> der Essigsäure	10 m <sup>3</sup>	300	3000 m <sup>3</sup>
<b>Reinigungswasser Synthese A</b>	15 kg Methanol	5,6 kg	100 m <sup>3</sup>	20	2000 m <sup>3</sup>

#### 4.1.2 Ermittlung der TOC-Einzel-Sollfrachten

Die Abwasserteilströme werden entsprechend ihrer maßgeblichen TOC-Konzentration am Entstehungsort einem der vier Konzentrationsbereiche („Kategorien“) nach Absatz 2, Satz 4, Nr. 1 bis 4 zugeordnet. Für die Ermittlung der teilstrombezogenen Sollfrachten gelten – jeweils auf das Jahr bezogen – folgende Rechenvorschriften:

Kategorie 1	Für TOC>16.000 mg/l	gilt	Volumen des Abwasserstroms multipliziert mit 800 mg/l
Kategorie 2	Für 250<TOC<16.000 mg/l	gilt	Fracht multipliziert mit 0,1
Kategorie 3	Für 25<TOC<250 mg/l	gilt	Volumen des Abwasserstroms multipliziert mit 25 mg/l
Kategorie 4	Für TOC<25 mg/l	gilt	Volumen des Abwasserstroms multipliziert mit Konzentration im Rohabwasser

<sup>6</sup> Die Masse an TOC ergibt sich aus der Masse des Stoffes.

Methanol besitzt eine molare Masse von 32 g/mol bei einem Kohlenstoffanteil von 12 g. Folglich beträgt der Kohlenstoffanteil in 100 kg Methanol ca. 38 kg und damit 38 kg TOC und in 15 kg Methanol ca. 5,6 kg und damit 5,6 kg TOC.

Essigsäure besitzt eine molare Masse von 60 g/mol bei einem Kohlenstoffanteil von 24 g. Folglich beträgt der Kohlenstoffanteil in 10 kg Essigsäure 4 kg und damit 4 kg TOC.

Bei Kategorie 2 wird die TOC-Sollfracht direkt aus der TOC-Rohfracht des Abwasserteilstroms ermittelt. Bei den übrigen 3 Kategorien wird sie durch Multiplikation einer definierten Konzentration mit dem Volumen des Abwasserteilstroms ermittelt.

Tabelle 4 zeigt für das in Tabelle 3 dargestellte Beispiel zur Stoffstrombilanzierung die entsprechende Ableitung der zugehörigen Einzelsollfrachten (siehe auch Abbildung 6).

**Tabelle 4: Ergebnis der Einzelsollfrachtberechnung für ein fiktives Beispiel**

<b>Teilstrom</b>	<b>TOC-Roh-Konzentration</b>	<b>Anforderungs-wert</b>	<b>Einzelsollfracht</b>		
			<b>pro Tag</b>	<b>Tage pro Jahr</b>	<b>pro Jahr</b>
<b>Mutterlauge Synthese A</b>	4.200 mg/l	90 % Elimination	4,2 kg/d	300	1260 kg/a
<b>Reinigungs-wasser Synthese A</b>	56 mg/l	25 mg/l	2,5 kg/d	20	50 kg/a

#### **Anrechnung verfahrensintegrierter Maßnahmen gemäß Teil C Absatz 2 Satz 6**

Teil C Absatz 2 Satz 2 bis 5 beschreibt das Verfahren für die Ermittlung der zulässigen TOC-Jahresgesamtfracht. Für deren Einhaltung ist im Regelfall eine Verminderung der TOC-Fracht im organisch belasteten Rohabwasser um insgesamt mindestens 90 % erforderlich. Dies kann im Allgemeinen durch zentrale Abwasserbehandlung, ggf. in Kombination mit gezielter Vorbehandlung erreicht werden.

Insbesondere wenn der Einleiter trotz fortschrittlicher Abwasserbehandlung und Erfüllung der allgemeinen Anforderungen nach § 3 AbwV und Teil B Absatz 1 die zulässige TOC-Jahresgesamtfracht nicht einhalten kann, besteht gemäß Teil C Absatz 2 Satz 6 die Möglichkeit, die erforderliche Reduzierung der Fracht im Rohabwasser durch Anwendung weitergehender verfahrensintegrierter Maßnahmen im Produktionsprozess zu erreichen.

Voraussetzung dafür ist eine dokumentierte Zustimmung von behördlicher Seite. Wird die zulässige TOC-Jahresgesamtfracht nach Umsetzung solcher Maßnahmen erneut berechnet, so wird gemäß Teil C Absatz 2 Satz 6 für diejenigen Abwasserströme, deren TOC-Rohfracht durch verfahrensintegrierte Maßnahmen reduziert wurde, von der ursprünglichen Wassermenge und TOC-Konzentration ausgegangen.

#### **4.1.3 Berechnung der TOC-Gesamtsollfracht**

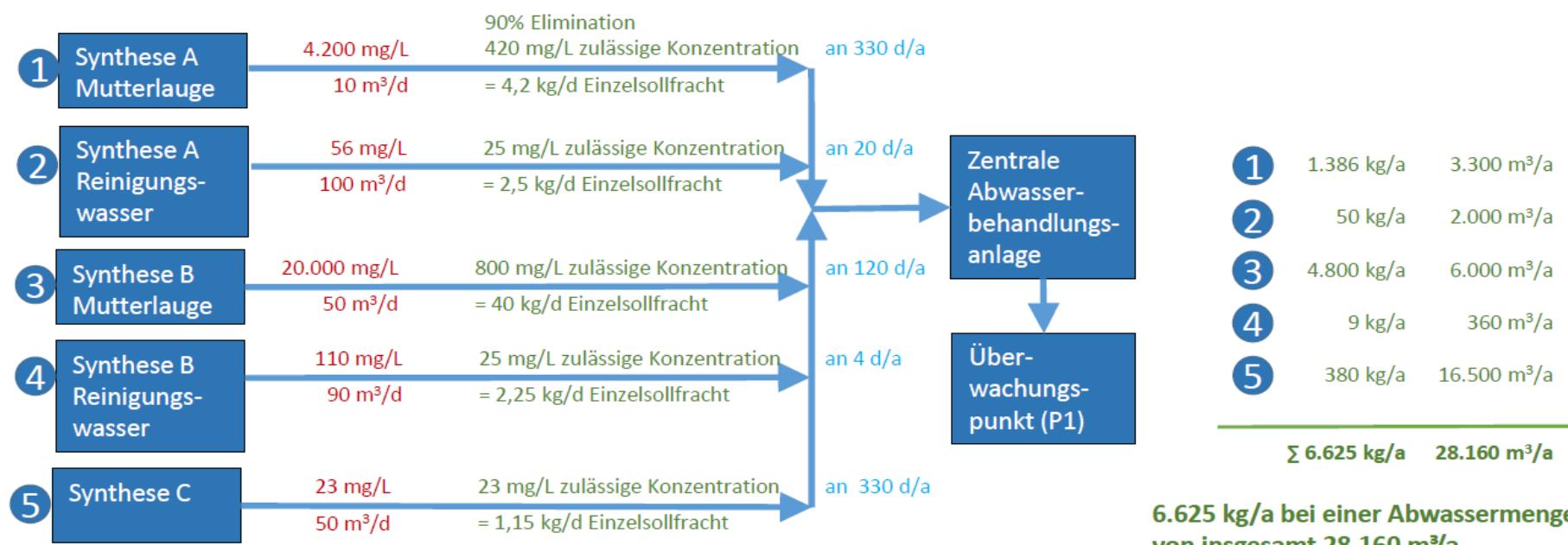
Aus den ermittelten Jahressollfrachten der Teilstrome ergibt sich die Jahresgesamtsollfracht. Dabei spielt insbesondere die genaue Erfassung der Teilstrome über 16.000 mg/l eine wesentliche Rolle. Die Gesamtsollfracht bezieht sich auf die Überwachungsstelle. Bei zentraler Endbehandlung ist dies in der Regel deren Ablauf.

Verfügt ein Werk über mehrere getrennte Endbehandlungsanlagen mit getrennter Einleitung, ist für jede Einleitungsstelle die jeweilige Gesamtsollfracht getrennt zu ermitteln. Die zulässige (errechnete) Jahresgesamtsollfracht ist anschließend entsprechend in einen 0,5 oder 2 Stunden-Wert umzurechnen.

#### 4.1.4 Einhalte-Fiktion hinsichtlich TOC-Anforderungen im Teil C

Ist davon auszugehen, dass bei Beachtung des Teils B (wassersparende Maßnahmen) im Ablauf der Abwasserendbehandlung eine TOC-Konzentration von 25 mg/l in der qualifizierten Stichprobe oder 2-Stunden Mischprobe sicher eingehalten wird, so kann von der Durchführung einer Sollfrachtberechnung abgesehen werden und ein TOC-Überwachungswert von 25 mg/l festgesetzt werden. Die zuständige Behörde kann im Rahmen der wasserrechtlichen Zulassung diese Einhalte-Fiktion ausschließen und auf der Grundlage einer Sollfrachtberechnung einen niedrigeren Überwachungswert als 25 mg/l festlegen. Dies ist insbesondere dann zu prüfen, wenn die TOC-Fracht im Wesentlichen durch einen in der abschließenden Abwasserbehandlung nicht ausreichend eliminierbaren Einzelstoff verursacht wird. Dies war z. B. der Fall bei der Herstellung von Trifluoressigsäure und weiterer flurorganischer Chemikalien. Dort wurde das prozessbedingt anfallende, anorganisch belastete Abwasser zwar innerbetrieblich, aber ohne biologische Stufe gereinigt. Zeitweise wurden deutlich über 10 kg/h Trifluoracetat (TFA) in den Neckar eingeleitet (vgl. LT-DS 16/3456 vom 01.02.2018).

In Abbildung 7: Beispielhafte Berechnung der „Überwachungswerte“ ist für ein einfaches fiktives Beispiel die Aufsummierung der Einzelsollfracht und die Berechnung der Überwachungswerte dargestellt.



#### Bedeutung der Angaben im Schema

tatsächliche Rohkonzentrationen und Wassermengen am Ablauf der Syntheseeinheiten

Anforderungswert aus Anhang 22 und daraus errechnete maximal zulässige Ablauffrachten

Anfalltage im Jahr

#### Berechnung der Überwachungswerte

- ↪ Zulässige Gesamt (Ablauf)-Konzentration (P1) = 235,3 mg/l
- ↪ Berechnung der einzuhaltenden Gesamtfracht (P1) nach Teil C Abs. 2:
  - Fracht in 2 Stunden:  $6.625 : 365 : 12 = 1,51 \text{ kg/2h}$
  - Fracht in 0,5 Stunden:  $6.625 : 365 : 48 = 0,38 \text{ kg/0,5 h}$

Abbildung 7: Beispielhafte Berechnung der Überwachungswerte

#### 4.1.5 Begrenzung von CSB (Teil C, Abs. 2), standortspezifischer Faktor

Die Anforderung, die CSB-Konzentration zusätzlich zur TOC-Festlegung zu begrenzen, resultiert aus § 4 Abs. 1 Satz 2 AbwAG. Der Faktor 1:3 für TOC:CSB ergibt sich formal aus den im BREF CWW aufgeführten BVT-assozierten Emissionswerten. In Einzelfällen kann ein abweichendes TOC:CSB-Verhältnis gegeben sein (Bandbreite etwa 1:2,5 bis 1:3,5). Wenn das reale Verhältnis unter 1:3 liegt, führt die Umrechnung mit Faktor 3 zu einem Überwachungswert, der über dem einzuhaltenden Wert liegt. Beträgt der reale Faktor mehr als 3, könnte die Umrechnung mit 3 zu einem Wert führen, der nicht einhaltbar ist.

##### Beispiel 1:

- Überwachungswert TOC = 100 mg/l
- Einzu haltender CSB-Überwachungswert bisher: 350 mg/l (Faktor 3,5)
- Einzu haltender CSB-Überwachungswert künftig: 300 mg/l (Faktor 3)

##### Beispiel 2:

- Überwachungswert TOC = 100 mg/l
- Einzu haltender CSB-Überwachungswert bisher 250 mg/l (Faktor 2,5)
- Einzu haltender CSB-Überwachungswert künftig: 300 mg/l (Faktor 3)

In beiden Beispielen würde die CSB-Festlegung zu einer Festsetzung der Abwasserabgabe führen, die nicht sachgerecht wäre.

Deshalb kann gemäß Teil C, Abs. 2, Nr. 3 der einzu haltenden CSB-Konzentrationswert statt als dreifacher Wert der TOC-Konzentration auch durch Umrechnung des einzu haltenden TOC-Konzentrationswertes in einen CSB-Konzentrationswert mit einem in der Regel bekannten standortspezifischen Faktor CSB:TOC am Ablauf der letzten Abwasserbehandlungsstufe bestimmt werden.

Falls eine Ermittlung des standortspezifischen Faktors durch Messungen, z. B. bei wesentlichen Änderungen der Abwasserverhältnisse erforderlich ist, ist insbesondere zu berücksichtigen, dass dabei

- der Faktor CSB:TOC aus denselben Proben an der Einleitungsstelle bestimmt,
- eine hinreichende Zahl von Proben zugrunde gelegt (ausreichendes Datenkollektiv),
- weniger als 5 Jahre alte Daten verwendet,
- Verfahren nach der AbwV eingesetzt,
- statistische Auswertungen vorgelegt werden.

## 4.2 Begrenzung von Stickstoff, Phosphor, G<sub>x</sub> (Teil C, Abs. 3)

### 4.2.1 Begrenzung von Stickstoff und Phosphor

Gemäß Teil C Abs. 3 Nr. 1 ist an der Einleitungsstelle in das Gewässer bzw. im Ablauf der letzten Behandlungsstufe für den Parameter Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff ( $N_{ges}$ ) ein Konzentrationswert von 50 mg/l im Abwasser einzuhalten. Es handelt sich um einen direkt geltenden Emissionsgrenzwert nach § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV.

Kann der Wert von 50 mg/l nicht eingehalten werden, kann ein höherer Wert bis zu 75 mg/l festgelegt werden, wenn eine Verminderung der Stickstofffracht um mindesten 75 % erreicht wird. Diese Verminderung kann dezentrale Maßnahmen der Abwasserbehandlung einschließen.

Entsprechend § 6 Absatz 3 a der AbwV gilt dieser Wert auch als eingehalten, wenn der gemessene Wert des gesamten gebundenen Stickstoffs ( $TN_b$ ) den für  $N_{ges}$  festgesetzten Wert nicht überschreitet. Die Ermittlung des gesamten gebundenen Stickstoffs ( $TN_b$ ) hat gegenüber der Ermittlung des Parameters Stickstoff, gesamt, den Vorteil, dass zusätzlich der organisch gebundene Stickstoff erfasst wird und sich der Analysenaufwand vereinfacht. Ist der gemessene Wert des  $TN_b$  größer als der festgelegte Wert des  $N_{ges}$ , so muss zum Nachweis der Einhaltung der Anforderung in jedem Fall die Bestimmung des  $N_{ges}$  erfolgen.

Gemäß Teil C Absatz 3 Nr. 2 ist an der Einleitungsstelle in das Gewässer für den Parameter Phosphor, gesamt, ein Konzentrationswert von 2 mg/l einzuhalten. Es handelt sich um einen direkt geltenden Emissionsgrenzwert nach § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV.

### 4.2.2 Begrenzung der Giftigkeit

Die Anforderungen gemäß Teil C Abs. 3 Nr. 3 gelten für das Gesamtabwasser nach Behandlung. Sie beziehen sich nicht auf das Rohabwasser aus einer Synthese bzw. einer einzelnen Produktionsanlage.

Die Anforderungen an die Fisch-, Daphnien-, Algengiftigkeit und Bakterienleuchthemmung gelten gleichermaßen für neue wie für vorhandene Einleitungen.

Bei der Festlegung dieser Anforderungen wurde die Giftigkeit, die auf Salzgehalte zurückgeht, nicht berücksichtigt. Der Stand der Technik umfasst nicht die Verringerung der Neutralsalzfracht. Aus diesem Grund findet die in § 6 Absatz 4 AbwV angegebene Salzkorrektur Anwendung.

Die Anforderung für das erbgutverändernde Potential (umu-Test) für bestehende Einleitungen (gemäß Teil F Absatz 2) gilt erst ab dem 24. Juni 2024.

Bei den Giftigkeiten handelt es sich um direkt geltende Emissionsgrenzwerte nach § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV.

## 4.3 Festlegungen zu Jahresmittelwerten für TOC, abfiltrierbare Stoffe und Stickstoff (Teil C, Abs. 4)

An der Einleitungsstelle in das Gewässer bzw. im Ablauf der letzten Behandlungsstufe

sind bei Überschreiten bestimmter Jahresfrachten für die Parameter TOC, abfiltrierbare Stoffe und Stickstoff gemäß Teil C Absatz 4 Konzentrationswerte im Jahresmittel einzuhalten. Die Einhaltung der Anforderungen ist durch den Einleiter auf der Basis der Ergebnisse der Selbstüberwachung nachzuweisen. Der Mindestumfang der Selbstüberwachung ist in Teil H festgelegt. Die Berechnung der Jahresmittelwerte erfolgt dabei nach den Vorschriften des § 6 Absatz 6 AbwV. Als Jahresfrachten gelten die im Berichtsjahr tatsächlich eingeleiteten Jahresfrachten. Der Nachweis der Einhaltung der Jahresmittelwerte oder der Unterschreitung der Jahresfrachten erfolgt dabei über den Jahresbericht nach Anlage 2 Nr. 3 AbwV.

Ab einer eingeleiteten Jahresfracht von 3,3 Tonnen TOC ist im Gesamtabwasserstrom eine Konzentration von 33 mg/l im Jahresmittel einzuhalten. Unter bestimmten Voraussetzungen kann der Jahresmittelwert auch bis zu 100 mg/l und mehr betragen. Die Voraussetzungen für diese möglichen Höherstufungen sind im Teil C Absatz 4 abschließend aufgeführt. Bei Inanspruchnahme sind auf der Basis entsprechender Messreihen und Bemessungsdaten im wasserrechtlichen Bescheid, ansonsten spätestens mit dem jeweiligen Jahresbericht, folgende Nachweise vorzulegen bzw. zu aktualisieren:

- Nachweis, dass die reale TOC-Gesamtelimation in der Abwasservor- und Endbehandlung mindestens 90 Prozent beträgt (ohne Anrechnung verfahrensintegrierter Maßnahmen),
- Nachweis bei biologischer Behandlung, dass die Auslegung und der Betrieb der Behandlungsanlage auf eine gezielte Nitrifikation ausgerichtet sind.

Falls letzteres nicht möglich ist:

- Nachweis, dass der BSB<sub>5</sub>-Wert im Ablauf höchstens 20 mg/l beträgt und
- Nachweis, dass die CSB-Schlammbelastung höchstens 0,25 kg CSB/kg organischer Trockensubstanz im Schlamm beträgt; maßgeblich ist bei mehrstufiger biologischer Behandlung die Stufe mit der niedrigsten Schlammbelastung.

Für den nach derzeitiger Kenntnis unwahrscheinlichen Fall, dass der TOC-Jahresmittelwert 100 mg/l übersteigt, ist zusätzlich anhand entsprechender Messungen nachzuweisen, dass

- die reale TOC-Gesamtelimation in der Abwasservor- und -endbehandlung mindestens 95 Prozent beträgt (ohne Anrechnung verfahrensintegrierter Maßnahmen)
- der TOC im Zulauf zur Abwasserendbehandlung im Jahresdurchschnitt mehr als 2,0 g/l beträgt und
- der Zulauf trotz Erfüllung der Allgemeinen Anforderungen und der Anforderungen nach Teil D Abs. 4 einen hohen Anteil an schwer abbaubaren organischen Verbindungen aufweist.

Für die Herstellung von Methylcellulose gilt der Jahresmittelwert für TOC nicht. Hier ist es zulässig, wenn trotz fachgerechter Dimensionierung der biologischen Abwasserbehandlung der Wert von 100 mg/l überschritten wird, ohne dass die o. g. Voraussetzungen vollständig erfüllt werden.

Der Parameter „abfiltrierbare Stoffe“ (AFS) steht ausschließlich als Jahresmittelwert im

Anhang 22. Ab einer eingeleiteten jährlichen Fracht von 3,5 Tonnen darf die Konzentration im Jahresmittel 35 mg/l nicht überschreiten. Die Begrenzung gilt nicht, wenn die Belastung aus anderen Herkunftsbereichen stammt (z. B. Anhang 31, Wasseraufbereitung).

Für den Parameter Stickstoff ist bei Überschreitung einer Jahresfracht von 2,5 t TN<sub>b</sub> bzw. 2 t N<sub>ges</sub> entweder ein Jahresmittelwert für TN<sub>b</sub> oder N<sub>ges</sub> festzulegen. Beide Jahresmittelwerte gelten allerdings nur für Abwasserbehandlungsanlagen mit biologischer Behandlungsstufe.

Weist der Einleiter nach, dass die Eliminationsrate der gesamten Abwasserbehandlung mehr als 70 % beträgt, können auch höhere Jahresmittelwerte festgelegt werden:

- Bis zu 40 mg/l bei TN<sub>b</sub> bzw.
- bis zu 35 mg/l bei N<sub>ges</sub>.

Die Jahresmittelwerte für TOC, abfiltrierbare Stoffe und Stickstoff sind gemäß § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV direkt geltende Emissionsgrenzwerte.

#### **4.4 Festlegungen zu Jahresmittelwerten für AOX und ausgewählte Schwermetalle (Teil C, Abs. 5)**

An der Einleitungsstelle in das Gewässer bzw. im Ablauf der letzten Behandlungsstufe sind bei Überschreiten bestimmter Jahresfrachten für die Parameter AOX und ausgewählte Schwermetalle gemäß Teil C Absatz 5 Konzentrationswerte im Jahresmittel einzuhalten. Die Einhaltung der Anforderungen ist durch den Einleiter auf der Basis der Ergebnisse der Selbstüberwachung nachzuweisen. Der Mindestumfang der Selbstüberwachung ist in Teil H festgelegt. Die Berechnung der Jahresmittelwerte erfolgt dabei nach den Vorschriften des § 6 Absatz 6. Als Jahresfrachten gelten die im Berichtsjahr tatsächlich eingeleiteten Frachten. Der Nachweis der Einhaltung der Jahresmittelwerte oder der Unterschreitung der Jahresfrachten erfolgt dabei über den Jahresbericht nach Anlage 2 Nr. 3 AbwV.

Die Jahresmittelwerte für AOX und die Schwermetalle Chrom, gesamt, Kupfer, Nickel und Zink sind gemäß § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV direkt geltende Emissionsgrenzwerte.

Für den Parameter Cu ist zu beachten, dass an Standorten, an denen die Kupferfracht hauptsächlich aus der Herstellung von Dichlorethan mittels Oxychlorierung stammt, gemäß Abschnitt II, Teil C, Abs. 1 die Einhaltung der spezifischen Fracht (0,2 g/t DCE für das Wirbelbettverfahren) im Jahresmittel nachzuweisen ist. Hierfür wird die gemessene Gesamtfracht an Kupfer (aus dem Anwendungsbereich Anhang 22) an der Einleitungsstelle ohne gesonderte Differenzierung nach Quellen zugrunde gelegt und durch die im Bezugsjahr in der Oxychlorierung (Wirbelschichtverfahren) produzierte DCE-Menge dividiert. Eine errechnete Überschreitung des Anforderungswertes für Cu hat keine Auswirkungen auf die Beurteilung des Jahresmittelwertes, wenn der Betreiber im Jahresbericht für das Bezugsjahr nachweist, dass die Kupferfracht hauptsächlich auf andere Quellen als die Oxychlorierung zurückzuführen ist. Die mit der Anforderung rechnerisch korrespondierende Konzentration liegt im Allgemeinen deutlich unter dem in Abschnitt I angegebenen allgemeinen Anforderungswert von 0,05 mg/l.

#### **4.5 Festlegungen zu Jahresmittelwerten für DCE und PCDD/F (Abschnitt II, Teil C)**

An Standorten mit Herstellung von Dichlorethan ist an der Einleitungsstelle in das Gewässer bzw. im Ablauf der letzten Behandlungsstufe die in Abschnitt II, Teil C, Abs. 1 angegebene spezifische DCE-Fracht im Jahresmittel einzuhalten. Wird Dichlorethan mittels Oxychlorierung im Wirbelbettverfahren hergestellt, ist zusätzlich die an gleicher Stelle angegebene spezifische PCDD/F-Fracht, ausgedrückt in Toxizitätsäquivalenten, einzuhalten. Beide Anforderungen beziehen sich auf die Gesamtfacht an der Einleitungsstelle. Eine errechnete Überschreitung hat keine Auswirkungen, wenn der Betreiber im Jahresbericht für das Bezugsjahr nachweist, dass die jeweiligen Frachten hauptsächlich auf andere Quellen als die Herstellung von Dichlorethan zurückzuführen sind.

Die Einhaltung der Anforderungen ist durch den Einleiter auf der Basis der Ergebnisse der Selbstüberwachung nachzuweisen. Der Mindestumfang der Selbstüberwachung ist in Abschnitt II, Teil H Abs. 1 festgelegt. Die Berechnung der Jahresmittelwerte erfolgt dabei nach den Vorschriften des § 6 Absatz 6 AbwV. Die spezifische Fracht im Bezugsjahr wird durch Multiplikation des Konzentrationsjahresmittelwertes mit der gemessenen Jahresabwassermenge und Division durch die Produktionsmenge im Bezugsjahr ermittelt. Der Nachweis der Einhaltung erfolgt über den Jahresbericht.

Die Anforderungen sind gemäß § 1 Absatz 2 Satz 1 der AbwV direkt geltende Emissionsgrenzwerte.

Gereinigtes DCE ist die Summe aus herstellter Menge an DCE und aus der VCM-Herstellung in die Reinigung zurückgeföhrter Menge an DCE.

Eine errechnete Überschreitung der Anforderungswerte für DCE und PCDD/F hat keine Auswirkungen auf die Beurteilung der Jahresmittelwerte, wenn der Betreiber im Jahresbericht für das Bezugsjahr nachweist, dass die jeweiligen Frachten hauptsächlich auf andere Quellen als die Herstellung von DCE zurückzuführen ist.

## 5 Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung (Teil D)

### 5.1 Begrenzung des AOX (Teil D, Abs. 2)

#### Erläuterung der Frachtbilanzierung

Gemäß Teil D, Abs. 2 ist die AOX-Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden sowie die AOX- Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu begrenzen. Das allgemeine Vorgehen für die Ermittlung der zu begrenzenden Gesamtfracht über die Ermittlung von Einzelsollfrachten und Aufsummierung zu einer Gesamtjahressollfracht wird in Kapitel 3 erläutert.

Zur Berechnung der Einzelsollfrachten sind zunächst die spezifischen unter Abs. 2 Satz 4, Nrn. 1 bis 7 für bestimmte Herstellungsbereiche aufgeführten AOX-Werte zugrunde zu legen – vgl. Zeilen 1 und 2 der Tabelle 5.

Dabei können die Anforderungen der Nrn. 3 und 4 (Herstellung von organischen Farbstoffen und pharmazeutischen Wirkstoffen) nur für Abwasser aus der Herstellung von AOX- relevanten Stoffen zugrunde gelegt werden, das heißt, soweit dort halogenhaltige Stoffe bei der Synthese bzw. der jeweiligen Synthesestufe umgesetzt oder hergestellt werden oder halogenorganische Nebenprodukte entstehen. Die Anforderung gilt für Prozessabwasser aus AOX-relevanten Synthesestufen und für Abwasserströme aus nicht AOX- relevanten Synthesestufen mit AOX-Belastungen über 1 mg/l, die aus vorangegangenen AOX-relevanten Synthesestufen stammen ("Verschleppungen"). Bei Nr. 3 sind die aromatischen Zwischenprodukte unabhängig davon einzubeziehen, ob diese verkauft oder werksintern verarbeitet werden.

Beträgt die AOX-Konzentration am Ort des Entstehens weniger als 1 mg/l, können die Anforderungen nach Nr. 3 und 4 nicht zu Grunde gelegt werden, wenn die Abwasserströme aus

- Abluftwäschen,
  - der Vakumerzeugung oder
  - Synthesestufen, bei denen keine halogenhaltigen Stoffe umgesetzt oder hergestellt werden oder halogenorganische Nebenprodukte entstehen,
- stammen. Es gilt dann Nr. 8.

Der Einsatz von Halogenkohlenwasserstoffen als Löse- oder Extraktionsmittel reicht allein für die Anwendung der Nr. 4 nicht aus. In diesen Fällen gelten für das Abwasser die Anforderungen der Nummern 8 und/oder 9.

**Tabelle 5: Berechnung der AOX-Gesamtsollfracht (Beispiel)**

	Betriebsart, Nr. gemäß Teil D, Abs. 2 Satz 4	Bemerkungen / Anforderungen	AOX Ist- Wert	Wasser- menge	Produktions- kapazität	Einzelsoll- fracht bei 1 mg/l	Einzelsoll- fracht bei 20 g/t Produkt	Einzelsoll- fracht Sonder- regelung	Anzurech- nende Soll- fracht
			mg/l	m <sup>3</sup> /a	t/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
1	Herstellung Nr. 3	8 mg/l	30	200.000	5.000	-	-	1.600	1.600
2	Herstellung Nr. 5	10 g/t	2	6.600	50.000	-	-	500	500
3	Herstellung Nr. 9	1 mg/l oder 20 g/t	20	176.000	22.000	176	440	-	440
4	Herstellung Nr. 9	1 mg/l oder 20 g/t	15	176.000	4.400	176	88	-	176
5	Anwendung Nr. 9	1 mg/l	3	110.000	-	110	-	-	110
6	Herstellung Nr. 9	1 mg/l oder 20 g/t	70	4.000	nicht definierbar	4	-	-	4
7	Herstellung Nr. 9	gezielte Maß- nahme: 1 mg/l oder 20 g/t	0,5	220.000	13.200	220	264	-	264
8	Herstellung Nr. 8	keine gezielte Maßnahme: 0,3 mg/l	0,2	100.000	15.400	-	-	30	30
9	Herstellung	Abwasserfrei	-	0	22.000	-	440	-	-
	Anhang 31	Kühlwasser 0,15 mg/l	0,12	220.000	-	-	-	33	33
	Anhang 36	0,1 mg/l	0,2	242.000	-	-	-	24	24
<b>S U M M E</b>				<b>1.454.600</b>					<b>3.181</b>
			<b>Die zulässige Jahresgesamtfracht beträgt 3.181 kg/a AOX.</b>						

Für Abwasserströme, die unter Abs. 2 Satz 4 Nr. 1 bis 8 nicht geregelt sind, sind gemäß Nr. 9 die zur Berechnung der Einzelsollfracht zugrunde zu legenden AOX-Werte 1 mg/l oder 20 g AOX/t.

Abs. 2 Satz 4 Nr. 9 stellt die beiden Berechnungsmöglichkeiten (1 mg/l x Wassermenge oder 20 g/t x Produktionskapazität Zielprodukt) gleichberechtigt nebeneinander - vgl. Zeile 3 und 4 der Abbildung. Die Sollfrachtberechnung über die Produktionskapazität führt in der Regel zu einer höheren zulässigen Fracht. Die produktionsspezifische Fracht darf jedoch nur bei Herstellung und Weiterverarbeitung angewendet werden, bei der Anwendung von halogenorganischen Verbindungen, z. B. als Lösemittel, darf sie nicht in Ansatz gebracht werden - vgl. Zeile 5 der Tabelle 5.

Die Anwendung des Konzentrationswertes (1 mg/l) kommt insbesondere dann in Frage, wenn eine eindeutige Zuordnung zu einer Produktion bzw. einem Zielprodukt nicht möglich ist - vgl. Zeile 6 der Tabelle 5.

Nach den Vorgaben der Nr. 9 können Abwasserströme mit AOX-Konzentrationen unterhalb 1 mg/l dann berücksichtigt werden, wenn diese Konzentrationen durch gezielte Maßnahmen erreicht werden - vgl. Zeile 7 der Tabelle 5.

Bei Konzentrationen, die in der Regel den Wert von 1 mg/l unterschreiten, ohne dass diese Konzentration durch gezielte Maßnahmen erreicht wird, ist gemäß Nr. 8 ein Wert von 0,3 mg/l zugrunde zu legen, wenn eine Konzentration von 0,1 mg/l überschritten wird. Dabei ist es unerheblich, ob die AOX-Belastung aus der Herstellung, Weiterverarbeitung oder Anwendung von Stoffen stammt, vgl. Zeile 8 der Tabelle 5.

Durch Aufsummierung der ermittelten Einzelsollfrachten erhält man die zulässige Gesamtsollfracht. Abwasserfreie Produktionen können dabei nicht berücksichtigt werden - vgl. Zeile 9 der Tabelle 5.

Die Ausführungen im Kapitel 3 zur Ermittlung der Einzelsollfrachten und zur Gesamtsollfrachtermittlung sind entsprechend zu beachten.

Gemäß Abs. 2 gelten die Anforderungen an den AOX nicht für jodorganische Stoffe im Abwasser aus der Herstellung und Abfüllung von Röntgenkontrastmitteln. Es sind hierfür also weder die Anforderungen nach Abs. 2 Satz 4 Nr. 9 noch nach Abs. 2 Satz 4 Nr. 4 zugrunde zu legen. Vielmehr müssen die Anforderungen gemäß Stand der Technik im Einzelfall festgestellt werden.

Die einzigen Änderungen im Vergleich zum bisherigen Anhang 22 sind die Streichung der Anforderung für die einstufige Acetaldehyd-Synthese und die Streichung der Ausnahmeregelung für bestehende Einleitungen aus der PVC-Produktion in Teil F.

## 5.2 Begrenzung von Schwermetallen (Teil D, Abs. 3)

Gemäß Teil D, Abs. 3 ist für bestimmte Schwermetalle die Gesamtfracht in 0,5 oder 2 Stunden sowie die Konzentration in der qualifizierten Stichprobe oder in der 2-Stunden-Mischprobe zu begrenzen. Dies bezieht sich auf den Gesamtgehalt an gebundenem und (praktisch wenig relevant) elementarem Schwermetall in gelöster und fester Form. Begrenzt werden die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Kupfer, Nickel, Blei, Chrom, Zink und Zinn. Das allgemeine Vorgehen für die Ermittlung der zu begrenzenden Gesamtfracht über die Ermittlung von Einzelsollfrachten und Aufsummierung zu einer Gesamtjahressollfracht wird in Kapitel 3 erläutert.

Zur Berechnung der Einzelsollfrachten sind die in Teil D, Abs. 3 genannten Konzentrationswerte mit der jeweiligen Abwassermenge zu multiplizieren. Soweit das Abwasser

aus der Herstellung, Weiterverarbeitung und Anwendung dieser Schwermetalle resultiert, sind die Werte der Spalte I zugrunde zu legen.

Durch die Spalte mit den Konzentrationswerten II werden Belastungen über der Bestimmungsgrenze berücksichtigt, die nicht aus Herstellung, Weiterverarbeitung und Anwendung stammen und im Allgemeinen einer gezielten Behandlung nicht zugänglich sind. Die belasteten Abwasserströme sind, mit dem Konzentrationswert II einzurechnen.

Bei der Sollfrachtermittlung ist von einer realistischen Höchstauslastung auszugehen. Zur Festlegung des Überwachungskonzentrationswertes wird die Gesamtsollfracht durch die korrespondierende Gesamtabwassermenge dividiert.

Vereinfachend kann es im Einzelfall genügen, aus dem Kataster die Teilströme mit Konzentrationswerten über denen der Spalte II gesondert zu erfassen und die restlichen, sehr gering belasteten Teilströme nicht in Betracht zu ziehen, wenn diese Ströme nur marginal zur Gesamtfracht beitragen.

### **5.3 Begrenzung des TOC gemäß Teil D (Teil D, Abs. 4)**

Ein Abwasserstrom darf bei Überschreiten aller u. g. Schwellenwerte mit einem anderen Abwasserstrom aus dem Anwendungsbereich dieses Anhangs nur zusammengeführt werden oder mit anderem Abwasser vermischt werden, wenn nachgewiesen wird, dass die für den Ort des Entstehens (Schnittstelle zwischen Produktionsprozess und Abwassersystem) ermittelte TOC-Fracht dieses Abwasserstromes bei der nachfolgenden Behandlung um mindestens 80 % vermindert wird.

Wenn die aus dem betroffenen Abwasserstrom in das Gewässer eingeleitete TOC-Restfracht höchstens 20 kg/d bzw. 300 kg/a oder 1 kg/t der Produktionskapazität beträgt, ist der Nachweis nicht erforderlich. Damit wird ein Anreiz ausgeübt, durch verfahrensintegrierte Maßnahmen mindestens eine der Auslöseschwellen zu unterschreiten.

Der Nachweis der Frachtverringerung ist für Abwasserbehandlungsanlagen durch die Bestimmung des TOC-Eliminierungsgrades dieser Anlagen und für aerobe biologische Abwasserbehandlungsanlagen durch das Ergebnis einer Untersuchung nach Nummer 407 der Anlage 1 zur Abwasserverordnung zu erbringen.

Die Anzahl der für die Bestimmung des TOC-Eliminierungsgrades und der TOC-Restfrachten erforderlichen Messungen richtet sich nach der erforderlichen Reproduzierbarkeit der Ergebnisse für die Entscheidung, ob die geforderte Eliminationsleistung erreicht wird und die Schwellenwerte überschritten werden.

Zur Erreichung der 80 %igen TOC-Verminderung sind die jeweils erreichten Frachtminderungen in physikalisch-chemischen und biologischen Abwasserbehandlungsanlagen additiv zu berücksichtigen – also die Summe aller Abwasserbehandlungsstufen. Hierbei können verfahrensintegrierte Maßnahmen nicht angerechnet werden.

Der geforderte Nachweis bedeutet nicht, dass diese Eliminationsrate durch regelmäßige Überwachung bestätigt werden muss.

Bei Mehrzweckanlagen sind die Nachweise für die verschiedenen Synthesen grundsätzlich separat zu erbringen. Bei Synthesen, die bezüglich der Fracht und Eigenschaften des TOC ähnliches Abwasser erzeugen, können diese Synthesen mit Zustimmung der zuständigen Behörde aggregiert betrachtet werden.

Die Begrenzung des TOC gilt ohne Einschränkung, d. h. nicht begrenzt auf neue Einleitungen. Ausnahmen sind in Teil F Abs. 3 geregelt.

## **6 Anforderungen an das Abwasser für den Ort des Anfalls (Teil E)**

### **6.1 Anforderungen für Chrom VI (Abschnitt I)**

Nach Teil E Abs. 1 gilt die Anforderung für Chrom VI für den Ort des Anfalls. Damit ist Chrom(IV) keiner Kompensationsbetrachtung zugänglich.

### **6.2 Anforderungen bei der Herstellung von DCE und VCM (Abschnitt II, Teil E, Abs. 1, 2 u. 3a)**

Es ist beste verfügbare Technik, das Abwasser aus der Herstellung von DCE und VCM durch Strippen von flüchtigen Verbindungen zu befreien. Bei der Oxychlorierung wird das Strippen mit einer Hydrolyse zur Spaltung von Chloralhydrat in biologisch leicht abbaubares Methanol und strippbares Trichlormethan (Chloroform) kombiniert.

Am Ablauf der Stripper sind jeweils auf Basis der Messergebnisse aus der Eigenüberwachung (Abschnitt II, Teil H, Abs. 2) die Monatsmittelwerte von 0,40 mg/l für DCE und 0,050 mg/l für VCM einzuhalten. Die Monatsmittelwerte sind aus Tagesmittelwerten zu berechnen.

Bei der Oxychlorierung im Wirbelschichtverfahren gelangt über die Quenchung/Wäsche des Prozessgases kupferhaltiger, PCDD/F-belasteter Katalysatorabrieb in das salzaure Abwasser, in dem Kupfer z. T. gelöst wird. Diese Einträge lassen sich partiell vermindern durch Rückhaltung der Katalysatorpartikel im Gasstrom mittels Filtration (vgl. Anforderung Abschnitt II Teil B). Auch dann ist jedoch eine Behandlung des Abwassers mittels Fällung/Flockung und anschließender Feststoffabtrennung unverzichtbar, um die Werte nach dem Absatz 2 einhalten zu können.

Am Ablauf der Feststoffabtrennung sind auf Basis der Messergebnisse aus der Eigenüberwachung (Abschnitt II, Teil H, Abs. 2) die Jahresmittelwerte von 0,60 mg/l für Kupfer, 0,80 ng I-TEQ/l für PCDD/F und 30 mg/l für AFS einzuhalten.

Die Feststoffabtrennung kann vor oder hinter die Stripping des Abwassers geschaltet werden. Bei vorgelagerter Feststoffabtrennung ist der anfallende Schlamm zwecks Entfernung von Chlorkohlenwasserstoffen zu behandeln.

### **6.3 Abweichungen von §3 Absatz 5 (Abschnitt II Teil E Absatz 3a)**

Absatz 3a ermöglicht entsprechend den BVT-Schlussfolgerungen des LVOC-BREF eine gemeinsame Vorbehandlung von Abwasserteilströmen verschiedener Anlagen an einem Standort, beispielsweise zur Verringerung von Kupfer im Abwasser durch chemische Fällung und Koagulation und Flockung, sofern nachgewiesen werden kann, dass eine mindestens gleichwertige Verringerung der Schadstofffracht erreicht wird. Dies gilt auch für die Frachten für PCDD/PCDF und abfiltrierbare Stoffe. Das kann erhebliche Kosten für anlagenbezogene Investitionskosten vermeiden.

### **6.4 Anforderungen bei der Herstellung von DNT, TDA, TDI und MDI (Abschnitt II, Teil E, Abs. 3 und 4-7)**

Das Abwasser aus der DNT-Herstellung enthält neben Toluol eine Vielzahl von stickstofforganischen Verbindungen, die auf Grund ihrer begrenzten Abbaubarkeit, ihrer Human- und Ökotoxizität und/oder nitrifikationshemmenden Wirkung problematisch sind. Deswegen wird das anfallende Abwasser getrennt vorbehandelt. Als BVT kommen neben der etablierten Extraktion mit Toluol (und anschließender weitgehender Entfernung von im Abwasser verbliebenem Extraktionsmittel) auch oxidative Verfahren (Oxidation mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oder Ozon) in Frage.

Im Auslass der Herstellungsanlage ist auf Basis der Messergebnisse aus der Eigenüberwachung (TOC, Abwasserabfluss) gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 2 die spezifische TOC-Fracht von 1 kg/t hergestelltem DNT im Monatsmittel einzuhalten.

Die Herstellung von TDI durch Phosgenierung von TDA und anschließender Umlagerung zum Isocyanat kann weitgehend abwasserfrei durchgeführt werden. Im Ablauf der Anlage ist auf Basis der Messergebnisse aus der Eigenüberwachung (TOC, Abwasserabfluss) gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 2 die spezifische TOC-Fracht von 0,1 kg/t hergestelltem TDI im Jahresmittel einzuhalten.

Bei der Herstellung von MDI (Phosgenierung von MDA statt TDA) fallen etwas höhere Frachten an, die spezifische TOC-Fracht ist am Auslass der Herstellungsanlage entsprechend auf 0,2 kg/t hergestelltem MDI begrenzt.

## 7 Anforderungen für vorhandene Einleitungen und Anlagen (Teil F)

### 7.1 Abwassertrennung (Teil F, Abs.1)

Gemäß Teil B Absatz 2 ist nicht behandlungsbedürftiges Abwasser getrennt von behandlungsbedürftigem Abwasser abzuleiten (siehe Kapitel 2.3).

Bei vorhandenen Entwässerungssystemen kann die zuständige Behörde gemäß Teil F Absatz 1 zustimmen, dass über die Anlagen zur Ableitung von behandlungsbedürftigem Abwasser auch nicht behandlungsbedürftiges Abwasser abgeleitet werden kann. Dadurch können unverhältnismäßige Kosten, die sich aufgrund bestehender baulicher Gegebenheiten für Entflechtungen von gemeinsamen Ableitungen im Einzelfall ergeben könnten, vermieden werden. Kleinsteinleitungen können vernachlässigt werden, da sie nicht zu einer verminderten Reinigungseffizienz der Abwasserbehandlung führen.

Nicht durch diese Ausnahmeregelung abgedeckt sind vorhandene Einleitungen von behandlungsbedürftigem Abwasser, die ohne adäquate Behandlung über Anlagen zur Ableitung von nicht behandlungsbedürftigem Abwasser erfolgen. Dabei handelt es sich insbesondere um Fehlanschlüsse von Prozessabwasserteilströmen an Regenwasser- oder Kühlwassereinleitungen. Diese sind in jedem Fall zu beseitigen.

### 7.2 Anforderungen für das erbgutverändernde Potenzial (umu-Test) (Teil F, Abs. 2)

Seit dem 24.06.2024 sind die Anforderungen für das erbgutverändernde Potenzial von allen Einleitern einzuhalten.

### 7.3 Ausnahmen von den Anforderungen nach Teil D Abs. 4

Gemäß Teil D Absatz 4 darf ein Abwasserstrom mit einem anderen Abwasserstrom aus dem Anwendungsbereich des Anhangs 22 nur dann zusammengeführt oder mit anderem Abwasser vermischt werden, wenn nachgewiesen wird, dass die für den Ort des Entstehens ermittelte TOC-Fracht dieses Abwasserstromes bei der nachfolgenden Behandlung um mindestens 80 % vermindert wird (siehe Kapitel 5.3).

Von dieser Anforderung sind Abwasserströme ausgenommen, für die plausibel nachgewiesen wird, dass ihre TOC-Restfracht bei Einleitung in ein Gewässer mindestens einen der folgenden Schwellenwerte nicht überschreitet:

- 20 kg TOC je Tag
- 300 kg TOC je Jahr
- 1 kg TOC je Tonne Produktionskapazität.

Für Abwasserströme, die alle drei Schwellenwerte überschreiten, gilt die Anforderung nur dann nicht, wenn jede der folgenden drei Voraussetzungen erfüllt wird:

1. Es handelt sich um Abwasser am Ort des Entstehens aus folgenden Prozessen:
  - Sprühtrocknung von flüssigen und festen Polykondensaten auf Basis der Reaktion von Phenolsulfonsäure und Formaldehyd,
  - Herstellung von Arylidien sowie Azo-, Isoindolin-, Chinacridon- und Dioxazinpigmenten,
  - Herstellung von Metamizol ausgehend von Anilin und Natriumnitrit.

2. Die vorgenannten Abwasserströme betreffen Einleitungen aus Produktionsanlagen, die bereits vor dem 1. Januar 1999 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden war.
3. Die zuständige Behörde hat der Inanspruchnahme der Ausnahmeregelung zugestimmt.

## 8 Betreiberpflichten (Teil H)

### 8.1 Betreiberpflichten gemäß Abschnitt I, Teil H

Teil H enthält (als Umsetzung von BVT) Anforderungen an die Selbstüberwachung der Einleitungsstelle bzw. an den Ablauf der Endbehandlung bei Direkteinleitungen. Die Anforderungen gelten unabhängig davon, ob der betreffende Parameter in Teil C begrenzt wird. Sie richten sich gemäß § 1 Abs. 2 AbwV unmittelbar an den Einleiter, d. h., sie gelten als im Bescheid umgesetzt. Dies betrifft die Parameter

- TOC, AFS,  $N_{\text{ges}}$  oder  $TN_b$ ,  $P_{\text{ges}}$   
(Mindesthäufigkeit: täglich, also durchgehende Überwachung);
- AOX und einzelne Schwermetalle (Mindesthäufigkeit: monatlich).

Die Messungen sind grundsätzlich in der durchflussproportionalen 24-Stunden-Mischprobe durchzuführen. Dabei wird über 24 Stunden in festen Zeitabständen jeweils eine Teilprobe entnommen, deren Volumen sich proportional zum Volumenstrom zwischen den Probenahme-Zeitpunkten verhält. Diese Teilproben werden zu einer Mischprobe vereinigt. Auf diese Weise erhält man bei schwankenden Abwasserverhältnissen eine repräsentativere Probe für die Bestimmung der mittleren Konzentrationen und Frachten, als bei einer zeitproportionalen Probenahme, bei der für die Teilproben in festen Zeitabständen ein konstantes Volumen entnommen wird.

Von den vorgenannten Anforderungen kann die zuständige Behörde Abweichungen wie folgt zulassen:

- Anstelle der aufwändigeren durchflussproportionalen Probenahme kann die zeitproportionale Probenahme angewendet werden, wenn die vorgelegten Daten aus der Selbstüberwachung nur geringe Schwankungen im Volumenstrom und in der Konzentration belegen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die durchflussproportionale Probenahme keinen wesentlichen Erkenntnisgewinn bringen würde.
- Die Mindesthäufigkeit der Messungen kann verringert werden, wenn aus den vorgelegten Daten der Selbstüberwachung eine deutliche Stabilität der Messergebnisse hervorgeht. Davon ist auszugehen, wenn ein Parameter nicht im Abwasser zu erwarten ist oder die Belastung weit unter dem Schwellenwert oder Jahresmittelwert nach Teil C liegt, so dass die zu erwartenden Schwankungen der Messwerte nicht von Bedeutung sind für die Einhaltung dieser Werte.
- Anstelle von Analyse- und Messverfahren der Anlage 1 können andere Überwachungsverfahren eingesetzt werden, soweit diese von der zuständigen Behörde für den jeweiligen Parameter anerkannt worden sind.

Die landesrechtlichen Vorschriften für die Selbstüberwachung sowie ggf. zusätzliche Regelungen in der wasserrechtlichen Erlaubnis, z. B. zur näheren Festlegung der Probenahmetage, bleiben durch die Anforderungen des Teil H unberührt.

Die geforderte Selbstüberwachung dient gemäß Teil H Abs. 2 auch dem Zweck, die Einhaltung der in Teil C festgelegten Jahresmittelwerte nachzuweisen. Der Nachweis erfolgt für das abgelaufene Kalenderjahr, zweckmäßigerweise als Teil des in Teil H Abs. 3 geforderten Jahresberichtes. Bei freiwilligen zusätzlichen Messungen über die geforderte Häufigkeit hinaus sind auch deren Ergebnisse für den Nachweis in der in § 6 Abs. 6 AbwV festgelegten Weise einzubeziehen. Die zusätzlichen Messungen

müssen berücksichtigt werden, sofern sie mit den gleichen Verfahren bzgl. Probenahme und Analytik durchgeführt worden sind.

Im Übrigen beinhaltet der Jahresbericht nach Teil H Abs. 3 gemäß Anlage 2 Nr. 3 AbwV insbesondere Angaben zum Abwasseranfall und Wasserverbrauch, zu besonderen Betriebsbedingungen und zur Umsetzung der allgemeinen Anforderungen.

## 8.2 Betreiberpflichten gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 1

Für Standorte mit Anlagen zur Herstellung von DCE, VCM, MDA, MDI oder TDI werden je nach angegebener Herstellung Anforderungen an die Selbstüberwachung der Parameter Kupfer, DCE und PCDD/F sowie Anilin und chlorierte Lösemittel gestellt.

Für die einzelnen Parameter werden folgende Hinweise gegeben:

**Kupfer:** Die Mindesthäufigkeit entspricht der Mindesthäufigkeit in Abschnitt I.

**DCE:** Abweichend von den anderen Parametern erfolgen die Probenahme als Stichprobe, um Verluste durch Verflüchtigung zu vermeiden. Hierbei werden mindestens drei Stichproben am Beprobungstag separat analysiert und die Ergebnisse gemittelt.

**PCDD/F:** Die Messergebnisse für die einzelnen Kongenere werden (gemäß Anlage 1, Nr. 339 AbwV) in Toxizitätsäquivalente umgerechnet. Das Gesamtergebnis ist die Summe der Toxizitätsäquivalente der einzelnen Kongenere.

**Anilin:** Das Edukt Anilin ist grundsätzlich ökotoxisch, aber unter geeigneten Bedingungen biologisch abbaubar. Auch wenn mangels Datenbasis kein BVT-Wert für die Anilinemissionen aus der MDA-Produktion festgelegt wurde, fordern die BVT die Messung der Belastung an der Einleitungsstelle. Die Ergebnisse sind damit in erster Linie immisionsbezogen zu bewerten.

**Chlorierte Lösemittel:** Die Messanforderung bezieht sich auf das im Herstellungsprozess eingesetzte Lösemittel (in der Regel Monochlorbenzol oder Dichlorbenzol (drei Isomere). Auch hier besteht kein emissionsseitiger Anforderungswert.

## 8.3 Betreiberpflichten gemäß Abschnitt II, Teil H, Abs. 2

Für Standorte mit Anlagen zur Herstellung von DCE, VCM, DNT, MDI oder TDI werden je nach angegebener Herstellung Anforderungen an die Selbstüberwachung der Parameter DCE und VCM, Abfiltrierbare Stoffe, Kupfer und PCDD/F sowie TOC und Abwasserabfluss gestellt.

### DCE und VCM:

Diese Parameter sind an geeigneter Stelle hinter den einzelnen Abwasserstrippern zu messen. Aufgrund der hohen Temperaturen ist eine Beprobung direkt am Stripperablauf weder durchführbar noch zweckmäßig. Die Beprobung erfolgt (im Gegensatz zu den Messungen an der Einleitungsstelle) im Allgemeinen mit quasikontinuierlichen Systemen mit durchlaufender automatisierter Entnahme und Messung von Stichproben mit angeschlossener Head-Space-Gaschromatographie und Alarmschaltung. Jedoch sind auch manuelle Probenahmen mit der angegebenen Mindesthäufigkeit (täglich mindestens drei Stichproben im Abstand von mindestens 30 Minuten, die separat zu beproben sind) zulässig.

Die Parameter werden im gleichen Messgang bestimmt. Wenn bei Strippern in der DCE-Produktion kein VCM im Abwasser zu erwarten ist, kann auf die Quantifizierung von VCM verzichtet werden.

**AFS, Cu und PCDD/F:**

Die Parameter werden im Abwasser von Anlagen zur Herstellung von DCE durch Oxychlorierung im Wirbelschichtverfahren im Ablauf der Abwasservorbehandlung zur Feststoffabtrennung gemessen. Die Mindesthäufigkeit kann für die Parameter AFS und Cu reduziert werden, wenn sie für die unmittelbare Kontrolle der Funktionstüchtigkeit der Vorbehandlung nicht benötigt werden. Die Parameter sind dann aber mindestens monatlich zu untersuchen. Die Reduzierung setzt voraus, dass die Parameter mit anderen Leitparametern nachweisbar soweit korrelieren, dass die Unterschreitung der Anforderungswerte mit diesen Leitparametern kontrolliert und dokumentiert werden kann. Dies setzt für den/die Leitparameter die mindestens tägliche Messung voraus; abweichend von der 24-h-Mischprobenahme können auch häufigere Messungen oder – insbesondere bei physikalischen Parametern wie z. B. der Trübungsmessung – kontinuierliche Überwachungen zum Einsatz kommen.

PCDD/F sind mindestens vierteljährlich zu messen. Aus den Messergebnissen sind die korrespondierenden Toxizitätsäquivalente zu ermitteln (s.o.). Die im Produktionsabwasser dominierenden Kongenere sind erfahrungsgemäß die hochchlorierten Furane (Hepta- und Octachlordibenzofurane).

**TOC, Abwasserabfluss:**

Bei der Herstellung von DNT ist der TOC im Ablauf der Vorbehandlung (z. B. Abwasserextraktion) mindestens wöchentlich aus der 24h-Mischprobe zu bestimmen.

Bei der Herstellung von TDI und MDI ist der TOC im Ablauf der Produktionsanlage mindestens monatlich aus der 24 h-Mischprobe zu bestimmen (und umfasst dabei nicht die Vorstufen, im Allgemeinen TDA und MDA).

Für die Frachtermittlung ist die Abflussmenge kontinuierlich zu ermitteln, sodass aus dem Mittelwert der TOC-Konzentration und der aufsummierten Monats- bzw. Jahresabwassermenge die benötigten Frachten und anschließend durch Division durch die korrespondierende Produktionsmenge daraus die jeweiligen spezifischen Frachten berechnet werden können.

## **9 Hinweise zur Fortschreibung**

Mit der Neufassung der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) wurden die europäischen Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT-Schlussfolgerungen) in den Rang von Festlegungsausführungen für Genehmigungsauflagen erhoben. Mit dem Durchführungsbeschluss 2016/902 der Kommission wurden BVT-Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken für die Abwasser-/Abgasbehandlung und Abwasser-/Abgasmanagementsysteme in der chemischen Industrie veröffentlicht, die in nationales Recht umzusetzen waren. Dies bedingt eine Neufassung des Anhangs 22 der Abwasserordnung.

Da es im Bereich der Chemischen Industrie verschiedene sektorale BVT-Merkblätter gibt, die schrittweise als Durchführungsbeschlüsse erarbeitet und veröffentlicht werden, ist mit einer stetigen Anpassung des Anhangs 22 der AbwV zu rechnen, die dann eine weitere Überarbeitung des Hintergrundpapiers erforderlich machen können.

## 10 Literatur

- [1] Bundesrat Drucksache 161/20, Zehnte Verordnung zur Änderung der Abwasserverordnung, 01.04.2020  
<https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2020/0101-0200/161-20.pdf?blob=publicationFile&v=2>
- [2] Thomas Brinkmann, Germán Giner Santonja, Hande Yükseler, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector; EUR 28112 EN; doi:10.2791/37535 [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CWW\\_Bref\\_2016\\_published.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CWW_Bref_2016_published.pdf)
- [3] BVT-Schlussfolgerungen CWW; Durchführungsbeschluss (EU) 2016/902 der Kommission vom 30. Mai 2016 zur Festlegung der Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für eine einheitliche Abwasser-/Abgasbehandlung und einheitliche Abwasser-/Abgasmanagementsysteme in der Chemiebranche;  
<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/common-waste-water-and-waste-gas-treatmentmanagement-systems-chemical-sector-0>
- [4] Heino Falcke, Simon Holbrook, Iain Clenahan, Alfredo López Carretero, Teoman Sanalan, Thomas Brinkmann, Joze Roth, Benoit Zerger, Serge Roudier; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals; EUR 28882 EN; doi:10.2760/77304;  
[https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC109279\\_LVOC\\_Bref.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC109279_LVOC_Bref.pdf)
- [5] BVT-Schlussfolgerungen LVOC; Durchführungsbeschluss (EU) 2017/2117 der Kommission vom 21. November 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von organischen Grundchemikalien; Amtsblatt der Europäischen Union, 7.12.2017  
[DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS \(EU\) 2017/ 2117 DER KOMMISSION - vom 21. November 2017 - über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken \(BVT\) gemäß der Richtlinie 2010/ 75/ EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von organischen Grundchemikalien - \(Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C \(2017\) 7469\) \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D2117)
- [6] Ullmann's Encyclopedia of industrial chemistry, 7. Auflage, VCH-Verlagsgesellschaft mbH, 2011, Weinheim.
- [7] Winnacker-Küchler, Chemische Technologie, 5. Auflage, Carl Hanser Verlag München 2006.
- [8] Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe IG-2.35 „Abwasser aus biotechnologischen Produktionsverfahren“ – Teil 1, Korrespondenz Abwasser, Abfall 2020 (67), Nr. 6,S. 451ff.
- [9] Chemiewirtschaft in Zahlen 2020, VCI, August 2020.

- [10] Kaltenmeier, D., Abwasserreinigung nach dem Stand der Technik in chemischen Groß- betrieben, Korrespondenz Abwasser (1990), Nr. 5, S. 534 - 541.
- [11] Kaltenmeier, D., Umsetzung der Abwasserverwaltungsvorschriften im Bereich der Chemieindustrie, Korrespondenz Abwasser (1991), S. 1192 - 1198.
- [12] Führer W., Weikard, J., Schaffner, H., Überlegungen zur Ableitung von Überwachungs- werten für den Zwei- bzw. Halbstundenzeitraum aus Abwasserkataster- erhebungen auf Jahresdurchschnittsbasis, Korrespondenz Abwasser (1994), Nr. 9, S. 1606 - 1610.
- [13] Falcke, H., Berücksichtigung der Produktionsauslastung und Vergleichmäßigung bei der Sollfrachtermittlung bei chemischen Werken, Korrespondenz Abwasser (1996), Nr. 6, S. 1077 - 1088.
- [14] Gartiser, S., Bestimmung der Mineralisierung und DOC-Elimination von Abwasserproben im Zahn-Wellens-Test., gwf-Wasser/Abwasser (2009), S. 700 – 710.
- [15] Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 16/3456 vom 01.02.2018.

## 11 Erarbeitung der Grundlagen

Die Grundlagen für den Anhang 22 wurden in der Zeit von April 2013 bis Juli 2018 und daran anschließend die Grundlagen für das vorliegende Hintergrundpapier in einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Herrn Ltd. Technischer Direktor Dr. Dieter Kaltenmeier (Regierungspräsidium Freiburg) erarbeitet. Mitglieder der Arbeitsgruppe waren:

Frau Dr. Kornelia Becker,	Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt a. d. Weinstraße
Frau Birgit Brahner,	Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
Herr Dr. Heino Falcke,	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Duisburg
Herr Dr. Jose Fernandez,	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Duisburg
Frau Dr. Angela Kordts,	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale)
Frau Anna Koska,	Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
Herr Christoph Kuehmichel,	Regierungspräsidium Darmstadt, Umweltabteilung Wiesbaden
Herr Dr. Kurt Müller,	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München
Frau Dr. Kristin Schaefer,	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Mainz

Die Erarbeitung der Grundlagen für Abschnitt II des Anhangs und die entsprechende Ergänzung des Hintergrundpapiers wurde gesondert von der Arbeitsgruppe durchgeführt, die auch die Fortschreibung zum Anhang 36 inkl. Hintergrundpapier erarbeitet hat (siehe dort).