H i n w e i s e  u n d  E r l ä u t e r u n g e n
z u m  A n h a n g  3 6

**- Herstellung von Kohlenwasserstoffen -**

der Allgemeinen Rahmen-Verwaltungsvorschrift
über Mindestanforderungen an das
Einleiten von Abwasser in Gewässer

Nur für den Dienstgebrauch

1998

**Inhaltsverzeichnis**


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Anwendungsbereich | 3 |
| 2 | Abwasseranfall und Abwasserbehandlung | 4 |
| 2.1 | Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers | 4 |
| 2.1.1 | Herstellungsverfahren | 4 |
| 2.1.2 | Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit | 7 |
| 2.2 | Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren | 8 |
| 3 | Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind | 9 |
| 3.1 | Hinweise für die Auswahl der Parameter | 9 |
| 4 | Anforderungen an die Abwassereinleitungen | 10 |
| 4.1 | Anforderungen nach § 7a WHG | 10 |
| 4.2 | Weitergehende Anforderungen | 10 |
| 4.3 | Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregeln | 10 |
| 4.4 | Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen | 10 |
| 5 | Übergangsregelungen und -fristen (§ 7a Abs. 3 WHG) | 10 |
| 6 | Hinweise zur Fortschreibung | 11 |
| 7 | Literatur | 11 |
| 8 | Erarbeitung der Grundlagen | 11 |


Nur für den Dienstgebrauch

**Hinweise und Erläuterungen zum Anhang 36 der Allgemeinen Rahmen-Abwasserverwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer**

**- Herstellung von Kohlenwasserstoffen -**

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für in Gewässer einzuleitendes Abwasser, dessen Schmutzfracht im wesentlichen aus dem Bereich der Herstellung von Kohlenwasserstoffen stammt. Kohlenwasserstoffe in diesem Sinne sind Verbindungen, die ausschließlich aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen.

Dies sind

- Erzeugung bestimmter Kohlenwasserstoffe - im wesentlichen Olefinkohlenwasserstoffe mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen sowie Benzol, Toluol und Xylol - aus Mineralölprodukten durch Cracken unter Zuhilfenahme von Dampf (Steamcracking)
- Erzeugung reiner Kohlenwasserstoffe oder bestimmter Mischungen von Kohlenwasserstoffen aus Mineralölprodukten mittels physikalischer Trennmethoden
- Umwandlung von Kohlenwasserstoffen in andere Kohlenwasserstoffe durch die chemischen Verfahren der Hydrierung, Dehydrierung, Alkylierung, Dealkylierung, Hydrodealkylierung, Isomerisierung oder Disproportionierung.

Das zentrale Verfahren zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen ist das Steamcracking (Dampfcracken) von mineralölbürtigen Kohlenwasserstoffen zu Olefinkohlenwasserstoffen. Nach diesem Verfahren werden in Westeuropa pro Jahr aus Mineralölprodukten und Erdgas 14,4 Mio. t Ethen erzeugt (Deutschland 3,4 Mio. t), daneben Propen, Butadien, Benzol, Toluol und Xylol.

In acht Werken in den alten Bundesländern und in zwei Werken der neuen Bundesländer werden Steamcracker betrieben. In vier Werken wird gleichzeitig Mineralöl verarbeitet, in weiteren vier Werken finden weitere chemische Produktionen statt. Das Abwasser wird jeweils gemeinsam behandelt (Stand 1989). Ethylbenzol wird in fünf Werken und Styrol in drei Werken erzeugt.

Unter den Anwendungsbereich fällt auch die Weiterverarbeitung dieser Produkte zu anderen Kohlenwasserstoffen durch chemische Methoden (z.B. Synthese von Styrol aus Benzol und Ethen) und die Gewinnung bestimmter Kohlenwasserstoffgruppen durch physikalische Trennmethoden (Extraktion, Destillation, Adsorption, Kristallisation).

Die Prozesse der Kohlenwasserstofferzeugung haben gemeinsam, daß sie in nichtwässriger Phase ablaufen. Die Produktion von Kohlenwasserstoffen findet im allgemeinen in sehr großen Anlagen (Freianlagen) statt. Daher fällt das im Prozeßbereich der Herstellungsanlagen mit Kohlenwasserstoffen in Kontakt kommende Niederschlagswasser unter den Anwendungsbereich.

Nur für den Dienstgebrauch

Dieser Anhang gilt nicht für Abwasser aus

- Kühlsystem und der Betriebswasseraufbereitung (Anhang 31)
- der Erzeugung reiner Paraffine aus Paraffingatschen sowie
- der Erdölverarbeitung (Anhang 45).

## 2 Abwasseranfall und Abwasserbehandlung

### 2.1 Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

#### 2.1.1 Herstellungsverfahren

Charakteristische Verfahren sind:

- Steamcracking
- Butadienextraktion
- Aromatengewinnung
- Ethylbenzol- und Cumolherstellung
- Styrolgewinnung

Betriebe zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen sind für kontinuierliche Produktionen ausgelegt. Totalabstellungen sind nur für Revisionszwecke vorgesehen. Für wichtige und störanfällige Aggregate werden Reserveaggregate vorgehalten oder die Anlage ist in kritischen Bereichen zweistraßig ausgebildet, so daß bei Ausfall einer Straße die Produktion mit Teillast weiterlaufen kann.

Bestimmte Lastbereiche, z.B. 50 - 60 % können aus verfahrenstechnischen Gründen nicht unterschritten werden. Es ist nicht möglich, in einer Anlage abwechselnd verschiedene Produkte herzustellen, auch der Übergang auf ein anderes Produktionsverfahren in der gleichen Anlage ist auf Ausnahmefälle beschränkt.

**Steamcracking**

In Deutschland wird fast ausschließlich flüssiger Rohstoff, überwiegend Rohbenzin (Naphtha) für die Erzeugung von Kohlenwasserstoffen eingesetzt. Daneben werden je nach Marktlage hydrierte Mittelöle verwendet. Der Rohstoff wird in Steamcrack-Anlagen in Ethen, Propen, Butadien, Buten, aromatenreiche Benzinfraktionen und Schweröl umgewandelt. Das hochsiedende Schweröl wird zumeist zur Energiegewinnung eingesetzt.

Steamcrack-Anlagen (siehe Anlage: „Abbildung 1: Steamcracking“) bestehen im wesentlichen aus den Spaltöfen, der Rohgastrennung und der Tieftemperatur-Destillation zur Reingewinnung der Kohlenwasserstoffgase. In den Spaltöfen werden unter geringem Überdruck - 1 bis 3 bar - dampfförmige Kohlenwasserstoffe bei Temperaturen zwischen 750° C und 900° C gespalten. Zur Optimierung der Olefinausbeute sind kurze Verweilzeiten unter Crackbedingungen - 0,1 bis 1 sec. - und niedrige Kohlenwasserstoffpartialdrücke erforderlich, die durch Zugabe von Wasserdampf ("Prozeßdampf") erreicht werden. Hohe Temperaturen und Kurzverweilzeiten (high-severity-cracken) begünstigen die Entstehung von niedermolekularen Olefinen. Hauptprodukte sind Ethen, Propen, Butadien/Buten und aromatenreiche Benzinfraktionen.

Nur für den Dienstgebrauch

Dem Crackprozeß nachgeschaltet ist die Auftrennung der Spaltgase in die Einzelkomponenten und deren Feinreinigung. Hierbei ist die destillative Trennung bei tiefen Temperaturen und Drücken bis ca. 40 bar die am häufigsten angewendete Methode.

Steamcrack-Anlagen werden stets als Freianlagen gebaut und kontinuierlich betrieben.

**Extraktion von Butadien**

1,3-Butadien wird aus dem C4-Schnitt der Crackprodukte isoliert, in dem es bis zu 50 % ausmachen kann. Die modernen Verfahren zur Butadienisolierung basieren auf dem physikalischen Prinzip der Extraktivdestillation. Dabei wird durch die Zugabe eines organischen Lösemittels die Flüchtigkeit des Butadiens in dem sonst destillativ nicht trennbaren Gemisch erniedrigt, so daß die Begleitsubstanzen über Kopf einer Destillationskolonne abgezogen werden können. Als Lösemittel kommen z.B. N-Methylpyrrolidon, Dimethylformamid zur Anwendung.

**Gewinnung von Aromaten**

Die Gewinnung von Benzol aus dem Benzinschnitt (Pyrolysebenzin) des Steamcrackers ist die vom Produktionsvolumen her bedeutendste Art der Benzolherstellung. Sie kann mit der Toluolisierung in einer Produktionsanlage verknüpft werden. Benzol wird durch Dehydroalkylierung von Pyrolysebenzinkomponenten hergestellt. Zur Abtrennung der Aromaten kommen im wesentlichen die Extraktivdestillation und die Flüssig/Flüssig-Extraktion in Betracht. Zur Entfernung von polymerisierbaren Mono- und Diolefinen muß das Pyrolysebenzin zuvor hydrierend behandelt werden. Als Lösemittel bei der Extraktivdestillation werden thermisch stabile, nichtkorrosive Substanzen wie Polyglykole, N-Methylpyrrolidon, Tetramethylensulfon (Sulfolan), Dimethylformamid, N-Formylmorpholin eingesetzt.

**Herstellung von Ethylbenzol und Cumol**

Ethylbenzol wird überwiegend durch Alkylierung von Benzol mit Friedel-Crafts-Katalysatoren in flüssiger Phase hergestellt (siehe Anlage: „Abbildung 2: Ethylbenzol-Herstellung“).

Die Gasphasenalkylierung wird bisher nur vereinzelt angewandt.

Als Friedel-Crafts-Katalysator wird überwiegend Aluminiumchlorid eingesetzt. Dabei wird ein Alkylierungsreaktor kontinuierlich mit Benzol und Polyethylbenzol beschickt. In das flüssige Reaktionsgemisch wird Ethen eingespeist. Der Katalysator, in Polyethylbenzol gelöst, wird ebenfalls kontinuierlich in das Reaktionsgemisch eindosiert. Als Promotor wird Ethylchlorid oder Chlorwasserstoff eindosiert. Chlorwasserstoff ist als Ko-Katalysator unbedingt erforderlich. Das Gewichtsverhältnis der Einsatzstoffe Benzol/Ethen liegt - abhängig von den Reaktionsbedingungen - bei 6,5 - 7,5. Der Benzolumsatz wird auf ca. 52 - 55 % begrenzt, um die Weiteralkylierung des Ethylbenzols zu di-, tri- und höher alkylierten Benzolen (Polyethylbenzol) zu beschränken. Der Ethenumsatz ist 100%-ig.

Nach Abtrennung in der Destillation wird das Polyethylbenzol in den Reaktor zurückgeführt und mit Benzol durch Transalkylierung zu Ethylbenzol umgesetzt.

Das Reaktionsgemisch hat aufgrund des Alkylierungsgleichgewichts eine Zusammensetzung von ca. 45 % Benzol, 37 % Ethylbenzol, 17 % Polyethylbenzol und weniger als 1 % hochsiedenden Rückstand. Der Reaktorablauf wird gekühlt und in einem Absetzbehälter das Aromatengemisch

Nur für den Dienstgebrauch

von der spezifisch schwereren Katalysator-Komplexphase getrennt, die in den Alkylierungsreaktor zurückgeführt wird.

Der im Aromatengemisch gelöste Chlorwasserstoff und der Katalysator-Komplex werden zunächst mit wäßriger Aluminiumchloridlösung und dann mit alkalischem Wasser herausgewaschen. Nach Abscheidung der alkalischen Wasserphase wird das Aromatengemisch in drei Destillations-Kolonnen in Benzol, Ethylbenzol, Polyethylbenzol und Hochsieder getrennt. Benzol und Polyethylbenzol werden in den Reaktor zurückgeführt. Die Hochsieder werden als Brennstoff verwendet.

Cumol wird in gleicher Weise hergestellt. Anstelle von Ethen wird Propen verwendet.

**Styrolherstellung**

Styrol wird durch katalytische Dehydrierung aus Ethylbenzol hergestellt (siehe Anlage: „Abbildung 3: Styrol-Herstellung“).

Dehydriert wird überwiegend an einem Eisenoxid-Katalysator, bei einer Reaktionstemperatur von ca. 600 °C und Drücken bis ca. 1 bar in Gegenwart von Wasserdampf. Nach der Art der Zuführung der benötigten Reaktionswärme unterscheidet man zwei Dehydrierverfahren:

1. Das adiabatische (Schacht-) Verfahren, bei dem die Wärme durch überhitzten Wasserdampf zugeführt wird und die Reaktionstemperatur in der Katalysatorschicht entsprechend dem Umsatz abfällt.

2. Das quasiisotherme Verfahren, bei dem der Katalysator in den Rohren von Rohrreaktoren angeordnet ist. Die Reaktionswärme wird hierbei durch Heißgase über die Rohrwand zugeführt.

Beide Verfahren unterscheiden sich außerdem im Wasserdampf-Ethylbenzolverhältnis. Während bei adiabatischen Systemen die Wasserdampfmenge bis zum 2,5-fachen der Ethylbenzol-Menge beträgt, wird das isotherme Verfahren mit einem Gleichgewichtsverhältnis von 1 gefahren.

Bei beiden Verfahren wird wegen der mit steigender Temperatur zunehmenden Nebenproduktbildung (Benzol, Toluol, Rückstand), der Ethylbenzolumsatz zu Styrol beschränkt. Beim adiabatischen System kann bis zu einem Umsatz von 70 % gefahren werden, beim isothermen Verfahren wird im allgemeinen ein Umsatz von 45 % eingestellt. Die Selektivität liegt in beiden Fällen bei ca. 90 %.

Das Reaktionsgemisch wird nach der Kondensation von der wäßrigen und gasförmigen Phase getrennt. Die Gasphase, die zu 90 % aus Wasserstoff besteht, dient als Brenngas im Dehydrierungssystem. Die Wasserphase wird gestrippt und teilweise in den Prozeß zurückgeführt. Der übrige Teil muß der Abwasserbehandlungsanlage zugeführt werden.

Das Aromatengemisch wird in mehreren Kolonnen im Vakuum destilliert. Wegen der Polymerisationsgefahr wird bei der Destillation ein Inhibitor (Phenole mit Nitro- bzw. Nitrosogruppen) zugesetzt.

Der Inhibitor verbleibt im Sumpfprodukt und wird mit diesem verbrannt.

Nur für den Dienstgebrauch

### 2.1.2 Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit

Der Abwasservolumenstrom steigt oder sinkt bei den in Stufen vorgenommenen Laständerungen sprunghaft. Reinigungsabwasser ist bei laufender Produktion von untergeordneter Bedeutung, ist aber bei den regelmäßigen Wartungen im vierteljährlichen bis jährlichen Abstand zu beachten. Solche Schwankungen können durch ausreichend bemessene Ausgleichsbehälter abgepuffert werden.

Der Frage der Ableitung des Niederschlagswassers ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Aus sicherheitstechnischen Gründen werden Anlagen zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen als Freianlagen ausgeführt. Der gesamte Prozeßbereich ist mit flüssigkeitsdichten Bodenbelägen so unterlegt, daß Leckagen gezielt zurückgehalten werden. Auf den gleichen Flächen sammelt sich auch das Niederschlagswasser. Die Auffangflächen sind - bei Einzelanlagen - z.B. einem Steamcracker, bis zu 4 ha groß.

**Steamcracking**

Abwasser entsteht beim Steamcracking durch Abschlämmung aus dem Prozeßdampfkreislauf und aus der Wäsche der Crackgase. Hauptsächliche Verunreinigungen sind Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen.

**Extraktion von Butadien**

Prozeßbedingt fällt nur wenig Abwasser an. Es wird durch Strippen vorgereinigt, bevor es in die zentrale Abwasserbehandlungsanlage abgeleitet wird (ZABA).

**Gewinnung von Aromaten**

Produktionsbedingt fällt Abwasser nur
- durch Einsatz wasserhaltiger Einsatzprodukte ("angereicherte Schnitte")
- durch Verwendung von Dampf bei Strippvorgängen
- beim Betrieb von Sicherheitseinrichtungen (z.B. Fackeltauchungen)

an.
Der produktionsspezifische Abwasseranfall beträgt bis zu 400 l je Tonne Produkt. Das Abwasser kann Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen bis zur Sättigung enthalten und muß deshalb in Strippanlagen vorbehandelt werden.

**Herstellung von Ethylbenzol und Cumol**

Bei der Aufarbeitung des Aromatengemisches fällt saures und alkalisches Abwasser an. Das saure Abwasser stellt eine ca. 25%-ige Lösung von Aluminiumchlorid dar, die entsprechend ihrem Lösungsverhalten mit aromatischen Kohlenwasserstoffen beladen ist. Das alkalische Abwasser ist ebenfalls mit Aromaten gesättigt. Der Abwasseranfall ist gering, er liegt bei 50 l je Tonne Ethylbenzol, die organische Belastung liegt bei 3 g TOC je Liter. Organische Halogenverbindungen können durch Friedel-Crafts-Alkylierung entstehen.

**Herstellung von Styrol**

Nur für den Dienstgebrauch

Da bei der Styrolherstellung große Mengen Wasserdampf eingesetzt werden, können bis zu 2 $m^3$ Abwasser je Tonne Styrol anfallen. Das Abwasser ist mit Aromaten gesättigt. Es kann nach Strippen der Aromaten teilweise in den Prozeß zurückgeführt werden.

## 2.2 Abwasservermeidungsverfahren und Abwasserbehandlungsverfahren

Der heutige Verfahrensstand ist durch eine Vielzahl an verfahrenstechnischen Maßnahmen erreicht worden.
Im allgemeinen werden in Betrieben zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen die Abwasserteilströme aus den Produktionsanlagen innerhalb der Anlage z.T. mehrstufig vorbehandelt, bevor sie zusammengefaßt und einer zentralen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt werden. Als Vorbehandlungsverfahren kommen im wesentlichen die physikalischen Trennverfahren der Strippung und Schwerkraftabscheidung, Filtration und Extraktion sowie die chemischen Verfahren der Neutralisation, Flockung und Fällung in Betracht. Die zentrale Abwasserbehandlungsanlage kann ihrerseits mehrere Behandlungsschritte umfassen, von denen der letzte stets eine biologische Behandlung nach dem Belebtschlammverfahren ist.

Beim **Steamcracking** mit Prozeßdampfkreislaufführung wird das aus den Crackgasen kondensierende Wasser durch Strippen von Kohlenwasserstoffen befreit und dem Prozeß als Crackdampf zugeführt. Dabei wird ein Teil des Wassers ausgeschleust. Die ausgeschleuste Wassermenge hängt vom Grad der Aufsalzung bzw. der organischen Belastung des Wassers ab.
Das beim Strippen übergehende Produkt wird kondensiert und bildet zwei Phasen. Die Kohlenwasserstoffphase wird in den Prozeß zurückgegeben, die wäßrige Phase des Stripperkopfproduktes wird dem Stripper erneut zugeführt. Überschußwasser wird zur zentralen Abwasserbehandlungsanlage weitergeleitet.
Aus der Crackgaswäsche fällt eine mit Sulfiden und Mercaptanen beladene Natronlauge an, die wegen ihres extrem starken Geruchs und der toxischen Wirkung der Inhaltsstoffe auf die biologische Kläranlage vorbehandelt werden muß. Das kohlenwasserstoff- und schwefelwasserstoffhaltige Abwasser wird zunächst neutralisiert und dann mit Schwerbenzin extrahiert. Beladenes Extraktionsmittel wird ausgeschleust und in den Crackprozeß zurückgeführt. Das in Lösung gegangene Extraktionsmittel wird in einer Kolonne durch Wasserdampfdestillation ausgetrieben. Über eine Scheideflasche wird das abdestillierte Extraktionsmittel abgetrennt und ebenfalls dem Crackprozeß zugeführt.
Alternativ wird das kohlenwasserstoff- und schwefelwasserstoffhaltige Abwasser mit Luftsauerstoff oxidiert und dann der ZABA zugeführt. Die Abluft wird verbrannt. Auswirkungen auf die Kläranlage sind bei ordnungsgemäßem Betrieb (Sulfidkonzentrationen am Einlauf zur Kläranlage $< 10$ mg/l) nicht gegeben.

Bei der **Gewinnung von Aromaten** (Benzol, Toluol, Xylol) werden bei der Hydrierung des Pyrolysebenzins Schwefelwasserstoff und Mercaptane gebildet, die mittels Natronlauge aus der Gasphase ausgewaschen werden. Diese Natronlauge muß vorbehandelt werden (Neutralisation, Strippung), bevor sie der zentralen Abwasserbehandlungsanlage zugeleitet werden kann.

Bei der Herstellung von **Ethylbenzol- und Cumol** wird die saure Wasserphase in einer Stripperkolonne von Aromaten befreit. Übrig bleibt eine 25%-ige Aluminiumchloridlösung. Diese kann auch als Fällungsmittel oder zur Herstellung von Aluminiumsalzen eingesetzt werden. Üblich ist der Einsatz dieses Fällungsmittels in der betriebseigenen zentralen Abwasserbehandlungsanlage.
Die alkalische Wasserphase wird vor dem Ablauf in die zentrale Abwasserbehandlungsanlage ebenfalls u.a. zur AOX-Minderung gestrippt.

Nur für den Dienstgebrauch

Das Gesamtabwasser wird nach Mengen- und Konzentrationsausgleich in biologischen Kläranlagen nach dem Belebungsverfahren (meist mehrstufig) behandelt.

## 3 Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind

### 3.1 Hinweise für die Auswahl der Parameter

Der **chemische Sauerstoffbedarf** (CSB) ist ein Maß für die chemisch oxidierbaren Inhaltsstoffe und als Summenparameter geeignet, den Wirkungsgrad der Abwasserbehandlungsanlagen zu beurteilen. Der CSB erfaßt auch die refraktären Substanzen und hat daher besondere Bedeutung für die weitere Nutzung der Gewässer. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Der **biochemische Sauerstoffbedarf** ($BSB_5$) wurde als Parameter beibehalten, weil er die grundlegende Meßgröße für die Auslegung einer biologischen Kläranlage und die Beurteilung ihrer Leistung ist. Der $BSB_5$ ist außerdem ein wichtiges Kriterium für die bei der Einleitung noch vorhandenen leichter abbaubaren Inhaltsstoffe des Abwassers und für die im Gewässer zu erwartende Sauerstoffzehrung.

**Stickstoffverbindungen** treten in verschiedenen Abwasserteilströmen von Betrieben zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen auf. Aufgrund ihrer eutrophierenden Wirkung in Gewässern müssen Stickstoffverbindungen im Ablauf der zentralen Abwasserbehandlungsanlage begrenzt werden. Für die Elimination des Stickstoffes kommt in erster Linie das biologische Verfahren der Nitrifikation/Denitrifikation in der zentralen Abwasserbehandlungsanlage in Frage.

**Phosphorverbindungen ($P_{ges}$)** sind im Abwasser von Werken zur Kohlenwasserstoffherstellung nicht immer in der für die biologische Abwasserreinigung erforderlichen Menge enthalten und müssen zudosiert werden. Da sie gemeinsam mit den Stickstoffverbindungen als essentielle Pflanzennährstoffe eine Gewässereutrophierung mit ihren nachteiligen Folgen verursachen können, soll die Zugabe auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt und der Phosphorgehalt im abzuleitenden Abwasser begrenzt werden.

**Kohlenwasserstoffe** sind typische Inhaltsstoffe von Abwässern aus der Herstellung von Kohlenwasserstoffen. Sie liegen in gelöster, emulgierter oder in ungelöster Form vor und können die Gewässerbeschaffenheit in verschiedener Hinsicht beeinträchtigen.

**Phenole** sind typische Inhaltsstoffe von Abwasser aus der Herstellung von Kohlenwasserstoffen. Wegen ihrer Toxizität gegenüber Wasserorganismen sind die Anforderungen gemäß dem Stand der Technik zu stellen.

**Sulfide und Mercaptane** werden begrenzt, weil sie typische Inhaltsstoffe von Abwasser der Kohlenwasserstoffherstellung sind. Sie sind stark toxisch und außerdem geruchsinteniv. Dem Stand der Technik entspricht eine Kombination aus Vorbehandlung der Sauerstoffteilströme und eine chemisch-biologische Abwasserbehandlung.

Nur für den Dienstgebrauch

**Aromaten** wurden begrenzt, weil sie typische Inhaltsstoffe von Abwasser aus der Herstellung von Kohlenwasserstoffen sind. Wegen ihrer Gefährlichkeit sind Anforderungen nach dem Stand der Technik zu stellen.

**Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)** wurden aufgenommen, da durch diesen Summenparameter gefährliche Stoffe erfaßt werden. Ferner ist der AOX ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.
Adsorbierbare halogenorganische Verbindungen (AOX) können durch Produktionsprozesse (Friedel-Crafts-Alkylierungen) ins Abwasser gelangen. Daneben entstehen adsorbierbare halogenorganische Verbindungen bei der Zerstörung von Cyaniden mit Chlorverbindungen.

## 4 Anforderungen an die Abwassereinleitungen

### 4.1 Anforderungen nach § 7a WHG

Siehe Abwasserverordnung und Anhang 36 zur Rahmen-Abwasserverwaltungsvorschrift.

### 4.2 Weitergehende Anforderungen

Wenn aus Gründen des Gewässerschutzes weitergehende Anforderungen an die Einleitung zu stellen sind, können durch geeignete Maßnahmen geringere Schadstofffrachten erreicht werden.
Dies können sein:
- weitergehende Zuflußregelungen bzw. Zuflußbeschränkungen
- Pufferung oder Vorbehandlung des Trüb- und Filtratwassers aus der Schlammbehandlung
- Erweiterung der biologischen Anlage (z.B. durch Erhöhung des Schlammalters, Intensivierung des Sauerstoffeintrages, Immobilisierung des Belebtschlammes durch Schaffung oder Vergrößerung von Aufwuchsflächen)
- weitergehende Reinigungsverfahren wie Filtration, Mikrofiltration, Biofiltration, Flockungsfiltration.

### 4.3 Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsregeln

keine

### 4.4 Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen

entfällt

## 5 Übergangsregelungen und -fristen (§ 7a Abs. 3 WHG)

Soweit die Anforderungen noch nicht eingehalten sind, erscheint für die Errichtung oder Erweiterung der Abwasserreinigungsanlagen unter Berücksichtigung der Planungs- und Ausführungsfristen ein Zeitraum bis zu fünf Jahren angemessen.

Nur für den Dienstgebrauch

## 6 Hinweise zur Fortschreibung

Der Anhang 36 ist fortzuschreiben sobald erkennbar ist, daß sich der Stand der Technik geändert hat oder die Überwachungsergebnisse eine Verschärfung rechtfertigen.

## 7 Literatur

Ullmann Enzyklopädie der Technischen Chemie, 4. Auflage, Band 10
Römpp Chemielexikon, 9. Auflage 1990, Band 2
Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik Band V, 1989 Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin München
Hopper D.J.: Microbial Degradation of Aromatic Hydrocarbons, Applied Science Puplishers LTD 1978, Essex (S. 85 - 112)

## 8 Erarbeitung der Grundlagen

Die Grundlagen für den Anhang 36 wurden in der Zeit vom März 1989 bis Mai 1990 in einer Arbeitsgruppe aus Behörden- und Industrievertretern unter der Leitung von Ltd. Baudirektor N. Reichelstein (Regierungspräsidium Karlsruhe) erarbeitet.

Nur für den Dienstgebrauch