

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREEmissionsminderung  
Anlagen zur chemisch-physikalischen Behandlung  
von wasserbasierten flüssigen Abfällen

VDI 3468

Emission control  
Facilities for physico-chemical treatment  
of water-based liquid wasteAusg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette)*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>5</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Begriffe .....</b>	<b>5</b>	<b>2 Terms and definitions .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Abkürzungen .....</b>	<b>6</b>	<b>3 Abbreviations .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Rechtliche Rahmenbedingungen .....</b>	<b>7</b>	<b>4 Legal framework .....</b>	<b>7</b>
<b>5 Verfahrensbeschreibung/ Gliederung von Anlagentypen .....</b>	<b>11</b>	<b>5 Process description/ Classification of facility types .....</b>	<b>11</b>
5.1 Verfahrenszweck.....	14	5.1 Purpose of the procedure .....	14
5.2 Zu behandelnde Abfälle .....	15	5.2 Waste to be treated.....	15
5.3 Materialien/Stoffe nach Behandlung.....	15	5.3 Materials/fabrics after treatment.....	15
5.4 Allgemeine Verfahrensbeschreibung .....	15	5.4 General description of the procedure.....	15
<b>6 Maßnahmen zur Emissionsminderung .....</b>	<b>28</b>	<b>6 Emission reduction measures.....</b>	<b>28</b>
6.1 Emissionen in CP-Behandlungsanlagen... 29	29	6.1 Emissions in CP treatment facilities .....	29
6.2 Emissionswerte .....	31	6.2 Emission values .....	31
6.3 Organisatorische Maßnahmen.....	32	6.3 Organisational measures .....	32
6.4 Technische Maßnahmen zu einzelnen Verfahrensstufen .....	35	6.4 Technical measures for individual process stages .....	35
<b>7 Sonstige Emissionen.....</b>	<b>40</b>	<b>7 Other emissions.....</b>	<b>40</b>
7.1 Abfälle .....	40	7.1 Waste .....	40
7.2 Abwasser.....	40	7.2 Wastewater .....	40
7.3 Lärm/Erschütterungen.....	40	7.3 Noise/vibrations.....	40
7.4 Abwärme.....	40	7.4 Waste heat.....	40
<b>8 Anleitung für Überwachungsmessungen .....</b>	<b>40</b>	<b>8 Guidance for monitoring measurements.....</b>	<b>40</b>
Schrifttum .....	42	Bibliography .....	42

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss

Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 2: Emissionsminderung I

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3468](http://www.vdi.de/3468).

## Einleitung

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wurden 2020 in Deutschland etwa 7,24 Millionen Tonnen Abfälle in chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen (CP-Behandlungsanlagen) behandelt, davon 4,27 Millionen Tonnen gefährliche Abfälle. Diese stammen überwiegend

- aus anorganisch- und organisch-chemischen Prozessen,
- aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen,
- aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen,
- aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke,
- aus flüssigen Brennstoffen und Ölabfällen.

In CP-Behandlungsanlagen, die in den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fallen, werden üblicherweise Abfälle behandelt, die flüssig bis schlammig sind und einen relativ hohen Wassergehalt aufweisen. Mittels physikalischer Verfahren zur Stofftrennung (z.B. Filtration, Sedimentation, Destillation, Strippen, Adsorption, Flotation, Ionenaustausch) und chemischer Verfahren zur Stoffumwandlung (z.B. Neutralisation, Fällung, Reduktion, Oxidation) werden in CP-Behandlungsanlagen die in den Abfällen enthaltenen Schadstoffe zurückgehalten oder in eine unschädliche Form umgewandelt. Anschließend erfolgt eine umweltverträgliche Verwertung oder Beseitigung der bei der Behand-

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Further current information is available on the Internet at [www.vdi.de/3468](http://www.vdi.de/3468).

## Introduction

According to surveys by the Federal Statistical Office of Germany, about 7,24 million tonnes of waste were treated in chemical-physical treatment facilities (CP treatment facilities) in Germany in 2020, of which 4,27 million tonnes were hazardous waste. These originate predominantly

- from inorganic and organic chemical processes,
- from chemical surface treatment and coating of metals and other materials,
- from processes of mechanical shaping and physical and mechanical surface treatment of metals and plastics,
- from waste treatment facilities, public wastewater treatment facilities, and the treatment of water for human consumption and water for industrial purposes,
- from liquid fuels and oil waste.

CP treatment facilities falling within the scope of this standard usually treat wastes that are liquid to sludgy and have a relatively high water content. By means of physical processes for material separation (e.g., filtration, sedimentation, distillation, stripping, adsorption, flotation, ion exchange) and chemical processes for material conversion (e.g., neutralisation, precipitation, reduction, oxidation), the pollutants contained in the waste are retained or converted into a harmless form in CP treatment facilities. The waste produced during treatment is then recycled or disposed of in an environmentally sound manner. Chemical-physical treatment is also a recycling process for aqueous liquid waste in

lung entstehenden Abfälle. Die chemisch-physikalische Behandlung ist auch ein Recyclingprozess für wässrige flüssige Abfälle, um das enthaltene Wasser in den natürlichen Wasserkreislauf zurückführen zu können oder als Prozesswasser zu verwenden.

Diese CP-Behandlungsanlagen haben zwar meist ein individuelles Konzept für Technik und Betrieb, das auf die zu behandelnden Abfälle abgestimmt ist. Dennoch unterliegen alle diese CP-Behandlungsanlagen denselben gesetzlichen Anforderungen im Hinblick auf die Maßnahmen zum Immissionschutz. Der Stand der Technik zur Behandlung und zur Emissionsminderung wird stetig fortgeschrieben, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen sowie die Umwelt zu schonen. Das im Oktober 2018 veröffentlichte Referenzdokument über die besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblatt) zur Abfallbehandlung beschreibt u.a. den Stand der Technik bei der chemisch-physikalischen Behandlung von Abfällen auf europäischer Ebene. Mit dieser Richtlinie wird der aktuelle Stand der technischen Entwicklung von CP-Behandlungsanlagen und von den Maßnahmen zur Emissionsminderung sowie Überwachung in Deutschland zusammengefasst.

Die in den CP-Behandlungsanlagen behandelten Abfälle sind in ihrer Zusammensetzung wässrige Lösungen mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen. Neben den Prozessabwässern besteht ein großer Teil dieser Abfälle aus Spül- und Reinigungslösungen mit unterschiedlichsten Inhaltsstoffen. Diese entstehen in allen Bereichen von Industrie, Gewerbe und kommunalen Einrichtungen. Aus der Metall verarbeitenden Industrie sind es zum großen Teil Öl-Wasser-Gemische oder spezielle, Oberflächen veredelnde Flüssigkeiten im sauren oder alkalischen Bereich und deren Spül- und Waschwässer, die bei Reinigungen und Produktionsänderungen anfallen.

In der chemischen Industrie fallen im wässrigen Bereich große Mengen an Abwässern/Abfällen im Bereich der Farb-, Lack- und Kunststoffproduktion sowie bei deren Verarbeitungs- und Reinigungsprozessen mit unterschiedlichsten gelösten organischen Substanzen an.

Der dritte große Eintrag an flüssigen Abfällen ist quasi in allen Bereichen anzutreffen und daher je nach Herkunftsbereich sehr unterschiedlich. Diese Abfälle aus Abscheideanlagen von Verkehrswegen können je nach Anfallstelle diverse geringe Anteile an Produktionsabfällen enthalten, die deren Behandlung beeinflussen können.

Im kommunalen Bereich, an Autobahnen oder Logistikhöfen angeschlossene Anlagen sind zwar sehr oft mit hohen Feststoffanteilen verunreinigt,

order to be able to return the water contained to the natural water cycle or to use it as process water.

These CP treatment facilities usually have an individual concept for technology and operation that is tailored to the waste to be treated. Nevertheless, all these CP treatment facilities are subject to the same legal requirements with regard to immission control measures. The state of the art for treatment and emission reduction is constantly updated in order to meet the legal requirements as well as to protect the environment. The Best Available Techniques Reference Document (BREF) for waste treatment published in October 2018 describes, among other things, the state of the art in chemical-physical treatment of waste at European level. This standard summarises the current state of technical development of CP treatment facilities and of emission reduction and monitoring measures in Germany.

The composition of the waste treated in the CP treatment facilities is aqueous solutions with different ingredients. In addition to process wastewater, a large proportion of this waste consists of rinsing and cleaning solutions with a wide variety of ingredients. These arise in all areas of industry, commerce, and municipal facilities. From the metalworking industry, it is largely oil-water mixtures or special, surface-finishing liquids in the acidic or alkaline range and their rinsing and washing waters that arise during cleaning and production changes.

In the chemical industry, large quantities of wastewater/waste are generated in the aqueous sector in the area of paint, lacquer, and plastics production as well as in their processing and cleaning processes with a wide variety of dissolved organic substances.

The third major input of liquid waste is to be found in all sectors and therefore varies greatly depending on the area of origin. Depending on the point of origin, this waste from separating facilities of transport routes can contain various small shares of production waste, which can influence its treatment.

Although facilities connected to municipalities, motorways, or logistics yards are very often contaminated with high levels of solids, their contents

deren Inhaltsstoffe sind allerdings meist ähnlich und lassen eine standardisierte Behandlung zu.

Die zu behandelnden Abfälle werden in die Kategorien saure Abwässer mit pH-Werten von 0 bis 5, neutrale Abwässer mit pH-Werten von 6 bis 9 und alkalische Abwässer mit pH-Werten von 10 bis 14 eingruppiert. Darüber hinaus sind die Inhaltsstoffe, wie Öle, gelöste organische Verbindungen (gemessen als CSB – chemischer Sauerstoffbedarf), Schwermetalle, Anionensalze der Produktionssäuren (z.B. Sulfat, Phosphat, Nitrat), giftige Verbindungen und ungelöste feste Verunreinigungen, die für die durchzuführende Behandlung entscheidenden Parameter. Weniger die jeweiligen Abfallschlüssel als vielmehr die Zusammensetzung der gelösten Inhaltsstoffe sind entscheidend für die Wahl einer geeigneten emissionsarmen Behandlungsmethode.

In klassischen CP-Behandlungsanlagen werden durchschnittlich 10 % an Verunreinigungen aus dem Wasser abgetrennt, die anschließend deponiert oder in der Regel aufgrund ihrer organischen Belastung thermisch behandelt werden.

Die Herausforderungen einer erfolgreichen Behandlung liegen in der ständigen Veränderung der entstehenden Abwässer bei gleichbleibenden Abfallschlüsselnummern. Neue Reiniger in Produktionsprozessen, alternative, auf Wasser basierende Farb- und Lackabfälle, Emulgatoren, Biozide, Geruchsbinder, Entschäumer und Löschmittel werden in der Regel nicht auf eine Behandlung in einer CP-Behandlungsanlage getestet. Die in Sicherheitsdatenblättern angegebene biologische Abbaubarkeit ist hier nicht immer ein Garant, der eine erfolgreiche Behandlung gewährleistet.

Deshalb ist es in CP-Behandlungsanlagen üblich, einen Abfall nicht aufgrund von vorliegenden Analysen, sondern erst nach Untersuchung einer Vorprobe auf Behandelbarkeit zu übernehmen. Erst nach der im Labor durchgeführten Versuchsbehandlung sind Aussagen über die sichere und umweltverträgliche Reinigung des Abwassers/der Abfälle möglich.

Dabei werden unter anderem die folgenden Ziele verfolgt [1]:

- Schadstoffzerstörung und Schadstoffreduzierung durch chemische Umwandlung bestimmter Inhaltsstoffe, um das Gefährdungspotenzial zu vermindern
- Trennung von Stoffgemischen mittels chemisch-physikalischer Methoden
- Vorbehandlung von Abfällen für eine anschließende Verwertung

are usually similar and allow standardised treatment.

The waste to be treated is grouped into the categories acidic wastewater with pH values of 0 to 5, neutral wastewater with pH values of 6 to 9 and alkaline wastewater with pH values of 10 to 14. In addition, the constituents such as oils, dissolved organic compounds (measured as COD – chemical oxygen demand), heavy metals, anion salts of the production acids (e.g., sulphate, phosphate, nitrate), toxic compounds, and undissolved solid impurities are the decisive parameters for the treatment to be carried out. It is not so much the respective waste codes as the composition of the dissolved constituents that are decisive for the selection of a suitable low-emission treatment method.

In classic CP treatment facilities, an average of 10 % of impurities are separated from the water, which are then landfilled or, as a rule, thermally treated due to their organic load.

The challenges of successful treatment lie in the constant changes in the wastewater produced while the waste code numbers remain the same. New cleaners in production processes, alternative water-based paint and varnish wastes, emulsifiers, biocides, odour binders, defoamers and extinguishing agents are usually not tested for treatment in a CP treatment facility. The biodegradability stated in safety data sheets does not always guarantee successful treatment here.

Therefore, it is common practice in CP treatment facilities not to accept a waste on the basis of available analyses, but only after a preliminary sample has been tested for treatability. Only after the test treatment carried out in the laboratory is it possible to make statements about the safe and environmentally compatible purification of the wastewater/waste.

Among others, the following objectives are pursued [1]:

- pollutant destruction and pollutant reduction through chemical conversion of certain ingredients to reduce the hazard potential
- separation of mixtures of substances by means of chemical-physical methods
- pre-treatment of waste for subsequent recycling

- Minderung der Masse der zu deponierenden Abfälle
- Inertisierung dieser Abfälle
- Vermeidung einer Schadstoffverlagerung von Abfällen in andere Medien

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie beschäftigt sich mit der chemisch-physikalischen Behandlung von wasserbasierten flüssigen Abfällen

- mit organischen Inhaltsstoffen (z.B. Emulsionen, Farb-Lack-Schlämme) und
- ohne organische Inhaltsstoffe (z.B. Altsäuren, Altlaugen).

Nicht behandelt in dieser Richtlinie werden:

- Anlagen zur Behandlung von festen und/oder pastösen Abfällen für den Bergversatz
- Anlagen zur Altölraffination
- Anlagen zur Regenerierung von verbrauchten Lösungsmitteln

Thermisch-oxidative Verfahren sind ebenfalls nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

- reduction of the mass of waste to be landfilled
- inerting this waste
- avoiding a shift of pollutants from waste to other media

## 1 Scope

The standard deals with the chemical-physical treatment of water-based liquid waste

- with organic ingredients (e.g., emulsions, paint/lacquer slurries) and
- without organic ingredients (e.g., used acids, used lyes).

The following are not dealt with in this standard:

- facilities for the treatment of solid and/or pasty wastes for backfilling in mines
- waste-oil refining facilities
- facilities for the regeneration of spent solvents

Thermal-oxidative processes are also not covered by this standard.