

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Emissionsminderung  
Schnitzeltrocknungsanlagen der Zuckerindustrie  
Emission control  
Pulp drying plants in the sugar industry

VDI 2594

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

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

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

*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 .....	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
<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 Prozessbeschreibung.....</b>	<b>6</b>	<b>3 Process description .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Trocknungstechnologie .....</b>	<b>9</b>	<b>4 Drying technology .....</b>	<b>9</b>
4.1 Mechanische Entwässerung .....	9	4.1 Mechanical dewatering.....	9
4.2 Thermische Entwässerung .....	10	4.2 Thermal dewatering.....	10
<b>5 Beispiele ausgeführter Anlagen .....</b>	<b>18</b>	<b>5 Examples of realised systems.....</b>	<b>18</b>
5.1 Hochtemperaturtrocknung .....	18	5.1 High-temperature drying.....	18
5.2 Hochtemperaturtrocknung in Kombination mit einer Niedertemperaturtrocknung .....	20	5.2 High-temperature drying in combination with low-temperature drying.....	20
5.3 Verdampfungstrocknung.....	22	5.3 Steam drying.....	22
5.4 Exkurs – Niedertemperaturtrocknung als Endtrocknung .....	23	5.4 Excursus – Low-temperature drying as final drying .....	23
<b>6 Energetische Betrachtung der beschriebenen Anlagenbeispiele .....</b>	<b>23</b>	<b>6 Energy analysis of the system examples described.....</b>	<b>23</b>
6.1 Hochtemperaturtrocknung .....	28	6.1 High-temperature drying.....	28
6.2 Hochtemperaturtrocknung in Kombination mit einer Niedertemperaturtrocknung .....	30	6.2 High-temperature drying in combination with low-temperature drying.....	30
6.3 Verdampfungstrocknung.....	30	6.3 Steam drying.....	30
<b>7 Emissionen und beeinflussende Parameter .....</b>	<b>30</b>	<b>7 Emissions and influencing parameters .....</b>	<b>30</b>
7.1 Hochtemperatur-Trommelrockner .....	34	7.1 High-temperature drum dryer .....	34
7.2 Niedertemperaturrockner .....	42	7.2 Low-temperature dryer .....	42
7.3 Verdampfungstrockner.....	43	7.3 Steam dryer.....	43
<b>8 Emissionsmindernde Maßnahmen und ihre Auswirkungen auf andere Umweltmedien.....</b>	<b>44</b>	<b>8 Emission-reducing measures and their impact on other environmental media .....</b>	<b>44</b>
8.1 Hochtemperaturtrocknung .....	45	8.1 High-temperature drying.....	45
8.2 Verdampfungstrocknung.....	52	8.2 Steam drying.....	52

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

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3: Emissionsminderung II

Inhalt	Seite
<b>9 Betriebswirtschaftliche Aspekte</b> .....	54
9.1 Modellbetrachtung und betriebswirtschaftliche Aspekte in der Verhältnismäßigkeitsabwägung .....	55
9.2 Integration von Verdampfungs-trocknern in bestehende Anlagen.....	58
<b>10 Messtechnische Anleitung</b> .....	60
10.1 Allgemeines .....	60
10.2 Messstrecken und Messplätze .....	62
10.3 Messverfahren.....	63
10.4 Auswerten der Messungen .....	67
10.5 Ermittlung der Trommeleintrittstemperatur sowie des spezifischen Gesamt-Kohlenstoff-Emissionsmassenstroms .....	67
10.6 Messtechnische Anleitung NTT.....	67
Schrifttum .....	69

Contents	Page
<b>9 Business management aspects</b> .....	54
9.1 Modelling and economic aspects in the proportionality assessment.....	55
9.2 Integration of steam dryers into existing systems .....	58
<b>10 Metrological instructions</b> .....	60
10.1 Fundamentals.....	60
10.2 Measuring sections and measuring stations .....	62
10.3 Measuring method .....	63
10.4 Analysing the measurements .....	67
10.5 Determination of the drum inlet temperature and the specific total carbon emission mass flow rate .....	67
10.6 Metrological instructions NTT .....	67
Bibliography .....	69

## 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/2594](http://www.vdi.de/2594).

## Einleitung

Diese Richtlinie beschreibt den Stand der Technik für Schnitzeltrocknungsanlagen in Zuckerfabriken. Hierbei normiert die TA Luft in Nummer 5.4.7.24 für Schnitzeltrocknungsanlagen spezielle Anforderungen an die Luftreinhaltung.

Diese Anforderungen der Nummer 5.4.7.24 unterscheiden seit der TA Luft 2021 nicht mehr explizit zwischen Neuanlagen und Altanlagen nach dem Direkttrocknungsverfahren (einschließlich wesentlicher Änderungen<sup>1)</sup>). Diese textliche Änderung hat aber in der Praxis im Wesentlichen redaktionelle Bedeutung. Die Begründung der aktuellen TA Luft sagt dazu: „Die Nummer 5.4.7.24 der TA Luft wurde auf einen Technikbezug umgestellt. Hintergrund war u.a. die Aufnahme der Niedrigtemperaturtrocknung, die aufgrund der Technikverknüpfung in der alten Struktur schwer umsetzbar gewesen wäre.“<sup>2)</sup>

Nach der TA Luft 2021 sind neue Zuckerrübenschnitzeltrocknungsanlagen nach der Technik der Indirekttrocknung (Verdampfungstrocknung) zu errichten, dennoch gilt weiterhin unverändert der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz für die Erteilung von Anlagengenehmigungen. Viel wichtiger aber ist, dass in der Gegenwart und Zukunft nicht zu erwarten steht, dass neue Trocknungsanlagen errichtet werden. Zum einen ist die Errichtung einer neuen Zuckerfabrik vor dem Hintergrund eines nicht mehr wachsenden EU-Markts in Deutschland nicht absehbar. Zum anderen zeichnet die Trans-

## 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/2594](http://www.vdi.de/2594).

## Introduction

This standard describes the state of the art for pulp drying plants in sugar factories. TA Luft (Technical Instructions on Air Quality Control) in Number 5.4.7.24 standardises special air pollution control requirements for pulp drying plants.

Since TA Luft 2021, these requirements in Number 5.4.7.24 no longer explicitly differentiate between new installations and old installations using the direct drying method (including significant changes<sup>1)</sup>). In practice, however, this textual change is essentially of editorial significance. The explanatory memorandum to the current TA Luft states: “Number 5.4.7.24 of TA Luft was changed to a technical reference. One of the reasons for this was the inclusion of low-temperature drying, which would have been difficult to implement in the old structure due to the technical link.”<sup>2)</sup>

According to TA Luft 2021, new sugar beet pulp drying plants shall be constructed using indirect drying technology (steam drying), but the principle of proportionality for the granting of plant licences still applies. More importantly, however, it is not to be expected that new drying plants will be built in the present or future. On the one hand, the construction of a new sugar factory is not foreseeable against the backdrop of an EU market in Germany that is no longer growing. Secondly, the transformation towards greenhouse gas-neutral sugar production is paving the way towards at least partial

<sup>1)</sup> Unter wesentlichen Änderungen im Sinne der TA Luft in Nummer 5.4.7.24 sind unter Berücksichtigung der Vorgaben des § 16 BImSchG solche Maßnahmen an Altanlagen zu verstehen, die sich unmittelbar auf die Trocknung oder die verbundene Energiezentrale einer Zuckerfabrik richten. / Significant changes within the meaning of TA Luft in Number 5.4.7.24, taking into account the requirements of § 16 BImSchG (Federal Immission Control Act), these are measures to existing plants that are directly related to the drying process or the connected energy centre of a sugar factory.

<sup>2)</sup> Begründung zum TA Luft Entwurf vom 15.2.2017, Seite 65 / Explanatory memorandum to the TA Luft Draft of 15 February 2017, page 65

formation hin zu einer treibhausgasneutralen Zuckergewinnung den Weg in Richtung einer zumindest teilweisen biogenen Nutzung der Zellulose-reststoffe aus dem internen Prozess vor. [56]

Die TA Luft 2021 nennt spezifische Grenzwerte für die einzelnen Trocknungstechnologien, wobei die Niedertemperaturtrocknung (NTT) erstmalig in diese Verwaltungsvorschrift aufgenommen wurde.

Altanlagen (bestehende Anlagen) sind in der Nummer 2.10 definiert. Nummer 6.2 regelt die Umsetzungsfristen für den Emissionsteil der TA Luft. Nach Nummer 6.2.3.3 soll bei Anlagen, die bisher dem Stand der Technik entsprachen – soweit in den Nummern 6.2.3.1, 6.2.3.4 und 6.2.3.5 nichts anderes bestimmt ist – verlangt werden, dass alle Anforderungen spätestens bis zum 01.12.2026 erfüllt werden, es sei denn, dass auf Basis von BVT-Schlussfolgerungen abweichende Fristen zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen an die Emission an Formaldehyd sind seit dem 01.12.2021 einzuhalten. Die Festlegung der im Rahmen der Altanlagenanierung notwendigen Maßnahmen soll die zuständige Behörde per nachträglicher Anordnung treffen. Die von der Europäischen Kommission am 04.12.2019 veröffentlichten BVT-Schlussfolgerungen<sup>3)</sup> (Durchführungsbeschluss der Kommission vom 12.11.2019) für die Nahrungsmittel-, Getränke- und Milchindustrie mit Emissionsgrenzwerten für die jeweiligen Tätigkeiten waren innerhalb von vier Jahren (§ 7 Abs. 1a Nr. 2 BImSchG) und somit bis zum 04.12.2023 einzuhalten. Die TA Luft 2021 berücksichtigt noch nicht die BVT-Schlussfolgerungen. Die Anforderungen der BVT-Schlussfolgerungen wurden über die Verwaltungsvorschrift Nahrungsmittel-, Getränke- und Milchindustrie (NaGeMi-VwV vom 22.11.2023) umgesetzt.

### Allgemeine Hinweise

Auf die für den Bau und Betrieb der Anlagen geltenden Gesetze, Verordnungen, Verwaltungs- und sonstige Vorschriften wird hingewiesen (BImSchG, TA Luft, NaGeMi-VwV, BREF „Food, Drink and Milk“ [52]).

Volumenangaben für Gase in dieser Richtlinie, die auf den Normzustand (273 K, 1013 mbar) *nach Abzug des Wasserdampfanteils* bezogen sind, sind mit (tr) gekennzeichnet. Volumenangaben für Gase, die auf den Normzustand *einschließlich des Wasserdampfanteils* bezogen sind, sind mit (f) gekennzeichnet.

biogenic utilisation of cellulose residues from the internal process. [56]

TA Luft 2021 specifies specific limit values for the individual drying technologies, with low-temperature drying (NTT) being included in this administrative regulation for the first time.

Old installations (existing installations) are defined in Number 2.10. Number 6.2 regulates the implementation deadlines for the emissions section of TA Luft. According to Number 6.2.3.3, installations that previously complied with the state of the art – unless otherwise specified in Numbers 6.2.3.1, 6.2.3.4 and 6.2.3.5 – are required to meet all requirements by 01 December 2026 at the latest, unless different deadlines are to be taken into account on the basis of BAT conclusions. The formaldehyde emission requirements shall be complied with from 01 December 2021. The competent authority is to determine the measures required as part of the refurbishment of old plants by subsequent order. The BAT conclusions published by the European Commission on 04 December 2019<sup>3)</sup> (Commission Implementing Decision of 12 November 2019) for the food, beverage and dairy industries with emission limit values for the respective activities were to be complied with within four years (Section 7 (1a) No. 2 BImSchG) and thus by 04 December 2023. The TA Luft 2021 does not yet take into account the BAT conclusions. The requirements of the BAT conclusions were implemented via the administrative regulation for the food, beverage and dairy industry (NaGeMi-VwV of 22 November 2023).

### General information

Reference is made to the laws, ordinances, administrative and other regulations applicable to the construction and operation of the plants (BImSchG, TA Luft, NaGeMi-VwV, BREF “Food, Drink and Milk” [52]).

Volumes of gases in this standard that refer to the standard state (273 K, 1013 mbar) *after deduction of the water vapour content* are marked with (tr). Volumes of gases in this standard that refer to the standard state *including the water vapour content* are marked with (f).

<sup>3)</sup> Dies betrifft bestehende FDM-Anlagen. / This applies to existing FDM systems.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Stand der Technik für Schnitzeltrocknungsanlagen in Zuckerfabriken. Der Geltungsbereich erstreckt sich vom Ausgang der Extraktion bis zum Abschluss der Schnitzeltrocknung.

Die Richtlinie gilt in entsprechender Weise wie die Nummer 5.4.7.24 der TA Luft für die drei bekannten Techniken der Schnitzeltrocknung, nämlich die Indirekttrocknung (Verdampfungstrocknung) und die Direkttrocknung (Hochtemperaturtrocknung (HTT) in einem Trommeltrockner und Niedertemperaturtrocknung (NTT) in einem Bandtrockner), einschließlich der in die Trocknung mit eingebundenen Kesselhäusern (Energiezentralen).

Hierbei normiert die TA Luft in Nummer 5.4.7.24 für Schnitzeltrocknungsanlagen spezielle Anforderungen an die Luftreinhaltung.

Außerhalb dieses Anwendungsbereichs entstehen bei der Zuckerherstellung aus Rüben ammoniakhaltige Carbonatationsgase. In einigen Anlagen dieses Anwendungsbereichs mit Hochtemperaturtrocknungsanlagen wird dieses ammoniakhaltige Carbonatationsgas in die Brennkammer eingeleitet und einer selektiven, nicht katalytischen Reaktion (analog einem SNCR-Verfahren) unterzogen. Dabei wird das Ammoniak eliminiert [55]. Die Verfahrenstechnik der Trocknung von extrahierten Rübenschnitzeln bleibt dadurch unverändert.

## 1 Scope

This standard describes the state of the art for pulp drying plants in sugar factories. The scope of application extends from the extraction outlet to the end of the pulp drying process.

The standard applies in the same way as Number 5.4.7.24 of TA Luft to the three known techniques for drying pulp, namely indirect drying (steam drying) and direct drying (high temperature drying (HTT) in a drum dryer and low temperature drying (NTT) in a belt dryer), including the boiler houses (energy centres) involved in the drying process.

In this context, TA Luft standardises special requirements for air pollution control in Number 5.4.7.24 for pulp drying plants.

Outside of this scope, carbonation gases containing ammonia are produced during sugar production from beet. In some plants in this scope with high-temperature drying systems, this ammonia-containing carbonation gas is introduced into the combustion chamber and subjected to a selective, non-catalytic reaction (similar to an SNCR process). This eliminates the ammonia [55]. The process technology for drying extracted beet pulp remains unchanged.