

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 776

Abwasser der Stärke-Industrie – Gewinnung nativer Stärke, Herstellung von Stärkeprodukten durch Hydrolyse und Modifikation

Januar 2021

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 776

Abwasser der Stärke-Industrie – Gewinnung nativer Stärke, Herstellung von Stärkeprodukten durch Hydrolyse und Modifikation

Januar 2021

VORSCHAU

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2021

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-048-0 (Print)

978-3-96862-049-7 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

Vorwort

Seit dem Erscheinen des Merkblatts ATV-DVWK-M 776 „Abwasser der Stärke-Industrie – Gewinnung nativer Stärke, Herstellung von Stärkeprodukten durch Hydrolyse und Modifikation“ im Jahr 2002 haben sich die Produktionsverfahren teilweise geändert. Auch im Bereich der Abwasser- und Abfallbehandlung gibt es Änderungen bei den gesetzlichen Anforderungen.

In dem neuen Merkblatt werden die Produktionsabläufe detailliert beschrieben und die neuen Erkenntnisse zum Abwasseranfall und zur Abwasserbeschaffenheit berücksichtigt. Die innerbetrieblichen Maßnahmen werden bewertet. Energetische Fragen werden betrachtet. Die Nebenprodukte sowie die Abfälle und deren Verwertungswege sind in dem Merkblatt aufgeführt. Außerdem werden im Anhang typisch ausgeführte Abwasserreinigungsanlagen kurz beschrieben und mit Anlagendaten versehen. Darüber hinaus wurde das EU-Dokument über die Besten Verfügbaren Techniken für diese Branche gemäß der Industrieemissions-Richtlinie (IE-RL 2010/75/EU vom 24.11.2010) berücksichtigt.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt ATV-DVWK-M 776 (04/2002) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an die europäische Normung und zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen in Hinsicht auf Gesetze und Verordnungen;
- b) teilweise Umstrukturierung;
- c) weitergehende Ausführungen zur landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung;
- d) Aktualisierung und Neufassung der Ausführungen zu rechtlichen Grundlagen;
- e) Aktualisierung der Beispiele;
- f) Präzisierungen, Klarstellungen und Verbesserungen der Verständlichkeit an diversen Stellen.

In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich, wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Merkblatt ATV-DVWK-M 776 (04/2002)

Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe IG-2.4 „Abwasser aus der Stärke-Industrie“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Industrieabwasser und anlagenbezogener Gewässerschutz“ (HA IG) im DWA-Fachausschuss IG-2 „Branchenspezifische Industrieabwasser und Abfälle“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe IG-2.4 „Abwasser aus der Stärke-Industrie“ gehören folgende Mitglieder an:

AUSTERMANN-HAUN, Ute	Prof. Dr.-Ing., Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold (Sprecherin)
ALTHOFF, Friedrich	Dr.-Ing., Kröner-Stärke GmbH, Ibbenbüren
BOLTE, Andreas	RA, Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e. V., Berlin
FRANK, Thomas	Dr. rer. nat., Südstärke GmbH, Schrobenhausen
HELMREICH, Brigitte	Prof. Dr. rer. nat. habil., Technische Universität München, Garching
KLENK, Ingo	Dr. rer. nat., Südzucker AG, Ochsenfurt
KLÖCKNER, Andrea	Dipl.-Ing., Südzucker AG, Zeitz
MAHL, Jakob	Dr. rer. nat., Südstärke GmbH, Schrobenhausen
MLASKO, Holger	Dipl.-Ing., Industrieberatung Umwelt GmbH & Co. KG, Wistedt i. d. Nordheide
RUPP, Sebastian	Dipl.-Ing., aqua consult Ingenieur GmbH, Hannover
SCHNEIDER, Karl-Heinz	KHS Consulting, Ibbenbüren
WIETING, Joachim	Dr.-Ing., ehemals Umweltbundesamt, Berlin

Dem DWA-Fachausschuss IG-2 „Branchenspezifische Industrieabwasser und Abfälle“ gehören folgende Mitglieder an:

AUSTERMANN-HAUN, Ute	Prof. Dr.-Ing., Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold (Obfrau)
ROSENLÖCHER, Margit	Dipl.-Ing., Landesdirektion Sachsen, Bautzen (stellv. Obfrau)
AHRENS, Alfons	Dr. rer. nat., Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin, Berlin
BRINKMEYER, JÖRG	DR.-ING., DE.ENCON GMBH, OLDENBURG
BURGER, Martin	Dr.-Ing., Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
CAROZZI, Alvaro	Dipl.-Ing., Dr.-Ing. Steinle Ingenieurgesellschaft für Abwassertechnik mbH, Weyarn
FLÖSER, Veit	Dipl.-Ing., Ingenieurbüro Veit Flöser, Hannover
HELMREICH, Brigitte	Prof. Dr. rer. nat. habil., Technische Universität München, Garching
JÄGER, Olaf	Dipl.-Ing., Bayer AG, Bergkamen
KRAUSE, Bernd	Dipl.-Ing., Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
LANGÉ, Roland	Dipl.-Ing., aqua consult Ingenieur GmbH, Hannover
MILLER, Rüdiger	Bolta Werke GmbH, Leinburg/Diepersdorf
MLASKO, Holger	Dipl.-Ing., Industrieberatung Umwelt GmbH & Co. KG, Wistedt
MÜNCH, Christiane	Dr., Sachsenmilch Leppersdorf GmbH, Leppersdorf
NOWAK, Otto	Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr., Nowak AbwasserBeratung, Eisenstadt, Österreich
POLLATZ, Thorsten	Dipl.-Ing., RLP Agrosience GmbH, Neustadt an der Weinstraße
WIETING, Joachim	Dr.-Ing., Berlin

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

GRABOWSKI, Iris	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-----------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Hinweis für die Benutzung	9
1 Anwendungsbereich	9
2 Begriffe	10
2.1 Definitionen.....	10
2.1.1 Allgemeines	10
2.1.2 Abwasser (im Sinne des deutschen Wasserrechts).....	10
2.1.3 Produktionsabwasser	10
2.1.4 Sonstiges betriebliches Abwasser	11
2.1.5 Abwasser aus der betrieblichen Wasseraufbereitung, aus indirekten Kühlsystemen und der Dampferzeugung.....	11
2.1.6 Niederschlagswasser	11
2.1.7 Abwasser aus dem Sanitär- und Sozialbereich	11
2.1.8 Abfälle	11
2.1.9 Bioabfälle	12
2.1.10 Emittierte Luftverunreinigung.....	12
2.2 Abkürzungen und Formelzeichen	12
3 Überblick zur Branche	15
4 Rechtliche Grundlagen	17
4.1 Allgemeines	17
4.2 Recht der Europäischen Union.....	17
4.3 Nationales Umweltrecht.....	17
4.3.1 Allgemeines	17
4.3.2 Wasserrecht.....	17
4.3.2.1 Vorbemerkungen	17
4.3.2.2 Indirekteinleitung	17
4.3.2.3 Direkteinleitung	18
4.3.3 Immissionsschutzrecht	19
4.4 Sonstige Rechtsgrundlagen	19
5 Beschreibung der Produktionsverfahren	20
5.1 Grundlagen	20
5.1.1 Allgemeines zur Technik der Stärkegewinnung	20
5.1.2 Eingesetzte Roh- und Hilfsstoffe und Produkte.....	21
5.2 Produktionsverfahren der Stärkegewinnung aus Getreide und Kartoffeln.....	22
5.2.1 Gewinnung von Maisstärke.....	22
5.2.2 Gewinnung von Weizenstärke.....	24

5.2.3	Gewinnung von Kartoffelstärke.....	27
5.3	Technik der Stärkeveredelung: Produktion von modifizierten Stärken und Stärkederivaten	29
5.3.1	Allgemeines und Übersicht	29
5.3.2	Herstellung von modifizierten Stärken	30
5.3.3	Herstellung von Hydrolyse-Produkten.....	31
5.3.4	Herstellung sonstiger Produkte der Stärkeveredelung	32
6	Emissionen und Energieeinsatz bei der Stärkegewinnung und -veredelung	33
6.1	Abwasser der Stärke-Industrie	33
6.1.1	Allgemeines	33
6.1.2	Maisstärkegewinnung	34
6.1.3	Weizenstärkegewinnung	34
6.1.4	Kartoffelstärkegewinnung.....	34
6.1.5	Abwasser bei der Modifikation von Stärke.....	35
6.1.6	Abwasser der Stärkehydrolyse.....	36
6.2	Abfälle	37
6.3	Emissionen von Luftverunreinigungen und Lärm.....	37
6.3.1	Allgemeines	37
6.3.2	Emissionen bei der Getreidestärkegewinnung	38
6.3.3	Emissionen bei der Kartoffelstärkegewinnung.....	38
6.3.4	Emissionen bei der Veredelung von Stärke	38
6.4	Energieeinsatz	38
7	Prozessintegrierter Umweltschutz	40
7.1	Allgemeines	40
7.2	Einfluss der Standortbedingungen.....	40
7.3	Adaptation oder Substitution von Hilfsstoffen und Produktionsverfahren.....	40
7.4	Betriebliche und organisatorische Maßnahmen	41
7.5	Produktabhängige Maßnahmen	41
8	Verwertung von Abfällen	42
8.1	Maßnahmen zur energetischen Verwertung.....	42
8.2	Maßnahmen zur stofflichen Verwertung.....	42
9	Abwasserbehandlung	44
9.1	Allgemeines	44
9.2	Mechanisch-physikalische Verfahren	44
9.3	Chemisch-physikalische Verfahren	44
9.4	Biologische Verfahren	44
9.4.1	Vorbemerkungen	44
9.4.2	Kombinierte Abwasserbehandlung und landwirtschaftliche Nutzung von Abwasser durch Verregnung auf kontrollierten Flächen.....	44
9.4.3	Aerob-biologische Verfahren	45
9.4.3.1	Allgemeines	45
9.4.3.2	Konventionelles Belebungsverfahren	45
9.4.3.3	Membran-Belebungsverfahren.....	45
9.4.3.4	Kombinierte aerobe Verfahren.....	45

9.4.4	Anaerobe Behandlung	46
9.5	Umgang mit Schlämmen aus der Abwasserbehandlung.....	46
Anhang A Beispiele ausgeführter Anlagen von Indirekteinleitern und Direkteinleitern		47
A.1	Prozesswasser aus der Weizenstärkeherstellung als Energiequelle für einen anaeroben Reaktor eines Indirekteinleiters – Kröner-Stärke GmbH.....	47
A.2	Betriebskläranlage der Weizenstärkefabrik Zeitz – Südzucker AG	51
A.3	Aerobstufe mit Membran-Biologie zur Waschwasserbehandlung einer direkt einleitenden Kartoffelstärkefabrik	54
A.4	Mehrstufige aerobe Anlage (System Biolak-Wox) einer direkt einleitenden Kartoffelstärkefabrik – AVEBE Kartoffelstärkefabrik Dallmin.....	55
Quellen und Literaturhinweise		57
Stichwortverzeichnis Definitionen.....		63

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Standorte stärkeproduzierender und -verarbeitender Fabriken in Deutschland	16
Bild 2:	Grundfließbild – Maisverarbeitung im Nassprozess.....	23
Bild 3:	Grundfließbild der Weizenmehlverarbeitung im Nassprozess am Beispiel einer Zentrifugaltechnologie	25
Bild 4:	Beispiel eines Grundfließbilds der Kartoffelstärkegewinnung.....	28
Bild 5:	Anwendungsgebiete für Stärke und Stärkeprodukte	29
Bild 6:	Übliche Einteilung der modifizierten Stärken	30
Bild 7:	Beispiel eines Grundfließbilds der Herstellung von Hydrolyseprodukten	32
Bild A.1:	Verfahrensbild der Anaerob-Aerob-Anlage der Weizenstärkefabrik Kröner-Stärke GmbH.....	50
Bild A.2:	Verfahrensbild der Betriebskläranlage der Weizenstärkefabrik Zeitz.....	53
Bild A.3:	Grundfließbild der Abwasserbehandlungsanlage der Kartoffelstärkefabrik in Dallmin.....	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abkürzungen und Formelzeichen.....	12
Tabelle 2:	Verarbeitete Rohstoffe in Deutschland, Werte gerundet	15
Tabelle 3:	Jahresproduktion und Produktionsstätten in Deutschland 2017, Werte gerundet	16
Tabelle 4:	BVT-assoziierte Emissionswerte für Direkteinleiter aus der Stärke-Industrie	18
Tabelle 5:	Technologisch wichtigste Inhaltsstoffe verschiedener Rohstoffe zur Stärkegewinnung	21
Tabelle 6:	Hilfsstoffe bei der Stärkegewinnung	21
Tabelle 7:	Zusammenstellung der wichtigsten Produktgruppen der Stärke-Industrie	22
Tabelle 8:	Ausbeutebilanz der Gewinnung von Stärke aus Mais (Summe etwa 99 %)	24
Tabelle 9:	Ausbeutebilanz der Stärkegewinnung aus Weizen in % Trockensubstanz.....	27
Tabelle 10:	CSB- und BSB ₅ -Bedarf pro Gramm Stoff	33
Tabelle 11:	Indikative Umweltleistungsniveaus für das spezifische Abwasservolumen.....	33
Tabelle 12:	Kennwerte für Brüdenkondensat aus der Quellwassereindampfung	34
Tabelle 13:	Kennwerte für Abwasser aus der Weizenstärkefabrikation nach der betrieblichen Vorbehandlung	34
Tabelle 14:	Zusammenstellung von gerundeten Kennwerten der Abwasserteilströme aus der Kartoffelstärkegewinnung	35
Tabelle 15:	Zusammenstellung von gerundeten Kennwerten der Abwasserteilströme aus der Herstellung von Stärkezucker (Sirupe)	36
Tabelle 16:	Mittlere Düngestoffgehalte im Kartoffelfruchtwasser und Kartoffelfruchtwasserkonzentrat verschiedener Kartoffelstärkefabriken.....	42
Tabelle A.1:	Kenn- und Betriebswerte für die Anaerob-Stufe der Abwasserbehandlungsanlage der Weizenstärkefabrik Kröner-Stärke GmbH	47
Tabelle A.2:	Kennwerte für die Aerob-Stufe der Abwasserbehandlungsanlage der Weizenstärkefabrik Kröner-Stärke GmbH	48
Tabelle A.3:	Reinigungsleistung der anaeroben/aeroben Abwasserbehandlungsanlage in den Jahren 1990 bis 2016.....	49
Tabelle A.4:	Auslegungs- und Betriebsdaten des Kläranlagenzulaufs.....	51
Tabelle A.5:	Erreichte Ablaufwerte in der Stichprobe der Betriebskläranlage zur Behandlung der Abwässer aus der Weizenstärkefabrik.....	52
Tabelle A.6:	Überwachungswerte der Betriebskläranlage	55
Tabelle A.7:	Abwassertechnische Dimensionierungsdaten	56
Tabelle A.8:	Vergleich der Bemessungs-, Betriebs- und Überwachungswerte	57

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Merkblatt bezieht sich auf Abwässer aus den verschiedenen Bereichen der deutschen Stärke-Industrie (Mais, Weizen, Kartoffeln). Die Bereiche dieser Branche sind die Gewinnung nativer Stärke, Herstellung von Stärkeprodukten durch Hydrolyse und Modifikation. Bei Fragen zu den Abwässern aus der Herstellung von Kartoffelveredelungsprodukten wird auf das Merkblatt DWA-M 753 „Abwasser aus der Kartoffelverarbeitung“ (Oktober 2005) verwiesen.

Das Merkblatt DWA-M 776 beschreibt den Stand der Technik (St. d. T.) von Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen von Anlagen zur Vermeidung und Minderung von Abwasseranfall und Abwasserbelastung sowie von Maßnahmen zur Behandlung des anfallenden Abwassers aus den verschiedenen Bereichen der deutschen Stärke-Industrie. Die mit diesen Maßnahmen bei bestimmten Betriebsbedingungen erreichbaren Emissionswerte werden genannt. Angaben über den notwendigen technischen und wirtschaftlichen Aufwand werden gemacht.

Allgemein gültige Angaben zur Kosten-Nutzen-Bewertung von Prozessen und Maßnahmen können nicht getroffen werden. Zu unterschiedlich sind die Kosten in Abhängigkeit des Maßstabs der Anlage und ihres Standorts. Auch die unterschiedliche Personal-, Energiesituation und Produktpalette machen Angaben von Kosten und deren Bewertung problematisch. In Abschnitt 6 werden deshalb nur Hinweise gegeben auf Einflüsse zur Kosten-Nutzen-Bewertung. Zwecks Standardisierung von Kosten-Nutzen-Betrachtungen wird auf die Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien, DWA 2012), der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) verwiesen.

Durch Ausführungen zu den Einsatzstoffen und Produkten und zur Entsorgung der bei den Prozessen anfallenden Abfälle sowie Emissionen in die Luft werden Anregungen zu einem geschlossenen, alle Umweltmedien berücksichtigenden Verwertungs- und Entsorgungskonzept sowie zum sparsamen Einsatz von Energie im Sinne der Europäischen Richtlinie zur integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IE-Richtlinie) gegeben. Die Beschreibungen der Produktionsverfahren zeigen einem in diesem Industriezweig weniger kundigen Personenkreis die Grundlagen der betrieblichen Verfahrenstechnik sowie die Anfallstellen und Zusammensetzung der Stoffströme auf.

VORSCHAU

Das Merkblatt DWA-M 776 „Abwasser der Stärke-Industrie – Gewinnung nativer Stärke, Herstellung von Stärkeprodukten durch Hydrolyse und Modifikation“ beschreibt Verfahren nach dem Stand der Technik bzw. den Besten Verfügbaren Techniken (BVT) zur Behandlung von Abwasser, das bei der Herstellung von Stärke bzw. Stärkeprodukten anfällt. Es gibt einen Überblick über die Verfahren der Stärkeherstellung, benennt die Zusammensetzung der Abwässer und beschreibt die Abwasserbehandlungsverfahren. Zudem werden auch innerbetriebliche Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung anderer Umweltmedien dargestellt. Daneben geht das Merkblatt auch auf Nebenprodukte und deren Abfälle ein.

Das Merkblatt richtet sich an stärkeproduzierende und stärkeverarbeitende Betriebe, Betreiber kommunaler Abwasseranlagen, Fachbehörden der Wasserwirtschaft, Ingenieurbüros und Anlagenhersteller.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-048-0 [Print]
978-3-96862-049-7 [E-Book]

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de · www.dwa.de