

Ozonerzeugungsanlagen zur Wasseraufbereitung

DIN
19 627

Ozone-plants for water treatment

Ersatz für Ausgabe 01.80

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Ozonerzeugungsanlagen, die nach dem Prinzip der stillen elektrischen Entladung arbeiten und bei der Aufbereitung von Wasser (z.B. zu Trinkwasser, Betriebswasser, Schwimmbeckenwasser) sowie zur Behandlung von Abwasser eingesetzt werden.

Die Norm kann auch für andere Einsatzgebiete angewandt werden, z.B. für Ozonerzeugungsanlagen zur Behandlung von Abgasen.

2 Zweck

Die in Ozonerzeugungsanlagen hergestellten Ozongasgemische werden zur Oxidation anorganischer und organischer Stoffe sowie zur Abtötung von Mikroorganismen und zur Inaktivierung von Viren eingesetzt.

3 Allgemeines

Ozon entsteht bei der Einwirkung einer stillen elektrischen Entladung auf Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase. Die elektrische Entladung erfolgt in einem Gasraum zwischen Elektroden, die unter Hochspannung stehen und durch ein Dielektrikum voneinander getrennt sind.

4 Begriffe

4.1 Ozonerzeugungselement

Ein Ozonerzeugungselement ist ein Anlagenteil, in dem Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase einer stillen elektrischen Entladung ausgesetzt werden.

4.2 Ozonerzeuger

Ein Ozonerzeuger ist ein Anlagenteil, in dem die Ozonerzeugungselemente eingebaut sind.

4.3 Ozonerzeugungsanlage

Eine Ozonerzeugungsanlage ist die gesamte Einrichtung, die zur Erzeugung von Ozon notwendig ist.

4.4 Ozonungsanlage

Eine Ozonungsanlage ist eine Anlagenkombination, die außer der in dieser Norm beschriebenen Ozonerzeugungsanlage auch Einrichtungen zur Förderung von und Reaktion mit Ozon umfaßt.

5 Unterscheidungsmerkmale der Ozonerzeugungsanlagen

Ozonerzeugungsanlagen werden nach den Merkmalen der Abschnitte 5.1 bis 5.6 unterschieden.

5.1 Bauform der Ozonerzeugungsanlage

Anlagen in kompakter oder freier Bauweise, d. h. räumlich zusammengefaßte oder voneinander getrennte Aufstellung der Baugruppen (siehe Abschnitt 7).

5.2 Form der Ozonerzeugungselemente

Röhren- oder plattenförmige Ozonerzeugungselemente.

5.3 Arbeitsdruck

Mit Unter- oder Überdruck betriebene Ozonerzeuger.

5.4 Betriebsfrequenzen

Mit Netzfrequenz oder anderer Frequenz betriebene Ozonerzeuger.

5.5 Einsatzgas

Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase, z. B. Luft.

5.6 Kühlung des Ozonerzeugers

Luftkühlung: Konvektions- oder Zwangskühlung
Flüssigkeitskühlung: z. B. Wasser, Sole, Öl.

6 Technische Daten der Ozonerzeugungsanlage

Die Ozonerzeugungsanlage ist durch die Angabe folgender technischer Daten, die in der Betriebsanweisung aufzuführen sind, zu charakterisieren:

- a) Hersteller oder Lieferant, Typ, Baujahr und Fabriknummer der Ozonerzeugungsanlage
- b) Art des Einsatzgases, z. B. getrocknete Luft
- c) Arbeitsdruck der Trocknungsanlage und höchstzulässiger Überdruck, in bar
- d) Taupunkt des Einsatzgases für die Ozonerzeugung

Fortsetzung Seite 2 bis 7

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.



Documents

Document Sharing Hub

DIN 19 627 Mrz 1993 Preisgr. 7

Vertr.-Nr. 0007

- e) Volumenstrom des Gasgemisches bei Nennleistung (mit Angabe der Meßstelle) im Normzustand¹⁾, in m³/h
- f) Art des Kühlmittels, z. B. Wasser
- g) Volumenstrom des Kühlmittels bei Nennleistung, in m³/h, und bei maximal zulässiger Temperatur, in °C, am Ausgang des Ozonerzeugers
- h) maximal zulässiger Druck des Kühlmittels, in bar
- i) Nennleistung der Ozonproduktion, in g/h, bei der Konzentration an Ozon, in g/m³ (das Volumen wird auf den Normzustand¹⁾ bezogen)
- j) Einstell- bzw. Regelbereich der Ozonproduktion, in g/h oder % der Nennleistung in Stufen oder stufenlos
- k) Arbeitsdruck des Ozonerzeugers; höchstzulässiger Unter- bzw. Überdruck, in bar
- l) Elektrische Anschlußwerte der Ozonerzeugungsanlage:
Spannung, in V;
Stromstärke, in A;
Anschlußleistung, in VA;
und Frequenz, in Hz
- m) Betriebsfrequenz am Ozonerzeuger, in Hz
- n) maximale effektive Betriebsspannung, in kV
- o) Nennwirkleistung der Ozonerzeugungsanlage, in kW, und Leistungsfaktor (cos φ)
- p) Hauptmaße der Anlage, in m
- q) Raumbedarf zur Aufstellung und Bedienung der Anlage durch Angabe von Länge, Breite und Höhe, in m
- r) Betriebsgewicht der Anlage, in kg

6.1 Typschild

An Ozonerzeugungsanlagen müssen auf einem Typschild mindestens folgende Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein:

- Hersteller oder Lieferant
- Typ
- Baujahr
- Herstellnummer
- Art des Einsatzgases
- Ozonerzeugung, in g/h bzw. kg/h (Nennleistung)
- Volumenstrom des Gasgemisches im Normzustand¹⁾, in m³/h bei Nennleistung am Ausgang des Ozonerzeugers
- elektrische Anschlußwerte, in V, A, kVA, Hz
- zulässiger Betriebsüberdruck des Ozonerzeugers, in bar
- Unterdruck (als negativer Zahlenwert), in bar

7 Baugruppen, Aufbau und Werkstoffe der Ozonerzeugungsanlagen

Zu einer Ozonerzeugungsanlage gehören die in den Abschnitten 7.1 bis 7.5 aufgeführten Bestandteile.

7.1 Einrichtung zur Bereitstellung des Einsatzgases

Um einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen, muß das zur Ozonerzeugung eingesetzte Gas mechanisch gereinigt und getrocknet sein. Sein Taupunkt soll im Normzustand¹⁾ unter -45 °C liegen. Wird dieser Taupunkt nicht erreicht, so müssen Werkstoffe verwendet werden, die einem Betrieb mit feuchtem Gas standhalten. Nasses Gas führt zur Bildung von salpetriger Säure und Salpetersäure und zerstört metallische Werkstoffe.

ANMERKUNG: Der Energiebedarf verringert sich durch verbesserte Trocknung des Einsatzgases.

7.1.1 Aufbau

Die hier erforderlichen Einrichtungen werden nach Art und Zustand des zur Ozonerzeugung einzusetzenden Gases festgelegt. Üblicherweise umfaßt diese Baugruppe bei Betrieb mit Luft ein Adsorber-System, das mit einem feuchtigkeitsadsorbierenden Material gefüllt ist und durch das das Einsatzgas, gegebenenfalls unter Einschaltung von vor- oder nachgeschalteten Kühlaggregaten, geführt wird. Das Adsorptionsmaterial soll regenerierbar sein.

Bei Betrieb mit trockenen Einsatzgasen (Taupunkt unter -45 °C) ohne Kreislaufführung ist eine Trocknungseinrichtung nicht erforderlich.

Je nach Konstruktion des Ozonerzeugers wird dieser Anlagenteil mit Unter- oder Überdruck betrieben; danach ist auch die apparative Ausrüstung der Gasförderung ausgelegt.

7.1.2 Werkstoffe

Die Werkstoffe für die Anlage zur Trocknung des Einsatzgases müssen nach dessen Art und Zustand ausgewählt werden.

Bei nasser Gaskreislaufführung muß der Trockner aus ozonbeständigen Werkstoffen hergestellt sein, oder er muß vor Ozongasresten durch eine Restozonentfernungsanlage geschützt werden.

7.2 Ozonerzeuger

7.2.1 Aufbau

Die Ozonerzeugungselemente sind vertikal oder horizontal angeordnet, z. B. in geschlossenen Behältern.

Zur Abführung der bei der Ozonerzeugung entstehenden Wärme sind Kühleinrichtungen notwendig, wobei die Wärme durch Gase, Flüssigkeiten oder Wärmestrahlung abgeführt werden kann.

7.2.2 Werkstoffe für ozonberührte Teile

Nichtrostende Stähle, z. B. Werkstoffnummer 1.4571; Aluminium, z. B. Al 99,8; Keramik oder Glas, geeignete Kunststoffe, z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE) und für die Erzeugung von Ozon aus Luft Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U).

Als Dichtungsmaterialien kommen ozonbeständige Polymere in Frage, z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE), unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen auch Chlorsulfonpolyäthylen (CSM), Fluorkautschuk (FPM) und Silikone.

7.3 Elektrische Einrichtung zur Erzeugung der Hochspannung und gegebenenfalls zur Frequenzwandlung

Die elektrischen Einrichtungen müssen insbesondere den Normen der Reihe DIN VDE 0100, DIN VDE 0101, DIN VDE 0110 Teil 2 und DIN VDE 0160 und der Unfallverhütungsvorschrift VBG 4 entsprechen.

Zur Erzeugung der Hochspannung dienen Hochspannungstransformatoren, gegebenenfalls in Verbindung mit Drosselspulen und Steuer- bzw. Regelgeräten.

¹⁾ $p_n = 1013,25 \text{ mbar}$, $t_n = 0 \text{ °C}$

7.4 Einrichtungen für Bedienung und Überwachung

Die Bedienungseinrichtungen der Ozonerzeugungsanlage sind leicht zugänglich und übersichtlich anzuordnen. Die Schalteinrichtung für Bedienung, Wartung und Überwachung muß alle für einen sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen Schalt-, Regel-, Steuer-, Meß- und Kontrollorgane beinhalten. Ein Notabschalteranschluß ist vorzusehen (siehe ZH 1/474).

Die am Hochspannungstransformator primärseitig angelegte elektrische Spannung oder die Frequenz kann zur Steuerung der Ozonerzeugung einstellbar sein. Es sind mindestens der Betriebszustand und veränderbare Betriebsparameter, die die Ozonproduktion beeinflussen, anzuzeigen.

Solche veränderbaren Betriebsparameter können sein:

- Spannung
- Stromstärke
- Wirkleistung
- Frequenz
- Volumenstrom des Einsatzgases
- Kühlmitteltemperatur
- Ozongaskonzentration
- Arbeitsdruck des Einsatzgases

7.5 Sicherheitseinrichtungen

Die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften muß sichergestellt sein (siehe ZH 1/474 sowie VBG 61 und VBG 62). Die Sicherheitseinrichtungen müssen bei Über- bzw. Unterschreiten bestimmter Grenzwerte den Ozonerzeuger abschalten oder eine Inbetriebnahme überhaupt verhindern.

Hierzu sind entweder konstruktive Maßnahmen zu ergreifen oder folgende Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen notwendig für:

- den Gasvolumenstrom (Mindestwert)
- die Betriebstemperatur des Ozonerzeugers (Höchstwert)
- den zulässigen Arbeitsunterdruck und Arbeitsüberdruck im Ozonerzeuger
- die Stromaufnahme (Höchstwert), z. B. durch Überstrom oder Temperaturerhöhung

Je nach Einsatz der Anlagen können weiter erforderlich werden:

- Taupunktmeßgerät
- Ozonkonzentrationsmeßgerät.

Für den Anschluß der Ozonerzeugungsanlagen an das Stromnetz sind die Vorschriften zum Betrieb von Hochspannungserzeugungsanlagen des zuständigen Elektrizitätsversorgungsunternehmens zu beachten. Elektrische Geräte und Maschinen, die zugänglich aufgebaut werden, sind, wenn der Aufstellungsort nicht eine höhere Schutzart bedingt, mindestens nach Schutzart DIN 40 050-IP 23 auszuführen. Sind diese Geräte und Maschinen nicht direkt zugänglich, genügt die Schutzart DIN 40 050-IP 00, wenn die elektrotechnischen Sicherheitsnormen für diesen Raum erfüllt sind.

8 Aufstellungsort

In Ozonerzeugungsanlagen sind verschiedene elektrische Maschinen und Geräte eingesetzt, die an den Aufstellungsort gewisse Mindestanforderungen stellen. Der Aufstellungsort bedingt die Schutzart der einzusetzenden elektrischen Maschinen und Geräte (siehe Abschnitt 7.5).

Die Umgebungstemperatur sollte 30°C und die relative Luftfeuchte 60 % nicht überschreiten.

Aggressive Gase müssen in der Umgebungsluft vermieden werden. Für wirksame Be- und Entlüftung ist zu sorgen (MAK-Wert²⁾ für O₃: 0,2 mg/m³).

Räume, in denen im Störfall Ozon austreten kann, müssen mit Gaswarngeräten wirkungsvoll überwacht werden (siehe ZH 1/474).

In Räumen, in denen Sauerstoff austreten kann und eine ausreichende Be- und Entlüftung nicht vorhanden ist, sind Sauerstoffgaswarngeräte zu installieren.

Die Ozonerzeugungsanlage muß so aufgestellt werden, daß Betrieb, Wartung und Reparaturen ohne Behinderung durchführbar sind.

9 Kühlmittel

Bei einer Ozonkonzentration im Gas von über 20 g/m³ im Normzustand¹⁾ soll die Eintrittstemperatur des Kühlmittels 30°C nicht übersteigen, um übermäßige Ozonverluste zu vermeiden.

Bei Verwendung von Kühlwasser gelten (zur Verhinderung von Ablagerungen) die folgenden Richtwerte:

- Volumenanteil an absetzbaren Stoffen: < 0,1 ml/l
- Massenkonzentration an Eisen: $\beta(\text{Fe})=0,2 \text{ mg/l}$
- Massenkonzentration an Mangan: $\beta(\text{Mn})=0,05 \text{ mg/l}$

ANMERKUNG: Bestimmung der Richtwerte nach [1].

Bei Verwendung von metallischen Werkstoffen ist das korrosionschemische Verhalten des Kühlwassers zu beachten.

Weiterhin ist die Tendenz des erwärmten Kühlwassers zur Bildung von Kalkablagerungen zu beachten.

Eine Kreislaufführung mit Rückkühlung oder eine Weiterverwendung des Kühlwassers sowie Wärmerückgewinnung ist möglich.

10 Hinweise für den Betrieb

Für den Betrieb einer Ozonerzeugungsanlage sind die technischen Daten nach Abschnitt 6 sowie die Einbau-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen des Herstellers verbindlich. Die Unfallverhütungsvorschriften VBG 61 und VBG 62 sind zu beachten.

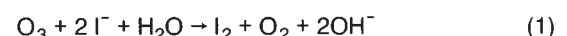
11 Bestimmung der Ozonkonzentration

Das in Abschnitt 11.1 beschriebene Verfahren zur Bestimmung der Ozonkonzentration (Ozonmasse je Zeiteinheit) bezieht sich auf die Einsatzgase Luft und Sauerstoff sowie auf Luft-Sauerstoff-Gemische.

11.1 Titrimetrische Bestimmung der Ozonkonzentration nach der KI-Methode [2]

11.1.1 Theorie

Die Reaktion von Ozon mit Kaliumiodid verläuft nur in neutraler, gepufferter wäßriger Lösung (pH-Wert 7) stöchiometrisch nach folgender Reaktionsgleichung:



Nach Ansäuern der Lösung wird das freigesetzte Iod mit Natriumthiosulfat-Lösung titriert, wobei folgende Reaktion abläuft:



¹⁾ Siehe Seite 2

²⁾ MAK: Maximale Arbeitsplatzkonzentration