

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Maximale Immissions-Werte  
Maximale Immissions-Werte für Aluminium zum Schutz  
der landwirtschaftlichen Nutztiere  
Maximum immission values  
Maximum immission values for aluminium to protect  
farm animals

VDI 2310  
Blatt 44 / Part 44

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 guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung.....	2	Preliminary note .....	2
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>3</b>	<b>1 Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Maximale Immissions-Konzentrationen (MIK).....</b>	<b>4</b>	<b>2 Maximum immission concentration (MIK) .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Maximale Immissions-Dosis (MID).....</b>	<b>4</b>	<b>3 Maximum immission dose (MID).....</b>	<b>4</b>
3.1 Wege der Wertfindung.....	5	3.1 Derivation of MID values .....	5
3.2 Wirkungen.....	5	3.2 Effects.....	5
3.3 Festlegung der MID-Werte für Aluminium.....	9	3.3 Determination of MID values for aluminium.....	9
<b>4 Begründung .....</b>	<b>10</b>	<b>4 Explanatory statement .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Bestehende Rechtsvorschriften .....</b>	<b>10</b>	<b>5 Acts and regulations .....</b>	<b>10</b>
Schrifttum .....	11	Bibliography.....	11

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL  
Arbeitsgruppe Wirkungen von Luftverunreinigungen auf landwirtschaftliche Nutztiere

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte  
VDI-Handbuch Landwirtschaft/Landtechnik

## Vorbemerkung

In der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Folgende Themenschwerpunkte werden in vier Fachbereichen behandelt:

### *Fachbereich I „Umweltschutztechnik“*

Produktionsintegrierter Umweltschutz; Verfahren und Einrichtungen zur Emissionsminderung und Energieumwandlung; ganzheitliche Betrachtung von Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Luft, Wasser und Boden; Emissionswerte für Stäube und Gase; anlagenbezogene messtechnische Anleitungen; Umweltschutzkostenrechnung

### *Fachbereich II „Umweltmeteorologie“*

Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; störfallbedingte Freisetzungen; mikro- und mesoskalige Windfeldmodelle; Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Oberflächen; meteorologische Messungen; angewandte Klimatologie; Lufthygienekarten; human-biometeorologische Bewertung von Klima und Lufthygiene; Übertragung meteorologischer Daten

### *Fachbereich III „Umweltqualität“*

Wirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tier, Pflanze, Boden, Werkstoffe und Atmosphäre; wirkungsbezogene Mess- und Erhebungsverfahren: z. B. Bioindikation mit Höheren und Niederen Pflanzen, Erhebungsverfahren zur Biodiversität; Werkstoffexposition; Erfassung mikrobieller Luftverunreinigungen; Olfaktometrie; Umweltsimulation

### *Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“*

Emissions- und Immissionsmesstechnik für anorganische und organische Gase sowie für Partikel; optische Fernmessverfahren; Mes-

## Preliminary note

In the Commission on Air Pollution Prevention of VDI and DIN – Standards Committee (KRdL) experts from science, industry and administration, acting on their own responsibility, establish VDI guidelines and DIN standards in the field of environmental protection. These describe the state of the art in science and technology in the Federal Republic of Germany and serve as a decision-making aid in the preparatory stages of legislation and application of legal regulations and ordinances. KRdL's working results are also considered as the common German point of view in the establishment of technical rules on the European level by CEN (European Committee for Standardization) and on the international level by ISO (International Organization for Standardization).

The following topics are dealt with in four subdivisions:

### *Subdivision I “Environmental Protection Techniques”*

Integrated pollution prevention and control for installations; procedures and installations for emission control and energy conversion; overall consideration of measures for emission control with consideration given to the air, water and soil; emission limits for dusts and gases; plant-related measurement instructions; environmental industrial cost accounting

### *Subdivision II “Environmental Meteorology”*

Dispersion of pollutants in the atmosphere; emissions from accidental releases; micro- and mesoscale wind field models; interaction between the atmosphere and surfaces; meteorological measurements; applied climatology; air pollution maps; human-biometeorological evaluation of climate and air hygiene; transfer of meteorological data

### *Subdivision III “Environmental Quality”*

Effects of air pollutants on man, farm animals, vegetation, soil, materials, and the atmosphere; methods for the measurement and evaluation of effects: e. g. biomonitoring with higher and lower plants; evaluation techniques for biodiversity; exposure of materials; determination of microbial air pollutants and their effects; olfactometry; environmental simulation

### *Subdivision IV “Environmental Measurement Techniques”*

Techniques for emission and ambient air measurements of inorganic and organic gases as well as particulate matter; optical open-path

sen von Innenraumluftverunreinigungen; Messen von Bodenluftverunreinigungen; Verfahren zur Herstellung von Referenzmaterialien; Prüfpläne für Messgeräte; Validierungsverfahren; Messplanung; Auswerteverfahren; Qualitätssicherung

Die Richtlinien und Normen werden zunächst als Entwurf veröffentlicht. Durch Ankündigung im Bundesanzeiger und in der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Die Richtlinien und Normen sind in den sechs Bänden des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft zusammengefasst.

## 1 Einleitung

Die nachfolgend aufgeführten Maximalen Immissions-Werte (MI-Werte) für Aluminium dienen dem Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere. Die Ableitung der MI-Werte erfolgte anhand von langfristigen Aluminiumbelastungsversuchen zur Ermittlung von Dosis-Zeit-Wirkungs-Beziehungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren und als Gatterwild gehaltenen Arten. Es können MI-Werte für Aluminium nur bei den untersuchten Arten festgelegt werden. Alle analysierten Tierarten reagierten auf nutritive Aluminiumbelastungen annähernd einheitlich, sodass bei Ziegen, Gehegewild und verschiedenen Vogelarten mit ähnlichen Reaktionen auf Aluminiumbelastungen wie bei Rind, Schaf, Schwein und Huhn gerechnet werden kann [1; 21; 38].

Die Ergebnisse der Toxizitätsuntersuchungen des Aluminiums können nicht generell verglichen werden, da verschiedene Aluminiumverbindungen über unterschiedliche Zeiträume an die Nutztiere verabreicht wurden [30]. Schwer lösliche Aluminiumverbindungen (Aluminiumphosphat und Aluminiumoxid) wurden in wesentlich höheren Konzentrationen als lösliche Aluminiumverbindungen (Alaune, Aluminiumsulfat, Aluminiumchlorid, Aluminiumnitrat) von den Nutztieren vertragen. Bei Küken und Schafen induzierten 1,6 g Al/kg Trockensubstanz (TS) in Form von Aluminiumphosphat oder Aluminiumoxid keine erkennbaren Wirkungen [10; 33]. Die zweijährige Verabreichung von Aluminiumoxid an Schafe verdoppelte aber den Aluminiumgehalt in den Nieren, verdreifachte den Gehalt in Leber und Rippen und versechsfachte den des Großhirns [10]. Die Aufnahme

measurement methods; measurement of indoor air pollutants, measurement of soil air pollutants; procedures for establishing reference material; test procedures for measurement devices; validation procedures; measurement planning; evaluation methods; quality assurance

The guidelines and standards are first published as drafts. These are announced in the Bundesanzeiger (Federal Gazette) and in professional publications in order to give all interested parties the opportunity to participate in an official objection procedure. This procedure ensures that differing opinions can be considered before the final version is published.

The guidelines and standards are published in the six-volume VDI/DIN Reinhaltung der Luft (Air Pollution Prevention) manual.

## 1 Introduction

The maximum immission values (MI values) for aluminium presented below are intended to protect farm animals. Maximum immission values were derived from long-term aluminium exposure experiments in order to determine the dose-time-response relationships in farm animals and farmed game animals. MI values can only be established for animal species for which experiments were carried out. However, since all investigated species responded uniformly to aluminium burdens in the feed, goats, farmed game, and various poultry species can be expected to react in a similar way as cattle, pigs, and hens to aluminium exposure [1; 21; 38].

In general, results from aluminium toxicity studies can not be compared, because various aluminium compounds were applied for different periods of time [30]. Farm animals tolerated sparingly soluble aluminium compounds (aluminium phosphate and oxide) in much higher concentrations than soluble aluminium compounds (alums, aluminium sulphate, chloride, and nitrate). An amount of 1,6 g Al/kg (dry mass) applied as aluminium phosphate or aluminium oxide induced no visible effects in chicks and sheep [10; 33]. However, administration of aluminium oxide to sheep over a period of two years doubled the aluminium content in kidneys, tripled the content in liver and ribs, and increased the content in the cerebrum sixfold [10]. An uptake of 1530 mg aluminium from the soil did not reduce the feed intake of dairy cows, but it did so in case of cows that had been administered the