

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen
durch Begehungen
Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer
Geruchswirkung im Feld
Measurement of odour impact
by field inspection
Determination of odour intensity and hedonic
odour tone

VDI 3940

Blatt 3 / Part 3

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).
The German version of this guideline 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	3	Introduction	3
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
1.1 Zielsetzung	4	1.1 Objective	4
1.2 Einsatzmöglichkeiten	6	1.2 Possible applications	6
2 Begriffe	7	2 Terms and definitions	7
3 Formelzeichen	10	3 Symbols	10
4 Versuchsleiter und Prüfer	12	4 Operator and panel members	12
4.1 Allgemeine Randbedingungen	12	4.1 General conditions	12
4.2 Versuchsleiter	12	4.2 Operator	12
4.3 Prüferauswahl	13	4.3 Panel member selection	13
4.4 Zusammenstellung des Prüferkollektivs	15	4.4 Panel composition	15
5 Messplanung und praktische Durchführung der Messung	16	5 Measurement planning and the practical performance of measurement	16
5.1 Grundsätzliches	16	5.1 Basics	16
5.2 Einweisung vor Ort	16	5.2 Instruction on site	16
5.3 Bestimmung von Intensität und Hedonik im Feld.	18	5.3 Determination of intensity and hedonic tone in the field.	18
6 Mathematische Auswertung und grafische Darstellung	23	6 Mathematical evaluation and graphic representation	23
6.1 Darstellung der Messergebnisse.	23	6.1 Presentation of the measurement results	23
6.2 Berechnung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung im Feld	23	6.2 Calculation of the odour intensity and hedonic odour tone in the field.	23
6.3 Plausibilitätsprüfung der Datenerhebung	31	6.3 Plausibility check of the gathered data.	31
7 Anforderungen an den Messbericht	32	7 Measurement report	32

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltqualität

VDI/DIN-Handbuch Reinerhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte

Inhalt	Seite
8 Wirkungsbezogene Interpretation	33
8.1 Geruchsintensität	33
8.2 Hedonische Geruchswirkung	35
8.3 Beispiele	35
Anhang A1 Prüferpsychologie	37
Anhang A2 Physiologische Grundlagen der Geruchswahrnehmung	39
Anhang A3 Auswertbeispiele für die Bestimmung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung im Feld	45
Anhang A4 Datenaufnahmebogen für Geruchshäufigkeiten	51
Anhang A5 Plausibilitätsprüfung der Intensitäts- und Hedonikbewertung.	53
Anhang A6 Grafische Darstellung der mittleren Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung pro Geruchsqualität der Anlage	60
Schrifttum.	66

Contents	Page
8 Impact-related interpretation	33
8.1 Odour intensity	34
8.2 Hedonic odour tone	35
8.3 Examples.	35
Annex A1 Panel member psychology	37
Annex A2 Physiological principles of odour perception.	39
Annex A3 Sample evaluations for the determination of odour intensity and hedonic odour tone in the field	45
Annex A4 Data record sheet for odour frequencies	52
Annex A5 Plausibility check of the intensity and hedonic tone assessment	53
Annex A6 Graphic representation of the mean odour intensity and hedonic odour tone per facility odour quality	60
Bibliography.	66

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 VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3940.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

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

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/3940.

Einleitung

Beim Auftreten von Geruchsstoffen in der Außenluft ist gegebenenfalls zu klären, ob erhebliche Geruchsbelästigungen hervorgerufen werden (BImSchG, GIRL, TA Luft). Geruchsstoffe in der Außenluft lassen sich nicht mit den für Luftschadstoffe bekannten Methoden erfassen und bewerten, denn Gerüche werden meistens durch ein komplexes Stoffgemisch verursacht, und stoffbezogene Messergebnisse sind selten geruchsspezifisch. Deshalb sind zur Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen besondere Untersuchungsmethoden erforderlich.

Die in dieser Richtlinie dargestellten Bestimmungsmethoden für Geruchsstoffimmissionen beziehen sich direkt auf die Wirkung von Geruchsstoffen auf den menschlichen Geruchssinn. Die Ermittlung der Geruchsschwelle ist Gegenstand der Norm DIN EN 13725. Schwellenwerte sind Geruchsstoffkonzentrationen an der Grenze der sensorischen Wahrnehmbarkeit oder Erkennbarkeit. Sie erlauben jedoch keine Aussage über die sensorische Wirkung eines Geruchsstoffs bei Konzentrationen über dem Schwellenwert.

Als zusätzliche charakteristische Größen eines Geruchs werden die Geruchsintensität und die hedonische Geruchswirkung (Hedonik) beschrieben. Die Wirkung von Gerüchen bei überschwelligem Konzentrationen kann sowohl am Olfaktometer als auch in der Außenluft ermittelt werden, wenn die Wahrnehmungsschwelle (Labor) bzw. die Erkennungsschwelle (Außenluft) überschritten wird und die Gerüche eindeutig erkennbar sind, z.B. als anlagenspezifische Gerüche. Die Bestimmung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung bei kontrollierter Vorgabe der Geruchsstoffkonzentration am Olfaktometer wird in den Richtlinien VDI 3882 Blatt 1 und Blatt 2 beschrieben. Sollen beide Geruchseigenschaften an einer Riechprobe ermittelt werden, sind sie grundsätzlich nicht gleichzeitig abzufragen, sondern stets getrennt. Aufgrund der begrenzten Datenverarbeitungskapazität des menschlichen Gehirns ist es sehr wahrscheinlich, dass es bei dieser komplexen Wahrnehmungs- und Beurteilungsaufgabe sonst zu einer Verfälschung der Ergebnisse kommt.

Bei Redaktionsschluss dieser Richtlinie lagen keine Daten vor, aus denen Aussagen zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei der Bestimmung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung am Olfaktometer und durch Begehungen abgeleitet werden können. Unabhängig hiervon ist die vom Geruchszeitanteil abgeleitete Kenngröße der Geruchsstoffimmission (siehe VDI 3940 Blatt 1) in Kombination mit der hedonischen Geruchswirkung derzeit ein geeig-

Introduction

When odorants are present in the ambient air, it may be important to ascertain whether considerable odour nuisance is being caused (Federal Immission Control Act, guideline on odour in ambient air, Technical Instructions on Air Quality Control). Odorants in the ambient air cannot be recorded and assessed with the familiar methods for airborne pollutants because odorants are in most cases a complex mixture of substances and substance-related measurement results are rarely odour-specific. For this reason, special investigation methods are necessary to determine odour impact.

The method for measuring odour impact presented in this guideline makes direct use of the effect of odorants on the human sense of smell. How to determine the odour threshold is the subject of DIN EN 13725. Threshold values are odorant concentrations at the limit of sensory perception or recognition. However, they do not allow conclusions to be drawn about the sensory effect of an odorant in concentrations above the threshold value.

Odour intensity and hedonic odour tone are also described as further characteristic variables of an odour. The effect of odours at concentrations above the threshold can be determined with an olfactometer as well as in the ambient air if the perception threshold (laboratory) or recognition threshold (ambient air) is exceeded and the odours are clearly recognizable, e.g. facility-specific odours. The determination of odour intensity and hedonic odour tone with controlled odorant concentrations at the olfactometer is described in guidelines VDI 3882 Part 1 and Part 2. If these two odour characteristics are to be determined with a single odour sample, they shall never be determined at the same time, but always separately. Owing to the human brain's limited data processing capacity, it is highly probable that the results will be distorted owing to the complexity of this perception and assessment task.

At the time of going to print with this guideline, no data were available that would allow conclusions to be drawn about the comparability of results from the determination of odour intensity and hedonic odour tone at the olfactometer and in the field. Independently of this, the characteristic variable of odour impact derived from the percentage odour time (see VDI 3940 Part 1) in combination with the hedonic odour tone is at present a suitable criterion for assess-

netes Kriterium zur Beurteilung der untersuchten Geruchssituation im Hinblick auf die belästigende Wirkung, wie die Ergebnisse der Forschungsprojekte „Untersuchungen zur Auswirkung von Intensität und hedonischer Geruchsqualität auf die Ausprägung der Geruchsbelästigung“ [1] und „Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft“ [2] gezeigt haben.

Psychologische Faktoren, die beim Einsatz von Prüfern eine Rolle spielen, werden in Anhang A1 dargestellt.

Die physiologischen Grundlagen der Stärke einer Geruchsempfindung und der hedonischen Geruchswirkung werden im Anhang A2 näher erläutert.

Anmerkung: Aus stilistischen Gründen wird im Text nur die männliche Form von Personen verwendet, wenn weibliche und/oder männliche Personen gemeint sind (Prüfer, Prüferin).

1 Anwendungsbereich

1.1 Zielsetzung

Die vorliegende Richtlinie ist eine Anleitung zur Bestimmung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung in der Außenluft. Die hier dargestellte Methode ist nur im Rahmen von Rastermessungen oder Fahnenmessungen anwendbar. Die allgemeinen Messvorgaben für Raster- und Fahnenmessungen einschließlich der Durchführung einer Einzelmessung sind in den Richtlinien VDI 3940 Blatt 1 bzw. Blatt 2 ausführlich beschrieben.

Die Geruchsintensität oder Empfindungsstärke ist bei gegebener Geruchsstoffkonzentration im Wesentlichen stoff- und/oder mischungsabhängig. Am Olfaktometer kann durch die Beurteilung mehrerer überschwelliger Konzentrationsstufen einer bestimmten Geruchsstoffprobe der Intensitätsverlauf als Charakteristikum dieser Probe aufgezeigt werden. Unter Feldbedingungen ist zwar die ortsbezogene Bestimmung der Geruchsintensität in der Außenluft möglich, aber nicht die Bestimmung der zugehörigen Geruchsstoffkonzentration und des Intensitätsverlaufs als Funktion der Geruchsstoffkonzentration. Im Rahmen der Immissionsfeststellung durch Begehung kann die Intensitätsbestimmung jedoch Anhaltspunkte für vergleichende Aussagen zur Stärke der Geruchsempfindung in verschiedenen Beurteilungsfeldern innerhalb eines Beurteilungsgebiets und zwischen verschiedenen Anlagengerüchen liefern.

Bei der hedonischen Geruchswirkung, im Folgenden kurz Hedonik genannt, wird der Anlagengeruch hinsichtlich seiner Lage auf der Empfindungsskala „angenehm – unangenehm“ beurteilt. Die Hedonik ist abhängig vom Geruchsstoff bzw. von der Geruchs-

ing the investigated odour situation in terms of its nuisance, as the results from the research projects “Studies of the effect of intensity and hedonic odour tone on the extent of odour nuisance” [1] and “Odour assessment in agriculture” [2] have shown.

Psychological factors, which play a part when panel members are used, are presented in Annex A1.

The physiological factors affecting the intensity of odour sensation and the hedonic odour tone are explained in detail in Annex A2.

Note: For stylistic reasons, only the male form is used when referring to female and/or male persons.

1 Scope

1.1 Objective

The present guideline is a guide to the determination of odour intensity and hedonic odour tone in the ambient air. The method presented here is only applicable to grid or plume measurements. The general instructions for grid and plume measurements including the performance of a single measurement are given exhaustively in guidelines VDI 3940 Part 1 and Part 2.

With a given odour concentration, the odour intensity or strength of odour sensation depends essentially on the substance and the mixture. By assessing several concentration levels above the threshold at the olfactometer, it is possible to show the intensity curve as the characteristic of this sample. Under field conditions, it is possible to determine the odour intensity in the ambient air at a specific location, but not the associated odorant concentration and the intensity curve as a function of the odorant concentration. When determining the odour impact by field inspection, the determined intensity can nevertheless serve as a basis for comparative statements on the strength of odour sensation in different assessment squares within an assessment area and between different facility-related odours.

To determine the hedonic odour tone, the facility odour is assessed on a sensation scale ranging from “pleasant” to “unpleasant”. The hedonic tone depends on the odorant or odorant mixture, the odorant concentration – and hence on the perceived odour in-

stoffmischung, von der Geruchsstoffkonzentration – und damit von der empfundenen Geruchsintensität – sowie vom individuellen Erfahrungshintergrund des Riechers. Auch hier ist unter Feldbedingungen die Bestimmung des Verlaufs der hedonischen Wirkung in Abhängigkeit von überschwelligen Geruchsstoffkonzentrationsstufen zur Charakterisierung des Anlagengeruchs nicht möglich.

Aufgrund der bisher vorliegenden Daten kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass sich die Hedonik eines Anlagengeruchs in Abhängigkeit von den Geruchsausbreitungsbedingungen (z.B. Entfernung, Meteorologie) im Umfeld einer Anlage verändert. Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen [1] wurde so ein Zusammenhang nicht gefunden.

Durch die Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung eines Anlagengeruchs kann man Anhaltspunkte für die Abschätzung der Belästigungswirkung erhalten. Aufgrund dieser Messungen kann jedoch keine abschließende Aussage dazu gemacht werden, ob es sich um einen *hedonisch eindeutig angenehmen* Geruch im Sinne der Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) handelt. Dazu dient die Methode der Polaritätenprofile. Da diese Methode unabhängig von VDI 3940 Blatt 1 und Blatt 2 durchführbar ist, wird sie in VDI 3940 Blatt 4 beschrieben.

Die hedonische Geruchswirkung ist nicht mit der Geruchsqualität (es riecht blumig, faulig, stechend; es riecht nach Rose, Abfall usw.) zu verwechseln.

Zur Beschreibung des Belästigungspotenzials eines Anlagengeruchs reicht die Ermittlung von Intensität und Hedonik allein nicht aus (siehe Abschnitt 8). Die Häufigkeit erkennbarer Anlagengerüche hat sich in den bisherigen Untersuchungen [1; 3; 4] als geeignetes Maß zur Beurteilung der untersuchten Geruchs-situation im Hinblick auf die belästigende Wirkung von Anlagengerüchen erwiesen.

Intensität und Hedonik können ohne wesentlichen zeitlichen oder materiellen Mehraufwand im Rahmen von Raster- oder Fahnenmessungen erhoben werden. Mit ihrer Hilfe kann die Charakteristik eines Anlagengeruchs zusätzlich zur Einwirkungshäufigkeit und -dauer objektiviert und quantifiziert beschrieben werden.

Eine Beurteilung der *tatsächlichen* Belästigungssituation ist mit olfaktorischen Methoden allein nicht möglich. Hier können zusätzliche Belästigungsbefragungen mit sozialwissenschaftlichen Methoden (Anwohnerbefragungen) hilfreich sein (VDI 3883 Blatt 1 und Blatt 2).

tensity – and on the odour panel member's personal background experience. Here again, under field conditions it is not possible to determine the progression in hedonic tone as a function of odorant concentration levels above the threshold as a means of characterizing the facility odour.

On the basis of the data so far available, it cannot be excluded with certainty that the hedonic tone of a facility odour changes as a function of the odour dispersion conditions (e.g. distance, meteorology) in the area around a facility. The studies performed to date [1] have been unable to establish such a relationship.

Determining the hedonic tone of a facility odour may be useful for estimating the scale of nuisance. On the basis of these measurements, it is not however possible to draw definite conclusions about whether the odour is *hedonically definitely pleasant* under the terms of the guideline on odour in ambient air (Geruchsimmissions-Richtlinie – GIRL). The method of polarity profiles is used for this. Since this method can be applied independently of guidelines VDI 3940 Part 1 and Part 2, it is described in VDI 3940 Part 4.

The hedonic odour tone shall not be confused with the odour quality (it smells flowery, rotten, pungent; it smells of roses, rubbish, etc.).

To describe the nuisance potential of a facility odour, it is not sufficient to determine the intensity and hedonic odour tone alone (see Section 8). In the studies carried out to date [1; 3; 4], the frequency of recognizable facility odours has proven to be a suitable indicator for the assessment of the investigated odour situation in terms of the nuisance impact of facility odours.

Intensity and hedonic tone can be surveyed in grid or plume measurements without any significant extra requirements in terms of time or materials. With their aid, the characteristics of a facility odour can be described objectively and quantified in addition to impact frequency and duration.

An evaluation of the *actual* nuisance situation is not possible with olfactory methods alone. This is where additional nuisance interviews with social scientific methods (interviews of residents) may be helpful (VDI 3883 Part 1 and Part 2).

1.2 Einsatzmöglichkeiten

Die hier dargestellte Methode ermöglicht

- a) die Untersuchung einer Immissionsituation (Anlagengenehmigung, Überwachungsverfahren, Beschwerdeverfahren) und
- b) die Planung und Prüfung der Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen.

zu a)

Die Bestimmung der Geruchsintensität und Hedonik einer Geruchsstoffimmission nach vorliegender Richtlinie kann im Zuge eines Genehmigungsverfahrens zur Ermittlung von Genehmigungsvoraussetzungen herangezogen werden. Einerseits ergänzt sie das Instrument der Immissionsvorbelastungsmessung durch Rasterbegehungen, andererseits kann sie im gleichen Kontext im Rahmen einer Beurteilung im Einzelfall angewandt werden, um die Intensität und Hedonik bei den Prüfschritten zur Immissionskenngrößenbestimmung der GIRL zu berücksichtigen (z.B. Zuhilfenahme von Gewichtungsfaktoren in der Tierhaltung gemäß GIRL).

Ferner ist es denkbar, dass sich flächenbezogene Immissionskontingentierungen begründen lassen, wenn einzelne Beurteilungsflächen den Immissionsrichtwert zwar nicht überschreiten, aber bereits eindeutig hedonisch unangenehme oder besonders intensive Anlagengerüche festgestellt werden.

Die Bestimmung der Intensität und Hedonik im Rahmen eines Überwachungsverfahrens kann außerdem zur Kontrolle des bestimmungsgemäßen Betriebs und zur Verifizierung möglicher Flächenkontingente herangezogen werden.

Im Falle einer Geruchsbeschwerdesituation, die trotz der Feststellung geringer Immissionshäufigkeiten besteht, kann die zusätzliche Bestimmung der Geruchsintensität und Hedonik Hinweise auf Immissionsituationen liefern, die zwar selten auftreten, aber besonders intensiv oder besonders unangenehm sind und deshalb zu einer Belästigung der Anwohner führen.

zu b)

Die Bestimmung der Geruchsintensität und der Hedonik kann Anhaltspunkte für die Planung von Emissionsminderungsmaßnahmen liefern (Auswahl der Quelle, Ausmaß der Minderung etc.).

Die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen lässt sich mithilfe der Bestimmung der Geruchsintensität und Hedonik untermauern. Beim Vergleich von Vorher-Nachher-Messungen lässt sich feststellen, ob und in welchem Ausmaß eine vom Menschen erkennbare Veränderung im Umfeld der Anlage erreicht wurde. In vielen Fällen ist die anteil-

1.2 Possible applications

The method described here permits

- a) the investigation of an impact situation (plant permit proceedings, monitoring process, complaints procedure) and
- b) the planning and testing of the effectiveness of emission reduction measures.

re a)

The odour intensity and hedonic tone of an odour impact determined in accordance with the present guideline can be referred to in the course of proceedings to ascertain the preconditions for the award of a permit. It supplements the tool of measuring prior odour impact with grid inspections, and it can be applied in the same context for the evaluation of an individual case in order to include intensity and hedonic tone in the inspection steps for determining the impact characteristics under GIRL (e.g. reference to weighting factors in live-stock farming in accordance with GIRL).

Furthermore, it is also conceivable that squarerelated impact quotas may be justified in cases where individual assessment squares do not exceed the guide impact value, although clearly hedonically unpleasant or extremely strong facility odours have already been ascertained.

The intensity and hedonic tone of an odour can also be used in the course of a monitoring process to check whether a facility is being used for its intended purpose and to verify possible assessment square quotas.

In the case of complaints about odours which exist despite proof of low impact frequency, the additional measurement of odour intensity and hedonic odour tone may yield information on odour impact situations that rarely occur yet are particularly intensive or particularly unpleasant and are therefore a source of nuisance to residents.

re b)

The determined odour intensity and hedonic odour tone may be useful for the planning of emission reduction measures (selection of source, extent of reduction, etc.).

The effectiveness of emission reduction measures can be underpinned by determining the odour intensity and hedonic odour tone. By comparing measurements before and after, it is possible to ascertain whether and to what extent a change detectable by people has been achieved in the facility's surroundings. In many cases, the relative proportions of

lige Zusammensetzung von Roh- und Reingas verschieden und insbesondere die Hedonik kann sich so ändern, dass das Reingas bei unveränderter Geruchsstoffkonzentration als angenehm bewertet wird und damit weniger oder gar nicht mehr belästigend ist.

Die Bestimmung der Geruchsintensität oder der Hedonik nach der vorliegenden Richtlinie liefert jedoch keine Anhaltspunkte für die vergleichende Bewertung unterschiedlicher Anlagen, das heißt Anlagen oder Anlagenteile können nicht bestimmten Intensitäts- oder Hedonikklassen zugeordnet werden, da die Streuung der Messwerte für die Intensität und Hedonik während einer Raster- oder Fahnenmessung zu groß, die Anzahl der erhobenen Messwerte aber zu gering ist, um statistisch bedeutsame Unterschiede in den Mittelwerten zu finden [1].

treated and untreated gas will vary and the hedonic tone may change to such an extent that the treated gas with an unchanged odorant concentration is assessed as “pleasant” and hence less or no longer annoying.

The determination of the odour intensity or hedonic tone in accordance with the present guideline is not however of any use for the comparative assessment of different facilities, i.e. facilities or parts thereof cannot be assigned to certain intensity or hedonic tone categories. This is because the scatter of the measured values for intensity and hedonic tone in a grid or plume measurement is too large, while the number of gathered measured values is too small for the detection of statistically significant differences in the mean values [1].