



## Fachtagung Emissionsbeurteilung Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein Irdning/Österreich, 15. März 2016

### Geruch: Modellierung vs. Geruchswahrnehmung Probleme und Inkonsistenzen eines Bewertungssystems

Franz-Bernd Frechen, Universität Kassel

Obmann, DWA Fachausschuss KA-14 "Emissionen von Abwasseranlagen"  
Sprecher, VDI-AG 3885/1 „Messung des Geruchs-Emissions-  
potenzials von Flüssigkeiten“  
Vice Chair, IWA Specialist Group "Odour and Volatile Emissions"



## Einführung

- ⇒ Diskutiert werden sollen Ecksteine des Systems „Geruch – Emission – Immission“. Dabei werden einige Parameter bzw. Konventionen kurz angesprochen:
  - ↳ Geruchsstoffkonzentration
  - ↳ Wahrnehmung vs. Erkennung
  - ↳ Labor vs. Feld
- ⇒ Weitere Parameter / Prozeduren und Zusammenhänge werden kritischer beleuchtet:
  - ↳ Probenahme vs. kritischer Lastfall
  - ↳ Ausbreitungsrechnung – Emission und Transmission
  - ↳ Immission – das System „Geruchsimmissionsrichtlinie GIRL“
    - Das Geruchsstundenkonzept
    - Belastung – Belästigung – Erheblichkeit
    - Rasterbegehungen
    - Fahnenbegehungen

## Geruch als System

- ⇒ Geruchsstoffkonzentration:
  - ↳ „Die Geruchsstoffkonzentration einer gasförmigen Geruchsstoffprobe wird ermittelt, indem einem Panel ausgewählter und überprüfter Personen diese Probe in unterschiedlichen Konzentrationen durch Verdünnung mit Neutralluft dargeboten wird, um den Verdünnungsfaktor zu ermitteln, bei dem in **50 % der Fälle** ein Geruch wahrgenommen wird ( $Z_{50} \equiv Z_{ITE,pan}$ )“  
EN 13725:2003 (D)
  - ↳ „Die Geruchsstoffkonzentration an der Wahrnehmungsschwelle beträgt per Definition  $1 \text{ GE}_E/\text{m}^3$ “  
EN 13725:2003 (D)

## Geruch als System

- ⇒ Wahrnehmung vs. Erkennung:
  - ↳ Intensitäts-Kategorien:
    - 0 – keine Wahrnehmung
    - 1 – sehr schwach (**Wahrnehmbarkeitsschwelle**)
    - 2 – schwach (**Erkennungsschwelle**)
    - 3 – deutlich
    - 4 – stark
    - 5 – sehr stark
    - 6 – extrem stark  
VDI 3881 Blatt 1 (10/1992, zurückgezogen)
  - ↳ Siehe dazu auch „Das System Geruchsimmissionsrichtlinie – GIRL“

## Geruch als System

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

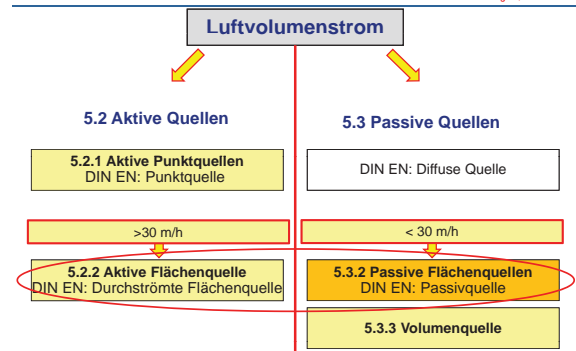
↻ Laborbedingungen vs. Bedingungen im Feld:

- ↳ Adaption
- ↳ Störende Quereinflüsse

↻  $C_{od,Labor} \neq C_{od,Feld}$

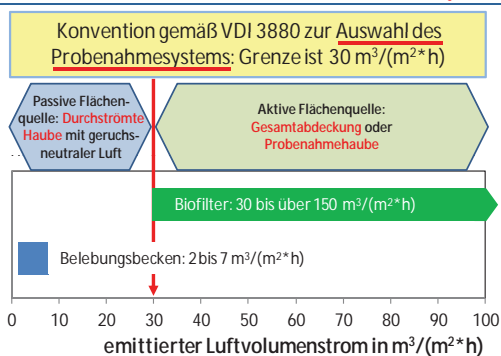
## Quellkonstellationen nach VDI 3880

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



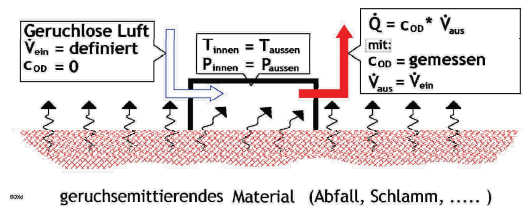
## VDI 3880 – Flächenquellen: Auswahl Probenahmesystem

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



## Prinzip der durchströmten Haube

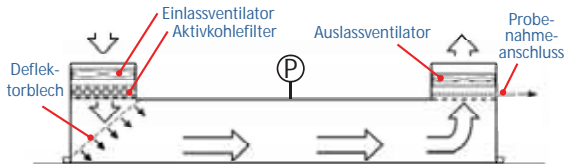
Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



### Ergebnis: Durchströmte Haube nach VDI 3880

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

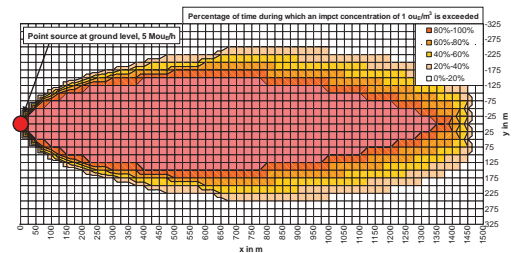
- ⊕ Innenmaß des Strömungskanals: 1.000 x 500 x 130 mm
- ⊕ Überströmte Fläche: 0,5 m<sup>2</sup>
- ⊕ Mittlere Überströmungsgeschwindigkeit: 6,4 cm/s
- ⊕ Kontaktzeit der Luft über der Oberfläche: 15,6 s
- ⊕ Flächenspezifische Belüftungsrate: 30 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>•h)



### Reichweitenbetrachtung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

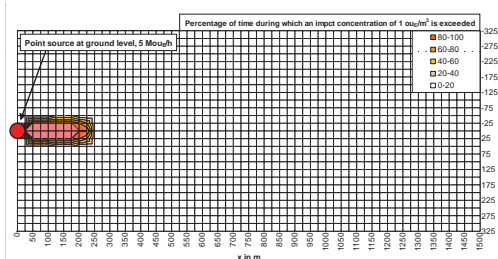
- ⊕ Meteorologie Flughafen Frankfurt
- ⊕ Fiktive Quelle mit 5 MGE<sub>E</sub>/h
- ⊕ „Sehr stabile“ Ausbreitung (Klasse I), Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s



### Reichweitenbetrachtung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- ⊕ Meteorologie Flughafen Frankfurt
- ⊕ Fiktive Quelle mit 5 MGE<sub>E</sub>/h
- ⊕ „Neutrale“ Ausbreitung (Klasse III), Windgeschwindigkeit 3,9 bis 5,4 m/s



### Emission – Immission via Ausbreitungsrechnung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- ⊕ Im Falle geplanter Anlagen erfolgt die Immissionsprognose auf der Basis von
  - ⊕ Emissionsdaten der geplanten Anlage,
  - ⊕ meteorologischen Daten
  - ⊕ und mit Hilfe eines Ausbreitungsrechenmodells: in Deutschland Austal 86 seit Novelle der TA Luft 2002 AUSTAL2000g
- ⊕ Vorgehen:
  - ⊕ Die Emission wird dabei als Stoffstrom pro Zeiteinheit angegeben, z.B. kg/h oder GE<sub>E</sub>/s. Die Stoffkonzentration geht nicht ein.
  - ⊕ Die Immission wird berechnet als Konzentration pro Volumen, z.B. µg/m<sup>3</sup> oder GE<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

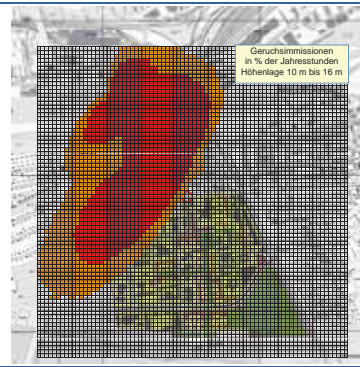
### Bespiel Ergebnis Ausbreitungsrechnung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
1	2	2	3	3	2	2	1	1	1
4,4	-3,4	-2,4	-1,4	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4
1	2	3	4	4	3	2	2	2	1
4,3	-3,3	-2,3	-1,3	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3
2	2	3	5	7	5	4	3	2	1
4,2	-3,2	-2,2	-1,2	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2
2	3	4	6	12	10	8	4	2	2
4,1	-3,1	-2,1	-1,1	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1
3	4	6	9	28	29	11	5	2	1
4,0	-3,0	-2,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
3	4	7	13	48	35	8	3	2	1
4,-1	-3,-1	-2,-1	-1,-1	0,-1	1,-1	2,-1	3,-1	4,-1	5,-1
2	3	5	8	10	8	5	3	1	1
4,-2	-3,-2	-2,-2	-1,-2	0,-2	1,-2	2,-2	3,-2	4,-2	5,-2
2	2	4	5	5	5	3	2	1	1
4,-3	-3,-3	-2,-3	-1,-3	0,-3	1,-3	2,-3	3,-3	4,-3	5,-3
2	3	3	3	4	4	2	2	1	1
4,-4	-3,-4	-2,-4	-1,-4	0,-4	1,-4	2,-4	3,-4	4,-4	5,-4
2	2	2	2	2	2	1	1	1	1

### Bespiel Ergebnis Ausbreitungsrechnung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



### Problem der Ausbreitungsrechnung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- Die Prognosen zeigen Immissionskonzentrationen von über  $1 \text{ GE}_T/\text{m}^3$  in vielen Beurteilungsflächen und in z.T. langen Zeitabschnitten, d.h. es werden immissionsseitig zeitweilig **deutlich höhere Geruchsstoffkonzentrationen** als  $1 \text{ GE}_T/\text{m}^3$  **errechnet**.
- Da aber die Emissionskonzentration in beiden Modellen nicht berücksichtigt wird, ist der fiktive Fall denkbar, dass der Emissionsmassenstrom sich aus einer Luft mit sehr kleiner Emissionskonzentration ( $< 1 \text{ GE}_T/\text{m}^3$ ) und einen dementsprechend sehr großen Emissionsvolumenstrom zusammensetzt.
- Daraus folgt, dass die Ausbreitungsrechnung – ganz gleich ob Gauß'sches Modell oder Partikelmodell – Emissionsquellen mit **geringen Emissionskonzentrationen** systematisch **überbewertet** (und solche mit hohen Emissionskonzentrationen u.U. systematisch unterbewertet).

### Das Geruchsstundenkonzept – Mittelungszeitraum

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- Bei Gerüchen ist der Mittelungszeitraum üblicherweise 1 Stunde
- Problem:** Belästigung kann auch schon vorliegen, wenn innerhalb einer Stunde die Geruchsschwelle nur kurzzeitig überschritten wird!

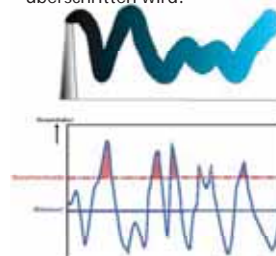


Abbildung 1-1:  
Typisches Mittelieren der Abgasfahne (oberes Bild) sowie zugehöriger zeitlicher Verlauf der Geruchsstoffkonzentration in Bodennähe bei einer hohen Quelle. Die schraffierten Flächen markieren Bereiche, in denen Geruch wahr-

## Wahrnehmen oder Erkennen??

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

### 3 Beurteilungskriterien 3.1 Immissionswerte

Nach dieser Richtlinie dürfen **nur deutlich wahrnehmbare** Geruchsmissionen beurteilt werden, d.h. solche Geruchsmissionen, die mit hinreichender Sicherheit und zweifelstrei ihrer Herkunft nach aus **Anlagen oder Anlagengruppen** erkennbar, d.h. abgrenzbar sind gegenüber Gerüchen aus dem **Kraftfahrzeugverkehr**, dem **Hausbrandbereich**, der **Vegetation**, **landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen** oder **ähnlichem**. Geruchsmissionen sind in der Regel als erhebliche Belästigung zu werten, wenn die Gesamtblastung IG (Nummer 4.6) die in Tabelle 1 angegebenen Immissionswerte IW überschreitet. Bei den Immissionswerten handelt es sich um **relative Häufigkeiten der Geruchsstunden** (vgl. Nummer 4).

Tabelle 1: Immissionswerte IW für verschiedene Nutzungsgebiete

Wohn- /Mischgebiete	Gewerbe-/Industriegebiete	Dorfgebiete
0,10	0,15	0,15

Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind entsprechend den Grundsätzen des Planungsrechtes den einzelnen Spalten der Tabelle 1 zuzuordnen.

## Rasterbegehung: Messpunkt

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- ➔ möglichst **freie Standorte**, nicht in unmittelbarer Nähe zur Bebauung
- ➔ möglichst **nicht in der Nähe von Straßen** und Bahntrassen
- ➔ **lokale Geruchsquellen** (z.B. Kanaldeckel) **meiden**
- ➔ bei Messpunkten auf **privaten Flächen** vorher **Genehmigung** einholen, Genehmigung mitführen
- ➔ möglichst **auffällig** (auch nachts) **markieren**
- ➔ mit **Fotos** dokumentieren
- ➔ **Windrichtung & Windgeschwindigkeit**, Lufttemperatur, Bedeckungsgrad und weiter Besonderheiten aufnehmen

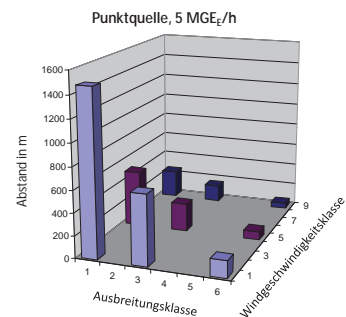
## Rasterbegehung: Einzelmessung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- ➔ Die Einzelmessung ist das Ergebnis, das ein **Proband an einem Rasterpunkt** innerhalb eines Zeitraumes von **10 Minuten** gewinnt
- ➔ Hierfür ist **alle 10 Sekunden** innerhalb der 10 Minuten eine **Riechprobe** zu bewerten, wobei nur der **Eindruck des Atemzuges** zählt, nicht der Eindruck über die 10 Sekunden
- ➔ Nach 10 Minuten liegen **60 Einzelbewertungen** vor
- ➔ Bei Störung ist darauf zu achten, dass eine **Einzelmessung nicht länger als 20 Minuten** dauert
- ➔ Liegen mindestens **10% (=6)** positive Antworten vor, so handelt es sich um eine **Geruchsstunde**

## Reichweitenbetrachtung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



### Rasterbegehung: Ein ketzerisches Beispiel

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

- Es wurden 2 Einzelmessungen gemacht, also 120 Takte bewertet.
- Dabei wurden 12 positive Befunde aufgenommen = **10% der Echtzeit**
- War die Verteilung der positiven Befunde auf die beiden Einzelmessungen 6:6, so ergeben sich 2 Geruchsstunden: **100% Geruch**
- Bei jeder anderen Verteilung ergibt sich: **50% Geruch**

### Belastung – Belästigung – Erheblichkeit

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

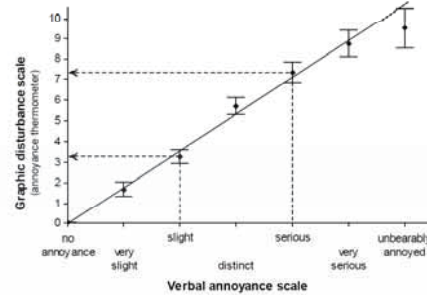
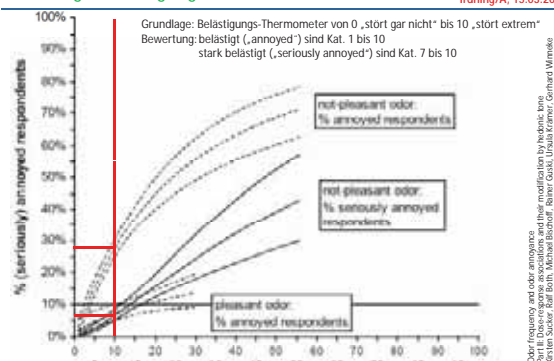


Figure 2 The relationship between verbal annoyance scale and graphic disturbance scale for the total sample (N = 1408).

Color frequency and odor annoyance  
scale: a new method for the assessment of  
odor annoyance  
Kerstin Suckert, Ralf Both, Michael Blosch, Robert Oels, Ulrich Kramer, Gerhard Winkler  
https://www.researchgate.net/publication/288381652

### Belastung – Belästigung – Erheblichkeit

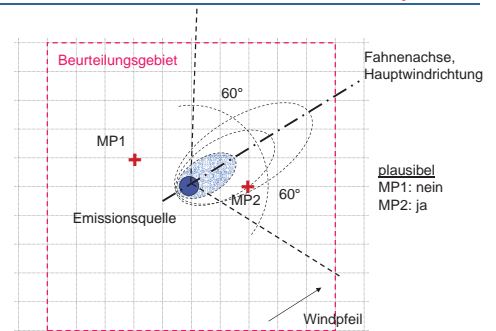
Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016

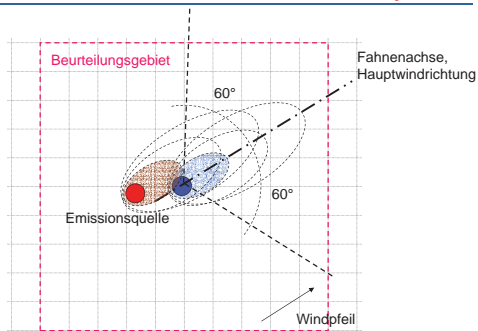
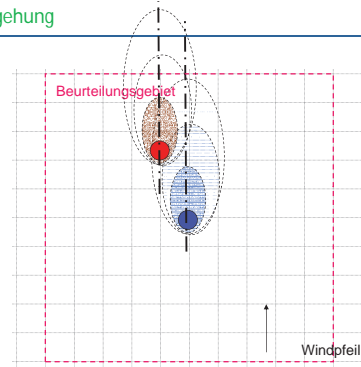
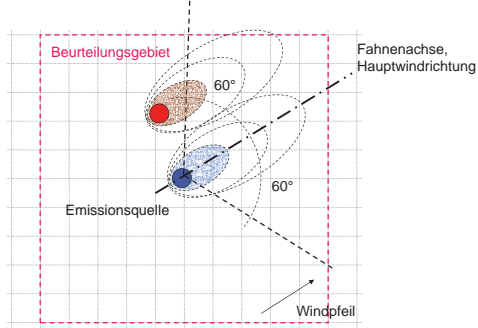


Color frequency and odor annoyance  
scale: a new method for the assessment of  
odor annoyance  
Kerstin Suckert, Ralf Both, Michael Blosch, Robert Oels, Ulrich Kramer, Gerhard Winkler  
https://www.researchgate.net/publication/288381652

### Fahrenbegehung

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



Diese (und mehr) Vortragsfolien können Sie downloaden:

[www.uni-kassel.de/fb14/siwawi](http://www.uni-kassel.de/fb14/siwawi)

(oder einfach mit Google & Co: Frechen Kassel .....)

Und ganz zum Schluss

Emissionsbeurteilung  
Irdning/A, 15.03.2016



## Der Wasserrucksack „PAUL“

Wasser für Menschen in kleinen Dörfern  
bei Katastrophen und auf Dauer



Portable  
Aqua  
Unit for  
Lifesaving

Deutschland  
Land der Ideen  
Ausgewählter Ort 2011  
Bundessieger  
„Gesellschaft“



[www.wasserrucksack.de](http://www.wasserrucksack.de)



UNIKASSEL  
VERSITÄT