olfasense

From Odour Data to Odour Knowledge



Produktoptimierung und Materialtests



Messen und Bewerten von Umweltgerüchen



Geräte und Software



Qualitätsmanagement für Geruchslabore

olfasense

Bestimmung der Quellstärke mittels Fahnenbegehungen und Quelltermrückrechnung

- Durchführung von statischen und dynamischen Fahnenbegehungen und deren **Zielsetzung**
- derzeitige Praxis bei der Durchführung der Quelltermrückrechnung, zukünftige Entwicklungen

Dr. Heike Hauschildt

Anforderungen an Fahnenbegehungen aus DIN EN 16841-2

Quelltermrückrechnung – was macht die Arbeitsgruppe VDI 3788 Blatt 2

Beispiele Quelltermrückrechnung aus Daten der statischen und dynamischer Methode



DIN EN 16841-2:2016: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Fahnenmessung

- Ziel der DIN EN 16841-2
  - Bestimmung der Ausdehnung der Geruchsfahne eines identifizierbaren Geruchscharakters
  - Ziel ist nicht die Feststellung einer Geruchsbelästigung
- Anwendungsbereich
  - Messung des Vorhandenseins / Nichtvorhandenseins von Geruch und damit Festlegung der Ausdehnung der Geruchsfahne im Lee bei speziellen meteorologischen Bedingungen
  - Keine Regelungen für die Rückrechnung
- Methoden
  - **Statische Methode** – Messung des Geruchszeitanteils auf Schnittlinien senkrecht zur Fahnenachse
  - **Dynamische Methode** – Ermittlung des Umschlagpunktes von Vorhandensein / Nichtvorhandensein durch kreuzen der Fahne
- Zielgrößen
  - Median der Fahnenreichweite
  - Median der Fahnenbreite
  - Median der Gebietsausdehnung

DIN EN 16841-2:2016: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Fahnenmessung



- Allgemeine Anforderungen
  - Erfahrener Messleiter (mindestens 10x an Fahnenmessungen aktiv beteiligt)
  - Geeignete, selektierte und trainierte Prüfer, tagaktuelle Eignungsprüfung
  - Zeiterfassung, Signalgebung 10-Sec. Takt
  - Mittel zur Positionsbestimmung (Karte, GPS, etc.)
  - Gute Kenntnis der Quellen und der Geruchscharakteristik
  - Begleitende meteorologische Messungen (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Turbulenz, Temperatur)
    - Messung in 10 m Höhe
    - Ohne störende Einflüsse (Abstand mind. 7-fache Hindernishöhe)
    - Aufzeichnung als 1-Minuten Mittelwert (Mindestforderung)
    - 3D-Ultraschallanemometer zur Messung der Turbulenz







DIN EN 16841-2:2016: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Fahnenmessung

- Anforderungen an die meteorologischen Situationen
  - kein relevanter Niederschlag
  - Umgebungsbedingungen über 0° C
  - Geringe Schwankungsbreite der Windrichtung im Messzeitintervall (4 Schnittlinienbegehungen), <25°
  - mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe zwischen 2 m/s und 8 m/s
  - Konstante Turbulenzbedingungen
  - Turbulenzklassen leicht stabil, neutral oder leicht labil
  - möglichst mindestens 5 unterschiedliche Messtage

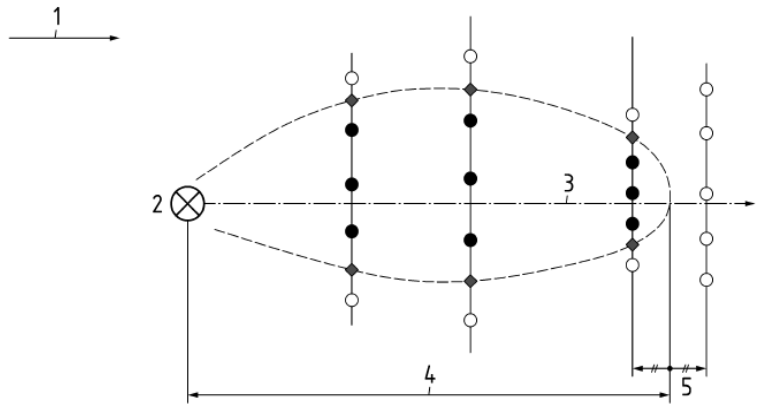
Stabilitätsklasse[a]		Monin-Obukhov-Länge (in m) für $z_0 = 1{,}5$ m	
Klug/Manier	**Pasquill**	**Intervall**	**Zulässiges Intervall**
I	F	$0 < L_M < 100$	
II	E[c]	$100 \le L_M < 500$	$250 \le L_M < 500$
III/1	D[b]	$500 \le L_M$ oder $L_M < -700$	$500 \le L_M$ oder $L_M < -700$
III/2	C[b]	$-700 \le L_M < -200$	$-700 \le L_M < -200$
IV	B[c]	$-200 \le L_M < -100$	$-200 \le L_M < -150$
V	A	$-100 \le L_M < 0$	

[a] Diese Stabilitätsklassen sind in erster Näherung vergleichbar.
[b] Zulässiger meteorologischer Bereich für Fahnenmessungen.
[c] Teilweise zulässiger meteorologischer Bereich für Fahnenmessungen.

DIN EN 16841-2:2016: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Fahnenmessung – statische Methode

Besondere Anforderungen

- Mindestens 10 Messzeitintervalle
  - Jeweils mindestens 4 Schnittlinien je Messzeitintervall
  - Ausdehnung der Fahne soll erfasst werden
  - 5 Prüfer je Schnittlinie
  - Zeitsynchrone Messung
- Messpunkte:
  - Störungsfrei (Lärm, Verkehr, weitere Gerüche, …)
  - Freie Anströmung
- Messung / Messergebnis
  - Alle 10s wird der Geruchseindruck bewertet (riecht/riecht nicht)
  - Angabe: Anzahl Takte mit Vorhandensein von Geruch
  - Messzeitintervall mit mindestens 6 Übergangspunkten (Nichtvorhandensein / Vorhandensein)
  - Lage der Schnittlinien geben die gesamte Fahne wieder



Legende

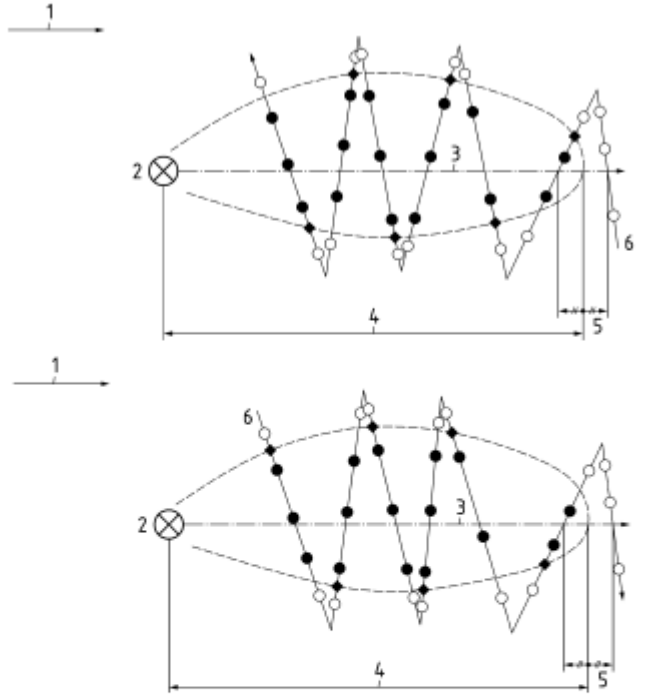
●	Einzelmessung: Punkt mit Geruch
○	Einzelmessung: Punkt ohne Geruch
◆	Übergangspunkt
|	Schnittlinien
◌	Fahnenausdehnung
1	Windrichtung
2	Quelle
3	Fahnenachse
4	Schätzwert für die maximale Reichweite der Geruchsfahne
5	Gleicher Abstand zwischen der letzten Schnittlinie mit und der ohne erkennbaren Geruch

Bild 1 — Schematische Darstellung eines Beispiels der statischen Fahnenmessung

DIN EN 16841-2:2016: Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Fahnenmessung – dynamische Methode

- Besondere Anforderungen
  - 2 Prüfer parallel
  - Kontinuierlich in Bewegung
  - Regelmäßige Abstände Erfassung Geruch ja/nein
  - Messzeitintervall: 20 Einzelmessungen

- Messung / Messergebnis
  - Die Fahne wird im Zickzack durchquert bzw. Zickzack am Fahnenrand ist möglich
  - Messzeitintervall mit mindestens 6 Übergangspunkten (Nichtvorhandensein / Vorhandensein)



Legende

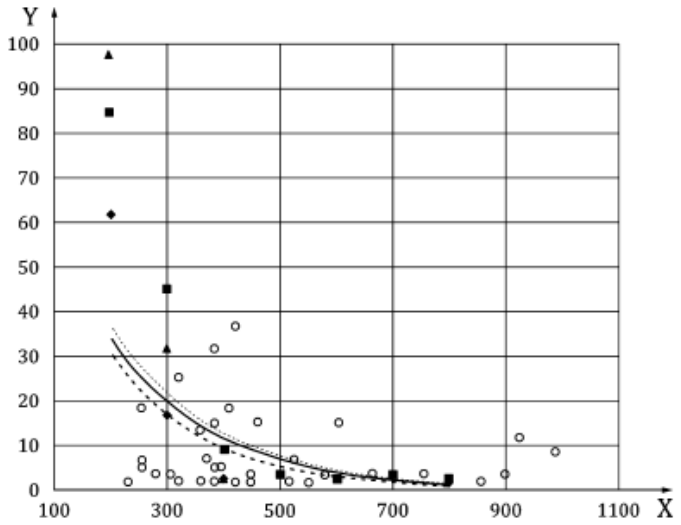
- Einzelmessung: Punkt mit Geruch
- Einzelmessung: Punkt ohne Geruch
- Übergangspunkt
- Durchquerungen
- Fahnenausdehnung
- 1 Windrichtung
- 2 Quelle
- 3 Fahnenachse
- 4 Schätzwert für die maximale Reichweite der Geruchsfahne
- 5 gleicher Abstand zwischen der letzten Schnittlinie mit und der ohne erkennbaren Geruch
- 6 Start der Messung

Bild 2 — Schematische Darstellung eines Beispiels der dynamischen Fahnenmessung; im ersten Bild startet die Messung sich in Richtung Quelle bewegend; im zweiten Bild startet die Messung an der Quelle

Rückrechnung – Beispiele und Anforderungen aus der DIN EN 16841-2 ausgehend von statischer Methode

- Eingangsdaten für das Rechenmodell
  - Meteorologische Bedingungen des Messzeitintervalls
  - Quellgeometrie wie vorgefunden
  - Geschätzte Quellstärke

- Versuch der Wiedergabe der gemessenen Wahrnehmungshäufigkeit in Abhängigkeit vom Abstand zur Quelle
- Bei gemessener Emissionsquelle kann mit der iterativ bestimmten Quelle eine Korrekturfunktion für die gemessenen Werte bestimmt werden



Legende

X Abstand von der Quelle, Vorklärung von Abwasser, in m

Y Häufigkeit der Wahrnehmung, in %

o Häufigkeit in % (gemessen)

▲ (%) 30 MGE/h (berechnet)

◆ (%) 25 MGE/h (berechnet)

■ (%) 35 MGE/h (berechnet)

exponentiell ((%) 25 MGE/h)

exponentiell ((%) 30 MGE/h)

exponentiell ((%) 35 MGE/h)

Bild F.1 — Graphische Darstellung der Häufigkeit der Geruchswahrnehmung je Messpunkt in Abhängigkeit von der Quellenentfernung (MGE=Mega-Geruchseinheiten, GE·10^6)

Rückrechnung mit austal

- Beschreibung des Umfeldes in austal (Gebäude, Rauigkeit etc)
- Meteorologischen Daten der Fahnenmessung als Minutenwerte je Messzeitintervall
- Randparameter der Quelle
- Geschätzter Ausgangswert für die Quellstärke
- Ausgabe der Häufigkeiten an den Prüferpositionen (Monitorpunkten)
- Iterative Näherung für jedes Messzeitintervall
- Ziel: gute Wiedergabe der Fahnenausdehnung und Struktur im Messzeitintervall

- Ein Problem an diesem Vorgehen ist:
  - Parametrisierung der Turbulenz und des Mäandrierens der Windrichtung ausgehend von Stundenmittelwerten
  - Ableitung der Kenngrößen bezogen auf Stundenwerten

Arbeitsgruppe VDI 3788 Blatt 2 – Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre, Quelltermbestimmung

- Bestimmung der Quellstärke durch iterative Vorwärtsrechnungen mit austal
- Parametrisierung bezogen auf Minutenmittelwerte
  - Mäandrieren der Fahne wird aus den Messdaten der meteorologischen Messung (Minutenmittel) entnommen
  - Fluktuationsmodell zur Bestimmung der Verteilungsdichte der Geruchsstoffkonzentration an jeder Prüferposition für jedes Minutenmittel
  - Überlagerung der Verteilungsdichten für eine Einzelmessung und Integration über die Wahrnehmungskurve für jede Prüferposition
- Variation der Quellstärke bis gute Übereinstimmung mit summierte Geruchshäufigkeit der Prüfer gegeben ist
- Ergebnis ist die modellierte Quellstärke für ein Messzeitinterval

- Umsetzung in einer Referenzimplementierung esofin

Arbeitsgruppe VDI 3788 Blatt 2 – Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre, Quelltermbestimmung
Besondere Anforderungen an Fahnenbegehung für Quelltermbestimmungen

- Standort der meteorologischen Messung
  - freie Anströmung des Anemometers, Ziel: repräsentative Messungen für den Ausbreitungsweg
  - Nordausrichtung
- Zeitsynchrone Messung und meteorologische Aufzeichnung
- Positionierung der Prüfer
  - Messwerte möglichst nicht 0 oder 60 Wahrnehmungen
  - Mindestens 3 Prüfer mit Wahrnehmungen
- Fotodokumentation der Prüferstandorte und des Anemometers
- Kenntnisse der Anlage sowie weiterer Quellen

Beispiel: Begehung an einer Kläranlage

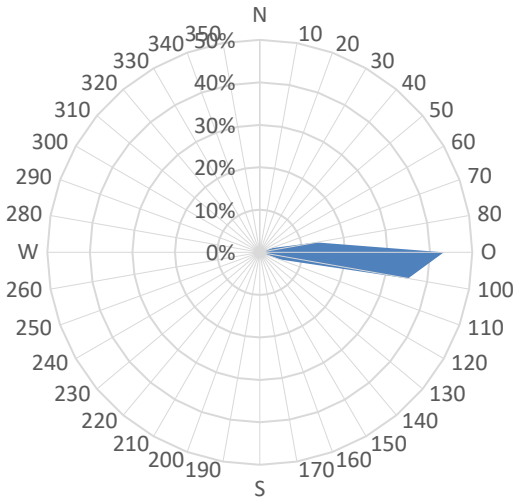


- Begleitende Fahnenbegehung zur Emissionsmessung an den Becken.
- Messung mit belüfteter Haube (Volumenstrom 30 m^3/m^2h)
- Begehung auf westliche Richtungen begrenzt
- Ziel: Plausibilisierung der Ausbreitungsrechnung

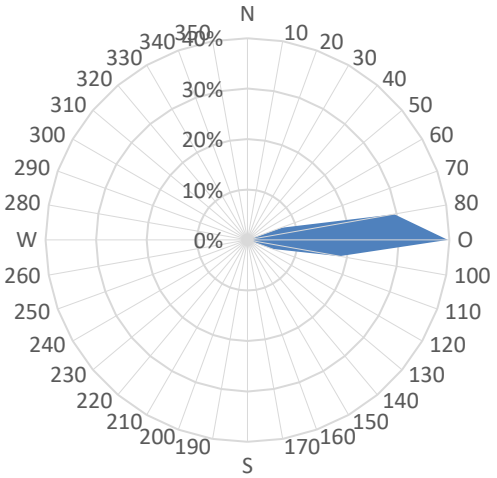
Beispiel: Begehung an einer Kläranlage

Begehung	1	2	3	4	5	6
Begehungspunkte	A-D	E-H	I-L	M-Q	R-U	V-Z
Kein sign. Niederschlag	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Umgebungstemperatur > 0°C	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
v_{Wind} 2m/s bis 8m/s	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Konstante Ausbreitungsklasse	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Turbulenzklasse konform?	A: Nein B-D: Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein

Tag 1



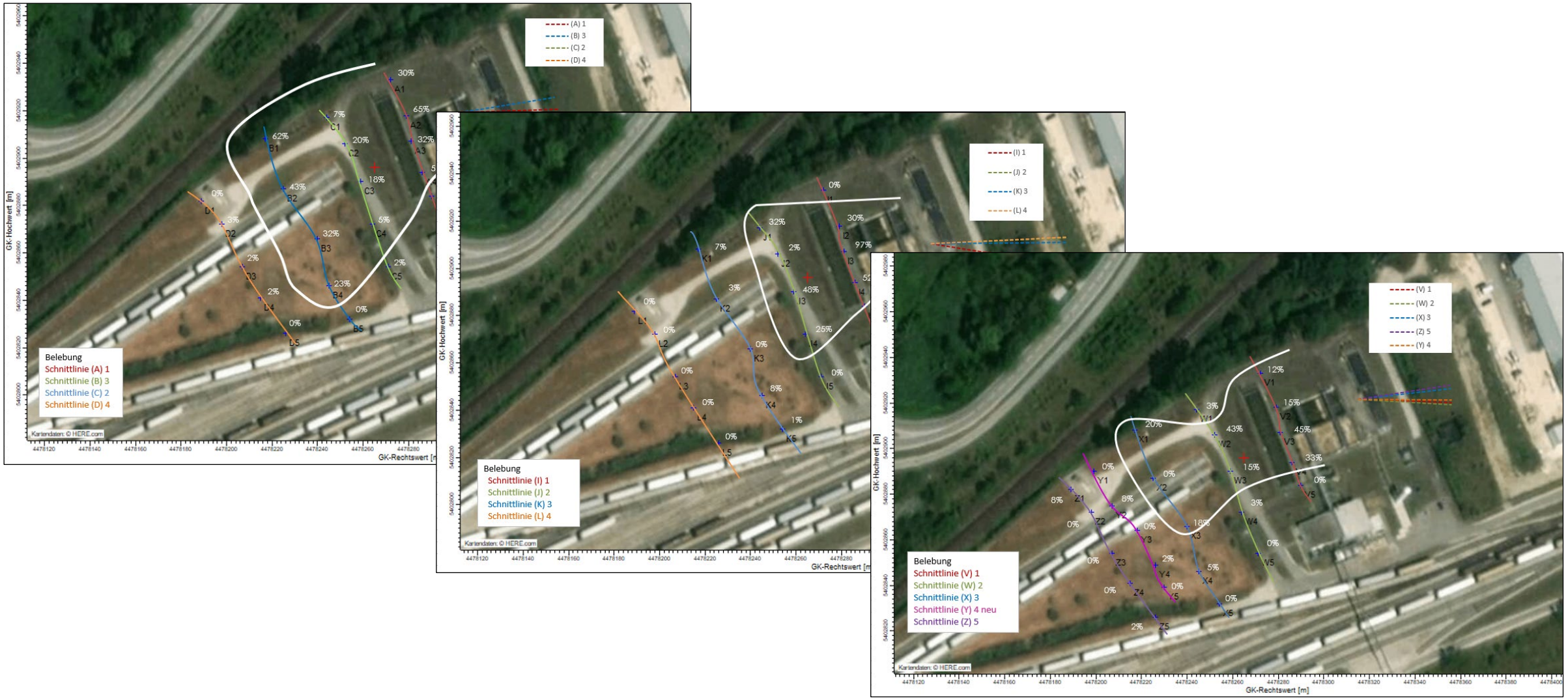
Tag 2





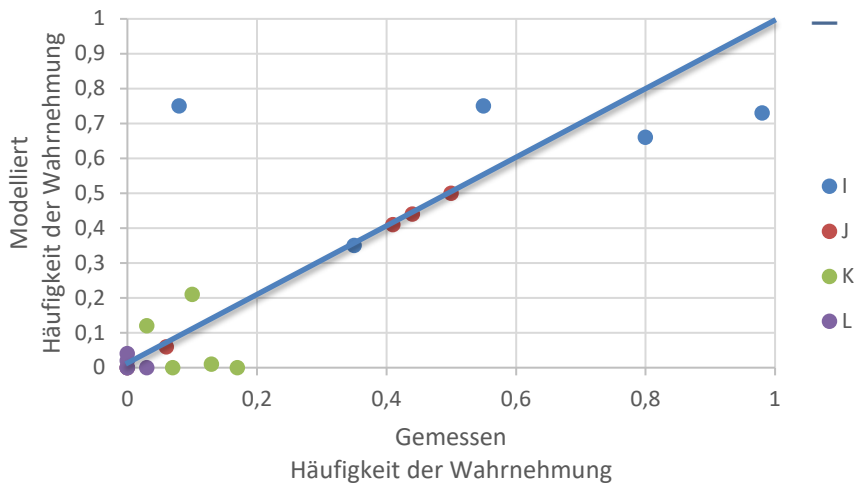
Schnittlinie		Entfernung zur Quelle in m
1	(rot)	ca. 4
2	(grün)	ca. 33
3	(blau)	ca. 63
4 neu	(pink)	ca. 82
4	(orange)	ca. 94
5	(lila)	ca. 124

Beispiel: Begehung an einer Kläranlage



Beispiel: Begehung an einer Kläranlage

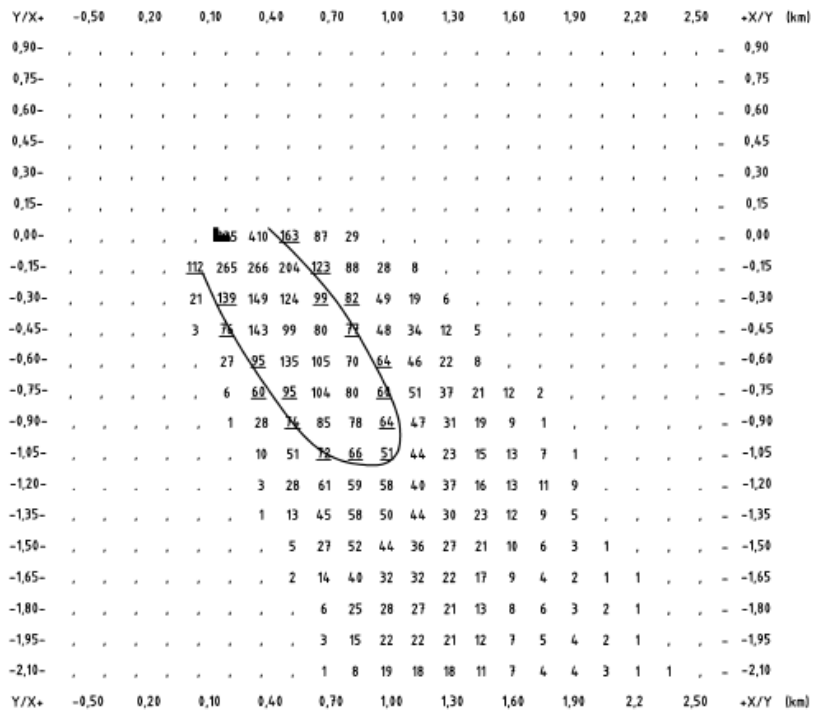
- Ergebnisse der Emissionsmessung (Belebung)
  - Quellstärke (ausgehend von 30 m^3/m^2h): 13.000 GE/s
- Ansätze für die Ausbreitungsrechnung
  - 13.000 GE/s
  - 3.000 GE/s
    - für Schächte und Becken mit hohen Freibord: 2 m^3/m^2h
    - und von einem Volumenstrom: 10 m^3/m^2h für Becken
  - Esofin: 2.000 GE/s



- Ergebnis der Fahnenmessung
  - Fahnenreichweite rund 60 m
  - Fahnenreichweite rund 300 m
  - Fahnenreichweite rund 70 m
  - Fahnenreichweite rund 65 m

Rückrechnung – Beispiele und Anforderungen aus der DIN EN 16841-2 ausgehend von dynamischer Methode

- Eingangsdaten für das Rechenmodell
  - Meteorologische Bedingungen des Messzeitintervalls
  - Quellgeometrie wie vorgefunden
  - Ggf. Berücksichtigung von Gebäuden
  - Geschätzte Quellstärke [Modelleinheit/s]
- Definition:
  - An der Fahnengrenze liegt eine Konzentration von 1 Riecheinheit (su/m³) vor
- Auswertung
  - Ausgabe der berechneten Geruchsstoffkonzentration [Modelleinheit/m³] im Rechengitter
  - Eintragen der Fahnengrenze aus der Fahnenmessung
  - Mit der mittleren errechneten Geruchsstoffkonzentration [Modelleinheit/m³] an der Fahnengrenze wird die angenommene Quellstärke umgerechnet



Legende

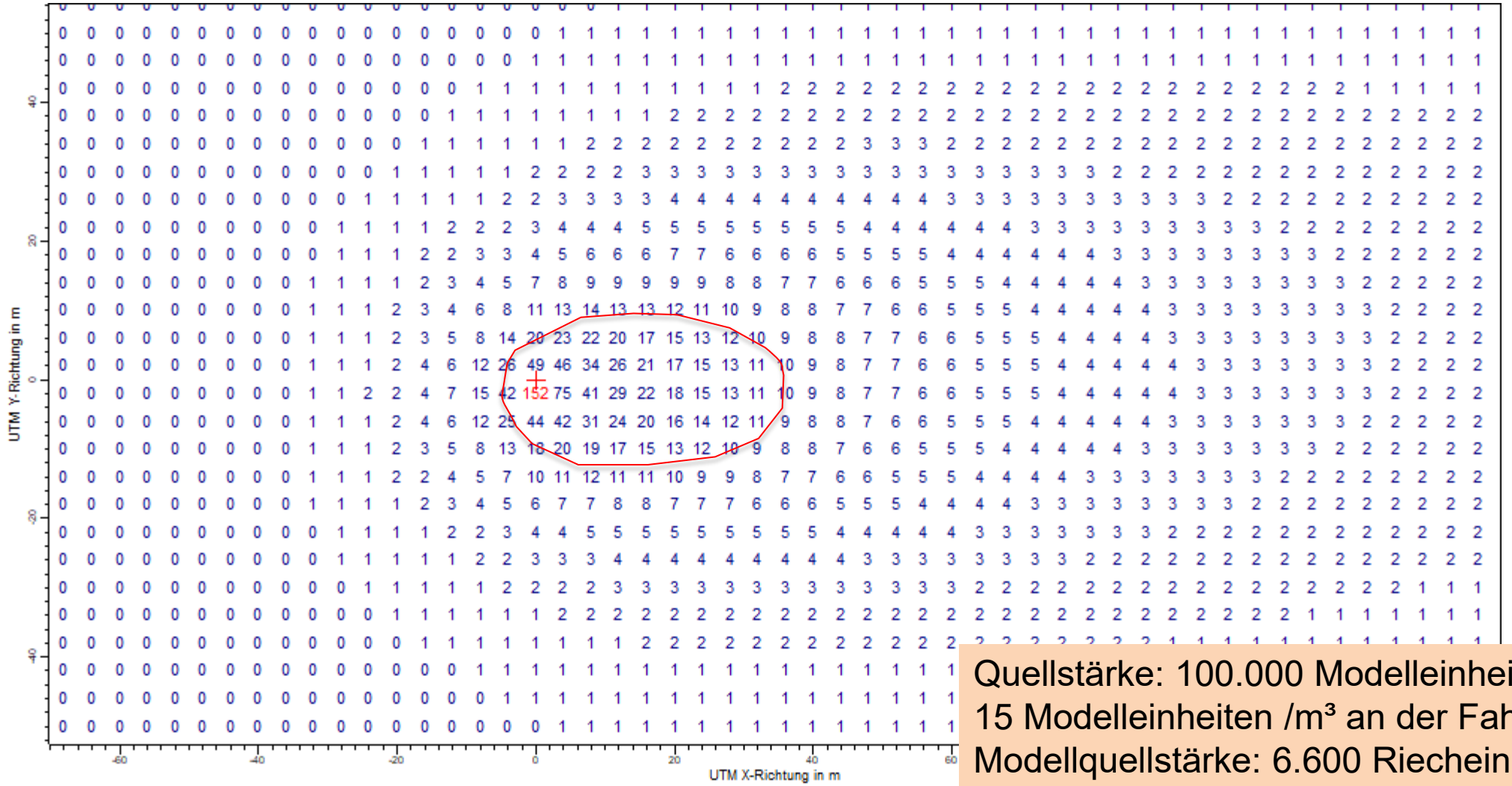
— mittlere Geruchsstoffkonzentration an den Randpunkten = 87,4 Modelleinheiten je m³ = 1 Riecheinheit je m³

— fiktive Emissionsrate = 5 000 000 Modelleinheiten je Sekunde

— Emissionsrate = 5 000 000/87,4 = 57 254 Riecheinheiten je Sekunde

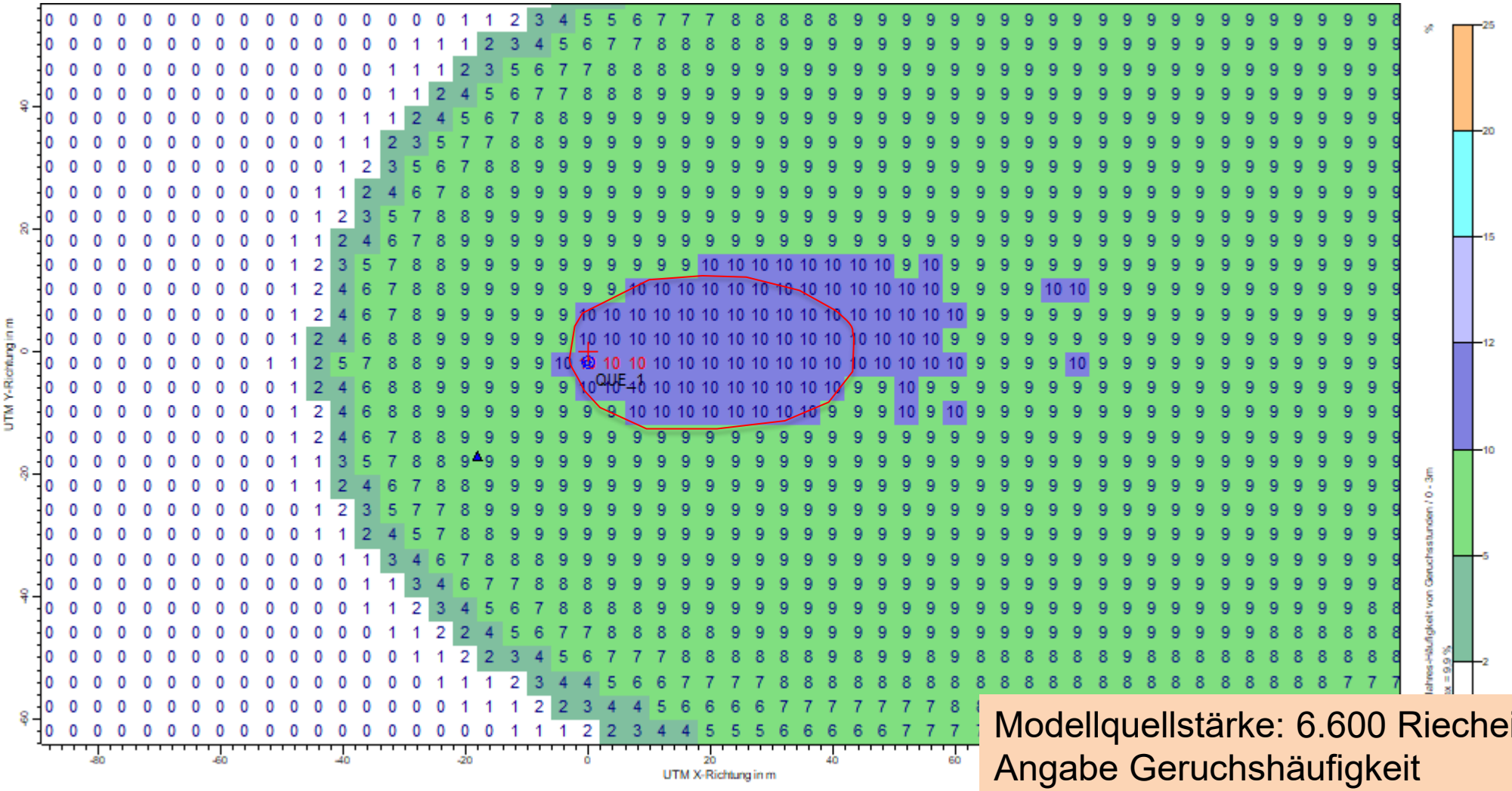
Bild G.2 — Vergleich der aufgezeichneten Fahnenausdehnung mit den berechneten Geruchsstoffkonzentrationen zur Berechnung der Quellstärke

Beispiel einer dynamischen Fahnenbegehung mit Rückrechnung



Quellstärke: 100.000 Modelleinheiten/s
15 Modelleinheiten /m³ an der Fahnengrenze
Modellquellstärke: 6.600 Riecheinheiten/s

Beispiel einer dynamischen Fahnenbegehung mit Rückrechnung



Modellquellstärke: 6.600 Riecheinheiten/s
Angabe Geruchshäufigkeit

olfasense

From Odour Data to Odour Knowledge



Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!

Deutschland
Olfasense GmbH
+49 431 220 120
de@olfasense.com

Spanien
Olfasense GmbH
+34 669 29 72 84
contact@olfasense.com

Niederlande
Olfasense B.V.
+31 20 6255104
nl@olfasense.com

UK
Olfasense UK Ltd
+44 1225 868869
uk@olfasense.com

www.olfasense .com