

Neuere Entwicklungen der Geruchsbewertung – in der Industrie

Dipl.-Biol. M. Bischoff

Dipl.-Ing. E. Wesemann

deBAKOM

**Gesellschaft für sensorische Messtechnik mbH
Akustik
Schallschutz
Geruchsmessungen**

1 Einleitung

Geruchsstoffemissionen und -immissionen, die von Anlagen aus dem Bereich der Metall- und Lebensmittelindustrie, der chemischen Industrie, der Abfallwirtschaft und dem Brauereiwesen verursacht werden, stellen das Hauptbetätigungsfeld der deBAKOM GmbH auf dem Geruchssektor dar.

Wir führen hier Geruchsstoffemissionsmessungen und –immissionsmessungen durch und erstellen Immissionsprognosen und Sanierungskonzepte.

Als schnelle, kostengünstige Methode zur Feststellung einer Immissionssituation im Umfeld einer Anlage hat sich die Kombination von Emissionsmessung (Emissionskataster), Fahnenbegehung und Ausbreitungsrechnung bewährt. Bei komplex gelagerten Fällen, wenn z.B. mehrere Emittenten vorhanden sind und die Geruchsvor- oder -gesamtbelastung in einem Gebiet zu ermitteln ist, hat sich die Rasterbegehung bewährt.

Bei den Verfahren der Raster- und Fahnenbegehungen, die in den VDI-Richtlinien 3940 Blatt 1 [1] und Blatt 2 [2] beschrieben sind, wird durch den Prüfer am Messpunkt der Geruchszeitanteil, d.h. der Anteil der Zeitabschnitte bzw. Takte mit Geruchserkennung am gesamten Messzeitintervall bestimmt.

Aufgrund der im Rahmen der Mitarbeit der deBAKOM GmbH an dem Projekt „Untersuchungen zur Auswirkung von Intensität und hedonischer Geruchsqualität auf die Ausprägung der Geruchsbelästigung“ [3] erworbenen Erfahrungen, sind wir seit einigen Jahren dazu übergegangen, neben dem Geruchszeitanteil auch die Geruchsintensität und die hedonische Wirkung, d.h. ob ein Geruch angenehm oder unangenehm ist, standardmäßig bei jeder Fahnen- oder Rasterbegehung durch unsere Prüfer aufnehmen zu lassen.

Unsere Vorgehensweise unter besonderer Berücksichtigung der qualitätssichernden Maßnahmen und möglicher daraus resultierender Konsequenzen für die Bewertung von Geruchsstoffimmissionen soll nachfolgend erläutert werden.

Eine detaillierte Beschreibung des Messverfahrens und der Auswertung der Messergebnisse wird Gegenstand der VDI-Richtlinie 3940 Blatt 3 sein, die sich in Vorbereitung befindet.

2 Qualitätssichernde Maßnahmen bei Geruchsimmissionsmessungen

Die Belastbarkeit der Ergebnisse einer Immissionsmessung hängt maßgeblich von der Tätigkeit der Prüfer ab. Daher ist es erforderlich, größte Sorgfalt auf deren Auswahl und Einweisung zu legen.

2.1 Geruchsempfindlichkeit

Das wichtigste erste Auswahlkriterium ist die spezifische Geruchsempfindlichkeit gegenüber den Referenzgeruchsstoffen n-Butanol und Schwefelwasserstoff, die durch Geruchsschwellentests am Olfaktometer überprüft wird. Zur Prüferauswahl dienen mindestens 10 und höchstens 20 einzelne Schwellenabschätzungen mit den Referenzgeruchsstoffen. Die Tests werden an drei verschiedenen Tagen mit einer Unterbrechung von mindestens einem Tag zwischen den Prüfkampagnen durchgeführt.

Der Numerus der Standardabweichung muss für beide Geruchsstoffe kleiner als 2,3 sein. Der geometrische Mittelwert der einzelnen Ergebnisse als Massenkonzentration des Prüf-gases n-Butanol muss zwischen dem 0,5fachen und dem 2fachen Bezugswert dieses Referenzmaterials liegen (n-Butanol: $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $246 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ist ein Prüfer geeignet, werden dann nach jeweils 6 Monaten drei Verdünnungsreihen mit den beiden Referenzgeruchsstoffen gemessen. Anhand der ermittelten Daten wird der messtechnische Werdegang eines jeden Prüfers aufgezeichnet und archiviert.

2.2 Geruchsintensitätstest

Unter Laborbedingungen führen wir zusätzlich Geruchsintensitätstests mit Hilfe des Olfaktometers durch, indem wir den Prüfern eine Reihe von Riechproben darbieten, deren Geruchsstoffkonzentration sich jeweils um den Faktor 10 unterscheidet. Die Proben sind dann von den Prüfern in aufsteigender Reihe zu ordnen.

2.3 Einweisung

Der Einweisung der Prüfer vor Ort bei Fahnen- und Rasterbegehungen durch die Messleitung kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie hier die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Geruchsqualitäten kennen lernen und der Beurteilungsmaßstab und das Bezugssystem der Prüfergruppe vereinheitlicht wird. Sie erfolgt in einer festgelegten Abfolge von Schritten, mit denen die Prüfer auf die anstehende Messaufgabe vorbereitet werden.

In einem ersten Arbeitsschritt werden in Anlehnung an die GIRL [4] von jedem Prüfer so genannte **Polaritätenprofile** für das Konzept „**Gestank**“ und das Konzept „**Duft**“ erstellt

(siehe **Abbildung 2-1** und **Abbildung 2-2**), die sich in der Auswahl und Reihenfolge der Wortpaare nicht unterscheiden. Die Ermittlung der Profile hat abstrakt und assoziativ und damit nicht im Einwirkungsbereich des jeweiligen Anlagengeruchs oder anderer Geruchsreize zu erfolgen. Ein(e) Prüfer/Prüferin ist dann für die hedonische Klassifikation von Gerüchen geeignet, wenn er/sie

- 1) bei der Beurteilung des Konzeptes „Gestank“ die Worte „niederdrückend“, „abgestanden“, „missmutig“, „unharmonisch“, „hässlich“ und „unangenehm“ verwendet, d.h. einen Wert zwischen 1 und 3 und
- 2) bei der Beurteilung des Konzeptes „Duft“ die Worte „erhebend“, „frisch“, „vergnügt“, „harmonisch“, „schön“ und „angenehm“ verwendet, d.h. einen Wert zwischen 1 und 3 angekreuzt hat.

Weicht ein Prüfer/Prüferin von dieser Vorgabe mehr als einmal ab, so ist er/sie für die hedonische Klassifikation von Anlagengerüchen nicht einzusetzen.

In einem zweiten Schritt ist ein **Polaritätenprofil für den Anlagengeruch** durch die Prüfer zu erstellen. Dazu werden nach Möglichkeit zunächst die Geruchsstoffquellen bzw. die Geruchsfahne der betreffenden Anlage mit dem Prüferkollektiv aufgesucht, so dass sich die Prüfer mit dem jeweiligen Geruch vertraut machen können. Die anschließende Aufnahme des Profils mit dem in der **Abbildung 2-3** dargestellten Formular sollte dann außerhalb der Geruchsfahne erfolgen, um eine Gewöhnung an den Geruchsreiz zu verhindern. Bei Bedarf sollte aber die Möglichkeit bestehen, den Geruch wieder aufsuchen zu können.

In der **Abbildung 2-3** sind zum besseren Verständnis die Profilwerte, die in der späteren Auswertung als Minuszahlen eingegeben werden, blau und die Profilwerte, die als Pluszahlen berücksichtigt werden, rot markiert.

Ein Beispiel einer Auswertung ist in der **Abbildung 2-4** dargestellt. Hier zeigt sich, dass der Prüfer 2 bei einer Reihe von Wortpaaren von der Bewertung des „Restmüllgeruchs“ durch andere Prüfer abweicht. So kommt er z.B. bei dem Wortpaar „niederdrückend“- „erhebend“ zu dem Ergebnis, dass der zu beurteilende Geruch eher mit „erhebend“ zu beschreiben ist. Häufen sich solche Fehlurteile, ist der Einsatz eines solchen Prüfers zumindest für die betreffende Messkampagne fraglich. Dies muss aber nicht bedeuten, dass er oder sie grundsätzlich ungeeignet sind, da es durchaus vorkommen kann, dass Menschen mit bestimmten Gerüchen angenehme oder unangenehme Erfahrungen verbinden, die dann das Urteil im Rahmen einer Messung hinsichtlich eines bestimmten Geruchs beeinflussen. Jemand der viele Jahre neben einer Schokoladenfabrik gewohnt und diesen eher angenehmen Geruch irgendwann als Belästigung empfunden hat, wird ihn auch im

Rahmen einer Immissionsmessung unter Umständen anders beurteilen, als die restlichen Prüfer des Kollektivs.

Prüfer-ID:

Bitte beschreiben Sie anhand der Gegensatzpaare die Vorstellungen, die Sie bei dem folgenden Wort haben:

G E S T A N K

Kreuzen Sie dazu in jeder Zeile sofort diejenige Ziffer an, die Ihrer Vorstellung am ehesten entspricht.

Einige der Eigenschaftswörter gelten nicht im wörtlichen, sondern eher im übertragenen Sinn. Je mehr die rechte Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach rechts, je mehr die linke Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie ihr Kreuz nach links. Die „0“ in der Mitte sollten Sie möglichst selten verwenden.

Es geht hierbei allein um Ihren subjektiven Eindruck. Gehen Sie intuitiv, spontan und zügig vor!

stark	3	2	1	0	1	2	3	schwach
grob	3	2	1	0	1	2	3	fein
niederdrückend	3	2	1	0	1	2	3	erhebend
robust	3	2	1	0	1	2	3	zart
schwer	3	2	1	0	1	2	3	leicht
alt	3	2	1	0	1	2	3	jung
wild	3	2	1	0	1	2	3	sanft
aufregend	3	2	1	0	1	2	3	beruhigend
rauh	3	2	1	0	1	2	3	glatt
dunkel	3	2	1	0	1	2	3	hell
herb	3	2	1	0	1	2	3	süß
interessant	3	2	1	0	1	2	3	langweilig
kalt	3	2	1	0	1	2	3	warm
wach	3	2	1	0	1	2	3	müde
seicht	3	2	1	0	1	2	3	tief
leise	3	2	1	0	1	2	3	laut
weich	3	2	1	0	1	2	3	hart
würzig	3	2	1	0	1	2	3	schal
dumpf	3	2	1	0	1	2	3	stechend
verspielt	3	2	1	0	1	2	3	ernst
leer	3	2	1	0	1	2	3	voll
passiv	3	2	1	0	1	2	3	aktiv
frisch	3	2	1	0	1	2	3	abgestanden
vergnügt	3	2	1	0	1	2	3	missmutig
harmonisch	3	2	1	0	1	2	3	unharmonisch
mild	3	2	1	0	1	2	3	streng
friedlich	3	2	1	0	1	2	3	aggressiv
schön	3	2	1	0	1	2	3	hässlich
angenehm	3	2	1	0	1	2	3	unangenehm

Abbildung 2-1: „Gestankprofil“

Prüfer-ID:

Bitte beschreiben Sie anhand der Gegensatzpaare die Vorstellungen, die Sie bei dem folgenden Wort haben:

DUFT

Kreuzen Sie dazu in jeder Zeile sofort diejenige Ziffer an, die Ihrer Vorstellung am ehesten entspricht. Einige der Eigenschaftswörter gelten nicht im wörtlichen, sondern eher im übertragenen Sinn. Je mehr die rechte Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach rechts, je mehr die linke Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie ihr Kreuz nach links. Die „0“ in der Mitte sollten Sie möglichst selten verwenden.

Es geht hierbei allein um Ihren subjektiven Eindruck. Gehen Sie intuitiv, spontan und zügig vor!

stark	3	2	1	0	1	2	3	schwach
grob	3	2	1	0	1	2	3	fein
niederdrückend	3	2	1	0	1	2	3	erhebend
robust	3	2	1	0	1	2	3	zart
schwer	3	2	1	0	1	2	3	leicht
alt	3	2	1	0	1	2	3	jung
wild	3	2	1	0	1	2	3	sanft
aufregend	3	2	1	0	1	2	3	beruhigend
rauh	3	2	1	0	1	2	3	glatt
dunkel	3	2	1	0	1	2	3	hell
herb	3	2	1	0	1	2	3	süß
interessant	3	2	1	0	1	2	3	langweilig
kalt	3	2	1	0	1	2	3	warm
wach	3	2	1	0	1	2	3	müde
seicht	3	2	1	0	1	2	3	tief
leise	3	2	1	0	1	2	3	laut
weich	3	2	1	0	1	2	3	hart
würzig	3	2	1	0	1	2	3	schal
dumpf	3	2	1	0	1	2	3	stechend
verspielt	3	2	1	0	1	2	3	ernst
leer	3	2	1	0	1	2	3	voll
passiv	3	2	1	0	1	2	3	aktiv
frisch	3	2	1	0	1	2	3	abgestanden
vergnügt	3	2	1	0	1	2	3	missmutig
harmonisch	3	2	1	0	1	2	3	unharmonisch
mild	3	2	1	0	1	2	3	streng
friedlich	3	2	1	0	1	2	3	aggressiv
schön	3	2	1	0	1	2	3	hässlich
angenehm	3	2	1	0	1	2	3	unangenehm

Abbildung 2-2: „Duftprofil“

Prüfer-ID:

Anlage/Projekt:

Datum:

Bitte beschreiben Sie den vorliegenden Geruchsreiz anhand der folgenden Gegensatzpaare. Schnuppern / schnüffeln Sie und machen sich mit dem Geruch vertraut. Beginnen Sie dann mit der Beschreibung des Geruchs. Kreuzen Sie dazu in jeder Zeile sofort diejenige Ziffer an, die Ihrer Vorstellung am ehesten entspricht. Einige der Eigenschaftswörter gelten nicht im wörtlichen, sondern eher im übertragenen Sinn. Je mehr die rechte Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach rechts, je mehr die linke Eigenschaft zutrifft, umso mehr setzen Sie Ihr Kreuz nach links. Die „0“ in der Mitte sollten Sie möglichst selten verwenden. Wenn Sie zwischendurch das Gefühl haben, sich nicht mehr an den Geruch zu erinnern, können Sie erneut eine Geruchsprobe nehmen. Es geht hierbei allein um Ihren subjektiven Eindruck. Gehen Sie intuitiv, spontan und zügig vor!

1. stark	3	2	1	0	1	2	3	schwach
2. grob	3	2	1	0	1	2	3	fein
3. niederdrückend	3	2	1	0	1	2	3	erhebend
4. robust	3	2	1	0	1	2	3	zart
5. schwer	3	2	1	0	1	2	3	leicht
6. alt	3	2	1	0	1	2	3	jung
7. wild	3	2	1	0	1	2	3	sanft
8. aufregend	3	2	1	0	1	2	3	beruhigend
9. rau	3	2	1	0	1	2	3	glatt
10. dunkel	3	2	1	0	1	2	3	hell
11. herb	3	2	1	0	1	2	3	süß
12. interessant	3	2	1	0	1	2	3	langweilig
13. kalt	3	2	1	0	1	2	3	warm
14. wach	3	2	1	0	1	2	3	müde
15. seicht	3	2	1	0	1	2	3	tief
16. leise	3	2	1	0	1	2	3	laut
17. weich	3	2	1	0	1	2	3	hart
18. würzig	3	2	1	0	1	2	3	schal
19. dumpf	3	2	1	0	1	2	3	stechend
20. verspielt	3	2	1	0	1	2	3	ernst
21. leer	3	2	1	0	1	2	3	voll
22. passiv	3	2	1	0	1	2	3	aktiv
23. frisch	3	2	1	0	1	2	3	abgestanden
24. vergnügt	3	2	1	0	1	2	3	missmutig
25. harmonisch	3	2	1	0	1	2	3	unharmonisch
26. mild	3	2	1	0	1	2	3	streng
27. friedlich	3	2	1	0	1	2	3	aggressiv
28. schön	3	2	1	0	1	2	3	hässlich
29. angenehm	3	2	1	0	1	2	3	unangenehm

Abbildung 2-3: Profil zur Beurteilung des Anlagengeruchs

Beurteilung der Geruchsqualität „Restmüll“

Wortpaare		Prüfer									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
stark	schwach	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-2	-2	-3	-3
grob	fein	-2	1	-2	-3	-1	-3	-2	1	-3	-3
niederdrückend	erhebend	-2	2	-1	-3	-3	-2	-3	-1	-3	-2
robust	zart	-1	2	-1	-2	-1	-2	-3	1	-3	-2
schwer	leicht	-2	1	-2	-3	-3	-1	-2	-3	-3	-3
alt	jung	-3	2	-3	-3	-3	-2	-2	-3	-3	-3
wild	sanft	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	0	-3	0
aufregend	beruhigend	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-1	-3	-1
rau	glatt	-1	1	-1	-1	-1	-1	-3	0	-3	-2
dunkel	hell	0	2	-1	-2	-2	0	-1	0	-3	-1
herb	süß	-3	2	-1	-2	-3	-2	0	-1	-3	-2
interessant	langweilig	0	1	1	1	-1	-1	0	0	-3	0
kalt	warm	0	1	1	2	3	0	1	0	-2	-2
wach	müde	0	0	2	2	1	0	2	0	-2	1
seicht	tief	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1
leise	laut	2	1	0	3	0	0	2	0	3	2
weich	hart	3	1	1	-1	2	3	1	1	3	2
würzig	schal	3	2	3	-1	2	-1	2	3	2	3
dumpf	stechend	3	-2	1	3	3	3	1	2	3	3
verspielt	ernst	3	-1	2	3	0	0	2	0	3	2
leer	voll	3	-1	1	2	1	2	2	1	3	0
passiv	aktiv	2	0	1	2	1	3	-1	0	3	-1
frisch	abgestanden	3	-2	3	3	3	3	3	3	3	2
vergnügt	missmutig	3	-2	2	2	1	2	3	1	3	2
harmonisch	unharmonisch	3	-1	1	1	1	3	3	1	3	3
mild	streng	3	-1	2	3	3	3	3	3	3	3
friedlich	aggressiv	3	-1	1	0	2	3	3	2	3	2
schön	hässlich	3	-1	2	3	2	0	2	1	3	3
angenehm	unangenehm	3	0	3	3	3	3	3	2	3	3

Abbildung 2-4: Beispiel einer Auswertung des Profils nach der Beurteilung eines „Restmüllgeruchs“

Im dritten Schritt zur Vorbereitung der Immissionsmessung werden Probebegehungen durchgeführt, indem die Prüfer so in der Geruchsfahne der Anlage aufgestellt werden, dass sie nach Möglichkeit ungefähr die selbe Geruchsintensität wahrnehmen und sie sich nicht gegenseitig beeinflussen oder stören. Die Prüfer führen dann eine zehnminütige Messung mit Hilfe des Datenaufnahmebogens (siehe **Abbildung 2-5**) durch, indem sie, wie bei einer Fahnen- oder Rasterbegehung, alle 10 s die Umgebungsluft prüfen und ihre Eindrücke auf dem Bogen vermerken.

Auf der ersten Seite des Datenaufnahmebogens werden die Geruchshäufigkeiten und die Angaben zur Meteorologie vermerkt. Dabei werden nach der VDI-Richtlinie 3940 Blatt 2 [2] nur solche Takte mit Geruch bewertet, die vom Prüfer eindeutig dem Anlagengeruch zugeordnet werden können.

Nach der zehnminütigen Messung erfolgt die Bestimmung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung, wobei nach Möglichkeit der Einwirkbereich der Geruchsfahne verlassen werden sollte. Dabei bewertet der Prüfer rückwirkend nur die Takte, in denen der Anlagengeruch wahrnehmbar war.

Die Intensität der wahrgenommenen Gerüche wird mit der Intensitätsskala gemäß VDI-Richtlinie 3882 Bl. 1 [5]

- 1 „sehr schwach wahrnehmbar“
- 2 „schwach wahrnehmbar“
- 3 „deutlich wahrnehmbar“
- 4 „stark wahrnehmbar“
- 5 „sehr stark wahrnehmbar“
- 6 „extrem stark wahrnehmbar“

ausgedrückt, wobei sowohl der stärkste Eindruck als auch der durchschnittliche Eindruck erfasst werden. Zusätzlich wird nach der Häufigkeit des stärksten Eindrucks gefragt. Die unterste Stufe (1 = „*sehr schwach*“) wird bei Anwendung der Intensitätsskala unter Feldbedingungen dann vergeben, wenn die Erkennungsschwelle überschritten wurde. Der zu beurteilende Geruch muss klar erkannt und einer Geruchsqualität aus dem Qualitätsschlüssel zuzuordnen sein. Die Stufe „*deutlich*“ bedeutet nicht, dass der Geruch erst hier deutlich erkennbar ist, sondern dass der Geruch zwar stärker als 2 = „*schwach*“ ist, aber noch nicht als 4 = „*stark*“ einzuordnen ist.

Die hedonische Geruchswirkung wird anhand der Skala nach VDI-Richtlinie 3882 Bl. 2 [6] bewertet. Dabei wird zwischen „minus 4-äußerst unangenehm“ über „0-weder angenehm noch unangenehm“ nach „plus 4-äußerst angenehm“ unterschieden.

Den Kategorien werden fortlaufende Zahlen zugeordnet. Im Unterschied zur Intensitätsskala werden sie jedoch auf einem Kontinuum betrachtet, wobei es eine Mitte und zwei Endpunkte gibt.

Auch hier wird sowohl nach dem angenehmsten als auch dem unangenehmsten Eindruck gefragt. Über die ermittelten Extrema integriert der Prüfer und findet so zu seinem durchschnittlichen Urteil.

Nach unseren Erfahrungen können auf diese Weise bis zu drei verschiedene Geruchsqualitäten hinsichtlich der Intensität und hedonischen Geruchswirkung bewertet werden.

Im Anschluss an die Probebegehung sammelt der Messleiter die Protokolle ein und vergleicht die Ergebnisse besonders hinsichtlich der Intensitäts- und Hedonikbewertung. Innerhalb des Prüferkollektivs evtl. vorhandene Schwierigkeiten oder Unstimmigkeiten in den erhobenen Daten werden nach der ersten Probebegehung in der Gruppe erörtert.

Grundsätzlich erfolgen insgesamt mindestens 3 Probebegehungen in unterschiedlichem Abstand zu der oder den Quellen, um dem Kollektiv unterschiedliche Intensitäten darzubieten. Da wir für Felduntersuchungen in der Mehrzahl erfahrene Prüfer einsetzen, die schon viele unterschiedliche Anlagengerüche kennen gelernt haben, und die Beurteilung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung in erster Linie auf dem Erfahrungshintergrund beruht, kommt es nur sehr selten zu gravierenden Abweichungen in den Ergebnissen.

Der Versuchsleiter legt daher im Umfeld der Anlage auch keine Ober- oder Untergrenze auf der Intensitätsskala für die zu untersuchende Geruchsqualität fest, indem er z.B. in direkter Nähe der Quelle die Geruchsintensität mit „*extrem stark*“ bezeichnet. Wir nehmen daher in dieser Hinsicht i.d.R. keinen besonderen Einfluss auf die Prüfer, da unserer Ansicht nach die „Kalibrierung“ unserer menschlichen „Messgeräte“ über Erfahrung und Übung erfolgt.

Erst wenn ein Prüfer mehr als 2 Stufen bei den 3 Probenmessungen von den mittleren Werten der Intensitäts- bzw. Hedonikbewertung aller Prüfer abweicht, kann er bei der betreffenden Messung nicht eingesetzt werden.

Datenaufnahmebogen für Geruchshäufigkeiten

Prüfername:

Datum:

Messstelle Nr.:

Messbeginn:

Messende:

1. Minute	2. Minute
<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Minute	4. Minute
<input type="text"/>	<input type="text"/>
5. Minute	6. Minute
<input type="text"/>	<input type="text"/>
7. Minute	8. Minute
<input type="text"/>	<input type="text"/>
9. Minute	10. Minute
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kennzeichnung der Geruchsqualitäten

0 - kein Geruch

1 - Anlage X

2 - andere Firmen- (Anlagen)gerüche*

3 - sonstige Gerüche

Bemerkungen: z. B. Baustellengerüche, "Grill"-Gerüche, privates Lackieren, Asphaltieren einer Straße.

* **"andere Firmen- (Anlagen)gerüche" - bei ihrem Auftreten ist eine Verursacherermittlung erforderlich**

Wetterdaten:

Windstärke:

windstill	schwach	mäßig	stark	stürmisch
-----------	---------	-------	-------	-----------

Wind aus Richtung:



Bewölkung:

0/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Niederschlag:

kein	Nieselregen	Regen	Schneefall	Nebel	sonstiges
------	-------------	-------	------------	-------	-----------

Diesen Datenaufnahmebogen bitte im Anschluss an das 10minütige Messzeitintervall ausfüllen!

Prüfername:

Datum:

Messstelle Nr.:

Datenaufnahme Geruchsintensität

Bitte beschreiben Sie Ihren Geruchsstärkeeindruck für die Gerüche der Qualität **Anlage X** auf der folgenden Skala:

nicht wahrnehmbar

**stärkster
Eindruck**

- 6 extrem stark
5 sehr stark
4 stark
3 deutlich
2 schwach
1 sehr schwach

**Häufigkeit des
stärksten Eindrucks**

- 5 immer
4 sehr oft
3 oft
2 manchmal
1 selten

**durchschnittlicher
Eindruck**

- 6 extrem stark
5 sehr stark
4 stark
3 deutlich
2 schwach
1 sehr schwach

Datenaufnahme Hedonik

Bitte beschreiben Sie Ihren angenehm - unangenehm - Eindruck für die Gerüche der Qualität **Anlage X** auf der folgenden Skala:

nicht wahrnehmbar

angenehmster Eindruck

äußerst
unangenehm

- 4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4

weder unangenehm
noch angenehm

äußerst
angenehm

unangenehmster Eindruck

äußerst
unangenehm

- 4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4

weder unangenehm
noch angenehm

äußerst
angenehm

durchschnittlicher Eindruck

äußerst
unangenehm

- 4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4

weder unangenehm
noch angenehm

äußerst
angenehm

deBAKOM GmbH

Abbildung 2-5: Datenaufnahmebogen

3 Anwendung der Intensitäts- und Hedonikbewertung

Der im vorherigen Abschnitt erläuterte Datenaufnahmebogen wird von uns gleichermaßen bei Fahnen- und Rasterbegehungen standardmäßig eingesetzt, da mit geringem Aufwand zusätzliche Informationen zur Charakterisierung der Geruchsstoffimmissionen gewonnen werden können.

Die Methode zur hedonischen Klassifikation von Anlagengerüchen gemäß Nr. 5 der GIRL [4] mit Hilfe der Polaritätenprofile unter Einsatz von 10 Prüfern an mindestens 4 nicht aufeinanderfolgenden Tagen wurde von uns im Bereich der Industriegерüche bisher noch nicht angewendet, da bei keiner der untersuchten Geruchsqualitäten die Wahrscheinlichkeit bestand, dass sie als angenehm bewertet werden könnten.

3.1 Fahnenbegehungen

Fahnenbegehungen werden für die Ermittlung von Geruchsstoffimmissionen bei einer bestimmten meteorologischen Situation verwendet, um die Häufigkeitsverteilung von Geruchserkennungen in einer Geruchsfahne sowie die Reichweite und Ausdehnung einer Fahne zu bestimmen.

Zu diesem Zweck werden die Prüfer im Lee der Anlage in verschiedenen Entfernungen von der oder den Quellen auf einer Achse quer zur Ausbreitungsrichtung der Geruchsfahne nebeneinander positioniert. Dies ist in der nachfolgenden **Abbildung 3-1** schematisch dargestellt.

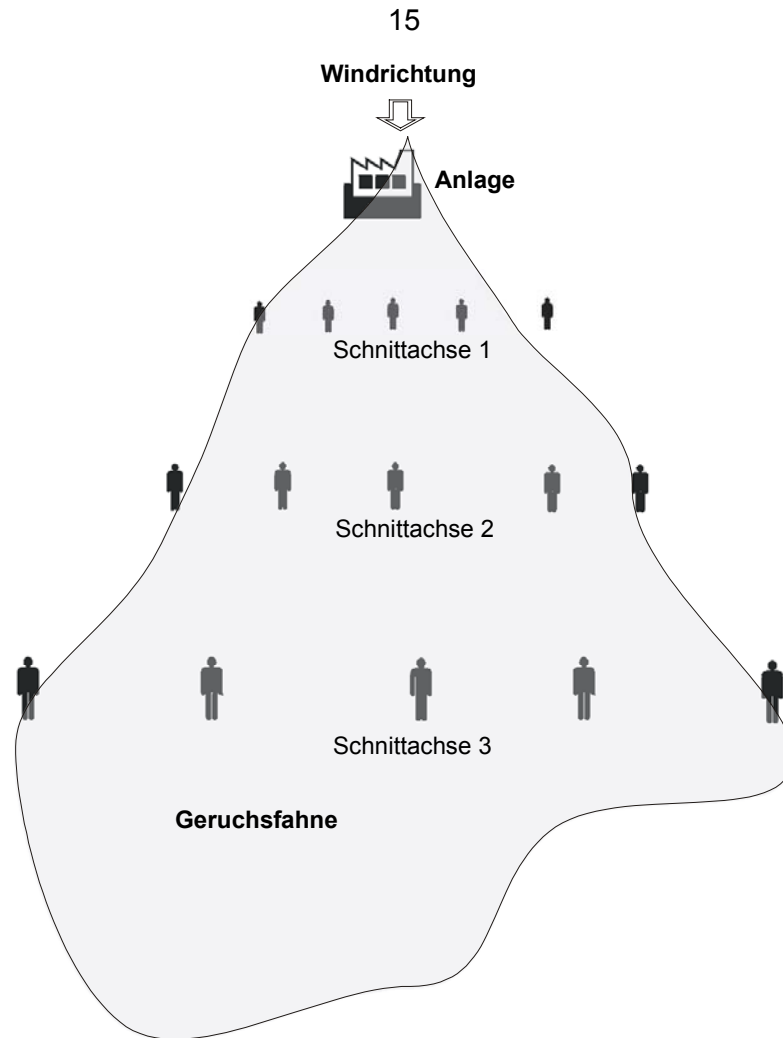


Abbildung 3-1: Schema Fahnenbegehung

Die Messungen werden durch ein Signal von der Messleitung oder zu einer vorher festgelegten Uhrzeit gestartet, so dass alle Prüfer die taktweise Prüfung der Umgebungsluft nahezu zeitgleich durchführen.

In der **Abbildung 3-2** ist das Ergebnis einer Fahnenbegehung mit drei Schnittlinienmessungen unter Berücksichtigung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung wiedergegeben.

Die Positionen der Prüfer sind jeweils durch rote Punkte markiert. Die Bezeichnung der Prüferpositionen setzt sich aus der Nummer der Begehung am Messtag und der Reihenfolge innerhalb der Schnittachse zusammen (1.2 = 1. Messung, Position 2). Die während der Messungen vorherrschende Windrichtung ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Die Grafiken zeigen die an den Einzelpositionen ermittelten Geruchszeitanteile¹⁾ in Prozent für die Geruchsqualität der Anlage und die dabei registrierten mittleren Intensitäten. Die Beurteilung des durchschnittlichen Eindrucks der Hedonik an den Prüferpositionen ist auf den Säulen des Diagramms in blauer Schrift vermerkt.

Die **Abbildung 3-2** zeigt, dass mit zunehmender Entfernung von den Geruchsstoffquellen nicht nur die registrierten Geruchszeitanteile sinken, sondern auch die Geruchsintensität abnimmt und die Gerüche von den Prüfern weniger unangenehm beurteilt werden. Ein solches Ergebnis würde man i.A. auch erwarten, da mit zunehmendem Abstand von der Quelle i.d.R. die Geruchsstoffkonzentration sinkt und damit die Geruchsintensität abnimmt. Ein unangenehmer Geruch wird i.A. in geringerer Intensität auch weniger unangenehm empfunden.

Der dargestellte Fall ist ein Idealbeispiel und darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es eine Vielzahl von Situationen gibt, in denen sich z.B. die Urteile zur hedonischen Geruchswirkung mit zunehmender Entfernung von der Quelle nicht ändern und immer bei -1 bis 0 liegen oder die Änderung der Intensität weniger deutlich ausgebildet ist.

Wir haben aber über Jahre die Erfahrung gemacht, dass man grundsätzlich regelmäßig die oben aufgezeigten Zusammenhänge findet. Würde man nur die Geruchszeitanteile messtechnisch erfassen, könnte man in dem dargestellten Fall eine Aussage über die Ausdehnung und Reichweite der Geruchsfahne machen, jedoch würde die Abnahme der mittleren Intensität, die in der dritten Schnitlinienmessung nur noch bei „*sehr schwach*“ bis „*schwach*“ liegt, nicht deutlich. Ebenso wenig würde die Änderung der hedonischen Geruchswirkung, die einen Einfluss auf die Belästigungsreaktion der Bevölkerung hat, offensichtlich.

¹⁾ $P_{od} = (L_+ / R) \cdot 100$ [2]

P_{od} : Geruchszeitanteil an einem Messpunkt in %

L_+ : Anzahl der positiven Antworten

R : Anzahl der Riechproben

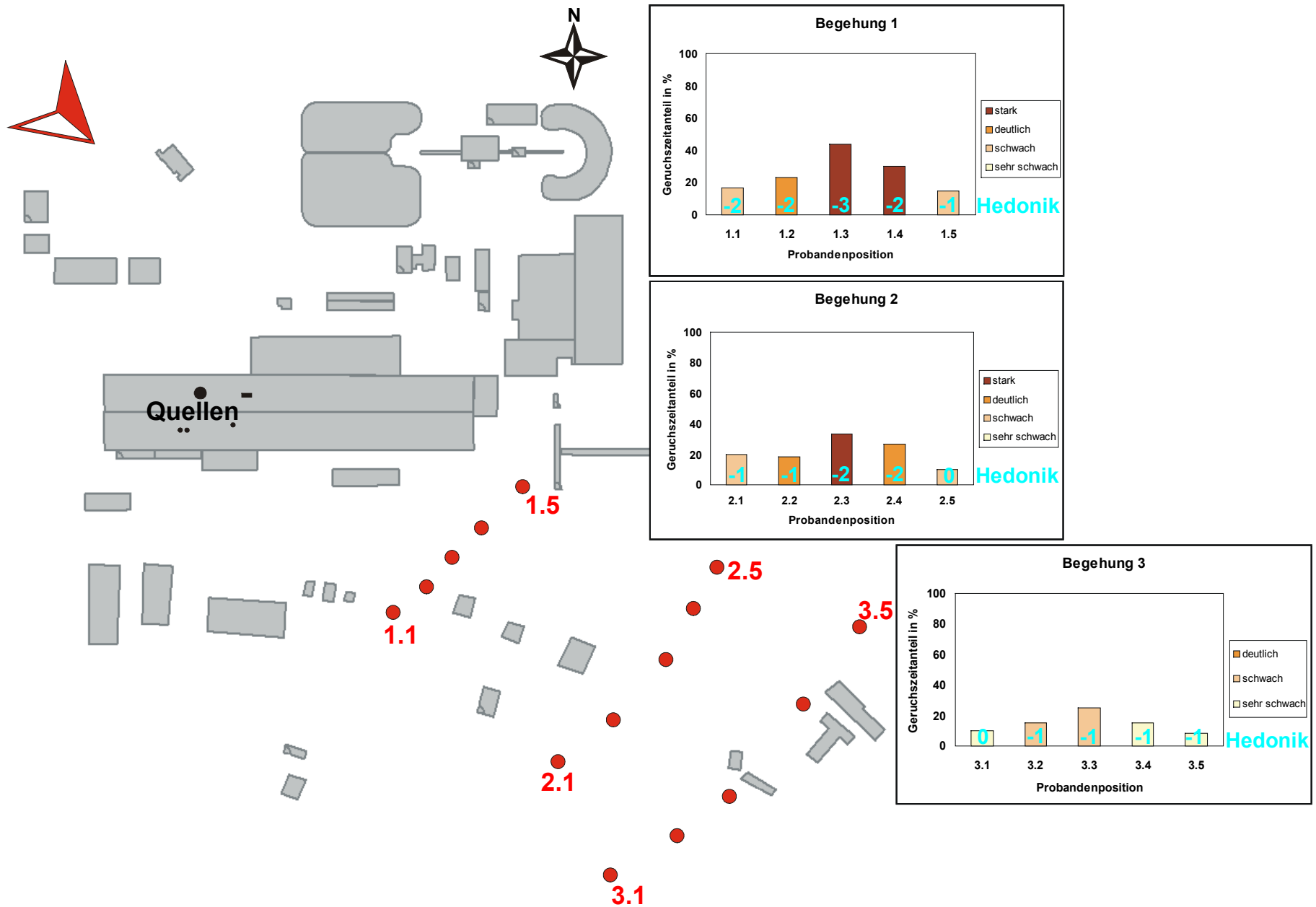


Abbildung 3-2: Ergebnis einer Fahnenbegehung

3.2 Rasterbegehungen

Dass Rasterbegehungen, bei denen Prüfer Messpunkte eines Rasters zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten über den Zeitraum von 6 oder 12 Monaten begehen, trotz „menschlicher Messgeräte“ zu reproduzierbaren und belastbaren Ergebnissen bei den Geruchshäufigkeiten führen, ist in Fachkreisen bekannt. Wir möchten aber auch darauf hinweisen, dass die beschriebene Methodik auch sehr gut die Zusammenhänge zwischen Geruchshäufigkeit, Geruchsstoffkonzentration und Intensität wiedergeben kann.

Bei einer Rastermessung erfolgte die Datenaufnahme mit dem bereits vorgestellten Bogen. In der **Abbildung 3-3** und der **Abbildung 3-4** sind die auf den Flächen ermittelten Geruchshäufigkeiten und die registrierten mittleren Intensitäten bei dem Vorliegen einer Geruchsstunde dargestellt. Der Vergleich der Abbildungen verdeutlicht, dass auf den Rasterflächen mit hohen Häufigkeiten auch die Intensitäten über denen der anderen Flächen liegen.

Die Intensitätsstufe „stark“ tritt ausschließlich in den nördlich bis östlich der Anlage gelegenen Bereichen sowie südöstlich an der Werksgrenze auf. Der Anteil der Intensitätsstufe „deutlich“ ist hier zudem weitaus höher, als auf den übrigen Flächen.

Auch der Vergleich der Geruchsereignisse, die zu Geruchsstunden geführt haben (**Abbildung 3-5**) mit allen Ereignissen (**Abbildung 3-6**) zeigt, dass die Wahrnehmungen, deren Anteil weniger als 10 % des Messzeitintervalls betrug und daher nicht als Geruchsstunde zu werten waren (hellblau in **Abbildung 3-6**), in der Mehrzahl der Fälle nur „sehr schwach“ bis „schwach“ eingestuft wurden.

Die zusammenfassende Bewertung des durchschnittlichen hedonischen Eindrucks, d.h. ob der wahrgenommene Geruch angenehm oder unangenehm beurteilt wurde, ist in den **Abbildungen 3-7 und 3-8** dargestellt.

Die durch die untersuchte Anlage verursachten Geruchsimmissionen, die zu einer Geruchsstunde führten, wurden von den Prüfern auf der Hedonikskala in der Mehrzahl der Fälle von 0 („weder unangenehm noch angenehm“) über –1 bis –2 beurteilt. Nur zweimal erfolgte eine Einstufung der Geruchswahrnehmungen im Mittel als –3 (**Abbildung 3-7**).

Alle weiteren Geruchsereignisse, die weniger als 6mal während der 10 Minuten einer Messung auftraten, wurden von den Prüfern ausschließlich den Kategorien 0 und –1 zugeordnet (**Abbildung 3-8**).

Die hier exemplarisch dargestellte Verteilung der Urteile zur hedonischen Geruchswirkung mit einem Schwerpunkt bei 0 bis –1 ist nach unseren Erfahrungen häufig bei Industrieanlagen zu beobachten.

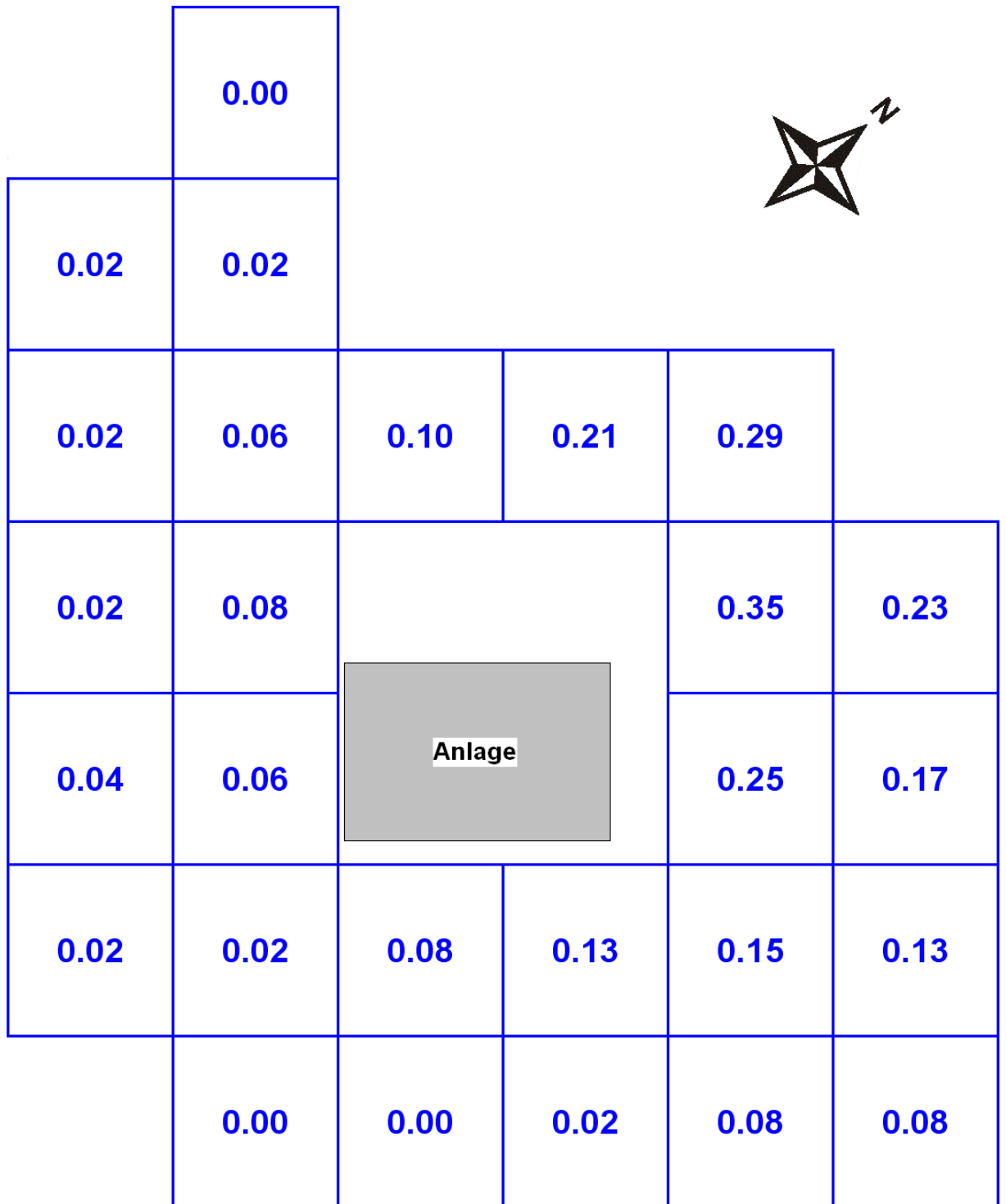


Abbildung 3-3: Ergebnis einer Rasterbegehung, relative Häufigkeiten der Geruchsstunden

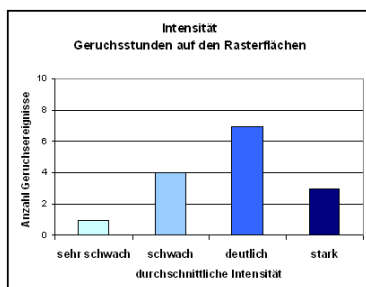
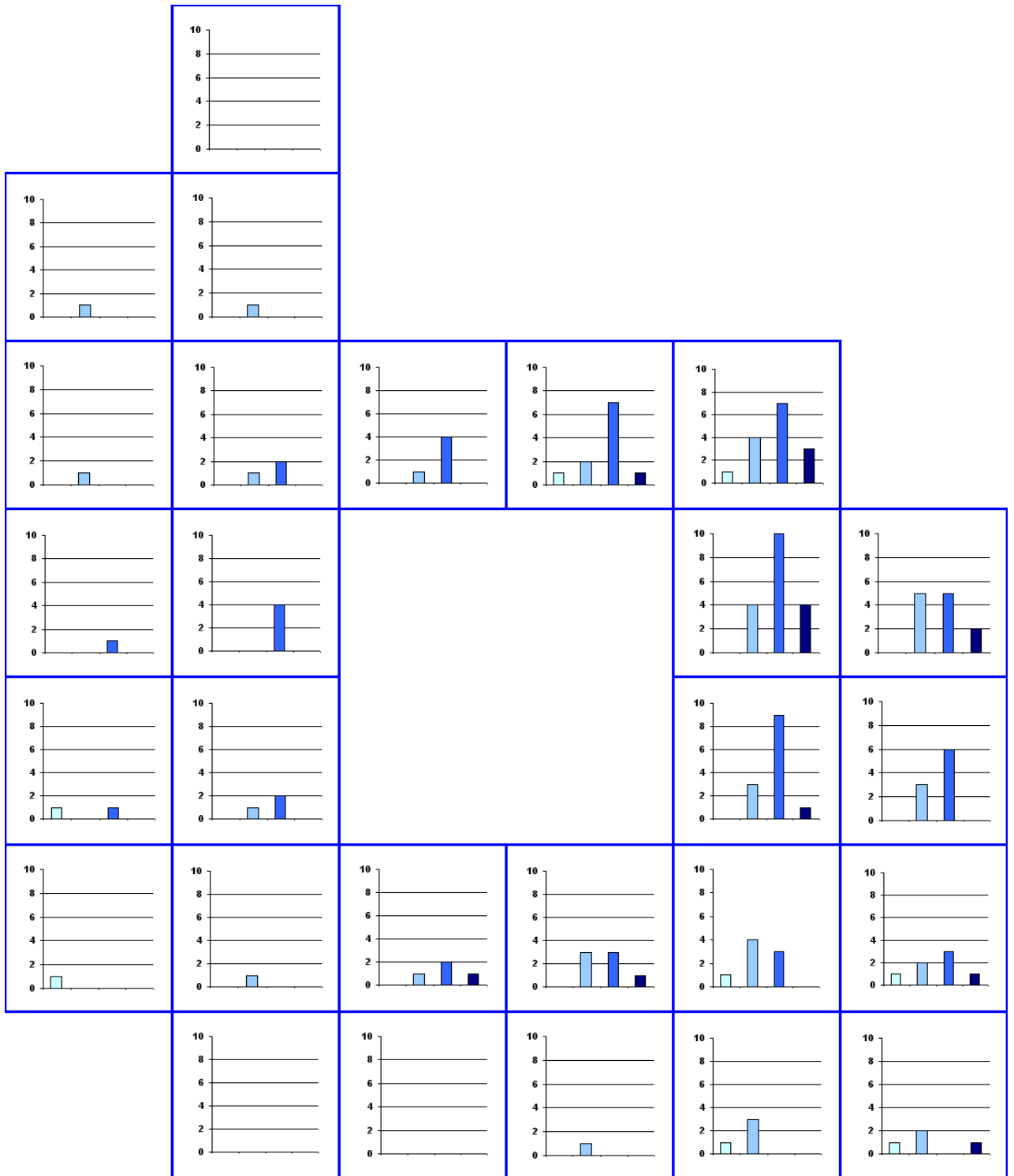


Abbildung 3-4: mittlere Intensitäten der Ereignisse mit Geruchsstunden der Geruchsqualität der Anlage

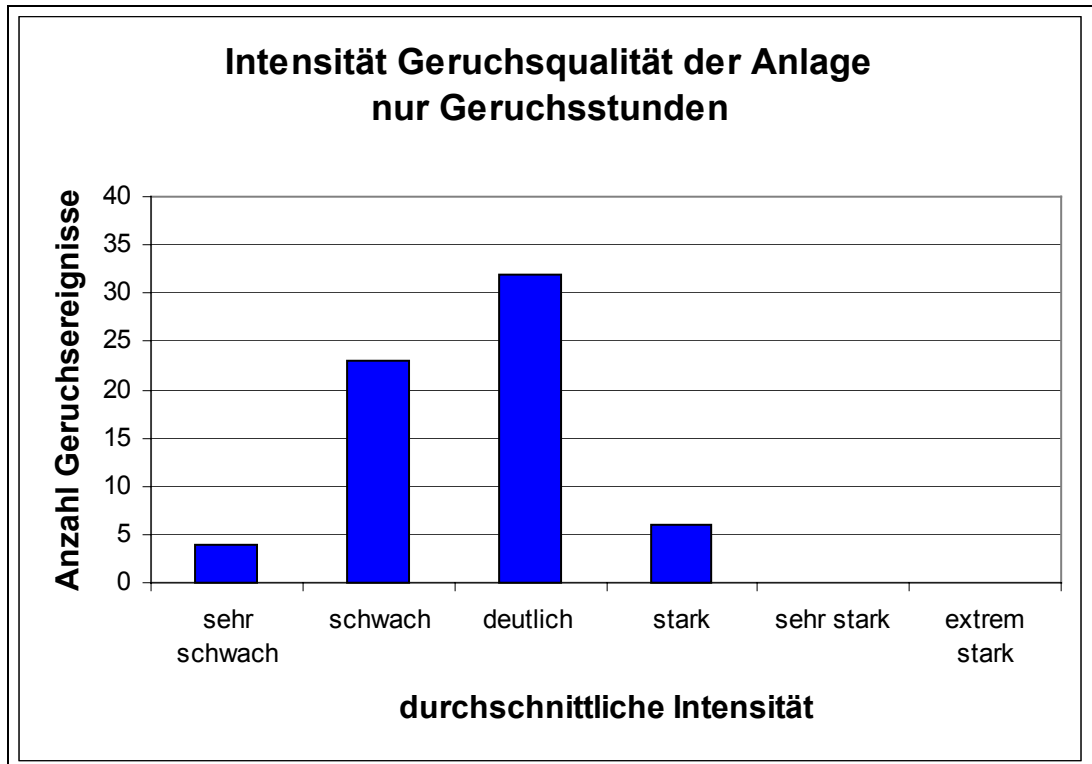


Abbildung 3-5: durchschnittliche Intensität Geruchsqualität der Anlage, nur Geruchsstunden

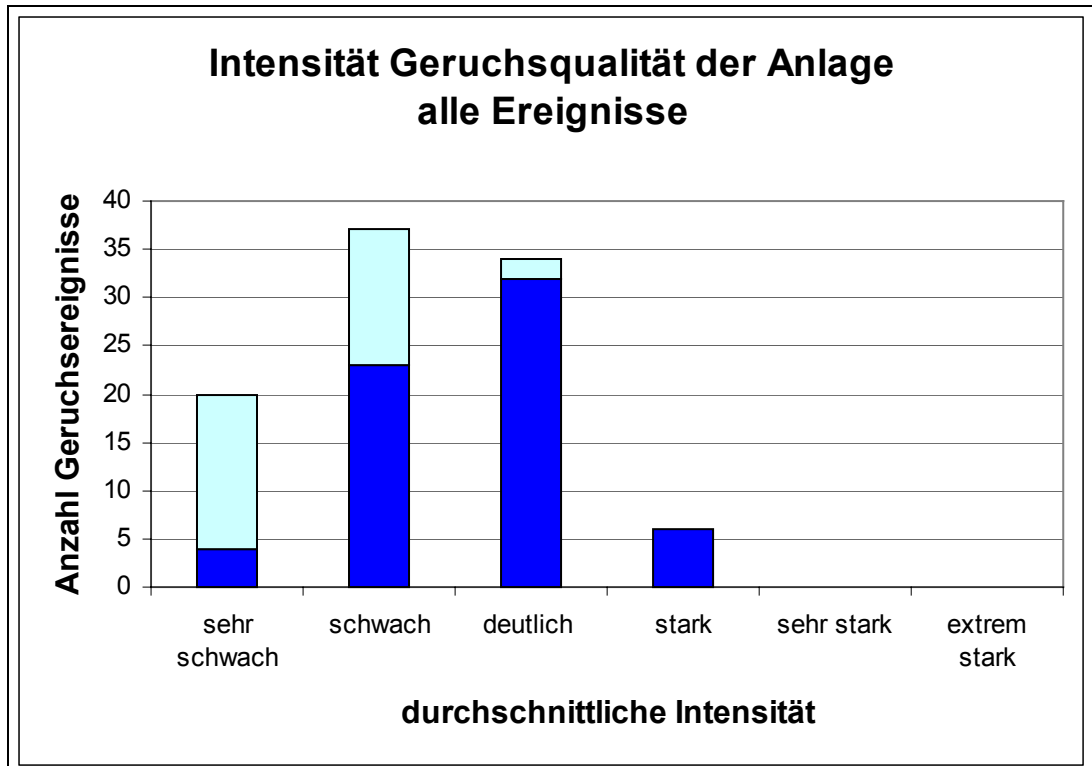


Abbildung 3-6: durchschnittliche Intensität Geruchsqualität der Anlage, alle Ereignisse

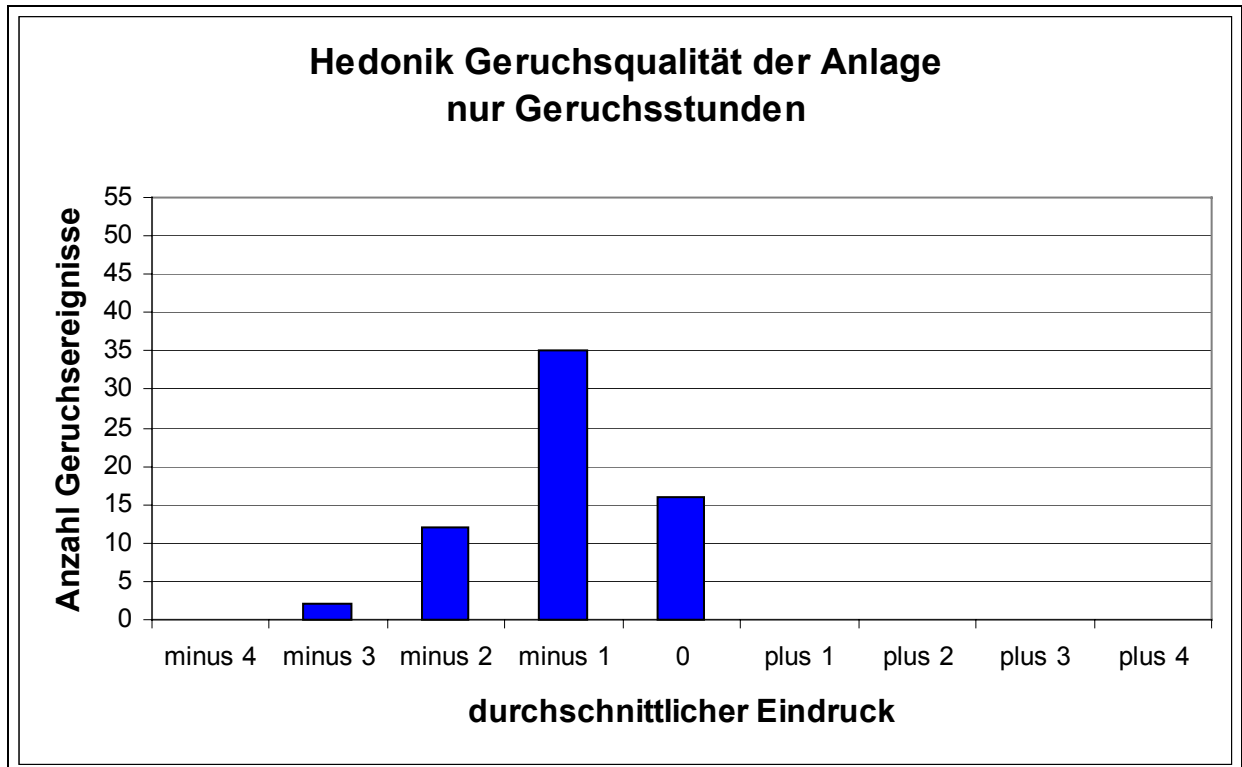


Abbildung 3-7: durchschnittlicher hedonischer Eindruck Geruchsqualität der Anlage, nur Geruchsstunden

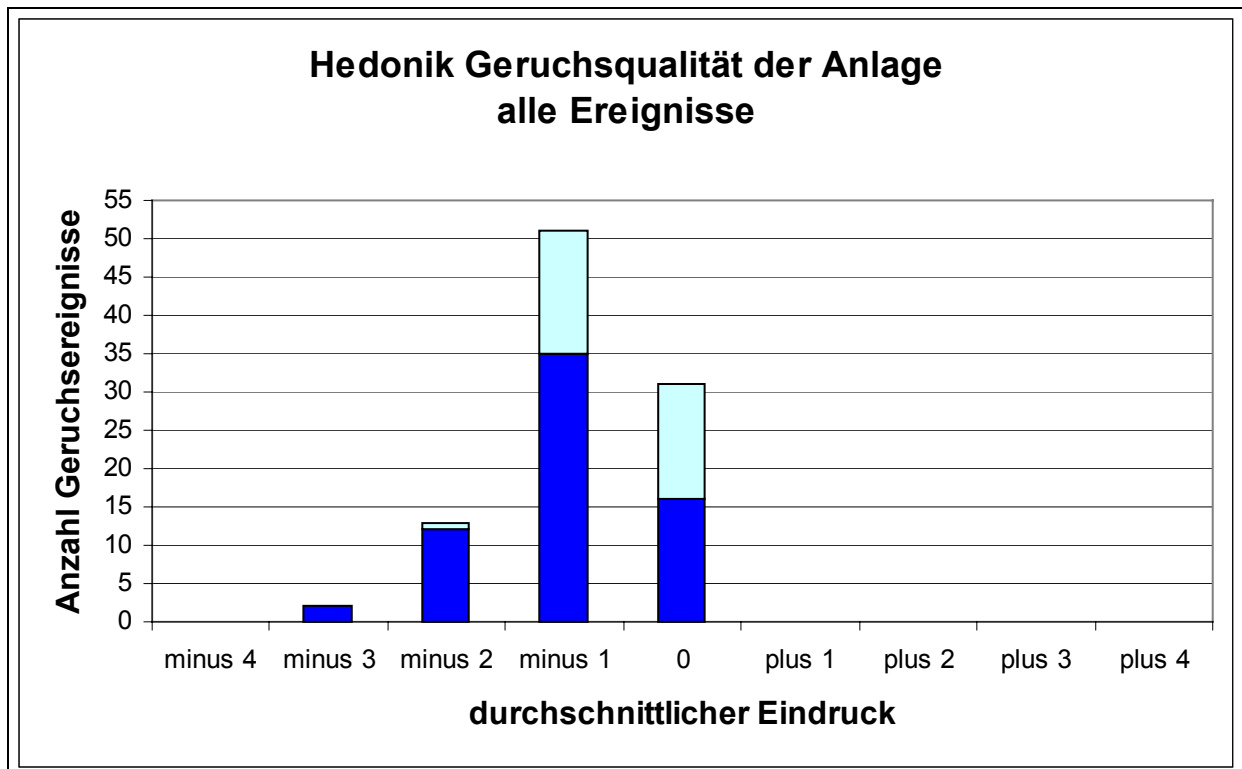


Abbildung 3-8: durchschnittlicher hedonischer Eindruck Geruchsqualität der Anlage, alle Ereignisse

4 Interpretation der Ergebnisse

Die in Vorbereitung befindliche VDI-Richtlinie 3940 Blatt 3 wird eine Methode zur mathematischen Auswertung von Messergebnissen zur Intensität und hedonischen Geruchswirkung beinhalten.

Wir haben uns bisher darauf beschränkt die Ergebnisse grafisch darzustellen und damit z.B. der Behörde im Rahmen eines Gutachtens zusätzliche Informationen zur Beurteilung einer Geruchsmissionssituation bereitzustellen oder wir haben sie in unsere eigene Bewertung einfließen lassen.

Im Fall einer Gerberei, wo Gerüche auf der Hedonikskala vornehmlich mit –3 und –4 beurteilt wurden, war die hedonische Geruchswirkung noch vor der Geruchshäufigkeit ausschlaggebendes Kriterium für die Beurteilung, da die belästigende Wirkung allein schon durch die Art des Geruchs (Mischung aus „Urin und verwesendem Fleisch“) gegeben war.

In dem Forschungsprojekt, das unter unserer Beteiligung die Auswirkung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchsqualität auf die Belästigungsreaktion der Bevölkerung untersuchte, wurde festgestellt, dass die Erkennbarkeit von unangenehmen Gerüchen bereits ausreicht, um eine Belästigung bei den Anwohnern hervorzurufen.

Dies bedeutet für die Praxis, dass z.B. in den Fällen, wo die Immissionswerte der GIRL im Wesentlichen zwar eingehalten sind und es trotzdem zu Beschwerden durch die Anwohner kommt, die auftretenden Intensitäten und/oder die hedonische Geruchswirkung Ursache der Belästigungsreaktion sein könne.

So können beispielsweise zu gewissen Tageszeiten auftretende Geruchsspitzen, die durch bestimmte Betriebszustände einer Anlage bedingt sind und allein durch die Betrachtung der Geruchshäufigkeiten nicht offensichtlich werden, oftmals erst durch die Aufnahme der Intensitäten erfasst werden.

Auch kann bei sehr unangenehmen Gerüchen die Beschwerdesituation in der Geruchsqualität begründet sein, obwohl die Häufigkeiten nicht besonders hoch sind.

Die beschriebene Methodik zur Erfassung der Intensität und hedonischen Geruchswirkung stellt somit ein praxistaugliches Instrument zur Beurteilung von Geruchsstoffimmissionen dar. Neben der Geruchshäufigkeit werden mit relativ geringem Mehraufwand wichtige Zusatzinformationen gewonnen, die zu einer

besseren Beurteilung einer Geruchsmissionssituation führen. Voraussetzung für belastbare und reproduzierbare Ergebnisse ist jedoch eine intensive Vorbereitung und regelmäßiges Training der Prüfer.

5 Schrifttum

- [1] VDI-Richtlinie 3940, Blatt 1: 2006-02 Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen Rastermessung. Berlin: Beuth Verlag
- [2] VDI-Richtlinie 3940, Blatt 2: 2006-02 Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen, Fahnenmessungen. Berlin: Beuth Verlag
- [3] Sucker, K., M. Bischoff, U. Krämer, D. Kühner, G. Winneke: Untersuchungen zur Auswirkung von Intensität und hedonischer Geruchsqualität auf die Ausprägung der Geruchsbelästigung. Forschungsbericht des MIU, Düsseldorf, und der Fa. deBAKOM, Odenthal, im Auftrag des MUNLV NRW (Herausgeber), Düsseldorf, des MUV BW, Stuttgart, und des VCI e.V., Frankfurt. Düsseldorf, im Januar 2003
- [4] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie), in der Fassung vom 21. September 2004 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 21. September 2004. Länderausschuss für Immissionsschutz, September 2004
- [5] VDI-Richtlinie 3882, Blatt 1, Olfaktometrie, Bestimmung der Geruchsintensität, Oktober 1992. Berlin: Beuth Verlag
- [6] VDI-Richtlinie 3882, Blatt 2, Olfaktometrie, Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung, September 1994. Berlin: Beuth Verlag