

# Aktueller Stand der Überarbeitung des AGÖF-Geruchsleitfadens

Jörg Thumulla, Sabine Weber-Thumulla  
für den Arbeitskreis Gerüche in der AGÖF



# Wozu dient der AGÖF-Geruchsleitfaden?

- **sensorische Bewertung** von Geruchsereignissen in Innenräumen mittels **Intensität, Hedonik, Akzeptanz und Geruchsqualität**
- zentrales Prüfmittel ist hierbei die menschliche Nase
- **Intersubjektivierung** subjektive Geruchseindrücke mittels eines Geruchsprüfenden-Panels
- **geringer Einflussnahme** durch das Panel oder der Panel-Leitenden
- **ergebnisoffen**, da keine Vorgaben zu Fehlgerüchen
- statistische abgeleitete **Geruchsbewertung**

# Wann kommt der AGÖF-Geruchsleitfaden zum Einsatz?

- kein Gefahrstoff nachweisbar (keine RW II Überschreitung)
- chemisch-analytisch ist der Störgeruch nicht zu erfassen (Unterschreitung der Geruchsleitwerte)
- zur Identifizierung problematischer Räume in Gebäudekomplexen

# Was verändert sich mit der neuen, überarbeiteten 2. Version?

- Geruchsbegehung im Vordergrund, keine Vorgaben zur chemischen Analytik
- **Neu:** verbesserte Beschreibungen von Geruchsqualitäten und eine Zuordnung zu potenziellen Ursachen oder Quellen
- **Neu:** Aufnahme des Konsensverfahren zur Bestimmung der qualitativen Geruchscharakteristik
- **Neu:** Aufnahme des Ekelbegriff und seine Folgen für die Begehung
- **Neu:** Berücksichtigung des Effektes der **Adaption** und seine Folgen für die Raumluftbewertung (wiederholte Bewertung nach 10 Minuten)
- **Neu:** überarbeitete Kategorien für die Akzeptanzbewertung



# Welche Fragen sind noch in der Diskussion?

- ▶ Begriffsdefinitionen zu **Zumutbarkeit** (als juristischer Begriff) und **Mangel** (als juristischer Begriff)
- ▶ Welche Anforderungen werden an das **Geruchspanel** gestellt? (geschult/ungeschult; Erarbeiten einer Prüfenden-Schulung)
- ▶ Abgrenzung der Begriffe **Zufriedenheit** und **Akzeptanz**
- ▶ Aufnahme der Frage: **Wie empfinden Sie die Raumlufqualität?** oder **Wie zufrieden sind Sie mit der Raumlufqualität?**
- ▶ Geruchsbewertungen mittels **Akzeptanz** und **PD-Werte**
- ▶ Bewertung von Gerüchen mittels chemischer Analytik (**Geruchsleitwerte**)

# Bewertung von Geruchsproblemen über chemische Analytik und Geruchsleitwerte

**Bewertung von Geruchsproblemen** in Innenräumen über **chemische Analytik und Geruchsleitwerte** ist ein preiswertes Verfahren,

- sofern sich das Problem chemisch analytisch charakterisieren lässt und
- präzise, geeignete Geruchleitwerte zur Bewertung vorliegen.

# Folgen nicht valider Geruchsleitwerte

Zu **hohe** Geruchsleitwerte führen dazu, dass

- **berechtigte** Geruchsproblemen **nicht anerkannt** werden
- Betroffene können eine Geruchbelästigung nicht plausibel machen
- **gerichtliche Fehlurteile**

oder

- zusätzlicher Aufwand für eine notwendige geruchsensorische Abklärung

Zu **niedrige** Geruchsleitwerte führen dazu,

- dass Räume als geruchsauffällig eingestuft werden, obwohl sie das nicht sind (auch wenn das Geruchsleitwertkonzept dann eigentlich nicht gilt)

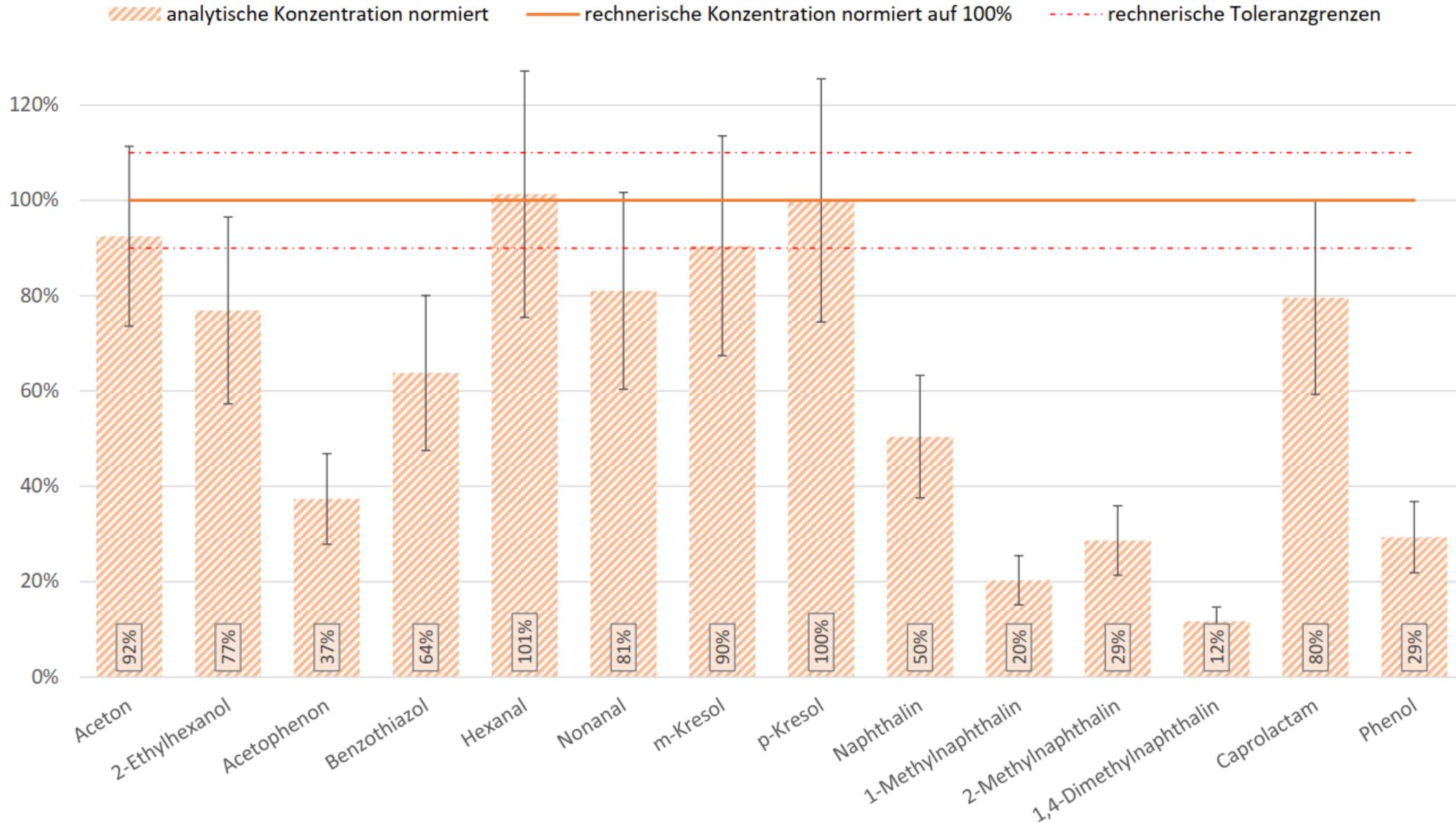
# Minderbefunde durch Sekundäreffekte im Olfaktometrischen System

- Geruchsschwellen in der Literatur weisen starke Unterschiede auf
- Problem der Ermittlung valider Geruchsschwellen
- **In Innenräumen** werden (anders als in anderen Bereichen in der Welt der Gerüche) persistente Innenraumgerüche primär von **schwerflüchtigen Substanzen** verursacht.
- **Schwerflüchtige Substanzen** neigen dazu, sich an **Oberflächen** abzusetzen (Wandeffekte)
- In der dynamischen Olfaktometrie können **Wandeffekte** zu **Minderbefunden** führen
- Wichtig ist die **analytische Validierung** an der Schnittstelle Olfaktometer-Nase
- kann zu mit unterschiedlichen Methoden gewonnen gut vergleichbaren Geruchsschwellen führen
- **ohne analytische Absicherung** ist einer Überschätzung der Geruchsstoff-konzentrationen an der Schnittstelle Olfaktomer-Mensch und damit eine **zu hohe Geruchsschwelle** zu erwarten

# Minderbefunde durch Sekundäreffekte im Olfaktometrischen System

- Chloranisole heften an alle Oberflächen, man riecht nach Fertighaus, auch noch Stunden nach dem Verlassen des Fertighauses.
- UBA-Projekt als Basis für Geruchsleitwerte (Umwelt&Gesundheit 00/2020): *Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen für Innenraumschadstoffe*
  - ▶ Vergleich rechnerische Konzentration (in Mutterbeutel eingewogene Geruchsstoffmenge)
  - ▶ analytisch validierte Konzentration
  - ▶ Überschätzung der Geruchsschwelle ohne analytische Validierung bis zum Faktor 8.

# Minderbefunde im Vergleich



# Geruchsschwellenwerte im Vergleich

Substanz	Siedepunkt/ Festpunkt	ODT 50 rechnerisch	ODT 50 analytisch	Überbewertung ODT 50 rechnerisch	ODT50 Literatur		ODT 50 (UBA) /ODT (Lit)
	°C	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		
2-Ethylhexanol	184	127			40	AGÖF	
Phenol	182	48	14	343%			
Acetophenon	202	77	29	266%	55	AGÖF	53%
Naphthalin	218	1,9	1,0	190%	2,3	AGÖF	43%
Benzothiazol	230	5,4	3,4	159%			
2-Methylnaphthalin	242	55	16	344%			
1-Methylnaphthalin	245	9,2	1,9	484%	2,8	AGÖF	68%
1,4-Methylnaphthalin	264	36	4,2	857%			
2,4,6-Trichloranisol	245 / 44	0,08			0,005	Lorentzen	1600%
2,4,6-Trichloranisol		0,08			0,002	ARGUK	4000%

UBA (2020): Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen für Innenraumschadstoffe

AGÖF Fachkongress 2016: anbus analytik und Bremer Umweltinstitut 2016

ARGUK (2004): In: Umwelt, Gebäude & Gesundheit, Hrsg. (AGÖF), Springe-Eldagsen 2004

Strube, A. and Buettner, A. (2010) The influence of chemical structure on odour qualities and odour potencies in chloroorganic substances, Proceedings of the 12th Weurman Aroma symposium, Expression of Multidisciplinary Flavour Science, 486-489., zitiert nach

Lorentzen Chloroanisoles may explain mold odor and represent a major indoor environment problem in Sweden



Chemical name	CAS number	Log Kow <sup>a</sup>	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Vapor pressure at 25°C (Pa)	Solubility in water (mg/l)	Odor threshold in air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>b</sup>
2-CA	766-51-8	2.7 <sup>c</sup>	-9.9 <sup>c</sup>	199 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>	490 <sup>c</sup>	14
3-CA	2845-89-8	3.0 <sup>c</sup>	-9.9 <sup>d</sup>	194 <sup>c</sup>	60 <sup>d</sup>	235 <sup>c</sup>	34
4-CA	623-12-1	2.8 <sup>c</sup>	-9.9 <sup>d</sup>	184 <sup>c</sup>	55 <sup>d</sup>	237 <sup>c</sup>	2.9
2,3-diCA	1984-59-4	3.2 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>	216 <sup>d</sup>	17 <sup>d</sup>	87 <sup>c</sup>	17
2,4-diCA	533-82-2	3.2 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>	216 <sup>d</sup>	17 <sup>d</sup>	87 <sup>c</sup>	19
2,5-diCA	1984-58-3	3.4 <sup>d</sup>	21 <sup>d</sup>	216 <sup>d</sup>	21 <sup>d</sup>	76 <sup>d</sup>	44
2,6-diCA <sup>e</sup>	1984-65-2	3.1 <sup>c</sup>	21 <sup>c</sup>	216 <sup>c</sup>	21 <sup>d</sup>	140 <sup>c</sup>	0.60
3,4-diCA	36404-30-5	3.4 <sup>d</sup>	21 <sup>d</sup>	216 <sup>d</sup>	21 <sup>d</sup>	76 <sup>d</sup>	18
3,5-diCA	33719-74-3	3.8 <sup>c</sup>	21 <sup>d</sup>	216 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>	32 <sup>c</sup>	470
2,3,4-triCA	54135-80-7	3.7 <sup>c</sup>	70 <sup>c</sup>	245 <sup>c</sup>	4.5 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>	30
2,3,5-triCA <sup>e</sup>	54135-81-8	3.9 <sup>c</sup>	44 <sup>d</sup>	245 <sup>d</sup>	4.5 <sup>d</sup>	17 <sup>c</sup>	1.8
2,3,6-triCA	50375-10-5	3.6 <sup>c</sup>	45 <sup>c</sup>	227 <sup>c</sup>	11 <sup>d</sup>	30 <sup>c</sup>	0.03
2,4,5-triCA	6130-75-2	3.9 <sup>c</sup>	78 <sup>c</sup>	254 <sup>c</sup>	2.9 <sup>d</sup>	20 <sup>c</sup>	5.1
2,4,6-triCA <sup>e,f</sup>	87-40-1	4.1 <sup>c</sup>	44 <sup>c</sup>	245 <sup>c</sup>	5.6 <sup>d</sup>	10 <sup>c</sup>	0.005
3,4,5-triCA	609-19-8	4.0 <sup>c</sup>	101 <sup>c</sup>	275 <sup>c</sup>	0.36 <sup>d</sup>	64 <sup>d</sup>	33
2,3,4,5-tetraCA	938-86-3	4.5 <sup>c</sup>	68 <sup>d</sup>	273 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>	1.4 <sup>c</sup>	5.7
2,3,4,6-tetraCA <sup>e,f</sup>	938-22-7	4.8 <sup>c</sup>	68 <sup>d</sup>	273 <sup>d</sup>	0.43 <sup>d</sup>	2.2 <sup>d</sup>	0.01
2,3,5,6-tetraCA <sup>e,f</sup>	6936-40-9	4.7 <sup>c</sup>	89 <sup>d</sup>	273 <sup>d</sup>	0.28 <sup>d</sup>	1.4 <sup>c</sup>	3.9
PCA <sup>e,f</sup>	1825-21-4	5.5 <sup>c</sup>	108 <sup>c</sup>	298 <sup>c</sup>	0.29 <sup>d</sup>	0.35 <sup>d</sup>	2.2

<sup>a</sup>Log octanol: water partition coefficient.

<sup>b</sup>Data from Strube and Buettner (2010), rounded off.

<sup>c</sup>Experimental data given in Epi Suite (v. 4.1) from the US EPA.

<sup>d</sup>Estimated using Epi Suite (v. 4.1) from the US EPA.

<sup>e</sup>Detected in wood samples from problem buildings.

<sup>f</sup>Analyzed in air samples from problem buildings (no discrimination between indicated tetraCAs).

# Begrenzte Aussagekraft des Parameter Intensität zur Bewertung von Gerüchen In Innenräumen

- **Fast alle Innenräumen** haben einen **Eigengeruch bis zur Intensivität 3**. Dieser wird in der Regel **von den Nutzenden akzeptiert** (Referenzräume).
- ➔ Einführung eines **Faktors** auf Basis des Weber-Fechtner-Koeffizienten auf die Geruchsschwelle **zur Ableitung der Geruchsleitwerte** erscheint **schlüssig**
- Die **Akzeptanzbewertung** zeigt jedoch, dass bei Räume mit **Störgerüchen** auch bereits bei einer **Intensität ab 1,5** als für Wohn- oder Büroräume **nicht akzeptabel** eingestuft werden
- ➔ **Starre der Verwendung der Geruchsintensität 3** zur Ableitung der Geruchsleitwerte führt zu falsch hohen Geruchsleitwerten

# Der Fallbeispiele

## ▶ Naphthalinbelastetes Bürogebäude:



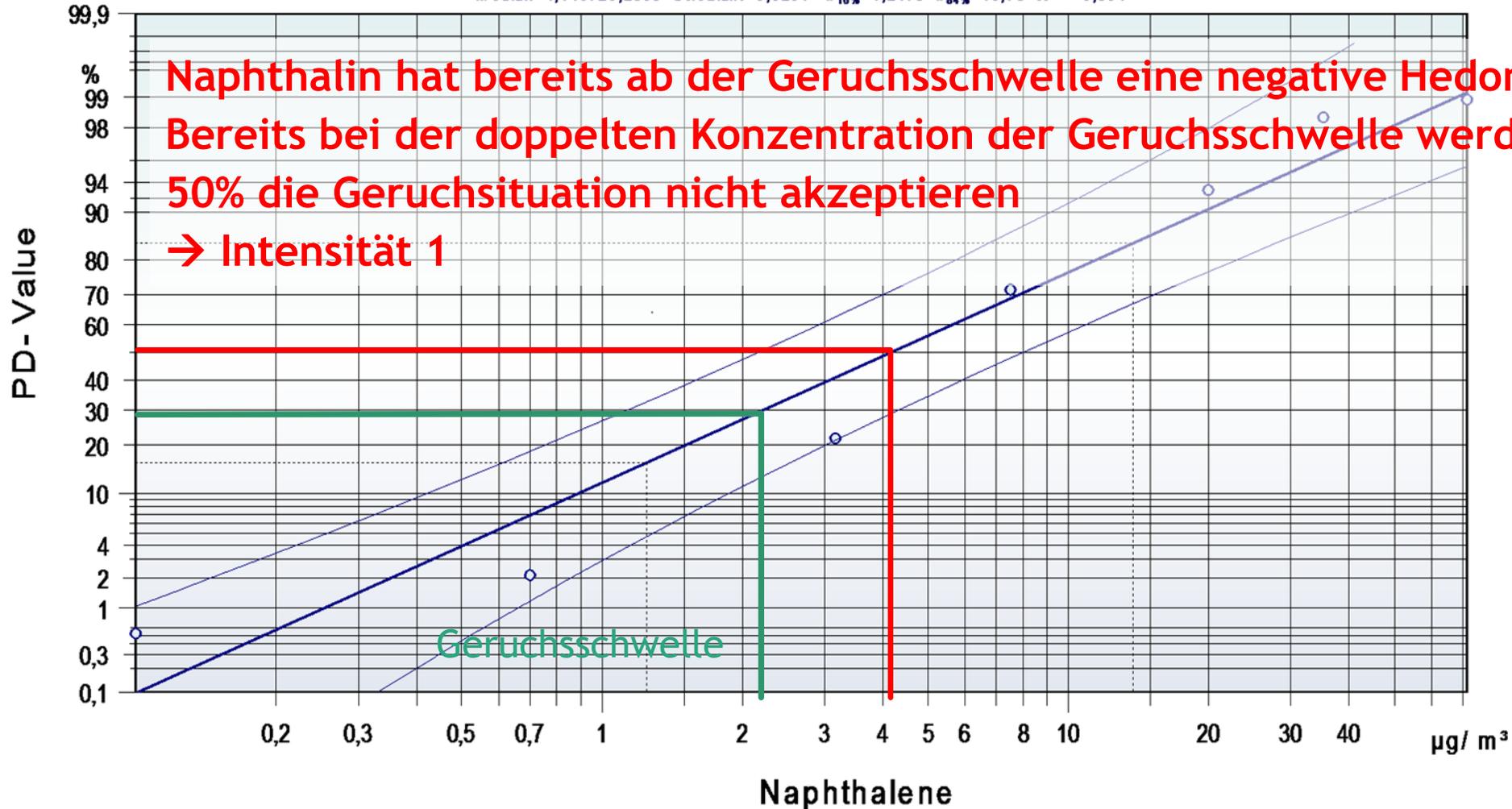
## ▶ Gummigeruch Benzothiazol

## ▶ Hexanal: Geruchsleitwert versus übliche Konzentration in innenräumen

# Naphthalin Akzeptanzschwelle

PD- Value Naphthalene  
(n=187)

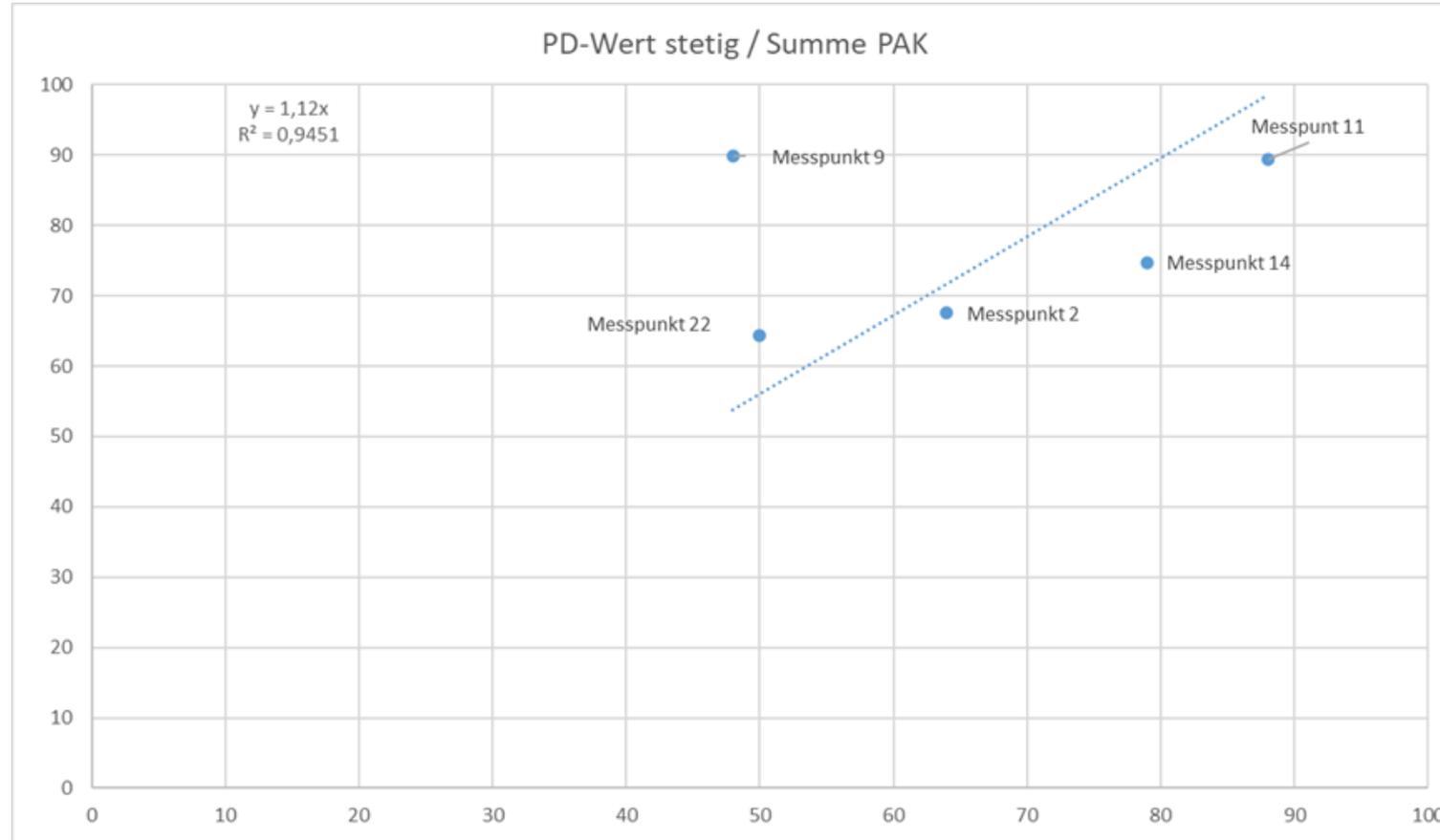
Median=4,1467±0,2839 Streufak.=3,3231  $x_{16\%}=1,2479$   $x_{84\%}=13,78$   $R^2 = 0,954$



# Naphthalin: Absicherung mit Praxisdaten

PD-Werte: nur Räume mit Teergeruch:

PD-Wert  
sensorisch



PD-Wert analytisch über Akzeptanzschwellenverteilung

- Mit  $R^2$  von 0,945 gute Korrelation, Steigung mit 1,12 nahe 1.
- die empfundene Raumluftqualität ist primär durch flüchtige PAK<sup>17</sup> bestimmt

# Benzothiazol: Geruchsintensität 3?

- Sehr deutlicher für Wohn- oder Büroräume nicht akzeptabler Gummigeruch:
- Benzothiazol  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (TVOC  $472 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Geruchsleitwert:  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 
  - Geruchsintensität im Mittel: 4,1 (Genauigkeit nach VDI 4302 erfüllt)
  - Hedonik im Mittel: -2,2 (Genauigkeit nach VDI 4302 erfüllt)
  - ▶ niedrige Raumlufthqualität gemäß VDI 4302

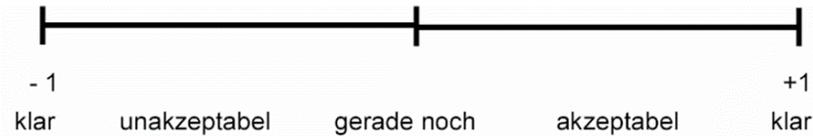
# Hexanal

- Geruchsschwelle (UBA): 3,1 µg/m<sup>3</sup>  
(anbus analytik Vorstudie 2,8 µg/m<sup>3</sup> (2012))
- Geruchsleitwert (AIR): 26 µg/m<sup>3</sup>
- 50. / 90. Perzentil (AGÖF): 11 / 55 µg/m<sup>3</sup>
- → jeder dritte Innenraum geruchsauffällig?
- → Hedonik und Geruchsqualität ändert sich im Konzentrationsverlauf:
  1. fruchtig und süßlich
  2. apfelartig
  3. ranzig stechend

<b>Hexanal</b>	<b>Intensität</b>	<b>Hedonik</b>
<b>Verdünnungsstufe</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Mittelwert</b>
Verdünnungsstufe 1	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>
Verdünnungsstufe 2	<b>1,7</b>	<b>2</b>
Verdünnungsstufe 3	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>
Verdünnungsstufe 4	<b>3,5</b>	<b>-0,4</b>
Verdünnungsstufe 5	<b>3,8</b>	<b>-0,8</b>
Verdünnungsstufe 6	<b>4,2</b>	<b>-2,4</b>

anbus analytik GmbH 2012

# Welche Vorteile bietet eine Akzeptanz-Bewertung bei Gerüchen?



Akzeptanz ist

- **situativ / situationsbezogen** und **integriert** alle wesentlichen Einflussfaktoren
- **kontextgeprägt**: Berücksichtigung der Raumwidmung und -nutzung (Beispiel Lagerraum mit geruchsauffälligen Gegenständen, der aber nur sporadisch und kurz betreten wird)
- **ergebnisoffen** (keine Vorgaben für Fehlgerüche, oft diffuse, unbekannte Gerüche, meist Mischgerüche)

## Was ist in der Diskussion?

Abgefragt wird nicht die **Zufriedenheit**, sondern die **Akzeptanz**. Deshalb ist die Formulierung „*mit der Raumluftqualität Unzufriedener*“ nicht zutreffend, denn es werden keine Aussage über die Zufriedenheit getroffen.

Die Aussage, die mit Hilfe des PD-Wertes getroffen werden, sollte lauten:

**„voraussichtlich werden X % der Raumnutzenden die Geruchssituation nicht annehmen, wie sie ist, und wünschen sich Veränderungen“**

oder

**„X % der Raumnutzenden beurteilen die Geruchsqualität im Raum voraussichtlich als nicht akzeptabel“**



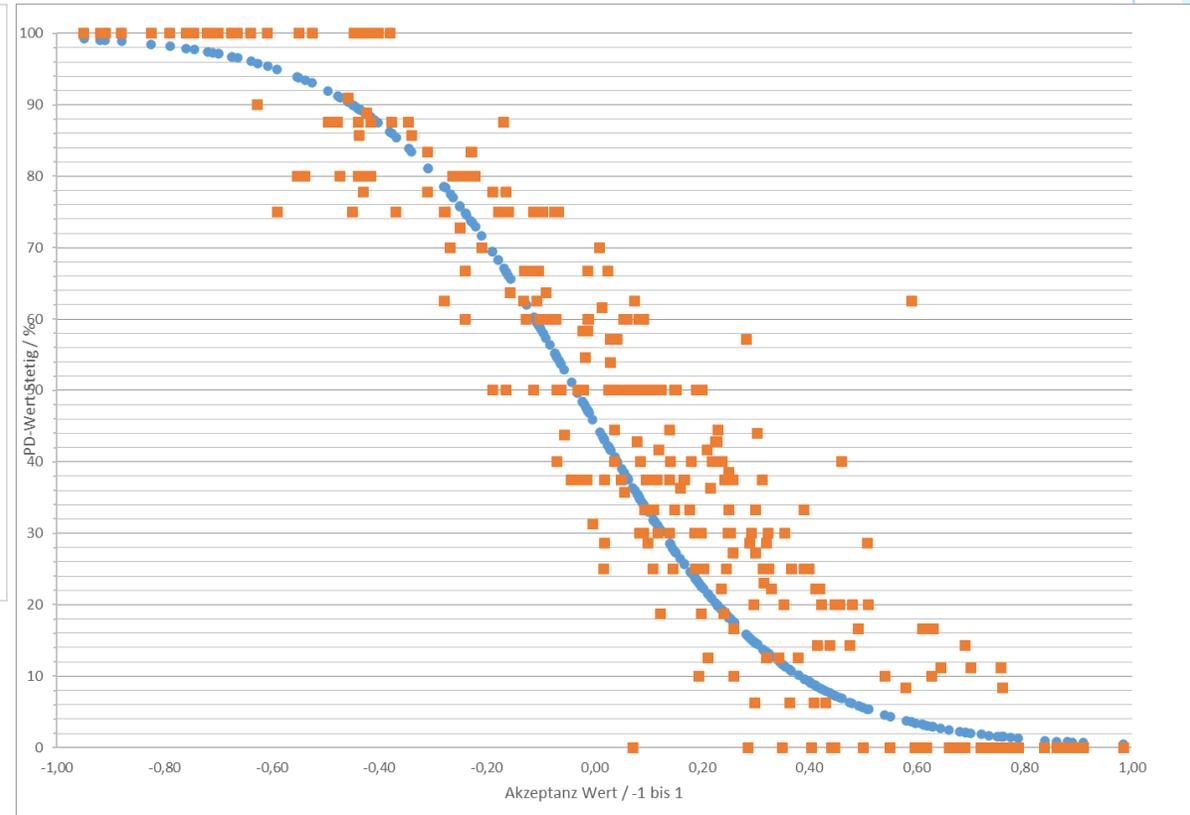
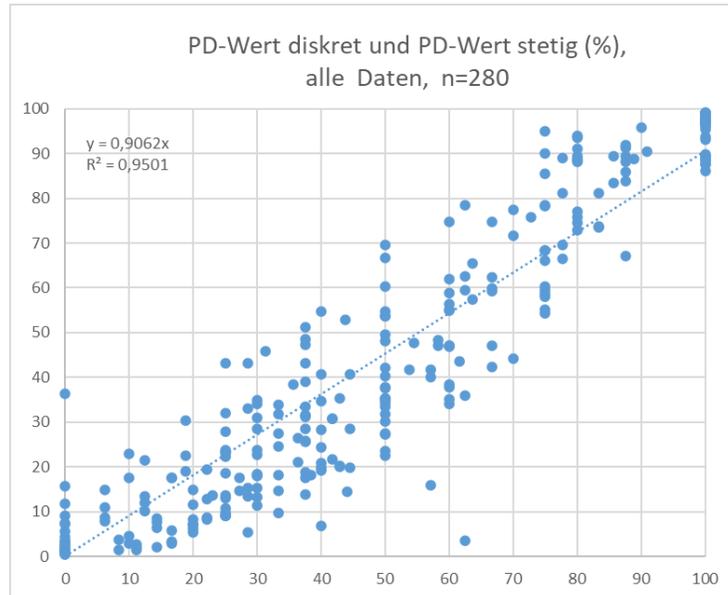
# Vorzüge der Statistik: logistische Regression und induktiver Schluss

- ▶ Verwendung von PD-Wert diskret und PD-Wert stetig
- ▶ Nutzung der skalierten Werte (stetig, -1 bis +1 statt ja/nein)
- ▶ „Übersetzungstool“ für Akzeptanz-Mittelwerte
- ▶ bereits geringe Panelgröße führt zu aussagekräftigen Ergebnissen
- ▶ gute Aussagefähigkeit, z.B. 60% der Nutzer\*innen akzeptieren die Raumluftqualität nicht
- ▶ Intersubjektive / kollektive Aussage / Intersubjektivierung

$$PD = \frac{\text{Anzahl der unzufriedenen Personen}}{\text{Anzahl aller befragten Personen}} \cdot 100 \%$$

$$PD = \left| 100 * e^{(-0,18-5,28*MW)} / (1 + e^{(-0,18-5,28*MW)}) \right|$$

# Bildet die Formel von Gunnarsen verlässliche PD-Werte ab?



# Vorschlag für Bewertungskriterien

**I: < 15%:** hoch, besser als üblich/normal (Kategorie I),  
kann vertraglich vereinbart werden z.B. für Zertifizierungen

**II: 15-<20%:** mittel, normal/üblich/akzeptabel/erwartbar (Kategorie II)

**III: 20-<30%:** schlechter als üblich/erwartbar (Kategorie III),  
muss vertraglich separat vereinbart werden

**IV: 30-50%:** niedrig, nur noch für eine zeitlich begrenzte Nutzung akzeptabel, für untergeordnete Räume, bei dauergenutzten Räumen: Nutzungseinschränkung, Lüftungsregime einrichten, mittelfristig Minderungsmaßnahmen umsetzen

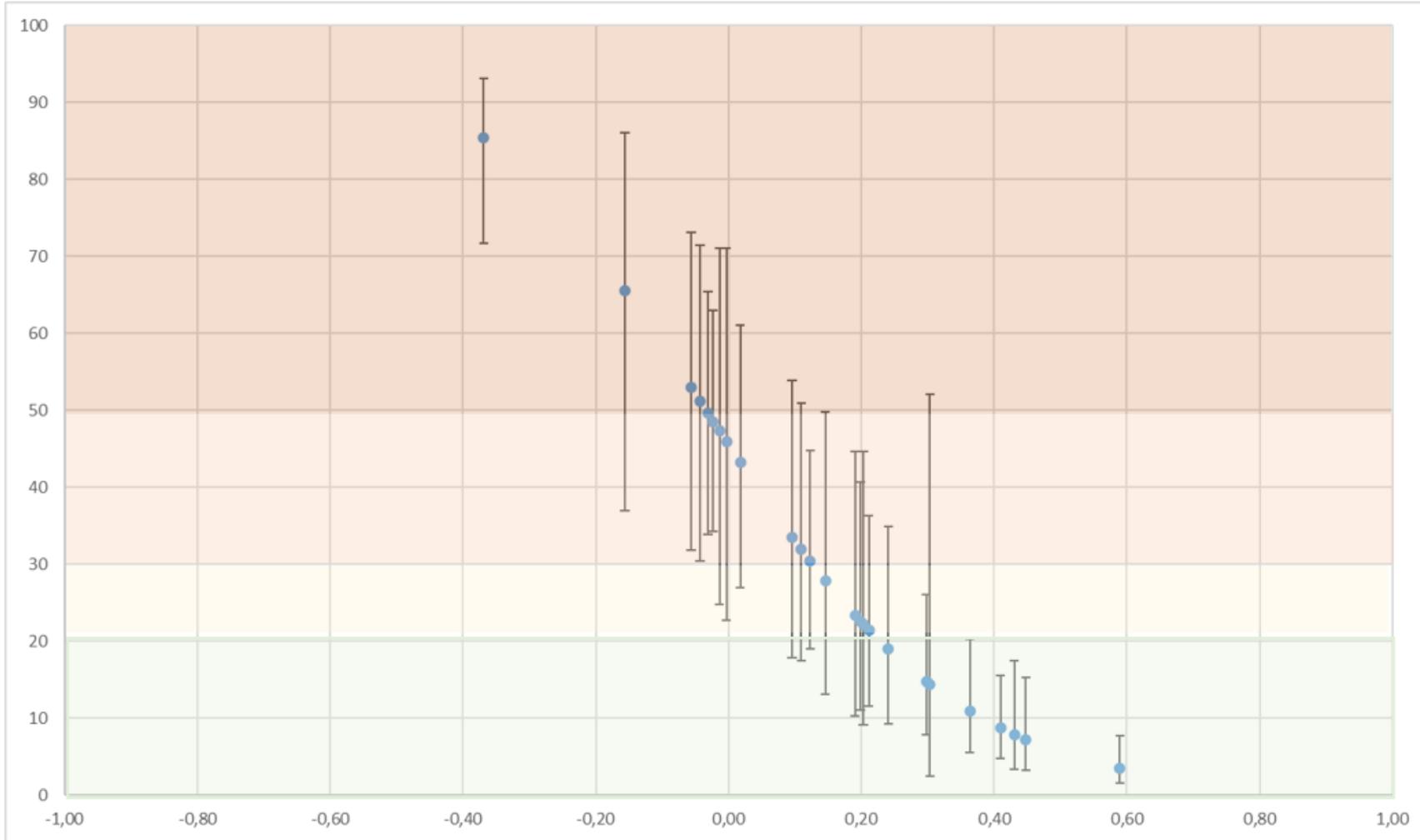
**>50%:** auch für eine zeitlich begrenzte Nutzung nicht akzeptabel, nicht zumutbar im Sinne Musterbauordnung, Sofortmaßnahmen erforderlich

DIN EN 15251 - 2012-12 Eingangsparemeter für das Raumklima zur Auslegung und **Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, ...**,

DIN EN 16798-1:2022-03: Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 1: Eingangsparemeter für das Innenraumklima zur Auslegung und **Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, ...**

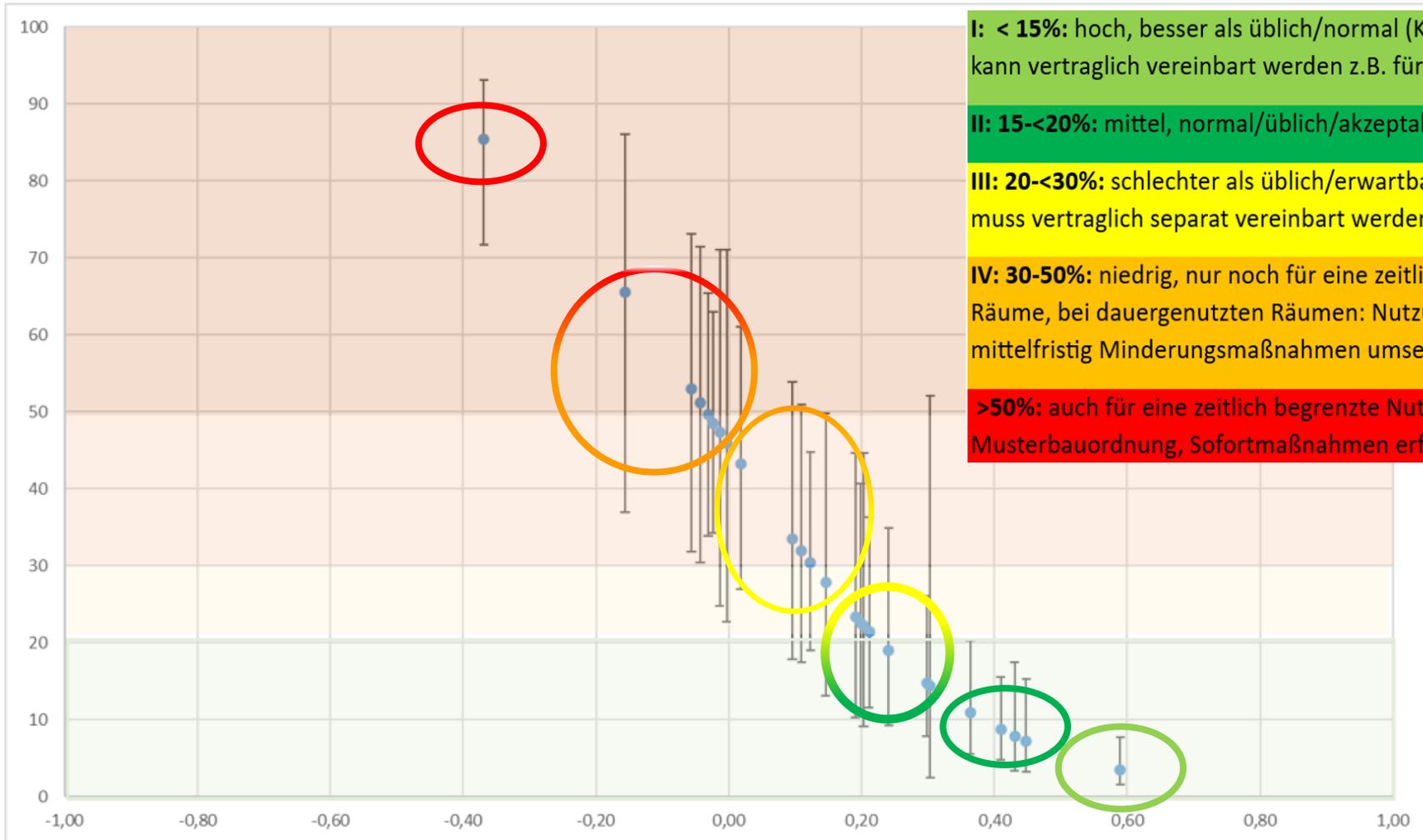


# Wo liegen die Fallstricke der Bewertung?



Bürogebäude, 25 Räumen, Prüfendenpanel n = 16; Konfidenzintervall P90

# Die Akzeptanzbewertung in der Praxis



Bürogebäude, 25 Räumen, Prüfendenpanel n = 16; Konfidenzintervall P90

Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit  
und ...



... wir freuen uns über  
Ihre Anregungen und  
Kommentare!

info@agoef.de



# Ein Beispiel

