



# Ergebnisse des UFOPLAN Vorhabens: Gerüche in Innenräumen

**Dr. Heidrun Hofmann**  
**Bremer Umweltinstitut GmbH**

Fahrenheitstr. 1, 28359 Bremen  
Akazienweg 56a, 37083 Göttingen

Fon 0421/7 66 65  
[www.bremer-umweltinstitut.de](http://www.bremer-umweltinstitut.de)

WaBoLu, Berlin 2019





# Gliederung

1. Bisherige Datenbankprojekte der AGÖF
2. Gerüche in Innenräumen – eine kurze Einführung
3. Aufgabenstellung des Vorhabens
4. Ergebnisse
  - a. AP 1 Auswertung der „Altdaten“
  - b. AP 2 Erfassung von Geruchsfällen
  - c. AP 3 Auswertung alte und neue Daten
  - d. AP 4 Quellen und Ursachenanalyse
5. Fazit und Ausblick



# Datenbankprojekte der AGÖF gefördert durch das UBA

Systematische Erfassung anlassbezogener  
Messdaten zum Vorkommen von VOC in  
Innenräumen und Zusatzinformationen

- VOC DB 1: Qualitätssicherung
- VOC DB 2: Energieeffizienz
- VOC DB 3: Gerüche



# AGÖF VOC DB 1

## **Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft:**

2.590 Datensätze mit 296.002 Einzelmesswerten aus anlassbezogener Untersuchungen aus den Jahren 2002 bis 2006

Ein besonderes Augenmerk lag bei diesem Vorhaben auf dem Einfluss von qualitätssichernden Maßnahmen in der Analytik und Probenahme auf die Messergebnisse.



# AGÖF VOC DB 2

## **Zielkonflikt energieeffiziente Bauweise und gute Raumlufthqualität – Datenerhebung für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumlufth von Wohn- und Bürogebäuden (Lösungswege):**

662.451 VOC-Messdaten aus 4846 anlassbezogenen Untersuchungen von 2006 bis 2012.

Ein Schwerpunkt dieses Vorhabens bestand in der Auswertung von VOC-Messungen aus energieeffizienten Gebäuden mit und ohne technische Belüftung. Hierzu wurden gezielt Messungen in ausgewählten, energetisch optimierten Gebäuden durchgeführt.



# AGÖF VOC DB 1 und 2

- Ableitung und Aktualisierung der AGÖF-Orientierungswerte
- Ableitung von Neubau-Orientierungswerten
- Hintergrunddaten für Richtwertableitungen
- Auswertung des Vorkommens holzspezifischer VOC für das FNR-Verbundvorhaben „GesundHolz“

# VOC DB 3

AGÖF-Forschungsvorhaben FKZ 3717 62 211 0:

„Geruchsbeschwerden in Innenräumen -  
Auswertung von Daten zu VOC-Vorkommen  
und Quellensuche“



# Geruchsbewertung

## **Sensorische Geruchsprüfverfahren:**

Genormte Prüfmethode: DIN EN ISO 16000-28 (2012), DIN ISO 16000-20 (2014), VDI 4302 Bl. 1 (April 2015) und Bl. 2 (Mai 2012, Entwurf)

AGÖF Geruchsleitfaden Gerüche in Innenräumen -  
Sensorische Bestimmung und Bewertung

Implementierung der Geruchsprüfung in die Bewertung von Bauprodukten.

## **Stoffliche Bewertung:**

Veröffentlichung und Diskussion der vorläufigen Geruchsleitwerte



# Stoffliche Kategorisierung

Einteilung von Geruchsstoffen nach chemischen Eigenschaften

anorganische Verbindungen (z.B.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ )

VVOC (z.B. Aceton)

**VOC**

SVOC (z.B. PCN, CA)

POM



# Geruchsbeschwerden in Innenräumen

## Kategorisierung der Geruchsbeschwerdefälle (Quellenverdacht/Messstrategie)

(exemplarische Auswertung 2016/2017)

Geruchsbeschwerdetyp	Anteil in %
VOC	39
mikrobielle Belastungen	37
Kombination VOC und Feuchte	22
PAK/Naphthaline	5
Fertighaus/Chloranisole	17
Sonstige (z.B. Tierkadaver, undichte Abwasserrohre ...)	2



# Inhalt

- AP 1: Auswertung der vorhandenen Daten der VOC-Datenbank
- AP 2: Fortschreibung und Ergänzung der AGÖF Datenbank (ca. 100 Fälle)
- AP 3: Vergleich des VOC-Vorkommens in Räumen mit und ohne Geruchsbeschwerden
- AP 4: Systematische Auswertung von Geruchsbeschwerdefällen (neue Fälle und bereits in der Datenbank erfasste Fälle)



# Ergebnisse AP 1

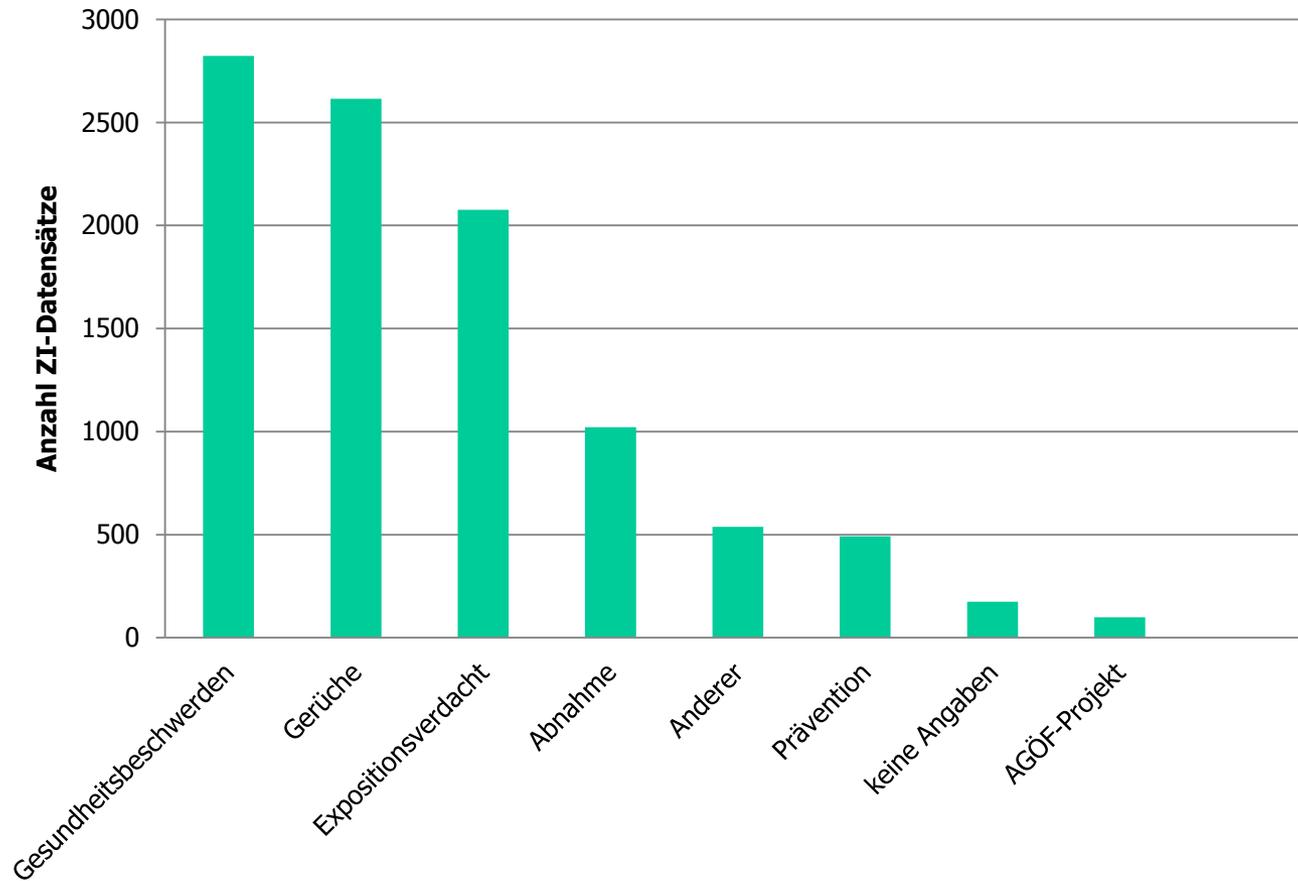
Aus dem Probenahmezeitraum 2002 bis 2012 (VOC DB 1 und VOC DB 2) stehen 7431 VOC-Datensätze mit 964.788 Messwerten zur Verfügung.

Angaben zu Gerüchen erfolgten auf der Anlassebene (auftragsbezogen, Pflichtangabe) und bei der Beschreibung der Raumsituation durch den Probenehmer/Gutachter (freiwillige Angabe).

Geruch: Auswahl (ja, nein, keine Angabe) und Geruchsbeschreibung, bei VOC DB 2 war die zusätzlich Angabe der Intensität möglich



# Anlässe VOC DB 1 und 2





# Ergebnisse AP 1

## Auswahl der Teilgruppen

Kombination aus Anlass (Geruch) und Raumsituation (Geruch ja)

- Anlass Geruchbeschwerde, Raumgeruch ja
- Anlass keine Geruchsbeschwerde, keine Abnahme, Raumgeruch nein



# Ergebnisse AP 1

## **Auffällige Stoffe in Geruchsbeschwerderäumen:**

- Cyclopentan, 1-Hepten,
- m-/p-Kresol, Naphthalin,
- $\Delta$ -3-Caren,
- Propanal, Hexanal, Furfural,
- Acetophenon,
- Texanol,
- Essigsäure, Isobuttersäure, Hexansäure,
- Dimethylsulfid, 2-Methyl-4-isothiazoli-3-on, Benzothiazol



# Ergebnisse AP 1

## **Unauffällige Stoffe in Geruchsbeschwerderäumen:**

- HKW
- Formaldehyd
- MEK, MIBK
- Xylole
- Glykolderivate
- Siloxane
- 2-Butanonoxim

# Ergebnisse AP 1

## TVOC

Vergleich der statistischen Kennwerte der Gesamtgruppe mit den Teilgruppen „Geruch ja“, „Geruch nein“, „Anlass Abnahme“

	n	P50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Gesamt</b>	2505	360	1.572	2.398	27.520
<b>„Geruch ja“</b>	349	350	1.460	2.060	7.700
<b>„Geruch nein“</b>	338	270	957,2	1.630	5.600
<b>Anlass Abnahme</b>	609	520	2.004	3.084	17.000



# AP 2 Datenbereitstellung

Von 12 AGÖF Instituten wurden zeitlich anschließend und aufbauend auf die ersten beiden erste VOC-Datenbankprojekte aus dem Probenahmezeitraum 2012 bis 2018 **328 VOC-Datensätze** mit dem Schwerpunkt „Geruch“ für die Auswertungen zur Verfügung.

Bereitgestellt wurden neben den Messdaten und Zusatzinformationen weitere projektspezifische Angaben zum Auftreten des Geruchs und zur Untersuchungsstrategie



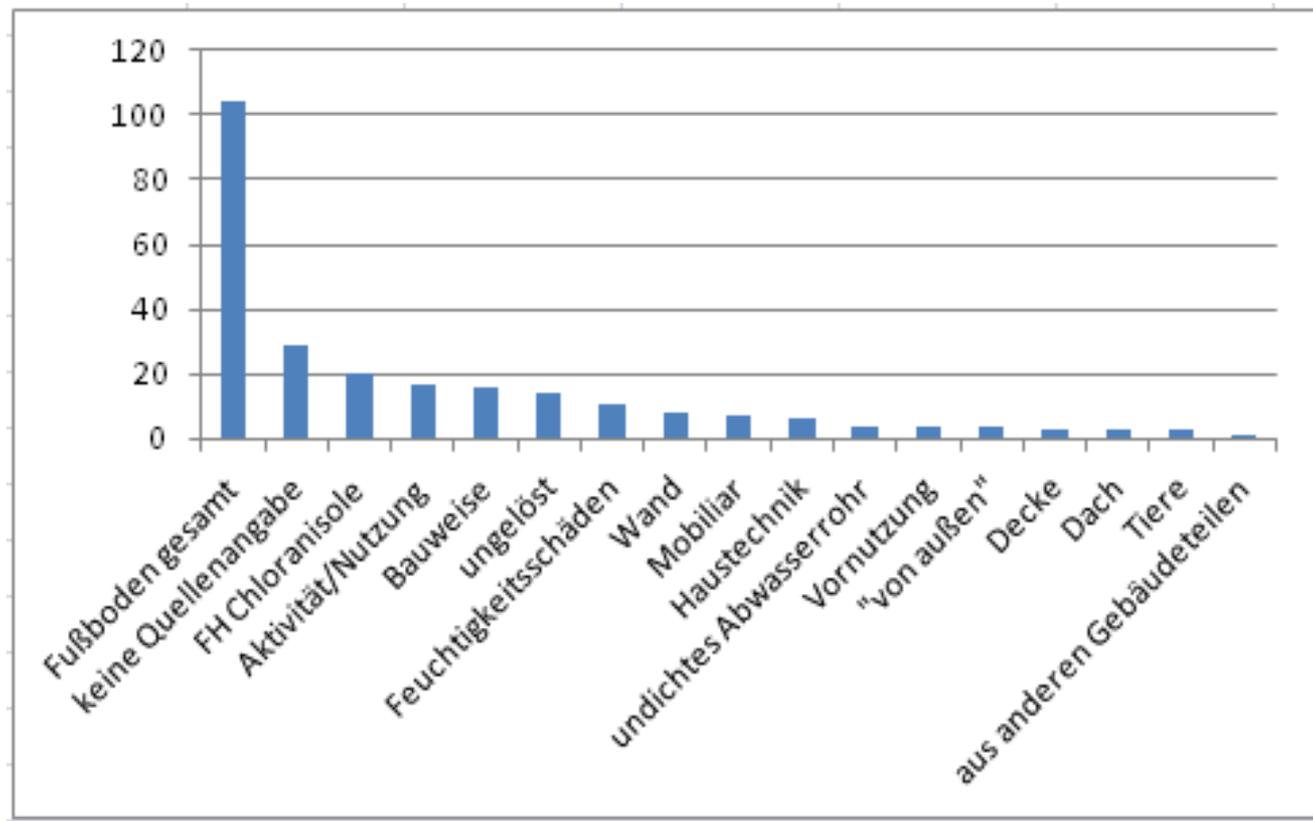
# AP 2: Beteiligte Institute

- ALAB GmbH - Analyselabor in Berlin
- Analytik Aurachtal GmbH
- anbus analytik GmbH
- ARGUK - Umweltlabor GmbH
- Bremer Umweltinstitut GmbH
- eco - Luftqualität und Raumklima mbH
- Gebäuediagnostik Dipl. Chem. Martin Wesselmann
- inuma-Innenraumdiagnostik & Umweltmesstechnik
- Lafu - Labor für chemische und mikrobiologische Analytik GmbH
- Sachverständigenbüro für Baubiologie Clemens-Ströwer
- Sachverständigenbüro Richardson
- Umwelt- + Gesundheitsinstitut Elke Bruns-Tober
- Umwelt- und Innenraumanalytik Charlotte Herrnstadt
- Wartig Nord GmbH - Beraten, Planen, Begutachten



# Ergebnisse AP 2

## Voranfrage

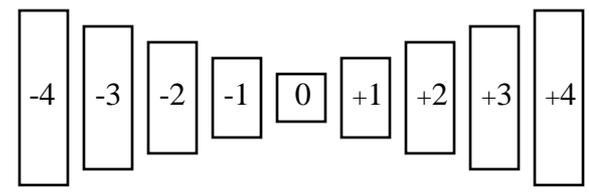




# Bewertungsgrößen

- Geruchsqualität  
Beschreibung des Geruchs
- Intensität  
Skala: sechsstufig  
0 (kein Geruch) bis 5 (sehr starker Geruch)
- Hedonik (Skala nach VDI 4302)  
Skala: neunstufig  
- 4 äußerst angenehm - +4 äußerst unangenehm
- Akzeptanz  
Skala: Visuelle Analogskala  
-1 (klar unakzeptabel) - +1 (klar akzeptabel)

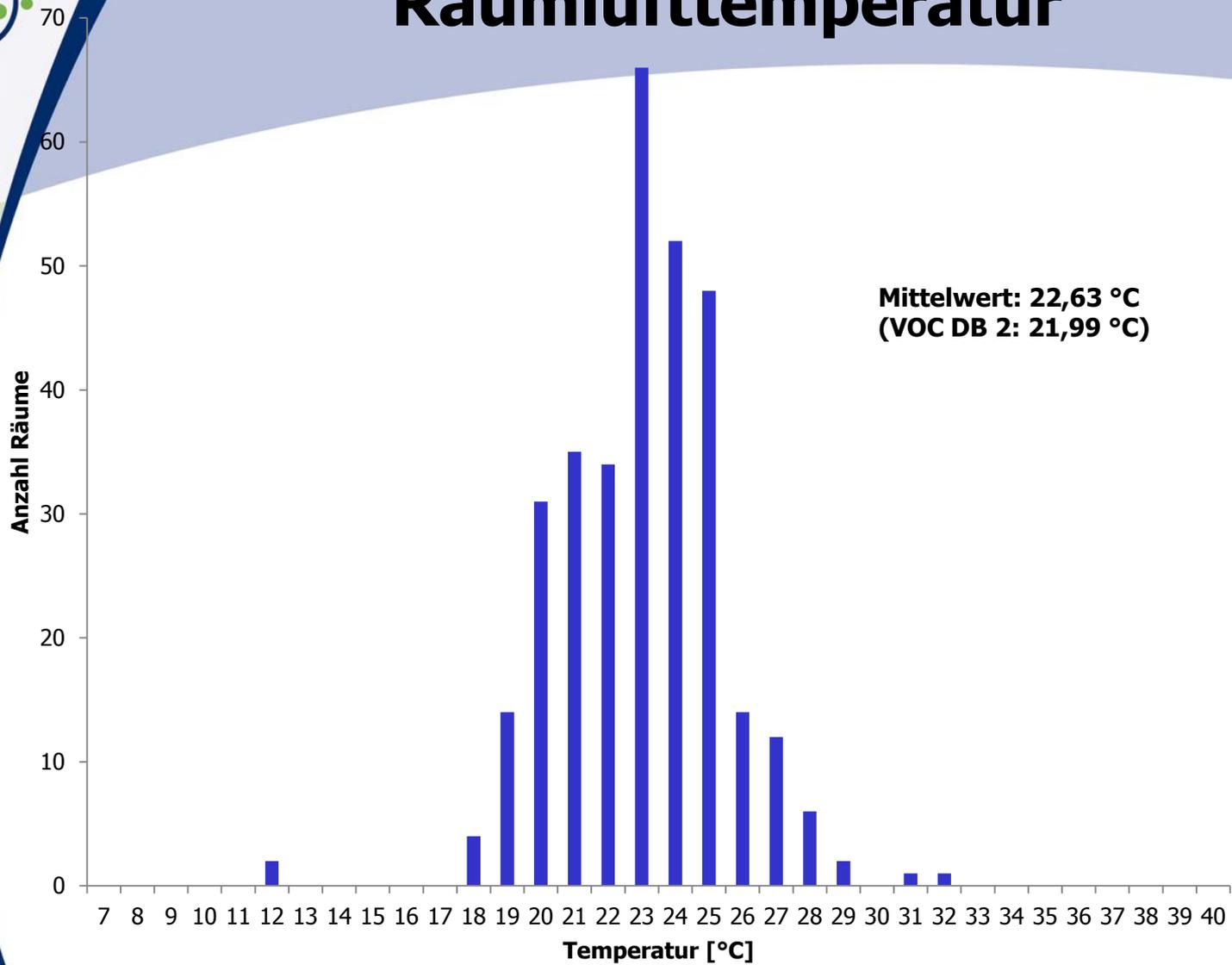
- 0 kein Geruch
- 1 sehr schwacher Geruch
- 2 schwacher Geruch
- 3 deutlicher Geruch
- 4 starker Geruch
- 5 sehr starker Geruch



- klar akzeptabel
- gerade akzeptabel
- gerade unakzeptabel
- klar unakzeptabel

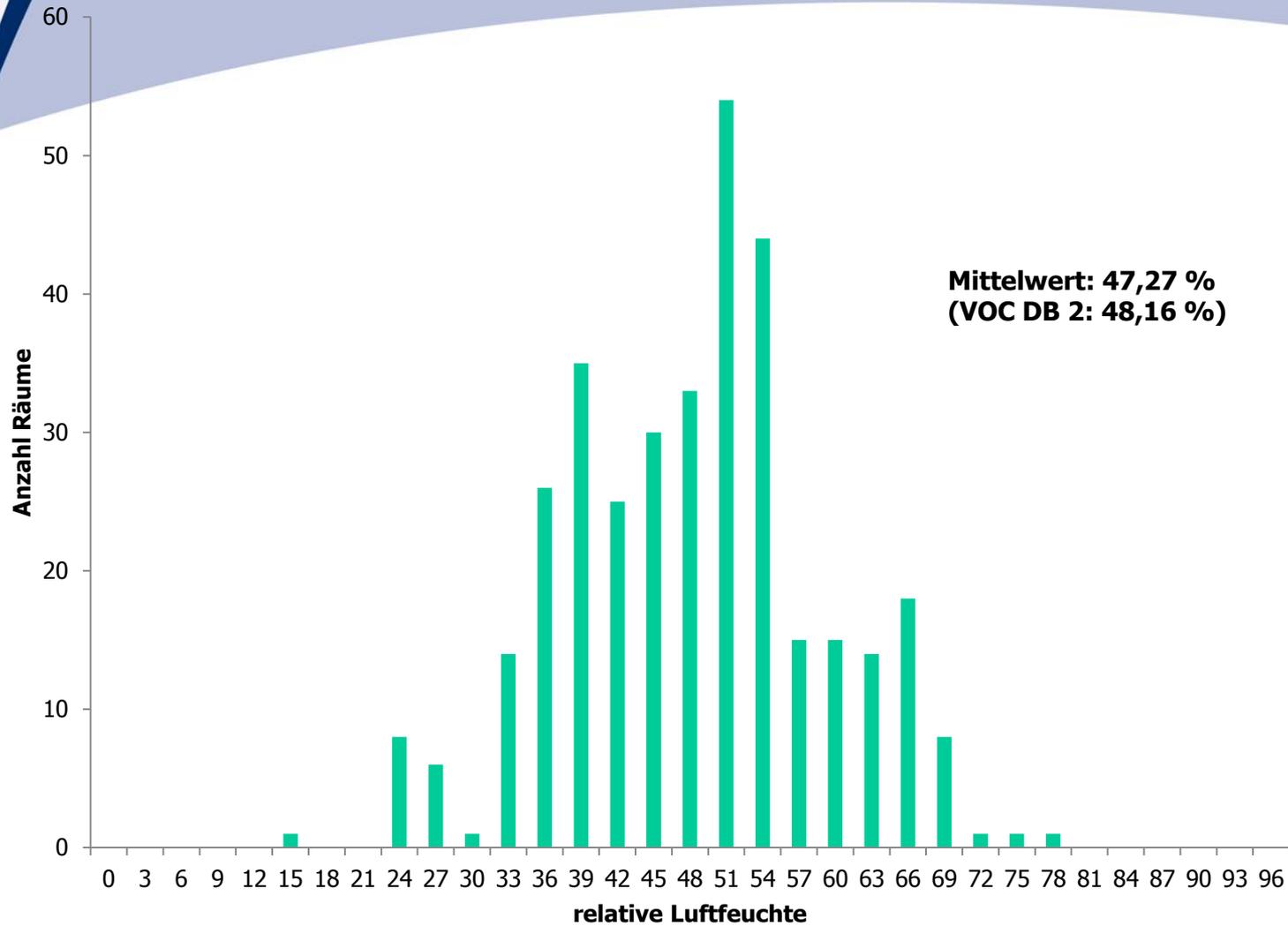


# Raumlufttemperatur

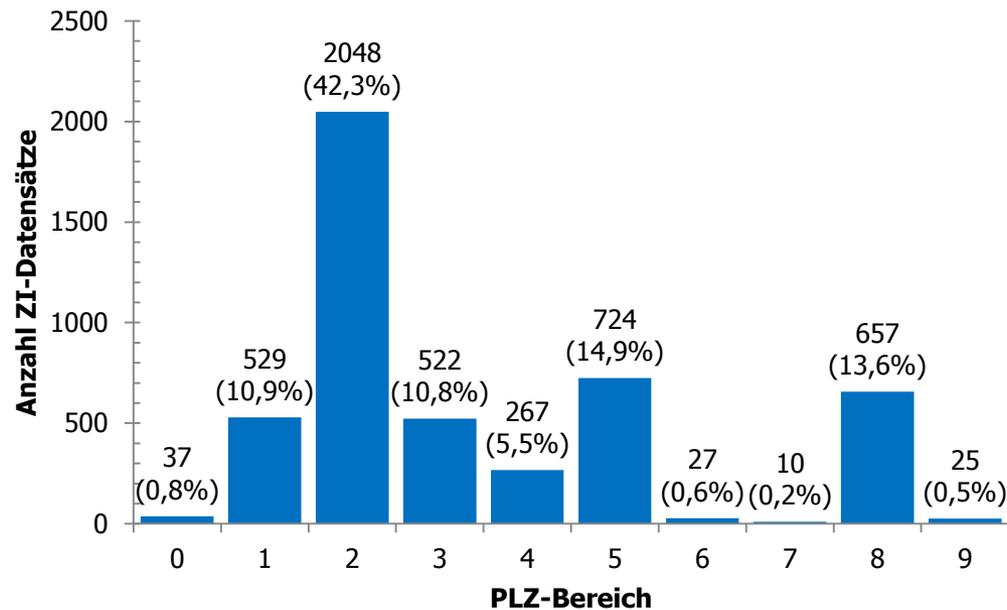




# Feuchte

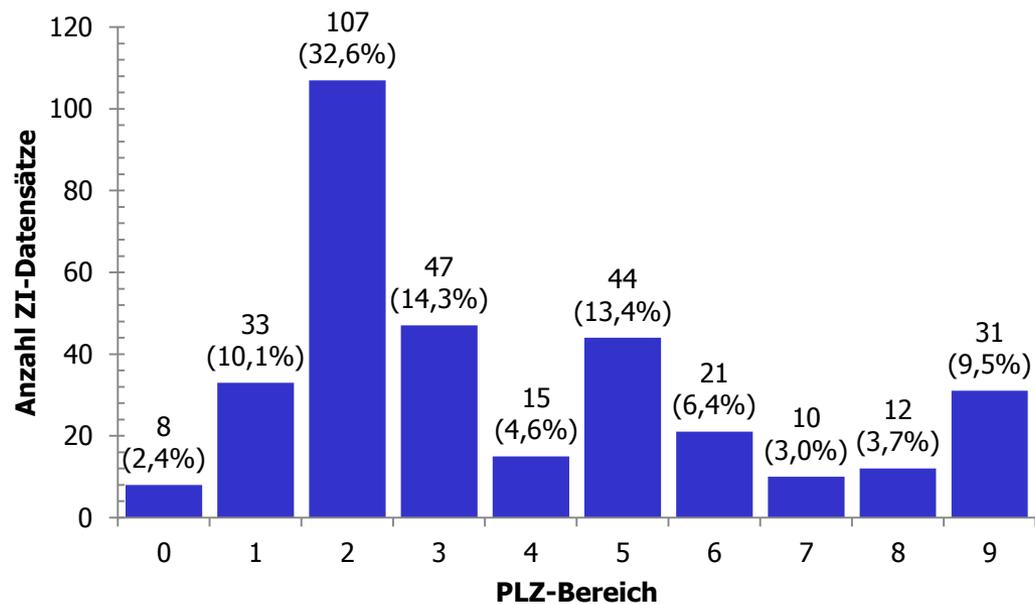


# Zum Vergleich PLZ-Bereiche VOC DB 2



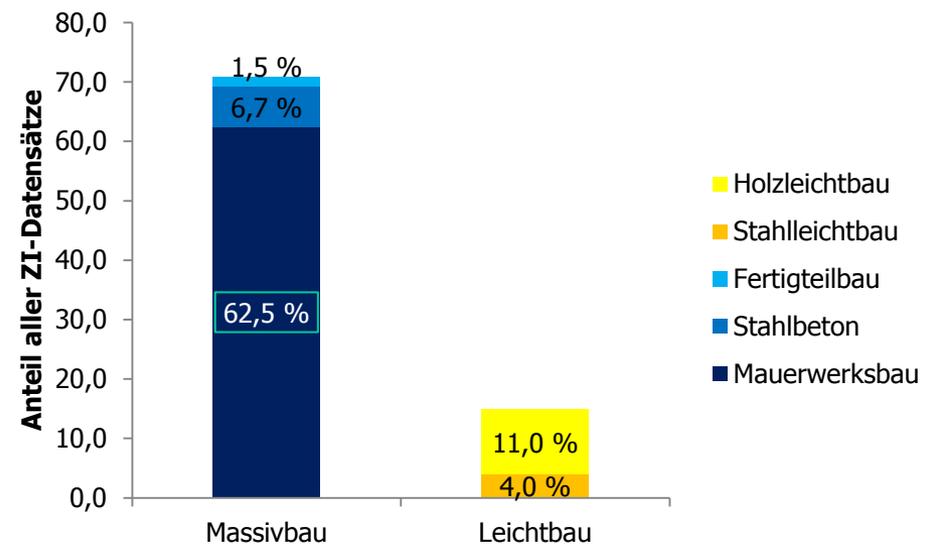


# PLZ-Bereiche VOC DB 3



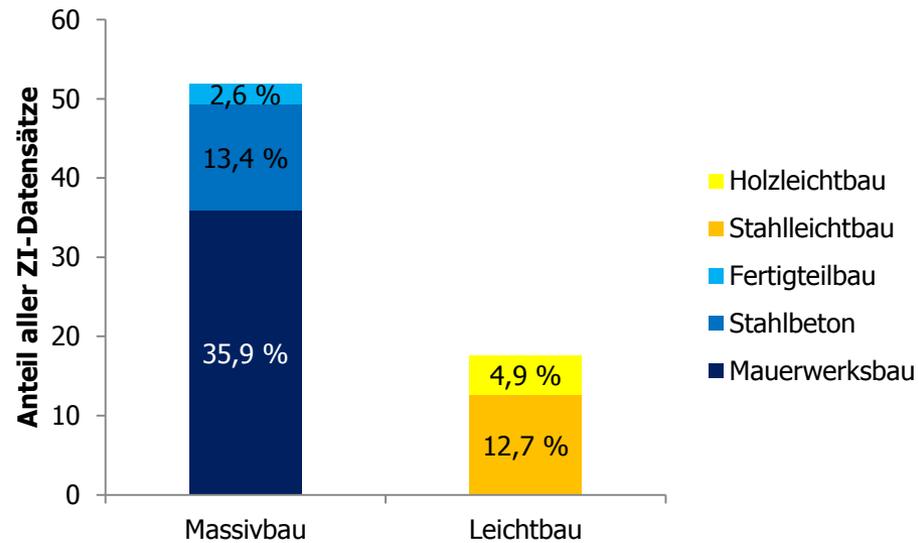


# Bauweise VOC DB 3

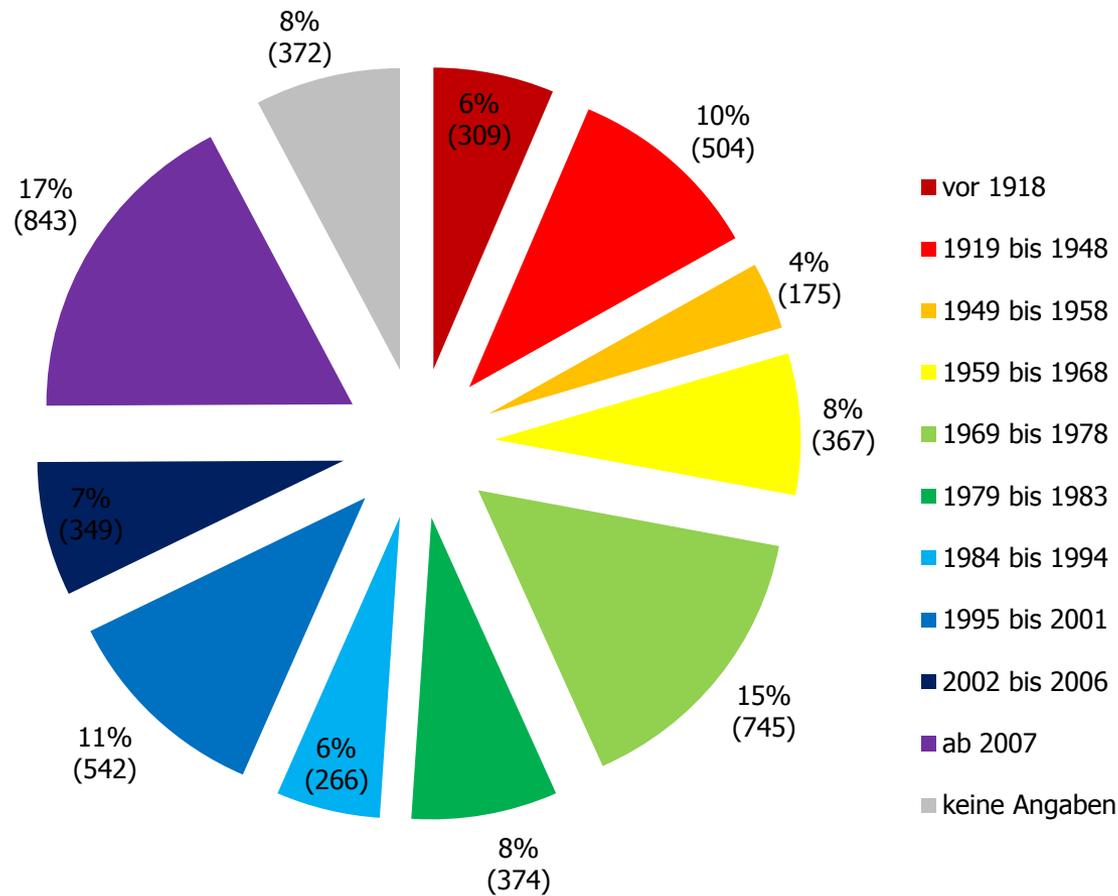




# Zum Vergleich Bauweise VOC DB 2

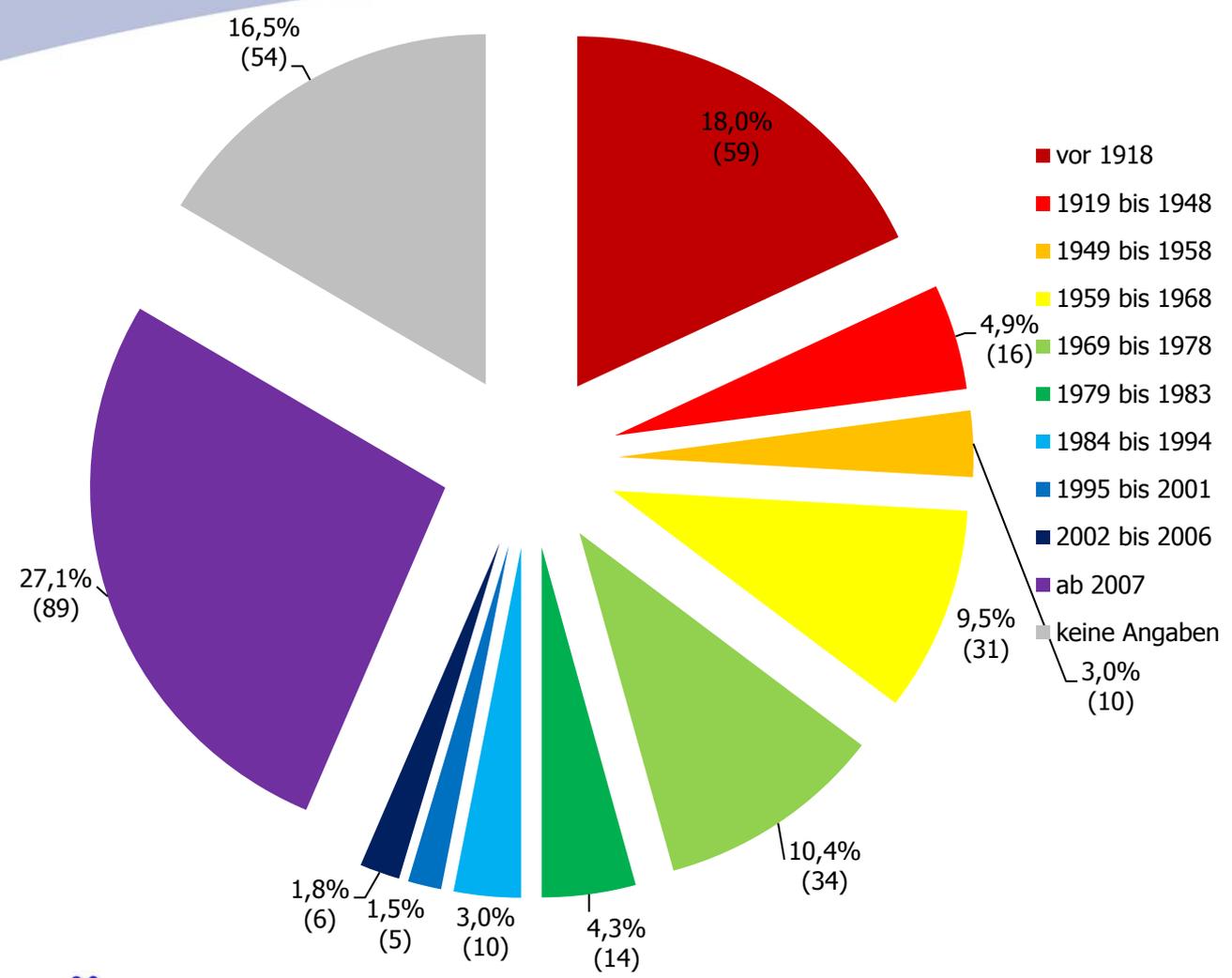


# Zum Vergleich Baualtersklassen VOC DB 2



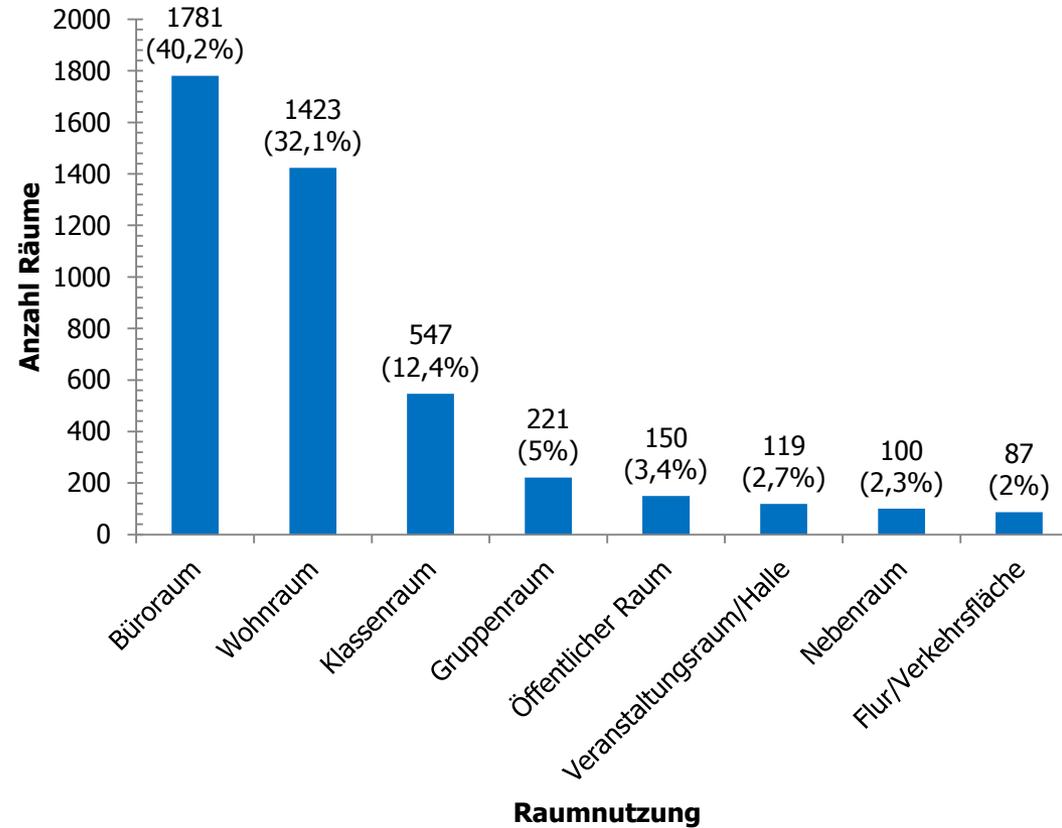


# Baualtersklassen VOC DB 3

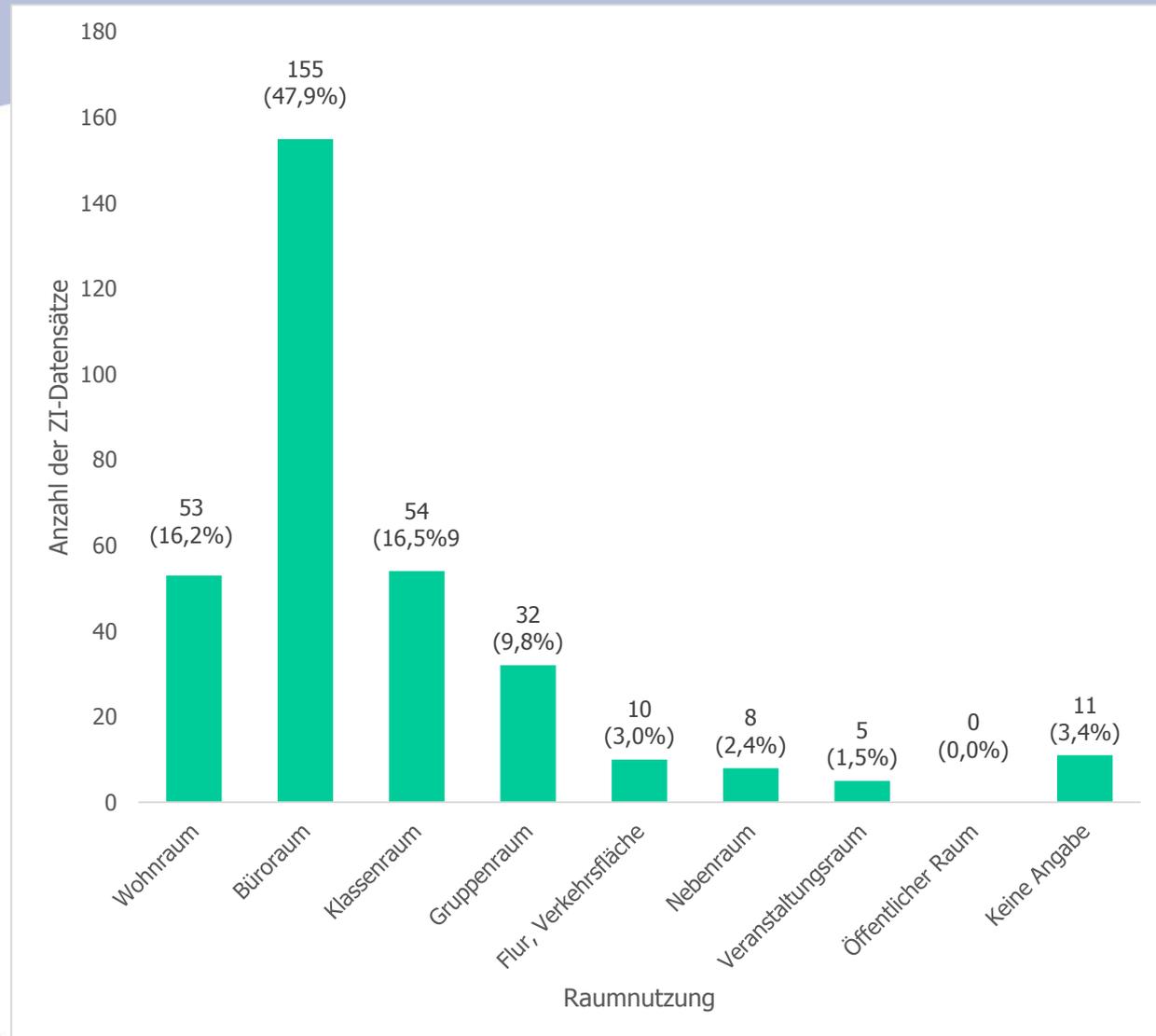




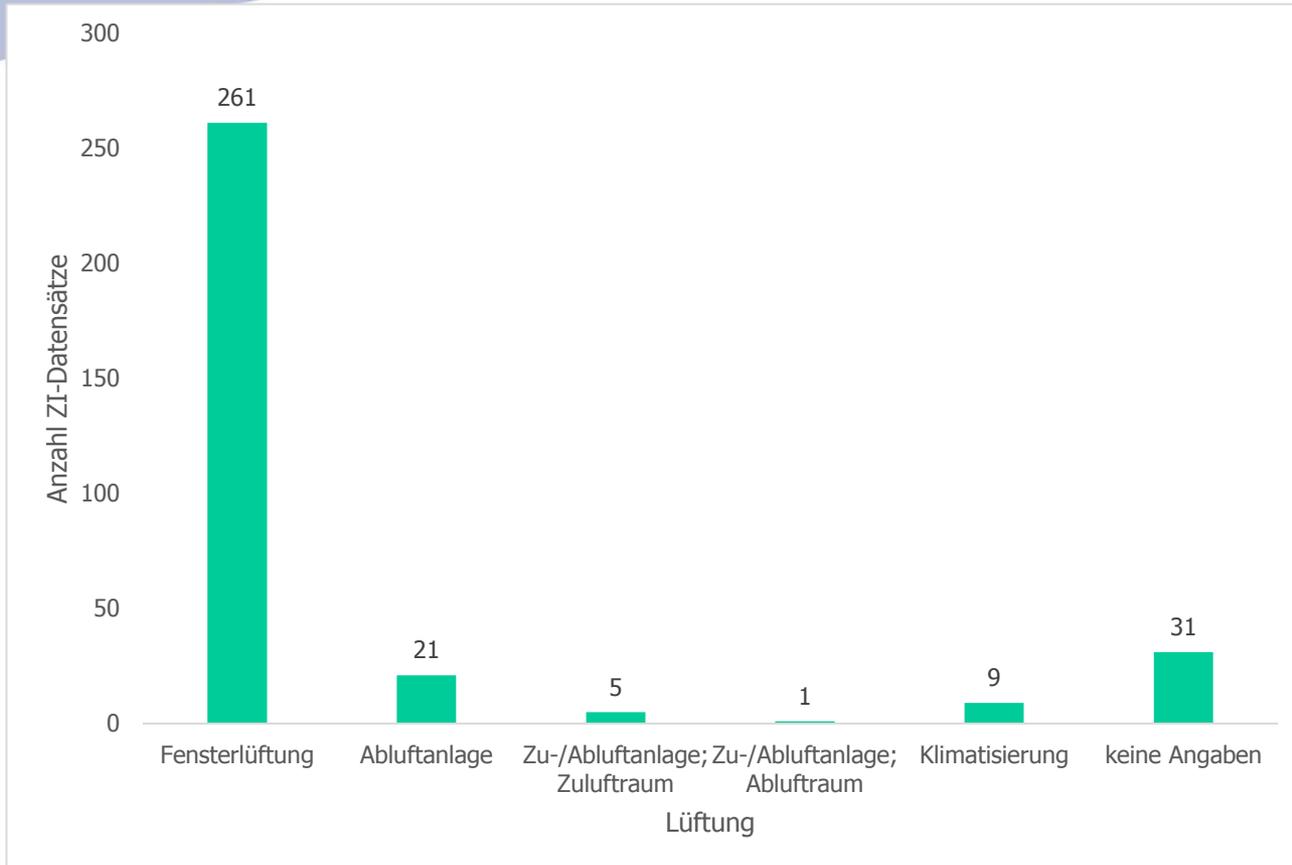
# Zum Vergleich Raumnutzungsarten VOC DB 2



# Raumnutzungsarten VOC DB 3

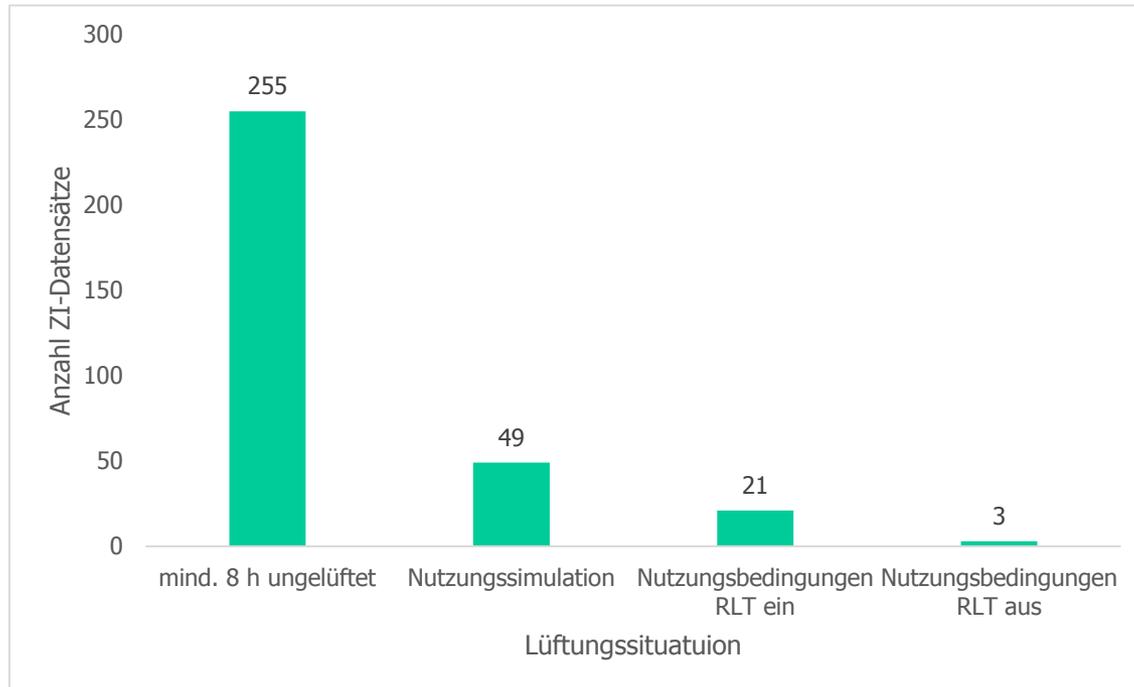


# Lüftung VOC DB 3





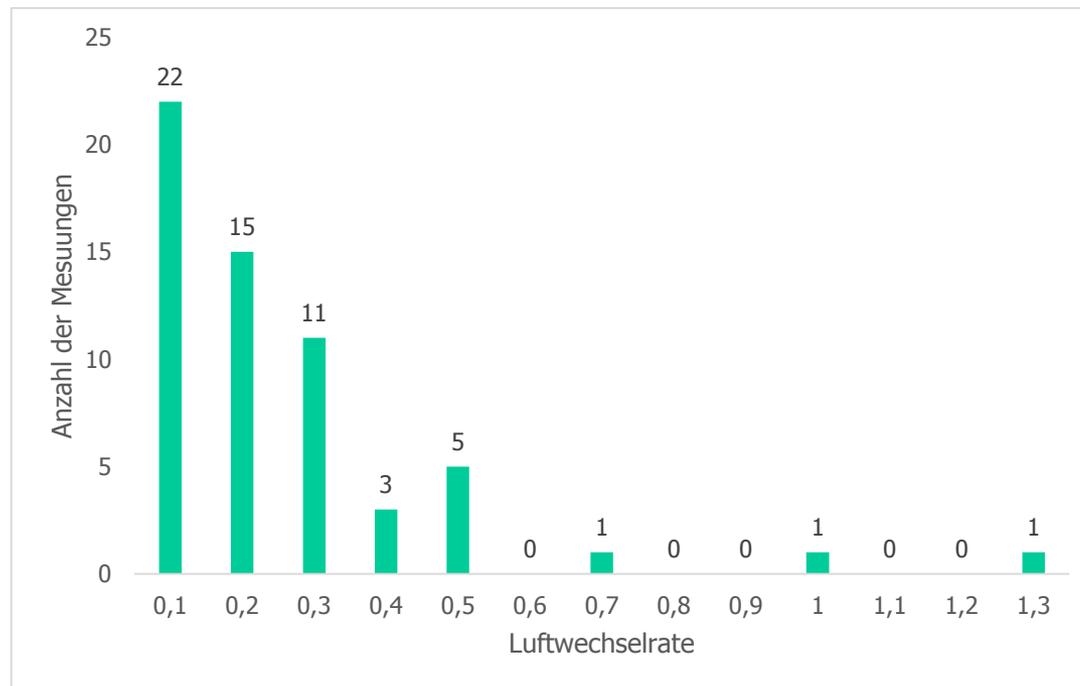
# Probenahmebedingungen VOC DB 3





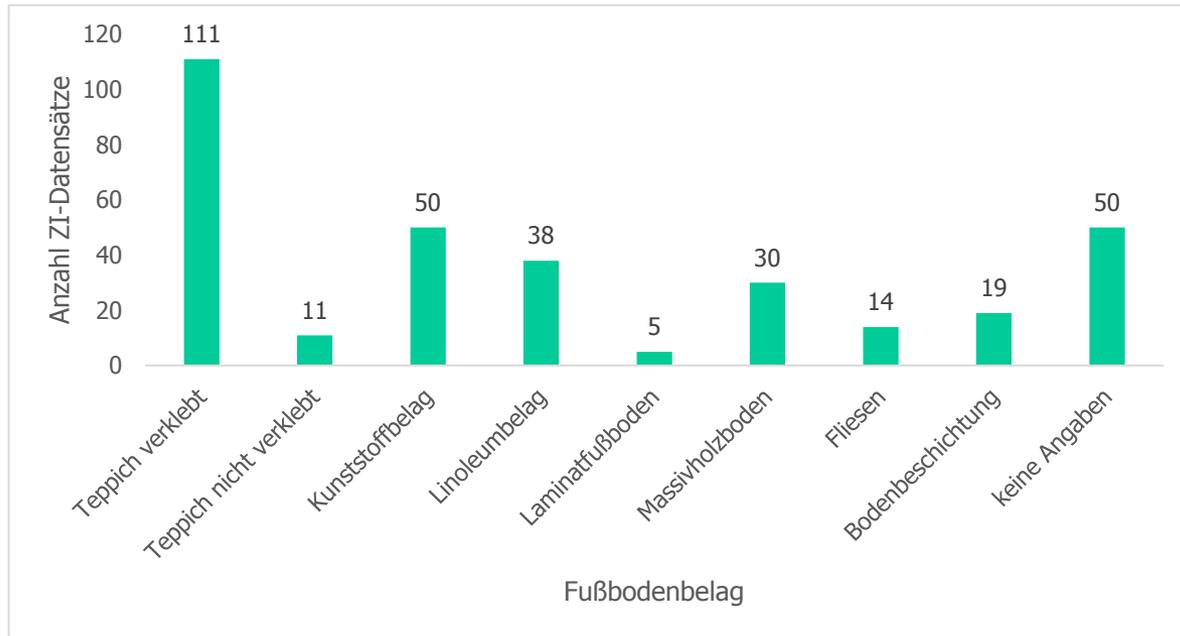
# Luftwechselraten VOC DB 3

Mittelwert:  $0,21 \pm 0,21$   
Median: 0,138  
(VOC DB 2 MW:  $0,39 \pm 0,45$ )





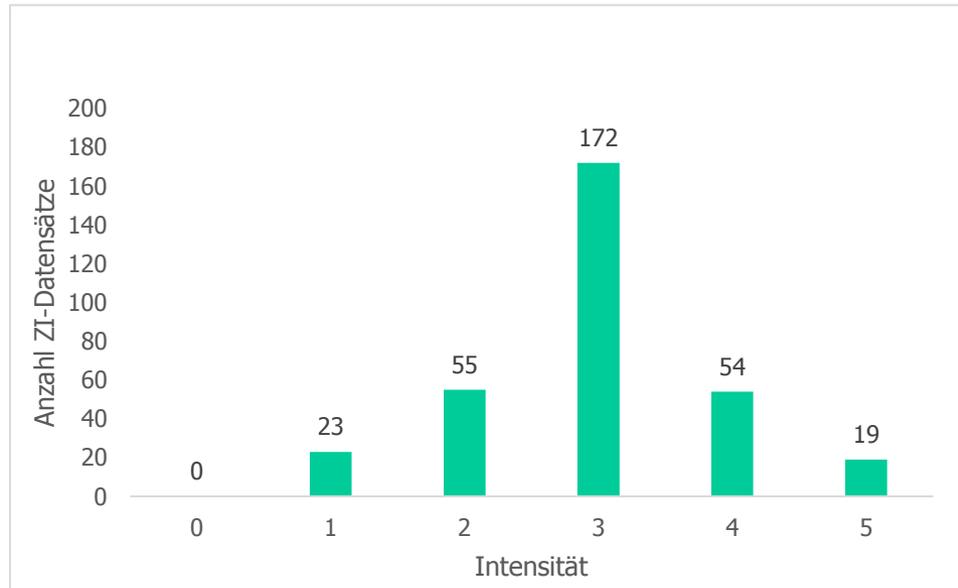
# Ausstattung Bodenbeläge VOC DB 3





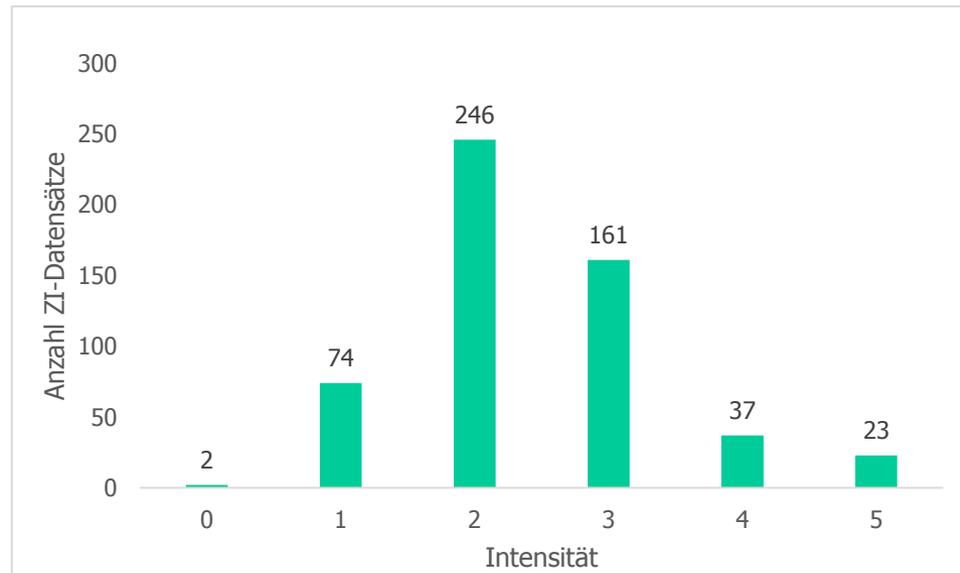
# Geruchsintensität VOC DB 3

Mittelwert: 2,82



# Zum Vergleich Geruchsintensität VOC DB 2

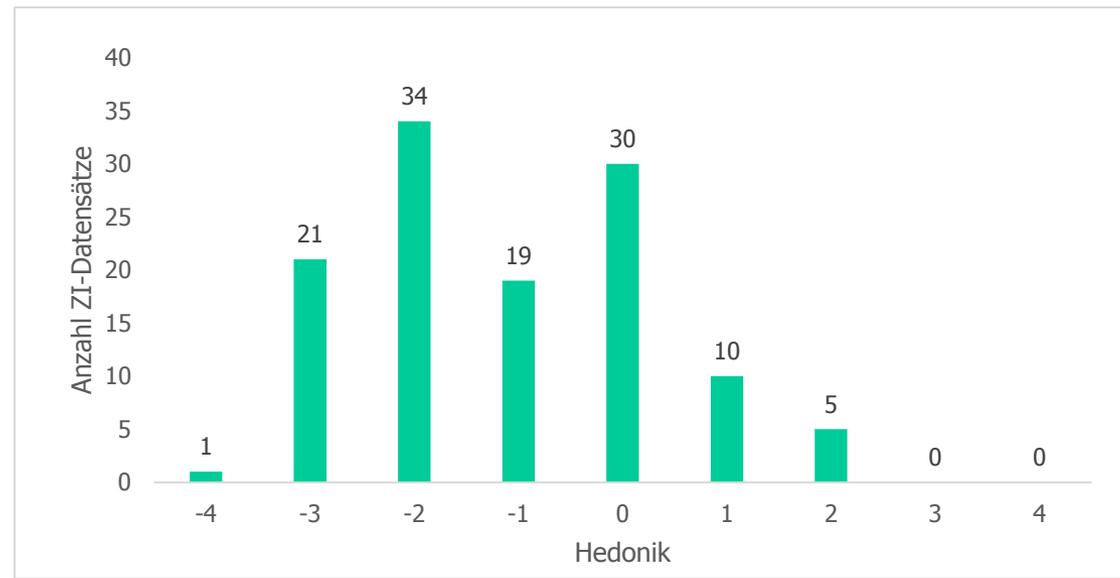
Mittelwert: 2,37





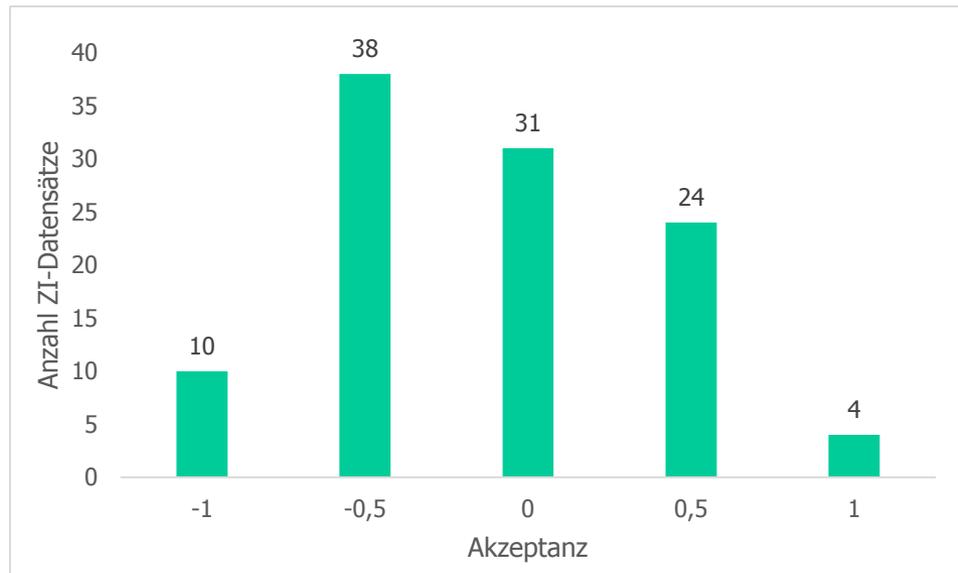
# Hedonik VOC DB 3

Mittelwert: -1,33

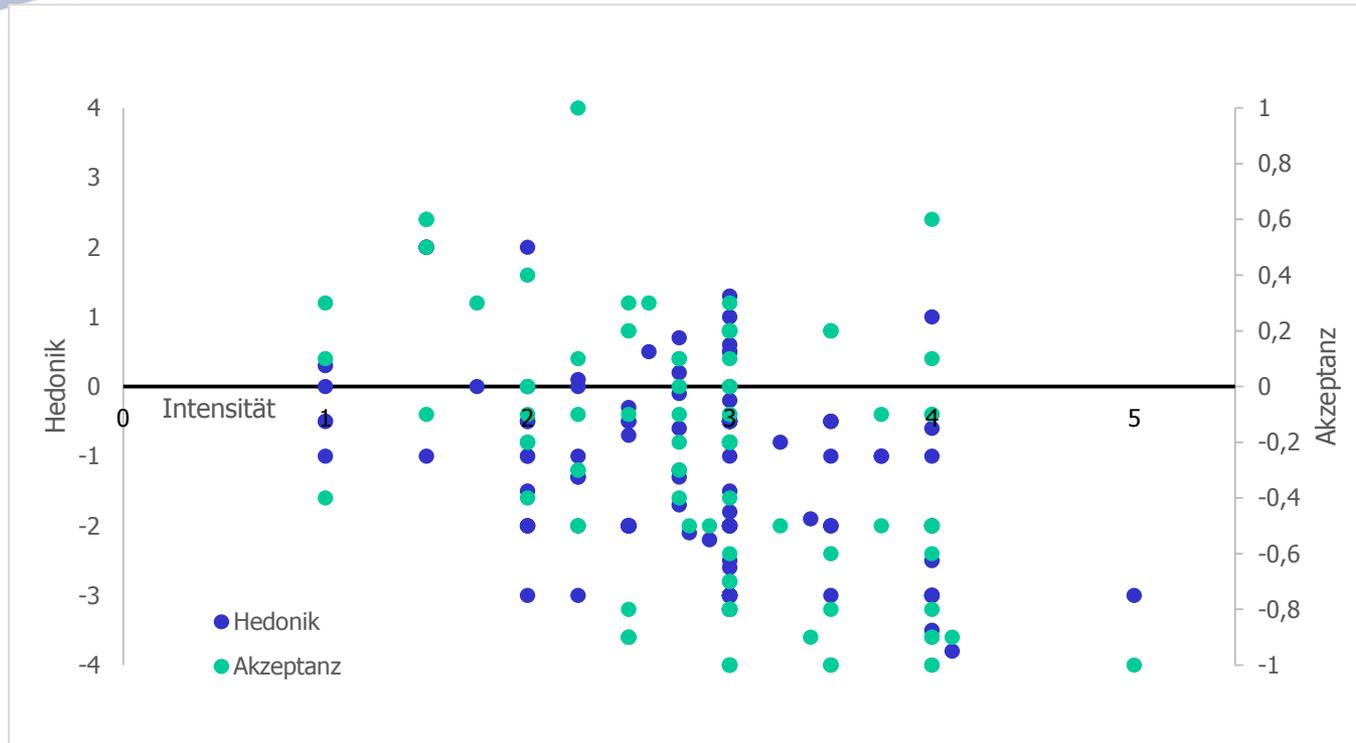


# Akzeptanz VOC DB 3

Mittelwert: -0,33

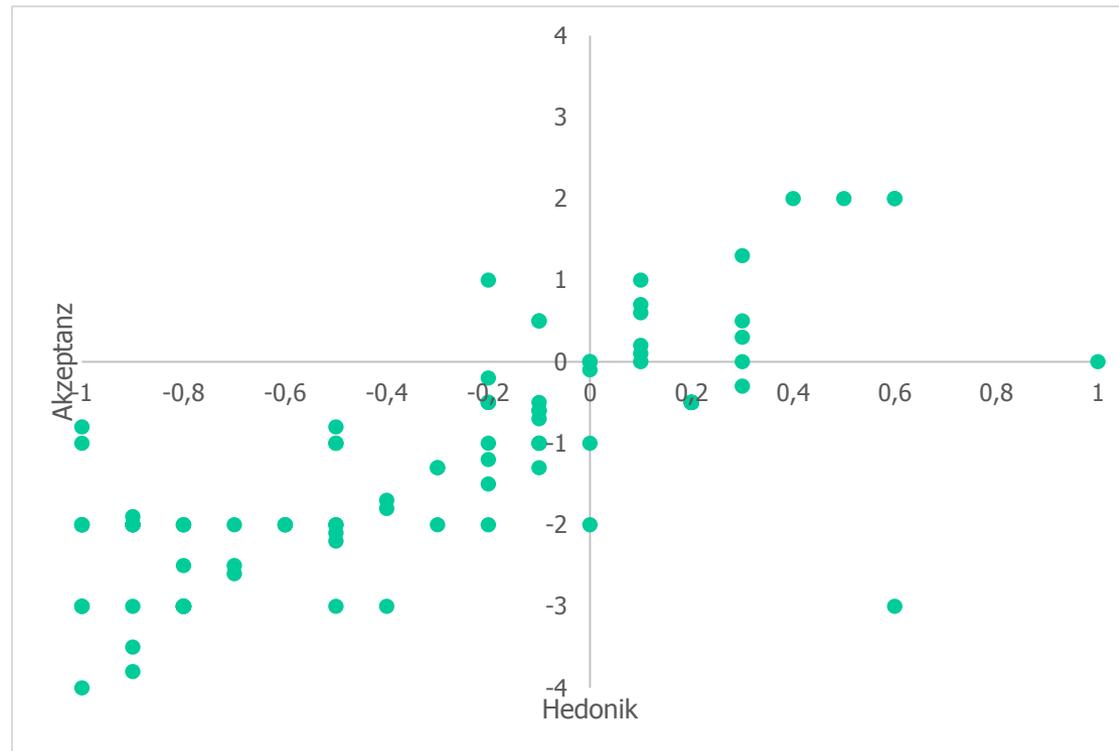


# Korrelation: Geruchsintensität, Hedonik und Akzeptanz





# Korrelation: Hedonik und Akzeptanz





## VOC DB 3

- Erweiterung der Stoffliste
  - neue VOC (substanzspezifisch quantifiziert)
  - weitere VOC (als Toluoläquivalent oder substanzähnl. quantifiziert)
- Aufnahme von Summenwerten
- weitere Untersuchungsmethoden (z.B. für Alkansäuren, flüchtige PAK, Ammoniak)
- Vergleichsweise hoher Anteil an LWR



# AP 4 Quellen und Ursachen

1. Beschreibung der Methoden, die für die Untersuchung von Geruchsbeschwerdefällen eingesetzt wurden
2. Systematisierung der Geruchsbeschwerdefälle
3. Fallbeschreibungen



# Systematik der Geruchsbeschwerdefälle

- Zu niedriger Luftaustausch
- Bauteiloberflächen
  - Bodenbeläge
    - Teppichboden
    - Linoleum
    - Kautschuk
    - PVC
    - Parkett/Parkettbeschichtung
    - Bodenbeschichtung
  - Wände/Decken
    - Wandfarben
    - Akustikdecken



# Systematik der Geruchsbeschwerdefälle

- Bauteile
  - Boden
    - Abdichtung und Kleber
    - Dämmung
    - Ehemalige Nutzung
  - Decke/Wände
    - Fertighäuser
    - Holz-Ständerbauten alt
    - Holz-Ständerbauten neu
    - Container



# Systematik der Geruchsbeschwerdefälle

## – Bauteile

- Dach und Fassade
  - Fassadenabdichtung/Fassadenreinigung
  - Flachdachdämmung
  - Flachdachabdichtung
  - Mauerwerksabdichtungen (Lösungsmittel)
  - Fenster
- Geruch und Schimmel



# Systematik der Geruchsbeschwerdefälle

- Innenliegende Quellen (im Raum)
  - Möbel
  - Kaminöfen
  - Heizungslack
  - Nutzung (Zigarettenrauch, Haustiere, Exkrememente, Tierkadaver)



# Systematik der Geruchsbeschwerdefälle

- Außenliegende Quellen (außerhalb des Raumes)
  - Hausinstallation
  - Ölheizung
  - Nutzung benachbarter Räume
  - Kaminöfen in der Nachbarschaft
  - Tabakrauch aus benachbarten Wohnungen

# Fazit

- Die Quellen und Ursachen für die Ausbildung von unangenehmen Gerüchen in Innenräumen sind vielseitig. Sie erfordern oftmals eine individuelle Herangehensweise, methodische Variabilität und eine detektivische Spürnase.
- Ableitungen von Geruchsschwellenwerten für Einzelstoffe und auch Erfahrungen aus der sensorischen Bewertung von Bauprodukten sind aufgrund der vielfältigen Hintergrundgerüche und Kombinationswirkungen nicht unbedingt auf Innenraumsituationen übertragbar.
- Die Identifizierung von Geruchsstoffen stellt eine besondere Herausforderung an die VOC-Analytik dar. Es gibt durchaus auch viele Geruchsbeschwerdefälle mit auffälligen VOC-Belastungen.
- Die Auswertung auf der Basis der Datenbank und Ableitung statistischer Kennwerte erfordert eine differenziertere Herangehensweise. Über Perzentile sind Geruchsbeschwerdefälle nicht darstellbar, geringe Fallzahlen.

# Ausblick

- Veröffentlichung des Abschlussberichtes
- Vorstellung der Ergebnisse auf der AGÖF-Tagung im Herbst

Kontinuierliche Datenerfassung  
Erweiterung des Substanzspektrums  
Verfügbarkeit der Datenbank



Bremer  
Umweltinstitut<sup>⊕</sup>

Gesellschaft für Schadstoffanalysen  
und Begutachtung mbH

... vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit