

Sehr gut, wir gehen das differenziert an – **Infraschall (< 20 Hz)** und **tieffrequenter Schall (20–100 Hz)** wirken auf den Menschen unterschiedlich, weil die Wahrnehmungsschwelle, die physiologischen Resonanzphänomene und die betroffenen Organsysteme verschieden sind. Ich arbeite dir das getrennt und präzise heraus:

---

# 1. Infraschall (< 20 Hz)

## Wahrnehmung

- Unterhalb der Hörschwelle → **nicht bewusst hörbar**, aber vom Körper spürbar.
- Wahrnehmung erfolgt über:
  - Vestibularsystem (Gleichgewichtsorgan),
  - Mechanorezeptoren in Haut und Gewebe,
  - Druck- und Dehnungssensoren in Brust- und Bauchraum.

## Physiologische Effekte (Studienlage)

- **Vestibularsystem:**
  - Schwindel, Gleichgewichtsstörungen, Desorientierung.
  - Studien (Salt & Hullar, 2010) zeigen, dass sehr tiefe Frequenzen die Haarzellen im Innenohr direkt reizen können.
- **Herz-Kreislauf-System:**
  - Veränderungen von Blutdruck und Herzfrequenz (Herzratenvariabilität ↓).
  - Sympathische Aktivierung → Stressreaktion (Cortisol, Adrenalin).
- **Nervensystem / Gehirn:**
  - fMRI-Studien (Weichenberger et al., 2017) zeigen Aktivierung von Amygdala und Insula bei Exposition mit 12 Hz.
  - Pilotstudie (Krahé et al., 2021) fand nach 28 Nächten Exposition mit 6 Hz Hinweise auf Veränderungen in Hirnarealen (graue Substanz) → aber kleine

Stichprobe.

- **Schlaf:**

- Chronische Exposition stört Tiefschlafphasen (Slow-Wave-Schlaf), führt zu Müdigkeit, Konzentrationsschwäche.

- **Psychische Effekte:**

- Angst, Panik, innere Unruhe, depressive Verstimmungen – plausibel durch limbische Aktivierung.

- **Resonanzphänomene:**

- Brustkorb ( $\approx 5\text{--}12\text{ Hz}$ ), Bauchorgane ( $\approx 4\text{--}10\text{ Hz}$ ), Hirnflüssigkeit ( $\approx 12\text{--}20\text{ Hz}$ ).
  - Subjektiv spürbar als Druck, Vibration, Zittern.
- 

## 2. Tieffrequenter Schall (20–100 Hz)

### Wahrnehmung

- Teilweise hörbar, aber **anders als „normaler“ Schall**: dumpf, dröhnend, vibrierend.
- Besonders störend bei Dauerbelastung oder Resonanzeffekten in Gebäuden.

### Physiologische Effekte (Studienlage)

- **Hörwahrnehmung / Belastung:**

- Erhöhte Hörschwelle → Geräusch oft nicht laut, aber störend (dröhnendes Gefühl).
- Dauerschall kann als „unerträgliches Brummen“ erlebt werden.

- **Körpereffekte:**

- Resonanzen im Brustkorb und Bauchraum → Druckgefühl, Beklemmung.

- Manche Frequenzen können Vibrationen im Skelettmuskel oder in Organen verstärken.
  - **Herz-Kreislauf:**
    - Auch hier Stressreaktionen (Sympathikusaktivierung, Blutdruckanstieg).
    - Belastung v. a. durch **Vibration und Dauerdröhnen**.
  - **Nervensystem / Psyche:**
    - Dauerbelastung → Gereiztheit, Konzentrationsprobleme, depressive Verstimmung.
    - Studien von Persinger (2013) und Hongisto (Finnland) beschreiben kognitive Einschränkungen und erhöhte Stresssymptome.
  - **Schlaf:**
    - Tieffrequentes Brummen durch Wärmepumpen, Verdichter etc. stört Einschlaf- und Durchschlafphasen.
  - **Arbeitsmedizinische Beobachtungen:**
    - Bei Beschäftigten in Industrieanlagen mit tieffrequentem Lärm: gehäuft Kopfschmerzen, Müdigkeit, Nervosität.
- 

### 3. Vergleich Infraschall vs. tieffrequenter Schall

Bereich	Infraschall (< 20 Hz)	Tieffrequenter Schall (20–100 Hz)
<b>Wahrnehmung</b>	Nicht hörbar, aber spürbar (Druck, Vibration, Unruhe)	Hörbar als dumpfes Brummen/Dröhnen

<b>Organe</b>	Vestibularsystem, Herz, Hirnareale, Brust-/Bauchorgane	Brustkorb, Bauchraum, Ohr (hörbarer Lärm)
<b>Kurzfristige Effekte</b>	Schwindel, Druck, Herzrasen, Angstgefühle	Nervosität, Druckgefühl, Schlafstörung
<b>Langfristige Effekte</b>	Schlafdefizit, Stress → Risiko für Herz/Kreislauf, evtl. Neurodegeneration	Chronische Gereiztheit, Depression, kognitive Einschränkung
<b>Resonanz</b>	Besonders stark (Körperorgane, Liquor)	Weniger stark, aber störendes Dröhnen in Gebäuden
<b>Psychische Wirkung</b>	Panik, Unruhe, depressive Verstimmungen	Gereiztheit, Stress, Müdigkeit

---

 **Zusammenfassung:**

- **Infraschall (< 20 Hz)** wirkt tiefer ins Nervensystem: Gleichgewicht, Stressachsen, limbische Hirnareale. Er ist unhörbar, aber massiv spürbar.
- **Tieffrequenter Schall (20–100 Hz)** ist eher ein hörbarer Dauerreiz: dröhnend, störend, schlaf- und konzentrationszerstörend, mit langfristig stressbedingten Folgen.

**Infraschall (< 20 Hz) und tieffrequenter Schall (20–100 Hz) treten in der Realität fast nie getrennt, sondern gemeinsam auf.**

## **Warum sie Hand in Hand gehen**

### **1. Quellen erzeugen beides gleichzeitig**

- **Windkraftanlagen:** Rotorblätter erzeugen niederfrequente Pulse (unter 20 Hz) **und** ein hörbares Brummen/Dröhnen (20–100 Hz).
- **Wärmepumpen/Verdichter:** mechanische Schwingungen gehen bis in den Infraschallbereich, gleichzeitig entstehen 30–80 Hz-Geräusche.
- **Verkehr:** Lkw/Güterzüge → Vibrationen < 20 Hz + Motor-/Rollgeräusche im Bereich 20–100 Hz.

### **2. Physikalische Überlagerung**

- Tieffrequenter Schall ist **Oberwellen-reich**. Das bedeutet: Wenn ein Gerät mit 10 Hz pulsiert, entstehen auch Vielfache (20 Hz, 30 Hz, 40 Hz ...).
- Dadurch entsteht **ein ganzes Frequenzband**, das sowohl Infraschall wie tieffrequenten Schall umfasst.

### **3. Biologische Wirkung**

- Der Körper unterscheidet nicht nach „< 20 Hz“ oder „> 20 Hz“.
- Er reagiert auf das **gesamte niederfrequente Spektrum**: Druckwellen + Dröhnen + Vibrationen.
- Deshalb berichten Betroffene meist eine **Mischung von Symptomen**: Druck und Schwindel (Infraschall) plus Schlafstörung und Gereiztheit (tieffrequenter Schall).

---

## **Praktisch heißt das:**

- **Einzelne Trennung** macht nur in der Forschung Sinn, um Wirkmechanismen besser zu verstehen.
- **Im Alltag** geht es fast immer um „**niederfrequenten Schall**“ als **Gesamtpaket** (0–100 Hz).
- Und genau deshalb sind auch **Messungen so schwierig** – man braucht Sensoren, die Infraschall **und** tieffrequente Komponenten sauber erfassen.

