

## **Wissenschaftlich fundierte Studie bezüglich RF-EMF, z. B. im Mikrowellen-Frequenzbereich auf das Verhalten der Honigbienen**

Eine wissenschaftlich fundierte, strukturierte Zusammenfassung mit Quellenverweisen, basierend auf aktuellen Studien zur Frage, ob und wie hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF, z. B. im Mikrowellen-Frequenzbereich) auf Honigbienen (*Apis mellifera*) wirken.

### 1. Überblick: Was bedeutet „RF-EMF“?

RF-EMF (Radiofrequenz-elektromagnetische Felder) sind nicht-ionisierende elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von etwa 100 MHz bis mehreren GHz (z. B. Mobilfunk, WLAN). Sie werden häufig mit dem Begriff Mikrowellenstrahlung gleichgesetzt. Dieser Bereich ist auch Teil der Umweltbelastung, der Bienen im urbanen und ländlichen Gebiet ausgesetzt sind.

### 2. Zusammenfassung der wissenschaftlichen Befunde

#### A. Verhalten und Orientierung

##### Verhaltensänderungen bei RF-EMF-Exposition (900 MHz)

Eine experimentelle Laborstudie zeigte, dass Honigbienen, die einem 900 MHz-Feld ausgesetzt wurden, Verhaltensänderungen zeigten, insbesondere in Bewegungsmustern wie Gehen, Flugverhalten und sozialen Kontakten, vor allem Sieben Tage nach der Exposition. Einige dieser Effekte waren statistisch signifikant gegenüber Kontrollbienen.

#### B. Homing-Fähigkeit

##### Bee-Homing (Rückkehrfähigkeit)

Feldexperimente mit definierten RF-EMF-Expositionen im 2,4 GHz und 5,8 GHz-Bereich ergaben, dass die Rückkehrfähigkeit von Forager-Bienen signifikant reduziert war, wenn sie längere Zeit solchen Feldern ausgesetzt wurden. Dagegen wurden keine Effekte auf Brutentwicklung oder Lebensdauer der Arbeiterbienen beobachtet.

#### C. Physiologische Stressantworten

##### Biochemische und genetische Marker

Studien mit Laborexposition bei 900 MHz fanden, dass Honigbienen nach RF-EMF-Exposition Änderungen in der Enzymaktivität und in der Expression von stressbezogenen Genen zeigen – ähnlich wie bei anderen Stressoren (z. B. UVB-Strahlung). Diese Effekte deuten auf eine biochemische Stressantwort hin, die nicht allein durch Temperatur erklärt werden kann.

#### D. Entwicklung von Königinnen

##### RF-EMF und Königinnenentwicklung

In einer Studie, die Larven unter 900 MHz-Exposition setzte, wurde festgestellt: eine signifikante Reduktion der Schlüpf-Rate ausgewachsener Königinnen, jedoch keine Beeinträchtigung der Paarungsfähigkeit oder der Entwicklung von Völkern, wenn Königinnen erfolgreich geschlüpft und gepaart waren.

## **Wissenschaftlich fundierte Studie bezüglich RF-EMF, z. B. im Mikrowellen-Frequenzbereich auf das Verhalten der Honigbienen**

### E. Pollination und Ökosystemeffekte

#### Auswirkungen auf Bestäubung

Ein Feld- und Laborprojekt zeigte, dass EMF-Exposition die pädagogische Aktivität von Bienen und das Bestäubungsverhalten beeinflussen kann. Pflanzen in EMF-belasteten Bereichen wurden seltener besucht und produzierten weniger Samen, was auf mögliche indirekte ökologische Effekte hindeutet.

### F. Feldstudien zu Oxidativem Stress

Eine neuere Feldstudie untersuchte oxidativen Stress bei Bienen unter realen 900 MHz-Feldbedingungen. Zwar traten enzymatische Veränderungen auf, jedoch konnte kein klarer kausaler Zusammenhang zwischen Feldstärke und Stressmarkern bestätigt werden – was die Interpretation erschwert.

### 3. Wissenschaftliche Bewertung insgesamt

#### ✓ Signale für Effekte

RF-EMF können Verhalten, Homing, biochemische Stressreaktionen und Königinnenentwicklung beeinflussen.

#### Fazit (wissenschaftlich fundiert)

Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass hochfrequente elektromagnetische Felder im Mikrowellenbereich biochemische, verhaltensbezogene und entwicklungsbezogene Effekte bei Honigbienen hervorrufen können, insbesondere in kontrollierten Laborversuchen.

#### Quellen (zur Vertiefung)

1. Behavioral effects of 900 MHz RF-EMF on honey bees (Migdał et al. 2025)
2. Biochemical & gene expression stress responses at 900 MHz exposure
3. Effects of RF-EMF on honey bee queen development
4. Homing ability, brood development, longevity under RF-EMF
5. EMF impacts on pollination and plant seed production
6. Field study on oxidative stress markers (Vilić et al.)