

Honigmonitoring am Flughafen München 2025



Auftraggeber

Flughafen München GmbH
Postfach 23 17 55
85326 München-Flughafen

Bearbeitung

Dr. Monica Wäber
Dipl.-Ing. Univ. (TUM) Frank Pompe

UMW Umweltmonitoring
Wallbergstr. 13
82054 Sauerlach
Telefon +49 8104 2541 406
Email waeber@umweltmonitoring.com
Internet www.umweltmonitoring.com
Ust-Id.Nr.: DE1831168827

Stand

14.02.2026

Karten- und Bildnachweis:

Übersichtskarten: Flughafen München GmbH
Fotos: Flughafen München GmbH (FMG), Markus Strutz, Monica Wäber, Bruno Willing
Hinweis: Die Bilder dürfen nicht anderweitig verwendet werden.

Titelseite:

Bienenvölker, die den Münchner Flughafenhonig produzieren, am Standort MFS (oben) – Bienen mit Königin auf Wabe – Blütenpollen [© Bruno Willing]

Danksagung

Denjenigen, die zur Durchführung des „Honigmonitorings am Flughafen München“ beigetragen haben, gilt wie immer unser Dank:

- den Imkern aus den Landkreisen Freising und Aichach für die Aufstellung und Betreuung der Bienenvölker und den fachlichen Austausch,
- der Flughafen München GmbH (FMG) als finanzieller Trägerin und
- dort Frau Bettina Hölzl in der Konzerneinheit Umwelt für die fachliche Betreuung.

Auf einen Blick

Das Honigmonitoring 2025 bestätigt erneut die seit 2008 jährlich durchgeführten Untersuchungen: Honige aus der Münchner Airportregion sind von hoher Qualität und unbedenklich für den Verzehr. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf Pollen, Wachs und Honig aus dem Umfeld ist nicht feststellbar. Rückstände liegen in für Nahrungsmittel üblichen, niedrigen und unbedenklichen Bereichen.

30 Bienenvölker an 4 Standorten unmittelbar am Münchner Flughafen und 15 Völker an einem flughafennahen Standort haben während des Bienenjahres 2025 wie in 2024 rund 1.200 kg Honig produziert und damit die Erntemengen der Vorjahre übertroffen. Das Besondere am Flughafenhonig: Er hat „Bio“-Qualität. Die Bienen werden auch in 2026 wieder für das Honigmonitoring im Einsatz sein.

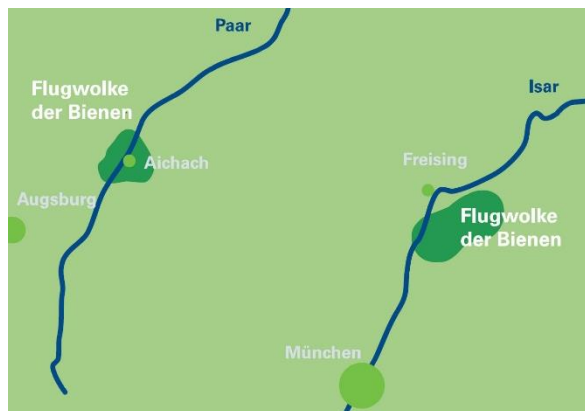
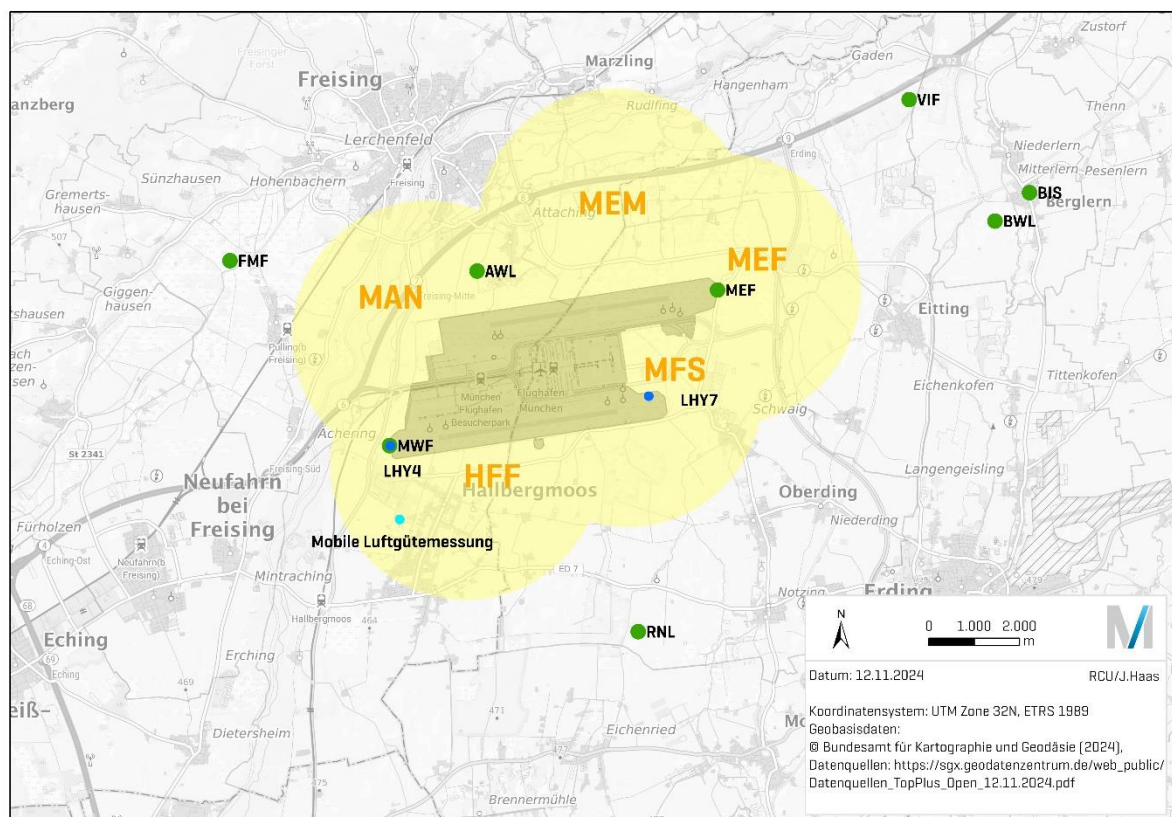


Bild: „Flugwolken“ (dunkelgrün) der Bienenvölker schematisch (links) und Honigmonitoring-Standorte im Kontext der Luftgütemessungen des Flughafens München 2025 (unten)

- Flugwolke der Bienenvölker HFF, MFS, MEF, MAN des Flughafens, ● stationäre und ● mobile Luftgütemessstationen, ● Biomonitoren-Untersuchungen [Karten: Flughafen München GmbH]



Zusammenfassung

Honigmonitoring am Flughafen München

Bienen reagieren sensibel auf Umwelteinflüsse und kommen bei ihren Flügen mit Schadstoffen in der Luft, im Niederschlag, Wasser und auf den Blüten in Kontakt. Die Luftverunreinigungen können als Rückstände in Pollen, Wabenwachs und Honig verbleiben.

Honig ist ein reines Naturprodukt und ein beliebtes Nahrungsmittel. Ob der von den Bienen am Münchner Airport produzierte Honig von Schadstoffen aus dem Flughafenbetrieb unbelastet ist, ist für die Bürger im Umland und für die Flughafenmitarbeiter von großem Interesse.

Honigmonitoring startete 2008 am Münchner Flughafen, um diese Frage zu beantworten. Das Honigmonitoring hat sich als freiwilliger und valider Umweltservice des Flughafens für die Region etabliert und wird kontinuierlich fortgeführt (Kapitel 1.1 bis 1.3).

Untersuchungsumfang

Vier Bienenvölker-Standorte unmittelbar am Flughafen, sowie ein fünfter flughafennah (dieser seit 2023 voll integriert) decken mit den Flugwolken der Bienen das Flughafengelände repräsentativ ab, sowie das angrenzende Umland. Weitere drei Standorte liegen im ähnlich strukturierten **Referenzgebiet Aichach** ohne Flughafeneinfluss (Kapitel 2.1).

Weil Bienen empfindlich auf Schadstoffe und Beeinträchtigungen ihrer Umwelt reagieren, wird ihre **Vitalität**, d. h. ihre Entwicklung, Volksstärke und die produzierte Honigmenge, dokumentiert.

Honiguntersuchungen liefern aussagekräftige Antworten zur Frage nach Rückständen typischer Luftverunreinigungen in diesem Lebensmittel aus der Airportregion. Neben Honig werden Pollen und Wachs im Labor auf Rückstände der Luftverunreinigungen untersucht, um die gesamte Anreicherungskette zu betrachten (Kapitel 2.2).

Pollen-, Wachs- und Honigproben von Früh- und Sommertracht werden auf ausgewählte Metalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht, die als typische Luftverunreinigungen aus dem Flughafenbetrieb stammen können, oder umweltgiftig wirken können. Honige der Standorte am und nahe des Münchner Flughafens werden zudem amtlich auf ihre Qualität geprüft und auf Pestizidrückstände analysiert (Kapitel 2.3 und 2.4).

Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertung, ob Einflüsse des Flughafenbetriebs oder weiterer Quellen von Luftverunreinigungen erkennbar werden, erfolgt primär anhand des **Vergleichs mit dem Referenzgebiet Aichach**. Zudem werden Referenzstandorte weiterer Vergleichsgebiete herangezogen, insbesondere der Referenzstandort BRS im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, aus dem Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen BER/ Schönefeld und Tegel im Zeitraum 2012–2025.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit begrenzen **Lebensmittel-Höchstgehalte** gemäß EU-Verordnungen den Gehalt unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln auf toxikologisch vertretbare Werte. Für Honig sind Höchstgehalte für Blei und Quecksilberverbindungen direkt anwendbar. Für Pollen sind Höchstgehalte für Quecksilberverbindungen sowie für Benzo[a]pyren als Leitsubstanz der PAK und für den Summenwert PAK4 anwendbar. Beurteilungswerte für weitere untersuchte Stoffe sind für andersartige Lebensmittel festgelegt und können orientierend herangezogen werden (Kapitel 2.5).

Die **zeitliche Entwicklung 2018–2025** lässt Rückschlüsse auf etwaige Einflüsse des Flughafenbetriebs zu: Als Auswirkung der Coronapandemie war das Flugverkehrsaufkommen im Jahr 2020 drastisch gegenüber 2018 und 2019 zurückgegangen, dem Jahr mit der bislang größten Anzahl an Flugbewegungen am Flughafen München. Danach war das Flugverkehrsaufkommen bereits 2022 wieder auf rund 70 % der Werte 2018 und 2019 zurückgekehrt. In 2023 war es auf 73 % und 2024 auf 79 % gegenüber 2018 und 2019 angestiegen. In 2025 lagen die monatlichen Verkehrszahlen durchschnittlich rund 3 % über denen der Vorjahresmonate. (Kapitel 1.3).

Ergebnisse

Vitale Bienenvölker

Auf ihren Flügen über die Blühflächen am und im Umfeld des Flughafens München sammeln die Bienen Blütenpollen und Blütennektar. Mit dem Pollen ernähren sie ihre Brut. Aus dem Nektar produzieren sie Honig. Schon 2021 konnten die damals 22 Bienenvölker an drei Flughafenstandorten trotz witterungsbedingt „schlechtem Bienenjahr“ 440 kg Honig produzieren, mehr als 2020. Im Jahr 2022 waren es 640 kg Honig, den die dann 30 Bienenvölker an 4 Standorten unmittelbar am Münchner Flughafen produzierten. Die Honigmenge – als Hinweis auf das gute Nahrungsangebot – wurde weiter gesteigert: in 2023 auf rund 730 kg Honig, den 29 Bienenvölker an nun 5 Standorten am und um den Münchner Flughafen produzierten, in 2024 rund 1.200 kg Honig von 42 Völkern und aktuell ebenfalls rund 1.200 kg Honig von 45 Völkern. Insgesamt zeigten die Vitalitätsuntersuchungen Unterschiede zwischen Trachtperioden, Jahren und Standorten, die in ähnlichem Ausmaß auch in anderen Monitorings festgestellt wurden. Sie waren aber unabhängig davon, ob die Bienenvölker flughafennah oder fern leben (Kapitel 3.1).

Qualität des Flughafenhonigs

Der als „Feiner Flughafenhonig aus der Airfolgsregion“ abgefüllte Honig erfüllte 2025 wie in allen Vorjahren nach amtlicher Prüfung durch die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau die Qualitätsanforderungen der Honigverordnung. Seit 2023 darf sich der als „Flughafenhonig“ abgefüllte Honig als „Bio“ bezeichnen. Der „Bio-Flughafenhonig“ trägt auf dem Etikett das EU-Bio-Siegel und das deutsche Bio-Siegel, denn er entspricht als erster Honig eines deutschen Flughafens den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung VO (EU) 2018/848.

Da Bienen und Honig durch Pestizide beeinträchtigt werden können, werden die Flughafenhonige von der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim auf Pflanzenschutzmittel-Substanzen und Varroa-Bekämpfungsmittel geprüft (Varroa-Milben sind Bienenschädlinge). Während im Jahr 2024 nur in einem Honig eines von 36 untersuchten Pestiziden nachgewiesen worden war, waren es in allen Frühtrachthonigen 2025 zwei bis drei Pestizide sowie in einem Sommertrachthonig 2025 ein Pestizid. Die Funde lagen alle nahe der Bestimmungsgrenze, unterhalb Grenzwert und die Honige entsprachen den gesetzlichen Bestimmungen (Kapitel 3.2). Die zukünftige Entwicklung ist dennoch zu beobachten, auch wenn Pestizideinsatz und Flughafenbetrieb nicht in Zusammenhang stehen.

Metalle in Pollen, Wachs und Honig im Bereich von Standorten abseits von Flughäfen

Von den ausgewählten Metallen stellen Verkehr und Flughafenbetrieb direkte potenzielle Quellen für Antimon (Sb), Blei (Pb), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), und Zink (Zn) dar. Arsen (As), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) werden untersucht, weil sie ökotoxisch (umweltgiftig) wirken können.

Die Gehalte der Metalle in Pollen, Wachs und Honig lagen flughafennah im Bereich der Ergebnisse aus dem Referenzgebiet Aichach und weiterer Referenzstandorte (Kapitel 3.4 ff.). Die Gehalte von Cadmium und Nickel in Wachs sowie von Cadmium und der Spurenelemente Kupfer, Nickel und Zink in Honig lagen flughafennah sogar zeitweise niedriger als im Referenzgebiet Aichach (Kapitel 3.7, 3.10, 3.11, 3.13). Lediglich die Arsengehalte in Pollen lagen im oberen Bereich der Wertespanne des Referenzgebiets Aichach (Kapitel 3.5; trifft 2025 nicht zu). Dies könnte auf die natürlich erhöhten Arsengehalte in Böden des Erdinger und Freisinger Mooses zurückzuführen sein. Pollen ist Immissionen in der Umwelt, z.B. durch Bodenaufwirbelung bei landwirtschaftlichen Aktivitäten, direkt ausgesetzt. Verkehr und Flughafenbetrieb stellen keine direkten Arsenquellen dar. Alle **Metallgehalte** in Pollen sowie den Bienenprodukten Wachs und Honig waren **unauffällig niedrig**. Lebensmittel-Höchstgehalte und Beurteilungswerte wurden in den Pollen- und Honigproben deutlich unterschritten.

Es war **kein Einfluss des Flughafenbetriebs bezüglich der Metallgehalte** feststellbar. Auch eine zeitliche Entwicklung, die mit der Coronapandemie bedingten Entwicklung der Flugzahlen korrespondieren würde, zeigte sich weder für Pollen, noch für Wachs oder Honig. Der Coronapandemie bedingte drastische Rückgang des Flugverkehrsaufkommens 2020 gegenüber den Vorjahren wurde also in den Ergebnissen der Coronapandemiejahre seit 2020 nicht deutlich, ebenso nicht der Wiederanstieg der Flugzahlen auf 70 % des Vor-Corona-Niveaus in 2022 bis auf 81 % in 2025 (Kapitel 3.4 ff.).

PAK in Pollen, Wachs und Honig ebenfalls unauffällig und niedrig

Für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe stellen – saisonal – häusliche Kleinfeuerungsanlagen (Hausbrand) mit 80% Anteil die Hauptquelle dar. Der Verkehr ist hingegen eine kontinuierliche Quelle mit geringem Anteil (2%; UBA 2016).

Die PAK-Gehalte in Pollen, Wachs und Honig lagen flughafennah im Bereich der Ergebnisse aus dem Referenzgebiet und weiterer Referenzstandorte (Kapitel 3.14).

Saisonale Unterschiede hatten sich für PAK in Pollen in den Jahren 2018 und 2019 angedeutet. In diesen Jahren waren Proben der Frühtracht und der Sommertracht getrennt analysiert worden. In den Jahren 2023 und 2025 wurden vom Standort MEM nur Pollen der Frühtracht untersucht. Die PAK-Gehalte in Frühtracht-Pollenproben lagen teilweise tendenziell höher als in Pollen der Sommertracht oder in Pollen-Mischproben aus Früh- und Sommertracht. Dieser saisonale Unterschied wird für die schwerer flüchtige PAK-Verbindung Benzo[a]pyren deutlich, aber nicht für die Summe der 16 untersuchten PAK. Der saisonale Unterschied wird durch die Ergebnisse des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen BER und Tegel bestätigt. Er weist auf den Einfluss häuslicher Kleinfeuerungsanlagen zu Heizzwecken als Ursache hin.

Alle **PAK-Gehalte** in Pollen, Wachs und Honig waren **unauffällig niedrig**. In den Pollen- und Honigproben unterschritten sie Höchstgehalte weit, die für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale gemäß Verordnung 2023/915/EU festgelegt sind.

Es war **kein Einfluss des Flughafenbetriebs bezüglich der PAK-Gehalte** feststellbar. Eine zeitliche Entwicklung, die mit der Coronapandemie bedingten Entwicklung der Flugzahlen korrespondieren würde, zeigte sich für Pollen, Wachs und Honig nicht. Eine Auswirkung der Coronapandemie auf die PAK-Ergebnisse war somit nicht erkennbar (Kapitel 3.14).

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	3
Auf einen Blick	4
Zusammenfassung	5
Inhaltsverzeichnis	8
1 Einleitung	10
1.1 Luftgüte und Untersuchungsprogramme am Flughafen München	10
1.2 Bienen, Pollen, Wachs und Honig	11
1.3 Zielsetzung des Honigmonitorings am Flughafen München seit 2008	13
2 Untersuchungskonzept und -methoden	17
2.1 Standorte	18
2.2 Pollen-, Wachs- und Honigproben	20
2.3 Stoffe und Parameter	22
2.4 Analysenverfahren und Bestimmungsgrenzen	25
2.5 Maßstäbe zur Ergebnisbeurteilung	26
2.6 Messunsicherheit	30
3 Ergebnisse	31
3.1 Vitalitätserhebung	31
3.2 Qualitätsuntersuchungen und Pestizidrückstandsanalysen	34
3.3 Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig im Vergleich	36
3.4 Gehalte von Antimon in Pollen, Wachs und Honig	37
3.5 Gehalte von Arsen in Pollen, Wachs und Honig	38
3.6 Gehalte von Blei in Pollen, Wachs und Honig	40
3.7 Gehalte von Cadmium in Pollen, Wachs und Honig	42
3.8 Gehalte von Chrom in Pollen, Wachs und Honig	44
3.9 Gehalte von Eisen in Pollen, Wachs und Honig	46
3.10 Gehalte von Kupfer in Pollen, Wachs und Honig	48
3.11 Gehalte von Nickel in Pollen, Wachs und Honig	49
3.12 Gehalte von Quecksilber in Pollen, Wachs und Honig	52
3.13 Gehalte von Zink in Pollen, Wachs und Honig	53
3.14 Gehalte von PAK in Pollen, Wachs und Honig	55
4 Abkürzungen	61

5	Glossar	63
6	Literatur	66
6.1	Gesetzliche Grundlagen	66
6.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	67
6.3	Literatur.....	68
6.4	Quellen im Internet	69
6.5	Berichte zum Honigmonitoring der FMG im Internet (Stand 19.1.26)	70
7	Abbildungsverzeichnis.....	71
8	Tabellenverzeichnis.....	73
9	Anhang A: Qualitätsuntersuchungen	74
9.1	Ergebnisbeispiele der Qualitäts- und Pestiziduntersuchungen	74
10	Anhang B: Einzelergebnisse der PAK-Analysen	76
10.1	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Pollen 2018–2025.....	76
10.2	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Wachs 2018–2025.....	80
10.3	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Honig 2018–2025	83

1 Einleitung

1.1 Luftgüte und Untersuchungsprogramme am Flughafen München

Luftverunreinigungen werden beim Betrieb eines Flughafens an die Umgebungsluft abgegeben: z. B. Metalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), durch Abrieb- und Verbrennungsprozesse am Boden und im Flugbetrieb. Die freigesetzten Stoffe (*Emission*) werden über die Luft verfrachtet, verdünnt, durchmischt und teilweise umgewandelt. Diese Vorgänge werden als *Transmission* bezeichnet. An der Luftgüte haben neben dem Flughafenbetrieb eine Vielzahl weiterer Quellen Anteil (Bild 1.1-1): die regionalen Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe, der gesamte Verkehr ringsum und die Heizungsanlagen der Haushalte sowie der Ferntransport von Luftverunreinigungen. Die Luftverunreinigungen an ihrem Wirkort, in der Umgebungsluft von Menschen, Tieren und Pflanzen, bezeichnet man *Immissionen*. Wie Immissionen sich in Pflanzen und Tieren anreichern und wie sie auf die Lebewesen wirken, wird durch den Begriff *Immissionswirkungen* beschrieben. Die verwendeten Fachbegriffe sind im Glossar dieses Berichts (Kap. 5) gesammelt und erläutert.

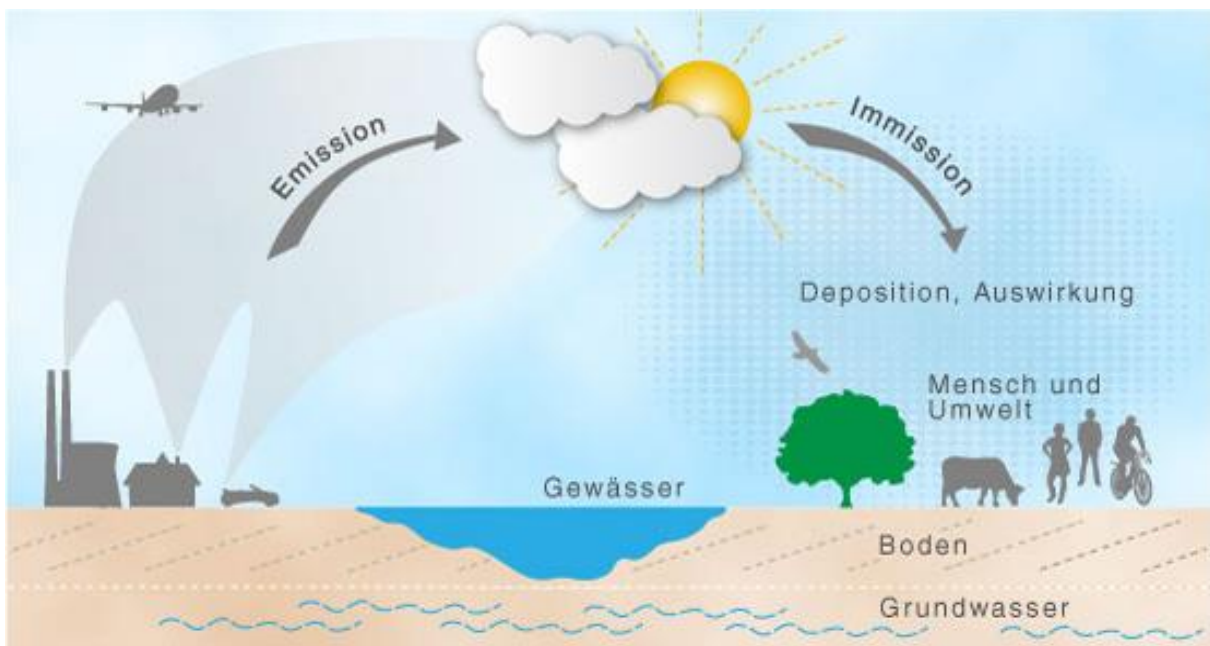


Bild 1.1-1: Wie gelangen die Schadstoffe in die Umwelt? [© Monica Wäber]

Luftgütemessungen werden seit 1991 am Flughafen München mit technischen Verfahren durchgeführt. Aktuell messen zwei stationäre Messstellen – eine im Westen und eine im Osten des Flughafengeländes – die Immissionen, sowie eine mobile Luftgütemessstation mit wechselndem Einsatz auf dem Flughafengelände oder in den Umlandkommunen (Bild in „Auf einen Blick“: seit 2023 und während der Bienensaison 2025 auf dem Volksfestplatz in Hallbergmoos).

Untersuchungen der Auswirkungen der Luftgütesituation mittels Biomonitoring mit Pflanzen betreibt die Flughafen München GmbH (FMG) seit 2006: in der Nachbarschaft des Flughafens in den Landkreisen Erding und Freising (Bild in „Auf einen Blick“; Quelle im Internet, Stand 17.01.2026:

www.munich-airport.de/biomonitring), langjährig auch im vom Flughafen nicht beeinflussten *Referenzgebiet* Aichach und bis 2019 begleitet von Messungen von Stoffen im Niederschlag (Deposition).

Honigmonitoring ergänzt diese Luftgüte-Untersuchungsprogramme seit 2008 als freiwilliger orientierender Umweltservice. Ziel ist, mögliche Einflüsse des Flughafens München auf das Lebensmittel Honig zu untersuchen, das in der freien Natur der Airportregion produziert wird (Quelle im Internet, Stand 17.01.2026: <https://www.munich-airport.de/honig>).

Honigmonitoring schlägt die Brücke zu weiteren Umwelt- und Naturschutzaktivitäten des Flughafens München (Quelle im Internet, Stand 14.02.2026: <https://www.munich-airport.de/artenschutz>).

1.2 Bienen, Pollen, Wachs und Honig

Wie können Luftverunreinigungen in Honig gelangen?

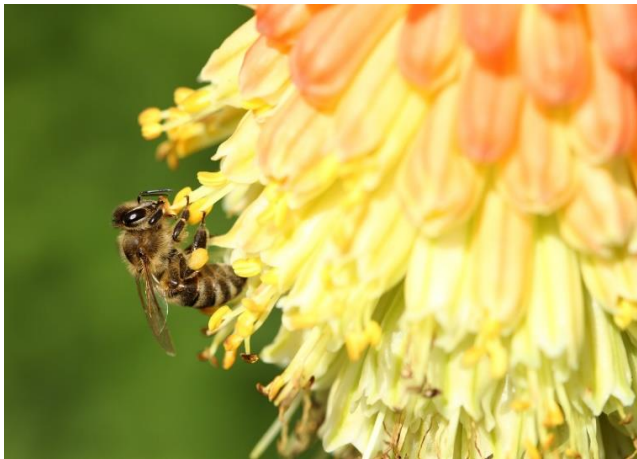


Bild 1.2-1: Biene sammelt Blütennektar und Blütenpollen

[© Flughafen München GmbH]

Bienen kommen bei ihren Flügen mit Stoffen in Luft, Niederschlag, Wasser und Trachtpflanzen in Kontakt und reagieren empfindlich auf Schadstoffe und Störungen ihrer Lebensbedingungen. Ein Bienenvolk besteht in der Regel aus 40.000 bis 60.000 Bienen (Partnerimker 2012). Bienen ernähren sich von Blütennektar oder Honigtau und Blütenstaub (Pollen). Eine Sammlerbiene besucht dazu durchschnittlich 1000 Blüten der Trachtpflanzen täglich (Bild 1.2-1). Bei ihrem Sammelflug überfliegen die Sammlerinnen eines Volkes ein Gebiet mit einem Radius von bis zu rund 3 km und einer Fläche bis zu 30 km² (Bogdanov 2006).

Pollen der Trachtpflanzen ist, je nach Pflanzenart, mehr oder weniger direkt Immissionen aus der Luft ausgesetzt und kann diese anreichern. Daher kann er als direkter *Bioindikator* betrachtet werden (Biomonitoring, VDI 3957 Blatt 1): Als Teil pflanzlicher Organismen zeigt er *Immissionswirkungen* als Anreicherung von Luftverunreinigungen an (Kap. 1.1). Der eiweißreiche Blütenpollen wird von den Bienen durch Speichel fermentiert und in speziellen Wabenbereichen im Bienenstock eingelagert. Dort dient er als sogenanntes *Bienenbrot* zur Ernährung der Brut (VDI 4330 Blatt 4).

Menschen nutzen den Blütenpollen als Nahrungsergänzungsmittel.

Wachs stammt nicht wie der Pollen aus der Umwelt, sondern wird von den Bienen hergestellt. Das Bienenwachs wird von jungen Honigbienen mit Wachsdrüsen produziert. Es besteht zu etwa 65 Gewichtsprozenten aus Myricin, einem Gemisch von Estern langkettiger Alkohole und Säuren. Ein Bienenvolk erzeugt jährlich etwa 800 g Wachs (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau LWG). Die von den Bienen abgesonderten Wachsplättchen haben zunächst eine weiße Farbe. Durch Aufnahme des carotinhaltenigen Pollenöls aus dem Blütenpollen wird das Wabenwachs gelb. Die ursprünglich hellen Waben nehmen nach längerer Zeit im Bienenvolk durch das Bebrüten eine braun-

schwarze Farbe an. In der Regel bauen die Bienen nur die Drohnenwaben für die Aufzucht der männlichen Bienen in *Wildbau* (Naturbau) komplett selbst (Bild 1.2-2).

Waben, in denen sie Pollen, Honig und die Brut für Arbeiterinnen einlagern, bauen sie auf vorgefertigte Wachsmittelwände auf. Diese Mittelwände werden von den Imkern vorher in den Bienenstock eingehängt¹. Das erspart den Bienen etwa die Hälfte der eigenen Wachsproduktion. Vorgefertigte Mittelwände werden aus dem Fachhandel bezogen, oder von den Imkern aus eigenem Wachskreislauf selbst hergestellt. Hierzu werden ältere Waben eingeschmolzen und die Schmutzstoffe abgetrennt, wodurch wieder helles Wachs entsteht. Die Imker des Honigmonitorings am Flughafen München verwenden ausschließlich Wachsmittelwände aus eigenem Kreislauf².



Bild 1.2-2: Drohnenwabe (in Wildbau) vom Standort MEF am Flughafen München [© Bruno Willing]

Größter Verbraucher von Bienenwachs ist die kosmetische und pharmazeutische Industrie: Bienenwachs ist ein Bestandteil von Kosmetika und Heilmitteln³. Bienenwachs wird als Lebensmittelzusatzstoff E 901⁴ als Trenn- und Überzugsmittel z. B. für Gummibärchen verwendet.

Honig ist wie Wachs ein von den Bienen hergestelltes Produkt. Die Bienen sammeln zuckerhaltige Ausscheidungen von Blüten, den Nektar, und zuckerhaltigen Pflanzensaft oder Ausscheidungen an Pflanzen saugender Insekten, den Honigtau. Sie setzen dem Nektar und Honigtau Enzyme und andere Wirkstoffe zu und entziehen dem Umwandlungsprodukt Wasser, bis es schließlich in den Waben als Honig eingelagert wird.

Blütenhonig produzieren die Bienen als Frühtracht im Frühjahr und als ein oder zwei *Trachten* im Laufe des Sommers (letzte manchmal als Spätracht vor der Einwinterung). Stoffe, die die Bienen mit dem Nektar und Honigtau aufnehmen, können aus ihren Honigblasen in das umliegende Körpergewebe abgeschieden werden. Wenn Nektar und Honigtau im Stock von Biene zu Biene weiter gereicht werden, können so die Stoffgehalte im Honig bei dessen Produktion in einem gewissen Maß abnehmen und gleichzeitig in den Bienen zunehmen.

¹ Für die Wachsproben aus Wildbau, die seit 2013 einheitlich untersucht werden, werden nach Möglichkeit etwa gleichzeitig errichtete und gleich lang im Stock verbliebene Drohnenwaben nach Bebrütung und Schlupfen der Drohnen verwendet. Die Imker hängen dazu leere Rähmchen in den Stock, die von den Bienen für den Drohnenwabenbau angenommen werden.

² Nur im Jahr 2012 hatten die Imker zum Teil gegossene Wachsmittelwände aus dem Fachhandel zugekauft, kehrten aber im Folgejahr zur ausschließlichen Verwendung eigenen Wachses („aus eigenem Kreislauf“) zurück.

³ Agroscope - Zentrum für Bienenforschung (Schweiz), Quelle im Internet (Stand 17.01.2026): <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztiere/bienen/bienenprodukte/Bienenwachs.html>

⁴ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Quelle im Internet (Stand 17.01.2026): http://www.bfr.bund.de/de/bewertung_von_tierischen_stoffen_die_in_lebensmitteln_vorkommen-54428.html

1.3 Zielsetzung des Honigmonitorings am Flughafen München seit 2008

Honig ist ein beliebtes Nahrungsmittel: Der pro Kopf Verbrauch liegt bei rund 1 Kilogramm pro Jahr. Gleichzeitig ist dieses Naturprodukt den Umwelteinflüssen im Sammelgebiet der Bienen ausgesetzt.

Honigmonitoring startete 2008 am Münchner Flughafen, um die Frage zu beantworten, ob Honig aus der Flughafenregion mit Schadstoffen aus dem Luftverkehr belastet ist. Honigmonitoring ist keine von den Aufsichtsbehörden vorgeschriebene Auflage (Kap. 1.1), sondern ein freiwilliger Umweltservice des Flughafens für die Bürger der Region. Mit Honigmonitoring wird untersucht, ob der Betrieb des Flughafens Einfluss auf den im Umfeld gesammelten Pollen und auf die Qualität von Wachs und Honig Einfluss hat, die von den Bienen hergestellt werden. Das Honigmonitoring zeichnet sich durch seine große Multiplikatorwirkung aus: Es bietet Anknüpfungspunkte zu weiteren Umwelt- und Naturschutzaktivitäten des Flughafens München (<https://www.munich-airport.de/artenschutz>, Quelle im Internet, Stand 14.02.2026).

Das Honigmonitoring hat sich als valide Untersuchung etabliert:

- Weil Bienen empfindlich auf Schadstoffe und Beeinträchtigungen ihrer Umwelt reagieren, wird ihre Entwicklung, *Vitalität* und die produzierte Honigmenge dokumentiert.
- Honiganalysen liefern aussagekräftige Antworten zur Frage nach *Rückständen* typischer Luftverunreinigungen in diesem Lebensmittel aus der Airportregion.
- Neben Honig werden Pollen und Wachs im Labor untersucht, um die gesamte Anreicherungskette zu betrachten.

Das Honigmonitoring am Flughafen München startete 2008 mit Bienenvölkern an elf Standorten in den Landkreisen Erding, Freising und Aichach. Aichach wurde als Referenzgebiet gewählt, weil es sich um ein ähnlich strukturiertes Gebiet handelt, das aber abseits vom Flugverkehr liegt. Im Jahr 2008 wurden Honigproben aus den Sammelperioden im Frühjahr und Sommer – Früh- und Sommertracht – und eine Pollenprobe auf ausgewählte Metalle und auf die organische Schadstoffgruppe PAK analysiert. Im Verlauf der folgenden Jahre wurden Proben von Pollen, Wachs und Honig an zwei bis drei Standorten am Flughafen (MUC) und drei im Referenzgebiet (AIC; Gebietsmischproben) untersucht, sowie die Vitalität der Bienenvölker dokumentiert. Im Jahr 2018 wurde ein neuer Standort am Flughafenzaun errichtet. Im Jahr 2020 musste der Untersuchungsumfang aufgrund der besonderen, Corona bedingten Umstände reduziert werden: Die Rückstandsanalysen wurden zunächst auf die Frühtrachthonige (FT) von Standorten rund um den Flughafen beschränkt, aus denen der Flughafenhonig hergestellt wird (Quelle im Internet, Stand 19.01.2026: www.munich-airport.de/honig -> Kurzbericht 2020). Die Qualitätsuntersuchungen des Honigs und die Vitalitätserhebungen im Vergleich mit Bienenvölkern aus dem Referenzgebiet Aichach fanden 2020 wie gewohnt statt. Nachträglich konnte der Untersuchungsumfang 2020 auf die Analysen des Frühtrachthonigs aus Aichach und auf Pollen-Mischproben und Wachs-Mischproben der Früh- und Sommertracht (FST) aller Standorte (HFF, MEF, MFS, AIC) ausgeweitet werden. Im Jahr 2021 wurden Pollen-, Wachs- und Honig-Mischproben untersucht. Im Jahr 2022 wurden ein weiterer, vierter Flughafenstandort integriert (MAN) und wiederum Pollen-, Wachs- und Honig-Mischproben untersucht. Um diese Standorterweiterung dauerhaft zu ermöglichen, wurden die Untersuchungen an jeweils einem etablierten Standort auf Honig beschränkt (z. B. in 2022: MFS) und der dort gewonnene Honig nicht als Flughafenhonig abgefüllt. Bereits 2022 wurde eine neue Imkerfamilie mit einem flughafennahen Standort (MEM) einbezogen, deren Honig mit untersucht wurde. Im Jahr 2023 wurde dieser flughafennahe Standort voll in die Untersuchungen integriert und im Rahmen dargestellt.

Tabelle 1.3-1: Übersicht über das Honigmonitoring am Flughafen München 2008–2025

Jahr	Standorte Flughafen (MUC), Aichach (AIC)	Früh- (FT), Sommertracht- (ST) Untersuchung				Besonderheiten *: ab 2009 AIC-Referenzgebiet mit 3 Standorten = Mischprobe
		Pollen	Wachs	Honig	Vitalität	
2008	2 MUC-Zaun, 6 um MUC, 3 AIC	-	-	11 FT, 11 ST	-	umfassendes Honigscreening, 1 Pollenstichprobe untersucht
2009	2 MUC-Zaun, 3 AIC*	-	3 FT, 3 ST	3 FT, 3 ST	-	1 Kerzenwachsprobe untersucht
2010	2 MUC-Zaun, 3 AIC*	-	-	3 FT, 3 ST	-	-
2011	2 MUC-Zaun, 3 AIC*	3 FT	3 FT, 3 ST	3 FT, 3 ST	5 FT, 5 ST	plus Wachsuntersuchung aus Stadtkerei u. Kerzenwachs
2012	2 MUC-Zaun, 1** MUC-nah, 3 AIC*	3 FT, 2 ST	3 FT, 3 ST	3 FT, 3 ST	6 FT, 6 ST	** : Mischprobe von MUC-nah und 1 MUC-Zaun; einheitlich Wachs von Honigwaben unter.
2013	2 MUC-Zaun, 1** MUC-nah, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	** : Mischprobe wie 2012; einheit. Wildbauwachs untersucht
2014	2 MUC-Zaun, 1 MUC-nah, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	ab 2014 3 MUC-Standorte getrennt untersucht und Wildbauwachs einheitlicher Zeiträume
2015	2 MUC-Zaun, 1 MUC-nah, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	-
2016	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	3. Standort am Flughafenzaun ersetzt MUC-nahen Standort
2017	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	ab 2017 Pollenproben einheitl. aus mehreren Einzelproben
2018	3*** MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	***: neuer MUC-Zaun Standort statt 1 Standort von 2008
2019	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	neuer MUC-Zaun Standort fortgeführt seit 2018
2020	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FST	4 FST	4 FT	6 FT, 6 ST	Pollen- und Wachsproben als FT+ST Mischproben analysiert
2021	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FST	4 FST	4 FST	6 FT, 6 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert
2022	4 MUC-Zaun, 1 flughafennah, 3 AIC*	4 FST	4 FST	6 FST	7 FT, 7 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert, von 3 MUC-Zaun + AIC und von 4. MUC-Zaun Honig-Mischprobe
2023	4 MUC-Zaun, 1 flughafennah, 3 AIC*	4 FST+1FT (MEM: ST-Proben nicht möglich)	5 FST (Wachs wie Pollen nicht von HFF)	6 FST	8 FT, 8 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert, von 4 MUC-Zaun + 1 flughafennah + AIC und von 4. MUC-Zaun Honig-Mischprobe
2024	4 MUC-Zaun, 1 flughafennah, 3 AIC*	5 FST	5 FST (Wachs wie Pollen nicht von MAN)	6 FST	8 FT, 8 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert, von 4 MUC-Zaun + 1 flughafennah + AIC und von 4. MUC-Zaun Honig-Mischprobe
2025	4 MUC-Zaun, 1 flughafennah, 3 AIC*	4 FST+1FT (MEM: ST-Proben nicht möglich)	5 FST (Wachs wie Pollen nicht von HFF)	6 FST	8 FT, 8 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert, von 4 MUC-Zaun + 1 flughafennah + AIC und von 4. MUC-Zaun Honig-Mischprobe

Im Jahr 2023 übernahm ein neuer Imker den Flughafenstandort MEF, so dass der langjährige Flughafenimker an seinen drei Standorten HFF, MFS und MAN die Umstellung auf „Bio“ abschließen konnte. Für die Erweiterungen wurde das „rollierende“ System fortgeführt: Pollen, Wachse und Honige wurden weiterhin als Mischproben untersucht, nur an einem etablierten Standort (in 2023 HFF, in 2024 MAN, in 2025 wieder HFF aufgrund des dort beschränkten Nahrungsangebots – Trachtpflanzen – für die Bienen) blieben sie auf Honig beschränkt und von diesem wurde jeweils auch kein Bio-Flughafenhonig abgefüllt. Den Umfang des Honigmonitorings am Flughafen München 2008–2025 fasst die oben stehende Tabelle 1.3-1 zusammen.

Die Beschreibung von Untersuchungskonzept und -methoden sowie Bewertungsgrundlagen findet sich in Kapitel 2. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchungen 2025 sind in Kapitel 3 dargestellt, einschließlich vergleichender Bewertung im Umgriff über die Jahre 2018–2025 (farbig unterlegt in Tabelle 1.3-1), mit einheitlichen Standorten am Flughafen bis 2021 sowie Einführung eines neuen flughafen-nahen Standorts und eines unmittelbaren Flughafenstandorts in den Vergleich ab 2022.

Als **Auswirkung der Coronapandemie** war das Verkehrsaufkommen aller Verkehrsträger ab dem Frühjahr 2020 zurückgegangen. Das Flugverkehrsaufkommen am Flughafen München verzeichnete einen besonders drastischen Rückgang um rund 90 % in den Monaten April bis Juni und um rund 70 % von Juli bis Oktober 2020 gegenüber dem Vergleichszeitraum 2019 (FMG Verkehrsbericht 2020).

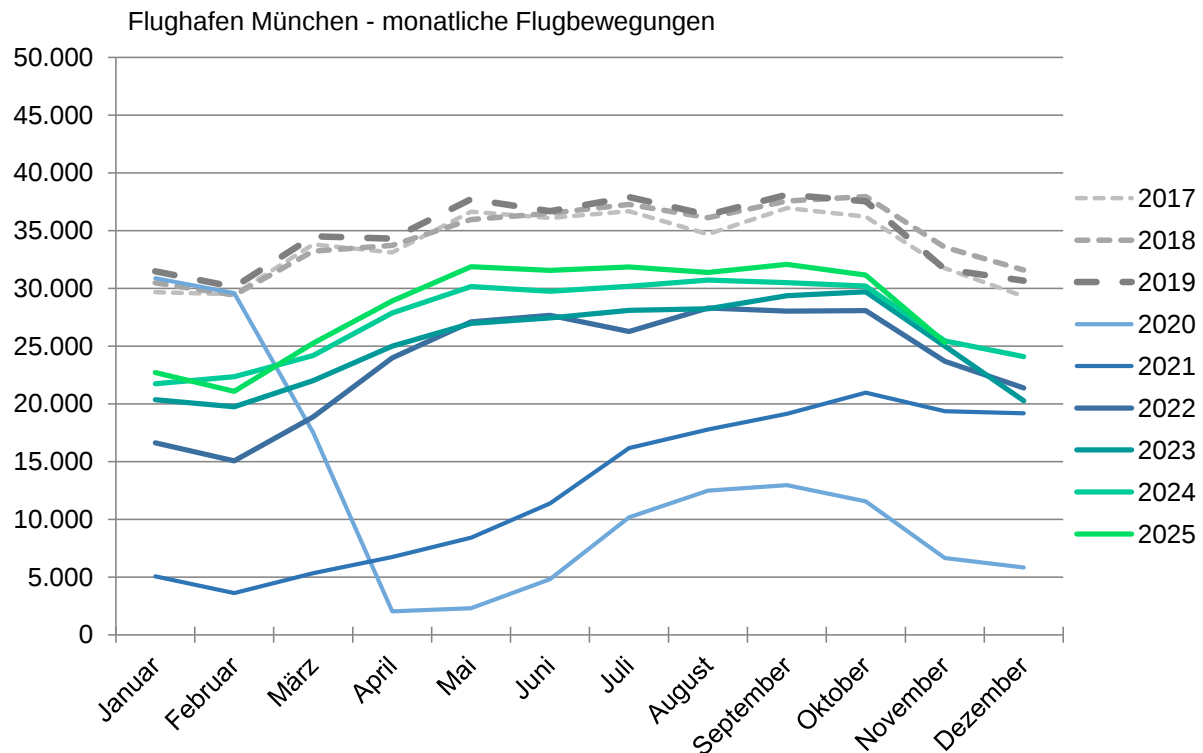


Bild 1.3-1: Flugbewegungen 2020–2025 im Vergleich zu den Vorjahren

Früh- und Sommertrachtperioden (ungefähre Zeiträume) sind in der Grafik farbig unterlegt. [Datenquelle im Internet: <https://www.munich-airport.de/verkehrszahlen-88506>, Stand 02.11.2025]

Im Jahr 2021 war das Flugverkehrsaufkommen in den Monaten April und Mai noch rund 80 % geringer als 2019 und stieg bis Oktober 2021 an – auf ein Niveau von rund 40% weniger als im Vergleichszeitraum 2019 (FMG Verkehrsbericht 2021). Im Jahr 2022 war dann das Flugverkehrsaufkommen während der Monate April und Mai (Frühtrachtperiode der Bienen) und während der Monate Juni und Juli (Sommertrachtperiode) auf rund 70% des Niveaus der Vor-Corona-Jahre 2018 und 2019 zurückgekehrt (Flugbewegungen in Bild 1.3-1). Das Flugverkehrsaufkommen stieg 2023 auf 73 % und 2024 auf 79 % gegenüber 2018 und 2019 (Verkehrsberichte 2023, 2024). In 2025 lagen die monatlichen Verkehrszahlen durchschnittlich rund 3 % über denen der Vorjahresmonate. Die Start- und Landebahn (SLB) Süd des Münchner Airports war vom 4. Mai bis 15. Juli 2020 gesperrt und die SLB Nord vom 16. Juli bis 3. August 2020. In diesen Zeiträumen waren an den Pisten umfangreiche Sanierungsarbeiten durchgeführt worden. In 2021 war die SLB Süd vom 1. Mai bis 6. August gesperrt und die SLB Nord vom 7. August bis 2. Oktober. In den Jahren 2022, 2024 und 2025 fanden keine größeren Sanierungsarbeiten statt.

2 Untersuchungskonzept und -methoden

Das Honigmonitoring wird seit 2008 kontinuierlich durchgeführt, wobei Bienenvölkerstandorte teilweise wechselten. Seit 2018 sind die Standorte am Flughafen – HFF, MFS, MEF – konstant. Im Jahr 2022 kam noch ein vierter Flughafenstandort hinzu – MAN – und ein flughafennaher Standort –MEM (Kapitel 2.1), der 2023 voll integriert wurde. Seit 2018 entspricht die Probennahme der aktuellen Vorgehensweise (Kapitel 2.2). Das untersuchte Stoffspektrum bildet Luftverunreinigungen ab, die durch den Betrieb des Flughafens emittiert werden können (Kapitel 2.3).

Der Flughafen München ließ Pollen, Wachs und Honig von der Eurofins Food Testing Süd GmbH Tübingen (vormals als Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH firmierend) auf Metalle und Eurofins Ökometric GmbH (vormals als ÖKOMETRIC GmbH – Bayreuther Institut für Umweltforschung firmierend) auf PAK analysieren. In 2024 wurde wegen der Schließung der Eurofins Food Testing Süd GmbH ein routiniertes Nachfolgelabor betraut. Nach erfolgreicher Prüfung, ob mit den vergleichbaren Verfahren und Analysenempfindlichkeiten die Fortführung der Analysenqualität gewährleistet ist und ebenfalls erfolgreichen Vergleichsanalysen, übernahm die AGES in 2024 die Metallanalysen, die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, das Nationale Referenzlabor für Metalle und Stickstoffverbindungen in Futter- und Lebensmitteln in Linz. Die AGES verfügt über ebenfalls jahrelange Erfahrungen beim Biomonitoring. Die empfindlichen, standardisierten und normierten Metall- und PAK-Verfahren werden in Kapitel 2.4 vorgestellt.

Darüber hinaus wurden die am Flughafen München gewonnenen Honige von

- der Bayerischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau (LWG) in Veitshöchheim auf allgemeine Qualitätsvorgaben nach Honig-Verordnung und Deutschem Imkerbund geprüft und
- der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim auf Rückstände von Pestiziden und *Varroaziden* nach Rückstands-Höchstmengenvorgabe.

Die Ergebnisse werden im Rahmen dieses Berichts einer fundierten Einordnung zugeführt. Dazu wird ein Vergleich mit dem flughafenfernen Referenzgebiet vorgenommen (Wäber et al. 2016) und mit Vergleichswerten anderer Monitorings. Über Beurteilungswerte (Kapitel 2.5) wird soweit möglich der Bezug zum Schutzgut Mensch hergestellt – und zur

- Kernfrage: Kann der Honig der Flughafen-Bienen ohne Bedenken genossen werden?

Betraut mit der Konzeption, Berichterstattung und gutachterlichen Bewertung ist Dr. Monica Wäber – UMW Umweltmonitoring in Sauerlach.

2.1 Standorte

Das **Untersuchungsgebiet** ist der Flughafen München mit seinem Umland.

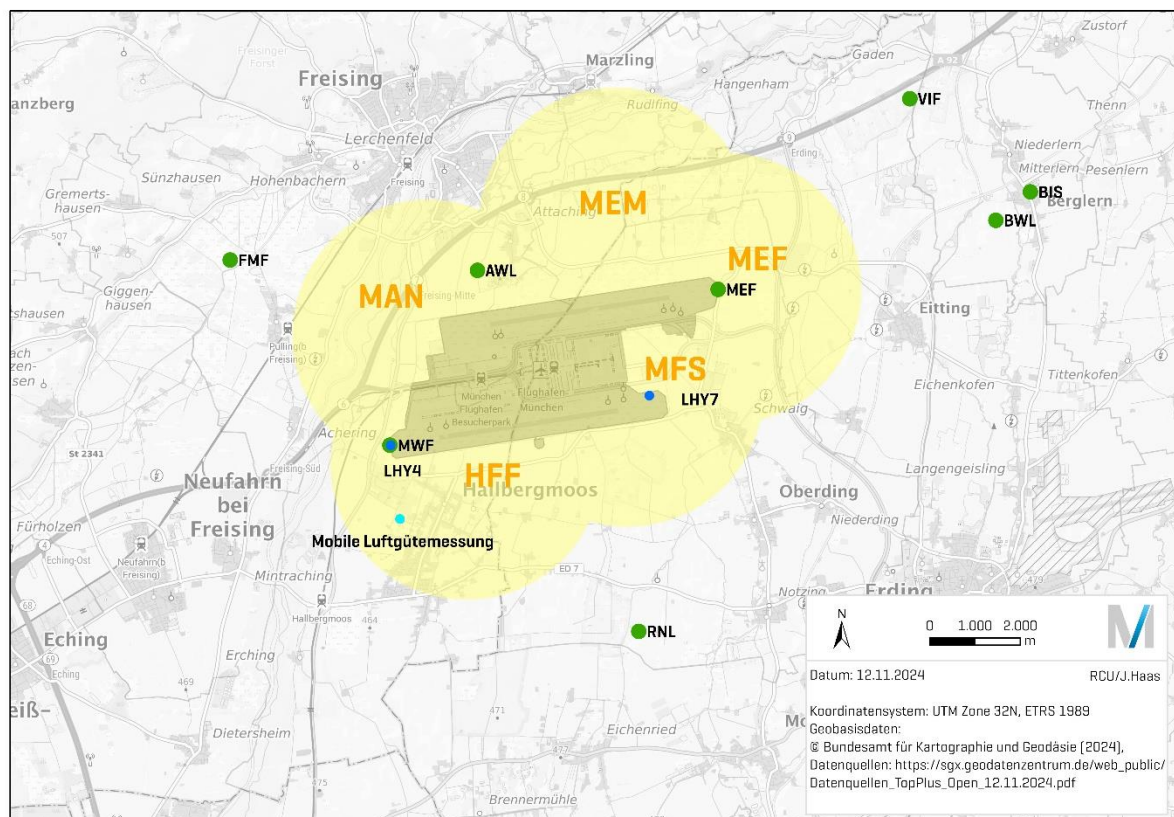
Das **Referenzgebiet** ist das ähnlich strukturierte Gebiet um Aichach (AIC) abseits vom Flugverkehr. Dort wurden Proben von Bienenvölkern von drei Standorten als Referenz-Mischproben untersucht.



Bild 2.1-1: „Flugwolken“ (dunkelgrün) der Bienenvölker, schematisch, und Honigmonitoring-Standorte im Kontext der Luftgütemessungen des Flughafens München 2025

Flugwolken links, Honigmonitoring-Standorte am Flughafen München unten:

- Flugwolke der Bienenvölker HFF, MFS, MEF, MAN des Flughafens, ● stationäre und ● mobile Luftgütemessstationen, ● Biomonitoring-Untersuchungen [Karten: Flughafen München GmbH]



Die **Bienenvölkerstandorte** werden in Tabelle 2.1-1 beschrieben: die unmittelbar am Flughafen München seit 2018 etablierten HFF, MFS, MEF und der in 2022 neu eingerichtete Standort MAN, der ab 2022 probeweise und 2023 voll integrierte flughafennahe Standort MEM sowie die Standorte im Referenzgebiet AIC (in Tabelle 1.3-1 in Kap. 1.3 farbig unterlegt). Eine Übersicht über deren Lage geben die nachfolgende Karten (Bild 2.1-1): Standorte mit theoretischen Flugwolken der Bienenvölker im Radius 3 km, am Flughafen München zusammen mit Luftgüte-Messstationen und Biomonitoring-Messpunkten. Auf der Titelseite ist exemplarisch der Bienenvölkerstandort MFS am Flughafen München abgebildet.

Tabelle 2.1-1: Übersicht über die Bienenvölkerstandorte 2018–2025

Standorte und Zeitraum	Kürzel	Lage der Standorte	Standortbeschreibung
Flughafen München seit 2008	HFF	Helfenbrunn Hallbergmoos, am Flughafen im Westen (Richtung Freising) der Süd-Start-/Landebahn (SLB)	unmittelbarer Flughafenstandort, 400 m vom Westende der Süd-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Flughafen München seit 2013	MEF	am Flughafen im Osten (Richtung Eitting, Landkreis Erding) der Nord-Start-/Landebahn	unmittelbarer Flughafenstandort, rund 1 km vom Ostende der Nord-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Flughafen München seit 2018	MFS	nahe Flughafen im Osten (Richtung Eitting, Landkreis Erding) der Süd-Start-/Landebahn (nahe Aussichtshügel Süd)	unmittelbarer Flughafenstandort, 500 m vom Ostende der Süd-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Flughafen München seit 2022	MAN	nahe Flughafen im Nordwesten (Richtung Aichach) der Nord-Start-/Landebahn (nahe Aussichtshügel Nord)	unmittelbarer Flughafenstandort, rund 1 km vom Westende der Nord-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
flughafennah seit 2022	MEM	nahe Flughafen, rund 2 km nördlich der Nord-Start-/Landebahn	flughafennaher Standort im Eittinger-Moos 2 km nördlich der Nord-SLB, von Feldern, Wiesen und Gehölz umgeben
Aichach seit 2008 bis 2019: AAI, AKO, ASI; seit 2020: ASI, ALN, ATN	AIC	Umgebung von Aichach, rund 50 km nordwestlich des Flughafens München AAI bei Aichach; AKO bei Klingen-Obermauerbach, ASI bei Sulzbach, ALN bei Latzenhausen, ATN bei Tödenried	Referenzgebiet ähnlich strukturiert, aber abseits vom Flugverkehr AAI siedlungsnah, AKO naturnah, ASI industrienah, ALN naturnah, ATN naturnah

2.2 Pollen-, Wachs- und Honigproben

Die **Vitalität** der Bienenvölker wurde stets anhand eines Erhebungsbogens vom Imker dokumentiert.

Im Jahr 2025 wurden wie in den Vorjahren Pollen-, Wachs und Honigproben der Trachten Früh- und Sommertracht von den Standorten HFF, MEF, MFS und AIC gewonnen sowie vom vierten Flughafenstandort MAN und vom flughafennahen Standort MEM. Ausnahmen bildeten MEM-Pollen, der nur aus der Frühtracht stammte sowie von HFF ausschließlich Honigproben (aufgrund rollierenden Systems vgl. Kap. 1.3: Aussetzen je eines Standorts bei Pollen- und Wachsanalysen). Die Standardproben wurden jeweils als **Mischproben der Früh- und Sommertracht** auf Metall- und PAK-Gehalte analysiert (wie seit 2020, davor waren die Proben nach Trachten getrennt analysiert worden). Die Ergebnisse 2025 bilden den Schwerpunkt dieses Berichts.



Bild 2.2-1: Pollenfallen vor den Fluglöchern
(© Foto oben: Bruno Willing)



Bild 2.2-2: Flughafen-Pollenernte
(© Foto: Markus Strutz)



Bild 2.2-3: Pollenstichproben von MEF 2024
(3 Früh- und 3 Sommertrachtproben)

Pollenproben wurden 2017-2022 einheitlich aus mehreren Pollen-Stichproben (meist 3) pro Standort und Tracht zu einer Mischprobe vereint, seit 2023 aus je 3 Pollen-Stichproben aus beiden Trachten. Die Pollen-Stichproben werden während der Trachtperiode jeweils an einem bis wenigen Tagen gewonnen. An den, am Einfugloch des Bienenstocks angebrachten Pollenfallen wird der Pollen von den Beinen abgestreift, wenn die Bienen durchschlüpfen (Titelbild unten rechts und Bild 2.2-1 bis Bild 2.2-3). Die Pollenfallen bestehen einheitlich aus Kunststoff-Lochplatten. Pollen aus dem Referenzgebiet stammte seit 2020 vom Einzelstandort ASI Sulzbach (bis 2019 von AAI Aichach) – seit 2023 aus beiden Trachten.

Wachsproben werden seit 2013 von Drohnenwaben gewonnen, die an den verschiedenen Standorten in weitestmöglich einheitlichen Zeiträumen (möglichst den gesamten Trachtzeitraum) im Bienenstock verbleiben (z. B. Bild 2.2-5). Dazu hängen die Imker jeweils einen leeren Rahmen an gleicher

Position in den Bienenstock und die Bienen produzieren die Drohnenwaben in Wildbau. Bei Proben aus Aichach handelt es sich um Mischproben aller drei Standorte.



**Bild 2.2-4: Nach der Wachsproben-
nahme am Standort MEF 2021**
(© Foto: Bruno Willing)



**Bild 2.2-5:Frühtracht-Drohnenwaben vom Standort
MEM 2023 (links bebrütet, rechts unbebrütet mit Honig)**

Honigproben wurden für jeden Standort auf Metall- und PAK-Gehalte analysiert. Sie wurden nach dem Schleudern und groben Sieben direkt in handelsübliche Gläser abgefüllt (nicht erhitzt und cremig gerührt, Beispiele in Bild 2.2-6 bis Bild 2.2-8). Das Untersuchungsergebnis ist so einem Bienenvölkerstandort und dem Fluggebiet der Bienen während der jeweiligen Trachtperiode zuzuordnen. Bei den Proben aus dem Referenzgebiet Aichach handelte es sich um Mischproben aller drei dortigen Standorte: Diese Analysenergebnisse repräsentieren daher die Situation im Referenzgebiet.



**Bild 2.2-6: Sommertracht-Ho-
nigprobe von Latzenhausen**



**Bild 2.2-7: Sommertracht-Ho-
nigprobe von Sulzbach**



**Bild 2.2-8: Sommertracht-Ho-
nigprobe von Töddenried**

Die Bilder zeigen Sommertracht (ST) Honige aus dem Referenzgebiet Aichach 2022, die je nach Trachtangebot unterschiedlich in Aussehen, Geschmack und Konsistenz ausfallen.

Für die **Untersuchungen auf Qualität und Pestizidrückstände** wurden die Früh- und Sommertrachthonige aus dem Untersuchungsgebiet nach dem Schleudern und groben Sieben verzehrfertig aufbereitet (fein gefiltert und ggf. cremig gerührt). Tabelle 1.3-1 in Kapitel 1.3 gibt einen Überblick über sämtliche Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Honigmonitoring des Flughafens München seit 2008.

2.3 Stoffe und Parameter

Tabelle 2.3-1: Als typische Luftverunreinigungen untersuchte, persistente (langlebige) Stoffe

10 (Schwer-)Metalle und Metalloide, kurz: Metalle				
Antimon (Sb)	Blei (Pb)	Chrom (Cr)	Kupfer (Cu)	Quecksilber (Hg)
Arsen (As)	Cadmium (Cd)	Eisen (Fe)	Nickel (Ni)	Zink (Zn)
16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe nach EPA mit <u>schwerer flüchtigen</u>, fett: PAK4				
Naphthalin (NAP)	Phenanthren (PHE)	<u>Benzo[a]pyren (BaP)</u>		
Acenaphtylen (ACY)	Anthracen (ANT)	<u>Benzo[a]anthracen (BaA)</u>		
Acenaphthen (ACE)	Fluoranthen (FLU)	<u>Benzo[b]fluoranthen</u>		
Fluoren (FLE)	Pyren (PYR)	<u>Chrysen (CHR)</u>		
	Dibenzo[a,h]anthracen (DBahA)			
	Benzo[g,h,i]perylene (BghiP)			
	Indeno[1,2,3,cd]pyren (INP)			

Die **Metalle** gelangen aus vielen Quellen in die Umwelt, z. B. aus Quellen im Verkehr, Staubverwehungen von versiegelten Flächen, landwirtschaftlichen Aktivitäten, industriellen Prozessen. Für folgende Metalle können Verkehr und Flughafenbetrieb Quellen sein:

- Bremsabrieb als vorrangiger Quelle von Chrom (Cr), Blei (Pb), Antimon (Sb) und Zink (Zn),
- Abrieb und Verschleiß der Fahrzeuge und der Fahrbahn als vorrangige Quelle von Eisen (Fe),
- Abgase als Quelle von Cr, Nickel (Ni), Pb (BayLfU 2019).

Für Arsen (As), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) stellen Verkehr und Flughafenbetrieb keine direkten Quellen dar. Sie wurden untersucht, weil sie ökotoxisch (umweltgiftig) wirken können.

Antimon (Sb) wird wie Arsen als krebserregend eingestuft (Savory & Wills 1984; Dietl et al. 1998). Höchstgehalte in Lebensmitteln sind nicht festgelegt.

Arsen (As) ist Bestandteil von Flugasche aus der Kohleverbrennung, ebenso wie Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber (Siewers und Herpin 1998, Rentz und Martel 1998). Arsen kann aber auch aus industriellen Produktionsprozessen, Müllverbrennung und Düngieranwendungen stammen (BayLfU 2019). Hohe Arsengehalte in den Böden des Erdinger, Freisinger und Dachauer Mooses sind eine geologische Besonderheit. Dieses geogene (natürlicherweise aus dem Boden stammende) Arsen kann durch Erdbewegungen bei landwirtschaftlicher Aktivität und Bautätigkeit in die Luft gelangen. Arsen hat wie Antimon ökotoxikologische Bedeutung, weshalb in Verordnung (VO) 2015/1006/EU 2016 für Reis-Lebensmittel – nicht für Honig – Höchstgehalte von 0,1–0,3 mg/kg festgesetzt waren und nach wie vor sind (diese VO wurde wie alle Fortschreibungen von VO 1881/2006 seit 2023 durch VO 2023/915/EU abgelöst; Beurteilungswerte in Kap. 2.5).

Blei (Pb) gelangt aus Kohleverbrennung und vornehmlich bei der Bodenbearbeitung aus früheren Einträgen wieder in die Umwelt; zudem kann es aus Mineraldüngern oder Klärschlamm stammen (Rentz und Martel 1998, UBA 2014) sowie aus Bremsabrieb und Motorverschleiß (BayLfU 2019). An manchen Flughäfen wird bleihaltiger Kraftstoff getankt (in Kleinflugzeuge; mündliche Mitteilung SWAH Krüger) – nicht am Flughafen München (mündliche Mitteilung, RCUK Flughafen München GmbH). Aufgrund der ökotoxischen Bedeutung und Anreicherung über die Nahrungskette (Umweltatlas Hessen 2005) legt Verordnung 2023/915/EU Höchstgehalte in Lebensmitteln und spezifisch in Honig fest (Tabelle 2.5-1): für Nahrungsergänzungsmittel 3 mg/kg und seit 2016 geltend für Honig 0,10 mg/kg.

Cadmium (Cd) stammt vornehmlich aus der Steinkohleverbrennung (Rentz und Martel 1998), Zinkverhüttung und Kunstdüngereinsatz (z. B. Merian 1984). Aufgrund seiner ökotoxikologischen Bedeutung hat die EU z. B. einen Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 1 mg/kg OS festgelegt (VO 2023/915/EU) und das österreichische Bundesministerium für Gesundheit einen vorsorglichen Aktionswert für Honig von 0,050 mg/kg OS erlassen (ÖBMG 2015, Tabelle 2.5-1).

Chrom (Cr) gelangt, neben industriellen Anwendungen, aus dem Verkehr in die Umwelt (UBA 2025): vor allem aus dem Straßenverkehr – wie Antimon aus Bremsbelägen (Peichl et al. 1994). Als Spurenelement ist Chrom lebensnotwendig. Für die toxischen Eigenschaften „sind die sechswertigen Chromverbindungen verantwortlich. Sie wirken ätzend auf Haut und Schleimhaut, können u. a. Leber- und Nierenschäden verursachen und haben karzinogene [krebserregende] Wirkung“ (Umweltatlas Hessen 2005). Beim Honigmonitoring wird Chrom_{gesamt} analysiert.

Eisen (Fe) kann aus dem Verkehr stammen (BayLfU 2019), zugleich gilt Eisen neben Zink als Indikator für den geogenen wie anthropogenen (vom Menschen verursachten) Staubeintrag. Es ist das wichtigste Gebrauchsmetall überhaupt und ein wichtiges Spurenelement für Organismen (im Blutfarbstoff Hämoglobin enthalten). Höchstgehalte in Lebensmitteln sind nicht festgelegt.

Kupfer (Cu) stammt, neben industriellen Prozessen, vornehmlich aus dem Kfz-Verkehr: aus Bremsbelag- und Reifenabrieb (BayLfU 2019). Kupfer ist als Spurenelement lebensnotwendig. Es besitzt andererseits auch ökotoxische Eigenschaften.

Nickel (Ni) kann z. B. aus Steinkohleverbrennung (Rentz und Martel 1998), Bergbau, industriellen Prozessen und Kfz-Verkehr stammen – laut Umweltbundesamt etwa zur Hälfte aus Energiegewinnung und rund ein Drittel vom Straßenverkehr (UBA 2025). Im menschlichen Organismus kommt Nickel als Spurenelement vor. In höheren Konzentrationen kann es allergische Hautreaktionen und die Reizung der Atemwege bewirken. Nickel und manche seiner Verbindungen sind als karzinogen eingestuft.

Quecksilber (Hg) stammt in partikel- und gasförmiger Form vor allem aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas zur Energiegewinnung (UBA 2014, UBA 2025). Wegen seiner ökotoxischen Bedeutung sind in der EU Höchstgehalte festgelegt, beispielsweise in Nahrungsergänzungsmitteln 0,10 mg/kg OS; seit 2018 gilt ein Höchstgehalt für Quecksilberverbindungen von 0,010 mg/kg OS für Honig und sonstige Imkereierzeugnisse (VO 2018/73/EU; Tabelle 2.5-1).

Zink (Zn) gilt wie Eisen als Indikator für den Staubeintrag. Anthropogene Quellen können Korrosionsschutz, Reifen, Bremsen und Motoröl, Straßenbelag und Düngemittel in der Landwirtschaft sein (Hüffmeyer 2007, BayLfU 2019). Einerseits ist Zink ein wichtiges Spurenelement für den Menschen, andererseits kann es negativ auf Gewässer und Ökosysteme wirken (Hüffmeyer 2007).

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen bei unvollständiger Verbrennung organischer Materialien wie Holz, Kohle oder Ölprodukte. Sie stammen zu mehr als 80 % aus häuslichen Kleinf Feuerungsanlagen (Hausbrand), zudem aus Feuerungsanlagen im Gewerbe, aus Industrieprozessen sowie zu 2 % aus dem Verkehr (UBA 2016). Verkehrsabgase und der Flughafenbetrieb (Rückstände aus dem Kerosin) stellen kontinuierliche PAK-Quellen dar, während die Hauptquelle – Hausbrand – saisonal relevant hervortritt. Die etwa 10.000 bekannten PAK-Verbindungen bestehen aus zwei bis sieben Ringen von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen; je mehr Ringe vorhanden sind, umso stabiler sind sie und reichern sich besser im Fettgewebe von Organismen an (UBA 2016).

16 EPA-PAK werden in der Regel aufgrund ihrer Häufigkeit und Umweltrelevanz stellvertretend untersucht. Sie wurden von der US Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) als „prioritäre

Schadstoffe⁴⁵ klassifiziert (VDI 3957/2). Als stark krebserregend gelten z. B. Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen und Indeno[123-cd]pyren (Streit 1991, Meek et al. 1994).

PAK4, die Summe der vier Verbindungen Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthen und Chrysen, bewertet Kontaminanten (unerwünschte Stoffe) in Lebensmitteln (VO 2023/915/EU).

Benzo[a]pyren (BaP) als eine der PAK4-Verbindungen gilt als Leitsubstanz der PAK, weil sie besonders stark krebserregend ist. Die seit 2016 für Nahrungsergänzungsmittel, die „Propolis und Gelée Royale [...] enthalten“, festgelegten Höchstgehalte können auf Pollen bezogen werden (VO 2023/915/EU; Tabelle 2.5-1):

- 10 µg/kg OS als Höchstgehalt für BaP und
- 50 µg/kg OS als Höchstgehalt für PAK4.

Pestizide – Rückstände von Varroabekämpfungsmitteln, Insektiziden, Fungiziden – wurden in den Honigen ebenfalls untersucht. Neben Luft- und Umweltschadstoffen kann auch der Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft als Ursache für Rückstände in Honig in Frage kommen.

Qualität – die sogenannte Sortenbestimmung als zusätzliche Honiguntersuchung dient dazu zu prüfen, ob der Honig den Anforderungen der Honig-Verordnung (HonigV) an die Qualität und den strengen Anforderungen des Deutschen Imkerbunds (DIB) entspricht. Sie beinhaltet:

- sensorische Beschreibung,
- Bestimmung des Wassergehaltes,
- Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit,
- Pollenanalyse als botanische Herkunftsbestimmung der nektarliefernden Pflanzen,
- Sortenempfehlung.

⁵ Aufgrund seiner Flüchtigkeit ist Naphthalin (NAP) als eine der 16 PAK-Verbindungen nur mit eingeschränkter Zuverlässigkeit bestimmbar. In den insgesamt sehr niedrigen Bereichen von PAK-Gehalten in Honig ist ein gewisser NAP- Hintergrundwert kaum vermeidbar und sollte bei der Betrachtung der Summenwerte 16 PAK berücksichtigt werden.

2.4 Analysenverfahren und Bestimmungsgrenzen

Für die **Metall-Bestimmungen** wurden die Pollen-, Wachs- und Honigproben unter Hochdruck mit konzentrierter Salpetersäure bis zur vollständigen Mineralisierung aufgeschlossen. Bestimmungen erfolgten aus der Aufschlusslösung nach DIN EN 15763 mit ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) gegen externe Kalibrierung mit Matrix angepassten Standards. Das Nachfolgelabor AGES (vgl. einleitend Kap. 2) führt seit 2024 ein vergleichbares analytisches Verfahren durch: Die homogenisierten Proben werden gemäß EN 13805 unter Hochdruck mit konzentrierter Salpetersäure zur vollständigen Mineralisierung aufgeschlossen. Die Bestimmung aus der erhaltenen Aufschlusslösung erfolgt nach EN 15763 und EN ISO 17294-2 mit ICP-MS gegen externe Kalibrierung mit Matrix angepassten Kalibrierlösungen und internen Standards. Dabei konnten die Bestimmungsgrenzen (BG) nochmals, teilweise deutlich abgesenkt werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die eingehaltenen BGs in mg/kg OS (Originalsubstanz als Bezugsgröße für die Konzentration; je nach Einwaage in 2024 und 2025 leicht unterschiedlich; Tabelle 2.4-1).

Tabelle 2.4-1: Aktuelle analytische Bestimmungsgrenzen für Metalle und PAK

Bestimmungsgrenzen	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sb	Zn	PAK
	mg/kg OS (Originalsubstanz)										µg/kg
Pollen, Wachs, Honig bis 2023	0,013	0,0025	0,025	0,025	0,10	0,013 0,0050	0,025	0,025	0,013	0,13	0,10
Pollen, Wachs, Honig 2024 / 25	0,0043 0,0050	0,0017 0,0015	0,0011 0,0010	0,025	0,10	0,0032 0,0030	0,013 0,015	0,0021 0,0025	0,0032 0,0040	0,13	0,10

Die **PAK-Bestimmung** erfolgte nach Extraktion der homogenisierten Proben am Soxhlet. Die Proben wurden mittels Kieselgelsäule und GPC (Gelpermeationschromatographie) aufgereinigt. Die PAK-Bestimmung wurde in Anlehnung an DIN ISO 12884 (2000) mittels hochauflösender Gaschromatographie (HRGC), massenselektiver Detektion (MSD, niederauflösende Massenspektrometrie) sowie unter Verwendung der Isotopenverdünnungsmethode durchgeführt. Zur Extraktion wurden deuterierte (mit Deuterium-Isotopen markierte) Standards eingesetzt. Die Kontrolle der Wiederfindungen erfolgte gegen d10-Pyren als Surrogat-Standard. Die analytische Bestimmungsgrenze für jede der 16 PAK-Einzelverbindungen beträgt 0,10 µg/kg OS. Ein Mikrogramm entspricht einem Tausendstel Milligramm (1 µg = 0,001 mg; Tabelle 2.4-1).

Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze:

Damit Messwerte unterhalb BG in die Darstellungen und Summenberechnungen einbezogen werden können, wird für sie in der Regel die Hälfte der Bestimmungsgrenze als Zahlenwert eingesetzt (z. B. Richtlinienreihe 3957 für Biomonitoring). In den Darstellungen sind die BGs benannt und Werte kleiner BG in den Ergebnistabellen mit kursiver Schrift gekennzeichnet.

2.5 Maßstäbe zur Ergebnisbeurteilung

Honigqualität:

Umweltverschmutzung, der Einsatz von Pestiziden und nicht fachgerechte Maßnahmen im Betriebsablauf einer Imkerei könnten Ursachen für Rückstände in den Bienenprodukten sein (Bogdanov 2006) und die Honigqualität beeinträchtigen. Die Partnerimker des Flughafens München sind dem Deutschen Imkerbund (DIB), dem Bayerischen Bienenzüchterverband und / oder der Vermarktungsgemeinschaft Freisinger Land angeschlossen. Ihre Honige sind nach der Hygieneverordnung gewonnen, gelagert und abgefüllt (LMHV 2016). Die Honig-Verordnung (HonigV) definiert unter anderem die Anforderungen an die Beschaffenheit und die Kennzeichnung von Honig. Beim Honigmonitoring wird die Honigqualität von der LWG geprüft: Zucker- und Wassergehalt, Anteil an wasserunlöslichen Stoffen, Gehalt an freien Säuren, an Hydroxymethylfurfural und Diastase als natürliche Inhaltsstoffe. Rückstände aus den Verfahrensschritten bei der Ernte des Honigs werden durch die Verwendung von Edelstahl- und Kunststoffmaterialien sowie Holz vermieden. Die Partnerimker lassen ihre Produkte zudem von der Landesanstalt für Bienenkunde Hohenheim auf Pestizidrückstände (gemäß VO (EG) 470/2009) untersuchen (Kapitel 3.2).

Referenzgebiet:

Die Bewertung, ob ein Flughafeneinfluss⁶ erkennbar ist, erfolgt primär durch den Vergleich zwischen Ergebnissen aus dem Flughafenumfeld mit dem Referenzgebiet ohne Flughafeneinfluss (Wäber et al. 2016; Standorte: Kapitel 2.1, Ergebnisse: Kapitel 3 ff.).

Vergleichswerte weiterer Referenzstandorte:

Die Metalle und 16 PAK werden auch in anderen Honigmonitorings untersucht, v. a. im verfahrensgleichen *Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel*. Der dortige Referenzstandort BRS liegt im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin im Norden Brandenburgs und wurde ab 2012 untersucht⁷ (Wäber und Pompe 2025). Verfügbare Vergleichswerte dieser und anderer Honigmonitorings können zur vergleichenden Bewertung herangezogen werden.

Höchstgehalte:

Honig gilt als naturreines Lebensmittel. Pollen wird als Nahrungsergänzungsmittel verwendet. Der Vergleich mit Höchstgehalten als Beurteilungswerten dient der Risikoabschätzung. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit begrenzen Lebensmittel-Höchstgehalte gemäß EU-Verordnungen den Gehalt unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln auf toxikologisch vertretbare Werte. Folgende Höchstgehalte können als Beurteilungswerte direkt angewendet werden (Tabelle 2.5-1):

- Für **Blei in Honig** gilt seit 2016 ein Höchstgehalt von 0,10 mg/kg (VO 2023/915/EU).
- Für **Quecksilberverbindungen in Honig und in sonstigen Imkereierzeugnissen** gilt seit 2018 ein Höchstgehalt von 0,010 mg/kg (VO 2018/73/EU). Dieser Quecksilber-Höchstgehalt kann auch auf **Pollen** als Imkereierzeugnis bezogen werden.

⁶ Ein punktgenauer Emittentennachweis schließt sich aus, da Bienen flächenbezogene Sammler sind (Kap. 1.2) und die untersuchten Luftverunreinigungen aus weiteren Quellen als dem Flughafenbetrieb stammen können.

⁷ Honige von BRS wurden 2012–2014 vom Labor Müller-BBM GmbH analysiert und ab 2015 von den Laboren, die seit 2008 die Proben des Honigmonitorings am Flughafen München analysieren sowie seit dem Start 2011 die Pollen- und Wachsproben des Bienenmonitorings der Berliner Flughäfen.

- Für **Benzo[a]pyren (BaP)** und **PAK4** – die Summe aus BaP, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren und Chrysen – als Leitsubstanzen der PAK sind seit 2016 für spezielle Nahrungsergänzungsmittel, unter anderem solche die „Propolis, Gelée Royale [...] enthalten“, also für Bienenprodukte, Höchstgehalte festgelegt (VO 2023/915/EU):
0,010 mg/kg bzw. 0,050 mg/kg. Sie können auf **Pollen** angewendet werden.

Tabelle 2.5-1: Höchstgehalte, orientierende Beurteilungswerte sowie Empfehlungswerte

Stoff	Höchstgehalt für Honig in mg/kg OS (VO 2023/915/EU)	
Blei	0,10	-
Stoff	Höchstgehalt für Honig und Imkereierzeugnisse in mg/kg OS (VO 2018/73/EU)	
Quecksilber	0,010	-
Stoff	Spannen aktueller Höchstgehalte in mg/kg OS (VO 2018/73/EU)	Aktionswerte (ÖBMG 2015)
Arsen	0,10 – strengster Wert für Reis zur Herstellung von Säuglingsnahrung bis 0,30 – für Reiskekse, -waffeln, -kräcker, -kuchen	-
Blei	3,0 – für Nahrungsergänzungsmittel: orientierend für Pollen	-
Cadmium	0,0050 – strengster Wert für Säuglingsnahrung auf Kuhmilchbasis bis zu 1,0 – für Nahrungsergänzungsmittel: orientierend für Pollen 3,0 – für Nahrungsergänzungsmittel aus Seetang	0,050 für Honig (kein deutsches Recht)
Verbindung/ Stoffgruppe	Spannen aktueller Höchstgehalte in µg/kg OS (VO 2018/73/EU)	
Benzo[a]pyren	1,0 – strengster Wert z. B. für Säuglingsnahrung bis zu 6,0 – für Muscheln (geräuchert) und 10 – für Nahrungsergänzungsmittel u. a. Propolis und Gelee Royale als Bienenprodukte: für Pollen anwendbar	-
Summe PAK4	1,0 – strengster Wert z. B. für Säuglingsnahrung bis zu 35 – für Muscheln (geräuchert) und 50 – für Nahrungsergänzungsmittel u. a. Propolis und Gelee Royale als Bienenprodukte: für Pollen anwendbar	-
Stoff	Empfehlungswerte für andere Lebensmittel in mg/kg OS	
Chrom	0,06 mg / Tag als Empfehlung für die tägliche Zufuhr je Nahrungsergänzungsmittel Produkt (BgVV 2002); 0,03–0,10 mg geschätzte angemessene Zufuhr pro Tag (DGE 2000) entspr. 3–10 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Honig/Tag	
Kupfer	1,0 mg / Tag als Empfehlung für die tägliche Zufuhr je Nahrungsergänzungsmittel-Produkt (BgVV 2002); 1–1,5 mg / Tag als Empfehlung für die gesamte Zufuhr pro Tag (DGE 2000)	
Zink	5 mg / Tag als Empfehlung für die tägliche Zufuhr je Nahrungsergänzungsmittel-Produkt (BgVV 2002); 7–10 mg / Tag als Empfehlung für die gesamte Zufuhr pro Tag (DGE 2000)	

OS: Originalsubstanz; Kleinschrift: nur hilfsweise orientierend, da für andersartige Lebensmittel als Honig oder Pollen gültig;
µg: Mikrogramm, ein Mikrogramm pro Kilogramm entspricht einem Tausendstel Milligramm pro Kilogramm;
Empfehlungswerte: für Chrom wäre der Beurteilungswert 6,0 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag als Nahrungsergänzungsmittel, für Kupfer 100 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag als Nahrungsergänzungsmittel und 100-150 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Honig/Tag, für Zink 500 mg orientierend bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag und 0,7–1 g/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Honig oder Pollen/Tag
Für die Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Stoffe auch über weitere Lebensmittel zugeführt werden;
Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht heranzuziehen, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten

Zur Orientierung hilfsweise heranzuziehende Beurteilungswerte:

Für weitere toxikologisch relevante Stoffe als Blei und Quecksilber liegen derzeit keine Höchstgehalte für Honig vor. Hier können Wertespanssen der Höchstgehalte, die die EU für diese Stoffe in andersartigen Lebensmitteln vorgibt, hilfsweise orientierend betrachtet werden (Tabelle 2.5-1):

- Für **Arsen** sind seit 2016 Lebensmittel-Höchstgehalte festgelegt, nicht für Honig, sondern für Reis-Lebensmittel (VO 2023/915/EU).
- Für **Cadmium** hat die EU Höchstgehalte in Lebensmitteln und Nahrungsergänzungsmitteln festgelegt. Für Honig wurde in Österreich ein Aktionswert zur höchst vorsorglichen Risikominderung für Cadmium von 0,050 mg/kg erlassen (ÖBMG 2015).
- Für **BaP** und **PAK4** können Höchstgehalte für bestimmte, im Wesentlichen fetthaltige Lebensmittel bis hin zu Nahrungsergänzungsmitteln (VO 2023/915/EU) hilfsweise für **Honig** herangezogen werden.

Für **Blei** und **Cadmium** können für **Pollen** orientierend Höchstgehalte, die die EU für andere Nahrungsergänzungsmittel festgelegt hat, herangezogen werden (Tabelle 2.5-1):

Immissionswirkungen oder Stoffrückstände, die in anderen Umweltproben oder Lebensmitteln ermittelt wurden und hilfsweise eine Orientierung geben können, welche Gehalte in anderen Lebensmitteln als „normal“ und welche als „hoch“ gelten können, sind folgende (Tabelle 2.5-1):

- Für **Chrom** empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2000) 0,030–0,10 mg als Schätzwerte für eine angemessene gesamte tägliche Zufuhr über die Nahrung für Jugendliche und Erwachsene. Das entspräche umgerechnet einem Gehalt von 3–10 mg/kg OS bei einem angenommenen Verzehr von 10 g Honig pro Tag. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Chrom auch über andere Lebensmittel zugeführt wird.
- Für **Kupfer** empfehlen die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2000) und EFSA (2015a) rund 1,5 mg für die gesamte tägliche Zufuhr über die Nahrung.
- Für **Zink** empfiehlt das BgVV eine Zufuhr von 7–10 mg pro Tag gemäß Deutscher, Österreichischer und Schweizer Gesellschaften für Ernährung (2002).

Beim Überblick über Höchstgehalte, Aktionswerte, orientierende Beurteilungswerte und Empfehlungswerte in Tabelle 2.5-1 und Tabelle 2.5-2 darf nicht außer Acht gelassen werden:

- Andere Lebensmittel als Honig und Pollen besitzen andersartige Eigenschaften und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Verzehrsmengen.
- Lebensmittelprüfungen im Sinne des Lebensmittelrechts bedienen sich teilweise anderer Analyseverfahren als das Honigmonitoring als Umweltuntersuchung.
- Besonders strenge Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht heranzuziehen, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten.

Tabelle 2.5-2: Orientierende Vergleichswerte und Beurteilungswerte für Pollen und Honig

Stoff in mg/kg	Mittelwerte ¹⁾ aus aktuellen Daten über das Vorkommen von Stoffen: gemäß Europäischer Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und Europäischem Informationszentrum für Lebensmittel (EUFIC)		Beurteilungswerte direkt oder hilfsweise: Höchstgehalte gem. VO 2018/73/EU und 2023/915/EU; Aktionswerte gem. ÖBMG 2015, kein deutsches Recht; aus Verzehrempfehlungen gem. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) und Deutscher Gesellschaft für Ernährung (DGE) abgeleitete Werte		
	Pollen / NEM pflanzlich	Honig / Zucker andere Lebensmittel	Pollen Nahrungsergänzungsmittel (NEM)	Honig	andere Lebensmittel
Antimon (Sb)	-	-	-	-	-
Arsen (As)	0,372 - 0,383 ¹⁾ (EFSA 2014)	0,029 - 0,032 ^{1)*} 0,013 - 0,02 ^{1)**} (EFSA 2014)	-	-	0,10-0,30 (VO 2023/915/EU für Reis-Lebensmittel)
Blei (Pb)	0,62 - 0,64 ¹⁾ (EFSA 2010)	0,034 - 0,06 ¹⁾ (EFSA 2010 für andere Zuckerprodukte)	3,0 (VO 2023/915/EU für nicht algenbasierte NEM)	0,10 Höchstgehalt (VO 2023/915)	0,01 - 3,0 (VO 2023/915/EU)
Cadmium (Cd)	0,073 - 0,077 ¹⁾ (EFSA 2012)	0,0036 - 0,014 ¹⁾ (EFSA 2012)	1,0 (VO 2023/915 f. nicht algen-basierte NEM)	0,050 (ÖBMG 2015, Aktionswert)	0,005 - 3,0 (VO 2023/915(EU))
Chrom (Cr)	-	0,0002-0,0003 in Hering & Rind, 0,002-0,003 in Tomaten & getrocknete Datteln 0,1 in Paranüssen (EUFIC 2019)	6 umgerechnet aus Höchstmenge 0,06 mg/Tag je NEM-Produkt (BgVV 2002), – bei Verzehr von 0,01 kg NEM/Tag –	-	0,03–0,1 mg/Tag als Schätzwert für die angemessene tägliche Zufuhr (DGE 2000)
Eisen (Fe)	-	-	-	-	-
Kupfer (Cu)	-	-	100 umgerechnet aus Höchstmenge 1 mg/Tag je NEM-Produkt (BgVV 2002), – bei Verzehr von 0,01 kg NEM/Tag –	-	1–1,5 mg/Tag als Schätzwert für die angemessene tägliche Zufuhr (DGE 2000) 1,3-1,5 mg/Tag laut EFSA (2015a)
Nickel (Ni)	3,8 - 3,9 ¹⁾ (EFSA 2014)	0,14 - 0,16 ¹⁾ (EFSA 2014)	-	-	-
Quecksilber (Hg)	0,50 - 0,51 ¹⁾ (EFSA 2012a)	0,0005 - 0,0048 ¹⁾ (EFSA 2012a)	0,010 Höchstgehalt (VO 2018/73/EU) für Pollen anwendbar	0,010 Höchstgehalt (VO 2018/73) für Honig anw.	0,1 - 1,0 (VO 2018/73; 1,0 in bestimmten Fleisch-/Fischprodukten)
Zink (Zn)	-	-	500 umgerechnet aus Höchstmenge 5 mg/Tag je NEM-Produkt (BgVV 2002), – bei Verzehr von 0,1 kg NEM/Tag –	-	7-10 mg/Tag als Empfehlung für die gesamte tägliche Zufuhr (BgVV 2002)
Benzo[a]-pyren / PAK4	-	-	0,010 BaP, 0,050 PAK4 Höchstgehalte f. NEM mit Propolis, Gelee Royale (VO 2023/915/EU)	0,010 BaP, 0,050 PAK4 Höchstgehalte für Propolis, Gelee Royale (VO 2023/915)	0,0010 - 0,0060 BaP 0,0010 - 0,035 PAK4 (VO 2023/915/EU)

¹⁾: aus unterer (LB: lower bound) bis oberer Grenze (UB: upper bound) des arithmetischen Mittelwerts (aMW);

*: Blütenhonige; **: nicht spezifizierte Honige;

PAK4: BaP, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren, Chrysen;

schwarze Schrift: für Pollen, Honig; kursiv: Aktionswert, nicht in Deutschland gültig;

grau: für andere Nahrungsergänzungs- und zuckerähnliche Lebensmittel; Kleinschrift: für andersartige Lebensmittel
Verzehrempfehlungen, z.B. 0,06 mg/Tag Chrom je NEM-Produkt, sind umgerechnet auf den Verzehr von 10 g Pollen/Tag als NEM (10 g entsprechen ca. 5 Teelöffeln) und lassen im Beispiel maximal 6 mg/kg als Chromgehalt zu. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Chrom, auch über andere Lebensmittel zugeführt wird.

2.6 Messunsicherheit

Im Ergebnisteil (Kap. 3) sind die Messergebnisse als Zahlenwerte (bzw. Balkenhöhen in den Abbildungen) dargestellt. Jedes Messverfahren ist aber mit einer Messunsicherheit behaftet. Der Wert der betrachteten Messgröße kann nicht beliebig exakt bestimmt werden. Das Ergebnis einer Messung ist vielmehr stets eine Lageschätzung für den wahren Wert. Die Messunsicherheit – Standardunsicherheit u – gibt an, in welchem Wertebereich der Messwert um diesen wahren Wert streut (VDI 4280/1 2014 zu DIN V ENV 13005). Ein Messergebnis darf aufgrund dessen nicht als exakter Zahlenwert interpretiert werden. Vielmehr definiert die aus der verfahrensspezifischen Unsicherheit resultierende Spannweite für den Messwert einen Wertebereich {Messwert $\pm u$ } in dem der wahre Messwert liegt (BayLfU 2017). Die Messunsicherheit ist spezifisch für den jeweiligen untersuchten Stoff, schon aufgrund seiner typischen Eintragsformen in die Umwelt.

Weder das Deutsche Institut für Normung (DIN) noch der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) haben bisher Normen oder Richtlinien veröffentlicht, denen Angaben zu Genauigkeit und Messunsicherheit speziell beim Honigmonitoring zu entnehmen wären (DIN EN ISO 20988). Standards und Erfahrungswerte für ähnliche Untersuchungen können hilfsweise herangezogen werden, um abzuschätzen, in welchen Bereichen die Messunsicherheiten für die untersuchten Stoffe beim Honigmonitoring angesetzt werden können.

Für die Abschätzung der Messunsicherheiten werden die Standardunsicherheiten u nach DIN EN ISO 20988 aus dem Biomonitoring mit Pflanzen gemäß Richtlinien und VDI 3857 Blatt 2 (standardisierte Graskultur, 2021, für Metalle) und VDI 3957 Blatt 3 (standardisierte Exposition von Grünkohl, 2024, für PAK) als Anhaltspunkte beim Honigmonitoring herangezogen (ganze Zahlen aufgerundet auf 5):

- für Kupfer und Quecksilber rund $\pm 10 \%$,
- für Arsen, Blei, Eisen, Nickel und Zink rund $\pm 15 \%$,
- für Antimon, Cadmium, Chrom, Benzo[a]pyren und 16 PAK rund $\pm 20 \%$,
- für PAK4 $\pm 35 \%$.

Für PAK kann, neben dem Grünkohl-Biomonitoring (VDI 3957/3, 2024), aufgrund der weitgehenden Übereinstimmung bei der Analytik auch die DIN ISO 12884: 2000-12 vergleichend zu Rate gezogen werden. Diese Norm gibt die Genauigkeit und Messunsicherheit bei der Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener PAK in der Außenluft unter normalen Bedingungen mit $\pm 35 \%$ bis $\pm 50 \%$ an. Einen im Vergleich zur Norm ähnlichen Erfahrungswert gibt das Partnerlabor von UMW Umweltmonitoring auf Basis langjähriger Erfahrung bei PAK-Analytik von Honigmonitoring-Proben für die Messunsicherheit an: etwa $\pm 30 \%$ für die PAK-Summen und Leitparameter.

Beispiel: Bei einer Messunsicherheit von $\pm 30 \%$ beträgt für einen Messwert von 10 mg/kg OS die Spannweite des Messwertes 7 bis 13 mg/kg OS. Die Messunsicherheit muss beachtet werden, wenn Ergebnisse beurteilt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Vitalitätserhebung

Bienen reagieren empfindlich auf viele Schadstoffe und Störungen ihrer Lebensbedingungen. Deshalb wird beim Honigmonitoring die Vitalität der Bienenvölker betrachtet. Bei der Vitalitätserhebung handelt es sich insgesamt um eine sondierende Erhebung, da die Vitalität von vielfältigen Faktoren abhängt: Witterung, Kontakt mit Pestiziden, Befall mit Varroamilben, etc..

Die Erhebungen 2025 sind nachfolgend in Tabelle 3.1-1 zusammengefasst und denen der beiden Vorjahre gegenüber gestellt. Die Vitalität der Bienenvölker während der Früh- und Sommertrachtperioden 2022 bis 2025 werden mit dem Referenzgebiet Aichach verglichen.

Die Überlebensrate 2022 am Flughafen hatte 100% betragen und im Referenzgebiet waren nur geringe Verluste über den Winter 2021/2022 aufgetreten. Den Winter 2022/2023 hatten die Völker am und nahe dem Flughafen zu 89 % überlebt, ähnlich wie im Referenzgebiet mit 95 % Überlebensrate. Auch die Überlebensrate über den Winter 2023/2024 hatte mit einer Ausnahme fast 100 % betragen. Die Ausnahme war der Standort MEF, an dem nur eines von 3 Völkern den Winter 2023/2024 überlebte. Den Winter 2024/2025 überlebten alle Flughafenhonigvölker (HFF, MFS, MAN), aber nur rund die Hälfte der Bienenvölker von MEF und MEM. Im Referenzgebiet lag die Überlebensrate insgesamt bei 95 Prozent.

Die Honigmenge stellt ein Ergebnis aus Sammelaktivität, Blütenangebot und Volksstärke dar. Im Jahr 2022 hatten sich keine relevanten Unterschiede zwischen den Standorten hinsichtlich der Honigmenge gezeigt, aber saisonale Unterschiede: Die Aichacher Referenzbienen und die Flughafenbienen hatten rund 16–18 kg Frühtrachthonig produziert, etwas höher war die Frühtracht-Honigmenge aus Töddenried bei Aichach mit 23 kg pro Volk gelegen (Ref. AIC-ATN in Tabelle 3.1-1). Die Aichacher Referenzbienen hatten aber nur rund 6–8 kg Sommertrachthonig pro Volk produziert. Im Jahr 2023 waren am und nahe dem Flughafen 8–18 kg Frühtrachthonig pro Volk gewonnen worden, aber nur 2–8 kg Sommertrachthonig. Im Referenzgebiet war es 2024 eine vergleichbare Frühtrachtmenge von 10–20 kg pro Volk, aber mit 21–34 kg weit mehr Sommertrachthonig gewesen. Die große Menge Sommertracht kam dadurch zustande, dass die Referenzbienen nach dem Blütenhonig noch Waldhonig aus Honigtau gewannen (vgl. Kap. 1.2). Im Jahr 2024 produzierten die Bienen am Flughafen München 19–25 kg Frühtrachthonig pro Volk, die Referenzbienen in Aichach 12–20 kg pro Volk – Ausnahme der Standort MEF: mit 5 kg Frühtrachthonig pro Volk war dort die Produktion gering. Aber die Bienenvölker vom Standort MEF holten während der Sommertracht auf und produzierten 15 kg Sommertrachthonig pro Volk, mehr als die anderen Flughafenvölker (8–12,5 kg). Im Referenzgebiet war die Sommertracht-Honigmenge mit 15–25 kg 2025 hoch – allerdings waren nur rund 60% davon verwertbar, da es sich um Melzitose-Honig handelte (sogenannter „Zementhonig“, der sich kaum schleudern lässt, weil er innerhalb weniger Tage bereits in den Waben auskristallisiert; Quelle im Internet, Stand 03.11.2024: <https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/bienen/dateien/melizitosehonig.pdf>). Dass die Honigmenge unter anderem vom Nahrungsangebot als saisonalem und regionalem Faktor beeinflusst wird, zeigt sich auch 2025: bei den Völkern am Flughafenzaun HFF, MFS, MEF und MAN Frühtrachthonigmengen von 4 bis 24 kg/Volk und Sommertrachthonigmengen von 10 bis 12 kg/Volk.

Tabelle 3.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2025 im Vergleich zu 2022, 2023 und 2024

Vitalität - Sommertracht 2025								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	10	4	8	15 mit Ablegern	24	9	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	normal	normal	sehr stark	sehr stark	überwiegend gut	normal	gut	gut
Entwicklung bis zur Ernte	normal, gleichbleib.	normal, gleichbleib.	sehr gut	sehr stark	gleichbleibend	gut	normal	normal
Datum Beginn Sommertracht	30.05.2025	30.05.2025	01.06.2025	27.05.2025	31.05.2025	Anfang 06/2025	Anfang 06/2025	Anfang 06/2025
Datum Ende Sommertracht	19.07.2025	23.07.2025	10.07.2025	17.07.2025	2.07.2025	Mitte 07/2025	Mitte 07/2025	Mitte 07/2025
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	gut	ständig Nektar	weniger als Vorjahr	schlechte Ernte	schlechte Ernte	schlechte Ernte
Honigernte am Standort in kg	96 kg	120 kg	20 kg	80 kg	80 kg	365 kg	100 kg	75 kg
Erntemenge pro Volk in kg	12 kg	12 kg	10 kg (aus 2 Völkern)	10 kg	10 kg	15 kg	11 kg	13 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	gut	gleichbleibend	sehr gut	durchschnittlich	durchschnittlich	durchschnittlich
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	9	9	8	9	8-10	7	7	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	9	9	8	9	8-10	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	20	20	10	20	24 (1 Honigraum)	30	30	30
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	15	20	2 Völker mit 2 Honigr.	30	30	30
Vitalität - Frühtracht 2025								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	10	4	8	9	24	9	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	2	0	4	1	1	0
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	normal	normal	sehr stark	gut	5 gut, 4 schwach	relativ schwach	relativ schwach	relativ schwach
Entwicklung bis zur Ernte	normal, gleichbleib.	normal, gleichbleib.	sehr gut	normal, gleichbleib.	5 gut, 4 langsam	sehr gut erholt	sehr gut erholt	sehr gut erholt
Datum Beginn Frühtracht	04.04.2025	04.04.2025	03.05.2025	02.04.2025	04/2025	Ende 04/2025	Ende 04/2025	Ende 04/2025
Datum Ende Frühtracht	29.05.2025	28.05.2025	15.05.2025	25.05.2025	30.05.2025	Ende 05/2025	Ende 05/2025	Ende 05/2025
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	gut	ständig Nektar	zufriedenstellend	sonniges Frühjahr	sonniges Frühjahr	sonniges Frühjahr
Honigernte am Standort in kg	216 kg	270 kg	16 kg	200 kg	115 kg	310 kg	90 kg	70 kg
Erntemenge pro Volk in kg	27 kg	27 kg	4 kg	25 kg	20-25 kg	13 kg	10 kg	12 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	1 Volk geschwächt	sehr gut	-	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	7	7	6	7	6	4	3	4
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	9	9	6	9	9	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	9	8	14	8	-	5	5	5
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	30	30	18	30	-	30	27	30
Vitalität - Sommertracht 2024								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	10	4 mit Ableger	8	15 mit Ableger, Schwarm	25	9	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	normal	normal	sehr stark	sehr stark	überwiegend gut	gut	gut	gut
Entwicklung bis zur Ernte	normal	normal	sehr gut	sehr stark	gleichbleibend	normal	normal	normal
Datum Beginn Sommertracht	01.06.2024	09.06.2024	01.07.2024	26.05.2024	01.07.2024	31.05.2024	31.05.2024	31.05.2024
Datum Ende Sommertracht	27.07.2024	29.07.2024	15.08.2024	25.07.2024	22.07. & 31.07.2023	31.07.2024	31.07.2024	31.07.2024
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	gut	ständig Nektar	besser als 2023	lang; *Melzitose	lang; *Melzitose	lang; *Melzitose
Honigernte am Standort in kg	96 kg	80 kg (nicht entnommen)	40 kg	100 kg	145 kg v. 10 Völkern	ca. 630 kg	ca. 160 kg	90 kg
Erntemenge pro Volk in kg	12 kg	8 kg	15 kg	12,5 kg	ca. 14 kg variierend	25 kg, *60% nutzbar	17 kg, *60% nutzbar	15 kg, *60% nutzbar
Entwicklung der Brutwaben	gut	gut	sehr gut	gut	vergleichbar gut	überdurchschn.	durchschnittlich	durchschnittlich
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	10	9	8	10	12	5	5	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	1	8	10	12	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	20	20	10	20	36 (2 Honigräume)	17	17	17
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	15	20	20	36 (2 Honigräume)	37	23	23
Vitalität - Frühtracht 2024								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	10	3	8	12	25	9	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	2	0	1	2	0	0
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	normal	normal	mittel stark	mittelmäßig	gut	anfangs gut	anfangs gut	anfangs gut
Entwicklung bis zur Ernte	normal, besser	normal, gleich	sehr gut	sehr stark	gut	normal	normal	normal
Datum Beginn Frühtracht	02.04.2024	02.04.2024	13.04.2024	03.04.2024	08.04.2024	01.04.2024	01.04.2024	01.04.2024
Datum Ende Frühtracht	31.05.2024	08.06.2024	15.06.2024	25.05.2024	21.05.2024	31.05.2024	31.05.2024	31.05.2024
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	rel. schwach	ständig Nektar	gut	April nass, Mai s.gut	April nass, Mai s.gut	April nass, Mai s.gut
Honigernte am Standort in kg	200 kg	210 kg	15 kg	160 kg	190 kg	500 kg	140 kg	70 kg
Erntemenge pro Volk in kg	25 kg	21 kg	5 kg	20 kg	19 kg	20 kg	15 kg	12 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	gut	sehr gut	steigend	wechselnd	wechselnd	wechselnd
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	7	8	2	7	12	5	5	4
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	9	4	10	12	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	9	8	5	8	24	7	7	6
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	30	25	7	30	36	27	27	27
Vitalität - Sommertracht 2023								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	8	5	8	13	25	8	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	gut	sehr stark	sehr stark	überwiegend gut	unterdurchschn.	durchschnittl.	durchschnittl.
Entwicklung bis zur Ernte	durchschnittl.	gut	gut	sehr stark	gleichbleibend	sehr gut	sehr gut	durchschnittl.
Datum Beginn Sommertracht	04.06.2023	05.06.2023	01.07.2023	03.06.2023	10.+21.6.2023	Mitte Juni	Mitte Juni	Mitte Juni
Datum Ende Sommertracht	23.07.2023	27.07.2023	01.08.2023	22.07.2023	22.07.2023	Ende Juli	Ende Juli	Ende Juli
Verlauf der Tracht	eher schlecht	ständig Nektar	sehr schwach*	ständig Nektar	eher schlecht	sehr gut	sehr gut	gut
Honigernte am Standort in kg	48 kg	64 kg	10 kg	64 kg	50 kg v. 7 Völkern	ca. 850 kg	240 kg	ca. 85 kg
Erntemenge pro Volk in kg	6 kg	8 kg	2 kg	8 kg	ca. 7 kg variierend	34 kg	30 kg	21 kg
Entwicklung der Brutwaben	durchschnittl.	durchschnittl.	Schwärmen*	gut	keine Angabe	überdurchschn.	überdurchschn.	durchschnittl.
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	10	10	8	10	keine Angabe	7	7	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	10	6	10	keine Angabe	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	20	20	18	20	keine Angabe	27	23	20
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	18	20	keine Angabe	37	27	25
Vitalität - Frühtracht 2023								
	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	8	2 aus Vorjahr	8	10	25	8	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	-	0	4	2	0	2
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	stark	durchschnittl.	sehr stark	stark	schwach-gut	schwach	schwach	schwach
Entwicklung bis zur Ernte	durchschnittl.	gut	sehr stark	sehr stark	überwiegend gut	unterdurchschn.	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Datum Beginn Frühtracht	02.04.2023	02.04.2023	01.05.2023	02.04.2023	Mi. April 2023	Mitte April	Mitte April	Mitte April
Datum Ende Frühtracht	04.06.2023	05.06.2023	03.06.2023	02.06.2023	10.+21.6.2023	Anfang Juni	Anfang Juni	Anfang Juni
Verlauf der Tracht	eher schlecht	ständig Nektar	Schwärmen*	ständig Nektar	befriedigend	bis Mai unterdur.	bis Mai unterdur.	bis Mai unterdur.
Honigernte am Standort in kg	64 kg	132 kg	20 kg	140 kg	140 kg	ca. 500 kg	120 kg	40 kg
Erntemenge pro Volk in kg	8 kg	16,5 kg	10 kg	17,5 kg	18 kg Teilentnahme	20 kg	15 kg	10 kg
Entwicklung der Brutwaben	gut	gut	geschwächt*	sehr gut	normal	ab Mai sehr gut	ab Mai sehr gut	ab Mai sehr gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	7	8	8	8	keine Angabe	5	5	4
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	9	9	6	10	keine Angabe	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	8	20	16	20	keine Angabe	7	7	6
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	16	30	18	30	keine Angabe	22	22	20

Fortsetzung der Tabelle: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen - Vergleich zu 2022

Vitalität - Sommertracht 2022	HFF	MFS	MEF	MAN	MEM	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	6	8	8		25	8	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	stark	durchschnittl.	stark		unterdurchschn.	normal	unterdurchschn.
Entwicklung bis zur Ernte	stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark		noch zu schwach	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Datum Beginn Sommertracht	05.06.2022	04.06.2022	02.06.2022	01.06.2022		Anfang Juni	Mitte Juni	Mitte Juni
Datum Ende Sommertracht	16.07.2022	19.07.2022	16.07.2022	15.07.2022		Mitte Juli	Anfang Juli	Anfang Juli
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar		insges. schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht
Honigernte am Standort in kg	48 kg	45 kg	56 kg	60 kg		200 kg	60 kg	36 kg
Erntemenge pro Volk in kg	6 kg	7,5 kg	7 kg	7,5 kg		8 kg	7kg;3-15kg Waldhonig	6 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut		unterdurchschn.	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	10	10	9	9		7	7	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	9	10	9		7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	19	20	18	20		27	27	27
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	29	19		20	20	19
Vitalität - Frühtracht 2022	HFF	MFS	MEF	MAN		Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	3	8	8		25	8	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	0	neuer Standort		2	1	0
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	durchschnittl.	durchschnittl.	stark		durchschn.gut	durchschn.gut	durchschn.gut
Entwicklung bis zur Ernte	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark		normal	normal	normal
Datum Beginn Frühtracht	31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022		Mitte April	Mitte April	Mitte April
Datum Ende Frühtracht	05.06.2022	04.06.2022	01.06.2022	30.05.2022		Anfang Juni	Anfang Juni	Anfang Juni
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar		sehr gut	sehr gut	sehr gut
Honigernte am Standort in kg	128 kg	48 kg	128 kg	128 kg		530 kg	140 kg	110 kg
Erntemenge pro Volk in kg	16 kg	16 kg	16 kg	16 kg		23 kg	17,5 kg	18,3 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut		sehr gut	sehr gut	sehr gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	6	7	5	6		6	5	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	9	9	9	9		7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	8	6	6	8		8	7	8
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	20	20		28 - 38	24	24

Während der Frühtracht 2022 hatten sich die Stärke der Bienenvölker und der Brut flughafennah und -fern ähnlich gut entwickelt, aber während der Sommertracht im Referenzgebiet deutlich schlechter. Während der Frühtrachtperiode 2023 hatten sich Bienenvölker und Brut im Referenzgebiet deutlich schlechter entwickelt. Während der Sommertrachtperiode 2023 hatten sich Bienenvölker und Brut flughafennah und -fern mit großen Unterschieden zwischen den einzelnen Standorten entwickelt: unterdurchschnittlich bis zu sehr gut. Während der Frühtrachtperiode 2024 entwickelten sich Bienenvölker und Brut flughafennah gut bis sehr gut, im Referenzgebiet wechselnd. Während der Sommertrachtperiode 2024 verlief die Entwicklung der Stärke der Bienenvölker und der Brut flughafennah erneut gut bis sehr gut, hingegen im Referenzgebiet unterschiedlich: durchschnittlich bis überdurchschnittlich. In das aktuelle Berichtsjahr sind die Referenzbienenvölker schwach gestartet und haben sich zu Ende der Frühtracht gut erholt, während sich flughafennah normale bis sehr starke Völker gleichbleibend-normal bis sehr stark entwickelten. Während der Sommertracht verlief die Entwicklung im Referenzgebiet durchschnittlich, flughafennah reichte sie von gleichbleibend bis sehr gut.

Insgesamt zeigten die Vitalitätsuntersuchungen Unterschiede zwischen Trachtperioden, Jahren und Standorten. Die Unterschiede lagen in ähnlichem Ausmaß, wie sie auch in anderen Monitorings festgestellt wurden – unabhängig ob die Bienenvölker flughafennah oder -fern angesiedelt waren:

- z. B. beim Bienenmonitoring am Flughafen Dresden 2004–2021 und 2022 bis 2024,
- beim Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle 2009–2024, oder
- beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen seit 2011 (Wäber und Pompe 2021, 2022a, 2023a, 2024a und 2025)

3.2 Qualitätsuntersuchungen und Pestizidrückstandsanalysen

Münchner Flughafenhonig war 2023 erstmals Bio-Honig: Der Münchner Flughafenhonig erfüllt als erster Honig eines deutschen Flughafens die Vorgaben der EU-Öko-Verordnung VO (EU) 2018/848. Er darf auf dem Etikett das EU-Bio-Siegel und das deutsche Bio-Siegel tragen. Der Flughafenhonig stammt von den Bienenvölker-Standorten, die von einer Bioland-zertifizierten Imkerei betreut werden (MAN, MFS, HFF) – im Jahr 2025 vom Standort MAN. Bei der Bio-Bienenhaltung sind naturnahe und umweltfreundliche Haltungsbedingungen einzuhalten, verboten ist der Einsatz von chemischen Medikamenten und von künstlichen Materialien, etwa Plastik und Styropor. Am Flughafen selbst sind im Rahmen der Bio-Zertifizierung weitere Anforderungen zu erfüllen, insbesondere die Prüfung der zugehörigen Lieferbestätigungen und die Lagerung betreffend. „Der Bio-Flughafenhonig wird nicht verkauft und kann also nicht im Handel erworben werden. Die direkt beim Imker abgefüllten Gläser werden im Rahmen von besonderen Aktionen verteilt und zuvorderst an gemeinnützige Einrichtungen verschenkt“, so die Flughafern München GmbH (im Internet, Stand 19.01.2026: <https://www.munich-airport.de/honig>). Der unter der Kennzeichnung „Feiner Bio-Flughafenhonig aus der Airfolgsregion“ abgefüllte Honig (Bild 3.2-1) wurde auf allgemeine Qualitätsvorgaben geprüft (Kapitel 2.5) und für einwandfrei befunden, so wie die Honige der weiteren Standorte am und nahe dem Flughafen.



Bild 3.2-1: Bio-Flughafenhonig

[Foto © Flughafen München]

Von der LWG als amtlicher Kontrollstelle wurde bezüglich der **Qualität** 2025 bescheinigt:

- honigtypischer Geruch und Geschmack,
- im Frühjahr – mit dominierenden Kreuzblütler-Anteilen (Raps) - der Sorten „Frühjahrstracht mit Rapshonig“ (MFS, MAN, MEM), oder „Frühjahrstracht mit Löwenzahn“ (HFF), oder „Frühjahrstrachthonig“ (MEF)
- im Sommer der Sorten „Sommertrachthonig mit Lindenhonig“ aus Kreuzblütlern, Klee, Hornklee, Steinklee oder Kreuzdorn und Linde (HFF, MAN, MEM), oder vorwiegend Kreuzblütlern, Rosen und Hornklee mit der Sortenbezeichnung „Sommertracht mit Klee“ (MEF), oder der Sorte Sommertracht (MFS),
- zudem einwandfreie Qualität hinsichtlich untersuchter sensorischer, chemisch-physikalischer und mikroskopischer Qualitätsmerkmale,
- entsprechend den Anforderungen der deutschen Honigverordnung sowie
- zusätzlich entsprechend den Anforderungen des Deutschen Imkerbunds (DIB), des Verbands Bayerischer Bienenzüchter (VBB) und der Bayerischen Imkervereinigung e.V. (BIV) – mit Ausnahmen von MEM-ST, weil leicht höhere Wasseranteile (18,2 % statt maximal 18%).

Im Anhang ist exemplarisch das Prüfergebnis auf diese allgemeinen Qualitätsvorgaben für Frühtrachthonig vom Standort HFF dargestellt (Bild 9.1-1).

Die Honige wurden zudem auf **Pestizidrückstände** untersucht, weil diese Bienen schädigen und im Honig nachweisbar sein können (Varroabekämpfungsmittel-Wirkstoffe⁸ und Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe). Im Vorjahr war in einem von zehn untersuchten Honigen, in Frühtrachthonig MEM, ein Wirkstoff aus 36 untersuchten Pestiziden oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) gefunden worden: das Insektizid Flonicamid. Der Gehalt unterschritt den Beurteilungswert eindeutig. Im Jahr 2025 wurden in den fünf untersuchten Frühtrachthonigen und in einem von fünf Sommertrachthonigen jeweils ein bis drei Wirkstoffe aus 36 Pestiziden gefunden. Alle Gehalte unterschritten die Beurteilungswerte eindeutig. Somit entsprachen alle Honige den gesetzlichen Bestimmungen gemäß Verordnung 470/2009/EU. Die unbedenklichen Funde 2025 sind im Einzelnen im Anhang aufgeführt, dort auch beispielhaft der Analysenbefund von MAN-FT-Honig (Bild 9.1-2).

Pestizid-Rückstandsanalysen werden aufgrund der vereinzelt gefundenen Funde weiterhin Bestandteil des Honigmonitorings am Flughafen München bleiben, um die weitere Entwicklung zu beobachten.

In den Vergleichs-Bienenmonitorings der Berliner Flughäfen und der Flughäfen Leipzig/Halle und Dresden werden die Honige nicht auf Pestizidrückstände untersucht (Wäber und Pompe 2019 bis 2025). In einem anderen Honigmonitoring war 2022 in Frühtrachthonigen von zwei Standorten mit landwirtschaftlich geprägtem Umfeld unter den 36 untersuchten Pestiziden das Insektizid Flonicamid gefunden worden: unterhalb der zulässigen Menge 0,050 mg/kg (eigene unveröffentlichte Daten).

⁸ Varroa-Milben sind Bienenschädlinge

3.3 Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig im Vergleich

Pollen kommt direkt mit Schadstoffen aus der Luft und dem Regen in Kontakt und zeigt als Bioindikator diese Anreicherungen als *Immissionswirkungen* an (VDI 3957 Blatt 1, 2020). Wachs und Honig sind hingegen von den Bienen hergestellte Produkte (Kap. 1.2). Zudem besitzen Pollen, Wachs und Honig unterschiedliche Anreicherungseigenschaften für die untersuchten Stoffe. Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) stellen eine lipophile (fettlösliche, nicht wasserlösliche) Stoffgruppe dar, die sich potenziell besser in Wachs einlagert, als in eiweißreichen Pollen oder zuckerreichem Honig. Dies sind Faktoren, die die Stoffgehalte der Proben beeinflussen.

Die Stoffgehalte wurden für die relative Betrachtungsweise hier auf 100% normiert und beispielhaft für 2025 dargestellt. Die Absolutgehalte lagen 2025 wie in den Vorjahren im niedrigen natürlichen Bereich (nachfolgende Kapitel 3.4 ff.).

Im Vergleich der Probenarten zueinander lagen die Metallgehalte in Honig weit niedriger als in Wachs und wiederum weit niedriger als in Pollen⁹ (in Bild 3.3-1 links).

Die Abstufung entspricht der Erwartung, da Pollen direkt Immissionseinflüssen der Umwelt ausgesetzt sind, während die Bienen bei der Herstellung von Wachs und Honig als „Filter“ wirken.

Die PAK-Gehalte (Summen der 16 PAK) in den Wachsproben lagen mit 73 % nahe den 16 PAK-Gehalten in Pollenproben – unter Berücksichtigung der Messunsicherheit für diese Stoffgruppe von 20 % (Kap. 2.6). Die 16 PAK-Gehalte in Honigproben lagen niedriger als in Wachsproben und in Pollenproben (in Bild 3.3-1 rechts). Die Abstufung für 16 PAK dürfte folgenden Einflüssen unterliegen:

- Auf Pollen wirken die Immissionseinflüssen in der Umwelt direkt, bei den Bienenprodukten Wachs und Honig wirken Filtereffekte.
- Wachs kann die lipophile Stoffgruppe PAK im Vergleich zu Pollen oder Honig am besten anreichern.

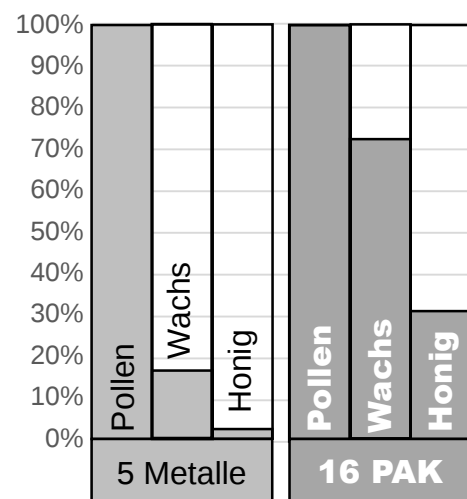


Bild 3.3-1: Prozentuale Anteile der Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig

Anteile im Bild auf 100% normiert; hier beispielhaft für das Jahr 2025 gezeigt; 5 Metalle: Blei, Eisen, Kupfer, Nickel und Zink, da Gehalte oberhalb Bestimmungsgrenze

⁹ Es handelt sich um eine orientierende, nicht statistisch repräsentative Betrachtung. Die flughafennahen Ergebnisse wurden für PAK zusammen mit denen aus dem Referenzgebiet betrachtet. Die Betrachtung von Metallen bezieht sich auf solche Metalle, die in Pollen, Wachs und in Honig analytisch mehrheitlich auffindbar waren: Blei, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink. Hier wurde das Referenzgebiet Aichach ausgeklammert, da sich dort Sondereffekte für Kupfer und Nickel zeigten (nachfolgende Kapitel 3.4 ff.).

3.4 Gehalte von Antimon in Pollen, Wachs und Honig

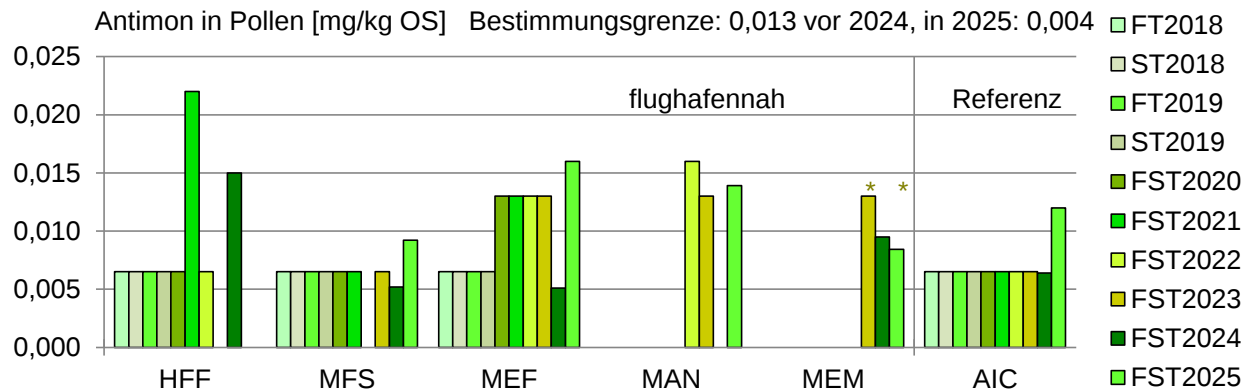


Bild 3.4-1: Antimon in Pollen

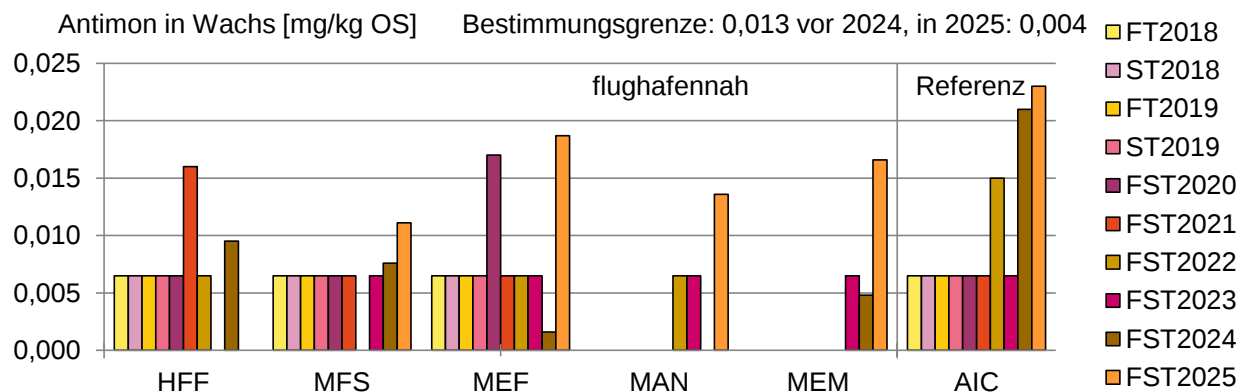


Bild 3.4-2: Antimon in Wachs

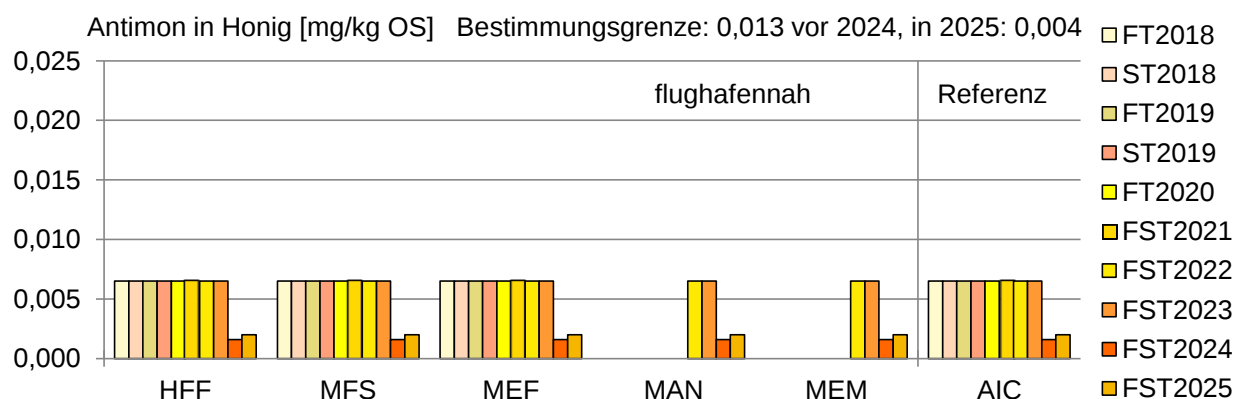


Bild 3.4-3: Antimon in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Antimon nicht festgelegt. Die Antimongehalte in Pollen, Wachs und Honig lagen mit wenigen Ausnahmen unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,013 mg/kg OS (bis 2023), von 0,0032 mg/kg OS 2024 und von 0,0040 mg/kg OS 2025 dargestellt. FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- /Sommertracht; *Pollen 2023 und 2025 MEM: Frühtracht

Die **Antimongehalte in Pollen** lagen 2025 in einem Bereich von 0,0084 bis 0,016 mg/kg OS. Das Ergebnis ähnelt dem der Vorjahre. Bis 2023 lagen die Werte unterhalb oder an der vormals gültigen Bestimmungsgrenze von 0,013 mg/kg OS. Ergebnisse unterhalb Bestimmungsgrenze (BG) sind in Bild 3.4-1 gemäß Konvention (Richtlinienreihe VDI 3957) mit dem Wert der halben BG angegeben (bis 2023: 0,0065 mg/kg OS). Zum Vergleich: Die Ergebnisse am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen waren kleiner BG <0,05 mg/kg OS (bis 2015; BG 0,05 mg/kg OS entspricht in Bild 3.4-1 der maximalen Skalierung) bzw. kleiner BG <0,013 mg/kg OS bis maximal 0,066 mg/kg OS (2016 bis 2023; in 2024 und 2025 Pollen und Wachs dort nicht untersucht).

Antimon ist ökotoxikologisch relevant (Kap. 2.3), aber Höchstgehalte für Nahrungsergänzungsmittel wie Pollen, oder für Lebensmittel wie Honig sind nicht festgelegt (Kap. 2.5).

Die **Antimongehalte in Wachs** reichten 2025 von 0,011 mg/kg OS bis 0,023 mg/kg OS. Seit 2018 lagen sie nur in Einzelfällen knapp über der vormaligen BG von 0,013 mg/kg OS: je einmal, 2022 in AIC 0,015 mg/kg OS, 2021 an HFF 0,016 mg/kg OS und 2020 an MEF 0,017 mg/kg OS (Bild 3.4-2). In 2024 betrug die Wertespanne <0,0032 -0,021 mg/kg OS. Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings lag Antimon in Wachs <0,05 mg/kg OS (bis 2015) bzw. <0,013 mg/kg OS (ab 2016).

Antimon in Honig lag 2025 flughafennah am Münchner Airport und im Referenzgebiet sämtlich unterhalb den Bestimmungsgrenzen: in 2025 < 0,0040 mg/kg OS, in 2024 <0,0032 mg/kg OS (Bild 3.4-3) – sowie in den Vorjahren < 0,013 mg/kg OS). Am Berliner Referenzstandort BRS lag Antimon in Honig ebenfalls unter den jeweiligen vergleichbaren Bestimmungsgrenzen 2013 bis 2025.

Fazit für Antimon:

Antimon war 2025 wie 2024 – trotz noch empfindlicheren Analysenverfahrens – am Münchner Airport und im Referenzgebiet nur in Pollen und Wachs auffindbar, nicht in Honig. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs und eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen 2020 und deren Steigerung seitdem korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), sind nicht feststellbar.

3.5 Gehalte von Arsen in Pollen, Wachs und Honig

Die **Arsengehalte in Pollen** lagen 2025 ähnlich zu den Vorjahren an den Standorten MAN, MEF und MFS unmittelbar am Flughafen bei 0,015–0,041 mg/kg OS, im Bereich der Vorjahre an HFF, MAN, MEF und MFS: 0,016–0,053 mg/kg OS (Bild 3.5-1). Sie lagen damit teilweise oberhalb der Wertespanne 2018–2025 des Referenzgebiets Aichach: <0,013–0,023 mg/kg OS. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings waren die Arsengehalte in der Höhe vergleichbar: <0,013–0,041 mg/kg OS (bis 2023; in 2024 und 2025 Pollen und Wachs dort nicht untersucht). Am Standort MEM, flughafennah am Münchner Airport, lag Arsen in Pollen mit 0,083-0,099 mg/kg OS deutlich höher. Im Erdinger und Freisinger Moos kommen natürlicherweise höhere Arsenbodengehalte vor (LfL 2005). Sie könnten vom Boden, bei landwirtschaftlicher Bodenbearbeitung, in Blütenpollen gelangen und die Ergebnisse beeinflussen.

Arsen ist ökotoxikologisch relevant (Kap. 2.3), aber Höchstgehalte für Nahrungsergänzungsmittel wie Pollen sind nicht festgelegt (Tabelle 2.5-1).

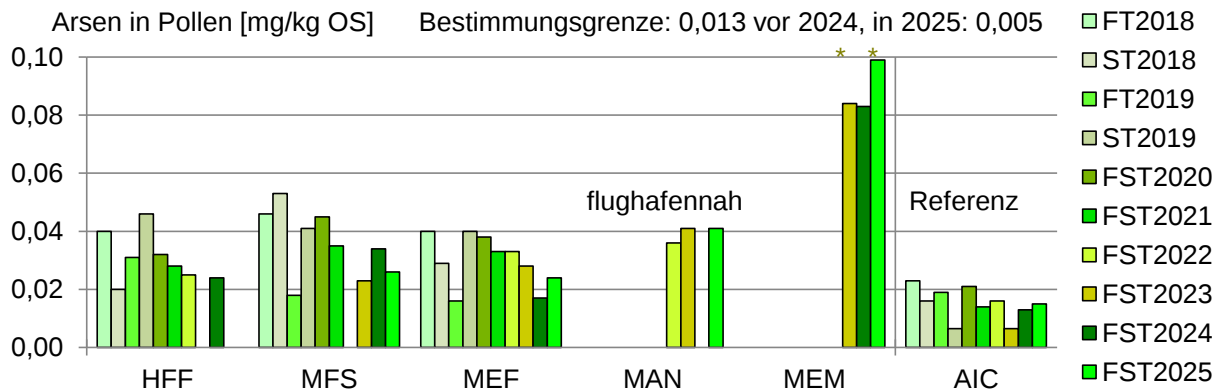


Bild 3.5-1: Arsen in Pollen

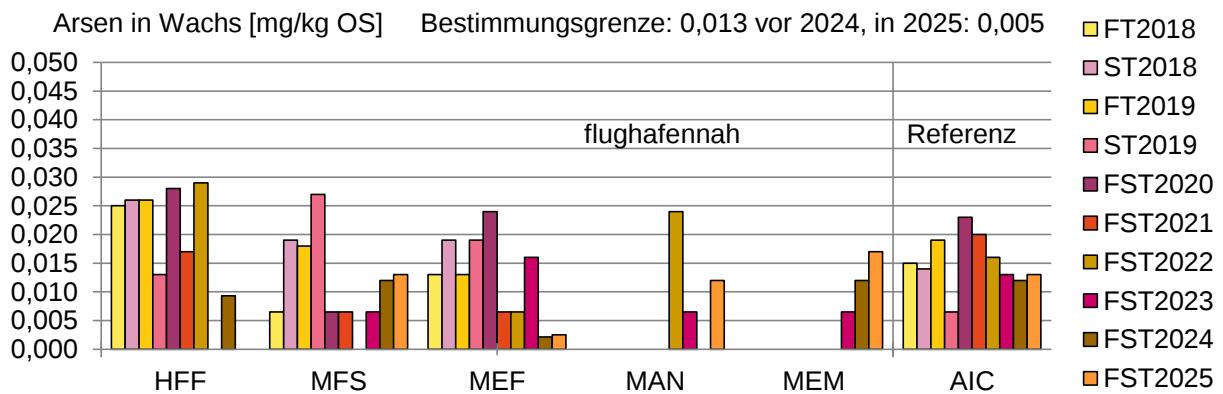


Bild 3.5-2: Arsen in Wachs

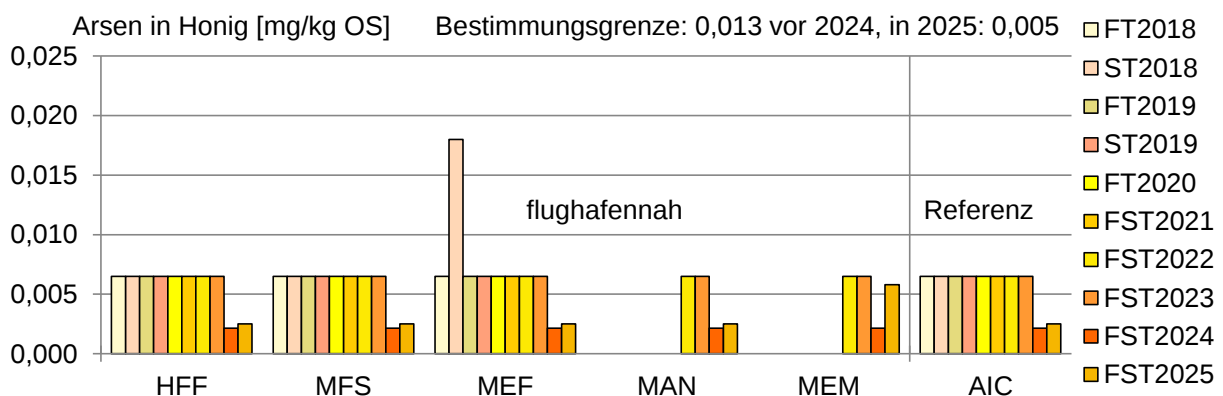


Bild 3.5-3: Arsen in Honig

Höchstgehalte für Reislebensmittel liegen bei 0,10–0,30 mg/kg (Tabelle 2.5-1). Sie können nicht auf Pollen oder Honig angewendet werden.

Die Arsengehalte lagen teilweise unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,013 mg/kg OS (bis 2023), von 0,0043 mg/kg OS 2024 und von 0,0050 mg/kg OS 2025 dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Arsengehalte in Wachs** reichten 2025 an den Flughafenstandorten MAN, MEF und MFS von unterhalb der Bestimmungsgrenze bis 0,017 mg/kg OS, ähnlich zum Vorjahr. Bis 2023 betrug die Wertespanne <0,013 mg/kg OS (vormalige BG) bis 0,029 mg/kg OS).

Dies ist mit der Wertespanne des Referenzgebiets Aichach 2018–2025 vergleichbar. Dort wurden bis 2023 <0,013–0,023 mg/kg OS Arsen in Wachs gemessen und aktuell 0,013 mg/kg OS (Bild 3.5-2). Am Berliner Referenzstandort BRS lag Arsen in Wachs unterhalb BG: <0,05 mg/kg OS (bis 2015) und <0,013 mg/kg OS (2016-2023).

Arsen in Honig lag 2025 flughafennah und im Referenzgebiet sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze <0,0050 mg/kg OS (Bild 3.5-3). In den Vorjahren wurde Arsen nur einmal aufgefunden: in Sommertrachthonig vom Standort MEF 2018 mit 0,018 mg/kg OS. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings lag Arsen in Honig unterhalb den Bestimmungsgrenzen: in 2024 und 2025 <0,004 mg/kg OS, davor <0,013 mg/kg OS.

Höchstgehalte für Arsen von 0,10–0,30 mg/kg gelten für Reismittelnahrungsmittel (VO 2023/914/EU) und nicht für Honig. Orientierend für Pollen als potenzielles Nahrungsergänzungsmittel betrachtet, welches zudem in weit geringeren Mengen als Reis konsumiert würde, liegen die Werte an MEM unterhalb der Spanne der Höchstgehalte für Reis (Bild 3.5-1).

Fazit zu Arsen:

Für Arsen in Pollen könnten gebietsabhängig schwache, geogen bedingte Einflüsse wirksam sein – bei insgesamt unauffälligen Gehalten. In Wachs war Arsen flughafennah und im Referenzgebiet lediglich nahe der Bestimmungsgrenze auffindbar und in Honig mit einer Ausnahme nicht auffindbar. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs ist nicht feststellbar.

3.6 Gehalte von Blei in Pollen, Wachs und Honig

Die **Bleigehalte in Pollen** lagen 2025 an den Flughafenstandorten MAN, MFS und MEF bei 0,26–0,86 mg/kg OS, innerhalb des Wertebereichs der Vorjahre 0,042–1,2 mg/kg OS (Bild 3.6-1 inklusive Standort HFF). Die Wertespanne des Referenzgebiets Aichach war enger: von 0,066–0,41 mg/kg OS seit 2018. Die Bleigehalte in Pollen vom flughafennahen Standort MEM lagen mit 0,064–0,083 mg/kg OS 2023 bis 2025 unauffällig niedrig. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings der Berliner Flughäfen stimmte die Wertespanne bis 2023 mit <0,1–1,2 mg/kg OS mit der der unmittelbaren Münchner Flughafenstandorte HFF, MFS, MEF und MAN gut überein.

Die am und nahe Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach gemessenen Bleigehalte in Pollen haben nur einen Anteil von 1–40 % am Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel. Dieser orientierende Beurteilungswert liegt bei 3 mg/kg OS (Tabelle 2.5-1).

Die **Bleigehalte in Wachs** reichten 2025 flughafennah von 0,027–0,065 mg/kg OS und lagen damit in der Wertespanne der Vorjahre <0,025–0,15 mg/kg OS (Bild 3.6-2). Ausnahme bildete ein im Standortvergleich höherer Einzelwert von 0,68 mg/kg OS in Frühtrachtwachs an HFF 2019. Bis auf diesen Einzelwert waren die Bleigehalte in Wachs am Flughafen München mit denen des Referenzgebiets Aichach von 0,033–0,11 mg/kg OS vergleichbar. Sie waren ebenfalls mit der Wertespanne <0,025–0,11 mg/kg OS vergleichbar, die 2013–2023 am Berliner Referenzstandort BRS gemessen wurde. Vereinzelt auftretende höhere Bleigehalte in Wachs wurden auch in anderen Untersuchungen gefunden, z.B. beim Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle 2009–2023 (Wäber und Pompe 2024a).

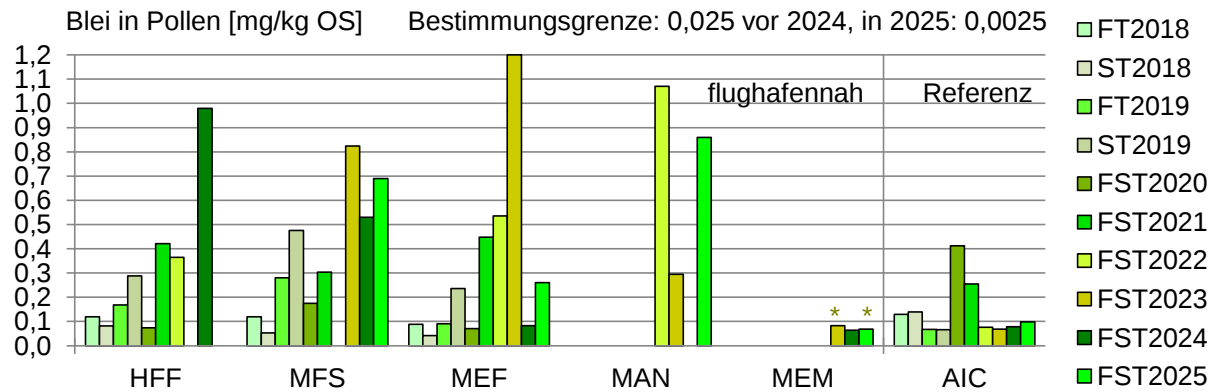


Bild 3.6-1: Blei in Pollen

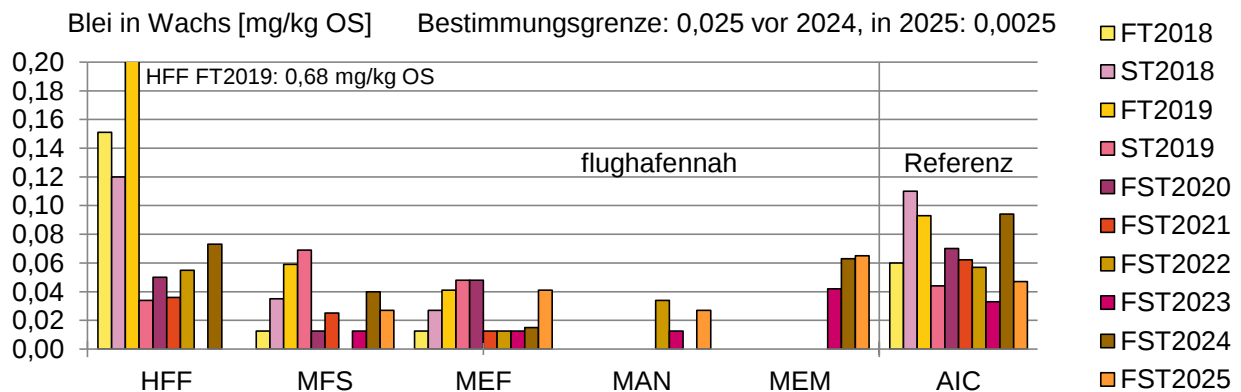


Bild 3.6-2: Blei in Wachs

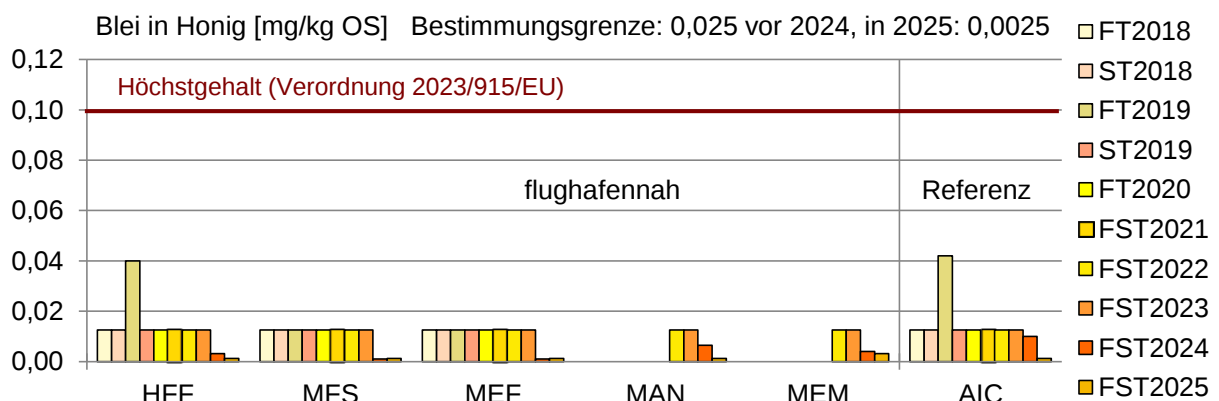


Bild 3.6-3: Blei in Honig

Ein Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel, der orientierend auf Pollen angewendet werden kann, liegt bei 3,0 mg/kg OS (Tabelle 2.5-1). Der Höchstgehalt für Blei in Honig gemäß Verordnung 2023/915/EU beträgt 0,10 mg/kg (rote Linie).

Die Bleigehalte lagen teilweise unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,025 mg/kg OS (bis 2023), von 0,0021 mg/kg OS 2024 und von 0,0025 mg/kg OS 2025 dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Bleigehalte in Honig** lagen mit seit 2024 deutlich abgesenkter Bestimmungsgrenze $<0,0021$ mg/kg OS in 2024 und $<0,0025$ mg/kg OS in 2025 bis $0,0065$ mg/kg OS. Gemessen wurden: $0,0032$ mg/kg OS an HFF, $0,0065$ mg/kg OS an MAN und $0,0040$ mg/kg OS an MEM in 2024 sowie $0,0031$ mg/kg OS an MEM in 2025. Im Jahr 2023 wie in den Vorjahren hatten die Bleigehalte unterhalb der BG $<0,025$ mg/kg OS gelegen und sind mit deren halbem Wert dargestellt (Bild 3.6-3). Der Bleigehalt in Honig 2024 aus dem Referenzgebiet Aichach betrug $0,010$ mg/kg OS, aktuell $<0,0025$ mg/kg OS, in den Vorjahren $<0,025$ mg/kg OS - lediglich in Frühtrachthonigen 2019 vom Flughafenstandort HFF und aus dem Referenzgebiet AIC wurden rund $0,04$ mg/kg OS Blei in Honig gemessen.

Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings der Berliner Flughäfen reichte Blei in Honig 2024 und 2025 von $0,0028$ mg/kg OS bis $0,0048$ mg/kg OS (davor stets $< BG: <0,025$ mg/kg OS 2016-2023). Beim Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle wurden Einzelwerte von $0,028$ mg/kg OS in 2020 und von $0,34$ mg/kg OS in 2022 gemessen, ansonsten im Zeitraum 2018–2023 $<0,025$ mg/kg OS und in 2024 $0,0025$ – $0,015$ mg/kg OS (Wäber und Pompe 2024a und in Publikation).

Somit waren alle Honigergebnisse deutlich niedriger als der Höchstgehalt für Blei in Honig von $0,10$ mg/kg OS (Bild 3.6-3: rote Linie).

Fazit für Blei:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Blei in Pollen, Wachs und Honig nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die niedrigen Rückstände dieses Kontaminanten ist nicht feststellbar.

3.7 Gehalte von Cadmium in Pollen, Wachs und Honig

Cadmium in Pollen lag 2025 an den unmittelbaren Flughafenstandorten MAN, MFS und MEF in einem relativ engen Bereich bei $0,029$ – $0,054$ mg/kg OS, geringfügig höher als 2024 mit $0,0091$ – $0,027$ mg/kg OS und vergleichbar mit den Vorjahren $0,018$ – $0,053$ mg/kg OS (inklusive HFF, Bild 3.7-1). Flughafennah an MEM reichten die Cadmiumgehalte 2023 bis 2025 von $0,0080$ mg/kg OS bis $0,043$ mg/kg OS. Diese Ergebnisse waren mit der Wertespanne des Referenzgebiets Aichach 2018–2025 gut vergleichbar: $0,018$ – $0,077$ mg/kg OS. Die Ergebnisse entsprechen in der Höhe auch denen des Referenzstandorts BRS des Bienenmonitorings der Berliner Flughäfen: $0,015$ – $0,080$ mg/kg OS 2013–2023 (Pollen und Wachs dort 2024 und 2025 nicht untersucht).

Die am Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach gemessenen Cadmiumgehalte in Pollen haben nur einen Anteil von rund 1–8 % am Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel. Dieser orientierende Beurteilungswert liegt bei $1,0$ mg/kg OS (Tabelle 2.5-1).

Die **Cadmiumgehalte in Wachs** reichten 2025 flughafennah an MAN, MFS, MEF und MEM von $<0,0015$ – $0,017$ mg/kg OS. Sie lagen innerhalb der Spanne der Vorjahre: $<0,0025$ – $0,040$ mg/kg OS (Bild 3.7-2). Damit lagen sie 2025 erneut eher im unteren Wertebereich des Referenzgebiets Aichach: $0,0035$ – $0,055$ mg/kg OS. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings wurden 2013–2023 $<0,0025$ – $0,015$ mg/kg OS Cadmium in Wachs gemessen.

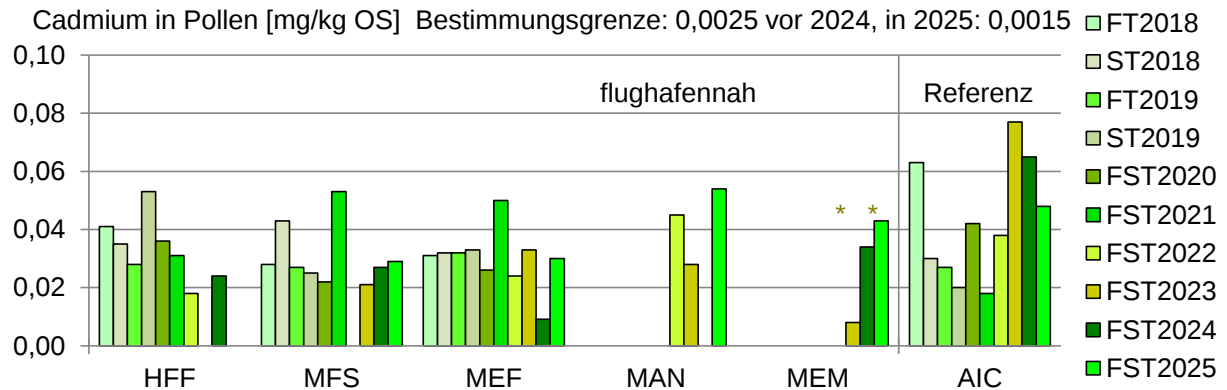


Bild 3.7-1: Cadmium in Pollen

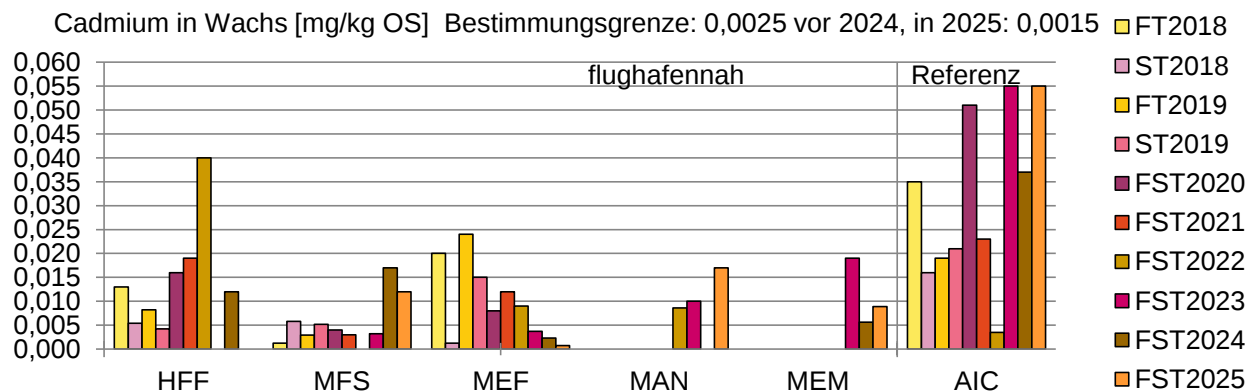


Bild 3.7-2: Cadmium in Wachs

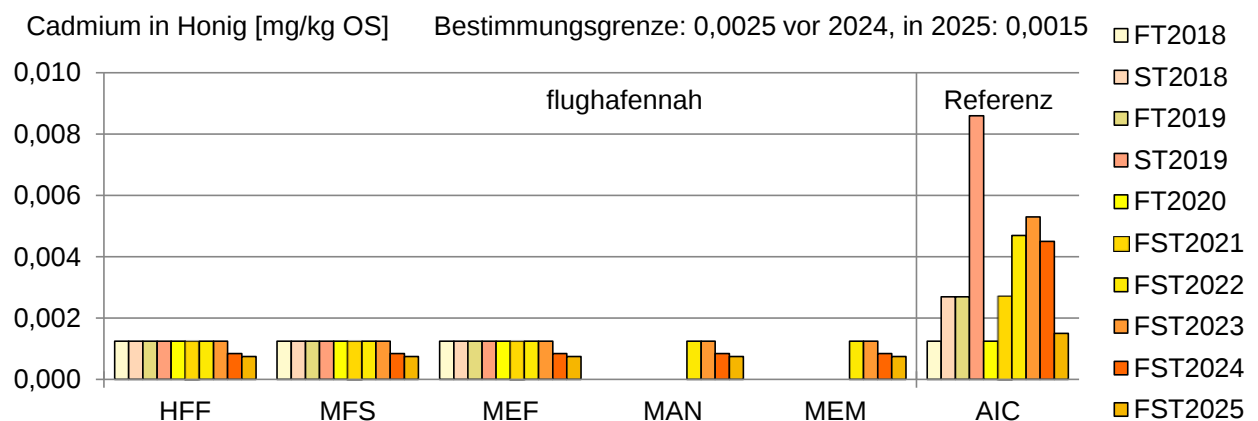


Bild 3.7-3: Cadmium in Honig

Ein Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel, der orientierend auf Pollen angewendet werden kann, liegt bei 1,0 mg/kg OS (VO 2023/915/EU; Tabelle 2.5-1). Ein vorsorglicher Aktionswert für Honig nach österreichischem Recht beträgt 0,050 mg/kg OS (ÖBMG 2015).

Die Cadmiumgehalte lagen teilweise unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,0025 mg/kg OS (bis 2023), von 0,0017 mg/kg OS und von 0,0015 mg/kg OS dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Der obere Wertebereich, der im Referenzgebiet Aichach gemessen wurde, ist nicht hoch, wie der indirekte Vergleich mit Pollen zeigt: Die Cadmiumgehalte in Pollen und Wachs liegen in ähnlichem Bereich, weit unter dem für Pollen orientierend herangezogenen Beurteilungswert für Nahrungsergänzungsmittel.

Die **Cadmiumgehalte in Honig** lagen 2025 wie in den Vorjahren flughafennah unterhalb den Bestimmungsgrenzen $<0,0015$, $<0,0017$ und $<0,0025$ mg/kg OS und sind mit deren halben Werten dargestellt (Bild 3.7-3). Im Referenzgebiet Aichach hingegen wurden 2018–2025 Cadmiumgehalte von $<0,0025$ mg/kg OS bis $0,0086$ mg/kg OS gemessen. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS lag Cadmium unter den Bestimmungsgrenzen ($0,010$ mg/kg OS bis 2015, $0,0025$ mg/kg OS 2016–2023, $0,0017$ mg/kg OS 2024 und $0,0016$ mg/kg OS 2025).

Der vorsorgliche Aktionswert für Honig von $0,050$ mg/kg OS nach österreichischem Recht (ÖBMG 2015) würde auch von den im Standortvergleich höheren Ergebnissen aus dem Referenzgebiet Aichach nur zu maximal 17 % ausgeschöpft (Tabelle 2.5-1).

Fazit für Cadmium:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Cadmium in Pollen, Wachs und Honig nicht. Die Rückstände dieses Kontaminanten sind insgesamt als unbedenklich niedrig zu werten.

3.8 Gehalte von Chrom in Pollen, Wachs und Honig

Die **Chromgehalte in Pollen** lagen 2025 flughafennah in einem Bereich von $0,15$ – $0,49$ mg/kg OS, höher als 2024 mit $0,070$ – $0,11$ mg/kg OS und teilweise höher als die Wertespanne der Vorjahre von $0,034$ – $0,15$ mg/kg OS (Bild 3.8-1). Höhere Einzelwerte wurden am Standort MFS 2018 mit $0,26$ mg/kg OS, am Standort MAN 2023 mit $0,41$ mg/kg OS sowie an MAN und MEM in 2025 mit $0,40$ und $0,49$ mg/kg OS gemessen. Der Wertebereich ohne diese Maxima stimmt gut mit dem Wertebereich im Referenzgebiet Aichach von $0,027$ – $0,23$ mg/kg OS überein. Die Chromgehalte in Pollen vom Flughafen München wie vom Referenzgebiet Aichach – bis auf die Maxima – liegen innerhalb der Wertespanne des Referenzstandorts BRS des Berliner Bienenmonitorings 2013–2023: $0,041$ – $0,27$ mg/kg OS.

Für andere Nahrungsergänzungsmittel als Pollen beträgt laut Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV 2002) die empfohlene tägliche Zufuhr für jedes einzelne Produkt maximal 6 mg Chrom. Orientierend betrachtet: 5 Teelöffel Pollen (ca. 10 g) mit dem höchsten gemessenen Chromgehalt von $0,49$ mg/kg OS ergäben 12 mal weniger.

Chrom in Wachs lag 2025 flughafennah in einem Bereich von $0,14$ – $0,55$ mg/kg OS, zum Teil höher als 2024 bei $0,053$ – $0,17$ mg/kg OS und den Vorjahren mit $<0,025$ – $0,16$ mg/kg OS (Bild 3.8-2). Die Chromgehalte in Wachs am Flughafen München lagen mit zwei Ausnahmen im Bereich der Werte aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2023 von $0,054$ – $0,23$ mg/kg OS. Dies ist – ohne die Maxima 2025 an MFS und MEM mit $0,43$ und $0,55$ mg/kg OS – in der Höhe gut vergleichbar mit den Chromgehalten, die am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings in den letzten 11 Jahren gemessen wurden: $<0,025$ – $0,13$ mg/kg OS (Pollen und Wachs dort 2024 und 2025 nicht untersucht).

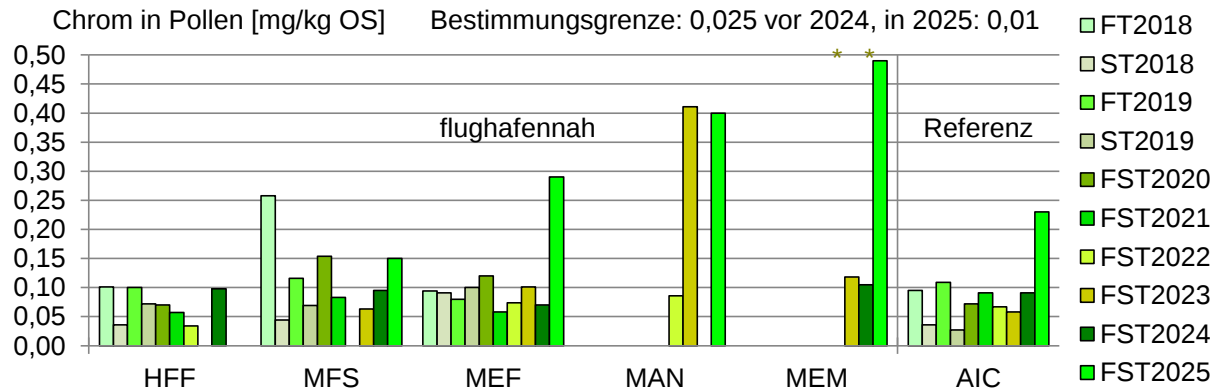


Bild 3.8-1: Chrom in Pollen

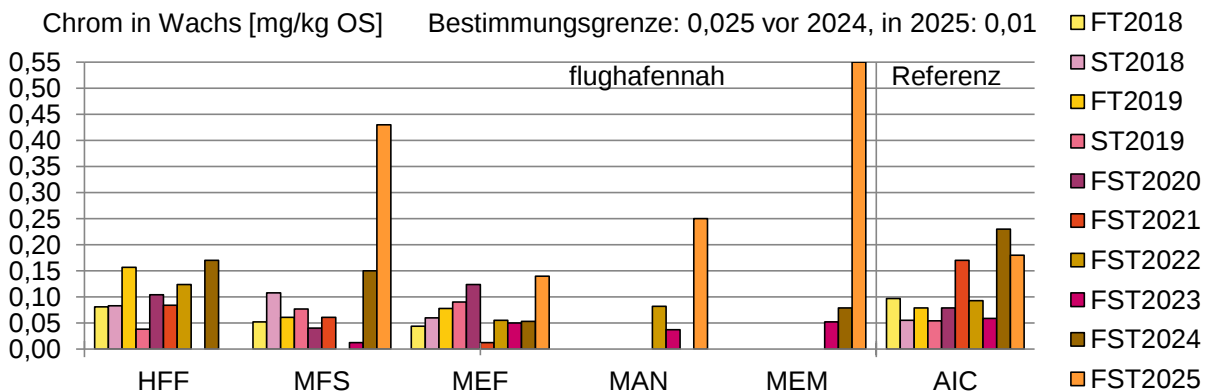


Bild 3.8-2: Chrom in Wachs

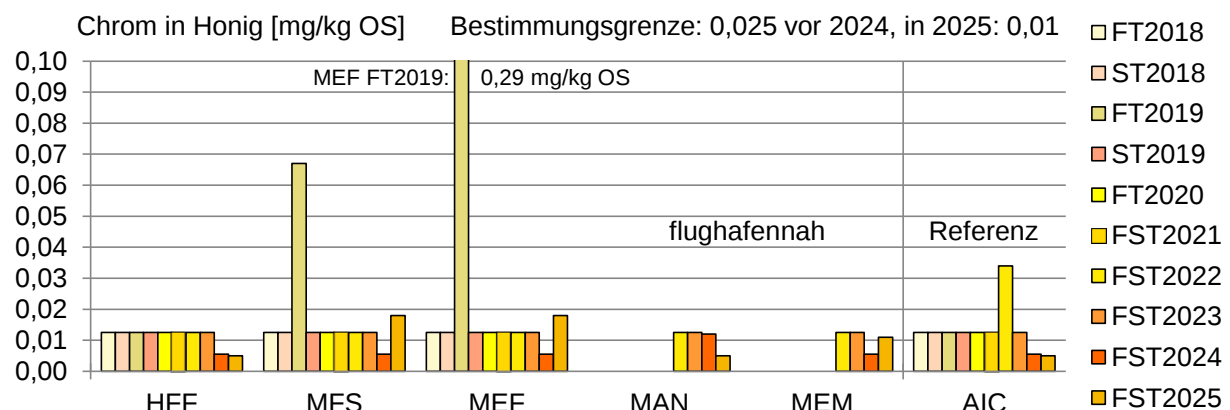


Bild 3.8-3: Chrom in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Chrom nicht festgelegt. Die Chromgehalte oberhalb Bestimmungsgrenze, in Frühtrachthonig 2019 von MFS 0,067 mg/kg OS und MEF 0,29 mg/kg OS, sind als unauffällig zu werten.

Die Chromgehalte lagen teilweise unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,025 mg/kg OS (bis 2023), von 0,011 mg/kg OS 2024 und von 0,010 mg/kg OS 2025 dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Chromgehalte in Honig** lagen 2025 wie in den Vorjahren flughafennah unterhalb den Bestimmungsgrenzen $<0,010$, $<0,011$ und $<0,025$ mg/kg OS und sind mit deren halben Werten dargestellt (Bild 3.8-3; sie lagen damit anders als in Pollen und Wachs nicht höher als in den Vorjahren). Zwei Ausnahmen – Chromgehalte oberhalb BG – traten in den Vorjahren auf: in Frühtrachthonig 2019 vom Standort MFS mit 0,067 mg/kg OS und vom Standort MEF mit 0,29 mg/kg OS. Auch im Referenzgebiet Aichach gab es 2018–2025 einen Einzelwert oberhalb BG: 0,034 mg/kg OS im Jahr 2022. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS lag Chrom in Honig im Jahr 2015 einmal bei 0,13 mg/kg und aktuell bei 0,14 mg/kg OS, ansonsten unter den Bestimmungsgrenzen (0,10 mg/kg OS bis 2015, 0,025 mg/kg OS 2016–2023, 0,011 mg/kg OS 2024 und 0,011 mg/kg OS 2025). Nur 0,29 mg/kg OS Chrom in MEF-FT-Honig 2019 lag somit höher.

Die Chromgehalte oberhalb Bestimmungsgrenzen sind als unauffällig zu werten, wie der Vergleich mit hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten zeigt: Ein Verzehr von 10 g Frühtrachthonig 2019 vom Standort MEF entspricht 0,0029 mg Chrom. Das ist rund ein Zehntel bis knapp ein Drittel der geschätzten angemessenen Gesamtaufuhr von 0,03 – 0,10 mg/Tag für Jugendliche und Erwachsene (DGE 2020, Tabelle 2.5-1).

Fazit für Chrom:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3) und ein Flughafeneinfluss zeigen sich für Chrom in Pollen, Wachs und Honig nicht. Die Chromgehalte sind insgesamt als unauffällig niedrig zu werten.

3.9 Gehalte von Eisen in Pollen, Wachs und Honig

Die **Eisengehalte in Pollen** lagen 2025 an den Standorten MAN, MFS und MEF am Flughafen München in einem engen Bereich von 67–77 mg/kg OS, ähnlich zum flughafennahen Standort MEM 2023 bis 2025 mit 73–82 mg/kg OS. Die Spanne der Vorjahre reichte von 24 bis 75 mg/kg OS (inklusive HFF; Bild 3.9-1). Dies entspricht dem Wertebereich im Referenzgebiet Aichach mit 13–72 mg/kg OS. Beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen ebenso wie in anderen Bienenmonitorings wurde Eisen nicht untersucht.

Eisen ist ein wichtiges Spurenelement. Höchstgehalte oder orientierende Beurteilungswerte liegen nicht vor. Zum Vergleich: An unterschiedlichen Standorten in Südpolen wurden in Pollen 106 bis 169 mg/kg bezogen auf Trockenmasse gefunden (Formicki et al. 2013), dies entspricht 74–118 mg/kg OS. Die Eisengehalte in Pollen aus dem Umfeld des Flughafens München sind tendenziell niedriger.

Eisen in Wachs lag 2025 flughafennah bei 13–19 mg/kg OS, innerhalb der weiten Spanne der Vorjahre von 0,25–36 mg/kg OS (Bild 3.9-2). Die Eisengehalte im Referenzgebiet Aichach lagen 2018–2025 gut vergleichbar, in einem ebenfalls weiten Bereichs von 0,47–40 mg/kg OS. Eisen in Wachs liegt damit mehrheitlich niedriger als in Pollen.

Die **Eisengehalte in Honig** fielen deutlich niedriger aus als die in Pollen und Wachs. Im Jahr 2025 wurden flughafennah 0,53–1,1 mg/kg OS gemessen, ähnlich wie in den Vorjahren mit 0,13–1,7 mg/kg OS (Bild 3.9-3). Im Referenzgebiet Aichach lag Eisen 2018–2025 tendenziell im oberen Wertebereich der Honige flughafennaher Standorte: 0,64–1,6 mg/kg OS. Zum Vergleich: In Südpolen wurden Eisengehalte von 8–24 mg/kg OS in Honigen unterschiedlicher Standorte gefunden (Formicki et al. 2013). Dies fällt deutlich höher aus als am Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach.

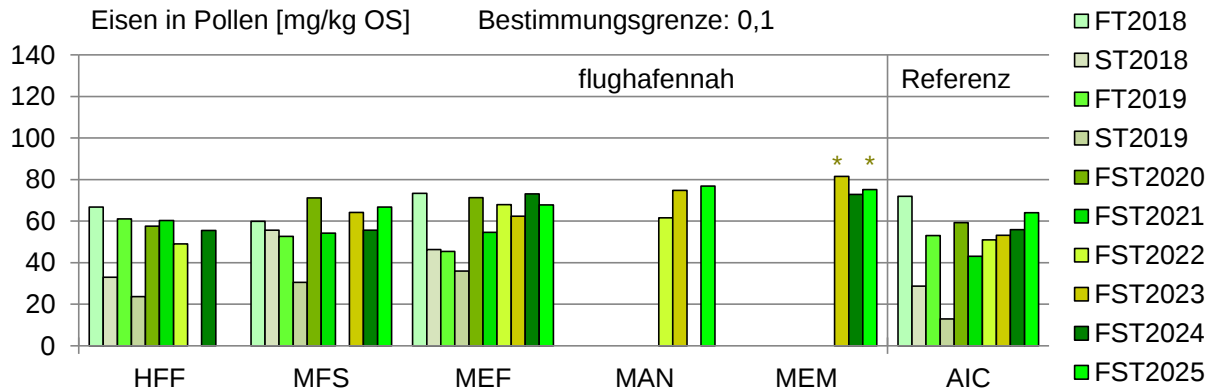


Bild 3.9-1: Eisen in Pollen

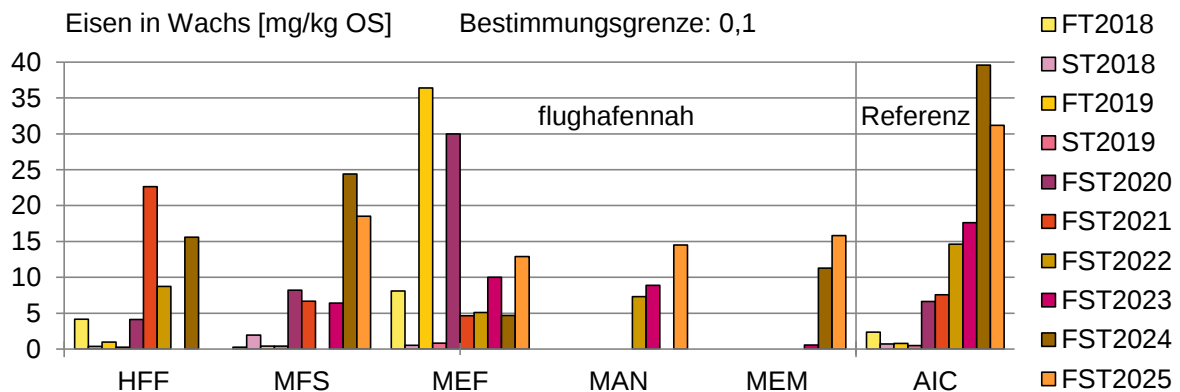


Bild 3.9-2: Eisen in Wachs

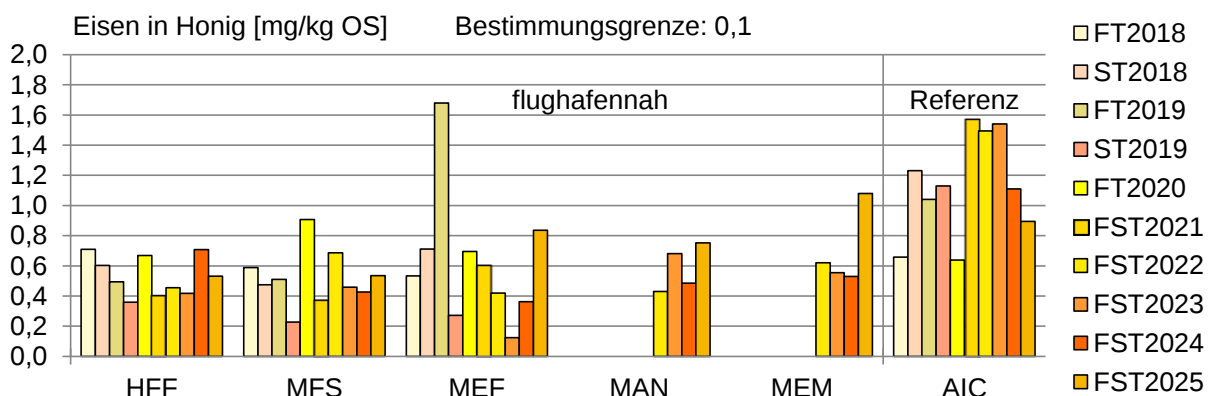


Bild 3.9-3: Eisen in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Eisen nicht festgelegt. FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Fazit für Eisen:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Eisen in Pollen, Wachs und Honig nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die niedrigen Gehalte dieses Spurenelements ist nicht feststellbar.

3.10 Gehalte von Kupfer in Pollen, Wachs und Honig

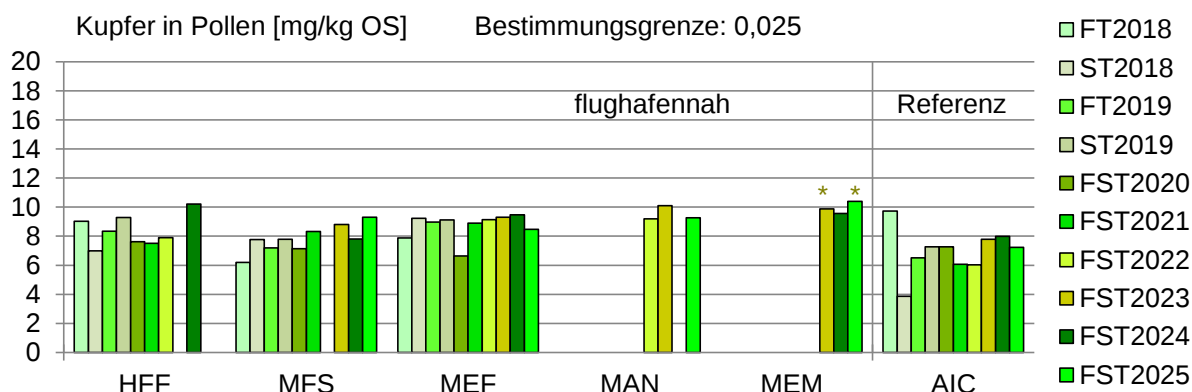


Bild 3.10-1: Kupfer in Pollen

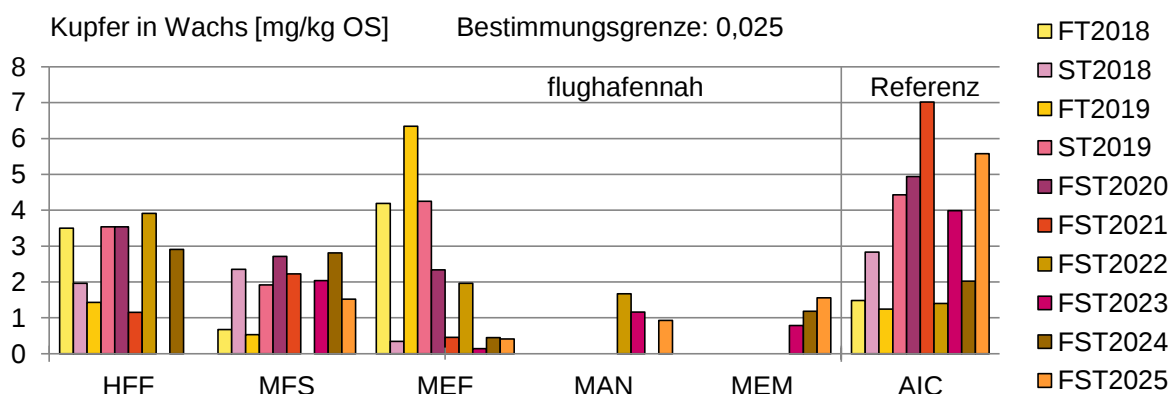


Bild 3.10-2: Kupfer in Wachs

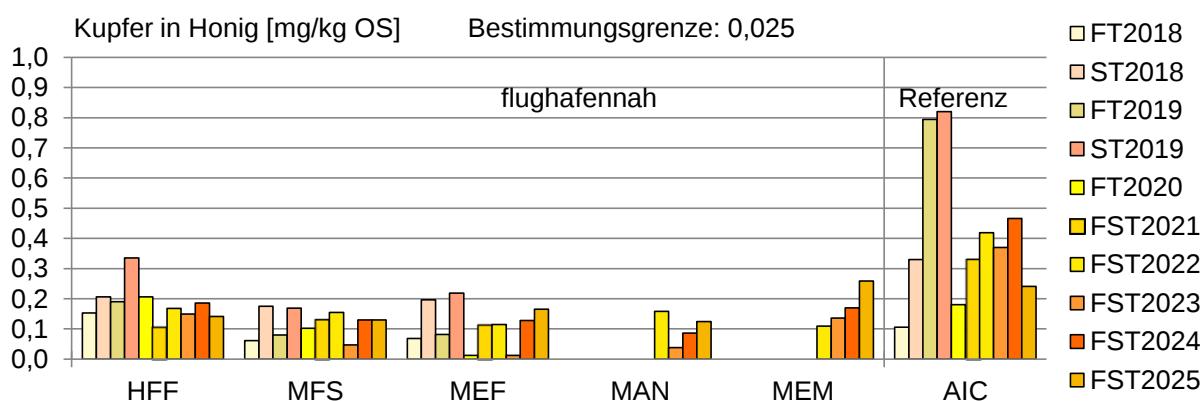


Bild 3.10-3: Kupfer in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Kupfer nicht festgelegt.

Ein Kupfergehalt in Wachs und zwei in Honig lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind entsprechend mit 50% der BG von 0,025 mg/kg OS dargestellt

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Kupfergehalte in Pollen** lagen 2025 flughafennah in einem sehr engen Bereich von 8,5–10 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 6,2–10 mg/kg OS (Bild 3.10-1) und innerhalb der Wertespanne im Referenzgebiet Aichach 2018–2025 von 3,9–9,7 mg/kg OS. Die Kupfergehalte in Pollen vom Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach liegen im Bereich der Werte des Referenzstandorts BRS des Berliner Bienenmonitorings 2011–2023: 7,2–14 mg/kg OS.

Zieht man orientierend die vom BgVV für andere Nahrungsergänzungsmittel empfohlene Zufuhr von maximal 1,0 mg Kupfer pro Tag je Produkt heran (2002) und nimmt man einen Verzehr von 10 g Pollen pro Tag an, errechnen sich 100 mg/kg Kupfer als maximal zulässiger Gehalt dieses Nahrungsergänzungsmittelprodukts (Tabelle 2.5-1: 100 mg/kg Gehalt x 0,01 kg/Tag Pollen entspricht 1,0 mg/Tag Zufuhr von Kupfer). Das entspricht rund einem Zehntel des hier in Pollenproben bestimmten Bereichs und ist als unauffällig niedrig zu werten.

Die **Kupfergehalte in Wachs** lagen 2025 am Flughafen München bei 0,45–2,9 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 0,14–6,3 mg/kg OS (Bild 3.10-2). Sie waren über den Betrachtungszeitraum hinweg in der Höhe mit denen des Referenzgebiets Aichach vergleichbar: 1,2–7,0 mg/kg OS. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings wurden 0,09–0,49 mg/kg OS Kupfer in Wachs 2013–2023 gemessen (Wachs wie Pollen 2024 und 2025 dort nicht untersucht). Dies ist niedriger als im Referenzgebiet Aichach und liegt im unteren Bereich der Standorte am Münchner Flughafen. Dass die Kupfergehalte in Wachsproben recht unterschiedlich ausfallen können, zeigen z. B. die Ergebnisse der Bienenmonitorings am Flughafen Leipzig/Halle mit 0,13–3,4 mg/kg OS an den dortigen Flughafenstandorten (Wäber und Pompe 2024a). Insgesamt stellen sich die Kupfergehalte in Wachs als unauffällig niedrig dar.

Die **Kupfergehalte in Honig** lagen 2025 flughafennah in einem Bereich von 0,12–0,26 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von <0,025–0,34 mg/kg OS (Bild 3.10-3). Im Referenzgebiet Aichach wurden 2018–2025 Kupfergehalte von 0,11–0,82 mg/kg OS gemessen. Die Ursache für die im Standortvergleich zeitweise höheren Werte im Referenzgebiet Aichach ist unbekannt. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS lag Kupfer in Honig im Bereich der niedrigen Werte, die flughafennah am Münchner Airport gemessen wurden: <0,025–0,22 mg/kg OS.

Verglichen mit der zur Beurteilung hilfsweise herangezogenen, geschätzten angemessenen Gesamtzufuhr pro Tag (DGE 2020, Tabelle 2.5-1) sind alle Kupfergehalte in Honig unauffällig niedrig: Ein Verzehr von 100 g (!) Honig aus dem Referenzgebiet Aichach mit einem Kupfergehalt von rund 0,8 mg/kg OS (Bild 3.10-3) entspräche mit umgerechnet rund 0,08 mg nur 5–8 % des Beurteilungswerts.

Fazit für Kupfer:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3) und ein Flughafeneinfluss zeigen sich für Kupfer in Pollen, Wachs und Honig nicht. Die Kupfergehalte sind insgesamt unauffällig niedrig.

3.11 Gehalte von Nickel in Pollen, Wachs und Honig

Die **Nickelgehalte in Pollen** lagen 2025 an den Flughafenstandorten MAN, MFS und MEF ebenso wie flughafennah an MEM in einem relativ engen Bereich bei 0,46–0,90 mg/kg OS, ähnlich den Werten der Vorjahre von 0,18–0,76 mg/kg OS (inklusive MAN; Bild 3.11-1).

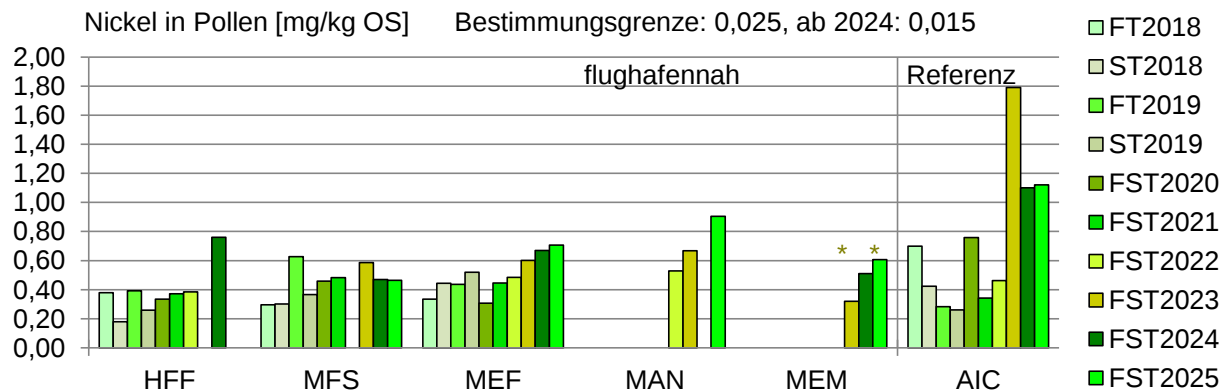


Bild 3.11-1: Nickel in Pollen

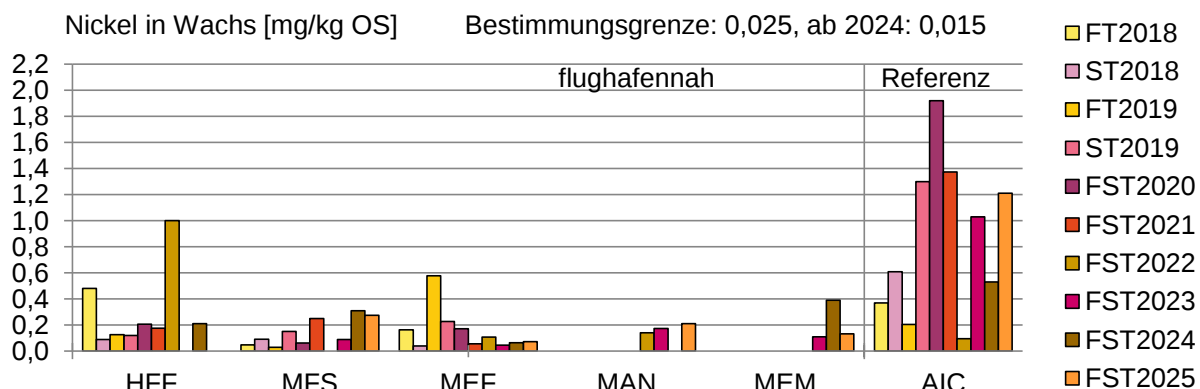


Bild 3.11-2: Nickel in Wachs

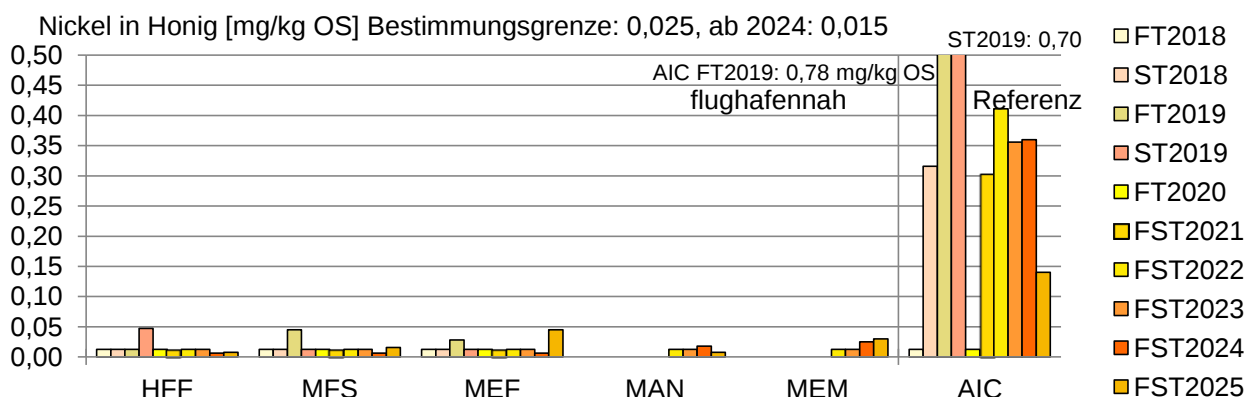


Bild 3.11-3: Nickel in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Nickel nicht festgelegt.

Die Nickelgehalte lagen teilweise unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,025 mg/kg OS (bis 2023) von 0,013 mg/kg OS 2024 und von 0,015 mg/kg OS 2025 dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Sie waren mit den Nickelgehalten in Pollen aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2022 gut vergleichbar – 0,26–0,76 mg/kg OS – und lagen niedriger als die aktuelleren Werte von dort. Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen wurden 2013–2023 mit

<0,10–1,0 mg/kg OS ähnliche Werte gemessen – das Maximum 1,8 mg/kg OS von Aichach ausgenommen. Die Nickelgehalte aller Pollenproben lagen unterhalb durchschnittlich üblicher Nickelgehalte in pflanzlichen Nahrungsergänzungsmitteln, die laut EFSA (2014) rund 4 mg/kg OS betragen (Tabelle 2.5-2). Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht liegen nicht vor.

Die **Nickelgehalte in Wachs** reichten 2025 flughafennah von 0,073–0,28 mg/kg OS und lagen innerhalb der Wertspanne der Vorjahre von 0,030–1,0 mg/kg OS (Bild 3.11-2). Die Gehalte aus dem Referenzgebiet Aichach waren mit 0,095–1,9 mg/kg OS zeitweise höher. Am Referenzstandort BRS der Berliner Flughäfen wurden bis 2023 Nickelgehalte gemessen, die mit den niedrigen Werten der Standorte am Flughafen München gut vergleichbar sind: <0,025–0,39 mg/kg OS.

Verglichen mit den durchschnittlich üblichen Nickelgehalten in pflanzlichen Nahrungsergänzungsmitteln von rund 4 mg/kg OS (EFSA 2014), sind auch die maximalen Wachsgelhalte aus dem Referenzgebiet Aichach von rund 1–2 mg/kg OS (ST2019, FST2020, 2021, 2025) nicht als hoch zu werten.

Die **Nickelgehalte in Honig** lagen 2025 flughafennah bei <0,015–0,045 mg/kg OS und sind wenn unterhalb BG mit deren halbem Wert dargestellt (Bild 3.11-3). In den Vorjahren wurde dort in Honig maximal 0,047 mg/kg Nickel bestimmt. Im Referenzgebiet Aichach lag Nickel in Frühtrachthonig 2018 und 2020 ebenfalls unterhalb BG (<0,025 mg/kg OS), während dort in den anderen Honigproben 2018–2025 deutlich höhere Gehalte von 0,31–0,78 mg/kg OS gefunden wurden.

Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS reichte Nickel von <0,025–0,036 mg/kg OS, was den flughafennahen Standorten entspricht. Nickelgehalte können in Honigen sehr unterschiedlich ausfallen, wie andere Monitorings zeigen: Beim Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle waren z. B. in den Jahren 2009 und 2010 an unterschiedlichen Standorten Nickelgehalte von rund 0,2–0,35 mg/kg OS gemessen worden, in 2023 aber nur <0,025–0,09 mg/kg OS (Wäber und Pompe 2024a).

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht liegen für Nickel nicht vor, aber durchschnittlich übliche Gehalte in Blütenhonigen und in nicht spezifizierten Honigen: Sie liegen bei 0,14–0,16 mg/kg OS (EFSA 2014). Die Ergebnisse der flughafennahen Standorte sind somit als unauffällig niedrig zu werten. Die vergleichsweise höheren Nickelgehalte aus dem Referenzgebiet Aichach liegen durchaus in der Wertespanne weiterer Honiguntersuchungen: 0,001–4,1 mg/kg OS (Literaturstudie: Bogdanov 2006), 1,2–4,2 mg/kg OS in Honigen unterschiedlicher südpolnischer Standorte (Formicki et al. 2013), oder 0,02–2,5 mg/kg OS in Schweizer Honiguntersuchungen (Basel Kant. Labor 2002).

Die Ursache für die im Standortvergleich zeitweise höheren Nickelgehalte in Honig aus dem Referenzgebiet Aichach ist nicht bekannt – ebenso wie für die zeitweise höheren Cadmium-, Kupfer- und Zinkgehalte (vgl. Kap. 3.7, 3.9, 3.10 und siehe Kap. 3.13). Die Ursache für die zeitweise höheren Cadmium- und Nickelgehalte in Wachs aus dem Referenzgebiet ist ebenfalls nicht bekannt¹⁰.

Fazit für Nickel: Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Nickel in Pollen, Wachs und Honig nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die niedrigen Nickelgehalte an flughafennahen Standorten ist nicht feststellbar.

¹⁰ Die Ergebnisse hatten zunächst darauf hingedeutet, dass auf ein Arbeitsgerät des Imker zur Wachsherstellung, einen Einfluss auf das Wabenwachs und den darin eingelagerten Honig gehabt haben könnte. Nach Ersatz des Gerätes durch ein neues in 2022 bleiben die Werte aber ähnlich.

3.12 Gehalte von Quecksilber in Pollen, Wachs und Honig

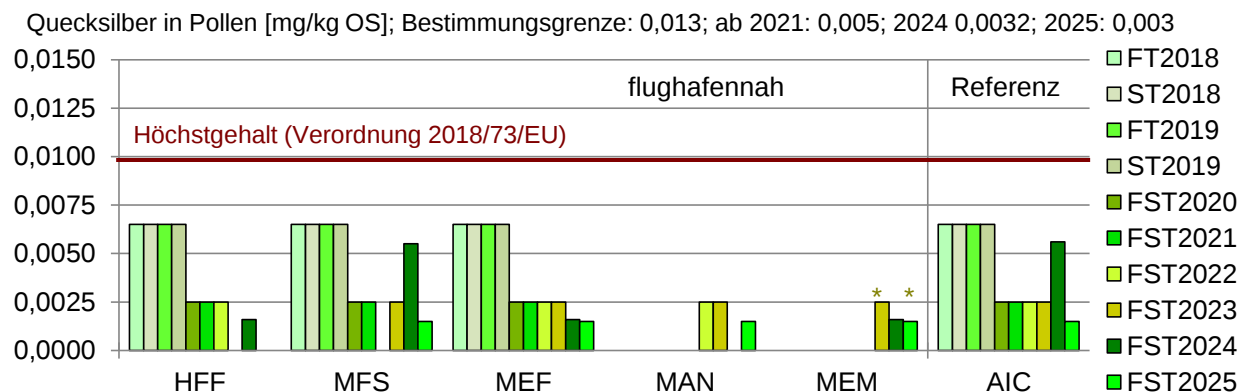


Bild 3.12-1: Quecksilber in Pollen

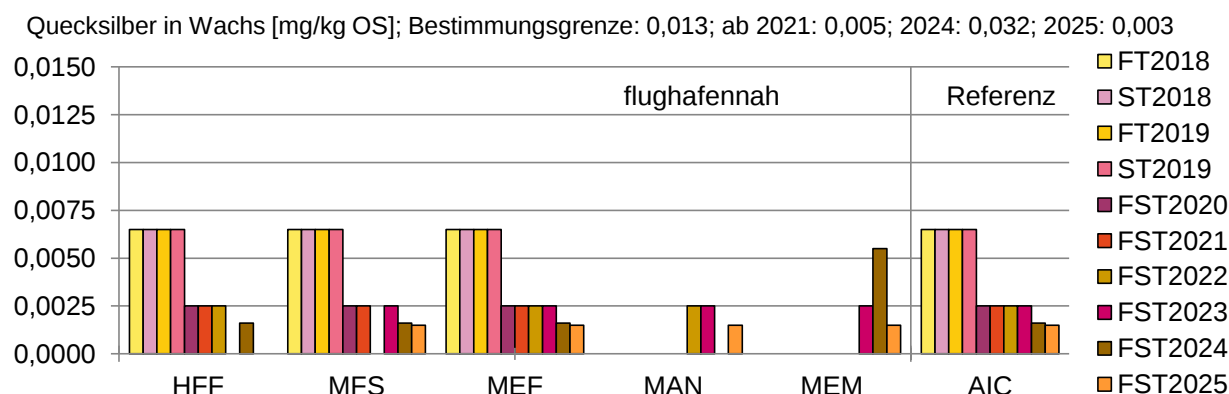


Bild 3.12-2: Quecksilber in Wachs

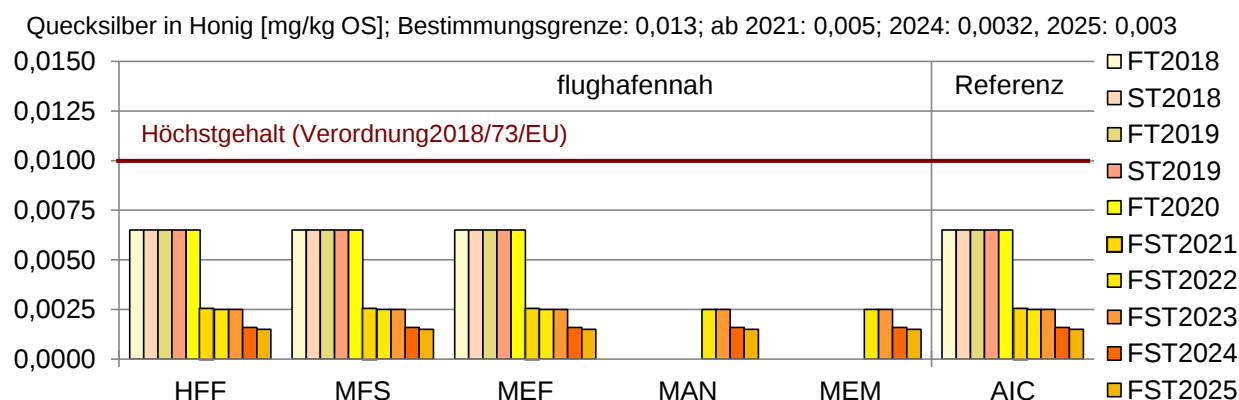


Bild 3.12-3: Quecksilber in Honig

Der Höchstgehalt für Quecksilberverbindungen in Honig und Imkereierzeugnissen gemäß Verordnung 2018/73/EU beträgt 0,010 mg/kg OS (rote Linie). Alle Quecksilbergehalte in Pollen, Wachs und Honig lagen bis 2023 unterhalb Bestimmungsgrenzen und sind mit 50% der BG von 0,013 mg/kg OS (bis 2020), von 0,005 mg/kg OS (2021-2023) dargestellt; die BG 2024 von 0,0032 mg/kg OS wurde nur in Pollen und Wachs von Einzelwerten übertroffen, die BG 2025 von 0,0030 mg/kg OS nicht.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Quecksilbergehalte in Pollen, Wachs und Honig** lagen 2024 und 2025 mit abgesenkten Bestimmungsgrenzen – mit drei Ausnahmen – unterhalb BG 0,0032 bzw. 0,0030 mg/kg OS. In den Vorjahren lagen die Quecksilbergehalte in Pollen, Wachs und Honig flughafennah und im Referenzgebiet Aichach sämtlich unterhalb BG. Diese betrugen bis 2020 0,013 mg/kg OS und 0,0050 mg/kg OS für die 2021-2023 durchgeführten Analysen. Ergebnisse <BG sind mit deren haben Werten dargestellt (Bild 3.12-1, Bild 3.12-2, Bild 3.12-3). Die drei Ausnahmen 2024 lagen nahe der Bestimmungsgrenze: in Pollen von MFS 0,0055 mg/kg OS und von AIC 0,0056 mg/kg OS, in Wachs von MEM 0,0055 mg/kg OS. Die Quecksilberergebnisse stimmen mit denen der Referenzstandorte BRS und weiterer aktueller Bienenmonitorings an Flughäfen überein (Wäber und Pompe 2025 Teil 2, 2021, 2022a, 2023a und 2024a): bis 2023 und in Honig 2024 wie 2025¹¹ sämtlich unterhalb BGs.

Quecksilbergehalte in Honig unterhalb BG und von Pollen unterhalb BG bis rund 0,006 mg/kg OS unterschreiten den Höchstgehalt für Quecksilberverbindungen in Honig und Imkereierzeugnissen von 0,010 mg/kg OS (VO 2018/73/EU; Tabelle 2.5-1).

Fazit für Quecksilber:

Quecksilber wurde in Honigproben von flughafennahen und Referenzstandorten nicht gefunden, in Pollen- und Wachsproben nur vereinzelt, unauffällig niedrig. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs ist nicht feststellbar.

3.13 Gehalte von Zink in Pollen, Wachs und Honig

Die **Zinkgehalte in Pollen** lagen 2025 flughafennah in einem Bereich von 49–142 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 31–142 mg/kg OS (inklusive HFF, Bild 3.13-1). Die drei Maxima 131 mg/kg OS an MFS und je 142 mg/kg OS an HFF und MAN traten 2024 und 2025 auf. Sie lagen höher als im Referenzgebiet Aichach mit 33–88 mg/kg OS. Die übrigen flughafennahen Werte stimmten mit dem Bereich im Referenzgebiet Aichach gut überein. Die Zinkgehalte in Pollen des Referenzstandorts BRS des Berliner Bienenmonitorings 2013–2023 nahmen demgegenüber einen weiteren Bereich von 48–207 mg/kg OS ein (Pollen und Wachs dort 2024 und 2025 nicht untersucht).

Zieht man die vom BgVV für andere Nahrungsergänzungsmittel empfohlene maximale Zufuhr von 5 mg Zink pro Tag je Produkt heran (2002) und nimmt man einen Verzehr von 10 g Pollen pro Tag als Nahrungsergänzungsmittel an, errechnen sich 500 mg/kg Zink als darin zulässiger Gehalt (Tabelle 2.5-1). Das entspricht rund einem Viertel der am Flughafen München maximal in Pollenproben bestimmten Zinkgehalte, 142 mg/kg OS, und ist als unauffällig zu werten.

Die **Zinkgehalte in Wachs** lagen 2025 an den Flughafenstandorten MFS, MEF, MAN bei 18–23 mg/kg OS sowie an MEM bei 26 mg/kg OS und damit im unteren Bereich der Ergebnisse der Vorjahre von 5,8–70 mg/kg OS (Bild 3.13-2). Im Referenzgebiet Aichach lagen sie 2018–2025 in einem vergleichbaren Wertebereich: 26–80 mg/kg OS. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings lag in den letzten 11 Jahren mit 3,8–52 mg/kg OS eine ähnliche Wertespanne für Zink in Wachs vor.

¹¹ Quecksilberanalysen von Pollen 2024 und 2025 mit auf 0,003 mg/kg OS abgesenkter Bestimmungsgrenze liegen nicht vor. Analysen von Wachs aus dem Bienenmonitoring des Flughafens Dresden 2024 ergaben: <0,0032 mg/kg OS (Wäber und Pompe 2024a und in Publikation).

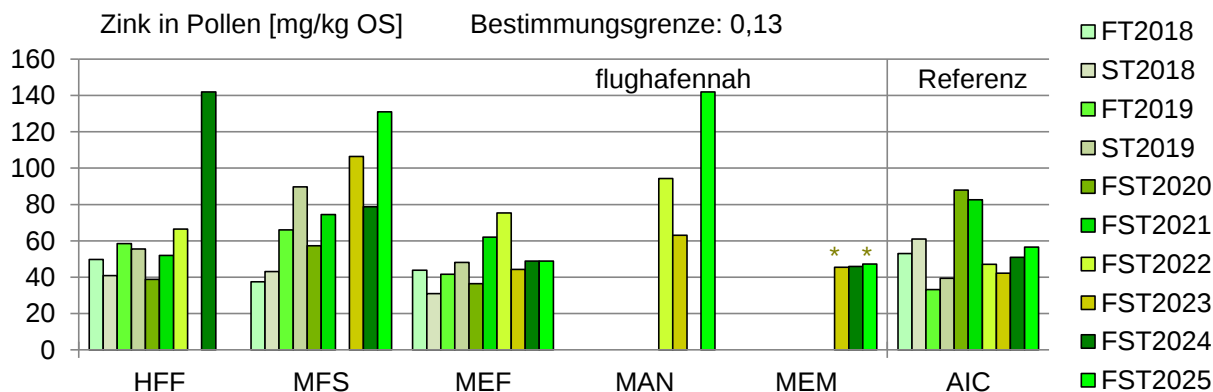


Bild 3.13-1: Zink in Pollen

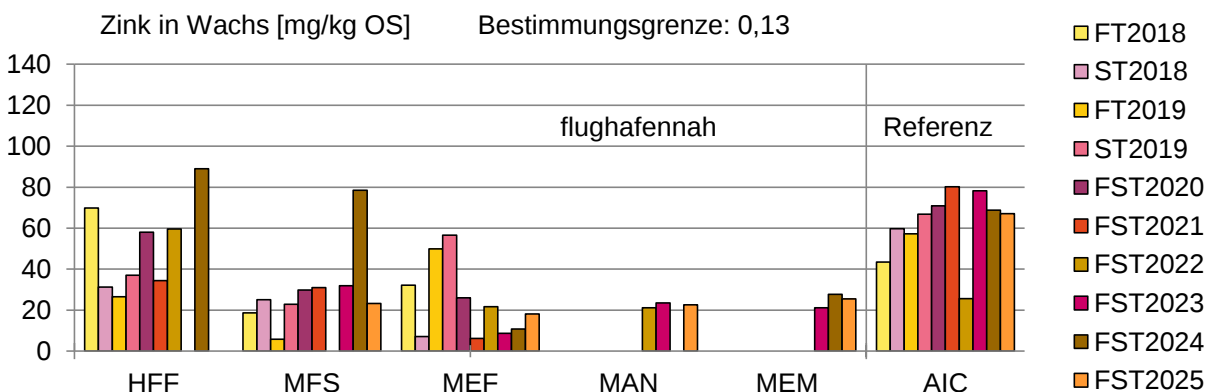


Bild 3.13-2: Zink in Wachs

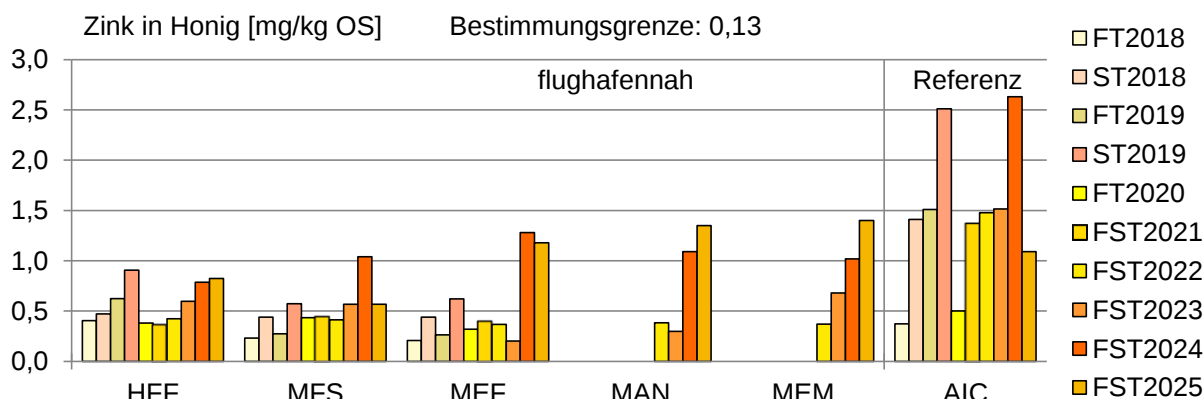


Bild 3.13-3: Zink in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Zink nicht festgelegt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Zinkgehalte in Honig** lagen flughafennah 2025 bei 0,57–1,4 mg/kg OS und 2024 bei 0,79–1,3 mg/kg OS, tendenziell höher aber überschneidend mit der engen Wertespanne der Vorjahre von 0,21–0,91 mg/kg OS (Bild 3.13-3). Im Referenzgebiet Aichach wurden 2018–2025 mit 0,37–2,6 mg/kg

OS zeitweise höhere Zinkgehalte gemessen. Der Vergleich mit dem Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen 2013 bis 2025 zeigt, dass die Zinkgehalte in Honig einen relativ weiten Bereich einnehmen können: dort 0,17–2,1 mg/kg OS.

Der Vergleich mit der geschätzten angemessenen Gesamtzufuhr pro Tag zeigt wiederum, dass alle Zinkgehalte in Honig als unauffällig niedrig zu werten sind: Ein Verzehr von 100 g (!) Honig aus dem Referenzgebiet Aichach mit einem maximalen Zinkgehalt von 2,6 mg/kg OS (Bild 3.13-3) entspräche nur etwa 3 % dieses hilfswisen Beurteilungswerts (DGE 2000, Tabelle 2.5-1).

Die Ursache für die im Standortvergleich zeitweise höheren Zinkgehalte in Honig aus dem Referenzgebiet Aichach, analog Cadmium-, Kupfer- und Nickelgehalten (Kap. 3.7, 3.9, 3.10, 3.11), ist nicht bekannt.

Fazit für Zink:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und einem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Zink in Pollen, Wachs und Honig nicht. Die Zinkgehalte sind insgesamt als unauffällig niedrig zu werten. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs ist nicht feststellbar.

3.14 Gehalte von PAK in Pollen, Wachs und Honig

Die Einzelergebnisse der als wichtigste Schadstoffe untersuchten 16 polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen („Priority Pollutants“ nach US Umweltbehörde EPA) sind im Anhang tabellarisch dargestellt (Kap. 10). Nachfolgend werden die Ergebnisse der PAK-Leitparameter Benzo[a]pyren (BaP) und PAK4 sowie der Summe der 16 EPA-PAK (16 PAK) 2018–2025 gezeigt.

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen** lagen 2025 an den Standorten MAN, MFS und MEF unmittelbar am Flughafen München bei 0,23–0,44 µg/kg OS (Bild 3.14-1). Dieses Ergebnis liegt in der Spanne der Vorjahre: <0,10–0,47 µg/kg OS inklusive Standort HFF (BG 0,10 µg: ein Zehntel Mikrogramm entspricht einem Zehntausendstel Milligramm). Der Wertebereich 2018–2025 des Referenzgebiets Aichach von <0,10–0,29 µg/kg OS ist geringfügig niedriger. Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen war die Wertespanne 2013–2023 für BaP mit <0,10–1,2 µg/kg OS breiter (Pollen und Wachs 2024 und 2025 dort nicht untersucht).

Der Vergleich mit Höchstgehalten für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel macht die Einordnung der Höhe der Pollenwerte möglich: 10 µg/kg OS als Höchstgehalt für Benzo[a]pyren in den Bienenprodukten Propolis und Gelée Royale gemäß VO 2023/915/EU wurde weit unterschritten (Tabelle 2.5-1).

Pollen 2023 und 2025 von MEM waren Frühtrachtmischproben, nicht wie die anderen Proben seit 2020 Mischproben von Früh- und Sommertracht. **Saisonale Unterschiede** der Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen hatten sich teilweise in den Jahren 2018 und 2019 angedeutet, in denen Frühtracht und Sommertracht getrennt analysiert worden waren: In Pollen der Frühtracht höhere BaP-Gehalte als in Pollen der Sommertracht. Der vergleichsweise höhere Wert 2023 und 2025 von Frühtrachtpollen an MEM passt in dieses Bild. Als saisonale PAK-Quelle ist Hausbrand (Betrieb häuslicher Kleinfeuerungsanlagen) als Ursache möglich. Auch beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen gab es Hinweise auf derartige saisonale Unterschiede.

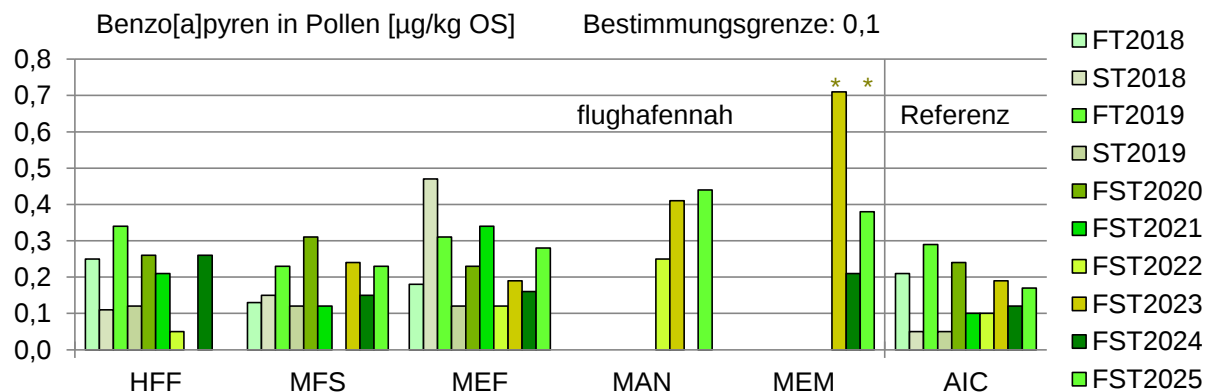


Bild 3.14-1: Benzo[a]pyren in Pollen

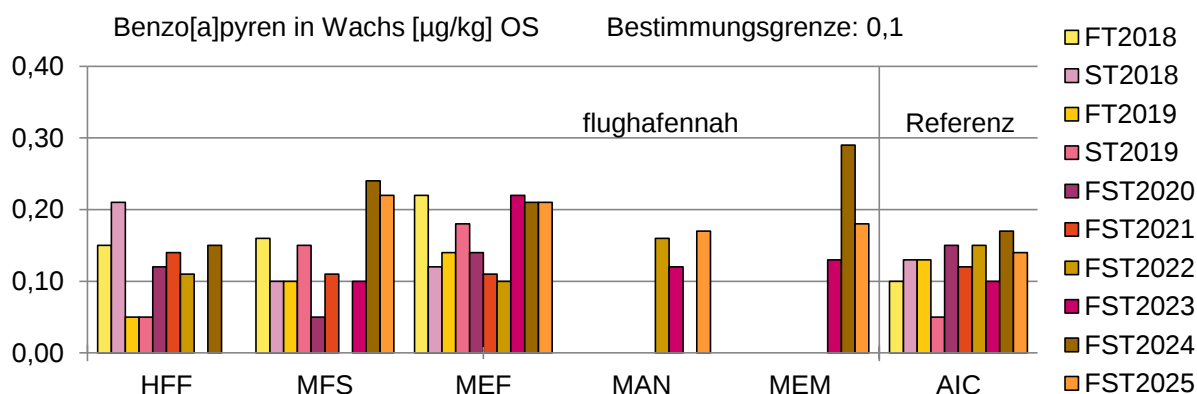


Bild 3.14-2: Benzo[a]pyren in Wachs

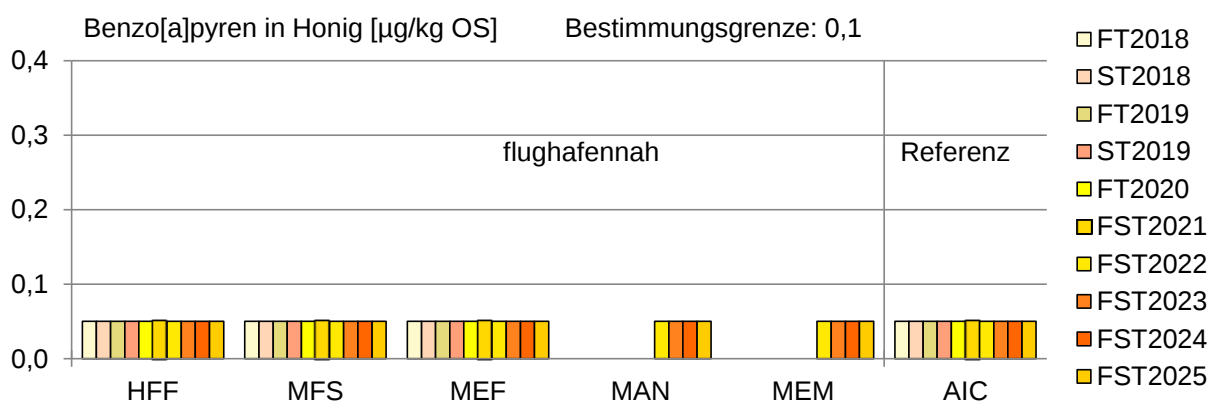


Bild 3.14-3: Benzo[a]pyren in Honig

Ein Höchstgehalt für Benzo[a]pyren (BaP) von 10 $\mu\text{g/kg OS}$ für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale (VO 2023/915/EU; Tabelle 2.5-1) kann auf Pollen und orientierend auf Honig angewendet werden.

Die BaP-Gehalte lagen teilweise und in Honig sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze und sind dann mit 50% der BG von 0,10 $\mu\text{g/kg OS}$ dargestellt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Wachs** lagen 2025 flughafennah bei 0,17–0,22 $\mu\text{g/kg OS}$, im Bereich der Wertspanne der Vorjahre von <0,10–0,24 $\mu\text{g/kg OS}$ (Bild 3.14-2). Die Ergebnisse vom Standort MEM unterscheiden sich unter Berücksichtigung der Messunsicherheit davon nicht: <0,13–0,29 $\mu\text{g/kg OS}$

OS. Die BaP-Gehalte in Wachs aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2025 von $<0,10$ – $0,17$ $\mu\text{g/kg}$ OS sind in der Höhe ebenfalls gut vergleichbar. Am Berliner Referenzstandort BRS wurden in den letzten 11 Jahren (2013–2023) BaP-Gehalte in Wachs mit einer etwas weiteren Wertespanne von $<0,10$ – $0,88$ $\mu\text{g/kg}$ OS gemessen.

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Honig** lagen flughafennah, im Referenzgebiet sowie in anderen Bienenmonitorings sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze $0,10$ $\mu\text{g/kg}$ OS. In Bild 3.14-3 sind sie für das Honigmonitoring im Umfeld des Flughafens München mit dem halben Wert der BG dargestellt.

Der orientierend auf Honig anwendbare Höchstgehalt von 10 $\mu\text{g/kg}$ OS für Benzo[a]pyren in den Bienenprodukten Propolis und Gelée Royale liegt hundertfach über der Bestimmungsgrenze, würde also weit unterschritten (Tabelle 2.5-1).

Fazit für Benzo[a]pyren:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für Benzo[a]pyren als Leitsubstanz der PAK in Pollen, Wachs und Honig nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die sehr niedrigen Rückstände dieses Kontaminanten ist nicht feststellbar.

PAK4, die Summe der vier Verbindungen Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren und Chrysen, dient der Bewertung von Kontaminanten in Lebensmitteln. Konzentrationsuntergrenzen werden „auf Basis der Annahme berechnet, dass alle Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze bei 0 liegen“ (VO 2023/915/EU). Daher gehen „Werte unterhalb BG“ der vier PAK-Verbindungen nicht in die Summe PAK4 ein (= 0).

PAK4-Gehalte in Pollen lagen 2025 an den unmittelbaren Flughafenstandorten MAN, MFS und MEF bei $1,3$ – $1,8$ $\mu\text{g/kg}$ OS, innerhalb des Wertebereichs der Vorjahre von $0,57$ – $2,5$ $\mu\text{g/kg}$ OS (Bild 3.14-4) und mit dem Wertebereich 2018–2025 des Referenzgebiets Aichach von $0,27$ – $1,9$ $\mu\text{g/kg}$ OS vergleichbar. Am seit 2023 untersuchten, flughafennahen Standort MEM hatte PAK4 in der dortigen Frühtrachtpollenprobe 2023 mit $3,0$ $\mu\text{g/kg}$ OS am oberen Rand des Wertebereichs gelegen. In der Früh- und Sommertracht-Mischprobe 2024 betrug der PAK4-Wert dort $1,8$ $\mu\text{g/kg}$ OS, in der Frühtrachtpollenprobe 2025 mit $2,0$ $\mu\text{g/kg}$ OS in etwa gleichauf. Zum Vergleich: Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen wurden 2013–2023 zum Teil höhere PAK4-Gehalte in Pollen erreicht: 0 – 10 $\mu\text{g/kg}$ OS, insbesondere in Frühtrachtproben.

Der Höchstgehalt für PAK4 für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale von 50 $\mu\text{g/kg}$ OS würde in den flughafennahen und den Referenz-Pollenproben weit unterschritten (Tabelle 2.5-1).

Saisonale Unterschiede deuteten sich, wie für Benzo[a]pyren (Bild 3.14-1), auch für PAK4 in Pollen in den Jahren 2018 und 2019 mit nach Tracht getrennte Untersuchungen an: in Frühtrachtproben höhere Gehalte als Sommertrachtproben (ab 2020 in der Regel Früh- und Sommertracht-Mischproben). Als saisonale PAK-Quelle kommt Hausbrand in Frage.

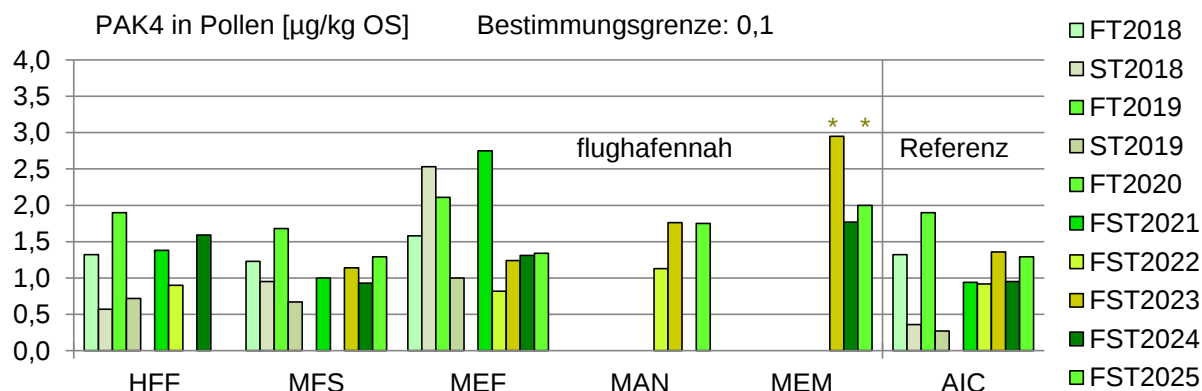


Bild 3.14-4: PAK4 in Pollen

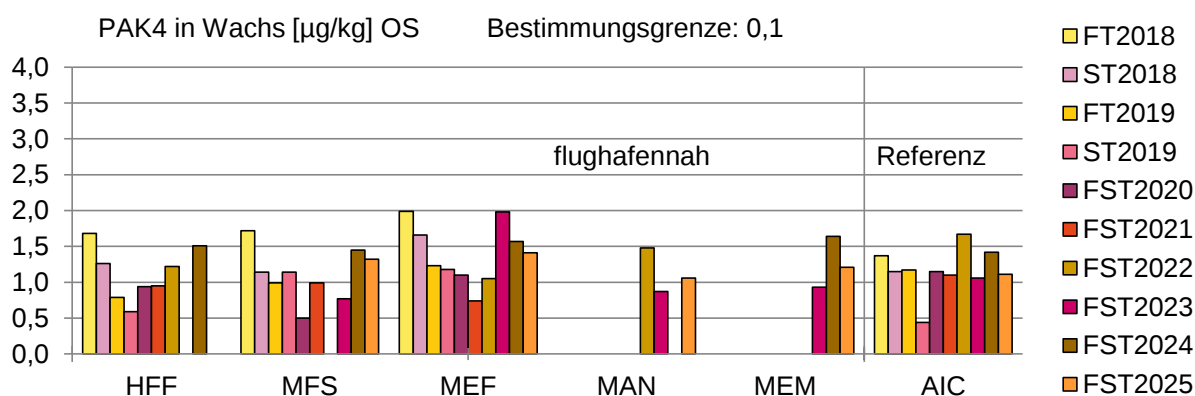


Bild 3.14-5: PAK4 in Wachs

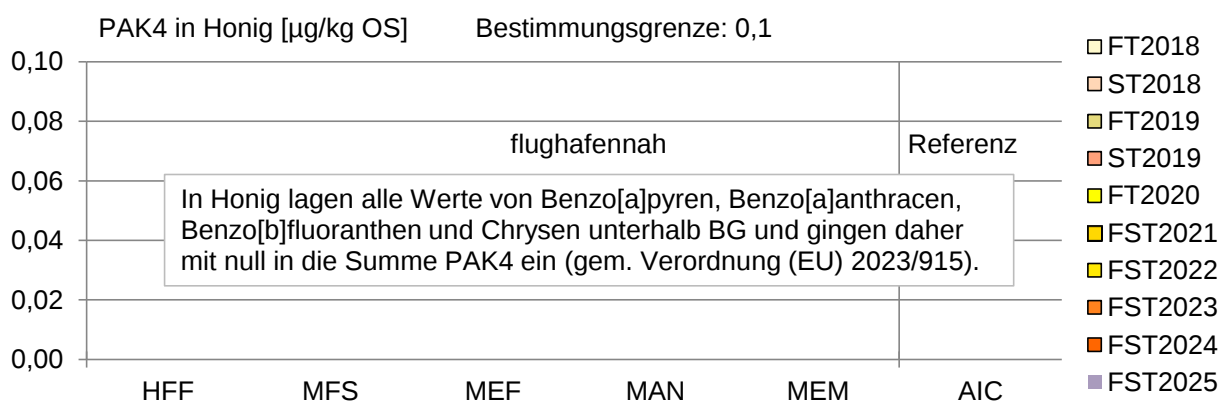


Bild 3.14-6: PAK4 in Honig

Ein Höchstgehalt für PAK4 von 50 $\mu\text{g/kg OS}$ für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale (VO 2023/915/EU; Tabelle 2.5-1) kann auf Pollen und orientierend auf Honig angewendet werden.
FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die **PAK4-Gehalte in Wachs** lagen 2025 flughafennah bei 1,1–1,4 $\mu\text{g/kg OS}$, im Bereich der Werte der Vorjahre von 0,50–2,0 $\mu\text{g/kg OS}$ (Bild 3.14-5) und der Werte aus dem Referenzgebiet Aichach von

0,44–1,7 µg/kg OS seit 2018. Zum Vergleich: Am Berliner Referenzstandort BRS wurden in den letzten 11 Jahren bis 2023 PAK4-Gehalte in Wachs von 1,0–4,4 µg/kg OS gemessen.

Die **PAK4-Gehalte in Honig** lagen sämtlich unterhalb BG und damit für PAK4 bei null (Bild 3.14-6).

Fazit für PAK4:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für PAK4 in Pollen, Wachs und Honig nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die sehr niedrigen PAK4-Rückstände ist nicht feststellbar. Ein Einfluss der saisonalen Quelle Hausbrand auf die PAK4-Gehalte in Pollen deutet sich wie für Benzo[a]pyren an.

Die **Summen der 16 PAK in Pollen** lagen 2025 an den Flughafenstandorten MAN, MFS und MEF bei 16–22 µg/kg OS, im Bereich der Wertespanne der Vorjahre von 13–34 µg/kg OS (inklusive HFF, Bild 3.14-7). Der 16 PAK-Gehalt in der Frühtrachtpollenprobe 2023 von MEM lag mit 27 µg/kg OS – anders als PAK4 mit BaP – wie die Werte 2024 und 2025 im mittleren Bereich. Der Wertebereich 2018–2025 von 16 PAK in Pollen aus dem Referenzgebiet Aichach stimmt damit gut überein: 12–26 µg/kg OS. Am Referenzstandort BRS des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen wurden 2013–2023 teilweise höhere 16 PAK-Gehalte gefunden: 12–88 µg/kg OS.

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für die Summe der 16 PAK nicht festgelegt.

Saisonale Unterschiede mit höheren 16 PAK-Gehalten in der Früh- als in der Sommertracht sind nur für das Jahr 2019 erkennbar, nicht für das Jahr 2018. Beim Berliner Bienenmonitoring traten für 16 PAK in Pollen derartige Unterschiede an BRS nur bis 2016 auf, die auf saisonale PAK-Immissionswirkungen, den Betrieb von häuslichen Kleinfeuerungsanlagen im Frühjahr, hinwiesen. Systematische saisonale Unterschiede werden für 16 PAK-Gehalte in Pollen somit nicht deutlich.

Die **16 PAK-Gehalte in Wachs** lagen 2025 flughafennah bei 12–16 µg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 11,5–24 µg/kg OS (Bild 3.14-8). Mit diesem Wertebereich stimmten auch die 16 PAK-Gehalte in Wachs aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2025 gut überein: 14–20 µg/kg OS. Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings wurden in den letzten 11 Jahren bis 2023 zeitweise höhere Werte gemessen - 25–116 µg/kg OS - seit 2018 waren es maximal 50 µg/kg OS.

Die **16 PAK-Gehalte in Honig** lagen 2025 flughafennah bei 5,7–7,0 µg/kg OS, innerhalb der relativ engen Wertespanne der Vorjahre von 5,5–12,7 µg/kg OS und mit guter Übereinstimmung mit dem Referenzgebiet: 2018–2025 dort 6,0–14,2 µg/kg OS (Bild 3.14-9). Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings lagen die 16 PAK-Gehalte 2013–2023 mit 9,0–34 µg/kg OS teilweise höher, allerdings seit 2018 um 10 µg/kg OS und darunter und in 2024 und 2025 bei 5,4–6,8 µg/kg OS. Der Vergleich mit Referenzstandorten des Flughafens Leipzig/Halle 2019–2024 mit 4,5–11 µg/kg OS und des Flughafens Dresden 2018–2024 mit 5,3–8,0 µg/kg OS (Wäber und Pompe 2024a und 2023a und in Publikation) bestätigt, dass diese und die Ergebnisse aus dem Umfeld des Flughafens München niedrig sind.

Fazit für die Summen der 16 PAK:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen und dem anschließenden Wiederanstieg korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), zeigt sich für die Summen der 16 PAK nicht. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die sehr niedrigen Rückstände ist nicht feststellbar.

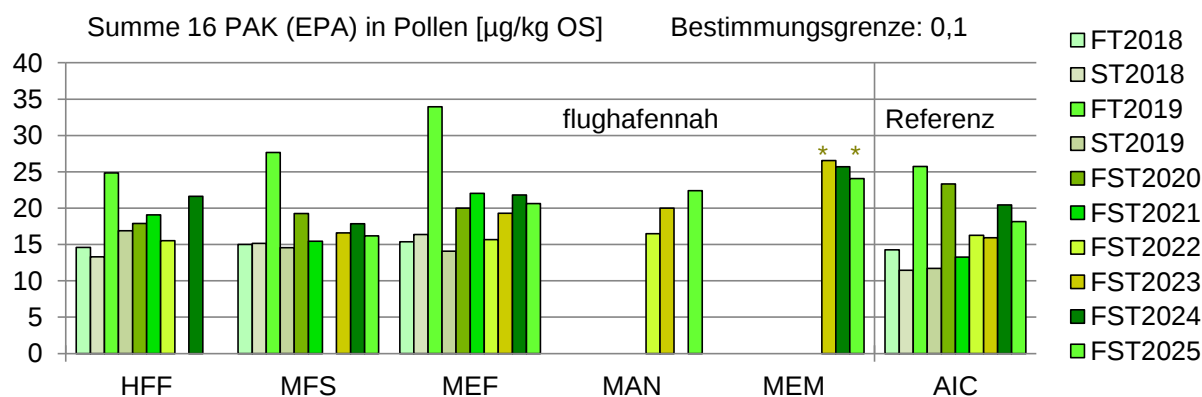


Bild 3.14-7: 16 PAK in Pollen

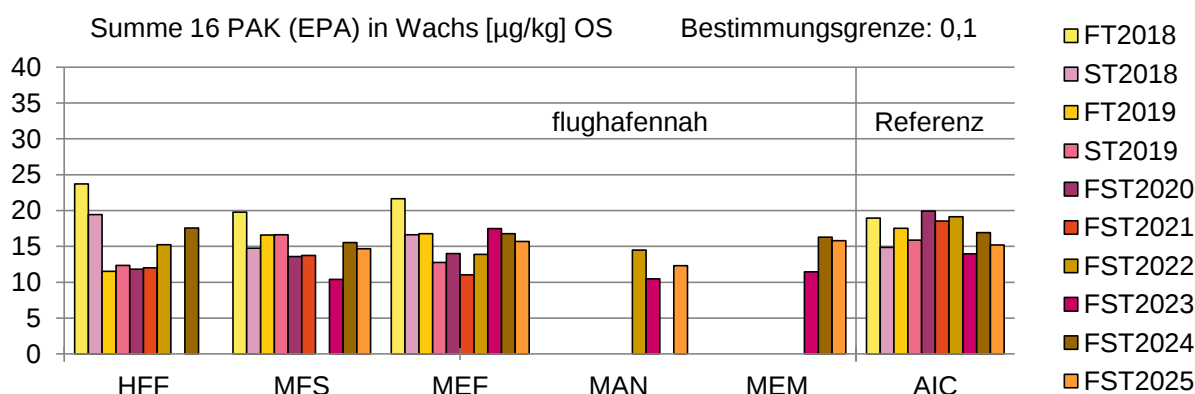


Bild 3.14-8: 16 PAK in Wachs

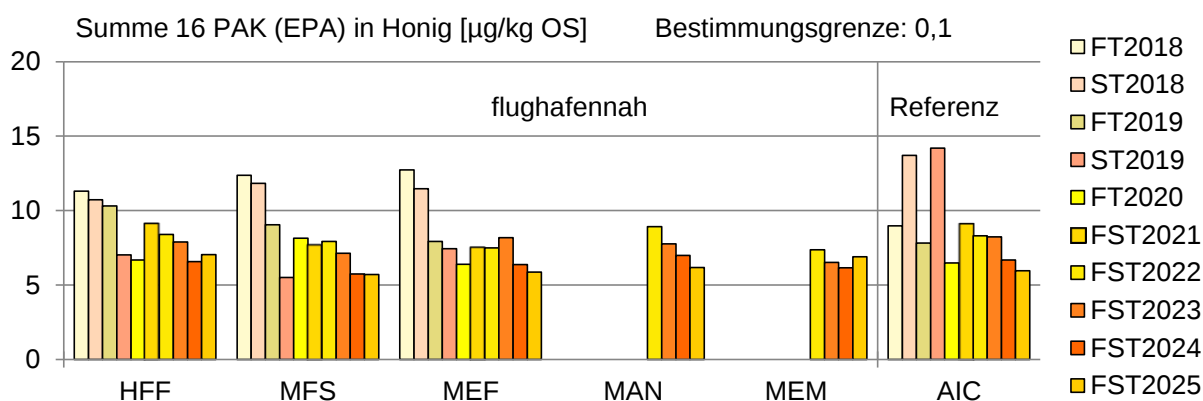


Bild 3.14-9: 16 PAK in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für die Summe der 16 EPA-PAK nicht festgelegt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023, 2025 MEM: Frühtracht

Die Bestimmungsgrenze 0,1 $\mu\text{g/kg OS}$ gilt für jede Einzelverbindung der 16 PAK, Werte unterhalb BG gehen in die Summen der 16 PAK mit dem halben Wert der BG ein; in Honig lagen die schwerer flüchtigen PAK <BG.

4 Abkürzungen

AAI	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet: Stadt Aichach für Pollenproben 2014-2019
ACE	Acenaphthen
ACY	Acenaphtylen
AIC	Referenzgebiet Aichach: Wachs- oder Honig-Mischprobe der Referenz-Bienenvölker
AKO	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet Aichach, bei Klingen-Obermauerbach,
ALN	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet Aichach, bei Latzenhausen
aMW	arithmetischer Mittelwert (auch MW)
ANT	Anthracen
As	Arsen
ASI	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet, bei Sulzbach für Pollenproben seit 2020
ATN	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet, bei Tödtenried
BaA	Benzo[a]anthracen
BaP	Benzo[a]pyren
BbjF+BkF	Benzo[b,j+k]fluoranthren
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung (ehemals BgVV)
BG	analytische Bestimmungsgrenze
BghiP	Benzo[g,h,i]perylene
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BIV	Bayerischen Imkervereinigung e.V.
BRS	Bienenvölkerstandort im Referenzgebiet Schorfheide für die Berliner Flughäfen BER und Tegel: von BER 90 km entfernt
Cd	Cadmium
CHR (+TRI)	Chrysen(+Triphenylen)
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
DbahA	Dibenzo[a,h]anthracen
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DIB	Deutscher Imkerbund
DIN	Deutsches Institut für Normung
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority)
EPA	US Environmental Protection Agency, US Umweltbehörde
EU	Europäische Union (vormals E(W)G: Europäische (Wirtschafts-)Gemeinschaft)
EUFIC	Europäisches Informationszentrum für Lebensmittel (European Food Information Council)
FBB	Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
Fe	Eisen

FLE	Fluoren
FLU	Fluoranthren
FMG	Flughafen München GmbH
GPC	Gelpermeationschromatographie
HFF	Bienenvölkerstandort am westlichen Ende der Südbahn des Flughafens München
HRGC	hochauflösende Gaschromatographie
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IND	Indeno[1,2,3-c,d]pyren
LB	Lower Bound (untere Grenze): aMW inklusive „Werte“ <BG werden gleich Null gesetzt
LRGC	niederauflösende Gaschromatographie
LWG	Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau
MAN	Bienenvölkerstandort Ri. westliches Ende der Nordbahn des Flughafens München
MEF	Bienenvölkerstandort am östlichen Ende der Nordbahn des Flughafens München
MEM	flughafennaher Bienenvölkerstandort 2 km nördlich des Flughafens München
MFS	Bienenvölkerstandort am östlichen Ende der Südbahn des Flughafens München
MS	Massenspektrometrie
MSD	massenselektive Detektion
MUC	Flughafen München
NAP	Naphthalin
NEM	Nahrungsergänzungsmittel
Ni	Nickel
ÖBMG	Bundesministerium für Gesundheit, Österreich
OS	Originalsubstanz
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PAK4	Summe der vier PAK BaP, BaA, Benzo[b]fluoranthren, CHR (VO 2023/915/EU)
Pb	Blei
PHE	Phenanthren
PYR	Pyren
Sb	Antimon
<i>u</i>	Standardunsicherheit <i>u</i> nach DIN EN ISO 20988
UB	Upper Bound (obere Grenze): aMW inklusive „Werte“ <BG werden gleich BG gesetzt
UBA	Umweltbundesamt
VBB	Verband Bayerischer Bienenzüchter
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VO (oder V)	Verordnung
Zn	Zink
µg	Mikrogramm (ein Tausendstel Milligramm mg)

5 Glossar

Aktionswerte:

nach österreichischem Recht erlassene, höchst vorsorgliche Werte, bei deren Überschreitung die Ursachen zu prüfen und Maßnahmen zur Einhaltung durchzuführen sind (ÖBMG 2015); die Aktionswerte für Honig gelten nicht in Deutschland

Beurteilungswerte:

Bewertungsmaßstäbe, die zur Beurteilung der Stoffgehalte herangezogen werden, z. B. -> Höchstgehalte

Bienenbrot:

durch Bienenspeichel fermentierter und in speziellen Wabenbereichen im Bienenstock eingelagerter Pollen (VDI 4330 Blatt 4, 2006).

Bioindikator:

Organismus, der Umweltbedingungen und deren Veränderungen anzeigen kann; bislang als Überbegriff für Akkumulationsindikator, Reaktionsindikator und Zeigerorganismus (VDI 3957 Blatt 1, 2020)

Biomonitoring:

Nutzung biologischer Systeme (Organismen oder Organismengemeinschaften) zur räumlichen und zeitlichen Überwachung von Umweltveränderungen (VDI 3957 Blatt 1, 2020)

Emittent von Luftverunreinigungen (-> *Emission* -> *Transmission* -> *Immissionen* -> *Depositionen* / *Immissionswirkung*):

Quellen, z. B. Verkehr, industrielle Prozesse, Landwirtschaft, Hausfeuerungsanlagen

Emission:

unerwünschte Stoffe werden in die Umgebungsluft abgegeben

Transmission:

Unerwünschte Stoffe werden z. T. weiträumig transportiert und unterliegen Umwandlungsprozessen in der Luft.

Immissionen:

Einwirkung unerwünschter Stoffe auf die Umwelt

Depositionen:

Stoffe werden in die Umwelt eingetragen (gasförmig, als feste Partikel trocken oder mit dem Niederschlag in Gewässer, Böden und Organismen), wo sie sich anreichern und wirken können.

Immissionswirkungen:

Durch luftgetragene Stoffe verursachte Wirkungen, d. h. Reaktionen von Organismen, Teilen von Organismen oder von Organismengemeinschaften (Biozönosen) auf stoffliche und physikalische Umwelteinflüsse sowie deren Veränderung in ihrer chemischen Zusammensetzung (Akkumulation) (VDI 3957 Blatt 1, 2020)

Höchstgehalte:

Nach VO 2023/915/EU: „Lebensmittel, die -> **Kontaminanten** in einer über die Höchstgehalte hinausgehenden Menge enthalten, sollten für einen wirksamen Schutz der öffentlichen Gesundheit nicht nur nicht in Verkehr gebracht werden, sondern auch nicht als Zutat in Lebensmitteln verwendet oder mit anderen Lebensmitteln vermischt werden“. Als Kontaminant gilt dabei jeder Stoff, der dem Lebensmittel nicht absichtlich hinzugefügt wird, aber als Rückstand z. B. der Gewinnung, Fertigung oder als Verunreinigung durch die Umwelt im Lebensmittel vorhanden ist.

- für Honig: Höchstgehalt 0,10 mg/kg für Blei (VO 2023/915/EU);
- für Honig und weitere Imkereierzeugnisse: Höchstgehalt 0,010 mg/kg für Quecksilberverbindungen (VO 2018/73/EU);
- für Pollen: Höchstgehalt 0,010 mg/kg für Benzo[a]pyren und 0,050 mg/kg für PAK4, gilt für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO 2023/915/EU)

Honigmonitoring:

orientierender Umweltservice, der Umweltuntersuchungen mit Rückstandsuntersuchungen des Lebensmittels Honig ergänzt; in der vorliegenden Untersuchung Pollen und Wachs eingeschlossen

Kontaminant:

Als Kontaminant gilt jeder Stoff, der dem Lebensmittel nicht absichtlich hinzugefügt wird, aber als Rückstand z. B. der Gewinnung, Fertigung oder als Verunreinigung durch die Umwelt im Lebensmittel vorhanden ist. Kontaminanten sind anders als -> **Rückstände** „per se“ als unerwünschte Stoffe anzusehen, z. B. hier untersucht: Blei, Cadmium und Quecksilber und die PAK.

Originalsubstanz - OS:

Bezugsgröße für Konzentrationsangaben von Stoffgehalten – hier in Pollen, Wachs und Honig

Referenzgebiet:

außerhalb des Emittenteneinflusses, repräsentiert die typische Hintergrundsituation

Referenzstandort:

Standort außerhalb des Emittentenumfelds, der z. B. die typische Hintergrundsituation repräsentiert

Rückstände in Lebensmitteln:

Gehalte von Elementen und Verbindungen, die aus der Umwelt in Lebensmittel gelangen: die hier untersuchten -> **Kontaminanten** sowie weitere Stoffe, z.B. Antimon, Eisen und Zink.

Trachten:

Trachtpflanzen sind die Pflanzen, die als Nahrungsquellen – Quellen von Nektar, Honigtau und / oder Pollen – für die Bienen dienen (VDI 4330/4 2006). Als

- Frühtracht bezeichnen Imker den Honig, der aus Blüten im Frühjahr von den Bienen gesammelt wird und als
- Sommertracht den Honig, der während der Sommermonate zusammengetragen wird.

Varroa (Varroose):

Befall von Bienenvölkern mit Varroamilben, der vielfach für Völkerverluste verantwortlich ist und z. B. mittels Ameisensäure- oder Oxalsäurebehandlung der Bienenvölker bekämpft wird.

Vitalität der Bienenvölker:

hier sondierend erhoben als Überlebensrate bei der Überwinterung, Stärke und Entwicklung der Bienenvölker, Entwicklung der Brut, Honigmenge und Blütenpollenspektrum

Wildbau:

synonym: Naturbau; Waben aus Wachs, die die Bienen selbst aufbauen, ohne vorgefertigte Mittelwand, z. B. Drohnenwaben für die Aufzucht der männlichen Bienen

6 Literatur

6.1 Gesetzliche Grundlagen

HonigV (2004): Honigverordnung vom 16. Januar 2004 (BGBl. I S. 92), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 25. November 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 289) geändert worden ist

LMHV (2016): Verordnung über Anforderungen an die Hygiene beim Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen von Lebensmitteln (Lebensmittelhygiene-Verordnung) vom 8. August 2007 (BGBl. I S. 1816, 1817) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Juni 2016 (BGBl. I S. 1469), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159)

VO (EG) Nr. 396/2005: Verordnung Nr. 396/2005 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS und des RATES vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates (ABl. L 70, S. 1) geändert durch

Verordnung (EU) 2017/625 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2017 über amtliche Kontrollen und andere amtliche Tätigkeiten zur Gewährleistung der Anwendung des Lebens- und Futtermittelrechts und der Vorschriften über Tiergesundheit und Tierschutz, Pflanzengesundheit und Pflanzenschutzmittel (ABl. L 95, S. 1-142)

VO (EG) Nr. 1881/2006: Verordnung zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln vom 19. Dezember 2006, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 364, S.5 vom 20.12.2006; aufgehoben am 25. Mai 2024 mit Inkrafttreten von VO 2023/915/EU, damit aufgehoben:

Verordnung (EG) Nr. 629/2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln vom 2. Juli 2008, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 173, S.6 vom 3.7.2008

VO (EG) Nr. 470/2009 Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Mai 2009 über die Schaffung eines Gemeinschaftsverfahrens für die Festsetzung von Höchstmengen für Rückstände pharmakologisch wirksamer Stoffe in Lebensmitteln tierischen Ursprungs, zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2377/90 des Rates und zur Änderung der Richtlinie 2001/82/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 726/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates (Text von Bedeutung für den EWR)

VO (EU) Nr. 420/2011 Verordnung (EU) DER KOMMISSION vom 29. April 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 111, S. 3-6 vom 30.4.2011
aufgehoben am 25. Mai 2024 mit Inkrafttreten von VO 2023/915/EU, damit aufgehoben:

VO (EU) Nr. 835/2011 Verordnung (EU) DER KOMMISSION vom 19. August 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 215, S. 4-8 vom 20.8.2011

VO (EU) Nr. 488/2014 Verordnung (EU) DER KOMMISSION vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 138, S. 75-79 vom 13.5.2014

VO (EU) 2015/1005 DER KOMMISSION vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Blei in bestimmten Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 161, S. 9 vom 25.6.2015

VO (EU) 2015/1006 DER KOMMISSION vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für anorganisches Arsen in Lebensmitteln Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 161, S. 14 vom 25.6.2015

VO (EU) 2015/1933: Verordnung (EU) DER KOMMISSION vom 27. Oktober 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Kakaofasern, Bananenchips, Nahrungsergänzungsmitteln, getrockneten Kräutern und getrockneten Gewürzen, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 282, S. 11 vom 27.10.2015

VO (EU) 2021/1317: VERORDNUNG (EU) 2021/1317 DER KOMMISSION vom 9. August 2021 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an Blei in bestimmten Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Union L286, S. 1-4

VO (EU) 2021/1323: VERORDNUNG (EU) 2021/1323 DER KOMMISSION vom 10. August 2021 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in bestimmten Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Union L288, S. 13-18

VO 2018/73/EU: Verordnung (EU) DER KOMMISSION vom 16. Januar 2018 zur Änderung der Anhänge II und III der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf Höchstgehalte an Rückständen von Quecksilberverbindungen in oder auf bestimmten Erzeugnissen, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 13 S. 8-20 vom 16.1.2018

VO 2023/915/EU: VERORDNUNG 2023/915/EU DER KOMMISSION vom 25. April 2024 über Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006. Amtsblatt der Europäischen Union L119, S. 103-157

6.2 Normen, Richtlinien, Vorschriften

DIN EN 15763: 2010-04: Lebensmittel - Bestimmung von Elementspuren - Bestimmung von Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei in Lebensmitteln mit induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) nach Druckaufschluss; Deutsche Fassung EN 15763:2009, Beuth, Berlin

DIN EN ISO 17294-2:2024-03: Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope (ISO 17294-2:2023); Deutsche Fassung EN ISO 17294-2:2023, Beuth, Berlin

DIN EN ISO 20988:2007-09 Luftbeschaffenheit; Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit (ISO 20988:2007); Deutsche Fassung EN ISO 20988:2007

DIN ISO 12884: 2000: Außenluft – Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe – Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien und anschließender gaschromatographischer / massenspektrometrischer Analyse

DIN V ENV 13005: 1999-04: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheiten beim Messen: Deutsche Fassung ENV 13005:1999. Berlin, Beuth

ÖBMG (2015): Aktionswerte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Österreichisches Bundesministerium für Gesundheit, Erlass BMG-75210/0013-II/B/13/2015 vom 18.5.2015, zuletzt geändert und ergänzt durch 2024-0.392.229 vom 27.06.2024

VDI 3857 Blatt 2:2021-07: Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen; Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen. Berlin: Beuth

VDI 3957 Blatt 1:2020-02: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Biomonitoring); Grundlagen und Zielsetzung. Berlin: Beuth

VDI 3957 Blatt 2:2020-08: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Biomonitoring); Verfahren der standardisierten Graskultur. Berlin: Beuth

VDI 3957 Blatt 3:2024-01: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Biomonitoring); Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl. Berlin: Beuth

VDI 4280 Blatt 1: 2014-10: Planung von Immissionsmessungen; Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit. Berlin: Beuth

VDI 4330 Blatt 4:2006-10: Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO); Pollenmonitoring; Biologische Pollensammlung mit Bienenvölkern. Berlin: Beuth

6.3 Literatur

Basel Kant. Labor (2002): Honig / Diverse Parameter – Gemeinsame Kampagne Basel-Stadt (Schwerpunktlabor) und Basel-Landschaft. Honigbericht vom 14.11.2002 Kantonales Laboratorium Basel-Stadt (Hrsg.), Basel (CH), 6 S.

BayLfU (2017): PAK-Immissionswirkungen in Bayern – Langzeituntersuchung polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Biomonitoring-Verfahren. UmweltSpezial, Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Augsburg, 86 S.

BayLfU (2019): Biomonitoring persistenter Schadstoffe. Abschlussbericht. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Augsburg, 138 S.

BfR (2004): Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln –Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte. Teil II. BfR-Wissenschaft, Berlin, 323 S.

ehemals BgVV 2002: Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte der Verwendung von Mineralstoffen und Vitaminen in Lebensmitteln - Teil I: Mineralstoffe (einschließlich Spurenelemente). Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin, 40 S.

BfR (2013): Bewertung der Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2011 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2011. Stellungnahme Nr. 016/2013 des Bundesinstituts für Risikobewertung vom 26. Januar 2013, Berlin 28 S.

Bogdanov, S. (2006): Contaminants of bee products. Apidologie 37 (2006), S. 1-18

Dietl, C., Faus-Keßler, T., Wegenke, M., Peichl, L. (1998): Verkehrsbezogene Immissionen und Immissionswirkungen von Antimon und anderen Metallen, Schriftenreihe 153 Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

EFSA (2010): Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA (Hrsg.), EFSA Journal 8(4):1570, Parma Italien, 151 S.

EFSA (2012): Cadmium dietary exposure in the European Population. Scientific Report of EFA, European Food Safety Authority EFSA (Hrsg.), EFSA Journal 10(1):2551, Parma (I), 37 S.

EFSA (2012a): Scientific Opinion on the risk for public health related to presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA (Hrsg.), EFSA Journal 10(12):2985, Parma (I), 241 S.

EFSA (2014): Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. SCIENTIFIC REPORT OF EFSA, EFSA Journal 2014, 12 (3): 3597, European Food Safety Authority (Hrsg.), Parma (I), 68 S.

EFSA (2015): Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), EFSA Journal 2015, 13 (2): 4002, European Food Safety Authority (Hrsg.), Parma (I), 2002 S.

- EFSA (2015a): Public consultation on the draft scientific opinion on dietary reference values for copper. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) EFSA Journal 2015, 20, 52 S.
- Formicki, G., Gren, A., Stawarz, R., Zysk, B., Gal, A. (2013): Metal content in honey, propolis, wax and bee pollen and implications for metal pollution monitoring. Pol. J. Environ. Stud. 22 (1), S. 99-106
- Hüffmeyer, N. (2007): Modellierung von Zink in der Ruhr - Emissionspfade und Belastungsanalyse. Matthies, M. (Hrsg.) Beiträge des Instituts für Umweltsystemforschung Universität Osnabrück Nr. 42, 80 S.
- Meek, M., Chan, P., Bartlett, S. (1994): Polycyclic aromatic hydrocarbons: Evaluation of risks to health from environmental exposure in Canada. Environ. Carcinogen. & Ecotox. Rev. C12 (2), S. 443-452
- Merian, E. (1984): Metalle in der Umwelt. Verlag Chemie, Weinheim: Greenwood et al., Meek et al.
- Peichl, L., Wäber, M., Reifenhäuser, W. (1994): Schwermetallmonitoring mit der standardisierten Graskultur im Untersuchungsgebiet München – Kfz-Verkehr als Antimonquelle? UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 6 (2), S. 63-69
- Rentz, O., C. Martel (1998): Analyse der Schwermetallströme in Steinkohlefeuerungen – Einfluss der Kohlesorte und des Lastzustandes. Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung und Universität Karlsruhe (Hrsg.), Karlsruhe, 254 S.
- Savory, J., R. Wills (1984): Arsen. Metalle in der Umwelt (E. Merian, Hrsg.), Verlag Chemie, Weinheim, S. 319-334
- Streit, B. (1991): Lexikon Ökotoxikologie. VCH Weinheim
- UBA (2016): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe – Umweltschädlich! Giftig! Unvermeidbar? Umweltbundesamt UBA-Hintergrund, Dessau-Roßlau, 26 S.
- Umweltatlas Hessen (2005). Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.)
- Wäber, M., Hergt, V. (2011): Bienen spüren Folgen des Luftverkehrs nach. UmweltMagazin 30/04 2011, S. 50-52
- Wäber, M., Pompe, F.; Steinbrecher, W.; Rottler, H. (2016): Honigmonitoring – Verfahren zur Untersuchung von Luftverunreinigungen in Pollen, Wachs und Honig von Bienen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 4 (2016), S. 115-121
- Wäber, M., Pompe, F. (2018): Biomonitoring von Luftverunreinigungen an Flughäfen im deutschsprachigen Raum. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 4 (2018), S. 166-170

6.4 Quellen im Internet

- DGE (2000): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.), <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/kupfer-mangan-chrom-molybdaen/> zuletzt abgeleitet 2000 (Stand 19.01.2026)
- EUFIC (2019): Chrom in der Ernährung. European Food Information Council (Hrsg.), <https://www.eufic.org/de/in-unserem-essen/artikel/chrom-in-der-ernaehrung>, zuletzt aktualisiert 27.03.2019 (Stand 19.01.2026)
- LfL (2005): Natürlich erhöhte Arsengehalte in Böden des Erdinger, Freisinger und Dachauer Mooses – Bodenuntersuchungen 2003 und 2004. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) <https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/031488/index.php> (Stand 19.01.2026)
- UBA (2014): Wie kommt Quecksilber in die Umwelt? Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau, (Stand 19.01.2026) <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-kommt-quecksilber-in-die-umwelt>

UBA (2014a): Umweltbelastungen der Landwirtschaft: Düngemittel. Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#textpart-1> (Stand 19.01.2026)

UBA (2025): Emissionsentwicklung 1990 – 2023 für Schwermetalle. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Umweltbundesamt (Hrsg.), (Stand 19.01.2026) <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>

Wäber, M., Pompe, F. (2021): Bienenmonitoring am Flughafen Dresden 2004–2021. Flughafen Dresden GmbH (Hrsg.), Quelle im Internet (Stand: 21.10.2025): https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Dresden/Bilder/Unternehmen/Umwelt/DRS2021_Bericht_Biomonitoring_Honig.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2021a): Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle 2009–2021. Flughafen Leipzig/Halle (Hrsg.), (Stand: 21.10.2025): https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Leipzig_Halle/Bilder/Umwelt/LEJ_Honigbericht2009-2021.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2019 / 2022 / 2023 / 2024 / 2025) Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel 2011 bis 2025 – Teil 1: Allgemeiner Teil und jeweiliger Teil 2: Ergebnisteil: Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (Hrsg.) [bienen.berlin-airport.de](https://www.bienen.berlin-airport.de) (Stand 31.12.2025)

Wäber, M., Pompe, F. (2022a): Bienenmonitoring am Flughafen Dresden – Ergebnisse 2022. Flughafen Dresden (Hrsg.), (Stand 21.10.2025): https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Dresden/Bilder/Unternehmen/Umwelt/DRS2022_Bienenmon-Kurzbericht_UMW20230217.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2023a): Bienenmonitoring am Flughafen Dresden – Ergebnisse 2023. Flughafen Dresden (Hrsg.), https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Dresden/Bilder/Unternehmen/Umwelt/Biomonitoring_mit_Bienen_VFH_Zusammenstellung_2007.pdf (Stand: 01.10.2025)

Wäber, M., Pompe, F. (2024a): Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle 2009–2023. Flughafen Leipzig/Halle (Hrsg.), https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Leipzig_Halle/Bilder/Umwelt/FLH2023_HonigBer0325.pdf (Stand 04.11.2025)

6.5 Berichte zum Honigmonitoring der FMG im Internet (Stand 19.1.26)

Wäber, M., Pompe, F. (2021): Honigmonitoring am Flughafen München 2020 – Kurzbericht. FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000010566786bb601a5a95/ 20210128-honigmonitoring2020-kurzbericht.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2022): Honigmonitoring am Flughafen München 2021. FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000013325332bb625fdaa6/honigmonitoring-2021-fmg.pdf

Wäber, M. und Pompe, F. (2023c): Honigmonitoring am Flughafen München 2022 (Ergebnisse 2018–2022). FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000016672487bb640881ed/honigmonitoring-2022-bericht.pdf

Wäber, M. und Pompe, F. (2024b): Honigmonitoring am Flughafen München 2023 (Ergebnisse 2018–2023). FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000022786642bb65d5e9b6/honigmonitoring-2023-bericht.pdf

Wäber, M. und Pompe, F. (2024b): Honigmonitoring am Flughafen München 2024 (Ergebnisse 2018–2024). FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000029290157bb675068d9/honigmonitoring-2024-bericht.pdf

Weitere Informationen und Berichte seit 2008 auf Anfrage: [//www.munich-airport.de/honig](https://www.munich-airport.de/honig)

7 Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1-1: Wie gelangen die Schadstoffe in die Umwelt? [© Monica Wäber].....	10
Bild 1.2-1: Biene sammelt Blütennektar und Blütenpollen	11
Bild 1.2-2: Drohnenwabe (in Wildbau) vom Standort MEF am Flughafen München [© Bruno Willing]	12
Bild 1.3-1: Flugbewegungen 2020–2025 im Vergleich zu den Vorjahren	15
Bild 2.1-1: „Flugwolken“ (dunkelgrün) der Bienenvölker, schematisch, und Honigmonitoring-Standorte im Kontext der Luftgütemessungen des Flughafens München 2025	18
Bild 2.2-1: Pollenfallen vor den Fluglöchern	20
Bild 2.2-2: Flughafen-Pollenernte	20
Bild 2.2-3: Pollenstichproben von MEF 2024	20
Bild 2.2-4: Nach der Wachsprobennahme am Standort MEF 2021	21
Bild 2.2-5:Frühtracht-Drohnenwaben vom Standort MEM 2023 (links bebrütet, rechts unbebrütet mit Honig)	21
Bild 2.2-6: Sommertracht-Honigprobe von Latzenhausen	21
Bild 2.2-7: Sommertracht-Honigprobe von Sulzbach	21
Bild 2.2-8: Sommertracht-Honigprobe von Töddenried	21
Bild 3.2-1: Bio-Flughafenhonig	34
Bild 3.3-1: Prozentuale Anteile der Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig	36
Bild 3.4-1: Antimon in Pollen	37
Bild 3.4-2: Antimon in Wachs	37
Bild 3.4-3: Antimon in Honig	37
Bild 3.5-1: Arsen in Pollen	39
Bild 3.5-2: Arsen in Wachs	39
Bild 3.5-3: Arsen in Honig	39
Bild 3.6-1: Blei in Pollen.....	41
Bild 3.6-2: Blei in Wachs.....	41
Bild 3.6-3: Blei in Honig	41
Bild 3.7-1: Cadmium in Pollen	43
Bild 3.7-2: Cadmium in Wachs	43
Bild 3.7-3: Cadmium in Honig	43
Bild 3.8-1: Chrom in Pollen	45
Bild 3.8-2: Chrom in Wachs.....	45

Bild 3.8-3: Chrom in Honig	45
Bild 3.9-1: Eisen in Pollen.....	47
Bild 3.9-2: Eisen in Wachs.....	47
Bild 3.9-3: Eisen in Honig	47
Bild 3.10-1: Kupfer in Pollen	48
Bild 3.10-2: Kupfer in Wachs	48
Bild 3.10-3: Kupfer in Honig.....	48
Bild 3.11-1: Nickel in Pollen.....	50
Bild 3.11-2: Nickel in Wachs.....	50
Bild 3.11-3: Nickel in Honig	50
Bild 3.12-1: Quecksilber in Pollen	52
Bild 3.12-2: Quecksilber in Wachs	52
Bild 3.12-3: Quecksilber in Honig.....	52
Bild 3.13-1: Zink in Pollen.....	54
Bild 3.13-2: Zink in Wachs.....	54
Bild 3.13-3: Zink in Honig	54
Bild 3.14-1: Benzo[a]pyren in Pollen	56
Bild 3.14-2: Benzo[a]pyren in Wachs	56
Bild 3.14-3: Benzo[a]pyren in Honig.....	56
Bild 3.14-4: PAK4 in Pollen	58
Bild 3.14-5: PAK4 in Wachs	58
Bild 3.14-6: PAK4 in Honig	58
Bild 3.14-7: 16 PAK in Pollen	60
Bild 3.14-8: 16 PAK in Wachs	60
Bild 3.14-9: 16 PAK in Honig	60
Bild 9.1-1: Untersuchungsbefund zur Qualität von Frühtrachthonig von Standort HFF 2025.....	74
Bild 9.1-2: Befund der Untersuchung auf Varroabekämpfungsmittel- und Pestizidrückstände für Frühtrachthonig von Standort MAN 2025.....	75

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.3-1: Übersicht über das Honigmonitoring am Flughafen München 2008–2025.....	14
Tabelle 2.1-1: Übersicht über die Bienenvölkerstandorte 2018–2025	19
Tabelle 2.3-1: Als typische Luftverunreinigungen untersuchte, persistente (langlebige) Stoffe	22
Tabelle 2.4-1: Aktuelle analytische Bestimmungsgrenzen für Metalle und PAK	25
Tabelle 2.5-1: Höchstgehalte, orientierende Beurteilungswerte sowie Empfehlungswerte	27
Tabelle 2.5-2: Orientierende Vergleichswerte und Beurteilungswerte für Pollen und Honig	29
Tabelle 3.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2025 im Vergleich zu 2022, 2023 und 2024	32
Tabelle 10.1-1: PAK-Analysen von Pollen 2018	76
Tabelle 10.1-2: PAK-Analysen von Pollen 2019	77
Tabelle 10.1-3: PAK-Analysen von Pollen 2020–2021	77
Tabelle 10.1-4: PAK-Analysen von Pollen 2022	78
Tabelle 10.1-5: PAK-Analysen von Pollen 2023	78
Tabelle 10.1-6: PAK-Analysen von Pollen 2024	79
Tabelle 10.1-7: PAK-Analysen von Pollen 2025	79
Tabelle 10.2-1: PAK-Analysen von Wachs 2018	80
Tabelle 10.2-2: PAK-Analysen von Wachs 2019	80
Tabelle 10.2-3: PAK-Analysen von Wachs 2020–2021	81
Tabelle 10.2-4: PAK-Analysen von Wachs 2022	81
Tabelle 10.2-5: PAK-Analysen von Wachs 2023	82
Tabelle 10.2-6: PAK-Analysen von Wachs 2024	82
Tabelle 10.2-7: PAK-Analysen von Wachs 2025	83
Tabelle 10.3-1: PAK-Analysen von Honig 2018	83
Tabelle 10.3-2: PAK-Analysen von Honig 2019	84
Tabelle 10.3-3: PAK-Analysen von Honig 2020–2021	84
Tabelle 10.3-4: PAK-Analysen von Honig 2022	85
Tabelle 10.3-5: PAK-Analysen von Honig 2023	85
Tabelle 10.3-6: PAK-Analysen von Honig 2024	86
Tabelle 10.3-7: PAK-Analysen von Honig 2025	86

9 Anhang A: Qualitätsuntersuchungen

9.1 Ergebnisbeispiele der Qualitäts- und Pestiziduntersuchungen

Die Untersuchungsprotokolle für die Qualitäts- und Pestiziduntersuchungen der Honige aus dem Umfeld des Flughafens (Kap. 3.2) sind nachfolgend exemplarisch für Frühtrachthonig 2025 vom Standort HFF (Bild 9.1-1) und vom Standort MAN (Bild 9.1-2) dargestellt. Während 2024 nur im Frühtrachthonig vom Standort MEM ein Wirkstoff aus 36 untersuchten Pestiziden oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) gefunden worden war, unter dem jeweiligen Beurteilungswert (Kap. 3.2); das Insektizid Flonicamid), waren es 2025 ein bis drei Wirkstoffe in allen Frühtrachthonigen und in einer der Sommertrachtproben.

		Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau		
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim Honiganalytik				
118/25 Dr. Monica Wäber Wallbergstraße 13 82054 Sauerlach	Eingang der Probe: Verpackung: Kennzeichnung: Sortenbezeichnung: Art der Prüfung: Regierungsbezirk:	25.06.2025 45806 HFF Frühtracht 2025 Sortenanalyse Oberbayern		
LWG Honiganalytik An der Steige 15 97209 Veitshöchheim	Sachbearbeiter K. Knoke/Honig J. Weber/Rechnung	Telefon 0931/98 01-3769 Durchwahl 0931/98 01-3703	E-Mail: kathrin.knoke@lwg.bayern.de E-Mail: julia.weber@lwg.bayern.de	Datum
Prüfbefund für Honig Nr. 118/25				
Sensorische Beurteilung				
Farbe:	dunkelbeige			
Konsistenz:	feinkristallin			
Sauberkeit:	ohne Beanstandung			
Geruch:	honigtypisch			
Geschmack:	honigtypisch			
Chemisch-physikalische Analysen				
Wassergehalt (DIN/AOAC):	18,0 %			
Invertase-Zahl (DIN/Siegenthaler):	U/kg			
HMF (Winkler)	mg/kg			
Elektrische Leitfähigkeit:	0,34 mS/cm			
Mikroskopische Analyse				
Pollen nektarliefernder Pflanzen	500			
Anzahl der ausgezählten Pollen:	Kreuzblütler (Brassicaceae)			
Leitpollen > 45%:				
Begleitpollen 45-15%:	Rosen-G. (Rosaceae), Löwenzahn (Taraxacum)			
Einzeipollen < 15%:	s.Anlage			
Pollen nektarlosen Pflanzen:	keine			
Auslandspollen:	geringere Mengen Algen, Sporen, Pilze			
Honigtauelemente:				
sonstige Sedimentbestandteile:	Frühjahrestrachthonig / Frühjahrestracht mit Löwenzahnhonig			
Sortenempfehlung:				
Beurteilung: Die vorliegende Probe liegt im Grenzbereich zwischen den Sortenempfehlungen Frühjahrestrachthonig und Frühjahrestracht mit Löwenzahnhonig. Beide Empfehlungen sind möglich. Die untersuchten Merkmale der sensorischen, chemisch-physikalischen und mikroskopischen Analysen sind einwandfrei. Die Probe erfüllt zum Untersuchungszeitpunkt in den untersuchten Qualitätsmerkmalen die Anforderungen der deutschen Honigverordnung und des DfB, VBB und BfV.				

Bild 9.1-1: Untersuchungsbefund zur Qualität von Frühtrachthonig von Standort HFF 2025

Alle Funde von Pestizidwirkstoff-Rückständen unterschritten die Beurteilungswerte gemäß Verordnung 470/2009/EU. Die Honige entsprachen somit den gesetzlichen Bestimmungen. Nachfolgend die Funde 2025 sind im Einzelnen:

- der Insektizid-Wirkstoff Flonicamid in MAN-FT, MEF-FT, MEM-FT;
- die Fungizid-Wirkstoffe Boscalid in MFS-FT und
- Pyraclostrobin in HFF-FT, MAN-FT, MEF-FT, MEF-ST, MEM-FT, MFS-FT;
- das Varroa-Bekämpfungsmittel Dimethylphenyl-Formamid (Amitraz): in HFF-FT, MAN-FT, MEF-FT, MEM-FT.

LANDESANSTALT FÜR BIENENKUNDE
Ema-Hruschka-Weg 6
D-70599 Stuttgart



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Universität Hohenheim (730) • 70593 Stuttgart

Dr. Monika Wäber
Wallbergstr. 13
82054 Sauerlach

Prüfbericht Nr. R 30/25 a

Datum: 07.07.2025

Unsere Proben-Nr.: R 30/25

Produkt: Honig

Ihre Kennung/ Bezeichnung: MAN 25.05.2025

Probeneingang: 25.06.2025

Verpackung: Neutralglas 500 g

Probenahme durch: Einsender/ Auftraggeber

Verschlussicherung: nein

Beginn - Ende der Untersuchung: 25.06.2025 - 07.07.2025

Prüfauftrag: Rückstandsanalyse – Varroazide / Pestizide / Insektizide

Analyt/en		zulässige Menge (mg/kg)	Ergebnis (mg/kg)	Analyt/en		zulässige Menge (mg/kg)	Ergebnis (mg/kg)
Acetamidiprid	I	0,050	n.d.	Flonicamid	I	0,050	0,010
Acrinathrin	AI	nicht zulässig	n.d.	Flumethrin	IV	kein Höchstwert	n.d.
Azoxystrobin	F	0,050	n.d.	Fluopyram	F	0,050	n.d.
Boscalid	F	0,150	n.d.	Indoxacarb	I	0,050	n.d.
Brompropylat	IV	nicht zulässig	n.d.	Isofetamid	F	0,050	n.d.
Chlorantraniliprole	I	0,050	n.d.	Mandestrobin	F	0,050	n.d.
Chlorfenvinphos	AI	nicht zulässig	n.d.	Metconazol	F	0,050	n.d.
Coumaphos	V	0,100	n.d.	Prochloraz	F	0,150	n.d.
Cyhalothrin	I	0,050	n.d.	Prothioconazol	F	0,050	n.d.
Cypermethrin	I	0,050	n.d.	Pyraclostrobin	F	0,050	0,029
Cyprodinil	F	0,050	n.d.	Pirimethanil	F	0,050	n.d.
Deltamethrin	I	0,050	n.d.	tau-Fluvalinat	IV	0,050	n.d.
Difenoconazol	F	0,050	n.d.	Tebuconazol	F	0,050	n.d.
Dimoxystrobin	F	0,050	n.d.	Tebufenozid	I	0,050	n.d.
Esfenvalerat	I	0,050	n.d.	Thiacloprid	I	0,200	n.d.
Etofenprox	I	0,050	n.d.	Trifloxystrobin	F	0,050	n.d.
A = Akarizid F = Fungizid I = Insektizid V = Varroazid				Dimethylphenyl-Formamid (Amitraz)	V	0,200* *Summe aller Metaboliten	0,016

n.d. = keine Rückstände nachweisbar (nicht detektierbar) < Bestimmungsgrenze (0,010 mg/kg)

Methode: QuEChERS-Aufarbeitung (mod.) mit anschließender GC/LC-MS/MS-Messung in Partnerlabor

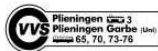
Beurteilung:

Der eingesandte Honig entspricht hinsichtlich der untersuchten Parameter den gesetzlichen Bestimmungen (EG-Verordnung 470/2009).

Manuel Treder

M.Sc. Manuel Treder
Prüfleiter

Das auszugsweise Kopieren dieses Prüfberichts ist nicht gestattet!



Dienstgebäude und Lieferanschrift:
Ema-Hruschka-Weg 6
70599 Stuttgart

USt-ID-Nr. (VAT) DE 147 794 207

<http://bienenkunde.uni-hohenheim.de>

Telefon: (0711) 459-22662

Fax: -22233

Konto:
Baden-Württembergische Bank, Stuttgart
IBAN: DE20 8006 0101 0002 5601 08
BIC-Code: SOLADESTXXX

Seite 1 von 1

Bild 9.1-2: Befund der Untersuchung auf Varroabekämpfungsmittel- und Pestizidrückstände für Frühtrachthonig von Standort MAN 2025

10 Anhang B: Einzelergebnisse der PAK-Analysen

Nachfolgend sind die Einzelergebnisse der Analysen auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) von Pollen-, Wachs- und Honigproben der Flughafenstandorte HFF, MFS, MEF und MAN (MAN 2025, HFF 2023 und MFS 2022 nur Honig analysiert), flughafennah von MEM (seit 2023) sowie aus dem Referenzgebiet Aichach (AIC) für die Jahre 2018, 2019, 2020–2021, 2022, 2023, 2024 und 2025 tabellarisch dargestellt.

10.1 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Pollen 2018–2025

Tabelle 10.1-1: PAK-Analysen von Pollen 2018

Honigmonitoring 2018: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST	
PAK-Komponente	Abkürz.	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	4Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	
Naphthalin	NAP	3,4	3,1	3,9	4,1	3,7	3,7	3,5	4,0	
Acenaphthylen	ACY	0,28	0,31	0,21	0,33	0,14	0,21	0,22	0,23	
Acenaphthen	ACE	0,53	0,36	0,73	0,59	0,68	0,53	0,52	0,28	
Fluoren	FLE	1,9	1,5	1,7	2,2	1,7	1,6	1,4	1,1	
Phenanthren	PHE	4,1	4,7	4,8	4,6	4,9	4,2	5,1	3,4	
Anthracen	ANT	0,05	0,10	0,14	0,10	0,13	0,15	0,05	0,05	
Flouranthen	FLU	1,5	1,6	1,3	1,1	1,5	1,7	1,1	1,1	
Pyren	PYR	0,95	0,89	0,77	0,92	0,85	1,30	0,67	0,67	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,22	0,05	0,18	0,12	0,29	0,45	0,21	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,38	0,16	0,36	0,28	0,47	0,52	0,38	0,14	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,47	0,30	0,56	0,40	0,64	1,09	0,52	0,22	
Benzo[a]pyren	BaP	0,25	0,11	0,13	0,15	0,18	0,47	0,21	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,34	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,17	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,19	0,12	0,13	0,19	0,12	0,30	0,12	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,3	0,6	1,2	1,0	1,6	2,5	1,3	0,4	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	8,5	8,1	8,5	7,9	9,2	10,4	8,6	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	15	13	15	15	15	16	14	11	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG; Summe 16 EPA-PAK in Kleinschrift: streng genommen ebenfalls nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort AAI

Tabelle 10.1-2: PAK-Analysen von Pollen 2019

Honigmonitoring 2019: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST	
PAK-Komponente	Abkürz.	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	3Stichproben	2Stichproben	
Naphthalin	NAP	2,3	3,8	4,1	4,6	4,0	3,7	2,8	4,4	
Acenaphthylen	ACY	0,77	0,61	0,81	0,47	0,48	0,35	0,83	0,40	
Acenaphthen	ACE	0,41	0,46	0,61	0,53	0,85	0,49	0,43	0,38	
Fluoren	FLE	2,4	2,7	2,8	1,9	3,2	1,8	2,5	0,7	
Phenanthren	PHE	10,2	5,3	11,7	4,2	16,1	4,4	11,4	3,4	
Anthracen	ANT	0,27	0,19	0,29	0,11	0,34	0,21	0,30	0,15	
Flouranthren	FLU	4,1	1,9	3,3	1,0	4,2	1,2	3,3	1,2	
Pyren	PYR	2,08	0,99	1,99	0,77	2,25	0,74	1,75	0,57	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,27	0,05	0,23	0,05	0,33	0,12	0,23	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,53	0,21	0,59	0,21	0,62	0,27	0,48	0,14	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,76	0,39	0,63	0,34	0,85	0,49	0,90	0,13	
Benzo[a]pyren	BaP	0,34	0,12	0,23	0,12	0,31	0,12	0,29	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,13	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	0,10	0,05	
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,27	0,11	0,24	0,11	0,23	0,12	0,24	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,9	0,7	1,7	0,7	2,1	1,0	1,9	0,3	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	19,0	9,3	19,3	7,0	25,4	7,8	19,1	5,8	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	25	17	28	15	34	14	26	12	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG; Summe 16 EPA-PAK in Kleinschrift: streng genommen ebenfalls nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort AAI

Tabelle 10.1-3: PAK-Analysen von Pollen 2020–2021

Honigmonitoring 2020 und 2021: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2020	MFS-FST 2020	MEF-FST 2020	AIC-FST 2020	HFF-FST 2021	MFS-FST 2021	MEF-FST 2021	AIC-FST 2021	
PAK-Komponente	Abkürz.	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	
Naphthalin	NAP	4,2	3,8	4,1	4,2	3,9	4,1	3,8	4,1	
Acenaphthylen	ACY	0,43	0,47	0,25	0,78	0,48	0,69	0,27	0,60	
Acenaphthen	ACE	0,31	0,43	0,63	0,32	0,14	0,39	0,41	0,19	
Fluoren	FLE	2,4	1,8	2,1	1,8	1,7	0,9	1,4	0,6	
Phenanthren	PHE	5,4	6,5	7,7	7,9	6,5	4,9	7,0	4,0	
Anthracen	ANT	0,13	0,15	0,22	0,31	0,05	0,13	0,10	0,10	
Flouranthren	FLU	2,0	2,5	2,3	3,8	2,7	1,9	3,2	1,4	
Pyren	PYR	1,25	1,53	1,32	2,28	1,69	1,13	2,49	1,03	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,25	0,30	0,17	0,32	0,31	0,22	0,59	0,25	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,40	0,43	0,25	0,56	0,38	0,34	0,83	0,32	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,43	0,48	0,37	0,45	0,48	0,32	0,99	0,27	
Benzo[a]pyren	BaP	0,26	0,31	0,23	0,24	0,21	0,12	0,34	0,10	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,15	0,17	0,13	0,13	0,19	0,12	0,24	0,10	
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,29	0,31	0,26	0,24	0,25	0,16	0,32	0,12	
Dibenz[a,h]anthracen	DBaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,3	1,5	1,0	1,6	1,4	1,0	2,8	0,9	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	10,6	12,7	13,0	16,2	12,8	9,4	16,2	7,7	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	18	19	20	23	19	15	22	13	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG; Summe 16 EPA-PAK in Kleinschrift: streng genommen ebenfalls nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort ASI

Tabelle 10.1-4: PAK-Analysen von Pollen 2022

Honigmonitoring 2022: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)							Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2022	MFS-FST 2022	MEF-FST 2022	MAN-FST 2022	AIC-FST 2022	
PAK-Komponente	Abkürz.	6Stichproben		6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	
Naphthalin	NAP	4,1		4,1	4,3	4,1	
Acenaphtylen	ACY	0,37		0,45	0,57	0,74	
Acenaphthen	ACE	0,16		0,44	0,28	0,26	
Fluoren	FLE	1,6		1,7	1,5	1,5	
Phenanthren	PHE	4,8		5,1	4,5	5,0	
Anthracen	ANT	0,24		0,18	0,16	0,19	
Flouranthen	FLU	2,0		1,6	2,0	2,3	
Pyren	PYR	1,02		0,91	1,47	1,15	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,11		0,13	0,18	0,17	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,22		0,31	0,28	0,36	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJf+BkF	0,57		0,26	0,42	0,29	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05		0,12	0,25	0,10	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,10		0,10	0,23	0,10	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,16		0,22	0,32	0,12	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05		0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0,9		0,8	1,1	0,9	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	9,3		9,0	9,9	9,8	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	15,5		15,7	16,5	16,3	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)
kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"
 n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG
 PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und 2015/1933 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein
 AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort ASI

Tabelle 10.1-5: PAK-Analysen von Pollen 2023

Honigmonitoring 2023: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2023	MFS-FST 2023	MEF-FST 2023	MAN-FST 2023	MEM-FT 2023	AIC-FST 2023	
PAK-Komponente	Abkürz.	nicht untersucht	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	3Stichproben	6Stichproben	
Naphthalin	NAP		4,3	5,0	4,5	5,6	4,1	
Acenaphtylen	ACY		0,45	0,40	0,50	0,42	0,39	
Acenaphthen	ACE		0,50	0,42	0,39	0,45	0,27	
Fluoren	FLE		1,2	2,2	1,9	1,8	0,9	
Phenanthren	PHE		4,5	5,0	5,1	7,0	5,0	
Anthracen	ANT		0,23	0,25	0,20	0,28	0,28	
Flouranthen	FLU		2,5	2,7	3,0	4,2	1,9	
Pyren	PYR		1,4	1,6	1,9	2,6	1,3	
Benzo[a]anthracen	BaA		0,20	0,24	0,25	0,42	0,29	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)		0,34	0,48	0,49	0,75	0,39	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJf+BkF		0,36	0,33	0,61	1,07	0,49	
Benzo[a]pyren	BaP		0,24	0,19	0,41	0,71	0,19	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP		0,12	0,11	0,26	0,47	0,13	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP		0,26	0,25	0,50	0,78	0,18	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA		0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4		1,1	1,2	1,8	3,0	1,4	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA		10,1	11,3	12,7	18,3	10,3	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA		17	19	20	27	16	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)
kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"
 n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG
 PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) 2023/915 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein
 AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort ASI

Tabelle 10.1-6: PAK-Analysen von Pollen 2024

Honigmonitoring 2024: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2024	MFS-FST 2024	MEF-FST 2024	MAN-FST 2024	MEM-FST 2024	AIC-FST 2024	
PAK-Komponente	Abkürz.	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	nicht untersucht	3Stichproben	6Stichproben	
Naphthalin	NAP	5,0	4,3	5,2		5,4	5,7	
Acenaphtylen	ACY	0,69	0,54	0,49		0,71	0,51	
Acenaphthen	ACE	0,56	0,69	0,61		0,60	0,31	
Fluoren	FLE	1,9	1,5	2,0		2,5	1,6	
Phenanthren	PHE	6,3	5,6	6,6		7,1	6,3	
Anthracen	ANT	0,29	0,29	0,27		0,33	0,35	
Flouranthen	FLU	3,1	2,4	3,1		4,5	2,7	
Pyren	PYR	1,76	1,3	2,0		2,3	1,8	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,29	0,19	0,31		0,38	0,17	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,38	0,30	0,43		0,61	0,36	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,66	0,29	0,41		0,57	0,30	
Benzo[a]pyren	BaP	0,26	0,15	0,16		0,21	0,12	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,18	0,10	0,12		0,18	0,10	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,28	0,16	0,16		0,29	0,16	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05		0,11	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,6	0,9	1,3		1,8	1,0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	14	11	14		17	12	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	22	18	22		26	20	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)
kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"
n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG
PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EU gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein
AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort ASI

Tabelle 10.1-7: PAK-Analysen von Pollen 2025

Honigmonitoring 2025: PAK in Pollen in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienenprodukt- Nahrungsergänzungs- mittel (VO 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2025	MFS-FST 2025	MEF-FST 2025	MAN-FST 2025	MEM-FST 2025	AIC-FST 2025	
PAK-Komponente	Abkürz.	nicht untersucht	6Stichproben	6Stichproben	6Stichproben	3Stichproben	6Stichproben	
Naphthalin	NAP		4,7	5,2	4,9	5,6	5,1	
Acenaphtylen	ACY		0,62	0,68	0,78	0,75	0,61	
Acenaphthen	ACE		0,55	0,62	0,52	0,67	0,38	
Fluoren	FLE		1,1	1,1	2,0	2,1	1,3	
Phenanthren	PHE		4,4	5,9	6,8	6,8	5,5	
Anthracen	ANT		0,18	0,34	0,35	0,46	0,37	
Flouranthen	FLU		1,9	3,2	2,5	3,4	2,2	
Pyren	PYR		1,0	1,8	2,1	1,7	1,1	
Benzo[a]anthracen	BaA		0,19	0,30	0,33	0,37	0,18	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)		0,40	0,32	0,39	0,62	0,48	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF		0,47	0,44	0,59	0,63	0,46	
Benzo[a]pyren	BaP		0,23	0,28	0,44	0,38	0,17	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP		0,18	0,22	0,30	0,26	0,12	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP		0,25	0,27	0,46	0,37	0,19	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4		1,3	1,3	1,8	2,0	1,3	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA		9	13	14	15	11	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA		16	21	22	24	18	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)
kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"
n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG
PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EU gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein
AIC: Pollen aus dem Referenzgebiet stammt nicht wie Wachs und Honig von 3 Standorten, sondern vom Standort ASI

10.2 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Wachs 2018–2025

Tabelle 10.2-1: PAK-Analysen von Wachs 2018

Honigmonitoring 2018: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)									
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST
PAK-Komponente	Abkürz.	Drohnennwaben 1.5.-31.5. (4 Wo.)	Drohnennwaben 8.6.-16.7. (5 Wo.)	Drohnennwaben 22.4.-31.5. (5,5Wo.)	Drohnennwaben 31.5.-21.7. (8 Wo.)	Drohnennwaben 21.4.-27.5. (5 Wo.)	Drohnennwaben 17.6.-15.7. (4 Wo.)	Drohnennwaben April-Mai (4-5 Wo.)	Drohnennwaben Anf.-Ende Juni
Naphthalin	NAP	8,5	4,7	6,6	4,8	7,6	4,3	6,9	4,4
Acenaphtylen	ACY	0,34	0,37	0,21	0,36	0,24	0,57	0,36	0,42
Acenaphthen	ACE	0,89	0,92	0,53	0,94	0,76	1,06	0,58	0,75
Fluoren	FLE	2,7	2,2	1,9	1,9	2,0	2,8	2,3	1,9
Phenanthren	PHE	5,5	7,0	5,2	3,7	6,4	4,8	5,4	3,8
Anthracen	ANT	0,13	0,11	0,26	0,05	0,16	0,05	0,10	0,05
Flouranthren	FLU	2,1	1,6	1,9	0,6	1,2	0,7	1,1	1,1
Pyren	PYR	1,34	0,97	1,22	0,79	0,96	0,50	0,76	0,86
Benzo[a]anthracen	BaA	0,24	0,20	0,27	0,17	0,38	0,15	0,24	0,18
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,54	0,37	0,40	0,34	0,59	0,43	0,45	0,31
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJf+BkF	0,75	0,48	0,89	0,53	0,80	0,96	0,58	0,53
Benzo[a]pyren	BaP	0,15	0,21	0,16	0,10	0,22	0,12	0,10	0,13
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,21	0,13	0,11	0,18	0,13	0,05	0,05	0,23
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,27	0,23	0,14	0,26	0,16	0,05	0,05	0,16
Dibenz[a,h]anthracen	DBaHA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,7	1,3	1,7	1,1	2,0	1,7	1,4	1,2
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	11,2	11,3	10,6	6,7	11,1	7,8	8,8	7,4
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	24	19	20	15	22	17	19	15

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-2: PAK-Analysen von Wachs 2019

Honigmonitoring 2019: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)									
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST
PAK-Komponente	Abkürz.	Drohnennwaben 18.5.-3.7. (6,5Wo.)	Drohnennwaben 1.-30.7. (4,5 Wo.)	Drohnennwaben 20.4.-23.5. (4,5Wo.)	Drohnennwaben 25.5.-5.7. (6 Wo.)	Drohnennwaben 20.4.-23.5. (4,5Wo.)	Drohnennwaben 25.5.-8.7. (6,5Wo.)	Drohnennwaben 14.4.-30.5. (6,5Wo.)	Drohnennwaben 1.6.-15.7. (6 Wo.)
Naphthalin	NAP	3,7	4,5	8,0	5,8	6,6	4,5	7,1	4,3
Acenaphtylen	ACY	0,17	0,28	0,31	0,24	0,22	0,30	0,55	0,37
Acenaphthen	ACE	0,44	0,51	0,64	0,57	0,38	0,35	0,62	0,64
Fluoren	FLE	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	0,7	1,2	1,5
Phenanthren	PHE	3,5	3,6	4,0	5,1	5,1	4,1	4,7	6,0
Anthracen	ANT	0,05	0,13	0,05	0,18	0,05	0,14	0,12	0,20
Flouranthren	FLU	1,0	0,8	0,8	1,3	1,2	0,8	1,1	1,4
Pyren	PYR	0,57	0,50	0,46	0,97	0,69	0,49	0,78	0,67
Benzo[a]anthracen	BaA	0,16	0,10	0,13	0,10	0,23	0,13	0,17	0,05
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,31	0,24	0,37	0,40	0,45	0,30	0,42	0,28
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJf+BkF	0,32	0,25	0,39	0,49	0,41	0,57	0,45	0,16
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,10	0,15	0,14	0,18	0,13	0,05
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,10	0,14	0,15	0,10	0,11	0,14	0,05
Dibenz[a,h]anthracen	DBaHA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0,8	0,6	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	0,4
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	6,1	5,9	6,5	9,0	8,4	6,9	8,1	9,0
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	11,5	12,3	16,6	16,6	16,8	12,8	17,5	15,9

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-3: PAK-Analysen von Wachs 2020–2021

Honigmonitoring 2020 und 2021: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)									
Standort - Früh-/Sommertracht-Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2020	MFS-FST 2020	MEF-FST 2020	AIC-FST 2020	HFF-FST 2021	MFS-FST 2021	MEF-FST 2021	AIC-FST 2021
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben
Naphthalin	NAP	5,5	6,9	6,0	8,6	4,5	6,2	5,0	7,3
Acenaphtylen	ACY	0,24	0,55	0,35	0,59	0,23	0,27	0,24	0,73
Acenaphthen	ACE	0,31	0,37	0,41	0,68	0,34	0,57	0,30	0,52
Fluoren	FLE	0,7	1,0	1,2	1,2	0,6	0,9	0,7	0,9
Phenanthren	PHE	2,6	2,9	3,0	4,6	3,1	3,2	2,6	4,9
Anthracen	ANT	0,11	0,12	0,12	0,27	0,05	0,05	0,10	0,22
Flouranthren	FLU	0,6	0,6	0,8	1,7	1,1	0,8	0,7	1,6
Pyren	PYR	0,50	0,47	0,67	0,90	0,71	0,65	0,47	1,03
Benzo[a]anthracen	BaA	0,21	0,16	0,24	0,22	0,19	0,21	0,17	0,20
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,31	0,21	0,41	0,44	0,31	0,33	0,20	0,44
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbJF+BkF	0,30	0,13	0,31	0,34	0,31	0,34	0,26	0,34
Benzo[a]pyren	BaP	0,12	0,05	0,14	0,15	0,14	0,11	0,11	0,12
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,11	0,05	0,11	0,11	0,18	0,05	0,05	0,13
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,14	0,05	0,13	0,12	0,14	0,10	0,10	0,10
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0,9	0,5	1,1	1,2	1,0	1,0	0,7	1,1
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	5,1	4,8	6,0	8,9	6,3	5,9	4,8	9,1
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	11,8	13,6	14,0	19,9	12,0	13,8	11,1	18,5

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-4: PAK-Analysen von Wachs 2022

Honigmonitoring 2022: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)						
Standort - Früh-/Sommertracht-Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2022	MFS-FST 2022	MEF-FST 2022	MAN-FST 2022	AIC-FST 2022
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Drohnenwaben		2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben
Naphthalin	NAP	5,7		6,4	5,7	6,3
Acenaphtylen	ACY	0,19		0,27	0,25	0,41
Acenaphthen	ACE	0,48		0,38	0,49	0,51
Fluoren	FLE	0,8		0,9	0,8	1,3
Phenanthren	PHE	3,8		2,7	3,0	5,5
Anthracen	ANT	0,21		0,10	0,05	0,15
Flouranthren	FLU	1,4		1,0	1,3	1,6
Pyren	PYR	1,07		0,72	0,82	1,28
Benzo[a]anthracen	BaA	0,28		0,19	0,26	0,31
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,42		0,42	0,50	0,59
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbJF+BkF	0,41		0,34	0,56	0,62
Benzo[a]pyren	BaP	0,11		0,10	0,16	0,15
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,19		0,16	0,25	0,24
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,20		0,12	0,23	0,17
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05		0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,2		1,1	1,5	1,7
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	8,1		6,0	7,2	10,6
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	15,2		13,9	14,5	19,1

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-5: PAK-Analysen von Wachs 2023

Honigmonitoring 2023: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)							
Standort - Früh-/Sommertracht-Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2023	MFS-FST 2023	MEF-FST 2023	MAN-FST 2023	MEM-FST 2023	AIC-FST 2023
PAK-Komponente	Abkürz.	nicht untersucht	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben
Naphthalin	NAP		5,0	6,1	4,6	4,9	6,3
Acenaphtylen	ACY		0,46	0,62	0,48	0,50	0,41
Acenaphthen	ACE		0,35	0,56	0,35	0,62	0,51
Fluoren	FLE		0,56	1,25	0,57	0,79	1,31
Phenanthren	PHE		1,8	3,2	2,1	1,9	5,5
Anthracen	ANT		0,05	0,24	0,05	0,13	0,15
Flouranthen	FLU		0,68	1,79	0,74	0,85	1,58
Pyren	PYR		0,50	1,41	0,43	0,62	1,28
Benzo[a]anthracen	BaA		0,17	0,41	0,16	0,17	0,31
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)		0,23	0,75	0,27	0,28	0,59
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF		0,27	0,60	0,32	0,35	0,62
Benzo[a]pyren	BaP		0,10	0,22	0,12	0,13	0,15
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP		0,05	0,15	0,10	0,05	0,24
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP		0,11	0,17	0,13	0,12	0,17
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4		0,77	2,0	0,87	0,93	1,7
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA		4,0	9,0	4,4	4,7	10,6
Summe 16 EPA-PAK	16EPA		10,4	17	10,5	11,5	19

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) 3023/915 gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-6: PAK-Analysen von Wachs 2024

Honigmonitoring 2024: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)							
Standort - Früh-/Sommertracht-Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2024	MFS-FST 2024	MEF-FST 2024	MAN-FST 2024	MEM-FST 2024	AIC-FST 2024
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	nicht untersucht	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben
Naphthalin	NAP	6,2	6,2	6,4		6,5	6,7
Acenaphtylen	ACY	0,35	0,47	0,45		0,62	0,53
Acenaphthen	ACE	0,53	0,56	0,58		0,71	0,43
Fluoren	FLE	1,3	0,97	1,34		1,05	1,26
Phenanthren	PHE	4,2	3,9	3,8		3,1	3,4
Anthracen	ANT	0,34	0,16	0,26		0,26	0,28
Flouranthen	FLU	1,6	0,81	1,01		1,08	1,39
Pyren	PYR	1,10	0,71	0,91		0,96	1,09
Benzo[a]anthracen	BaA	0,37	0,32	0,36		0,40	0,35
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,47	0,44	0,42		0,49	0,48
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	0,52	0,45	0,58		0,46	0,42
Benzo[a]pyren	BaP	0,15	0,24	0,21		0,29	0,17
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,24	0,14	0,20		0,13	0,21
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,23	0,16	0,19		0,18	0,16
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05		0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1,5	1,5	1,6		1,6	1,4
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	9,2	7,4	8,0		7,4	8,0
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	18	16	17		16	17

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EU gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

Tabelle 10.2-7: PAK-Analysen von Wachs 2025

Honigmonitoring 2025: PAK in Wachs in µg/kg OS (Originalsubstanz)							
Standort - Früh-/Sommertracht-Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2025	MFS-FST 2025	MEF-FST 2025	MAN-FST 2025	MEM-FST 2025	AIC-FST 2025
PAK-Komponente	Abkürz.	nicht untersucht	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	2 Drohnenwaben	6 Drohnenwaben
Naphthalin	NAP		6,2	6,4	5,5	6,4	6,5
Acenaphtylen	ACY		0,59	0,60	0,53	0,57	0,63
Acenaphthen	ACE		0,47	0,47	0,38	0,51	0,33
Fluoren	FLE		1,14	1,33	0,59	1,24	1,04
Phenanthren	PHE		3,1	3,0	2,3	3,2	3,0
Anthracen	ANT		0,15	0,23	0,15	0,23	0,17
Flouranthen	FLU		0,75	1,06	0,86	1,33	1,31
Pyren	PYR		0,56	0,78	0,59	0,81	0,78
Benzo[a]anthracen	BaA		0,25	0,34	0,22	0,32	0,28
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)		0,34	0,39	0,28	0,30	0,32
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF		0,51	0,47	0,39	0,41	0,37
Benzo[a]pyren	BaP		0,22	0,21	0,17	0,18	0,14
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP		0,17	0,20	0,15	0,13	0,13
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP		0,21	0,16	0,16	0,15	0,12
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA		0,05	0,11	0,05	0,05	0,05
Summe 4 PAK (grau)	PAK4		1,3	1,4	1,06	1,2	1,1
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA		6,3	6,9	5,3	7,1	6,7
Summe 16 EPA-PAK	16EPA		15	16	12	16	15

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EU gehen Ergebnisse <BG mit "0" ein

10.3 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Honig 2018–2025

Tabelle 10.3-1: PAK-Analysen von Honig 2018

Honigmonitoring 2018: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienenprodukt-Nahrungsergänzungsmittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST	
PAK-Komponente	Abkürz.	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	
Naphthalin	NAP	4,2	3,2	4,1	3,2	4,6	3,6	3,4	3,7	
Acenaphtylen	ACY	0,25	0,86	0,67	0,76	0,71	0,61	0,25	0,72	
Acenaphthen	ACE	0,41	0,36	0,42	0,27	0,38	0,28	0,15	0,62	
Fluoren	FLE	1,7	3,6	2,5	4,5	2,8	4,2	1,5	4,8	
Phenanthren	PHE	3,6	1,4	2,9	1,5	2,9	1,2	2,6	2,2	
Anthracen	ANT	0,22	0,28	0,38	0,31	0,29	0,37	0,14	0,53	
Flouranthen	FLU	0,42	0,41	0,75	0,57	0,52	0,47	0,39	0,42	
Pyren	PYR	0,19	0,31	0,38	0,41	0,26	0,34	0,17	0,36	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	11	11	12	12	13	11	9	14	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG; Summe 16 EPA-PAK in Kleinschrift: streng genommen ebenfalls nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-2: PAK-Analysen von Honig 2019

Honigmonitoring 2019: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh- (FT), Sommertracht (ST)		HFF-FT	HFF-ST	MFS-FT	MFS-ST	MEF-FT	MEF-ST	AIC-FT	AIC-ST	
PAK-Komponente	Abkürz.	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	Frühtrachthonig	Sommertr.honig	
Naphthalin	NAP	2,2	3,6	1,6	2,7	1,6	3,5	1,5	4,1	
Acenaphtylen	ACY	0,60	0,40	0,43	0,35	0,20	0,34	0,19	0,78	
Acenaphthen	ACE	0,17	0,10	0,19	0,05	0,17	0,05	0,17	0,27	
Fluoren	FLE	1,6	1,3	1,9	1,1	1,8	1,8	1,5	5,0	
Phenanthren	PHE	4,7	1,0	3,8	0,7	3,1	1,0	3,4	2,6	
Anthracen	ANT	0,19	0,18	0,32	0,16	0,23	0,21	0,18	0,76	
Flouranthren	FLU	0,36	0,11	0,35	0,05	0,28	0,10	0,32	0,20	
Pyren	PYR	0,19	0,05	0,20	0,05	0,17	0,05	0,19	0,13	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbJf+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	10,3	7,0	9,1	5,5	7,9	7,4	7,8	14,2	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG; Summe 16 EPA-PAK in Kleinschrift: streng genommen ebenfalls nicht summierbar, weil mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-3: PAK-Analysen von Honig 2020–2021

Honigmonitoring 2020 und 2021: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)										Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2020	MFS-FST 2020	MEF-FST 2020	AIC-FST 2020	HFF-FST 2021	MFS-FST 2021	MEF-FST 2021	AIC-FST 2021	
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	
Naphthalin	NAP	3,0	3,0	2,6	2,0	2,7	2,7	2,8	2,3	
Acenaphtylen	ACY	0,33	0,45	0,26	0,28	0,64	0,47	0,35	0,51	
Acenaphthen	ACE	0,14	0,30	0,10	0,17	0,28	0,14	0,12	0,23	
Fluoren	FLE	1,3	2,1	1,4	2,0	2,5	2,1	2,0	3,0	
Phenanthren	PHE	1,1	1,2	1,0	1,4	1,9	1,4	1,5	2,0	
Anthracen	ANT	0,19	0,29	0,20	0,10	0,17	0,22	0,11	0,31	
Flouranthren	FLU	0,24	0,28	0,27	0,17	0,28	0,17	0,16	0,22	
Pyren	PYR	0,13	0,16	0,15	0,05	0,21	0,11	0,14	0,18	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbJf+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylene	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	3,0	2,2	2,2	3,1	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	6,7	8,1	6,4	6,5	9,1	7,6	7,5	9,0	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und 2015/1933, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-4: PAK-Analysen von Honig 2022

Honigmonitoring 2022: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)							Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO 2015/1933)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2022	MFS-FST 2022	MEF-FST 2022	MAN-FST 2022	AIC-FST 2022	
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	
Naphthalin	NAP	2,7	2,3	2,9	3,4	2,2	
Acenaphthylen	ACY	0,37	0,32	0,42	0,52	0,37	
Acenaphthen	ACE	0,28	0,24	0,14	0,11	0,30	
Fluoren	FLE	1,7	1,9	1,7	2,2	1,8	
Phenanthren	PHE	2,1	2,1	1,5	1,7	2,4	
Anthracen	ANT	0,24	0,19	0,14	0,19	0,26	
Flouranthen	FLU	0,39	0,29	0,18	0,23	0,33	
Pyren	PYR	0,23	0,22	0,17	0,21	0,22	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	8,4	7,9	7,5	8,9	8,3	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und 2015/1933, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-5: PAK-Analysen von Honig 2023

Honigmonitoring 2023: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO (EU) 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2023	MFS-FST 2023	MEF-FST 2023	MAN-FST 2023	MEM-FST 2023	AIC-FST 2023	
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	
Naphthalin	NAP	3,4	3,0	2,6	3,3	2,5	2,3	
Acenaphthylen	ACY	0,43	0,43	0,39	0,45	0,22	0,15	
Acenaphthen	ACE	0,19	0,23	0,14	0,22	0,25	0,38	
Fluoren	FLE	1,5	1,3	1,4	1,7	1,2	1,0	
Phenanthren	PHE	1,6	1,3	2,8	1,4	1,6	3,5	
Anthracen	ANT	0,26	0,29	0,29	0,16	0,21	0,34	
Flouranthen	FLU	0,18	0,17	0,13	0,15	0,11	0,14	
Pyren	PYR	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	7,9	7,1	8,2	7,8	6,5	8,2	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO (EU) 2023/915, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-6: PAK-Analysen von Honig 2024

Honigmonitoring 2024: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO (EU) 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2024	MFS-FST 2024	MEF-FST 2024	MAN-FST 2024	MEM-FST 2024	AIC-FST 2024	
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	
Naphthalin	NAP	2,72	2,22	2,43	3,09	2,56	2,8	
Acenaphthylen	ACY	0,32	0,38	0,33	0,49	0,43	0,26	
Acenaphthen	ACE	0,16	0,18	0,13	0,17	0,19	0,19	
Fluoren	FLE	1,03	0,62	0,98	1,16	0,98	0,92	
Phenanthren	PHE	1,57	1,56	1,71	1,27	1,02	1,7	
Anthracen	ANT	0,27	0,23	0,24	0,25	0,39	0,28	
Flouranthen	FLU	0,10	0,15	0,15	0,16	0,14	0,13	
Pyren	PYR	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	6,6	5,7	6,4	7,0	6,2	6,7	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EZ, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein

Tabelle 10.3-7: PAK-Analysen von Honig 2025

Honigmonitoring 2025: PAK in Honig in µg/kg OS (Originalsubstanz)								Höchstgehalte Bienen- produkt-Nahrungsergänz. mittel (VO (EU) 2023/915)
Standort - Früh-/Sommertracht- Mischproben (FST) - Jahr		HFF-FST 2025	MFS-FST 2025	MEF-FST 2025	MAN-FST 2025	MEM-FST 2025	AIC-FST 2025	
PAK-Komponente	Abkürz.	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	2 Honigproben	6 Honigproben	
Naphthalin	NAP	2,9	2,5	2,8	3,0	2,9	2,6	
Acenaphthylen	ACY	0,41	0,37	0,35	0,36	0,52	0,29	
Acenaphthen	ACE	0,19	0,14	0,16	0,12	0,16	0,11	
Fluoren	FLE	1,04	0,59	0,54	0,76	1,06	0,77	
Phenanthren	PHE	1,62	1,31	1,32	1,27	1,38	1,39	
Anthracen	ANT	0,31	0,24	0,13	0,15	0,30	0,21	
Flouranthen	FLU	0,14	0,20	0,14	0,10	0,21	0,22	
Pyren	PYR	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	7,0	5,7	5,9	6,2	6,9	6,0	

µg/kg: Mikrogramm pro Kilogramm (1 µg entspricht ein Tausendstel Milligramm)

kursive Schrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze (BG: 0,1 µg/kg OS) sind mit deren halben "Wert angegeben"

n. s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50 % der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK -> gemäß VO 2023/915/EZ, Ergebnisse <BG gehen mit "0" in PAK4 ein