

Honigmonitoring am Flughafen München 2024



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

28.11.2024

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:

Die Bienenvölker, die den Münchner Flughafenhonig produzieren, im Jahresverlauf 2024: Standort MFS in der Winterpause 2024/2024 – Standort HFF zur Frühtracht – Standort MAN mit Pollenfallen vor Einfluglöchern im Sommer – MAN im Herbst [© Bruno Willing]

Danksagung

Denjenigen, die zur Durchführung des „Honigmonitorings am Flughafen München“ beigetragen haben, gilt 2024 wieder 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 im Konzernbereich Recht, Gremien, Compliance und Umwelt für die fachliche Betreuung.

Auf einen Blick

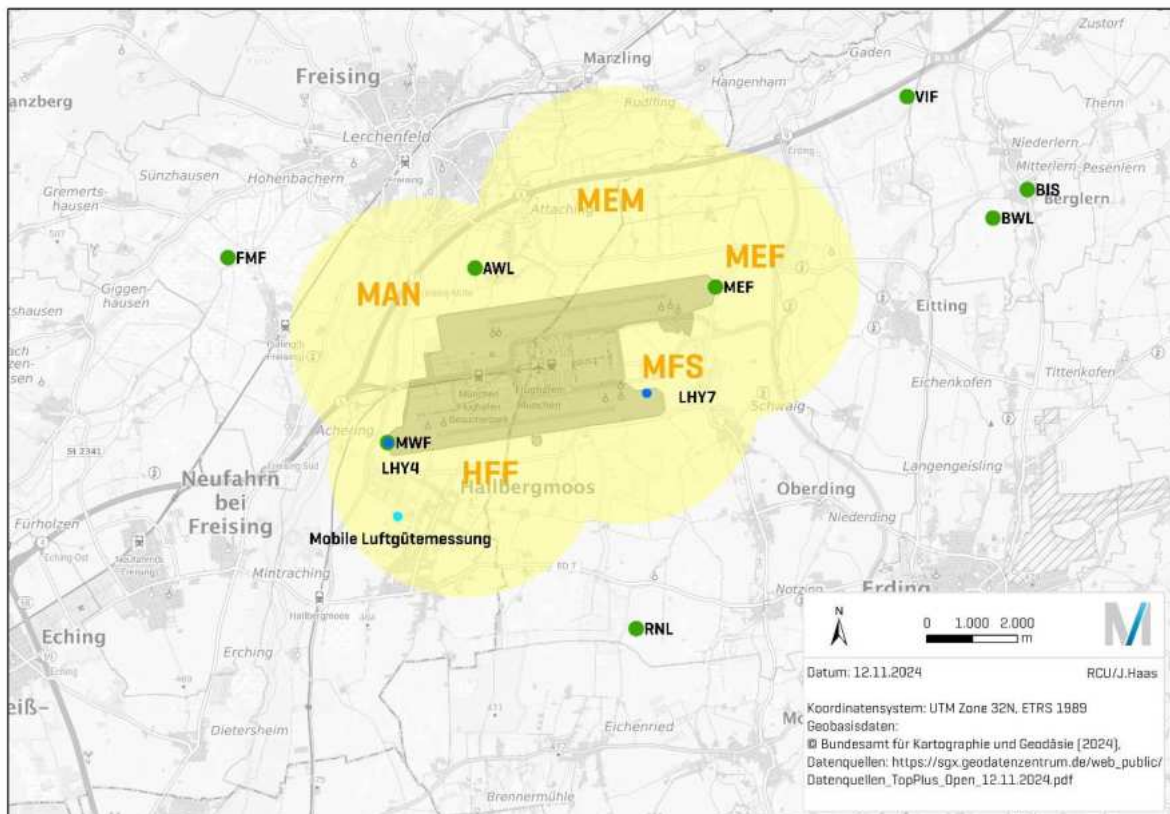
Das Honigmonitoring 2024 bestätigt die seit 2008 kontinuierlich durchgeführten Untersuchungen: Honige aus der Münchner Airportregion sind von hoher Qualität und unbedenklich für den Verzehr. Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf Pollen, Wachs und Honig aus dem Umfeld ist nicht feststellbar. Rückstände liegen in für Nahrungsmittel üblichen, niedrigen und unbedenklichen Bereichen.

30 Bienenvölker an 4 Standorten unmittelbar am Münchner Flughafen und 13 Völker an einem 2022 integrierten flughafennahen Standort haben während des Bienenjahres 2024 rund 1.200 kg Honig produziert und damit die Erntemengen der Vorjahre erneut übertroffen. Das Besondere am Flughafen-honig: er hat „Bio“-Qualität. Die Bienen werden 2025 wieder für das Honigmonitoring im Einsatz sein.



Bild: „Flugwolken“ (dunkelgrün) der Bienenvölker schematisch (links) und Honigmonitoring-Standorte im Kontext der Luftgütemessungen des Flughafens München 2024 (unten)

• Flugwolke der Bienenvölker HFF, MFS, MEF, MAN des Flughafens, • stationäre und • mobile Luftgütemessstationen, • Biomonitoring-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 (Kapitel 1.1 bis 1.3).

Untersuchungsumfang

Drei flughafennahe Bienenvölker-Standorte, seit 2022 ein vierter, unmittelbar am Flughafen sowie ein fünfter flughafennah, 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 2012–2024.

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 2018–2024** 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 stieg es bereits 2022 wieder auf rund 70 % der Werte 2018 und 2019 an und in 2023 gegenüber 2022 nochmals um rund 7 %. Im Jahr 2024 stieg bis September die Anzahl Flugbewegungen um rund 9 % gegenüber dem Vorjahr an und lag somit nur noch 22 % unter der Anzahl für den Vergleichszeitraum 2019 (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 winterungsbedingt „schlechtem Bienenjahr“ 440 kg Honig produzieren, mehr als 2020. Im Jahr 2022 waren es sogar 640 kg Honig, den die dann 30 Bienenvölker an 4 Standorten 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 und auf aktuell sogar 1.200 kg Honig von 42 Völkern. Insgesamt zeigten die Vitalitätsuntersuchungen Unterschiede zwischen Trachtperioden, Jahren und Standorten, die in ähnlichem Ausmaß auch in anderen Monitorings festgestellt wurden, aber unabhängig davon waren, ob die Bienenvölker flughafennah oder -fern leben (Kapitel 3.1).

Qualität des Flughafenhonigs

Der als „Feiner Flughafenhonig aus der Airfolgsregion“ abgefüllte Honig erfüllte in allen Vorjahren nach amtlicher Prüfung durch die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau die Qualitätsanforderungen der Honigverordnung. Seit 2023 darf der als „Flughafenhonig“ abgefüllte Honig sich 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 2018/848/EU.

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). Im Jahr 2024 wurde in einem Honig eines von 36 untersuchten Pestiziden nachgewiesen – nahe der Bestimmungsgrenze, unterhalb Grenzwert. Auch dieser Honig entsprach den gesetzlichen Bestimmungen (Kapitel 3.2).

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, Eisen, 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 2024 nicht zu). Dies könnte auf die natürlich erhöhten Arsengehalte in Böden des Erdinger und Freisinger Moooses zurückzuführen sein. Pollen ist Immissionen in der Umwelt, z.B. durch Bodenstaubaufwirbelung 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 und dem Wiederanstieg der Flugzahlen in 2022 auf 70 % des Vor-Corona-Niveaus und 78 % bis September 2024 nicht deutlich (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, sowie im Jahr 2023 vom Standort MEM nur Pollen der Frühtracht untersucht wurde. In Pollen der Frühtracht lagen die PAK-Gehalte teilweise tendenziell höher als in Pollen der Sommertracht. Dies wird durch die saisonal unterschiedlichen Ergebnisse des Bienenmonitorings im Umfeld der Berliner Flughäfen BER und Tegel bestätigt und 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	16
2.1 Standorte	17
2.2 Pollen-, Wachs- und Honigproben	19
2.3 Stoffe und Parameter	21
2.4 Analysenverfahren und Bestimmungsgrenzen.....	23
2.5 Maßstäbe zur Ergebnisbeurteilung	24
2.6 Messunsicherheit.....	29
3 Ergebnisse	30
3.1 Vitalitätserhebung	30
3.2 Qualitätsuntersuchungen und Pestizidrückstandsanalysen	32
3.3 Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig im Vergleich	34
3.4 Gehalte von Antimon in Pollen, Wachs und Honig.....	35
3.5 Gehalte von Arsen in Pollen, Wachs und Honig	36
3.6 Gehalte von Blei in Pollen, Wachs und Honig	38
3.7 Gehalte von Cadmium in Pollen, Wachs und Honig	40
3.8 Gehalte von Chrom in Pollen, Wachs und Honig	42
3.9 Gehalte von Eisen in Pollen, Wachs und Honig	44
3.10 Gehalte von Kupfer in Pollen, Wachs und Honig	45
3.11 Gehalte von Nickel in Pollen, Wachs und Honig	47
3.12 Gehalte von Quecksilber in Pollen, Wachs und Honig	49
3.13 Gehalte von Zink in Pollen, Wachs und Honig	51
3.14 Gehalte von PAK in Pollen, Wachs und Honig.....	53
4 Abkürzungen	59

5	Glossar	61
6	Literatur	64
6.1	Gesetzliche Grundlagen	64
6.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	65
6.3	Literatur.....	66
6.4	Quellen im Internet	67
6.5	Berichte zum Honigmonitoring der FMG im Internet (Stand 4.11.24)	68
7	Abbildungsverzeichnis.....	69
8	Tabellenverzeichnis.....	71
9	Anhang A: Qualitätsuntersuchungen	72
9.1	Ergebnisbeispiele der Qualitäts- und Pestiziduntersuchungen	72
10	Anhang B: Einzelergebnisse der PAK-Analysen	74
10.1	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Pollen 2018–2024.....	74
10.2	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Wachs 2018–2024.....	77
10.3	Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Honig 2018–2024	80

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.

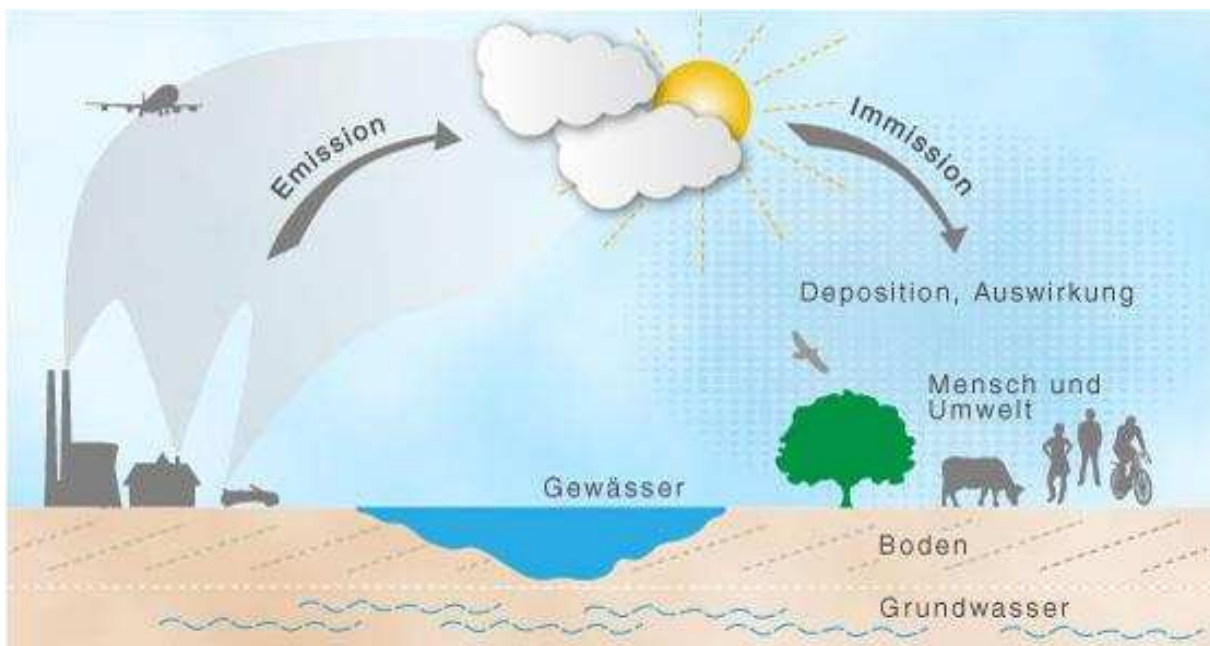


Bild 1.1-1: Wie gelangen die Schadstoffe in die Umwelt? [© Monica Wäber]

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 2024 auf dem Volksfestplatz in Hallbergmoos).

Untersuchungen der Auswirkungen der Luftgütesituation betreibt die Flughafen München GmbH (FMG) seit 2006: in Pflanzen mittels **Biomonitoring** in der Nachbarschaft des Flughafens in den Landkreisen Erding und Freising (Bild in „Auf einen Blick“; Quelle im Internet, Stand 02.11.2024:

www.munich-airport.de/bimonitoring), langjährig auch in einem vom Flughafen nicht beeinflussten Referenzgebiet 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 02.11.2024: <https://www.munich-airport.de/honig>). Honigmonitoring schlägt die Brücke zu weiteren Umwelt- und Naturschutzaktivitäten des Flughafens München.

1.2 Bienen, Pollen, Wachs und Honig

Wie können Luftverunreinigungen in Honig gelangen?

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 zu 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).

Bild 1.2-1: Biene sammelt Blütennektar und -pollen

[© Flughafen München GmbH]

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 carotinhaltigen Pollenöls aus dem Blütenpollen wird das Wabenwachs gelb. Die ursprünglich hellen Waben nehmen nach längerer Zeit im Bienenvolk durch das Bebrüten eine braunschwarze 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 Spättracht vor der Einwinterung) – pro Volk etwa 20 Kilogramm pro Jahr. 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 kauften die Imker zum Teil gegossene Wachsmittelwände aus dem Fachhandel zu, kehrten aber im Folgejahr zur ausschließlichen Verwendung eigenen Wachses („aus eigenem Kreislauf“) zurück.

³ Agroscope - Zentrum für Bienenforschung (Schweiz), Quelle im Internet: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztiere/bienen/bienenprodukte/Bienenwachs.html> (Stand 02.11.2024)

⁴ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Quelle im Internet: http://www.bfr.bund.de/de/bewertung_von_tierischen_stoffen__die_in_lebensmitteln_vorkommen-54428.html (Stand 02.11.2024)

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/naturschutz-87317>, Quelle im Internet, Stand 02.11.2024).

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; Mischproben) 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 02.11.2024: 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 (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 2008–2024

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; einheitl. 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	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	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)

blieben sie auf Honig beschränkt und von diesem wurde jeweils auch kein Bio-Flughafenhonig abgefüllt. Den Umfang des Honigmonitorings am Flughafen München 2008–2024 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 2024 sind in Kapitel 3 dargestellt, einschließlich vergleichender Bewertung im Umgriff über die Jahre 2018–2024 (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). 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). Im Jahr 2023 war gegenüber dem Vorjahreszeitraum ein Plus von 7 % zu verzeichnen, im Jahr 2024 ein Plus von weiteren 9 % (Verkehrsberichte 2023, 2024).

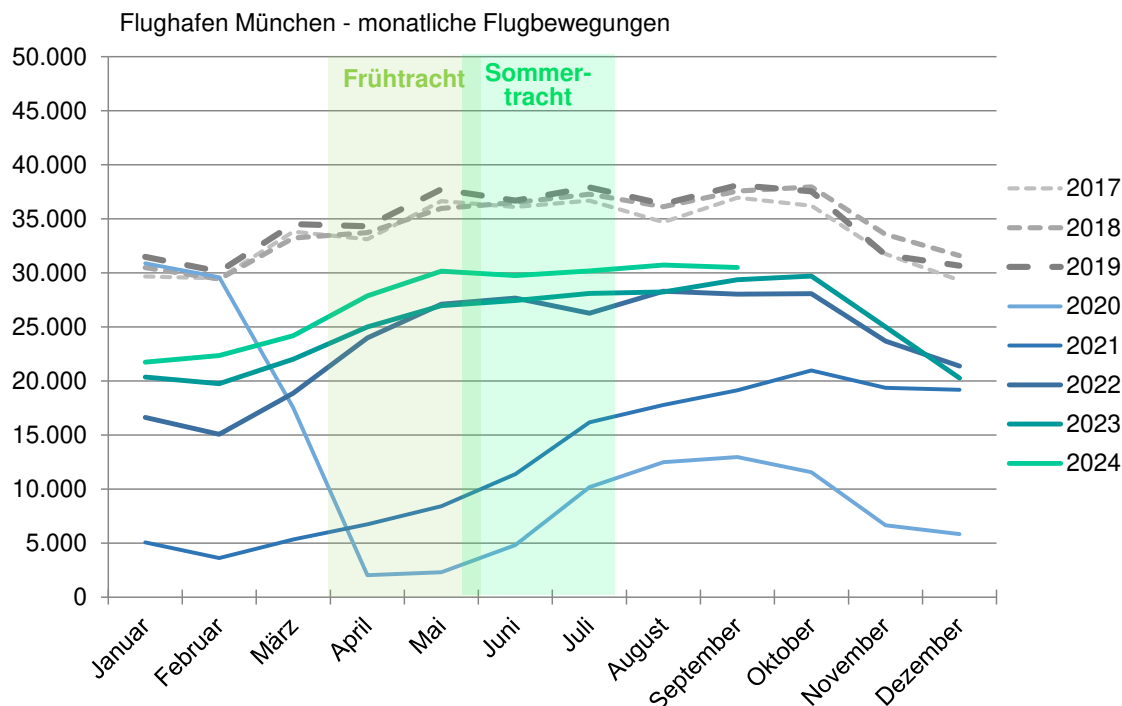


Bild 1.3-1: Flugbewegungen 2020–2024 im Vergleich zu den Vorjahren

Früh- und Sommertrachtperioden (ungefähre Zeiträume) sind in der Grafik farbig unterlegt. [Datenquelle im Internet: <https://www.munich-airport.de/verkehrszahlen-88506>, Stand 02.11.2024]

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. Im Jahr 2022 wie im Jahr 2024 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). 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, übernimmt die AGES die Metallanalysen. AGES: 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-Höchstmengenverordnung.

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.

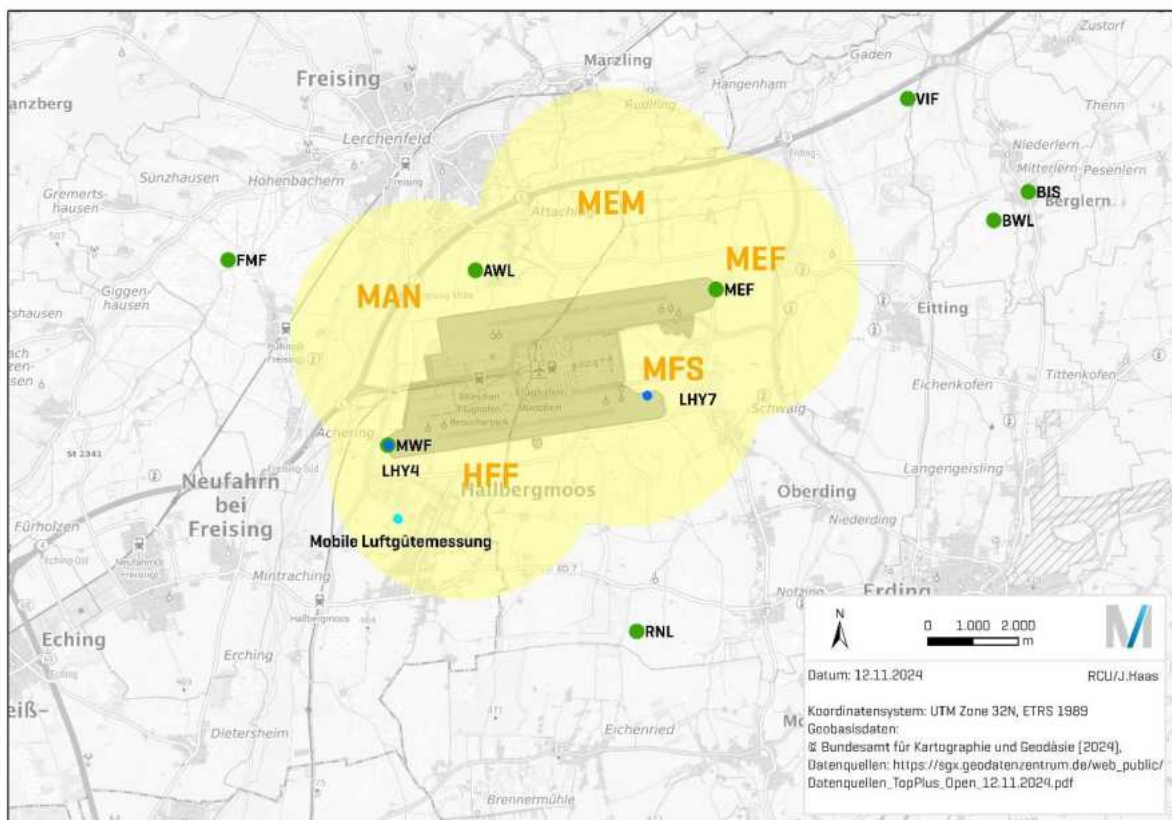
Das **Referenzgebiet** ist das ähnlich strukturierte Gebiet um Aichach (AIC) abseits vom Flugverkehr. Dort wurden Proben von Bienenvölkern von drei Standorten als Referenz-Mischproben untersucht.



Bild 2.1-1: „Flugwolken“ (dunkelgrün) der Bienenvölker, schematisch, und Honigmonitoring-Standorte im Kontext der Luftgütemessungen des Flughafens München 2024

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 sind als Beispiele die Bienenvölkerstandorte MFS, HFF und MAN am Flughafen München abgebildet.

Tabelle 2.1-1: Übersicht über die Bienenvölkerstandorte 2018–2024

Standorte und Zeitraum	Kürzel	Lage der Standorte	Standortbeschreibung
Flughafen München seit 2008	HFF	Helfenbrunn Hallbergmoos, am Flughafenzaun 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 Flughafenzaun am östlichen Ende der Nord-Start-/Landebahn (Richtung Eitting, Landkreis Erding)	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 Flughafenzaun am östlichen Ende 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 Flughafenzaun am nordwestlichen Rand 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 Eittingermoos 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 Tödtenried	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 2024 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, außerdem nur Honigproben von MAN (aufgrund rollierendem Systems vgl. Kap. 1.3: Aussetzen je eines Standorts bei Pollen- und Wachsanalysen). Die Proben 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 2024 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 seit 2017 einheitlich aus mehreren Pollen-Stichproben (meist 3) pro Standort und Tracht zu einer Mischprobe vereint. Die Pollen-Stichproben werden während der Trachtperiode jeweils an einem bis wenigen Tagen gewonnen. An den, am Einflugloch 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).

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-Drogenwaben 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 Tödtenried**

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 schwerer flüchtigen, fett: PAK4				
Naphthalin (NAP)	Phenanthren (PHE)	Benzo[a]pyren (BaP)		
Acenaphtylen (ACY)	Anthracen (ANT)	Benzo[a]anthracen (BaA)		
Acenaphthen (ACE)	Fluoranthren (FLU)	Benzo[b]fluoranthren		
Fluoren (FLE)	Pyren (PYR)	Chrysen (CHR)		
	Dibenzo[a,h]anthracen (DBahA)			
	Benzo[g,h,i]perylen (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 Moores 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 2024): 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 2024). 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 2024). 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 Kleinfeuerungsanlagen (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 strenger 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.

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; Tabelle 2.4-1).

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.

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 ab 2024	0,0043	0,0017	0,0011	0,025	0,10	0,0032	0,013	0,0021	0,0032	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 pro Kilogramm entspricht einem Tausendstel Milligramm pro Kilogramm (1 µg/kg = 0,001 mg/kg; 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 2024). 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.
- 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.

Zur Orientierung hilfsweise heranzuziehende Beurteilungswerte:

Für weitere toxikologisch relevante Stoffe als Blei und Quecksilber liegen derzeit keine Höchstgehalte für Honig vor. Hier können Wertespanspannen 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.

Tabelle 2.5-1: Höchstgehalte, orientierende Beurteilungswerte sowie Empfehlungswerte

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.

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	6 mg orientierend bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag aus 0,06 mg/Tag Empfehlung für tägl. Nahrungsergänzungsmittelzufuhr (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	100 mg orientierend bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag aus 1,0 mg/Tag Empfehlung für tägl. Nahrungsergänzungsmittelzufuhr (BgVV 2002); 1–1,5 mg geschätzte angemessene Zufuhr pro Tag (DGE 2000) entspricht 100-150 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Honig/Tag	
Zink	500 mg orientierend bei Verzehr von 10 g Pollen/Tag aus 5 mg/Tag Empfehlung für tägliche Nahrungsergänzungsmittelzufuhr (BgVV 2002); 7–10 mg/Tag Empfehlung für die tägliche Zufuhr (BgVV 2002) ergibt 700–1.000 mg/kg umgerechnet bei Verzehr von 10 g Honig oder Pollen/Tag	
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: hier ist zu berücksichtigen, dass die Stoffe auch über weitere Lebensmittel zugeführt werden; Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht heranzuziehen, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten		

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).

Die Tabelle 2.5-2 auf der nachfolgenden Seite greift die oben genannten Beurteilungswerte für Pollen als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) und für Honig als Lebensmittel auf, ergänzt mit aktuellen orientierenden Vergleichswerten. Diese können eine Orientierung geben, welche Gehalte in anderen Lebensmitteln als „normal“ und welche als „hoch“ gelten.

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 2024 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 2024 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 überlebten die Völker am und nahe dem Flughafen zu 89 %, ähnlich wie im Referenzgebiet mit 95 % Überlebensrate. Auch die Überlebensrate über den Winter 2023/2024 betrug mit einer Ausnahme fast 100 %. Die Ausnahme ist der Standort MEF, an dem nur eines von 3 Völkern den Winter 2023/2024 überlebte.

Die Honigmenge stellt ein Ergebnis aus Sammelaktivität, Blütenangebot und Volksstärke dar. Im Jahr 2022 hatten sich keine relevanten Unterschiede zwischen den Standorten hinsichtlich der Honigmengen gezeigt, aber saisonale Unterschiede: Die Aichacher Referenzbienen und die Flughafenbienen produzierten rund 16–18 kg Frühtrachthonig, etwas höher lag die Frühtracht-Honigmenge aus Tödtenried bei Aichach mit 23 kg pro Volk (Ref. AIC-ATN in Tabelle 3.1-1). Die Aichacher Referenzbienen produzierten aber nur rund 6–8 kg Sommertrachthonig pro Volk. Im Jahr 2023 wurden am und nahe dem Flughafen 8–18 kg Frühtrachthonig pro Volk gewonnen, 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. 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 2024 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/melzitosehonig.pdf>).

Während der Frühtracht 2022 entwickelten sich die Stärke der Bienenvölker und der Brut flughafennah und -fern ähnlich gut, aber während der Sommertracht im Referenzgebiet deutlich schlechter. Während der Frühtrachtperiode 2023 entwickelten sich Bienenvölker und Brut im Referenzgebiet deutlich schlechter. Während der Sommertrachtperiode 2023 entwickelten sich Bienenvölker und Brut flughafennah und -fern mit großen Unterschieden zwischen den einzelnen Standorten: 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 verlief die Entwicklung der Stärke der Bienenvölker und der Brut flughafennah erneut gut bis sehr gut, hingegen im Referenzgebiet unterschiedlich: durchschnittlich bis überdurchschnittlich.

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

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 2018/848/EU. 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 2024 vom Standort MFS. 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 03.11.2024: <https://www.munich-airport.de/honig>).



Bild 3.2-1: Bio-Flughafenhonig
[Foto © Flughafen München]

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, genauso wie die Honige der weiteren Standorte am und nahe dem Münchner Flughafen.

Von der LWG als amtlicher Kontrollstelle wurde bezüglich der **Qualität** 2024 bescheinigt:

- honigtypischer Geruch und Geschmack,
- im Frühjahr der Sorte Frühjahrstracht mit Rapshonig mit mehr als 45 % Anteil Kreuzblütler-Blütenpollen (HFF, MAN, MEM) oder Rapsarten (MFS), oder

- der Sorte Frühjahrstracht aus vorwiegend Kreuzblütler- und Kleeblüten, sowie Rosengewächsen, Natternkopf und Springkraut (MEF),
- im Sommer der Sorte Lindenhonig aus Kreuzblütlern, Hornklee und Linde (HFF), oder aus vorwiegend Rosengewächsen und Linde (MAN), oder vorwiegend Kreuzblütlern und Linde (MEM),
- der Sorte Sommertracht mit Lindenhonig (MFS),
- oder Sommertrachthonig vorwiegend aus Springkraut (MEF);
- 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 MEF-FT, HFF-ST und MFS-ST, weil leicht höhere Wasseranteile.

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). In einem von zehn untersuchten Honigen 2024, in Frühtrachthonig MEM (Bild 9.1-2 im Anhang) wurde ein Wirkstoff aus 36 untersuchten Pestiziden oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) gefunden: das Insektizid Flonicamid. Der Gehalt unterschreitet den Beurteilungswert eindeutig. Somit hat auch dieser Honig den gesetzlichen Bestimmungen gemäß Verordnung 470/2009/EU entsprochen. Im Vorjahr hatte in drei von acht untersuchten Honigen, in den Frühtrachthonigen MAN, MFS und MEM, jeweils ein Wirkstoff aus 36 untersuchten Pestiziden oberhalb der Bestimmungsgrenze gelegen: der Fungizidwirkstoff Prothioconazol in MAN-FT und das Insektizid Flonicamid in MFS-FT und MEM-FT. Diese und der Frühtrachthonig 2021 vom Standort MFS (mit 2 Fungizidwirkstoffen, Boscalid und Dimoxystrobin, unterhalb Beurteilungswerten) sind die einzigen Honige seit Start des Honigmonitorings 2008, in denen Pestizidwirkstoffe gefunden wurden.

Pestizid-Rückstandsanalysen werden aufgrund der vereinzeltten 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 2024). 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 2024 dargestellt. Die Absolutgehalte lagen 2024 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 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 77 % 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.

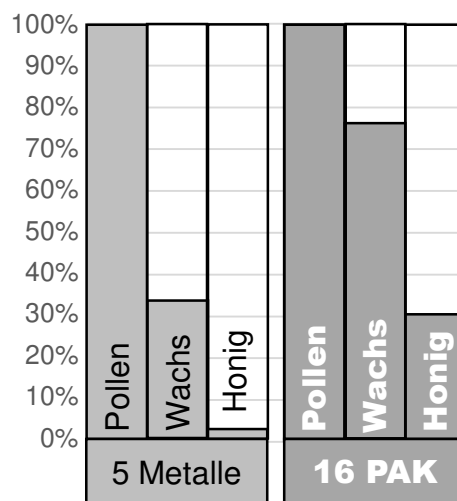


Bild 3.3-1: Prozentuale Anteile der Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig

Anteile im Bild auf 100% normiert; hier beispielhaft für das Jahr 2024 gezeigt; 5 Metalle: Blei, Eisen, Kupfer, Nickel und Zink, da > Bestimmungsgrenze

⁹ Es handelt sich um eine orientierende, nicht statistisch repräsentative Betrachtung. Die flughafennahen Ergebnisse wurden für Metalle und 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.

3.4 Gehalte von Antimon in Pollen, Wachs und Honig

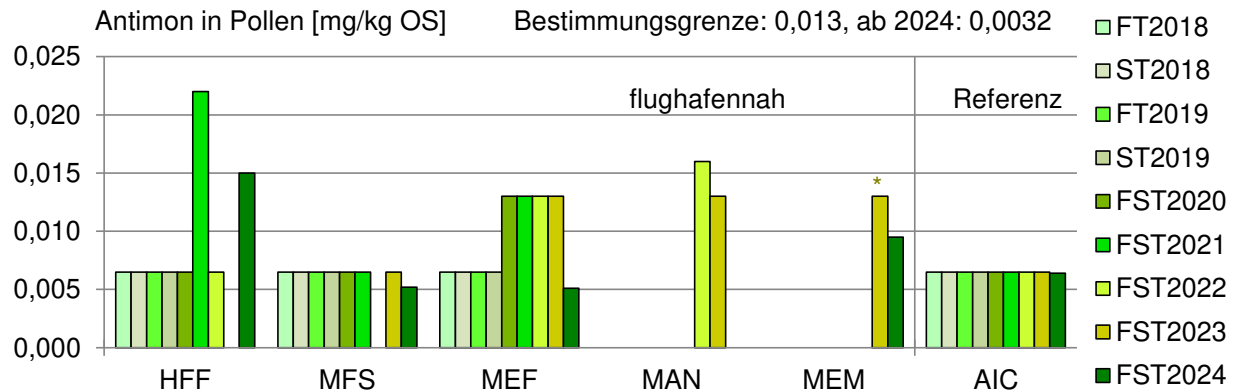


Bild 3.4-1: Antimon in Pollen

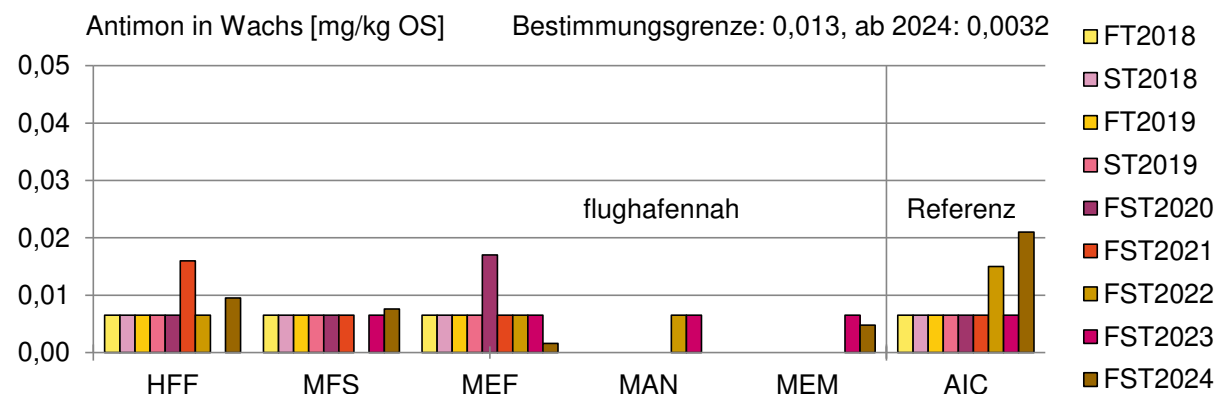


Bild 3.4-2: Antimon in Wachs

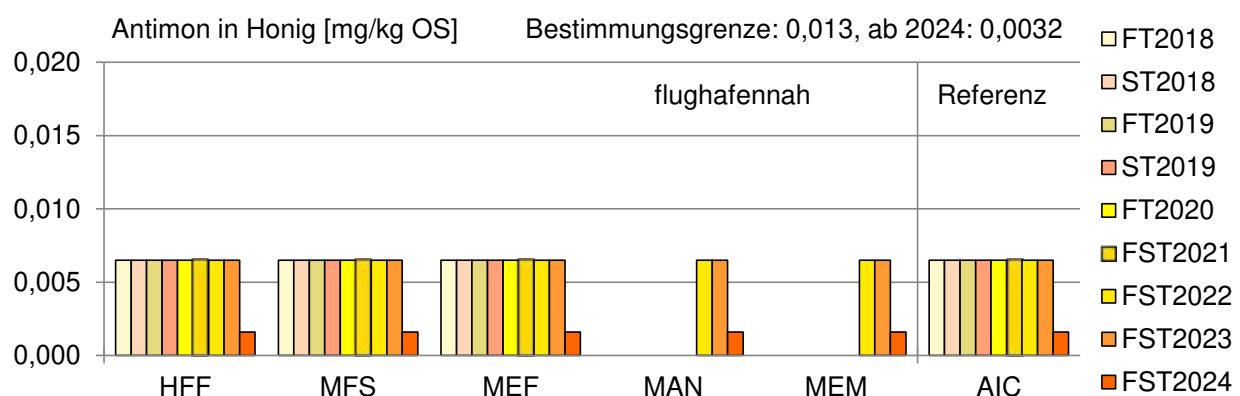


Bild 3.4-3: Antimon in Honig

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) und von 0,0032 mg/kg OS dargestellt. FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2022 MEM: Frühtracht

Die **Antimongehalte in Pollen** lagen 2024 in einem relativ engen Bereich von 0,0051 bis 0,015 mg/kg OS. Das Ergebnis ähnelt dem der Vorjahre: bis 2023 lagen die Werte unterhalb oder an der bislang

gültigen Bestimmungsgrenzen 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 0,0065 mg/kg OS angegeben. 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 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 2024 von unterhalb der Bestimmungsgrenze – <0,0032 mg/kg OS – bis 0,021 mg/kg OS. Seit 2018 reichten sie nur in Einzelfällen knapp über die bisherige 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). 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 2024 flughafennah am Münchner Airport und im Referenzgebiet sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze <0,0032 mg/kg OS (Bild 3.4-3) – so wie in den Vorjahren (bisherige BG: 0,013 mg/kg OS). Am Berliner Referenzstandort BRS lag Antimon in Honig ebenfalls unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen 2013 bis 2024 (2024 Honig dort untersucht).

Fazit für Antimon:

Antimon war 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 2024 ähnlich zu den Vorjahren an den Standorten HFF, MEF und MFS unmittelbar am Flughafen bei 0,017–0,034 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 2018–2024 im oberen Bereich der Wertespanne 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 Pollen wie auch in Wachs dort nicht untersucht). Am Standort MEM, flughafennah am Münchner Airport, lag Arsen in Pollen mit rund 0,08 mg/kg OS 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).

Die **Arsengehalte in Wachs** lagen 2024 an den Flughafenstandorten HFF, MEF und MFS unterhalb oder nahe der Bestimmungsgrenze: <0,0043–0,012 mg/kg OS. Dies ist teilweise niedriger als in den Vorjahren (<0,013 mg/kg OS als bisherige BG bis 0,029 mg/kg OS).

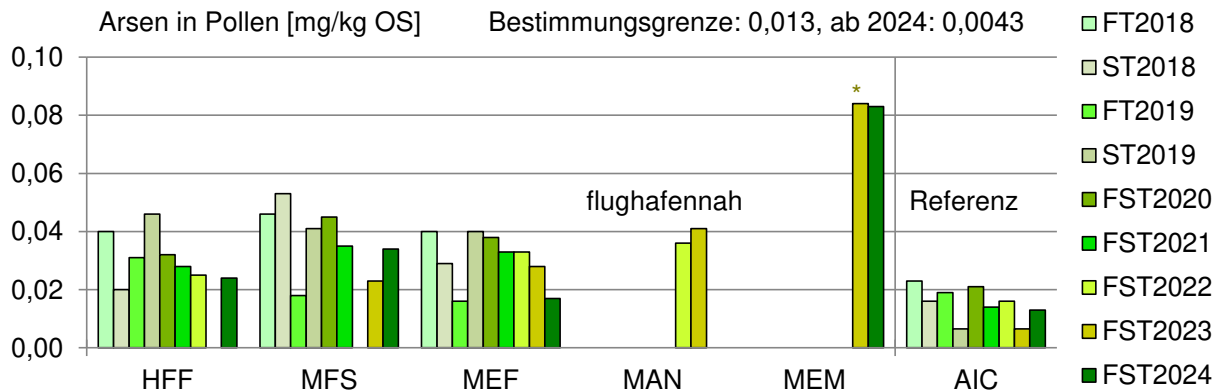


Bild 3.5-1: Arsen in Pollen

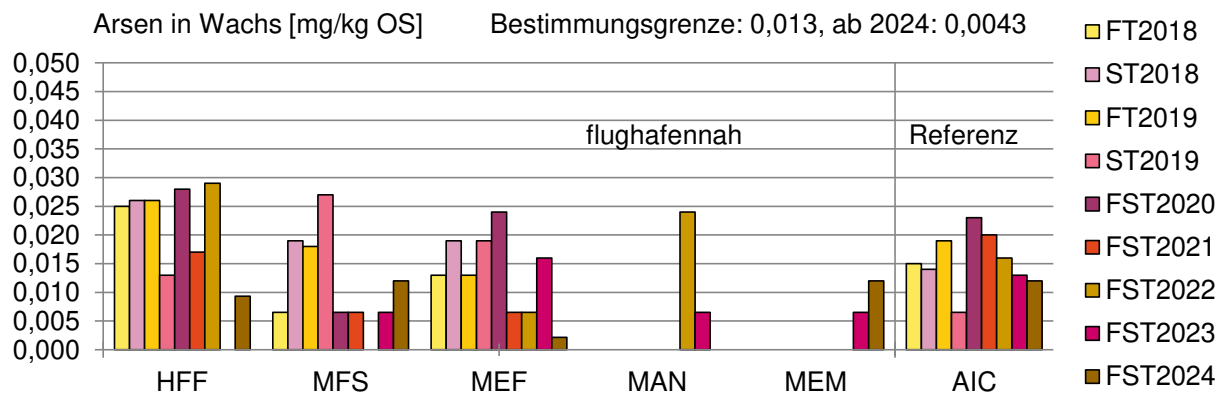


Bild 3.5-2: Arsen in Wachs

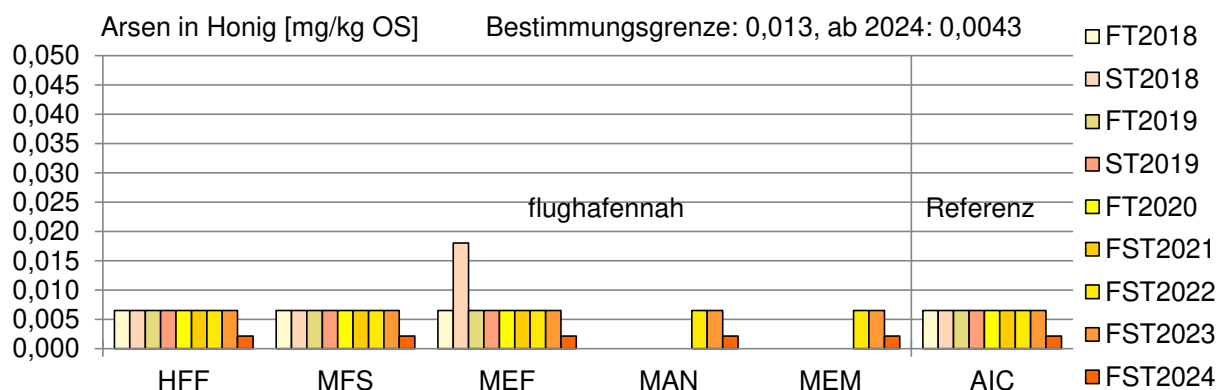


Bild 3.5-3: Arsen in Honig

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) und von 0,0043 mg/kg OS dargestellt.

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

Es ist mit der Wertespanne des Referenzgebiets Aichach 2018–2024 vergleichbar. Dort wurden bis 2023 <0,013–0,023 mg/kg OS Arsen in Wachs gemessen und in 2024 0,012 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 2024 flughafennah und im Referenzgebiet sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze $<0,0043$ mg/kg OS (Bild 3.5-3). In den Vorjahren wurde Arsen nur einmal nahe der bisherigen BG von $0,013$ mg/kg OS 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 $<0,0043$ mg/kg OS, davor $<0,013$ mg/kg OS.

Höchstgehalte für Arsen von $0,10$ – $0,30$ mg/kg gelten für Reishnahrungsmittel (VO 2023/914/EU) und nicht für Honig. Orientierend für die im Standortvergleich etwas höheren Arsengehalte in Pollen an MEM von rund $0,08$ mg/kg OS betrachtet, gehen diese Werte auch als unauffällig hervor (Bild 3.5-1).

Fazit zu Arsen:

Für Arsen in Pollen könnten gebietsabhängig schwache, geogen bedingte Einflüsse wirksam sein – bei insgesamt niedrigen 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 2024 an den Flughafenstandorten HFF, MFS und MEF bei $0,083$ – $0,98$ mg/kg OS, vergleichbar dem Wertebereich der Vorjahre $0,042$ – $1,2$ mg/kg OS (Bild 3.6-1 inklusive Standort MAN). 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 und 2024 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 2024 flughafennah von $0,015$ – $0,073$ 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).

Die **Bleigehalte in Honig** lagen mit deutlich abgesenkter Bestimmungsgrenze 2024 bei $<0,0021$ bis $0,0065$ mg/kg OS. Im Jahr 2023 wie in den Vorjahren lagen sie unterhalb der BG $<0,025$ mg/kg OS 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, in den Vorjahren $<0,025$ mg/kg OS.

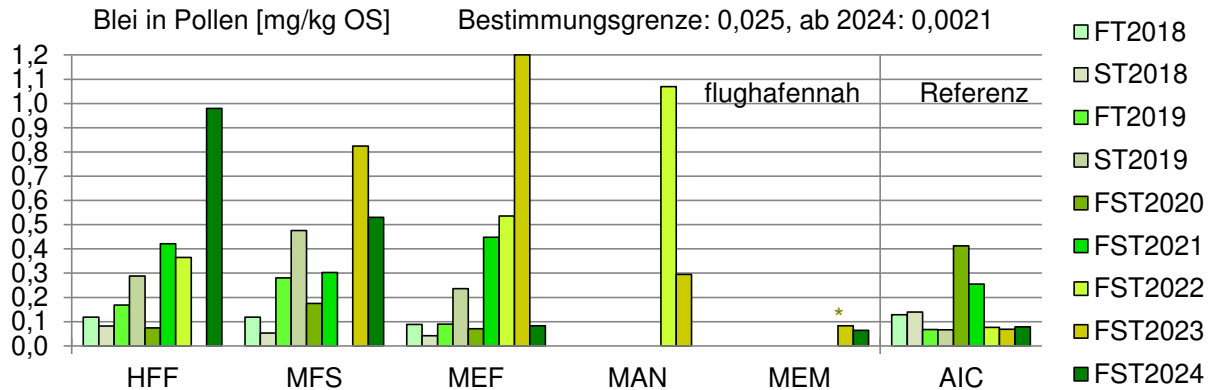


Bild 3.6-1: Blei in Pollen

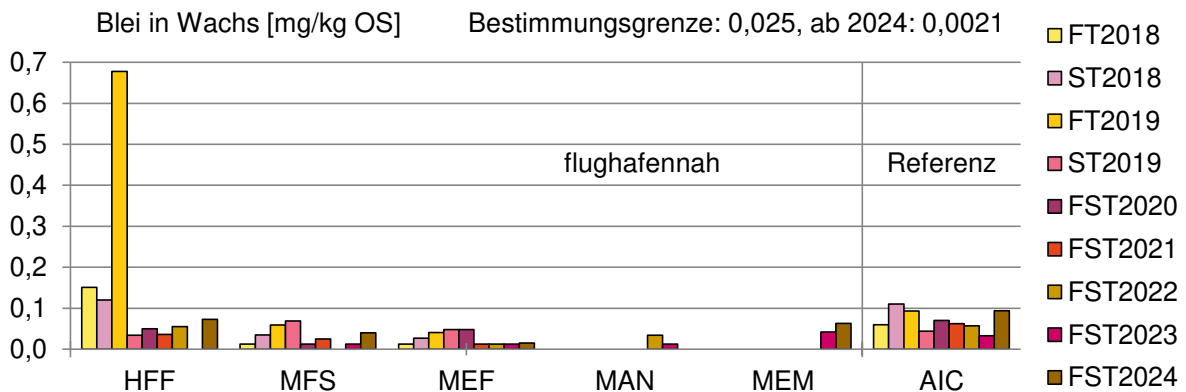


Bild 3.6-2: Blei in Wachs

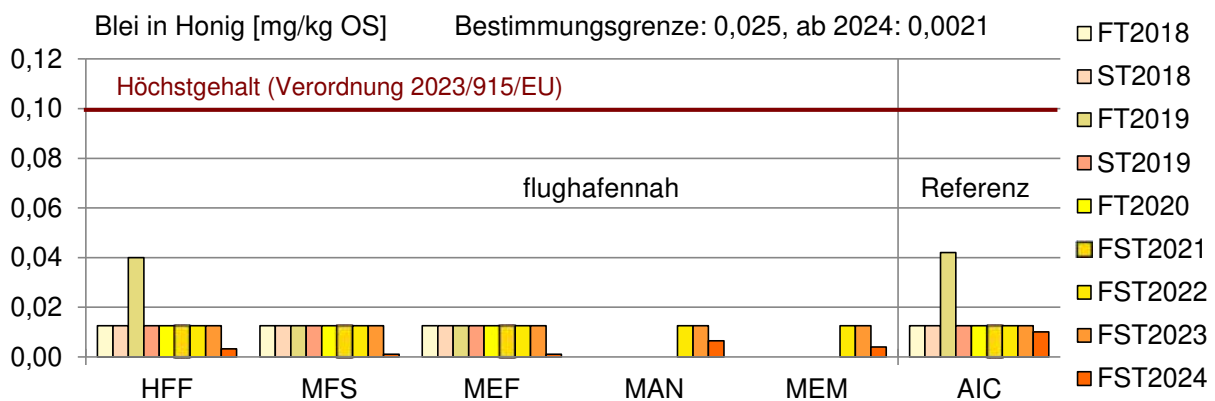


Bild 3.6-3: Blei in Honig

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) und von 0,0021 mg/kg OS dargestellt.

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

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 lag Blei in Honig 2024 bei 0,0028 mg/kg OS, davor stets unter den Bestimmungsgrenzen: <0,10 mg/kg OS (bis 2015) und <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 (Wäber und Pompe 2024a).

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 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 2024 an den unmittelbaren Flughafenstandorten HFF, MFS und MEF in einem relativ engen Bereich bei 0,0091–0,027 mg/kg OS, vergleichbar mit den Vorjahren 0,018–0,053 mg/kg OS (inklusive MAN, Bild 3.7-1). Flughafennah an MEM lagen die Cadmiumgehalte 2023 und 2024 bei 0,0080 mg/kg OS und 0,034 mg/kg OS. Sie waren mit der Wertespanne des Referenzgebiets Aichach 2018–2024 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 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 2024 flughafennah an HFF, MFS, MEF und MEM von 0,0023–0,017 mg/kg OS. Sie lagen innerhalb der Spanne der Vorjahre: <0,0025–0,040 mg/kg OS (Bild 3.7-2). Damit lagen sie 2024 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. 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 vergleichbarem Bereich, weit unter dem für Pollen orientierend herangezogenen Beurteilungswert für Nahrungsergänzungsmittel.

Die **Cadmiumgehalte in Honig** lagen 2024 wie in den Vorjahren flughafennah unterhalb den Bestimmungsgrenzen <0,0017 und <0,0025 mg/kg OS und sind mit deren halben Werten dargestellt (Bild 3.7-3). Im Referenzgebiet Aichach wurden 2018–2024 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).

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).

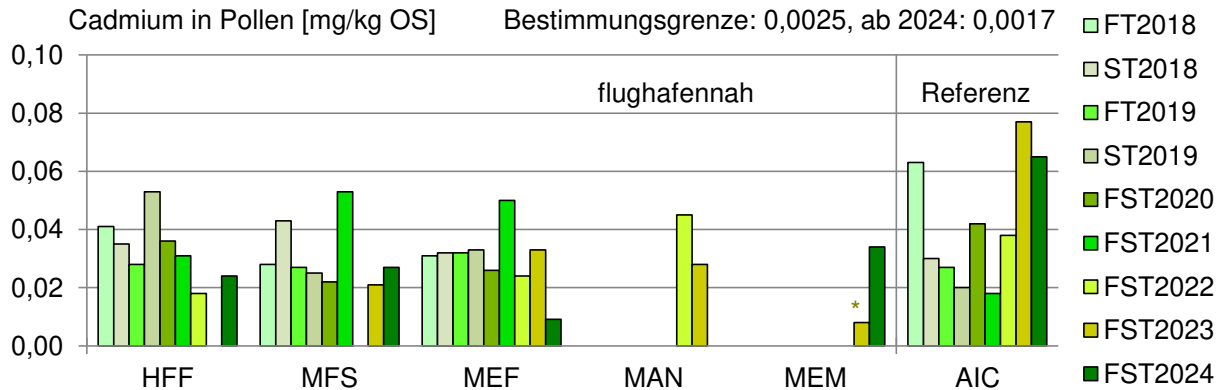


Bild 3.7-1: Cadmium in Pollen

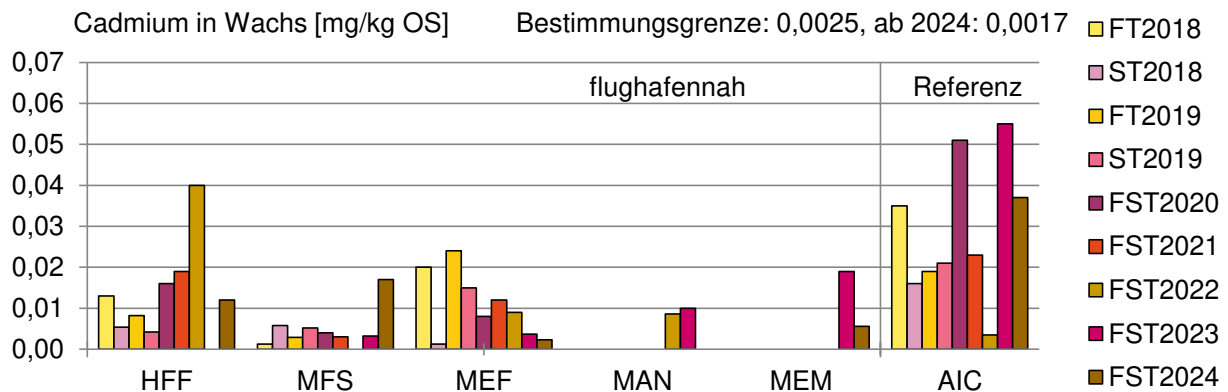


Bild 3.7-2: Cadmium in Wachs

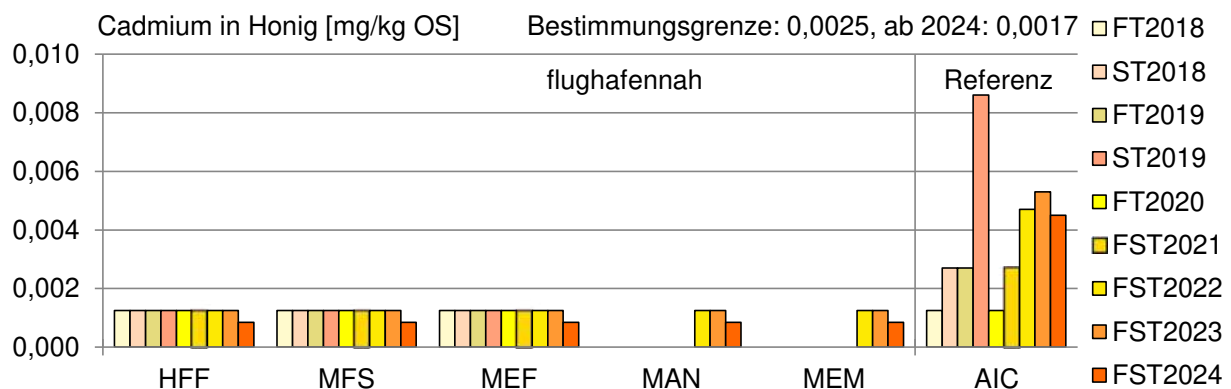


Bild 3.7-3: Cadmium in Honig

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) und von 0,0017 mg/kg OS dargestellt.

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

Fazit für Cadmium:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen 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 2024 flughafennah in einem Bereich von 0,070–0,11 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 0,034–0,15 mg/kg OS (Bild 3.8-1). Zwei höhere Einzelwerte wurden am Standort MFS 2018 mit 0,26 mg/kg OS und am Standort MAN 2023 mit 0,41 mg/kg OS gemessen. Der Wertebereich ohne diese Maxima stimmt gut mit dem Wertebereich im Referenzgebiet Aichach von 0,027–0,11 mg/kg OS überein. Die Chromgehalte in Pollen vom Flughafen München wie vom Referenzgebiet Aichach – bis auf das Maximum – 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 tägliche Zufuhr für jedes einzelne Produkt 6 mg/kg Chrom, wenn man einen Verzehr von je 10 g zugrunde legt (10 g Pollen entsprechen ca. 5 Teelöffeln; Tabelle 2.5-1). Das ist 15mal mehr als der maximal gemessene Chromgehalt von 0,41 mg/kg OS, der somit als unauffällig zu werten ist.

Chrom in Wachs lag 2024 flughafennah bei 0,053–0,17 mg/kg OS, ähnlich den Vorjahren mit <0,025–0,16 mg/kg OS (Bild 3.8-2). Die Chromgehalte in Wachs am Flughafen München lagen damit im Bereich der Werte aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2024 von 0,054–0,23 mg/kg OS. Dies ist – ohne das Maximum von Aichach – 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 nicht untersucht).

Die **Chromgehalte in Honig** lagen 2024 wie in den Vorjahren flughafennah unterhalb den Bestimmungsgrenzen <0,011 und <0,025 mg/kg OS und sind mit deren halben Werten dargestellt (Bild 3.8-3). Zwei deutliche Ausnahmen bilden die Chromgehalte 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 2018–2024 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 OS, ansonsten unter den Bestimmungsgrenzen (0,10 mg/kg OS bis 2015, 0,025 mg/kg OS 2016–2023 und 0,011 mg/kg OS 2024). 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 hilfswise herangezogenen Beurteilungswerten zeigt: Ein Verzehr von 10 g Frühtrachthonig 2019 vom Standort MEF entspricht 0,0029 mg Chrom. Das ist nur rund ein Zehntel bis knapp ein Drittel der geschätzten angemessenen Gesamtzufuhr 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 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.

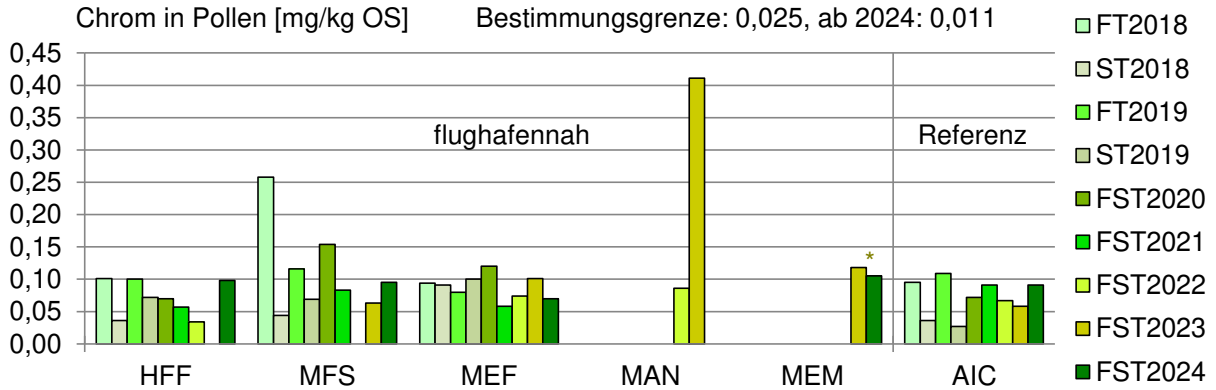


Bild 3.8-1: Chrom in Pollen

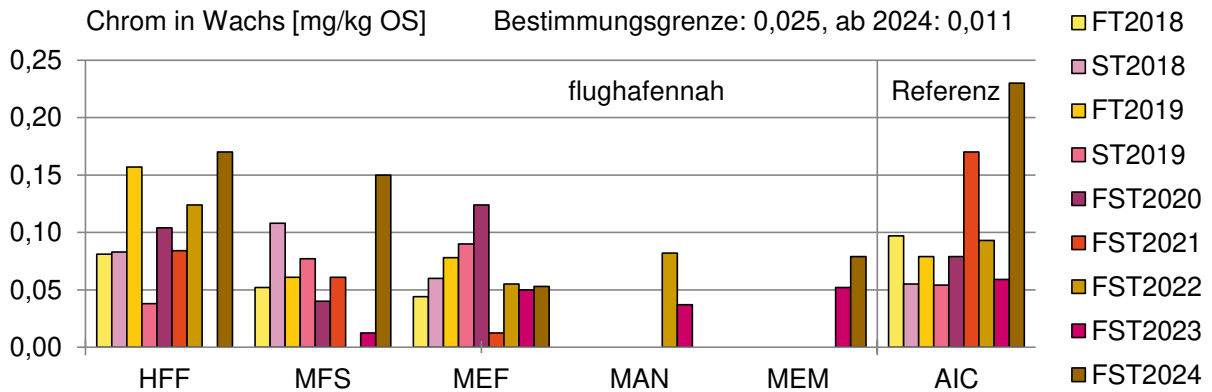


Bild 3.8-2: Chrom in Wachs

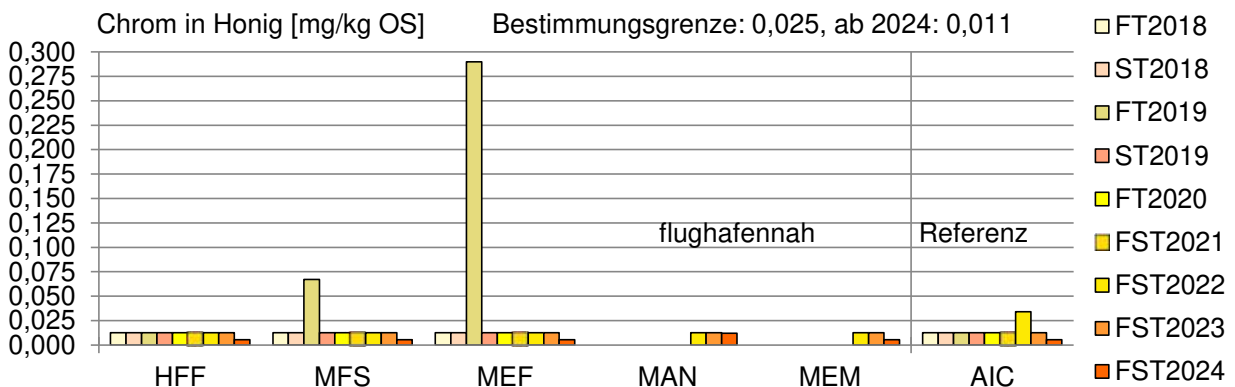


Bild 3.8-3: Chrom in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Chrom nicht festgelegt. Die Chromgehalte oberhalb Bestimmungsgrenze, in Frühtrachthonig 2019 von 0,067 mg/kg OS und 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) und von 0,011 mg/kg OS dargestellt.

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

3.9 Gehalte von Eisen in Pollen, Wachs und Honig

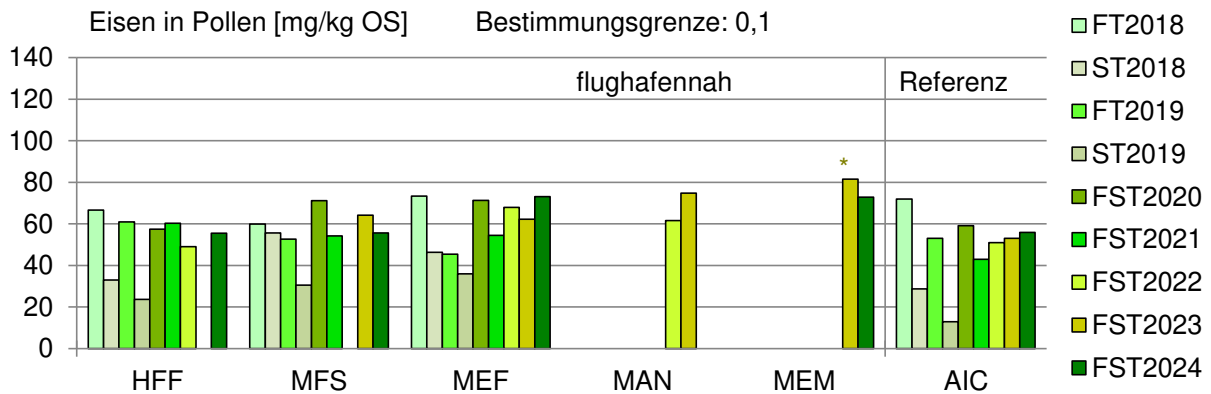


Bild 3.9-1: Eisen in Pollen

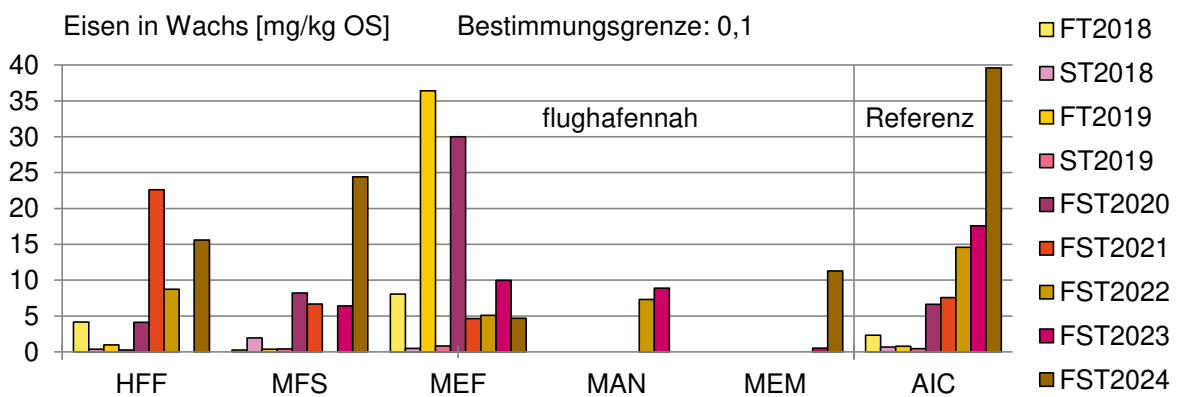


Bild 3.9-2: Eisen in Wachs

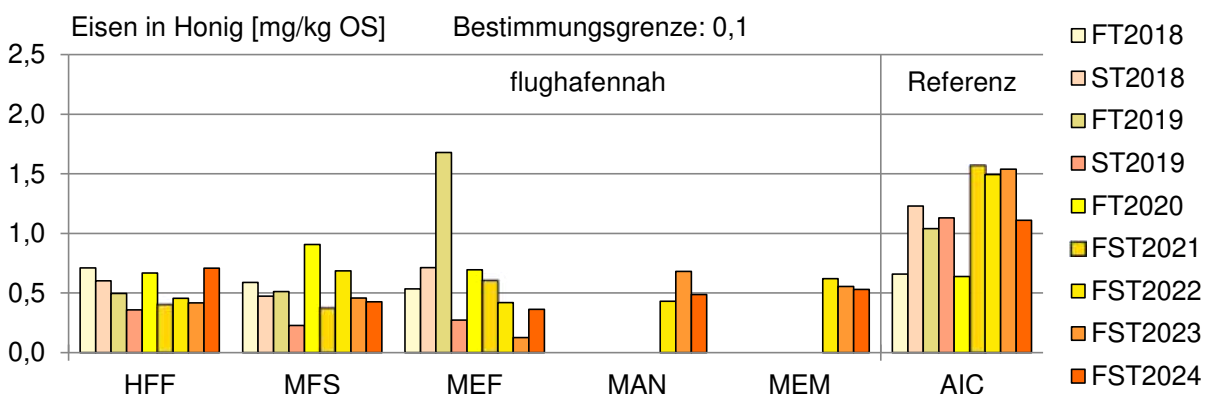


Bild 3.9-3: Eisen in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Eisen nicht festgelegt.

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

Die **Eisengehalte in Pollen** lagen 2024 an den Standorten HFF, MFS und MEF am Flughafen München in einem engen Bereich von 56–73 mg/kg OS, ähnlich zum flughafennahen Standort MEM 2023 und 2024 mit 73-82 mg/kg OS. Die Spanne der Vorjahre reichte von 24 bis 75 mg/kg OS (inklusive

MAN; 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 106-169 mg/kg bezogen auf Trockenmasse gefunden (Formicki et al. 2013). Dies entspricht einem Eisengehalt von 74-118 mg/kg OS. Die Eisengehalte in Pollen aus dem Umfeld des Flughafens München sind tendenziell niedriger.

Eisen in Wachs lag 2024 flughafennah bei 4,7–24 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 2018–2024 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. Im Jahr 2024 wurden flughafennah 0,36–0,71 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 2018–2024 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.

Fazit für Eisen:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen 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

Die **Kupfergehalte in Pollen** lagen 2024 flughafennah in einem sehr engen Bereich von 7,8–10 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 2018–2024 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 z. B. die vom BgVV für andere Nahrungsergänzungsmittel empfohlene Zufuhr von 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 zulässige Gehalte in Nahrungsergänzungsmitteln (Tabelle 2.5-1: $100 \text{ mg/kg Gehalt} \times 0,01 \text{ kg/Tag} = 1,0 \text{ mg/Tag Zufuhr}$). Das entspricht rund einem Zehntel des hier in Pollenproben bestimmten Bereichs und ist als unauffällig niedrig zu werten.

Die **Kupfergehalte in Wachs** lagen 2024 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 in der Höhe gut 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 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 2023b). Insgesamt stellen sich die Kupfergehalte in Wachs als unauffällig niedrig dar.

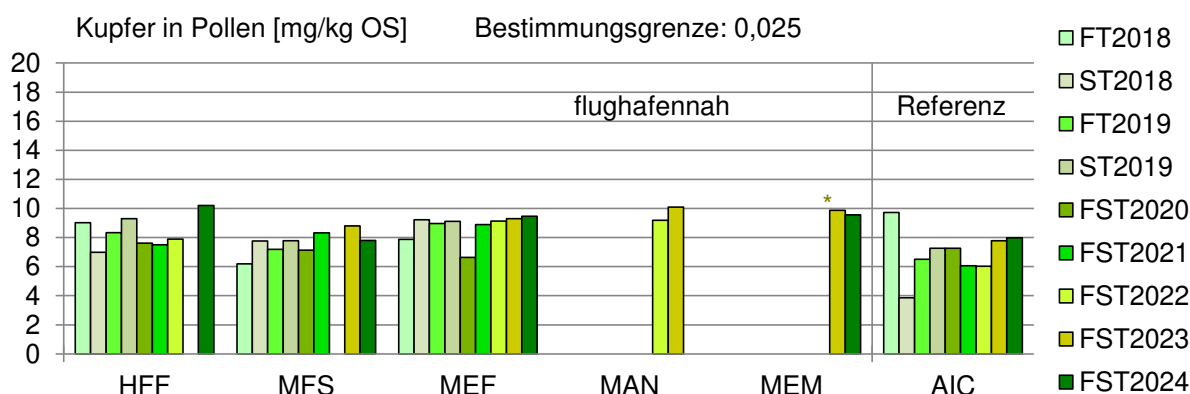


Bild 3.10-1: Kupfer in Pollen

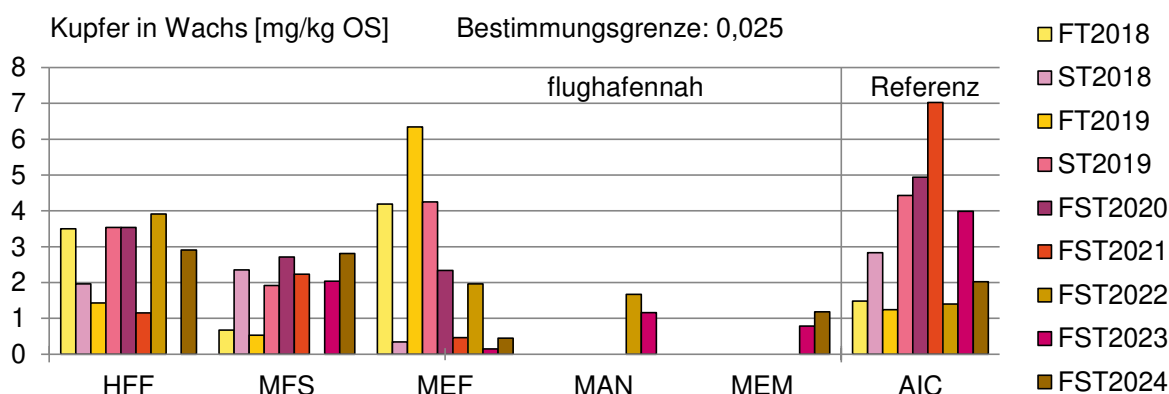


Bild 3.10-2: Kupfer in Wachs

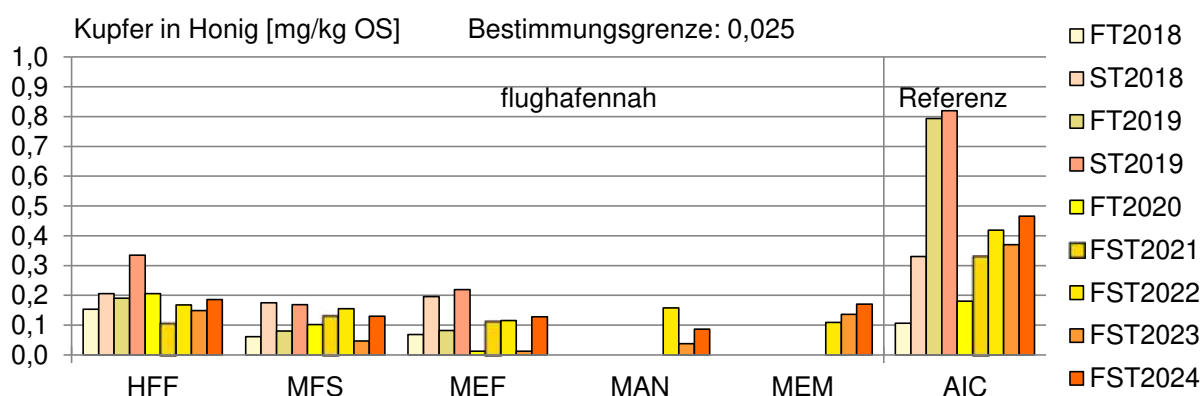


Bild 3.10-3: Kupfer in Honig

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 MEM: Frühtracht

Die **Kupfergehalte in Honig** lagen 2024 flughafennah in einem Bereich von 0,087–0,19 mg/kg OS, innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von <0,025–0,34 mg/kg OS (Bild 3.10-3). Im Referenzgebiet Aichach wurden 2018–2024 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 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 2024 an den Flughafenstandorten HFF, MFS und MEF ebenso wie flughafennah an MEM in einem relativ engen Bereich bei 0,47–0,76 mg/kg OS, ähnlich den Werten der Vorjahre von 0,18–0,67 mg/kg OS (inklusive MAN; Bild 3.11-1). Sie waren mit den Nickelgehalten in Pollen aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2022 gut vergleichbar – 0,26–0,76 mg/kg OS – während die Werte 2023 und 2024 mit 1,8 und 1,1 mg/kg OS höher lagen. 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 2024 flughafennah von 0,065–0,31 mg/kg OS und lagen innerhalb der Wertespanne der Vorjahre von 0,030–1,0 mg/kg OS (Bild 3.11-2). Die Gehalte von Nickel in Wachsproben aus dem Referenzgebiet Aichach waren mit 0,095–1,9 mg/kg OS zeitweise höher. Am Referenzstandort BRS der Berliner Flughäfen wurden in den letzten 11 Jahren 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 Wachsgehalte aus dem Referenzgebiet Aichach von rund 1–2 mg/kg OS (ST2019, FST2020, 2021, 2024) nicht als hoch zu werten.

Die **Nickelgehalte in Honig** lagen 2024 flughafennah bei <0,013–0,018 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 2018–2024 deutlich höhere Gehalte von 0,31–0,78 mg/kg OS gefunden wurden.

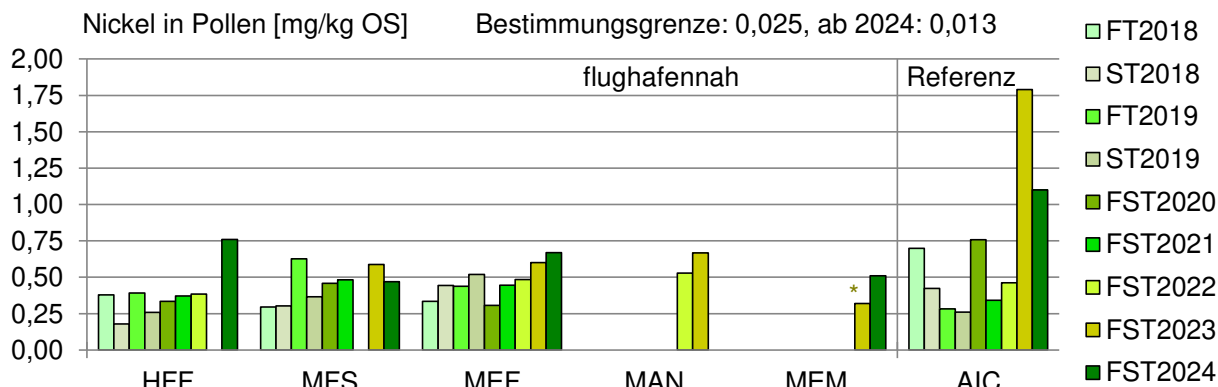


Bild 3.11-1: Nickel in Pollen

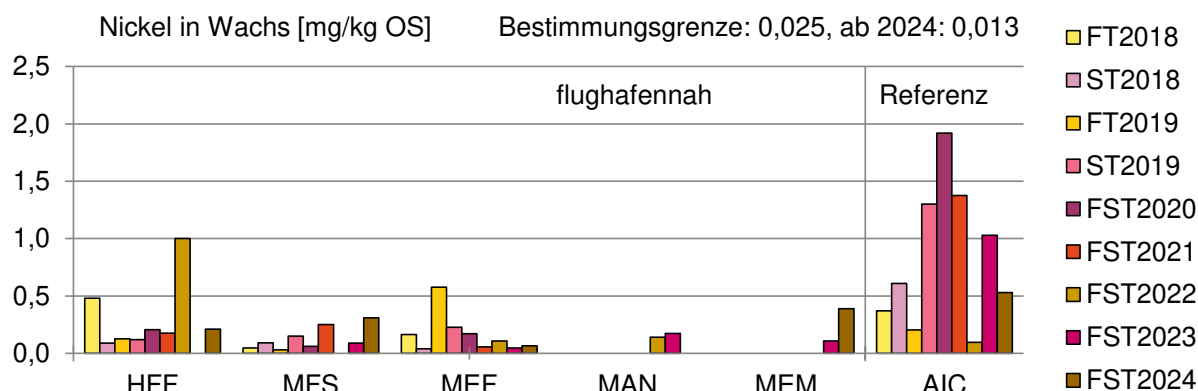


Bild 3.11-2: Nickel in Wachs

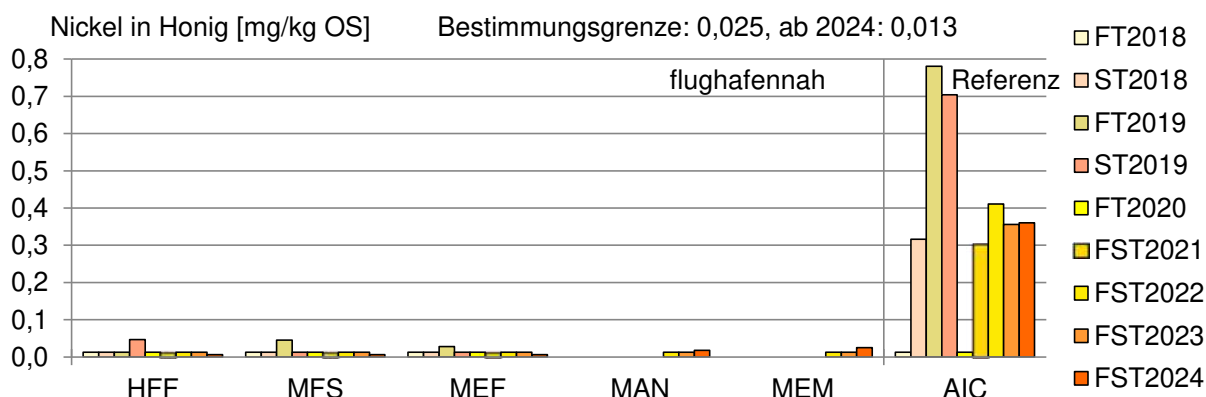


Bild 3.11-3: Nickel in Honig

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) und von 0,013 mg/kg OS dargestellt. FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2023 MEM: Frühtracht

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 beispielsweise in den Jahren 2009 und 2010 an unterschiedlichen Standorten Nickelgehalte von rund 0,2–0,35 mg/kg OS gemessen worden, in 2023 hingegen <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-, Eisen-, 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 ebenfalls nicht bekannt¹⁰.

Fazit für Nickel:

Eine zeitliche Entwicklung, die mit dem Coronapandemie bedingten Rückgang der Flugzahlen 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 nicht feststellbar.

3.12 Gehalte von Quecksilber in Pollen, Wachs und Honig

Die **Quecksilbergehalte in Pollen, Wachs und Honig** lagen 2024 mit abgesenkter Bestimmungsgrenze – mit drei Ausnahmen – unterhalb BG 0,0032 mg/kg OS. In den Vorjahren lagen die Quecksilbergehalte in Pollen, Wachs und Honig flughafennah und im Referenzgebiet Aichach sämtliche unterhalb BG. Diese betragen bis 2020 0,013 mg/kg OS und für 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 liegen 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 2024 Teil 2, 2021, 2022a, 2023a und 2023b): bis 2023 und in Honig 2024¹¹ 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).

¹⁰ Die betroffenen Metalle hatten zunächst darauf hingedeutet, dass ein Arbeitsgerät, mit dem der Imker Wachs aus eigenem Wachskreislauf hergestellt hatte, einen Einfluss auf das Wachs und den in den Honigwaben eingelagerten Honig gehabt haben könnte. Das Gerät wurde zwischenzeitig (2022) durch ein neues Gerät ersetzt. Die Werte sind aber seitdem nicht zurückgegangen. Somit bleibt die Ursache unbekannt.

¹¹ Analysen von Pollen 2024 mit auf 0,0032 mg/kg OS abgesenkter Bestimmungsgrenze liegen nicht vor, von Wachs zum Zeitpunkt dieser Berichterstellung noch nicht vollständig, erste Ergebnisse: <0,0032 mg/kg OS.

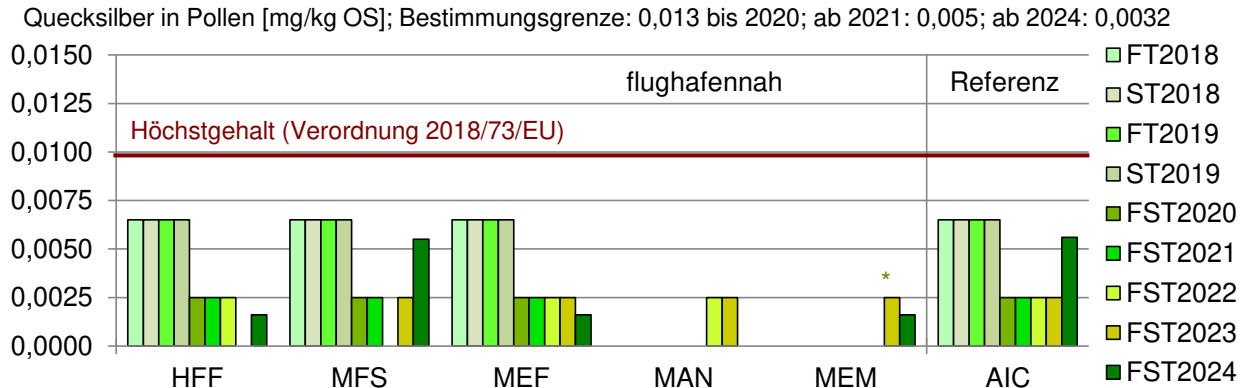


Bild 3.12-1: Quecksilber in Pollen

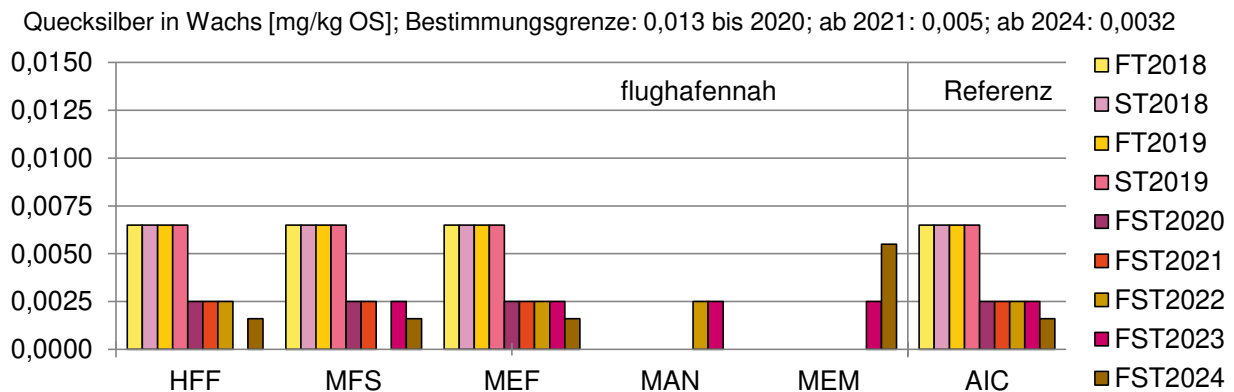


Bild 3.12-2: Quecksilber in Wachs

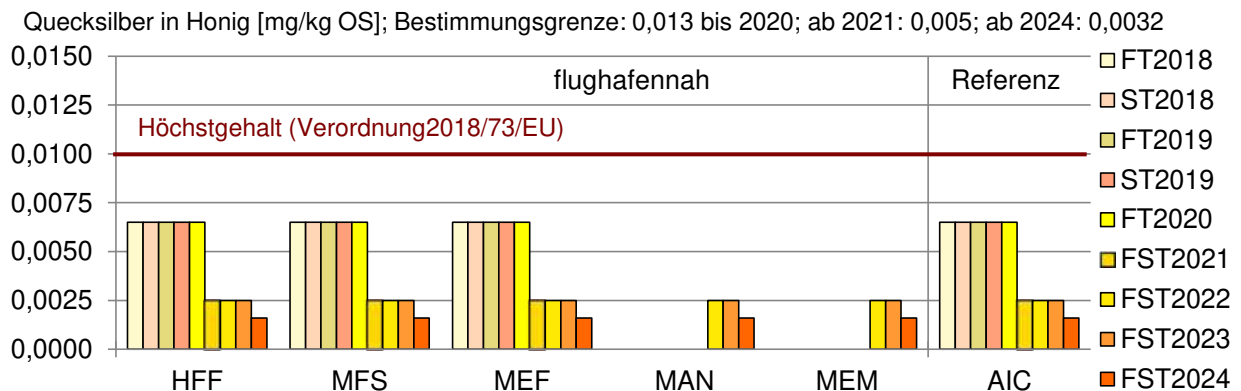


Bild 3.12-3: Quecksilber in Honig

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), 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.

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

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 2024 flughafennah in einem relativ engen Bereich von 45–106 mg/kg OS, einmal in Pollen von HFF bei 140 mg/kg OS. Das ist insgesamt vergleichbar mit den Werten der Vorjahre von 31–90 mg/kg OS (Bild 3.13-1). Die flughafennahen Werte stimmten mit dem Bereich im Referenzgebiet Aichach 2018–2024 von 33–88 mg/kg OS ebenfalls 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 nicht untersucht).

Zieht man die vom BgVV für andere Nahrungsergänzungsmittel empfohlene Zufuhr von 5 mg Zink pro Tag je Produkt heran (2002) und nimmt man einen Verzehr von 10 g Pollen pro Tag an, errechnen sich 500 mg/kg Zink als zulässiger Gehalt in Nahrungsergänzungsmitteln (Tabelle 2.5-1). Das entspricht rund einem Viertel des am Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach maximal in Pollenproben bestimmten Zinkgehalts, 140 mg/kg OS, und ist als unauffällig niedrig zu werten.

Die **Zinkgehalte in Wachs** lagen 2024 an den Flughafenstandorten MFS, MEF, MAN bei 11–89 mg/kg OS sowie an MEM bei 28 mg/kg OS und damit im Bereich der Ergebnisse der Vorjahre von 5,8–70 mg/kg OS (Bild 3.13-2). Im Referenzgebiet Aichach lagen sie 2018–2024 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.

Die **Zinkgehalte in Honig** lagen 2024 flughafennah 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 2018–2024 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 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 Gesamtaufuhr 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-, Eisen, 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 korrespondieren würde (Bild 1.3-1 in Kap. 1.3), und ein Flughafeneinfluss zeigen sich für Zink in Pollen, Wachs und Honig nicht. Die Zinkgehalte sind insgesamt als unauffällig niedrig zu werten.

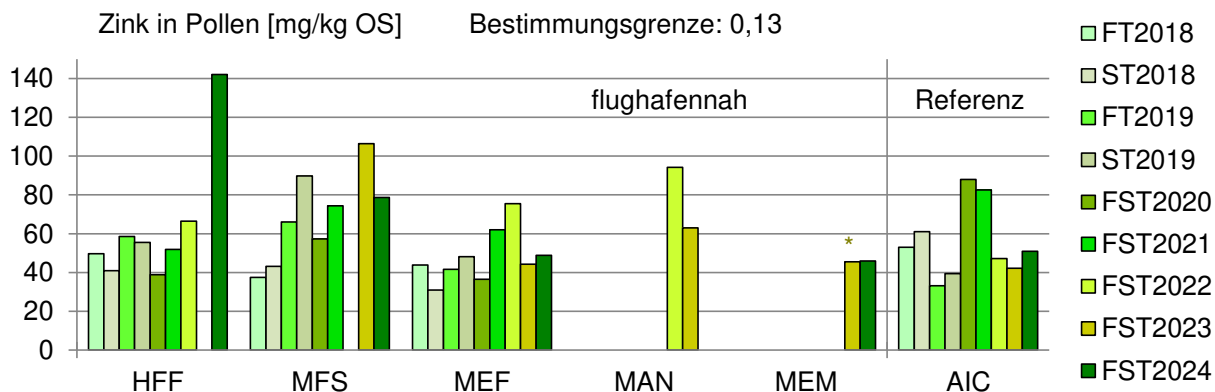


Bild 3.13-1: Zink in Pollen

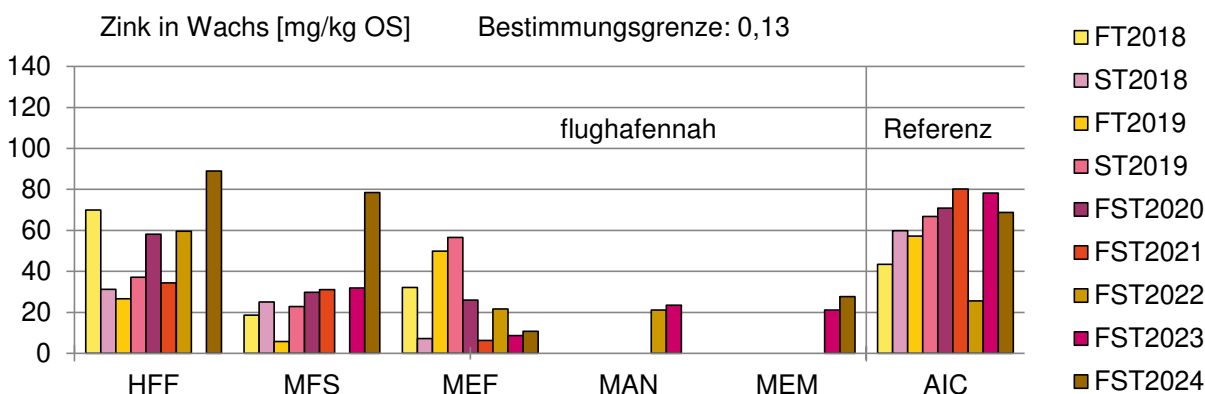


Bild 3.13-2: Zink in Wachs

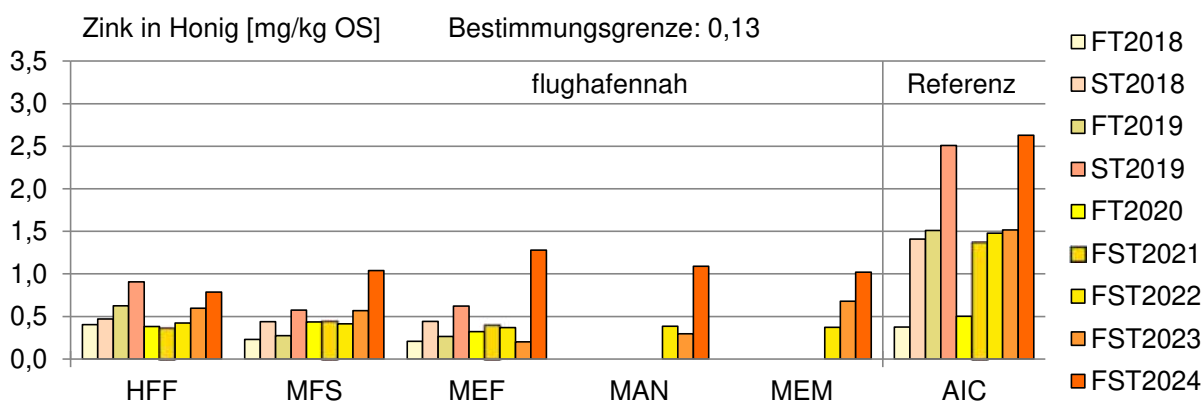


Bild 3.13-3: Zink in Honig

Beurteilungswerte aus dem Lebensmittelrecht sind für Zink nicht festgelegt.

FT: Frühtracht, ST: Sommertracht, FST: Mischprobe Früh- und Sommertracht; *Pollen 2024 MEM: Frühtracht

3.14 Gehalte von PAK in Pollen, Wachs und Honig

Die Einzelergebnisse der als wichtigste Schadstoffe („Priority Pollutants“ nach US Umweltbehörde EPA) untersuchten 16 polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen 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) 2018–2024 gezeigt.

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen** lagen 2024 an den Standorten HFF, MFS und MEF unmittelbar am Flughafen München bei 0,15–0,26 µg/kg OS (Bild 3.14-1). Dieses Ergebnis stimmt gut mit den der Vorjahre überein: <0,10–0,47 µg/kg OS inklusive Standort MAN (BG 0,10 µg: ein Zehntel Mikrogramm entspricht einem Zehntausendstel Milligramm). Der Wertebereich 2018–2024 des Referenzgebiets Aichach von <0,10–0,29 µg/kg OS ist dem ähnlich. Am neu untersuchten, flughafennahen Standort MEM lag Benzo[a]pyren in Pollen 2023 mit 0,71 µg/kg OS geringfügig höher, aber 2024 mit 0,21 µg/kg OS niedrig. Pollen 2023 von MEM war eine Frühtrachtpollenmischprobe untersucht, nicht wie die anderen Proben seit 2020 Mischproben von Früh- und Sommertracht. 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 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).

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 von Frühtrachtpollen an MEM passt in dieses Bild. Als saisonale PAK-Quelle ist Hausbrand (Betrieb häuslicher Kleinf Feuerungsanlagen) als Ursache möglich. Auch beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen gab es Hinweise auf derartige saisonale Unterschiede.

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Wachs** lagen 2024 flughafennah bei 0,15–0,29 µg/kg OS, im Bereich der Wertespanne der Vorjahre von <0,10–0,22 µg/kg OS (Bild 3.14-2). Die BaP-Gehalte in Wachs aus dem Referenzgebiet Aichach 2018–2024 von <0,10–0,17 µg/kg OS sind in der Höhe 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 µg/kg OS gemessen.

Saisonale Unterschiede deuten sich für BaP in Wachs nicht an.

Die **Benzo[a]pyren-Gehalte in Honig** lagen flughafennah, im Referenzgebiet sowie in anderen Bienenmonitorings sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze 0,10 µg/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 µg/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 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.

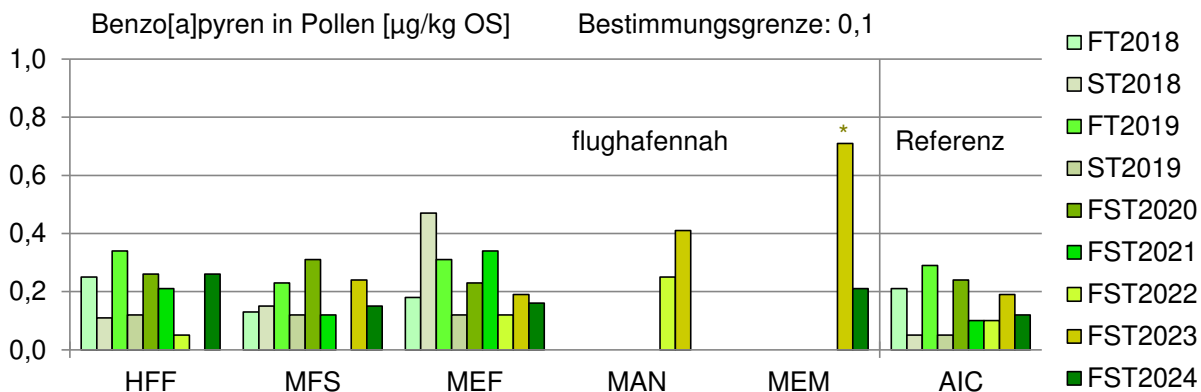


Bild 3.14-1: Benzo[a]pyren in Pollen

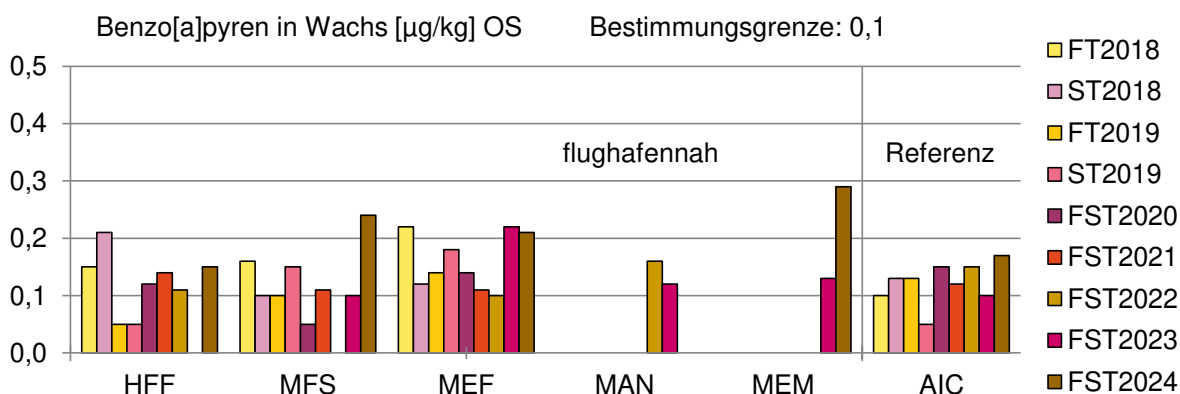


Bild 3.14-2: Benzo[a]pyren in Wachs

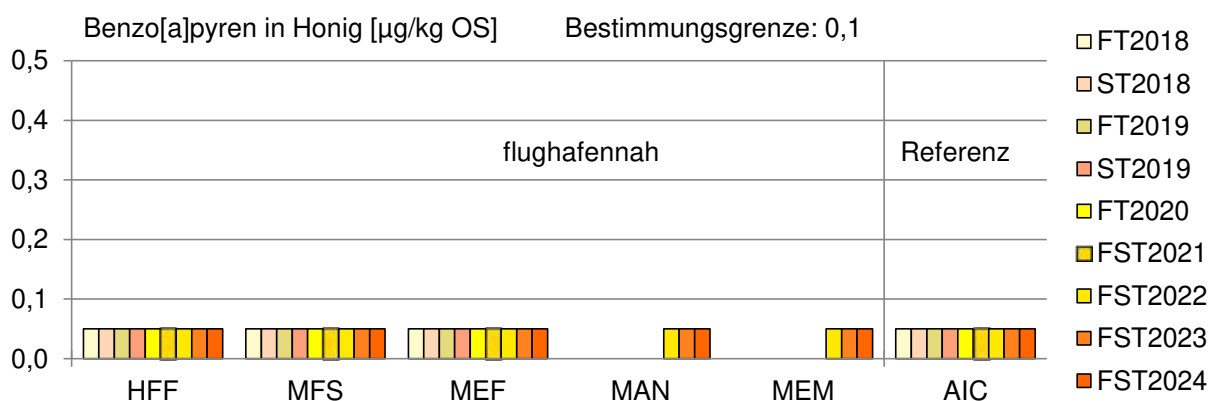


Bild 3.14-3: Benzo[a]pyren in Honig

Ein Höchstgehalt für Benzo[a]pyren (BaP) von 10 µg/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 µg/kg OS dargestellt.

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

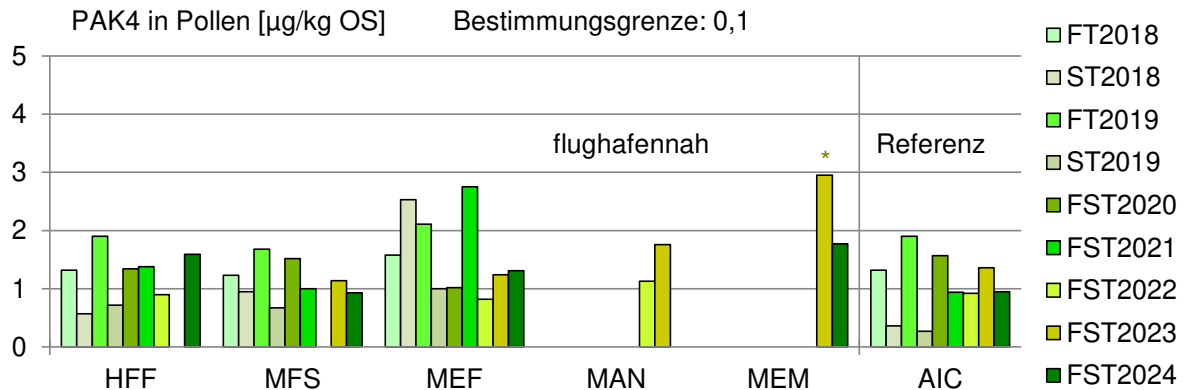


Bild 3.14-4: PAK4 in Pollen

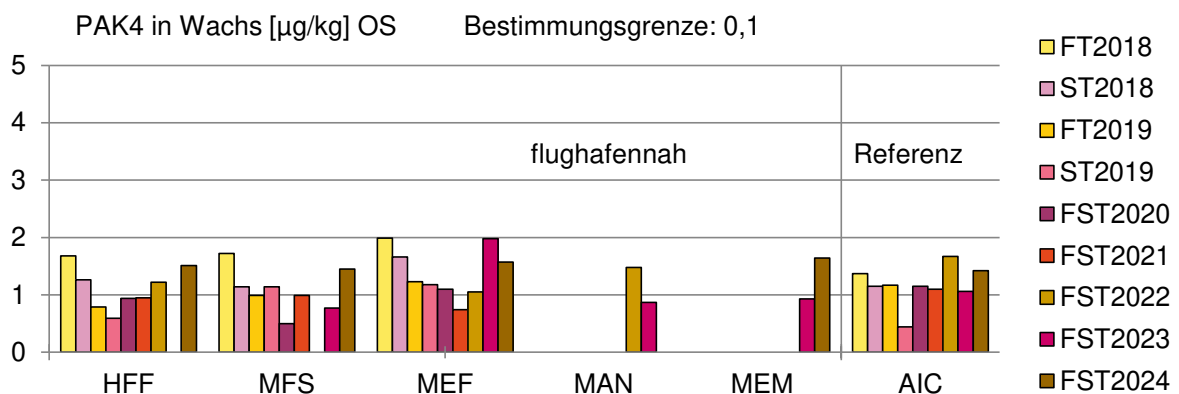


Bild 3.14-5: PAK4 in Wachs

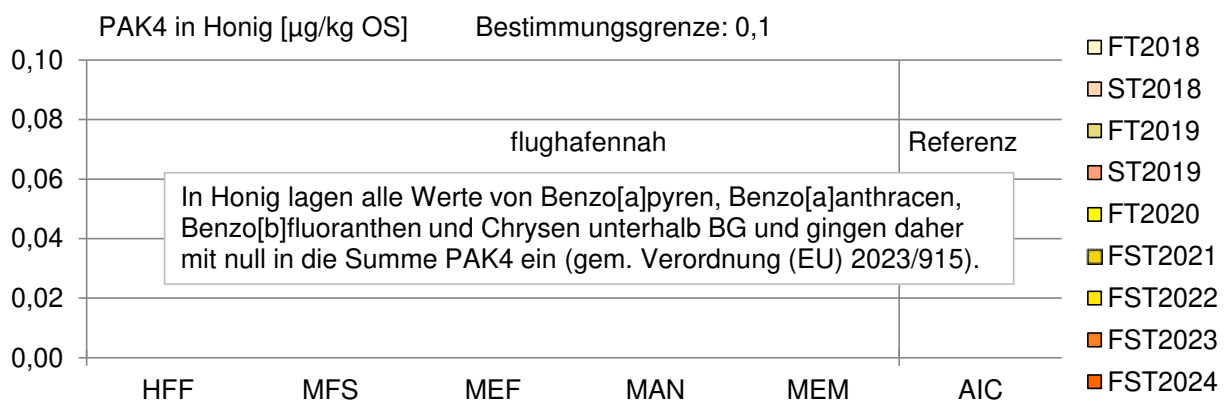


Bild 3.14-6: PAK4 in Honig

Ein Höchstgehalt für PK4 von 50 $\mu\text{g}/\text{kg OS}$ 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 MEM: Frühtracht

PAK4, die Summe der vier Verbindungen Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthen 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 2024 an den unmittelbaren Flughafenstandorten HFF, MFS und MEF bei 0,93–1,6 µg/kg OS, innerhalb des Wertebereichs der Vorjahre von 0,57–2,5 µg/kg OS (Bild 3.14-4) und mit dem Wertebereich 2018–2024 des Referenzgebiets Aichach von 0,27–1,9 µg/kg OS vergleichbar. Am 2023 neu untersuchten, flughafennahen Standort MEM hatte PAK4 in der dortigen Frühtrachtpollenprobe mit 3,0 µg/kg OS am oberen Rand des Wertebereichs gelegen. In der Früh- und Sommertracht-Mischprobe 2024 betrug der PAK4-Wert dort 1,8 µg/kg OS. 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 µg/kg OS, insbesondere in Frühtrachtproben.

Der Höchstgehalt für PAK4 für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale von 50 µg/kg OS würde in den flughafennahen und den Referenz-Pollenproben weit unterschritten (Tabelle 2.5-1).

Saisonale Unterschiede deuten sich, wie für Benzo[a]pyren (Bild 3.14-1), auch für PAK4 in Pollen an: in Frühtrachtproben höhere Gehalte als Sommertrachtproben (Betrachtung 2018 und 2019 sowie MEM 2023; ab 2020 Früh- und Sommertracht-Mischproben). Als saisonale PAK-Quelle kommt Hausbrand in Frage.

Die **PAK4-Gehalte in Wachs** lagen 2024 flughafennah bei 1,5–1,6 µg/kg OS, im Bereich der Werte der Vorjahre von 0,50–2,0 µg/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 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 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 2024 an den Flughafenstandorten HFF, MFS und MEF bei 18–22 µg/kg OS, im Bereich der Wertespanne der Vorjahre von 13–34 µg/kg OS (inklusive MAN, 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 – im mittleren Bereich. Der Wertebereich 2018–2024 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 Kleinf Feuerungsanlagen im Frühjahr, hinwiesen.

Die **16 PAK-Gehalte in Wachs** lagen 2024 flughafennah bei 16–18 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 2018–2024 gut überein: 14–20 µg/kg OS. Am Referenzstandort BRS des Berliner Bienenmonitorings wurden in den letzten 11 Jahren mit 25–116 µg/kg OS zeitweise höhere Werte gemessen, seit 2018 waren es 50 µg/kg OS und darunter.

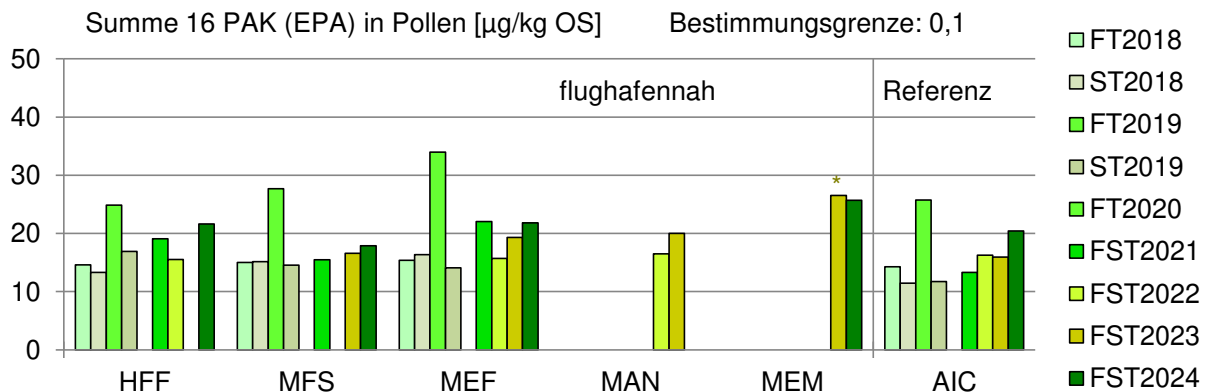


Bild 3.14-7: 16 PAK in Pollen

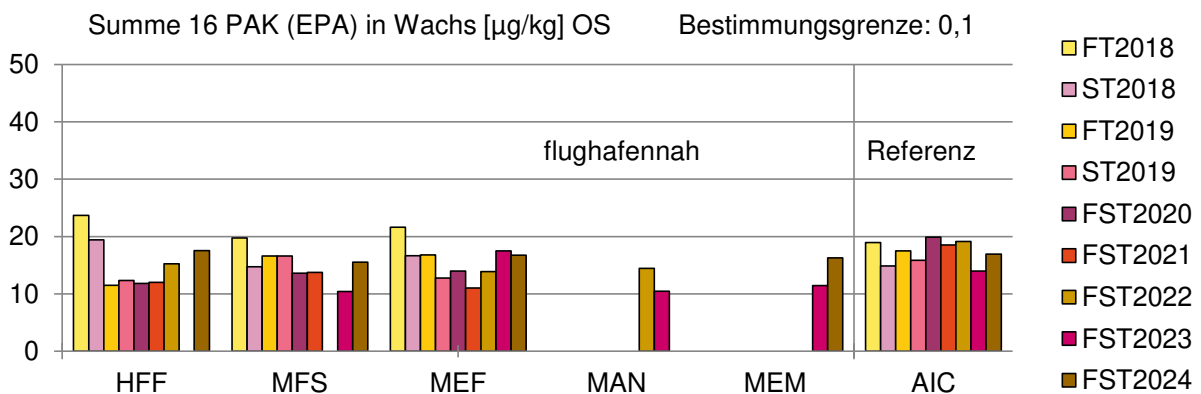


Bild 3.14-8: 16 PAK in Wachs

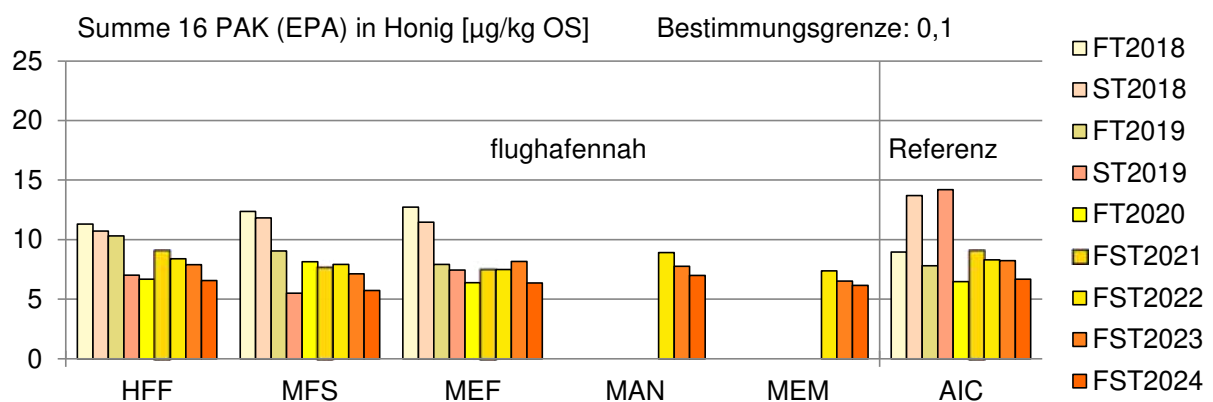


Bild 3.14-9: 16 PAK in Honig

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 MEM: Frühtracht Die Bestimmungsgrenze 0,1 µg/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.

Die **16 PAK-Gehalte in Honig** lagen 2024 flughafennah bei 5,7–7,0 µg/kg OS, innerhalb der relativ engen Wertspanne der Vorjahre von 5,5–12,7 µg/kg OS und mit guter Übereinstimmung mit dem Referenzgebiet: 2018–2024 dort 6,5–14,2 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, in 2024 bei 6,8 µg/kg OS. Der Vergleich mit Referenzstandorten des Flughafens Leipzig/Halle 2019–2023 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 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.

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]fluoranthen
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung (ehemals BgVV)
BG	analytische Bestimmungsgrenze
BghiP	Benzo[g,h,i]perylen
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	Fluoranthen
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	flughafennahe 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]fluoranthen, 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 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L10 (12.1.2002), S. 47-52, zuletzt geändert durch Artikel 10 der Verordnung vom 5. Juli 2017 (BGBl. I S. 2272)

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 01.10.2024)
- 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 18.11.2024)
- 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 18.11.2024)
- UBA (2014): Wie kommt Quecksilber in die Umwelt? Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau, (Stand 01.10.2024) <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/du-engemittel#textpart-1> (Stand 18.11.2024)

UBA (2024): Emissionsentwicklung 1990 – 2022 für Schwermetalle. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Umweltbundesamt (Hrsg.), (Stand 18.11.2024) <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>

Wäber, M., Pompe, F. (2021): Bienenmonitoring am Flughafen Dresden 2004–2021. Flughafen Dresden GmbH (Hrsg.), (Stand 01.10.2024) 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.), https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Leipzig_Halle/Bilder/Umwelt/LEJ_Honigbericht2009-2021.pdf (Stand 01.10.2024)

Wäber, M., Pompe, F. (2019 / 2022 / 2023 / 2024): Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel 2011 bis 2024 – 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 04.11.2024)

Wäber, M., Pompe, F. (2022a): Bienenmonitoring am Flughafen Dresden – Ergebnisse 2022. Flughafen Dresden (Hrsg.), https://www.mdf-ag.com/media/user_upload/Dresden/Bilder/Unternehmen/Umwelt/DRS2022_Bienenmon-Kurzbericht_UMW20230217.pdf (Stand: 01.10.2024)

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: 01.10.2024)

Wäber, M. und Pompe, F. (2023b): Bienenmonitoring am Flughafen Leipzig/Halle 2009–2022. Flughafen Leipzig/Halle GmbH (Hrsg.), <https://www.mdf-ag.com/unternehmen/umwelt/naturschutz/> (Stand 23.12.2023; aktuell kein gültiger Link verfügbar)

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 04.11.2024)

6.5 Berichte zum Honigmonitoring der FMG im Internet (Stand 4.11.24)

Wäber, M., Pompe, F. (2020): Honigmonitoring am Flughafen München 2019. Flughafen München GmbH (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000008513306bb5e4ce51a/honigmonitoring2019.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2021): Honigmonitoring am Flughafen München 2020 – Kurzbericht. FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/000000000000010566786bb601a5a95/20210128-honigmonitoring2020-kurzbericht.pdf

Wäber, M., Pompe, F. (2022): Honigmonitoring am Flughafen München 2021. FMG (Hrsg.), https://www.munich-airport.de/_b/000000000000013325332bb625fdaa6/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/000000000000016672487bb640881ed/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/000000000000022786642bb65d5e9b6/honigmonitoring-2023-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 -pollen	11
Bild 1.2-2: Drohnenwabe (in Wildbau) vom Standort MEF am Flughafen München	12
Bild 1.3-1: Flugbewegungen 2020–2024 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 2024	17
Bild 2.2-1: Pollenfallen vor den Fluglöchern.....	19
Bild 2.2-2: Flughafen-Pollenernte	19
Bild 2.2-3: Pollenstichproben von MEF 2024	19
Bild 2.2-4: Nach der Wachsprobennahme am Standort MEF 2021	20
Bild 2.2-5:Frühtracht-Drohnenwabern vom Standort MEM 2023 (links bebrütet, rechts unbebrütet mit Honig)	20
Bild 2.2-6: Sommertracht-Honigprobe von Latzenhausen	20
Bild 2.2-7: Sommertracht-Honigprobe von Sulzbach	20
Bild 2.2-8: Sommertracht-Honigprobe von Tödtenried.....	20
Bild 3.2-1: Bio-Flughafenhonig	32
Bild 3.3-1: Prozentuale Anteile der Stoffgehalte in Pollen, Wachs und Honig	34
Bild 3.4-1: Antimon in Pollen	35
Bild 3.4-2: Antimon in Wachs	35
Bild 3.4-3: Antimon in Honig	35
Bild 3.5-1: Arsen in Pollen	37
Bild 3.5-2: Arsen in Wachs	37
Bild 3.5-3: Arsen in Honig.....	37
Bild 3.6-1: Blei in Pollen.....	39
Bild 3.6-2: Blei in Wachs.....	39
Bild 3.6-3: Blei in Honig	39
Bild 3.7-1: Cadmium in Pollen	41
Bild 3.7-2: Cadmium in Wachs	41
Bild 3.7-3: Cadmium in Honig.....	41
Bild 3.8-1: Chrom in Pollen.....	43
Bild 3.8-2: Chrom in Wachs.....	43

Bild 3.8-3: Chrom in Honig	43
Bild 3.9-1: Eisen in Pollen.....	44
Bild 3.9-2: Eisen in Wachs.....	44
Bild 3.9-3: Eisen in Honig	44
Bild 3.10-1: Kupfer in Pollen	46
Bild 3.10-2: Kupfer in Wachs	46
Bild 3.10-3: Kupfer in Honig.....	46
Bild 3.11-1: Nickel in Pollen	48
Bild 3.11-2: Nickel in Wachs.....	48
Bild 3.11-3: Nickel in Honig	48
Bild 3.12-1: Quecksilber in Pollen	50
Bild 3.12-2: Quecksilber in Wachs	50
Bild 3.12-3: Quecksilber in Honig	50
Bild 3.13-1: Zink in Pollen.....	52
Bild 3.13-2: Zink in Wachs.....	52
Bild 3.13-3: Zink in Honig	52
Bild 3.14-1: Benzo[a]pyren in Pollen	54
Bild 3.14-2: Benzo[a]pyren in Wachs	54
Bild 3.14-3: Benzo[a]pyren in Honig	54
Bild 3.14-4: PAK4 in Pollen	55
Bild 3.14-5: PAK4 in Wachs	55
Bild 3.14-6: PAK4 in Honig.....	55
Bild 3.14-7: 16 PAK in Pollen	57
Bild 3.14-8: 16 PAK in Wachs	57
Bild 3.14-9: 16 PAK in Honig.....	57
Bild 9.1-1: Untersuchungsbefund zur Qualität von Frühtrachthonig von Standort HFF 2024.....	72
Bild 9.1-2: Befund der Untersuchung auf Varroabekämpfungsmittel- und Pestizidrückstände für Frühtrachthonig von Standort MEM 2024	73

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.3-1: Übersicht über das Honigmonitoring am Flughafen München 2008–2024.....	14
Tabelle 2.1-1: Übersicht über die Bienenvölkerstandorte 2018–2024	18
Tabelle 2.3-1: Als typische Luftverunreinigungen untersuchte, persistente (langlebige) Stoffe	21
Tabelle 2.4-1: Aktuelle analytische Bestimmungsgrenzen für Metalle und PAK	24
Tabelle 2.5-1: Höchstgehalte, orientierende Beurteilungswerte sowie Empfehlungswerte	25
Tabelle 2.5-2: Orientierende Vergleichswerte und Beurteilungswerte für Pollen und Honig	28
Tabelle 3.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2024 im Vergleich zu 2022 und 2023	31
Tabelle 10.1-1: PAK-Analysen von Pollen 2018	74
Tabelle 10.1-2: PAK-Analysen von Pollen 2019	75
Tabelle 10.1-3: PAK-Analysen von Pollen 2020–2021	75
Tabelle 10.1-4: PAK-Analysen von Pollen 2022	76
Tabelle 10.1-5: PAK-Analysen von Pollen 2023	76
Tabelle 10.1-5: PAK-Analysen von Pollen 2024	77
Tabelle 10.2-1: PAK-Analysen von Wachs 2018	77
Tabelle 10.2-2: PAK-Analysen von Wachs 2019	78
Tabelle 10.2-3: PAK-Analysen von Wachs 2020–2021	78
Tabelle 10.2-4: PAK-Analysen von Wachs 2022	79
Tabelle 10.2-5: PAK-Analysen von Wachs 2023	79
Tabelle 10.2-5: PAK-Analysen von Wachs 2024	80
Tabelle 10.3-1: PAK-Analysen von Honig 2018	80
Tabelle 10.3-2: PAK-Analysen von Honig 2019	81
Tabelle 10.3-3: PAK-Analysen von Honig 2020–2021	81
Tabelle 10.3-4: PAK-Analysen von Honig 2022	82
Tabelle 10.3-5: PAK-Analysen von Honig 2023	82
Tabelle 10.3-5: PAK-Analysen von Honig 2024	83

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 2024 vom Standort HFF (Bild 9.1-1) und vom Standort MEM (Bild 9.1-2) dargestellt. Nur in dem einen Frühtrachthonig vom Standort MEM wurde ein Wirkstoff aus 36 untersuchten Pestiziden oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) gefunden, aber unter dem jeweiligen Beurteilungswert (Kap. 3.2): das Insektizid Flonicamid).

Prüfbefund für Honig Nr. 114/24	
<i>Sensorische Beurteilung</i>	
Farbe:	beige
Konsistenz:	kristallin
Sauberkeit:	ohne Beanstandung
Geruch:	honigtypisch
Geschmack:	honigtypisch
<i>Chemisch-physikalische Analysen</i>	
Wassergehalt (DIN/AOAC):	16,7 %
Invertase-Zahl (DIN/Siegenthaler):	U/kg
HMF (Winkler)	mg/kg
Elektrische Leitfähigkeit:	0,31 mS/cm
<i>Mikroskopische Analyse</i>	
Pollen <u>nektarliefernder</u> Pflanzen	
Anzahl der ausgezählten Pollen:	500
Leitpollen > 45%:	Kreuzblütler (Brassicaceae)
Begleitpollen 45-15%:	Rosen-G. (Rosaceae),
Einzelpollen < 15%:	Roskastanie (Aesculus)
Pollen <u>nektarloser</u> Pflanzen:	s.Anlage
Auslandspollen:	keine
Honigtaugelemente:	mittlere Mengen Algen, Sporen, Pilze
sonstige Sedimentbestandteile:	keine
Sortenempfehlung:	Frühjahrestracht mit Rapshonig
Beurteilung: Bei der vorliegenden Probe wird die Sortenbezeichnung Frühjahrestracht mit Rapshonig empfohlen. 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 DIB, VBB und BIV.	

Bild 9.1-1: Untersuchungsbefund zur Qualität von Frühtrachthonig von Standort HFF 2024

Prüfbericht Nr. R 15/24 a

Datum: 31.07.2024

Unsere Proben-Nr.: R 15/24
 Produkt: Honig
 Ihre Kennung/ Bezeichnung: Deuter 20.5.2024

Probeneingang: 01.07.2024 Verpackung: Neutralglas 250 g
 Probenahme durch: Einsender/ Auftraggeber Verschlussicherung: nein
 Beginn - Ende der Untersuchung: 03.07.2024 - 22.07.2024

Prüfauftrag: Rückstandsanalyse – Varroazide / Pestizide / Insektizide

Analyt/en		zulässige Menge (mg/kg)	Ergebnis (mg/kg)	Analyt/en		zulässige Menge (mg/kg)	Ergebnis (mg/kg)
Acetamidrid	I	0,050	n.d.	Flonicamid	I	0,050	0,018
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	n.d.
Cyprodinil	F	0,050	n.d.	Pyrimethanil	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.	Thiaclopid	I	0,200	n.d.
Etofenprox	I	0,050	n.d.	Trifloxystrobin	F	0,050	n.d.
				Dimethylphenyl-Formamid (Amitraz)	V	0,200* <small>*Summe aller Metaboliten</small>	n.d.

A = Akarizid F = Fungizid I = Insektizid V = Varroazid

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).



Dr. Annette Schroeder
 Dipl.-Lebensmittel-Ing. / Prüfleiterin

Das auszugsweise Kopieren dieses Prüfberichts ist nicht gestattet!

Bild 9.1-2: Befund der Untersuchung auf Varroabekämpfungsmittel- und Pestizidrückstände für Frühtrachthonig von Standort MEM 2024

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 2024, 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 und 2024 tabellarisch dargestellt.

10.1 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Pollen 2018–2024

Tabelle 10.1-1: PAK-Analysen von Pollen 2018

Honigmonitoring 2018: PAK in Pollen 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.	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]perylen	BghiP	0,27	0,11	0,24	0,11	0,23	0,12	0,24	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	1,9	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	MFS-FST	MEF-FST	AIC-FST	HFF-FST	MFS-FST	MEF-FST	AIC-FST		
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]perylen	BghiP	0,29	0,31	0,26	0,24	0,25	0,16	0,32	0,12	
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	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- Nahrungsergänzungsmittel (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	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]fluoranthen	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- Nahrungsergänzungsmittel (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]fluoranthen	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-FT 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	
Acenaphthylen	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

10.2 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Wachs 2018–2024

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.	Drohnenwaben 1.5.-31.5. (4 Wo.)	Drohnenwaben 8.6.-16.7. (5 Wo.)	Drohnenwaben 22.4.-31.5. (5,5Wo.)	Drohnenwaben 31.5.-21.7. (8 Wo.)	Drohnenwaben 21.4.-27.5. (5 Wo.)	Drohnenwaben 17.6.-15.7. (4 Wo.)	Drohnenwaben April-Mai (4-5 Wo.)	Drohnenwaben Anf.-Ende Juni
Naphthalin	NAP	8,5	4,7	6,6	4,8	7,6	4,3	6,9	4,4
Acenaphthylen	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
Flouranthen	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.	Drohnenwaben 18.5.-3.7. (6,5Wo.)	Drohnenwaben 1.-30.7.(4,5 Wo.)	Drohnenwaben 20.4.-23.5.(4,5Wo.)	Drohnenwaben 25.5.-5.7. (6 Wo.)	Drohnenwaben 20.4.-23.5.(4,5Wo.)	Drohnenwaben 25.5.-8.7. (6,5Wo.)	Drohnenwaben 14.4.-30.5.(6,5Wo.)	Drohnenwaben 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
Flouranthen	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
Flouranthen	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]perylen	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
Flouranthen	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]fluoranthen	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]perylen	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

10.3 Einzelergebnisse der PAK-Analysen von Honig 2018–2024

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]fluoranthen	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]perylen	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	
Acenaphthylen	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	
Flouranthen	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]perylen	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	
Acenaphthylen	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	
Flouranthen	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]perylen	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 Bienenprodukt-Nahrungsergänzmittel (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]fluoranthen	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 Bienenprodukt-Nahrungsergänzmittel (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	
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]fluoranthen	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
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	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	
Acenaphtylen	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]fluoranthen	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