

Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel

Teil 2: Ergebnisteil

Gutachterliche Bewertung der Untersuchungsjahre seit 2011 am
Flughafen Schönefeld / BER sowie dem Referenzstandort Schorfheide
und 2017–2019 am Flughafen Berlin Tegel



Titelseite – Bilder: Bienenstöcke am Standort BRS – Imker am Standort TXL – Pollensammeln am Standort BMF – Honigwabe am Standort BMF

Bilder im Uhrzeigersinn von links oben, **Bildnachweis:**

FBB

Tibor Pintér & Florian Hänsch

Jens-Birger Lange

Jens-Birger Lange

Danksagung

Unser herzlicher Dank geht an:

- die Imker aus dem Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER, am Flughafen Berlin Tegel und am Referenzstandort Schorfheide, die ihre Bienenvölker sorgsam betreut und Pollen-, Wachs- und Honigproben für das Bienenmonitoring geliefert haben,
- die Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) als finanzielle Trägerin des Projekts und für die nachrichtliche Übermittlung von Honiganalysendaten 2011 bis 2014 sowie
- die Flughafen München GmbH (FMG) für Vergleichsdaten aus dem dortigen Honigmonitoring.

Vielen Dank, dass Sie auch dieses Jahr wieder zur Durchführung des „Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld“ beigetragen haben!

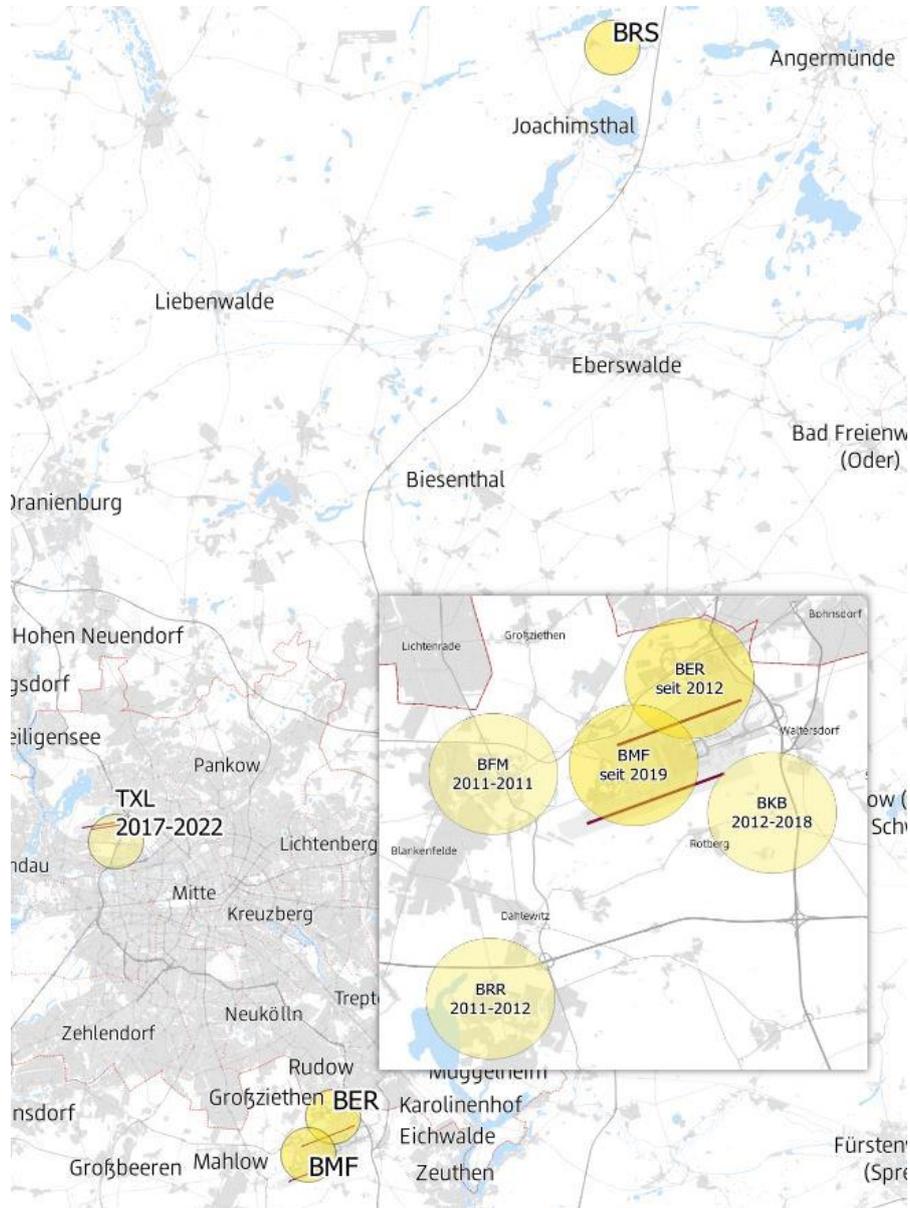


Bild 1.1-1: Übersicht über die Standorte der Bienenvölker mit Referenzstandort BRS (seit 2012) im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Standort TXL am Flughafen Tegel (2017–2019) und seit 2019 Standort BMF– Bildausschnitt (eingerahmt): Einzugsgebiet der Bienenvölker im nahen Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER

Legende:

Karten hergestellt durch die FBB aus OpenStreetMap-Daten / Lizenz: Creative Commons BY-SA 2.0; gelborange Kreise: „Flugwolken“ der Bienenvölker, wobei der Flugradius eines Bienenvolkes und damit der Sammelradius für Pollen, Nektar und Honigtau rund 3 km beträgt; blassgelbe Kreise: ehemalige Standorte

Zusammenfassung

Das Bienenmonitoring ist Teil der freiwilligen ergänzenden Monitorings der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB), welches die Umweltwirkungen von Luftschadstoffen in den Mittelpunkt stellt. Im Umfeld des Flughafens Berlin Brandenburg international BER, ehemals Flughafen Berlin Schönefeld, werden seit 2011 vor allem verkehrstypische Luftschadstoffe untersucht: bienen.berlin-airport.de. Die zentralen Fragen beim Bienenmonitoring lauten: Kann man den Honig aus der Flughafenregion bedenkenlos genießen? Werden sich die Schadstoffmengen nach Inbetriebnahme des BER verändern? Honig, Pollen und Wachs werden dazu auf typische Luftschadstoffrückstände analysiert. Die Proben stammen von Bienenvölkern direkt am Flughafen Berlin Schönefeld /BER und in dessen näherem Umfeld. In den Jahren 2017 bis 2019 wurden auch Proben von Bienenvölkern untersucht, die auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes des Flughafens in Berlin Tegel aufgestellt waren. Außerdem wird betrachtet, wie vital die Bienenvölker sind. Alle Ergebnisse werden mit Ergebnissen von Referenzbienenvölkern verglichen, die weitgehend unbeeinflusst vom Luftverkehr im 90 Kilometer entfernten Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin leben.

Das aktuelle Bienenmonitoring bestätigt die Untersuchungen seit 2011: Der Flughafenbetrieb hat auf die Qualität des Lebensmittels Honig aus der Flughafenregion keinen Einfluss. Die Gehalte der untersuchten Stoffe in Honig, Pollen und Wachs sind in allen Untersuchungsjahren unbedenklich niedrig.

Bei ihren Sammelflügen überfliegen die Bienen eines Bienenvolkes ein Gebiet von bis zu drei Kilometer Radius und sammeln Nektar, Honigtau und Blütenpollen. Aus Nektar und Honigtau produzieren die Bienen Honig. Aus Drüsen sondern sie Wachs ab, mit dem sie Waben bauen, um Pollen und Honig darin einzulagern und mit dem sie die Honigwaben verdeckeln. Pollen dienen als Nahrung für die Bienenbrut und Honig als Nahrung für die Bienen im Winter. Honig gilt auch als naturreines und gesundes Nahrungsmittel für den Menschen. Die Bienen produzieren ihn heute jedoch in einer Umwelt, die Schadstoffen ausgesetzt ist. Eine Vielzahl von Quellen wie Industrie, Heizungsanlagen sowie der Kraftfahrzeug- und Luftverkehr geben Schadstoffe an die Luft ab, die über den Luftpfad transportiert, teilweise umgewandelt und in die Umwelt und die Nahrungskette eingetragen werden. Beim Bienenmonitoring werden die Proben auf Luftschadstoffe untersucht, die in der Umwelt angereichert werden können und teilweise aus dem Flughafenbetrieb stammen und / oder auf den Menschen gesundheitsschädlich wirken können: Spuren- und Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Die Bienenvölker des Bienenmonitorings zeigten in der Regel flughafennah und -fern vergleichbar gute Vitalität. Die ausgewählten Metalle und 16 untersuchten PAK konnten, trotz hohem Empfindlichkeitsgrad der Analysen, nur in einem Teil aller Pollen-, Wachs und Honigproben gefunden werden. So wurden in den Honigproben im Wesentlichen die Spurenelemente Kupfer und Zink sowie fast ausschließlich die leichter flüchtigen PAK nachgewiesen. Sie lagen gleichermaßen in für Nahrungsmittel typischen, niedrigen Mengen vor. Seit 2016 gültige Höchstgehalte – für Blei in Honig und für PAK in Nahrungsergänzungsmitteln ähnlich Pollen – wurden weit unterschritten. Der seit 2018 zulässige Höchstgehalt für Quecksilber in Honig und Imkereierzeugnissen wurde ebenfalls nicht überschritten.

Relevante, durch den Flughafenbetrieb bedingte, Unterschiede zwischen flughafennahen und -fernen Pollen-, Bienenwachs- und Honigproben traten nicht auf. Die Bienenvölker unmittelbar auf dem Vorfeld des Flughafens BER, im ansonsten ländlichen Umfeld, zeigen eine vergleichbare Vitalität mit vergleichsweise hohem Honigertrag und unauffällige Metall- und PAK-Werte. Der beim Bienenmonitoring in der Flughafenregion gewonnene Honig kann bedenkenlos genossen werden. Das Bienenmonitoring wird jährlich fortgesetzt, um mögliche Veränderungen durch den Flughafenbetrieb auf dem Gelände und im Umfeld des BER zu dokumentieren.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	3
Zusammenfassung	5
Inhaltsverzeichnis	7
1 Ergebnisse	9
1.1 Vitalitätserhebung	10
1.2 Blei-, Cadmium- und Quecksilber-Ergebnisse	15
1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2023	21
1.4 Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Ergebnisse 2011 bis 2023	23
1.5 PAK-Ergebnisse 2011 bis 2023	32
2 Zusammenfassung der Ergebnisse 2011 bis 2023	38
2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen	40
2.2 Stoffgehalte in Pollen	41
2.3 Stoffgehalte in Wachs	44
2.4 Stoffgehalte in Honig	46
2.5 Fazit und Ausblick	48
3 Abkürzungen	50
4 Glossar	53
Abbildungsverzeichnis	56
Tabellenverzeichnis	57
5 Anhang A: Vitalitätserhebungen	61
5.1 Vitalitätsparameter	61
6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2022	71
6.1 Honigmonitoring am Flughafen München – Standorte und Proben	71
7 Anhang C: Ergebnisse der Pollenanalysen 2011 bis 2023	73
7.1 Tabellarische Darstellung der Pollenanalysen	73
8 Anhang D: Ergebnisse der Wachsanalysen 2011 bis 2023	83
8.1 Tabellarische Darstellung der Wachsanalysen	85
9 Anhang E: Ergebnisse der Honiganalysen 2011 bis 2023	95

9.1	Tabellarische Darstellung der Honiganalysen.....	95
10	Anhang F: Ergebnisse der Bienen-Testanalysen 2011	106
10.1	Metalle und PAK in Bienen 2011.....	106

1 Ergebnisse

Im separaten **Teil 1 – Allgemeiner Teil** – des Berichts sind die Motivation, das Bienenmonitoring durchzuführen, seine Einbindung als freiwilliges ergänzendes Monitoring der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB), Hintergrund, Konzept und Vorgehen erläutert. Dort finden sich auch Informationen zu den grundlegenden Fragen „Wie gelangen typische Luftschadstoffe aus dem Flughafenbetrieb in die Umwelt?“ und „Wie können Luftschadstoffe in Bienen, Pollen, Wachs und Honig kommen?“ sowie die ausführliche Beschreibung der Methoden, untersuchten Stoffe, Vergleichswerte und die Literaturquellen.

Die Ergebnisse des Bienenmonitorings beantworten nicht direkt, ob die Luft rein ist, sondern bieten ein umfassendes Bild über die Anreicherungskette aus der Luft in die Umwelt: über Einträge und Auswirkungen der Luftschadstoffe in bzw. auf Bienen und Bienenprodukte. Seit Frühjahr 2011 werden daher Blütenpollen auf Immissionswirkungen sowie von Bienen produziertes Wachs und das Lebensmittel Honig auf Rückstände der Luftschadstoffe analysiert, die auch beim Biomonitoring betrachtet werden. Das sind die neun Metalle Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber¹ und Zink und die organische Schadstoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Zudem werden Parameter erhoben, die Aufschluss über die Vitalität der Bienenvölker geben. Proben von in der Regel zwei Trachten, der Früh- und der Sommertracht werden analysiert. Die Ergebnisse von Bienenvölkern in unterschiedlicher Entfernung zum Flughafen werden mit denen vom Referenzstandort fernab des Flughafens im ländlichen Hintergrundgebiet, verglichen.

Im Jahr 2011 startete das Monitoring zunächst mit Bienenvölkern an zwei Standorten (siehe Karte Umschlaginnenseite und Kapitel 2.1): am flughafennahen, ruralen (ländlichen) Standort BFM bei Mahlow und am flughafenferneren, ruralen Referenzstandort BRR bei Rangsdorf, der 2012 fortgeführt wurde. Als neue Standorte kamen 2013 suburban-flughafennah BER (suburban: vorstädtisch), unmittelbar an der Flughafenverwaltung Schönefeld / BER, und rural-flughafenfern BRS als flughafenferner Referenzstandort im Biosphärenreservat Schorfheide, rund 90 km nordöstlich von Schönefeld, hinzu. Von 2013 bis 2016 umfasste das Bienenmonitoring drei Standorte: BER, BRS und neu, rural-flughafennah BKB, bei Kiekebusch. In den Jahren 2017–2019 schloss das Bienenmonitoring als vierten Standort den urban-flughafennahen Standort TXL ein. Im Jahr 2019 wurde der Standort BKB aufgegeben, dafür der Standort BMF auf dem Flughafengelände des Flughafens Schönefeld / BER am Ostende der Nordbahn, mittig zwischen Süd- und Nordbahn, eingerichtet. Im Jahr 2020 wurde das Bienenmonitoring aufgrund des stark zurückgegangenen Flugverkehrs reduziert und nur Honig vom Standort BER untersucht. Im Jahr 2021 pausierte es. Im Jahr 2022 wurden Vitalitäts- und Honiguntersuchungen an den beiden Standorten am Flughafen Berlin Brandenburg International, BER und BMF, und am Referenzstandort BRS fortgesetzt und in 2023 auch wieder Pollen und Wachs untersucht .

In den Ergebnisdarstellungen ist der Fokus auf die aktuellen 10 Untersuchungsjahre 2014–2023 an den langjährigen Standorten BER und BRS sowie BMF (seit 2019) und TXL (2017–2019) gelegt.

¹ Kupfer und Quecksilber wurden bis 2014 nur in Honig untersucht, seit 2015 in allen Proben.

1.1 Vitalitätserhebung

Bienen reagieren empfindlich auf Beeinträchtigungen ihrer Umwelt. Daher wurden Vitalitätsparameter bei den Imkern abgefragt:

- die Überlebensrate nach der Überwinterung,
- die Stärke und Entwicklung der Bienenvölker,
- die Entwicklung der Brut,
- die Honigmenge als Ergebnis aus Sammelaktivität, Blütenangebot und Volksstärke,
- das Blütenpollenspektrum.

Zusammenfassungen bieten nachfolgend die Tabelle 1.1-1 und die Tabelle 1.1-2. Ansichten der jüngsten Vitalitätserhebungsbögen aus dem Jahr 2023 sind im Anhang A dargestellt (Kapitel 5).

Eine **Überlebensrate** von rund 90 Prozent ist normal. In manchen Jahren sind die Winterverluste höher. Zum Beispiel den Herbst 2016 hatten allgemein – wegen des extremen Temperaturverlaufs – bereits etwa 10 bis 15 Prozent der Bienenvölker nicht überlebt (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, mündliche Mitteilung). Der Befall der Bienenvölker mit Varroamilben ist vielerorts für das Bienensterben mitverantwortlich. Im Winter während der Brutpause werden die Völker gegen Varroamilben behandelt. Fällt in einem milden Winter die Brutpause aus, kann oft keine Varroabehandlung erfolgen und die Milben vermehren sich besonders stark. „Die zunehmende landwirtschaftliche Nutzungsintensität scheint zu einer Reduktion bienenfreundlicher Vegetation und damit zu Mängeln in der Nahrungsversorgung von Bienen zu führen“ fasst eine aktuelle Studie zum Thema Bienen-gesundheit zusammen (Krahnstöver und Polaczek, 2017) und folgert weiter „Zusätzlich zum reduzierten Nahrungsangebot der Landwirtschaft erschwert der Kontakt mit Pflanzenschutzmitteln das Überleben der Biene“.

- Am Referenzstandort in der Schorfheide (BRS) hatte schon die Frühtrachtperiode 2017 mit nur 70 Prozent der Bienenvölker des Vorjahres begonnen. Für die Winterverluste dürften landwirtschaftliche Aktivitäten ursächlich gewesen sein. Den Winter 2018/19 hatten nur die Hälfte der BRS-Bienenvölker überlebt. Die Winter 2017/2018 und 2021/2022 überlebten (fast) 100 Prozent der Völker. Den aktuellen Winter 2022/2023 aber überlebten nur rund 60 % der Völker.
- Am Standort BER wurden 2018 zwei Völker, die vom Referenzstandort BRS stammten, aufgestellt. Eines davon war bereits im November gestorben. Das andere Volk hatte überlebt und wurde 2019 durch Ableger vermehrt. Den Winter 2021/2022 überlebte nur eines von 7 Völkern nicht, aber den Winter 2022/2023 überlebten 7 von 9 Völkern nicht – aufgrund Zerstörungen durch Spechte und durch Futterabriss.
- Am Standort BMF überlebte das im Herbst 2018 angesiedelte Volk nicht und startete 2019 neu. Die Winter 2021/2022 und 2023/2023 überlebte dieses Volk (Tabelle 1.1-1).

Während die Überlebensrate 2021/2022 flughafennah und -fern normal war, war der Winter 2022/2023 von lokal sehr hohen Verlusten geprägt, ähnlich zum Winter 2018/2019.

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023– Teil 1

Vitalität	Standort TXL	Standort BER	Standort BMF	Standort BKB	Standort BRS
Erhebung	urban-flughafennah	suburban-flughafennah	rural-flughafennah Vorfeld	rural-flughafennah bei Kiekebusch	rural-flughafennah Referenz Schorfheide
Überlebensrate nach Überwinterung					
FT 2014		100%		100%	100%
FT 2015		100%		100%	90%
FT 2016		100%		0% (Verlust 1 von 1 Volk)	93%
FT 2017	Start 2017	100%		100%	70%
FT 2018	0%, Neustart mit 1 Ableger aus 2017	100%		100%	96%
FT 2019	100%	Neustart mit BRS-Volk	Start 2019: 1 Volk		50%
FT 2022		86%	100%		100%
FT 2023		22%	100%		42%
Anzahl der Bienenvölker am Standort					
FT/ST 2014		2		1	38
FT/ST 2015		2		1	40
FT/ST 2016		2		1	40
FT/ST 2017	1	2		2	40
FT/ST 2018	1	2		2	46 (FT) -> 28 (ST)
FT/ST 2019	2 + 1 Ableger	1 + 1 Ableger	1		28 (FT) -> 48 (ST)
FT/ST 2022		5 + 2 Ableger	1 + 1 Ableger		40 + 20 Ableger
FT/ST 2023		2 + 6 Ableger	1		38
Stärke und Entwicklung der Bienenvölker (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Waben bei Beginn und Ende der Tracht)					
FT 2014		durchschnittlich -> gut		durchschnittlich -> gut	stark -> gut; Vervielfachung
ST 2014		konstant		konstant	sehr gut; 33% Zuwachs
FT 2015		durchschnittlich -> gut; 25% Zuwachs		durchschnittlich -> gut; Verdopplung	durchschnittlich -> gut; 3- bis 4facher Zuwachs
ST 2015		konstant gut		gut, 25% Zuwachs	konstant gut
FT 2016		mittel: 33% Zuwachs		mittel: 33% Zuwachs	mittel -> gut; verdoppelt
ST 2016		konstant gut		konstant gut	konstant stark
FT 2017	mittel (Start: 4 Waben)-> gut 100% Zuwachs	schwach; schlechte Entwicklung, 50% Zuwachs		schwach; schlechte Entwicklung 50% Zuwachs	mittel; gute Entwicklung 33% Zuwachs
ST 2017	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung	durchschnittlich -> mittel-mäßige Entw. 33% Zuwachs		durchschnittlich -> mittel-mäßige Entw. 33% Zuwachs	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung
FT 2018	Neustart: 6 Waben -> gut 66% Zuwachs	gute Entwicklung, 66% Zuwachs		gute Entwicklung, 66% Zuwachs	durchschnittliche Entwicklung (lt. Imker), Verdreifachung
ST 2018	konstante Wabenzahl: 10, gute Entwicklung	konstante Wabenzahl: 50, gute Entwicklung		konstante Wabenzahl: 50, gute Entwicklung	konstante Wabenzahl: 40, gute Entwicklung
FT 2019	stark (7 Waben)-> gut 29% Zuwachs	durchschnittl. (5 Waben) -> durchschnittl., 60% Zuwachs	durchschnittl. (6 Waben) -> gute Entw., 83% Zuwachs		eher schwach (30 Waben) -> gute Entw., 33% Zuwachs
ST 2019	konstante Wabenzahl: 9, gute Entwicklung	etwa konstante Wabenzahl: 17->18, durchschn. Entwickl.	stark (6 Waben): gute Entwicklung, 83% Zuwachs		konstante Wabenzahl (40): durchschnittl. Entwicklung
FT 2022		durchschnittl. (6 Waben) -> durchschnittl., 50% Zuwachs	stark (22 Waben): konstant		20 Waben -> gute Entw., 50% Zuwachs
ST 2022		konstant (9 -> 9-10): durchschnittl. Entwicklung	sehr stark (33 Waben): konstant, Ableger gebildet		konstante Wabenzahl (30): durchschnittl. Entwicklung
FT 2023		stark (7,5 Waben -> 10) -> sehr stark, 25% Zuwachs	sehr stark (7 Waben -> 33) -> sehr gute E., 5facher Zuwachs		gute Entw. (20 Waben -> 30) -> sehr stark, 33% Zuwachs
ST 2023		konstant (10 -> 10): konstant stark			konstante Wabenzahl (30): stark mit guter Entwicklung

Ergänzungen zu BMF-ST 2023 erfolgen, sobald diese Daten vorliegen.

Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023 – Teil 2

Vitalität	Standort TXL	Standort BER	Standort BMF	Standort BKB	Standort BRS
Erhebung	urban-flughafennah	suburban-flughafennah	rural-flughafennah Vorfeld	rural-flughafennah bei Kiekebusch	rural-flughafenfern Referenz Schorfheide
Entwicklung der Brut (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Brutwaben bei Beginn und Ende der Tracht)					
FT 2014		gut, 40% Zuwachs		gut, 40% Zuwachs	ca. 3,5facher Zuwachs
ST 2014		gut, 25% Zuwachs		gut, 33% Zuwachs	konstant
FT 2015		gut, 40% Zuwachs		gut, 66% Zuwachs	Verdreifachung
ST 2015		gut, ca. 20% Zuwachs		gut, ca. 25% Zuwachs	gut: leichter Rückgang
FT 2016		mittel, 33% Zuwachs		mittel, 40% Zuwachs	gut, 80% Zuwachs
ST 2016		gut, 33% Zuwachs		gut, 36% Zuwachs	gut, 20% Abnahme
FT 2017	Start: 3 Brutwaben -> gut 100% Zuwachs	Start 6 Brutwaben -> schlecht, 66% Zuwachs		Start 7 Brutwaben -> schlecht, 60% Zuwachs	Start 8-10 Brutwaben -> mittel; 50% Zuwachs
ST 2017	gut, 20% Zuwachs	mittel, 25% Zuwachs		mittel, 40% Zuwachs	mittel; 20% Zuwachs
FT 2018	Neustart: 4 Brutwaben -> gut, 77% Zuwachs	Start 6 Brutwaben -> gut, 66% Zuwachs		Start 8 Brutwaben -> gut, 66% Zuwachs	Start 3-4 Brutwaben -> lt. Imker durchschnittlich; Verdreifachung
ST 2018	gut, konstant	gut, 20% Abnahme		gut, 30% Zuwachs	gut, 20% Abnahme
FT 2019	gut, 40% Zuwachs	Neustart (s.o.), 3 Brutwaben -> mittel, 100% Zuwachs	5 Brutwaben -> gut, 100% Zuwachs		8 Brutwaben -> durchschnittl., 75% Zuwachs
ST 2019	gut, konstant	mittel, +/-konstant (6->7)	6 Brutwaben -> gut, 66% Zuwachs		mittel, +/-konstant (12->10)
ST 2020					
FT 2022		1 -> 5-6 Brutwaben (weniger gut als 2021)	6 Brutwaben -> gut, 66% Zuwachs		4-6 Brutwaben -> gut, 50-100% Zuwachs
ST 2022		5 -> 6-7 Brutwaben (1-2 weniger als 2021)	8 Brutwaben -> gut, rund 20% Zuwachs		gut, konstant (8-9)
FT 2023		5-7 -> 8-9 Brutwaben (mehr als in Vorjahren)	7 -> 14 Brutwaben 100% Zuwachs		5 -> 9-10 Brutwaben 100% Zuwachs
ST 2023		8-9 -> 9 Brutwaben (konstant)			8 -> 7 Brutwaben (fast konstant)
Durchschnittliche Honigmenge pro Volk (in kg) als Ergebnis der Sammelaktivität					
FT 2014		11		12	20
ST 2014		31		24	12
FT 2015		14		10	15
ST 2015		31		25	20
FT 2016		12		15	25
ST 2016		24		18	10
FT 2017 ges. (kg pro Wabe)	7,5 1,1	3 0,4		4 0,5	10 0,5
ST 2017 ges. (kg pro Wabe)	8 0,8	10 0,5		8 0,4	10 1
FT 2018 ges. (kg pro Wabe)	0 0	7,5 0,8		9 0,9	18 1,2
ST 2018 ges. (kg pro Wabe)	6 0,3	10 1		11 1,1	22 1,1
FT 2019 ges. (kg pro Wabe)	8,8 0,9	15 1,5	27 1,2		12 1,2
ST 2019 ges. (kg pro Wabe)	8 0,8	5 0,5	18 0,8		22 1,1
FT 2022 ges. (kg pro Wabe)		8 0,8	10,5 1,0		11 0,7
ST 2022 ges. (kg pro Wabe)		13 0,9	17 0,8		20 1,0
FT 2023 ges. (kg pro Wabe)		40 2,0	18 0,8		23 1,2
ST 2023 ges. (kg pro Wabe)		15 0,8			30 1,5

Ergänzungen zu BMF-ST 2023 erfolgen, sobald diese Daten vorliegen.

Tabelle 1.1-3: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023 – Teil 3

Vitalität	Standort TXL	Standort BER	Standort BMF	Standort BKB	Standort BRS
Erhebung	urban-flughafennah	suburban-flughafennah	rural-flughafennah Vorfeld	rural-flughafennah bei Kiekebusch	rural-flughafenfern Referenz Schorfheide
Schwerpunkt des Blütenpollenspektrums					
FT 2014		Ahorn, Raps, Obstblüte		Ahorn, Raps, Obstblüte	Raps, Obstblüte
ST 2014		v.a. Robinie, Linde		v.a. Linde, Bergahorn	Feldblüte, Linde
FT 2015		Ahorn, Raps, Obstblüte, Kastanie, Löwenzahn		Ahorn, Raps, Obstblüte, Kastanie, Löwenzahn	Raps, Ahorn
ST 2015		v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten		v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten	Linde
FT 2016		Ahorn, Raps, Obstblüte, Kastanie, Löwenzahn		Ahorn, Raps, Obstblüte, Kastanie, Löwenzahn	Raps, Obstblüte, Ahorn
ST 2016		v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten		v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten	Feldblüte, Linde
FT 2017	Löwenzahn, Obstbäume, Weide	Ahorn, Raps, Robinie, Kastanie, Löwenzahn		Ahorn, Raps, Robinie, Kastanie, Löwenzahn	Raps, Obstblüte
ST 2017	Linde, Robinie	v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten		v.a. Robinie, Linde; Wiesenblüten	Linde
FT 2018	Löwenzahn, Obstbäume, Weide	Ahorn, Raps, Robinie, Kastanie, Löwenzahn		Ahorn, Raps, Robinie, Kastanie, Löwenzahn	Raps
ST 2018	Linde, Robinie	v.a. Robinie; auch Linde, Wiesenblumen		v.a. Robinie; auch Linde, Wiesenblumen	Linde
FT 2019	Obstbäume, Löwenzahn, Weide	Robinie	Raps, beginnend: Linde		Raps
ST 2019	Linde	v.a. Robinie	Linde; auch Phacelia, Sonnenblumen		Linde, Kornblume
FT 2022		Kreuzblütler (>45%); Weiden- und Rosengewächse	Wiesenblüten; auch Pflaume		Raps
ST 2022		Linde, Kreuzblütler; Rosengewächse, Natternkopf	Wiesenblüten, Distel; auch Linde		Linde
FT 2023		Raps, danach Robinie	Kreuzblütler; Rosengewächse, Löwenzahnarten		Raps
ST 2023		Linde			Linde, Feldtracht

FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

Ergänzungen zu BMF-ST 2023 erfolgen, sobald diese Daten vorliegen.

(Für den 2020 untersuchten BER-Sommertrachthonig wurde keine Vitalitätserhebung vorgenommen.)

- Die **Entwicklungen** des Bienenvolkes am urban-flughafennahen Standort TXL bewerteten die Imker 2017 bis 2019 als gut, das Volk und seinen Ableger als mittel bis stark.
- Die Imkerinnen am Flughafen Berlin Schönefeld / BER berichteten vom Standort BER 2019 von unterschiedlich starken Völkern mit eher durchschnittlicher Entwicklung (ein Wirtschaftsvolk und Ableger). Eine ebenfalls durchschnittliche Entwicklung wurde dort 2022 beobachtet. Im aktuellen Jahr hingegen war die Entwicklung insgesamt sehr stark
- Der Imker des Bienenvolkes am Vorfeld – am Standort BMF – berichtete 2019 von guter Entwicklung, im Jahr 2022 sogar vor starker Entwicklung des Bienenvolkes. Noch besser fiel die Entwicklung während der Frühtracht 2023 aus, mit weit überdurchschnittlichen Zuwächsen.
- Für den Referenzstandort BRS beschrieb der dortige Imker die Entwicklung seiner Völker nach starken Winterverlusten 2018/2019 als gut, mit durchschnittlicher Entwicklung der Brutwaben – ebenso für das Jahr 2022. Im aktuellen Jahr entwickelten sich die Referenzbienenvölker sehr gut (Tabelle 1.1-1 und Tabelle 1.1-2).

Die **Honigmengen** pro Volk fielen wie folgt aus (Tabelle 1.1-2):

- Am Standort TXL wurde 2019 mit rund 8 kg etwa gleich viel Sommer- wie Frühtrachthonig gewonnen, vergleichbar mit 2017.
- Am Standort BER wurde 2019 mit 15 kg dreimal mehr Frühtrachthonig geschleudert als Sommertrachthonig, und mehr Frühtrachthonig als in den Vorjahren. Im Jahr 2022 wurden dort 8 kg Frühtrachthonig geschleudert, deutlich weniger als Sommertrachthonig (13 kg). Besonders gut viel die Frühtracht-Honigernte 2023 mit 40 kg pro Volk aus, während die Sommertracht-Ernte auf 15 kg pro Volk zurückfiel.
- Die größte Honigmenge wurde 2019 am Standort BMF auf dem Vorfeld erzielt: 27 kg Frühtrachthonig und 18 kg Sommertrachthonig. Im Jahr 2022 waren es nur durchschnittliche 10,5 kg Frühtracht, aber immerhin 17 kg Sommertrachthonig. Die hohen Honigmengen ergaben sich durch eine hohe Anzahl Honigwaben im Bienenstock. Im Jahr 2023 betrug dort die Frühtracht-Honigernte 18 kg pro Volk².
- Am Referenzstandort BRS waren es 2019 12 kg und 22 kg – die Frühtracht weniger als 2018, die Sommertracht vergleichbar mit dem Vorjahr, ganz ähnlich die Ernte im Jahr 2022: 11 kg Frühtracht- und 20 kg Sommertrachthonig. Gut viel die Ernte 2023 aus: mit 23 kg Frühtrachthonig pro Volk und 30 kg Sommertrachthonig pro Volk.

Die Menge pro Honigwabe viel im aktuellen Jahr 2023 besonders hoch für die Frühtracht an BER (2,0 kg) und für die Sommertracht an BRS (1,5 kg) aus, während sie 2019 und 2022 ein recht einheitliches Bild über alle Standorte zeigte: rund 1 +/- 0,3 kg für die Menge Frühtrachthonig pro Honigwabe und 0,8 +/- 0,2 kg für die Menge Sommertrachthonig pro Honigwabe.

Über die Jahre hinweg unterschieden sich die Vitalität der Bienenvölker am Flughafen und die der Referenzvölker nicht systematisch. Vielmehr zeigten die BER-Bienen, die BKB-Bienen bei Kiekebusch bis 2018 und die Vorfeld-Bienen BMF seit 2019 in einem weiten Bereich immer wieder vergleichbar gute Entwicklungen und Honigproduktionen wie die BRS-Referenzbienen im 90 km von Flughäfen und Großstadt entfernten Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.

Zum Vergleich: Die Flughafen-Bienenvölker am Münchner Flughafen sahen während der Frühtracht 2019 eine bessere Entwicklung der Brutwaben auf, als im dortigen Referenzgebiet Aichach, aber während der Sommertracht 2019 eine schlechtere Entwicklung. Während der Sommertracht 2021 entwickelten sich die Bienenvölker flughafennah normal bis stark, im Referenzgebiet unterdurchschnittlich. Auch bei den Honigmengen traten Abweichungen zwischen einzelnen Jahren auf, aber – so auch 2022 – keine relevanten Unterschiede zwischen den Standorten hinsichtlich der Honigmengen: Die Aichacher Referenzbienen und die Flughafenbienen produzierten rund 16–18 kg Frühtrachthonig, aber nur rund 6–8 kg Sommertrachthonig pro Volk; etwas höher lag die Frühtrachthonigmenge aus Tödtenried bei Aichach mit 23 kg pro Volk Ref. AIC-ATN (Tabelle 5.1-7 und Tabelle 5.1-8). Systematische Unterschiede zwischen der Vitalität der Bienenvölker am Münchner Flughafen und im dortigen Referenzgebiet bestehen nicht.

² Ergänzungen zu BMF-ST 2023 erfolgen, sobald diese Daten vorliegen.

1.2 Blei-, Cadmium- und Quecksilber-Ergebnisse

Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) werden zuerst betrachtet, weil sie ökotoxikologisch relevant sind und für sie Lebensmittel-Höchstgehalte vorliegen. Für Blei und für Quecksilber gelten Höchstgehalte (VO (EU) Nr. 2023/915 und 2018/73; vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1):

- 0,10 mg/kg für Blei in Honig, bezogen auf die Originalsubstanz (OS),
- 0,010 mg/kg OS für Quecksilberverbindungen in Honig und Imkereierzeugnissen.

Für Cadmium sind Höchstgehalte nur für andersartige Lebensmittel gemäß Verordnungen VO (EU) 2023/915 festgelegt. Zur Rückstandsbewertung ist in Österreich zur höchst vorsorglichen Risikominde- rung ein **Aktionswert**³ für Cadmium in Honig erlassen (ÖBMG 2015). Er kann als Ableitung dafür betrachtet werden, wo ein Höchstgehalt vorsorglich angesetzt werden könnte:

- 0,050 mg/kg für Cadmium in Honig.

Die für Nahrungsergänzungsmittel festgesetzten Höchstgehalte für Blei und Cadmium können hilfs- weise orientierend auf die Stoffgehalte in Pollen bezogen werden:

- 3,0 mg/kg für Blei und 1 mg/kg für Cadmium.

Direkt auf Pollen bezogen werden kann der **Höchstgehalt**:

- 0,010 mg/kg OS für Quecksilberverbindungen in Imkereierzeugnissen (VO (EU) 2018/73).

Blei und Cadmium wurden seit 2011 in allen Proben untersucht, Quecksilber bis 2014 in Honigproben und seit 2015 auch in Pollen und Wachs.

Tabelle 1.2-1: Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte 2011 bis 2023

Wertebereich	Blei (mg/kg OS)	Cadmium (mg/kg OS)	Quecksilber (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,1, ab 2016: 0,025	0,010, ab 2016: 0,0025	0,05, ab 2016: 0,013, ab 2020: 0,0050
Pollen 2011 bis 2019 und 2023	<0,10 – 1,2 ab 2016: 0,017–0,84	<0,010 – 0,11 ab 2016: 0,029 – 0,29	alle <0,050 ab 2016 <0,013 2023 <0,0050
Naturwachs 2013 bis 2019 und 2023	<0,1–0,22 (vereinzelt) ab 2016 <0,025–0,127	<0,010-0,020 (vereinzelt) ab 2016 <0,0025–0,0045	alle <0,050 ab 2016 <0,013 2023 <0,0050
Honig 2011 bis 2023	alle <0,10 ab 2016 <0,025	alle <0,010 ab 2016 <0,0025	alle <0,050 ab 2016 <0,013 ab 2020 <0,0050

Zu Wachs: hier nur Naturwachsproben-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachsproben mit Mittelwand seit 2011: s. Kap. 8

³ Wird der höchst vorsorgliche Aktionswert überschritten, sind die Ursachen zu prüfen und Verbesserungsmaß- nahmen zu ergreifen (ÖBMG 2015).

Alle Ergebnisse seit 2011 finden sich in den Tabellen von Kapitel 7 (Pollen), Kapitel 8 (Wachs) und Kapitel 9 (Honig) im Anhang. Im Text werden die von 2011 bis 2022 vorliegenden Ergebnisse des Honigmonitorings am Münchner Flughafen vergleichend mit angeführt (Wäber und Pompe 2018–2023). Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse 2014 bis 2023 dar: für die drei langjährig untersuchten Standorte BER, BKB (bis 2018) und BRS sowie für die Standorte TXL (2017–2019) und BMF (seit 2019). Dargestellt werden die Stoffe in Pollen, Wachs oder Honig, die zumindest teilweise auffindbar waren, also über der analytischen Bestimmungsgrenze (BG) lagen (BG: lila Linien in Bild 1.2-1ff.), zudem alle Bleiergebnisse. Quecksilber lag in Honig, Pollen, Wachs <BG (Tabelle 1.2-1).

Bleigehalte in Pollen⁴ waren mit <0,10 bis 0,50 mg/kg OS sehr niedrig, nur in drei Fällen reichten sie bis um 1 mg/kg OS: 2013 in BER-ST-Pollen 0,80 mg/kg OS, 2015 in BRS-FT-Pollen 1,2 mg/kg OS und 2023 in BRS-FT-Pollen 0,84 mg/kg OS (siehe Bild 1.2-1). Die Bleigehalte in Pollen würden den Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 3,0 mg/kg OS maximal nur zu rund einem Drittel ausschöpfen.

In Wachsproben lagen 2011 bis 2015 nur vier Bleigehalte knapp über der Bestimmungsgrenze (BG) von 0,10 mg/kg OS: maximal bei 0,22 mg/kg OS in der Honigwabe 2012 BRR-ST-Wachs (Tabelle 8.1-3; Ergebnisse seit 2011 und der Standorte BRR und BFM im Anhang: Kapitel 7 ff.).

Seit 2016 lagen die Bleigehalte – bei vierfach niedrigerer Bestimmungsgrenze – in einem Bereich zwischen <0,025 und 0,13 mg/kg OS, letzterer gemessen am Standort BMF 2019 (vgl. Tabelle 1.2-1 und Bild 1.2-2).

In Honigproben war der Bleigehalt 2011 bis 2023 stets kleiner Bestimmungsgrenze (vgl. Tabelle 1.2-1 und siehe Bild 1.2-3) und somit niedriger als der Höchstgehalt von 0,10 mg/kg OS.

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring am Münchner Flughafen wurde in Pollen einmalig der Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 3,0 mg/kg OS erreicht. Ansonsten lagen die dortigen Bleigehalte in Pollen wie auch die in Wachs bis 2022 vergleichbar niedrig wie im Umfeld der Berliner Flughäfen: bis rund 1,1 mg/kg OS. In Honig vom Flughafen München mit seinem Referenzgebiet Aichach lagen die Bleigehalte bis 2022 kleiner Bestimmungsgrenze, abgesehen von je einer Ausnahme 2016, 2017 und zweimal im Frühtrachthonig 2019 – am flughafennahen Standort HFF wie im Referenzgebiet Aichach – je 0,04 mg/kg OS.

⁴ Ab 2015 stammten die analysierten Pollenproben aus mehreren Einzelstichproben je Trachtperiode, während es sich bei den Pollenproben bis 2014 um je eine Einzelstichprobe aus den Trachtperioden handelte (vgl. Kapitel 2.2). Die Pollenergebnisse ab 2015 geben damit einen zeitlich wie räumlich breiteren Ausschnitt aus der Sammeltätigkeit der Bienen während der jeweiligen Tracht wieder.

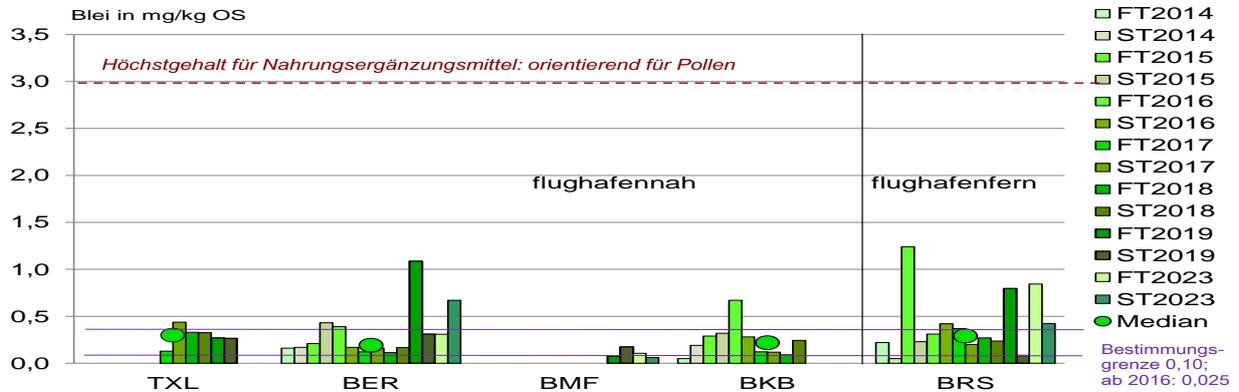


Bild 1.2-1: Blei (mg/kg OS) in Pollen

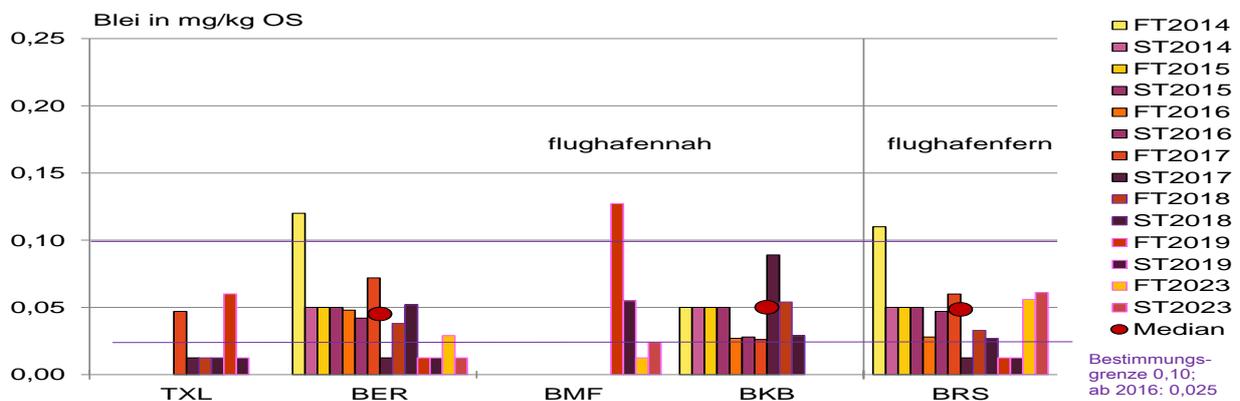


Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs

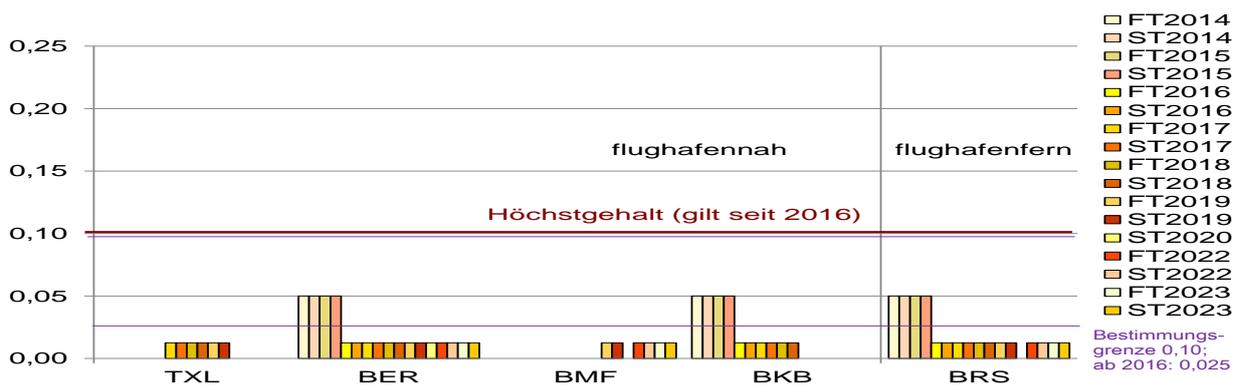


Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014-2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

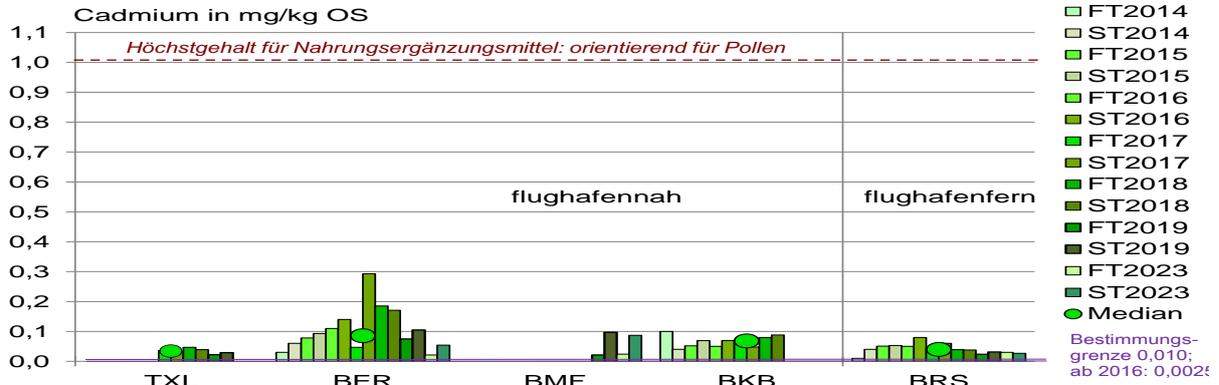


Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen

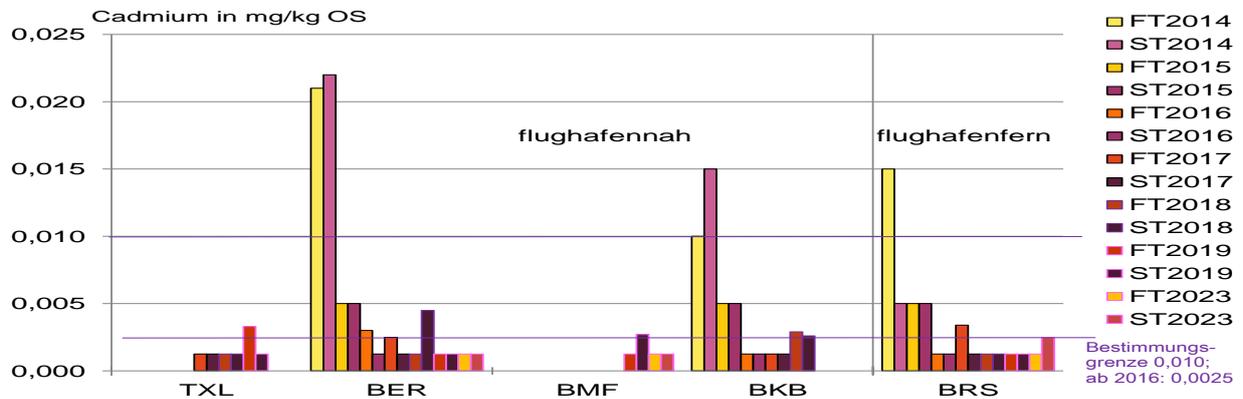


Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs

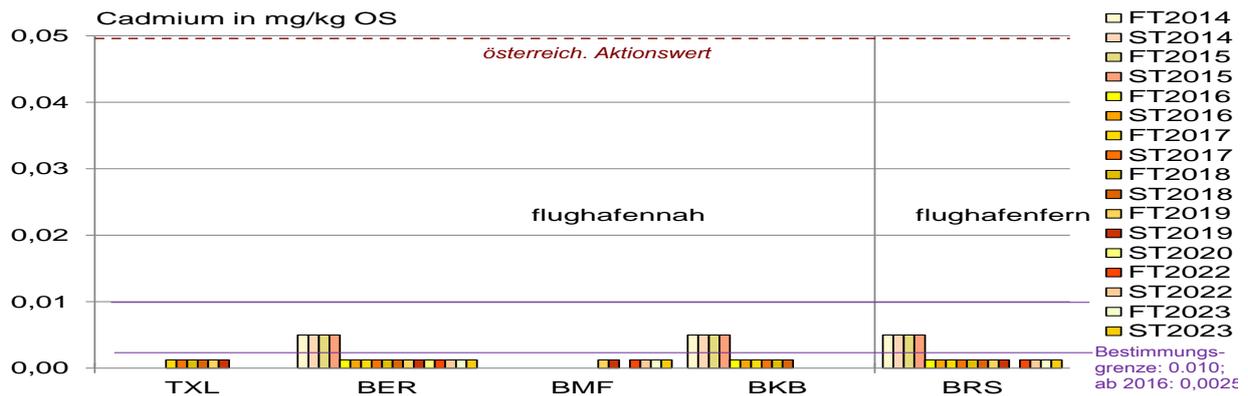


Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014–2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Cadmiumgehalte in Pollen lagen zwischen Werten von rund 0,01 mg/kg OS bis knapp 0,2 mg/kg OS, am Standort BER; das Maximum wurde mit 0,29 mg/kg OS im Sommer 2017 ebenfalls am Standort BER gemessen. Der Höchstgehalt für Cadmium in Nahrungsergänzungsmitteln von 1,0 mg/kg OS würde zu maximal 29 Prozent ausgeschöpft. Der Median (Lagemaß für den mittleren Wert) für die Ergebnisse 2014 bis 2023 liegt für den Standort BER bei 0,086 mg/kg OS, für den Standort TXL bei 0,034 mg/kg OS, für den Standort BKB bei 0,068 mg/kg OS und für den Referenzstandort BRS bei 0,040 mg/kg OS (vgl. Bild 1.2-4; für den Standort BMF noch zu wenige Werte). Unter Berücksichtigung der stoffspezifisch angenommenen Messunsicherheit von rund 20 % (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. und Tabelle 2.4.2) unterscheiden sich die Standorte TXL und BKB nicht vom Referenzstandort BRS. Am Standort BER zeigten sich bis 2019 teilweise höhere Cadmiumgehalte bei gleichzeitig höherer Spannweite der Ergebnisse (0,030–0,29 mg/kg OS), in 2023 aber niedrige Cadmiumgehalte (0,021 und 0,054 mg/kg OS).

In Wachs lagen die Cadmiumgehalte 2012 unter der Bestimmungsgrenze von 0,010 mg/kg OS. In Naturwachsproben ab 2013 lagen die Cadmiumgehalte mit folgenden Ausnahmen ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenze, im Jahr 2014 in fünf von sechs Fällen bis 0,020 mg/kg OS (vgl. Bild 1.2-5). Seit 2016 reichten die Cadmiumgehalte – bei vierfach niedrigerer Bestimmungsgrenze – von kleiner 0,0025 bis 0,0045 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.2-1).

In Honig konnte Cadmium im Untersuchungsgebiet bis 2015 bei einer Bestimmungsgrenze von 0,010 mg/kg OS nicht aufgefunden werden. Auch bei der BG 0,0025 mg/kg OS seit dem Jahr 2016 wurde Cadmium in Honig im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide nicht aufgefunden (siehe Bild 1.2-6, vgl. Tabelle 1.2-1). Das ist deutlich unterhalb des vorsorglichen österreichischen Aktionswertes für Cadmium von 0,050 mg/kg OS (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1).

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring am Flughafen München lag Cadmium in Pollen im vergleichbaren Bereich: maximal bei knapp 0,4 mg/kg OS und 2018– 2022 niedriger, bis rund 0,06 mg/kg OS. Dort waren in Wachs wenige Cadmiumwerte über 0,010 mg/kg OS messbar, v. a. im dortigen Referenzgebiet Aichach, maximal 2020 bis rund 0,05 mg/kg OS. Nur fünfmal wurde Cadmium in Honig aus dem Münchner Vergleichsgebiet aufgefunden, in einem Bereich von 0,003-0,009 mg/kg OS, im Referenzgebiet Aichach. Cadmium lag damit deutlich unterhalb des österreichischen Aktionswertes.

Quecksilber wurde beim Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld bis 2014 in Honigproben⁵ analysiert und ab 2015 in allen Probenarten.

Weder in Pollen, noch in Wachs oder Honig wurde Quecksilber aufgefunden, 2011 bis 2015 bei einer Bestimmungsgrenze von 0,050 mg/kg OS, 2016-2019 bei BG 0,013 mg/kg OS und ab 2020 bei BG 0,0050 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.2-1).

Zum Vergleich: Auch im Umfeld des Flughafens München lagen die Quecksilbergehalte in allen Probenarten unterhalb Bestimmungsgrenzen.

⁵ bis 2014 vom externen Labor im FBB-Auftrag, ab 2015 vom UMW-Partnerlabor mit vergleichbaren Ergebnissen

Quecksilbergehalte in Honig und Pollen unterschreiten den Höchstgehalt für Honig und Imkereierzeugnisse von 0,010 mg/kg OS (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1).

Fazit:

Der Vergleich von direkt aus der Umwelt stammendem Pollen mit von Bienen hergestelltem Wachs und Honig ergibt **vergleichsweise niedrigere Gehalte in Wachs und Honig als in Pollen.**

Blei- und Cadmiumgehalte lagen in Wachs zumeist und in Honig sämtlich unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen (die 2016 vierfach abgesenkt wurden). Quecksilber lag in jeder Probenart stets unterhalb der Bestimmungsgrenzen.

Die Messergebnisse unterschritten in allen Fällen deutlich die Höchstgehalte für Blei und Quecksilberverbindungen in Honig und die orientierend für Pollen und Honig herangezogenen Lebensmittel-Beurteilungswerte.

Im Wesentlichen ähnlich niedrige Ergebnisse wurden im Vergleichsgebiet mit Standorten am Flughafen München und dem dortigen Referenzgebiet Aichach gemessen.

Ein Einfluss des Flughafenbetriebs BER auf die sehr niedrigen Rückstände von Blei, Cadmium und Quecksilber ist nicht feststellbar. Es zeigen sich keine Unterschiede hinsichtlich Blei, Cadmium und Quecksilber zwischen flughafennahen und -fernen Standorten. Die Ausnahme bildet temporär Cadmium in Pollen: Am Standort BER war es 2015–2019 und auch im Mittel (Median) höher als am urban-flughafen-nahen Standort TXL oder am Referenzstandort BRS. Ein derartiger Unterschied zeigt sich im Vergleichsgebiet am Flughafen München nicht. Die weitere Entwicklung gilt es zu beobachten.

1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2023

Antimon (Sb) und Arsen (As) sind ökotoxikologisch relevant (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.3). Allerdings ist für Antimon kein Höchstgehalt für Lebensmittel oder Nahrungsergänzungsmittel definiert. Für Arsen ist hingegen seit 2016 für Reis und ähnliche Lebensmittel ein Höchstgehalt festgelegt (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 1.2.4). Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen der Kapitel 7 (Pollen), Kapitel 8 (Wachs) und Kapitel 9 (Honig). Antimon und Arsen in Pollen, Wachs oder Honig sind tabellarisch, jedoch nicht grafisch dargestellt, da sie nur in Ausnahmefällen auffindbar waren.

Tabelle 1.3-1: Antimon- und Arsengehalte 2011 bis 2023

Wertebereich im Medium	Antimon (mg/kg OS)	Arsen (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,050 / 0,10; ab 2016: 0,013	0,050 / 0,10; ab 2016: 0,013
Pollen 2011 bis 2019 und 2023	<0,050, nur einmal 0,050 BER-ST 2013 ab 2016: <0,013 – 0,081	<0,050, nur einmal 0,060 BKB-ST 2014 ab 2016: <0,013 – 0,062
Naturwachs 2013 bis 2019 und 2023	alle <0,050, ab 2016 <0,013	alle <0,050, ab 2016 <0,013
Honig 2011 bis 2023	alle <0,050 (bis 2014 alle <0,10), ab 2016 <0,013, Ausnahme: 0,017 BKB-ST2016	alle <0,050 (bis 2014 alle <0,10), ab 2016 <0,013
zu Wachs: hier nur Naturwachspollen-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachspollen mit Mittelwand seit 2011: s. Kap. 8		

Antimongehalte in Pollen, Wachs und Honig im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide lagen zumeist unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Diese betragen:

- 0,10 mg/kg OS für Honigproben 2011 bis 2014,
- 0,050 mg/kg OS für Pollen- und Wachspollen 2011 bis 2015 und für Honigproben 2015 und
- 0,013 mg/kg OS für Pollen, Wachs und Honig seit 2016.

Nur ausnahmsweise lag Antimon oberhalb BG (vgl. Tabelle 1.3-1):

- 0,05 mg/kg OS in der Sommertracht-Pollenprobe 2013 vom Standort BER (Kapitel 7: Tabelle 7.1-5) und ab 2016 zwischen <0,013 und 0,081 mg/kg OS, 0,066 mg/kg OS 2017 am Referenzstandort BRS (Kapitel 7: Tabelle 7.1-13), 0,068 mg/kg OS 2018 sowie 0,081 mg/kg OS 2019 an TXL 0,014 mg/kg OS an BMF (Frühtracht) und 0,019–0,020 mg/kg OS an BER in 2023.
- In Wachs lag Antimon einmal oberhalb BG: 0,013 mg/kg OS, ein Wert an der Bestimmungsgrenze, in der Frühtrachtprobe 2019 vom Standort TXL (Kapitel 8: Tabelle 8.1-17), außerdem

- in Honig einmal, 0,017 mg/kg OS in der Sommertrachtprobe 2016 vom Standort BKB (Kapitel 9: Tabelle 9.1-11).

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring im Umfeld des Flughafens München konnte Antimon bei gleichen Bestimmungsgrenzen wie beim Berliner Bienenmonitoring in Honigproben nicht gefunden werden. In Pollen und Wachs wurde es in jeweils 3 Fällen bis rund 0,020 mg/kg OS flughafennah 2020 und 2021 gefunden (Wäber und Pompe 2018–2023).

Arsengehalte lagen ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenzen, die denen von Antimon entsprachen. Ausnahmen gab es nur für Pollen:

- 0,06 mg/kg OS in der Sommertracht-Pollenprobe 2014 vom Standort BKB (vgl. Tabelle 1.3-1; Kapitel 7: Tabelle 7.1-7),
- ab 2016 <0,013 bis 0,062 mg/kg OS, dieses Maximum der Sommertracht-Mischprobe 2017 am Standort TXL (Kapitel 7: Tabelle 7.1-13).
- Im aktuellen Jahr 2023 waren 5 von 6 Arsengehalten in Pollen analytisch bestimmbar, in einem engen Bereich von 0,014–0,030 mg/kg OS, nahe der Bestimmungsgrenze.

In Nahrungsergänzungsmitteln aus Pollen sind rund 0,4 mg/kg OS Arsen als übliche Menge anzusehen (EFSA 2014). Dieser Durchschnittsgehalt wurde hier deutlich unterschritten.

In Blütenhonigen ist rund 0,03 mg/kg OS Arsen üblich (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-2). Auch dieser Durchschnittsgehalt wurde im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide deutlich unterschritten.

Erst recht wurde die für Reishnahrungsmittel seit 2016 geltende Höchstgehalte-Spanne von 0,10–0,30 mg/kg unterschritten (VO (EU) 2015/1006, VO (EU) 2023/915; vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1).

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring im Umfeld des Flughafens München konnte Arsen bei gleichen Bestimmungsgrenzen wie beim Berliner Bienenmonitoring in Pollen und in Wachs regelmäßig gefunden werden (Wäber und Pompe 2018–2023): in Pollen bis rund 0,05 mg/kg OS und in Wachs bis rund 0,03 mg/kg OS. In Honig wurde dort Arsen nur einmal nahe Bestimmungsgrenze gefunden: knapp 0,02 mg/kg OS 2018.

Fazit:

Antimon und Arsen waren trotz empfindlicher Analysenverfahren – im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide wie am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach – in Pollen und Wachs teilweise und in Honig nur ausnahmsweise auffindbar.

Unterschiede zwischen flughafennahen und -fernen Standorten als Indiz für einen Flughafeneinfluss traten somit nicht auf.

1.4 Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Ergebnisse 2011 bis 2023

Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn) sind als Spurenelemente in kleinen Mengen essenziell für den Menschen (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.3). Höchstgehalte für Pollen und Honig sind nicht festgelegt. Aktuelle Vergleichswerte, zum Teil aber für andere Nahrungsergänzungsmittel oder Lebensmittel, sind im separaten Berichtsteil 1 gelistet (Teil 1: Tabelle 1.2-2), um eine Orientierung zu geben, welche Gehalte in Pollen oder Honig als „normal“ gelten könnten.

Kupfer wurde bis 2014 nur in Honigproben analysiert, ab 2015 auch in Pollen und Wachs. Die anderen Metalle wurden seit 2011 in allen Proben untersucht.

Tabelle 1.4-1: Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte 2011 bis 2023

Wertebereich im Medium	Chrom (mg/kg OS)	Kupfer (mg/kg OS)	Nickel (mg/kg OS)	Zink (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze	0,10; ab 2016: 0,025	0,10; ab 2016: 0,025	0,10; ab 2016: 0,025	0,50; ab 2016: 0,10
Pollen 2011 bis 2019 und 2019	0,040 – 0,58	5,9 – 14	<0,10 – 1,9	28 – 100; zweimal BRS-FT 2015: 176 BRS-FT 2019: 207 BRS-FT 2023: 168
Naturwachs 2013 bis 2019 und 2023	<0,025 – 0,17	0,10 – 2,0	<0,025 – 0,45	0,6 – 26 2014 höher: 22-72
Honig 2011 bis 2023	<0,10, ab 2016 <0,025; 7mal bis 0,13	<0,025 – 0,59	<0,025 – 0,095	<0,10 – 1,5 (2011)

Kupfer: bis 2014 in Honigproben analysiert, ab 2015 auch in Pollen und Wachs;
zu Wachs: hier nur Naturwachsproben-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachsproben mit Mittelwand seit 2011: s. Kap. 8

Chromgehalte in Pollen lagen in einem niedrigen Wertebereich von <0,10 bis knapp 0,4, zweimal bis 0,54 bzw. 0,58 mg/kg OS (Tabelle 1.4-1). Für den Standort TXL liegt der Median (Lagemaß für den mittleren Wert) 2014 bis 2023 bei 0,30 mg/kg OS, für den Standort BKB bei 0,16 mg/kg OS, für Standort BER bei 0,12 mg/kg OS und für den Referenzstandort BRS bei 0,06 mg/kg OS (Bild 1.4-1). Unter Berücksichtigung der stoffspezifisch angenommenen Messunsicherheit von rund 20 % (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.4.2) lagen die Ergebnisse von Standort TXL höher als von den Standorten BKB und BER. Die Chromgehalte in Pollen von BKB und BER lagen kaum höher als die am Referenzstandort BRS. Die künftige Entwicklung gilt es zu beobachten, da an BRS wiederholt Chromgehalte in Pollen über 0,15 mg/kg OS auftraten. 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; vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-2). Das ist mindestens zehnmal höher als die durchschnittlichen Chromgehalte in den hier untersuchten Pollenproben.

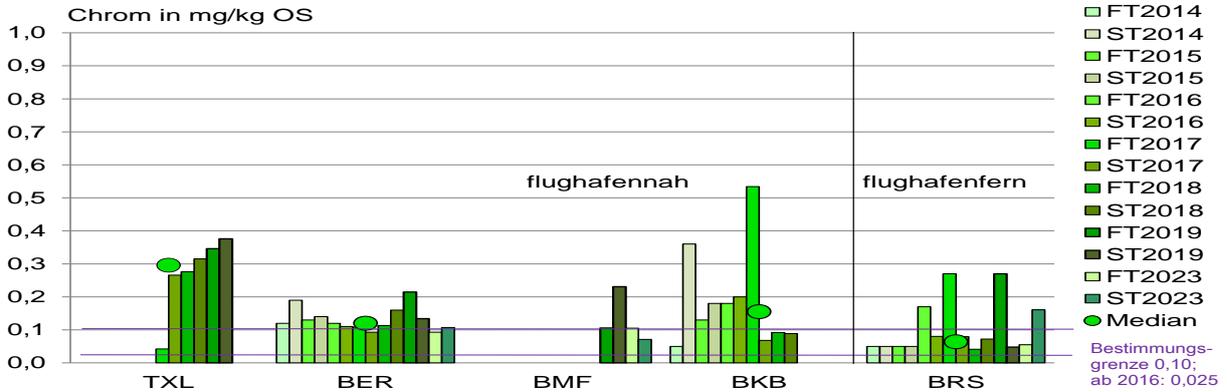


Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen

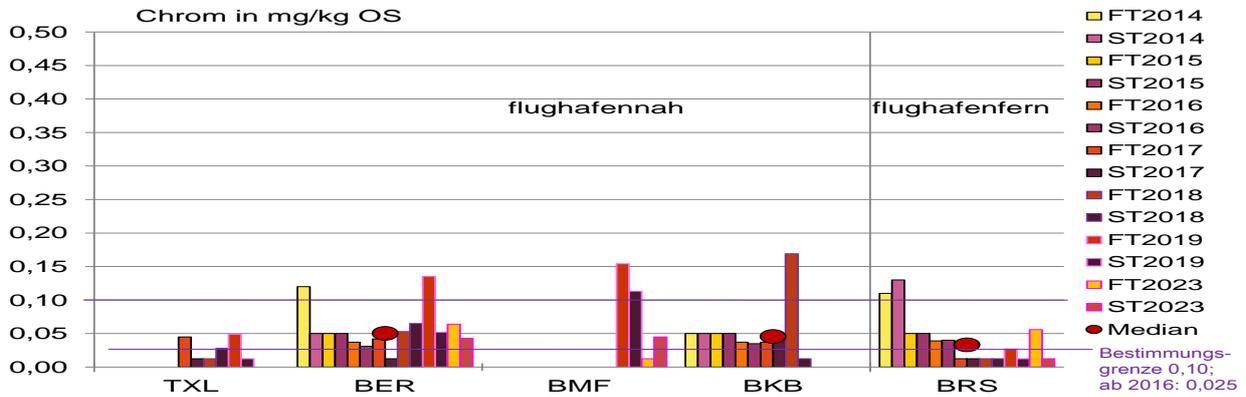


Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs

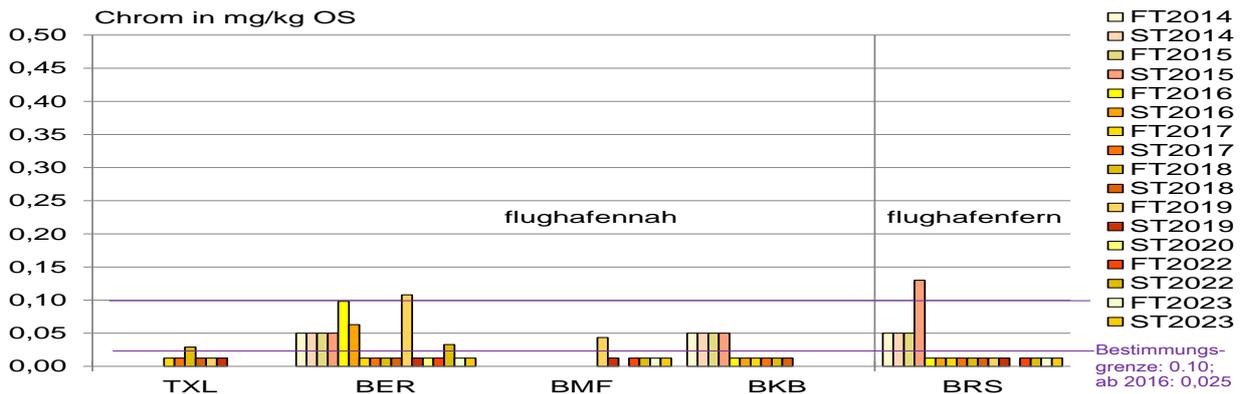


Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014-2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

In Wachsproben wurden bis 2015 nur drei Chromgehalte knapp über der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/kg OS gemessen, 2016 bis 2018 lagen die Chromgehalte in Naturwachs mit <0,025 bis 0,065 mg/kg OS recht einheitlich niedrig, Ausnahme 0,17 mg/kg OS in BKB-FT 2018 (Tabelle 1.4-1 und Tabellen in Kapitel 8). Ab dem Jahr 2019 nahm die Spannweite zu: <0,025 bis 0,15 mg/kg OS. Der Median 2014 bis 2023 liegt für die Standorte BER und BKB bei 0,050 und 0,046 mg/kg OS, für den Referenzstandort BRS bei 0,033 mg/kg OS (Bild 1.4-2). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von rund 20 % ist das kein relevanter Unterschied

Die Honigergebnisse sind mit dem für andere Lebensmittel typischen Bereich vergleichbar (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1): Nur sieben Chromgehalte lagen oberhalb BG (Bild 1.4-3): am Standort TXL 0,029 mg/kg OS in der Frühtracht 2018, an Standort BER 0,098 mg/kg OS und 0,063 mg/kg OS 2016, 0,11 mg/kg OS in der Frühtracht 2019 und 0,033 mg/kg OS in der Sommertracht 2022, am Standort BMF 0,044 mg/kg OS in der Frühtracht 2019, außerdem am Referenzstandort BRS 0,13 mg/kg OS in der Sommertracht 2015 (Kapitel 9, Tabelle 9.1-11).

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring am Münchner Flughafen wurden ebenfalls niedrige Chromgehalte bis rund 0,3 mg/kg OS gemessen. Nur je einmal wurde ein höherer Wert von 1,2 mg/kg OS in Pollen und von 0,3 mg/kg OS in Honig gemessen (Wäber und Pompe 2018–2023). Unterschiede zwischen Chrom in Pollen aus dem Referenzgebiet Aichach und von den Münchner Flughafenstandorten wurden nicht deutlich.

Kupfergehalte in Pollen lagen in einem engen Wertebereich zwischen 5,9 und 14 mg/kg OS (Bild 1.4-4). Zieht man z. B. die vom BgVV für andere Nahrungsergänzungsmittel empfohlene Zufuhr von 1,0 mg pro Tag je Produkt heran (2002), bei einem Verzehr von 10 g Pollen pro Tag, errechnen sich 100 mg/kg Kupfer als zulässiger Gehalt in Nahrungsergänzungsmitteln (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-2): $100 \text{ mg/kg Gehalt} \times 0,01 \text{ kg/Tag} = 1,0 \text{ mg/Tag Zufuhr}$. Das entspricht in etwa einem Zehntel des hier in Pollenproben bestimmten Bereichs an allen Standorten.

In Wachs lagen die Kupfergehalte am Referenzstandort BRS in der Schorfheide seit 2014 in einem vergleichsweise engen Bereich bei 0,12 bis 0,49 mg/kg OS. An den Standorten BER, BMF und BKB im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER, bei 0,10 bis 1,3 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.4-1); vgl. Bild 1.4-5). Die Werte streuten insbesondere am Standort TXL relativ breit: vier Werte im Bereich 0,1 bis 0,2 mg/kg OS sowie zwei Werte im Bereich 1 bis 2 mg/kg OS. Die Mediane ergeben sich daraus an BER und BKB zu 0,37 und 0,38 mg/kg OS, höher als an den Standorten am Flughafen Tegel mit 0,16 mg/kg OS und im Referenzgebiet Schorfheide mit 0,19 mg/kg OS. Aufgrund der Spannweiten überschneiden sich die Wertebereiche. Die künftige Entwicklung sollte weiter beobachtet werden.

Die Kupfergehalte in Honig lagen bei 0,05 mg/kg OS bis 0,24 mg/kg OS. Drei Werte lagen deutlich höher: bei 0,50–0,59 mg/kg OS in Frühtrachthonig vom Standort TXL 2017 und 2019 und Frühtrachthonig vom Standort BER 2022 (Bild 1.4-6). Wie bei Wachs streuten die Wertebereiche, insbesondere an TXL, relativ breit, und die Wertebereiche überschneiden sich. Alle diese Kupfergehalte in Honig lagen unbedenklich niedrig: Nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2017) sollten Erwachsene bis zu 1,5 mg Kupfer pro Tag aufnehmen und laut EFSA 1,3 bis 1,5 mg/Tag (2015a).

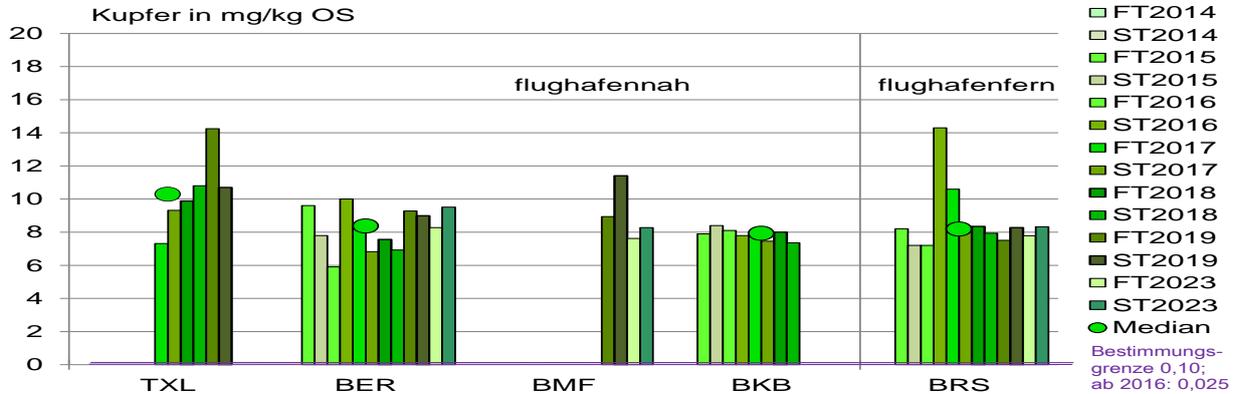


Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen

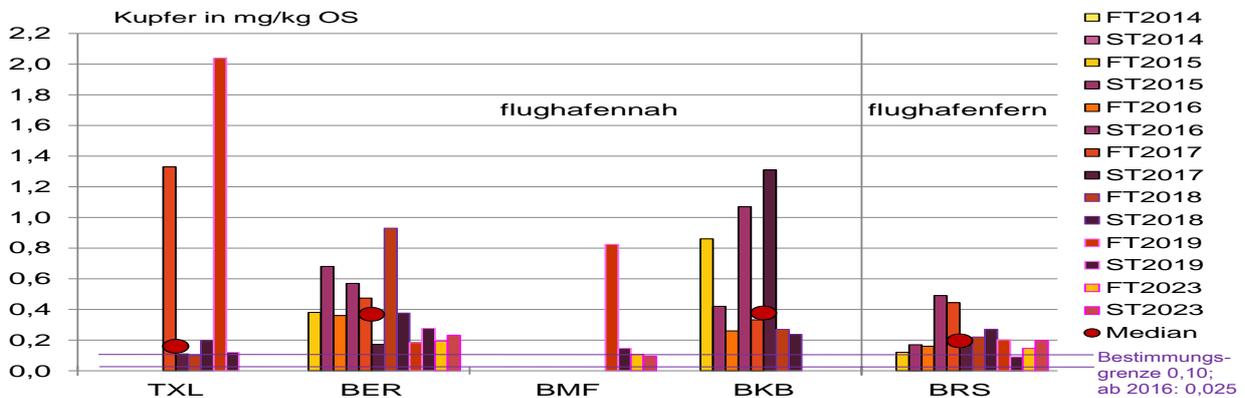


Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs

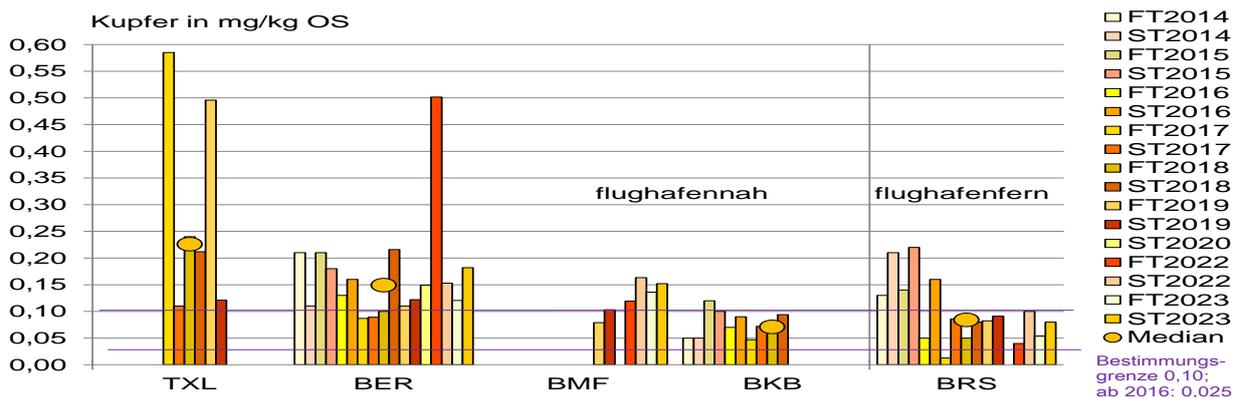


Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014–2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Für Kupfer würde sich bei einem Verzehr von 10 g Honig pro Tag aus dem gemessenen maximalen Kupfergehalt eine unbedenkliche zusätzliche Kupferaufnahme von 0,06 mg pro Tag ergeben (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-2). Das entspricht rund 5 % der Zufuhr von Kupfer über die Nahrung.

Zum Vergleich: Die Kupfergehalte in Pollen sind gut vergleichbar mit den ebenfalls unauffällig niedrigen Kupferergebnissen am Flughafen München und im Referenzgebiet Aichach: seit 2011 dort 3,9 bis 14 mg/kg OS (Wäber und Pompe 2018–2023). Die Ergebnisse für Kupfer in Wachs aus dem Vergleichsgebiet reichten seit 2015 von 0,1 bis 6,3 mg/kg OS, sowie maximal 7–10 mg/kg OS 2021 und 2017 im dortigen Referenzgebiet. Aus der langjährigen Messreihe des Vergleichsgebiets wurden bislang keine Standortunterschiede deutlich. Die unbedenklichen Kupfergehalte in Honigen beim Bienenmonitoring der Berliner Flughäfen entsprechen den Münchner Ergebnissen: Dort reichten die Kupfergehalte in Früh- und Sommertrachthonigen bis maximal 0,95 mg/kg OS 2015 und bis rund 0,8 mg/kg OS 2019 jeweils vom Referenzgebiet Aichach (Wäber und Pompe 2018–2023).

Nickelgehalte in Pollenproben reichten seit 2011 von <0,1 mg/kg OS bis 1,2 mg/kg OS und einmal bei 1,9 mg/kg OS (in der Pollenstichprobe BER-ST 2014, siehe Bild 1.4-7). Die Mediane, als Lagemaß für den mittleren Wert 2014–2023 liegen in etwa gleichauf – unter Berücksichtigung der stoffspezifisch anzunehmenden Messunsicherheit von rund 15 % am Flughafen Tegel mit 0,50 mg/kg OS an TXL und am Flughafen Schönefeld / BER mit 0,68 mg/kg OS an BER und 0,52 mg/kg OS wie am Referenzstandort BRS mit 0,55 mg/kg OS. Die Nickelgehalte in Pollenproben aus dem Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide liegen unterhalb orientierend zu betrachtender Vergleichswerte: typischerweise rund 4 mg/kg OS für pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-2).

In Wachs lag Nickel mindestens in der Hälfte der Proben über der jeweiligen Bestimmungsgrenze (0,10 mg/kg OS bis 2015, 0,025 mg/kg OS seit 2016) und reichte seit 2016 von unter 0,025 mg/kg OS bis 0,46 mg/kg OS (Bild 1.4-8). Die Ergebnisse streuten relativ breit und die Wertebereiche überschritten sich. Eine Abhängigkeit von der Standortlage zum Flughafenbetrieb oder städtischen Quellen wird nicht deutlich: Denn der Median 2014–2023 am Flughafen Tegel lag mit 0,29 mg/kg OS an TXL am niedrigsten und am Flughafen Schönefeld / BER mit 0,73 mg/kg OS an BER und 0,55 mg/kg OS an BKB höher, am Referenzstandort BRS mit 0,31 mg/kg OS ähnlich niedrig wie an TXL.

In Honigproben war Nickel bis 2015 analytisch nicht auffindbar: <0,1 mg/kg OS (BG). Seit 2016 lagen die Gehalte mehrheitlich <0,025 mg/kg OS. Nur am Standort BER lagen Nickel teilweise oberhalb BG bis 0,095 mg/kg OS und einmal am Referenzstandort BRS mit 0,036 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-9).

In Blütenhonigen und in nicht spezifizierten Honigen werden laut EFSA (2014) durchschnittlich 0,14 bis 0,16 mg/kg OS Nickel gefunden (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-2). Die Honigergebnisse im Umfeld der Berliner Flughäfen sind, damit verglichen, als unauffällig niedrig zu werten.

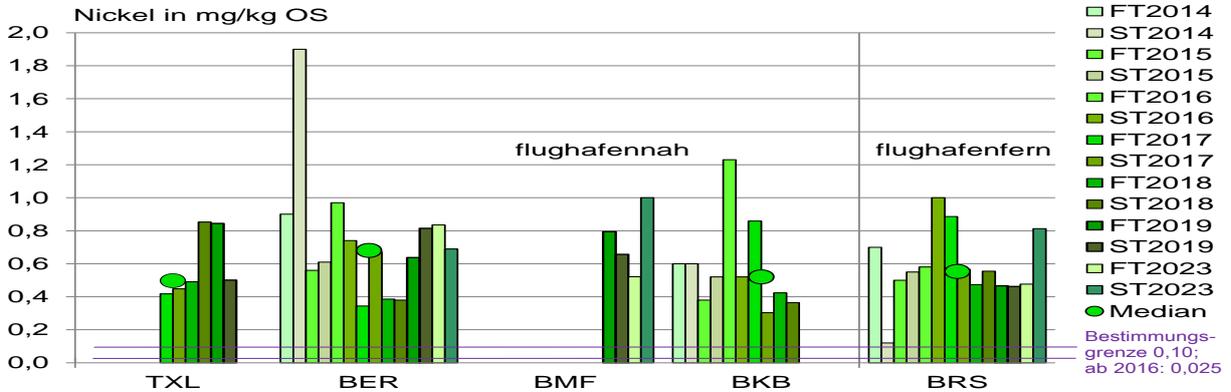


Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen

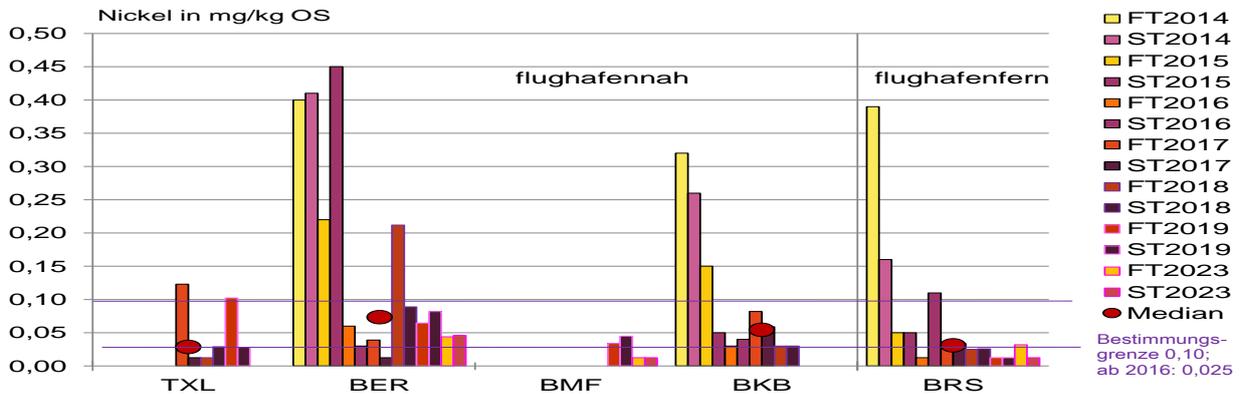


Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs

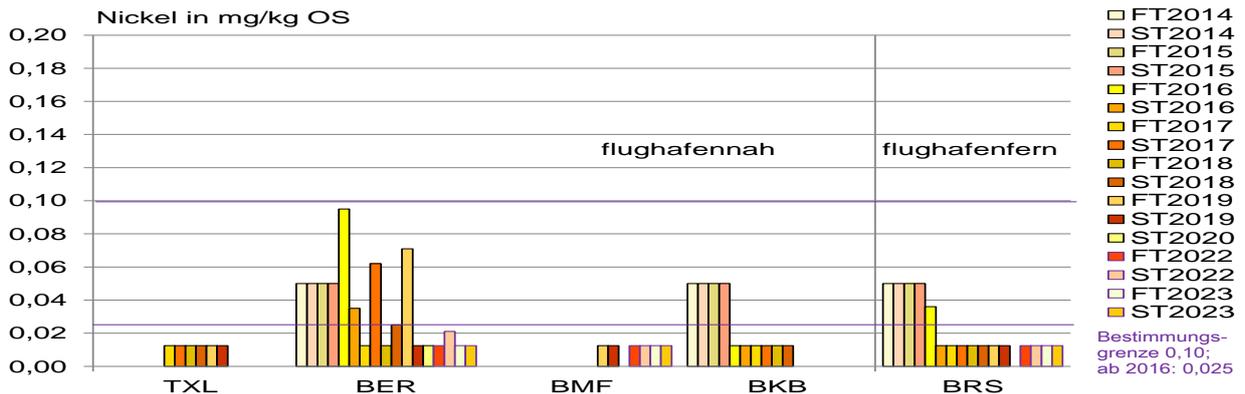


Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014–2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

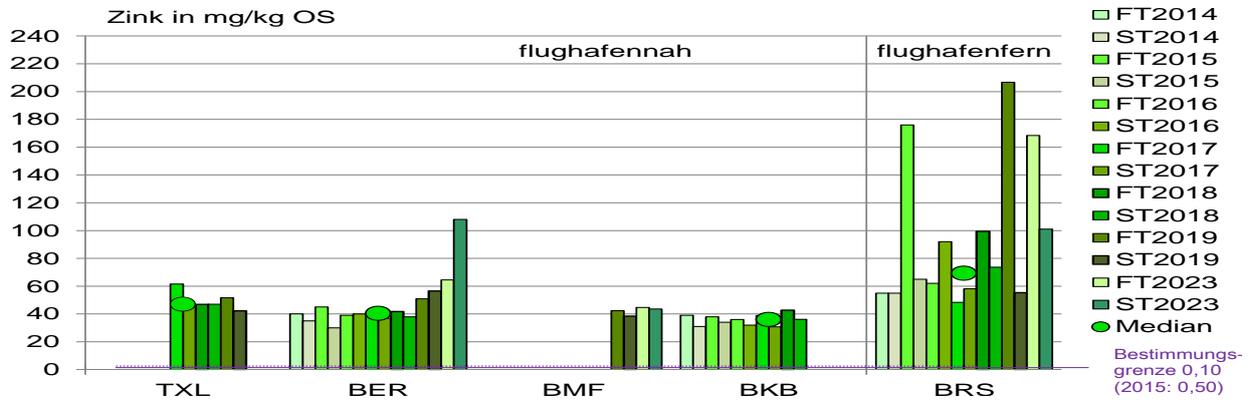


Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen

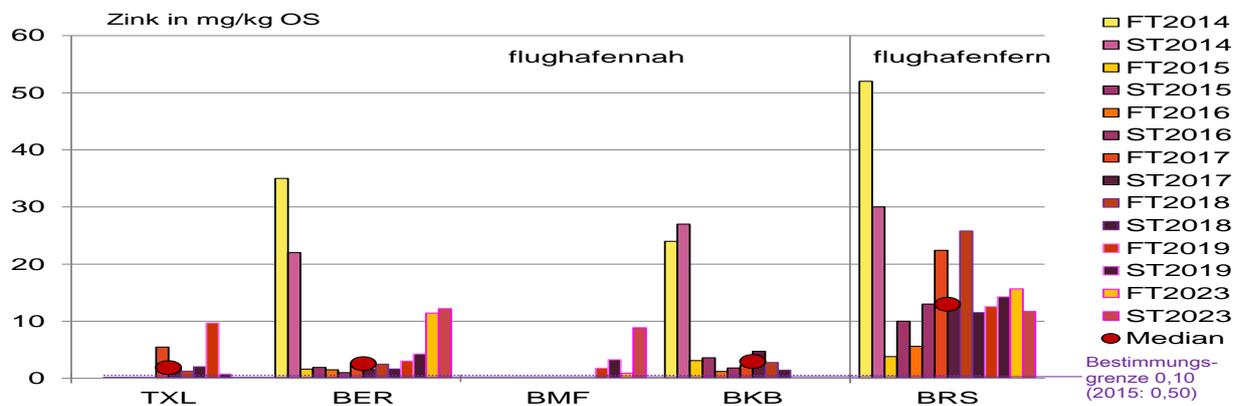


Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs

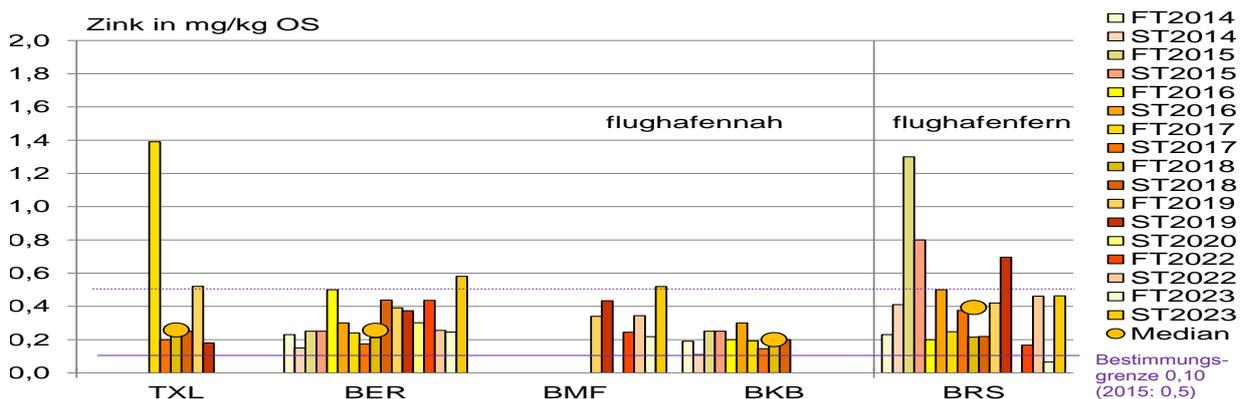


Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014–2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Zum Vergleich: Die Nickelgehalte in Pollen entsprechen dem am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach gemessenen Bereich. Die Ergebnisse für Wachs im Umfeld der Berliner Flughäfen liegen eher im unteren Bereich der Münchner Ergebnisse: dort $<0,1$ bis $3,3$ mg/kg OS, seit 2016 $<0,025$ bis rund 2 mg/kg OS – wobei die Maxima im dortigen Referenzgebiet bei Aichach zu finden sind. Die Nickelgehalte in Honigproben reichten im Vergleichszeitraum 2014–2022 im Referenzgebiet Aichach von $<0,025$ bis $0,9$ mg/kg OS – deutlich höher als in der Münchner Flughafenregion. Die Ursache ist unbekannt, könnte aber durch die Imkerei bedingt sein (Materialien; Wäber und Pompe 2018–2023).

Zinkgehalte lagen in Pollen zwischen 28 und 108 mg/kg OS. Am Referenzstandort BRS in der Schorfheide wurden 2015, 2019 und 2023 jeweils während der Frühtrachtperiode deutlich höhere Werte gemessen: 168 bis 207 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-10). Die Ursache ist unbekannt. Die Maxima haben kaum Auswirkungen auf den Median als Mittelwertmaß: Dieser Median liegt am Referenzstandort BRS mit 69 mg/kg OS über denen der Standorte im Umfeld der Flughäfen Tegel mit 47 mg/kg OS an TXL und Berlin Schönefeld / BER mit 40 mg/kg OS an BER und 36 mg/kg OS an BKB. Die stoffspezifisch angenommene Messunsicherheit beträgt rund 15% (vgl. separater Berichtsteil 1: Kapitel 2.4.2). Betrachtet man diese und die Spannweite des Medians, unterscheidet sich der Referenzstandort BRS von den Standorten TXL, BER und BKB geringfügig.

Der indirekte Vergleich mit der empfohlenen Tagesration für ein Nahrungsergänzungsmittel-Einzelprodukt zeigt, dass die Zinkgehalte in Pollen (auch die Maxima) unauffällig sind: So werden 5 mg als Tagesration für Zink je Nahrungsergänzungsmittel-Produkt zum Verzehr empfohlen (BgVV 2002). Eine tägliche Zufuhr von rund 5 mg Zink entspricht also rund 100 g Pollenproben aus dem Umfeld des Flughafen Berlin Schönefeld / BER, somit rund 50 Teelöffel (!) Pollen (oder von den Ausnahmeproben 20 g, also 10 Teelöffel; vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-2).

Zinkgehalte in Wachs streuten deutlich breiter als in Pollen: Der Wertebereich in Naturwachs seit 2013 reicht von $<0,10$ bis 52 mg Zink/kg OS. Auf Basis der Mediane als Lagemaß für den mittleren Wert werden Standortunterschiede deutlich: in den Flughafen-Umfeldern von Berlin Tegel TXL und Schönefeld / BER – an den Standorten BER, BMF und BKB – bei rund 2 mg/kg OS und damit rund sechsfach niedriger als am Referenzstandort BRS mit einem Median von rund 13 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-11).

Zinkgehalte in Honigproben streuten weniger stark, die Wertebereiche überschneiden sich: Sie reichten von $<0,10$ bis $1,5$ mg/kg OS (letzterer für BRR-FT 2011, vgl. Tabelle 9.1-1). Damit lagen sie niedrig und teilweise sehr deutlich unter den Gehalten in Wachs (vgl. Bild 1.4-11 und Bild 1.4-12). Der Median liegt am Referenzstandort BRS mit $0,39$ mg/kg OS über dem Standort am Flughafen Tegel mit $0,26$ mg/kg OS an TXL und im Umfeld von Berlin Schönefeld / BER an BER mit $0,20$ mg/kg OS und BKB mit $0,20$ mg/kg OS.

Die empfohlene gesamte Tagesration Zink liegt bei 7 bis 10 mg (BgVV 2002, vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-2). Somit könnte rund 1 kg Honig mit dem maximalen Zinkgehalt von $1,5$ mg/kg OS verzehrt werden, um die Tagesration zu rund 20 Prozent auszuschöpfen. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, dass Zink auch über andere Lebensmittel aufgenommen wird.

Zum Vergleich: Die Zinkergebnisse in Pollen aus dem Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide entsprechen im Durchschnitt denen aus dem Vergleichsgebiet am Flughafen München: dort im langjährigen Durchschnitt rund 60 mg/kg OS Zink. Ebenso sind die Wachsergebnisse vergleichbar: Auch am Flughafen München mit dem Referenzgebiet Aichach wurden breit

streuende, aber unauffällige Zinkgehalte in Wachs gemessen: 6 bis 80 mg/kg OS Zink. Zink in Honig lag im Vergleichsgebiet München mit <0,10 bis 3,2 mg /kg OS in ähnlichem Bereich wie in der vorliegenden Untersuchung – nur in einem Fall weit höher 17 mg/kg OS in einem Frühtracht-Honig 2013.

Fazit:

Nickel und Zink lagen in den Wachsproben im Jahr 2014 sämtlich oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze und im Vergleich der Jahre am höchsten. Ansonsten wurden zwischen den Untersuchungsjahren für Chrom, Kupfer, Nickel und Zink keine schlüssigen Unterschiede offensichtlich. **Wie für die anderen Metalle (Kapitel 1.2 und 1.3) zeichnen sich für Chrom, Kupfer, Nickel und Zink keine systematischen Unterschiede zwischen den Früh- und Sommertrachtproben ab.**

Die Gehalte der Metalle Chrom, Kupfer, Nickel und Zink in Pollen waren unauffällig niedrig, aber höher als in den Bienenprodukten Wachs und Honig. Sie waren in Honigen am niedrigsten. Die Abstufung fällt für Zink am deutlichsten aus. In Honig lagen bis 2015 Chrom und Nickel sämtlich unter der damals unempfindlicheren Bestimmungsgrenze 0,10 mg/kg OS und Kupfer nahe an dieser. Erst durch das Absenken der Bestimmungsgrenzen um jeweils das Vierfache seit 2016 wurden **Chrom und Nickel in Honig vereinzelt auffindbar. Die Gehalte der Spurenelemente Kupfer und Zink lagen in Honig in für Nahrungsmittel typischen, niedrigen Bereichen.**

Im Standortvergleich zeigten sich:

- für Chrom die höchsten Werte in Pollen am Stadt- und Flughafenstandort TXL.
- Für Cadmium in Pollen zeigten sich im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld/ BER landwirtschaftlich geprägten an BER um BKB mit landwirtschaftlicher Umgebung tendenziell höhere Werte als an TXL und BRS.
- Für Kupfer in Honig zeigten sich am Stadt- und Flughafenstandort TXL und am Flughafenstandort BER tendenziell höchste Werte.
- Für Zink in Wachs wurden an BRS die höchsten Werte festgestellt.
- Die Wertebereiche überschneiden sich allerdings. Eine deutliche Abstufung im Zusammenhang mit der Nähe zu Quellen – dies wäre von TXL urban-flughafennah über BER suburban-flughafennah und BKB rural-flughafennah zu niedrigsten Werten am ruralen flughafenfernen Referenzstandort BRS – liegt nicht vor.

Die Metallergebnisse von Untersuchungsgebiet – Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes BRS in der Schorfheide – **und Vergleichsgebiet** – Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach – sind **seit 2011 insgesamt gut vergleichbar**. In beiden Untersuchungen werden **hinichtlich Metallen keine eindeutigen Unterschiede zwischen flughafennahen und -flughafenfernen Standortlagen deutlich.**

1.5 PAK-Ergebnisse 2011 bis 2023

Die 16 untersuchten Verbindungen polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe sind in der Einheit Mikrogramm pro Kilogramm Originalsubstanz ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$) dargestellt: 1 μg entspricht 1 Tausendstel Milligramm bzw. 1 Milliardstel Kilogramm. Die PAK waren trotz höchst empfindlicher Verfahren nur zum Teil auffindbar. Besonders in den Honigproben wurden vorwiegend nur die leichter flüchtigen PAK detektiert (siehe Tabellen im Anhang: Kapitel 9). Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze sind mit deren halbem „Wert“ in den nachfolgenden Darstellungen und in den Tabellen im Anhang integriert und in Kapitel 7 (Pollen), Kapitel 8 (Wachs) sowie Kapitel 9 (Honig) in Kleinschrift gekennzeichnet. Die analysierten 16 EPA-PAK sind im Anhang auch zur Teilsumme der zwölf schwerer flüchtigen PAK (12 PAK) aggregiert, sofern mindestens die Hälfte der PAK-Verbindungen über der Bestimmungsgrenze (BG) lagen. Mit den PAK4, der Summe der vier Leit-PAK Benzo[a]pyren (BaP), Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren und Chrysen, wurde gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 anders verfahren: „Konzentrationsuntergrenzen werden unter der Annahme berechnet, dass sämtliche Werte für die vier Stoffe, die unterhalb BG liegen, null sind“, d. h. Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze gehen mit „0“ ein. PAK sind ökotoxikologisch relevant. Für Honig sind keine Höchstgehalte festgelegt. Höchstgehalte für PAK4 sind in VO (EU) Nr. 835/2011 für andersartige, im Wesentlichen fetthaltige Nahrungsmittel definiert und seit 2016 für Nahrungsergänzungsmittel wie Propolis und Gelée Royale (VO (EU) 2015/1933, 2023/915). Letztere können auf Pollen als Nahrungsergänzungsmittel „aus Bienenproduktion“ bezogen werden, auf Honig allenfalls hilfswise orientierend (vgl. Kapitel 1.2.4 im separaten Berichtsteil 1. Tabelle 1.2-1 und Tabelle 1.2-2): 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ für BaP und 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ für PAK4.

PAK-Gehalte im Pollen sind als Immissionswirkungen anzusehen: PAK werden aus der Luft in die Blüten im Gebiet um den Bienenstock eingetragen, in dem die Bienen den Pollen sammeln. Bis 2014 wurde je eine Stichprobe Pollen pro Tracht untersucht. Mehrere Stichproben pro Tracht, zur Mischprobe vereint, wurden seit 2015 analysiert und erweitern den betrachteten zeitlichen und auch räumlichen Ausschnitt (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.2). Bei Wachs standen seit 2013 Naturwachsproben zur Verfügung: bis 2019 einheitlich aus Naturbau-Wabenhonigwaben und 2023 aus Deckelwachs. Die Wachse waren allerdings an den unterschiedlichen Standorten teilweise nicht exakt gleich lang exponiert (vgl. im separaten Berichtsteil 1: Tabelle 2.2-1 bis -3; bei Deckelwachs 2023 ist der Startzeitpunkt nicht bekannt). Honigproben stammten aus Honigwaben mit Mittelwand, im Jahr 2015 und seit 2017 aus Wabenhonigwaben (Ausnahme BRS-ST-Honig 2015: aus Honigwaben).

Tabelle 1.5-1: PAK-Gehalte 2011 bis 2023

Wertebereich im Medium	16 EPA-PAK ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$)	PAK4 ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$)	BaP ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,10 je Einzelverbindung	0,10 je Einzelverbindung	0,10
Pollen 2011 bis 2019 und 2023	10 - 142	0,5 – 21; einmal: 39	<0,10 - 5,2
Naturwachs 2013 bis 2019 und 2023	25 - 387	1,0 - 23	<0,10 - 0,92
Honig 2011 bis 2023	6 - 67	0 (vereinzelt bis 0,42)	alle <0,10
Zu Wachs: hier nur Naturwachsproben-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachsproben davor: mit Mittelwand, s. Kap. 8			

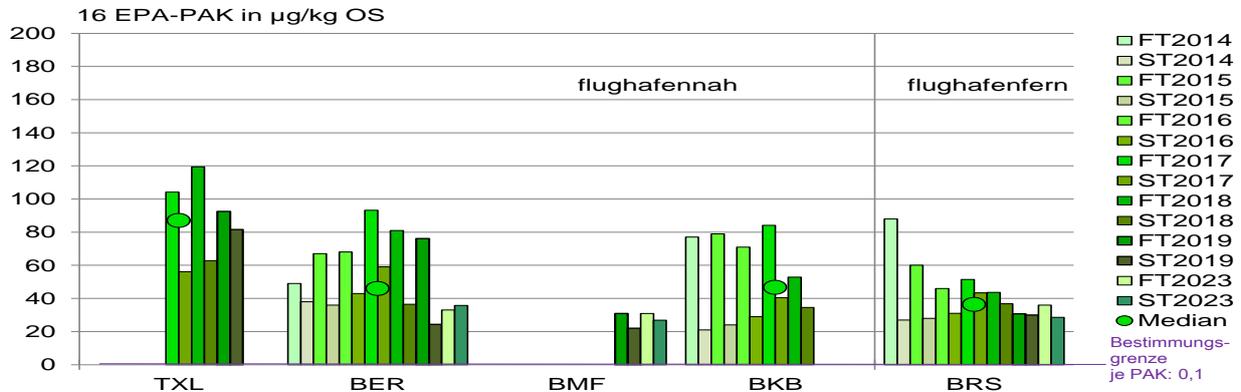


Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$) in Pollen

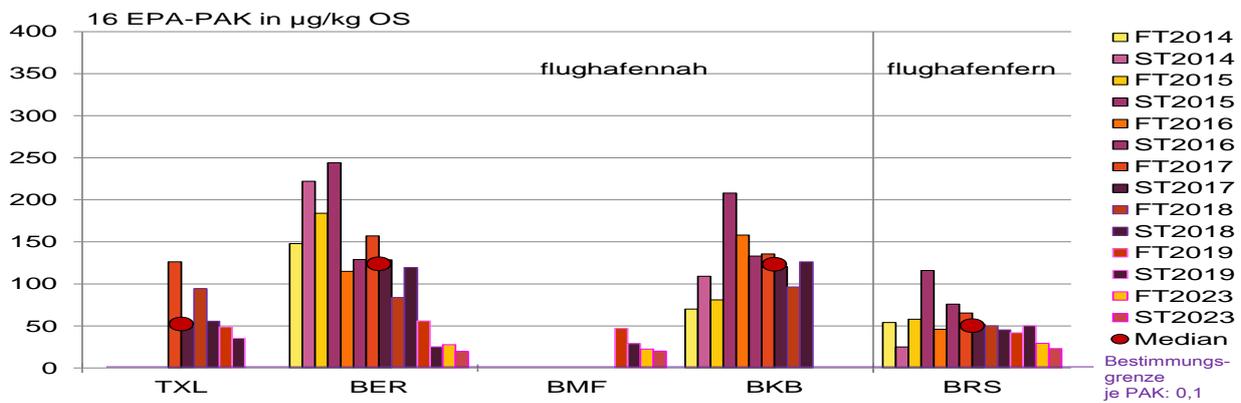


Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$) in Wachs

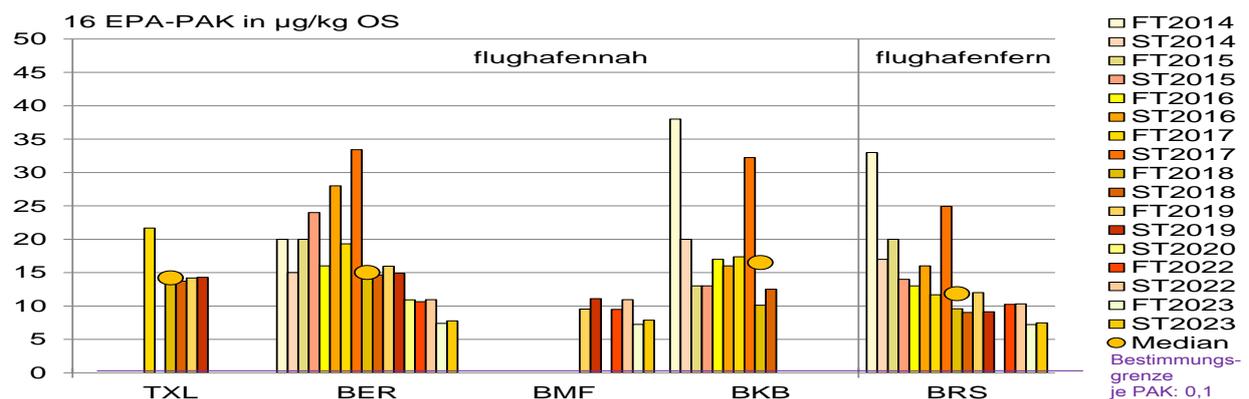


Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g}/\text{kg OS}$) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf BER-Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2014–2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

PAK-Gehalte in Pollen seit 2011 lagen in Summe der 16 EPA-PAK zwischen 10 und 142 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Die Gehalte der Sommertrachtproben waren in den meisten Fällen niedriger als die der Frühtracht (vgl. Bild 1.5-1). Saisonale Unterschiede sind in Kapitel 2.2 bewertet. Im Standortvergleich liegt der Median 2014–2023 für die 16 EPA-PAK in Pollen am Referenzstandort BRS in der Schorfheide mit 36 µg/kg OS niedriger als am Standort TXL am Flughafen Tegel mit 87 µg/kg OS. Die Mediane für die Standorte am Flughafen Schönefeld/BER 46 µg/kg OS für BER und 47 µg/kg OS für BKB (für BMF noch zu wenige Werte) liegen nicht höher als für BRS, bezieht man die für 16 PAK angenommene Messunsicherheit von 20 % und die Spannbreite der Ergebnisse ein. Die Ergebnisse 2019 und 2023 vom Standort BMF reihen sich mit 22 bis 31 µg/kg OS in die aktuell niedrigen Ergebnisse der anderen Standorte – 24 bis 36 µg/kg OS – ein (vgl. Bild 1.5-1). Ausnahme bildet das Frühtrachtwachs 2019 von BER mit 76 µg/kg OS für die Summe der 16 EPA-PAK

Die Summen der PAK4 in Pollenproben aus dem Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide nehmen einen weiten Bereich zwischen 0,5 und 21 µg/kg OS ein und einmal 39 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Dabei zeigen die vier Leit-PAK wie die 16 EPA-PAK tendenziell niedrigere Sommertrachtwerte im Vergleich zur Frühtracht in Naturbau-Wabenhonigwaben (bis 2019). Eine Übersicht über die PAK4- und Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen 2014 bis 2019 und 2023 zeigt Bild 1.5-4. Berücksichtigt man Messunsicherheit und Spannbreite der Wertebereiche, bei der Betrachtung der Mediane für den mittleren Wert, ergeben sich Standortunterschiede hinsichtlich PAK4 und – deutlicher – für Benzo[a]pyren nur zwischen dem Standort TXL und dem Referenzstandort BRS.

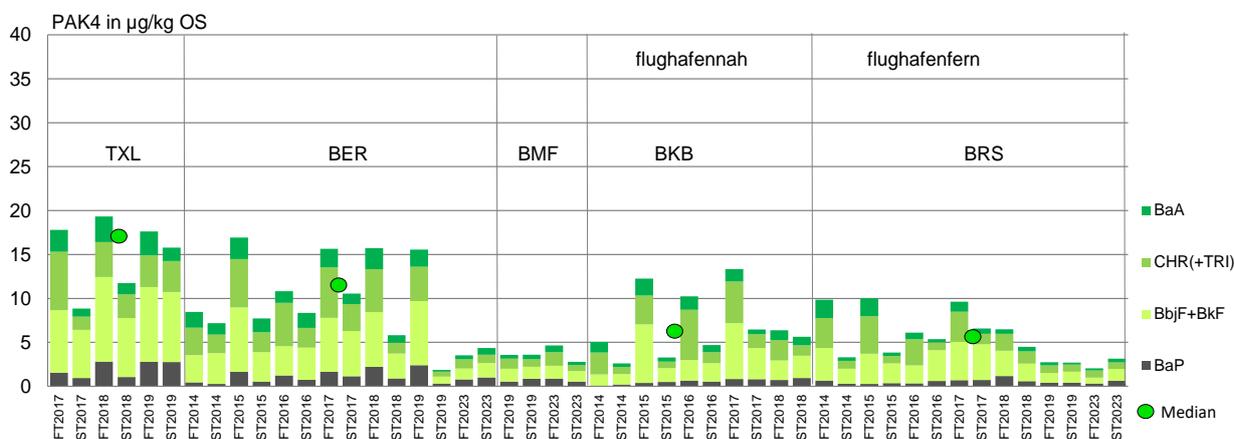


Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2014 bis 2023

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiekebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Median 2014-2023: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Die Einordnung der Pollenergebnisse ist durch den Vergleich mit dem seit 2016 gültigen Höchstgehalt für PAK4 in den Bienenprodukten Propolis und Gelée Royale möglich (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1): 50 µg/kg OS wurden unterschritten.

Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen lagen seit 2011 zwischen <0,10 und 5,2 µg/kg OS. Für die Gehalte dieser PAK-Einzelverbindung in Pollen treffen die Aussagen für PAK4 zu. Die Ergebnisse in Pollen unterschritten den Höchstgehalt für Benzo[a]pyren in den Bienenprodukten Propolis und Gelée Royale von 10 µg/kg OS (vgl. Bild 1.5-4).

Zum Vergleich: Im Umfeld des Flughafens München wurden im dortigen Referenzgebiet Aichach und an den dortigen Flughafen bezogenen Standorten in den letzten fünf Jahren rund 10-35 µg/kg OS 16 EPA-PAK in Pollen gemessen (Wäber und Pompe 2023). Im Umfeld der Berliner Flughäfen mit dem Referenzstandort BRS waren es rund 20–120 µg/kg OS 16 EPA-PAK bis 2019, im aktuellen Jahr 2023 niedriger 27–36 µg/kg OS. Auch im Vergleichsgebiet im Umfeld des Flughafens München und im Referenzgebiet Aichach zeigten die 16 EPA-PAK in Frühtracht-Pollenproben tendenziell höhere Werte als in Pollenproben der Sommertracht.

Die Summen der 16 EPA-PAK in Wachs⁶ lagen seit Beginn des Bienenmonitoring 2011 bei Werten von 25 bis rund 650 µg/kg OS, seit 2013 in einheitlichen Naturwachsproben nur bis 387 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Saisonale Unterschiede waren nicht erkennbar.

Im Zeitraum 2014 bis 2018 waren Unterschiede zwischen den Standorten erkennbar (vgl. Bild 1.5-2): Die 16 EPA-PAK in Wachs vom rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS und vom urban-flughafen-nahen Standort Tegel (TXL) lagen in etwa gleichauf, tendenziell niedriger als rural-flughafen-nah bei Kiekebusch (BKB) und suburban am BER. Vergleicht man die Ergebnisse von 2019 und 2023 nivellieren sich die Unterschiede. Die Ergebnisse 2019 vom Standort BMF reihen sich mit 20–47 µg/kg OS in diese Ergebnisse ein.

⁶ Für ihre Honigwaben bauen die Bienen auf das Wachs einer vorgefertigten Mittelwand etwa 50 % Anteil eigenes Wachs auf. Es hatte sich gezeigt, dass die PAK-Gehalte des Wachses der vorgefertigten Mittelwand den gesamten PAK-Gehalt der Honigwaben entscheidend prägen können. Die PAK-Gehalte der Honigwaben mit Mittelwand⁶ hatten allerdings keinen signifikanten Einfluss auf den eingelagerten Honig gezeigt. Ab 2013 wurde systematisch Naturwachs untersucht: zu 100 % von den Bienen während der jeweiligen Tracht produziertes Wachs. Das Alter der Waben und damit die Zeitdauer, die die Waben dem Einfluss der Luft und den darin enthaltenen Stoffen ausgesetzt sind, kann einen Einfluss auf die im Wachs angereicherten Stoffe haben (siehe Kapitel 8). Daher wurde ab 2014 an den unterschiedlichen Standorten die Drohnenwabenbildung in weitestgehend gleichen Zeiträumen veranlasst. Die beprobten Drohnenwaben können somit etwa gleichlang den Luftschadstoffen ausgesetzt sein. Im Jahr 2015 wurden noch bestehende, möglicherweise beeinflussende Unterschiede in der imkerlichen Praxis so weit als möglich beseitigt und 2018–2019 Mittelwände für die Honigwaben den anderen Standorte – mit Ausnahme von BMF (dort aus eigenem Kreislauf) – aus Wachs vom Standort BRS gezogen (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.2). In den Jahren 2015 und seit 2017 wurden möglichst gleich lang exponierte Wabenhonigwaben analysiert. Die Sommertrachtprobe 2017 vom Standort TXL war nicht wie die anderen Wabenhonigwaben 30 Tage, sondern 47 Tage im Bienenstock exponiert. Im Jahr 2019 verblieben die Waben an TXL und BER rund 3 Wochen im Stock, die vom BMF und BRS während der Frühtracht kürzer, 18 bzw. 15 Tage, die der Sommertracht länger, 63 bzw. 53 Tage (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 2.2-3). Im Jahr 2023 wurden Deckelwaxse untersucht. Der Zeitpunkt, an dem diese Wachsproduktion während des Zeitraums der Honigproduktion startete, ist nicht bekannt. Das Wachsalter könnte sich auf die Stoffgehalte ausgewirkt haben.

Die PAK4-Gehalte in Wachs lagen zwischen 1,0 und 23 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1) und zeigten keine systematischen Unterschiede zwischen flughafennahen und -fernen Wachsproben (siehe Tabellen im Anhang: Kapitel 8).

Die Benzo(a)pyren-Gehalte in Wachs waren mit Werten zwischen <0,1 und 0,92 µg/kg OS eher niedriger als in Pollen (vgl. Tabelle 1.5-1). Unterschiede zwischen den Standorten traten nicht systematisch auf.

Zum Vergleich: Im Umfeld des Flughafens München hatten sich 2013 bis 2017 Standortunterschiede hinsichtlich 16PAK in einheitlichen Naturwachsproben angedeutet: im Referenzgebiet Aichach in tendenziell niedrigere Summengehalte, mit einer Spanne von 15–61 µg/kg OS, als flughafennah, mit einer Spanne von 24–156 µg/kg OS. Allerdings von Jahr zu Jahr recht unterschiedlichen Teilergebnissen. Dieser tendenzielle Unterschied wurde ab 2018 nicht beobachtet mehr: flughafennah wie - fern 11–24 µg/kg OS für die 16 EPA-PAK (Wäber und Pompe 2018–2023). Standortunterschiede für PAK4 und BaP in Wachs wurden auch im Vergleichsgebiet nicht deutlich.

Die Summen der 16 EPA-PAK in Honig waren niedriger als in Pollen und Wachs: 6–67 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Häufig lagen die Gehalte an schwerer flüchtigen PAK-Verbindungen unterhalb der Bestimmungsgrenze (siehe Tabellen in Kapitel 9: < BG in Kleinschrift gekennzeichnet). Saisonale Unterschiede wurden nicht offensichtlich (vgl. Bild 1.5-3). Im Standortvergleich lagen die mittleren PAK-Gehalte in Honigproben an den Standorten in etwa gleichauf: Die Mediane der Werte 2014–2023 betragen 12–17 µg/kg OS. Damit vergleichbar liegen die Ergebnisse am Standort BMF 2019–2023 bei rund 10 µg/kg OS für 16 PAK.

Die PAK4-Gehalte in Honig lagen in mehr als 90 Prozent der Fälle bei Null und reichten nur knapp darüber bis 0,42 µg/kg OS.

Benzo[a]pyren in Honig war sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,10 µg/kg OS, analytisch nicht auffindbar.

Beide Leitparameter – PAK4 und BaP – lagen somit weit unterhalb der niedrigsten, hilfsweise zu betrachtenden Beurteilungswerte, 10 µg/kg für BaP und 50 µg/kg für PAK4, die für die Bienenprodukte Propolis und Gelée Royale gelten (VO (EU) 2015/1933).

Zum Vergleich: Im Umfeld des Flughafens München mit dem Referenzgebiet Aichach wurden 2014–2022 vergleichbare PAK-Gehalte in Honigproben wie im Umfeld der Berliner Flughäfen und am Referenzstandort BRS in der Schorfheide gemessen (Wäber und Pompe 2018–2023): 4–53 µg/kg OS für die 16 PAK, 0–0,4 µg/kg OS für PAK4 und <0,1 µg/kg OS BaP. Auch dort wurden keine Standortunterschiede deutlich.

Fazit:

Die PAK-Gehalte zeigten wie die Metallgehalte (vgl. Kapitel 1.2 bis 1.4) Unterschiede zwischen den Probenarten Pollen, Wachs und Honig – aber in anderer Reihenfolge: Die Summen der 16 EPA-PAK in Honigen waren 2023 mit rund 7–8 µg/kg OS etwas niedriger als in Pollen mit 27–36 mg/kg OS und **in Pollen vergleichbar mit Naturwachsproben**, mit darin bis 20–29 µg/kg OS als Summen der 16 EPA-PAK.

Ebenfalls anders als bei den Metallen, stellten sich für PAK in Pollen saisonale Unterschiede dar: In den jeweiligen **Frühtracht-Pollenproben traten höhere PAK-Gehalte auf, als in den Sommertracht-Pollenproben** des gleichen Jahres. Für Pollen als unmittelbare Umweltproben könnte sich darin ein **Einfluss des Betriebs von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken** im Frühjahr auswirken.

Etwaige standortabhängige Unterschiede bei den PAK-Gehalten sind unter Berücksichtigung der bei allen – auch technischen – Messungen gegebenen Messunsicherheit zu betrachten:

- **Pollen:** Insgesamt – die Mediane betrachtet – lagen die PAK-Gehalte in Pollen vom urbanen Standort TXL nahe des Flughafens Berlin Tegel (Messungen 2017–2019) deutlich oberhalb derer, die am Referenzstandort BRS gemessen wurden – anders als die ruralen bzw. suburbanen Standorte BKB, BER und BMF nahe und am Flughafen Berlin Schönefeld /BER. Quellennah höhere PAK-Gehalte als quellenfern wurden in vergleichbaren Monitorings beobachtet. Es deuten sich allerdings saisonale, im Frühjahr relevante PAK-Quellen – häusliche Kleinfeuerungsanlagen – als relevante Ursache an, nicht der untersuchte Emittent Flughafenbetrieb. Bei der Vergleichsuntersuchung am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach deuteten sich in früheren Jahren flughafennah tendenziell höhere 16 EPA-PAK-Gehalte in Pollen an, als im Referenzgebiet, die sich aktuell nivellieren (Wäber und Pompe 2018–2023). Die Ergebnisse wiesen auf Mischeinflüsse unterschiedlicher lokaler Quellen wie Kfz-Verkehr hin, auch mögliche saisonale Einflüsse.
- **Wachs:** Die PAK-Gehalte in Naturwachsproben 2015 bis 2018 zeigten eine Abstufung, die den Ergebnissen 2013 und 2014 entsprach: vergleichsweise höhere PAK-Gehalte am Standort BER am Flughafen Berlin Schönefeld und am einige Kilometer davon entfernten rural-flughafennahen Standort BKB als sowohl am rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS in der Schorfheide als auch am urbanen Standort am Flughafen Tegel TXL. Die Unterschiede traten auf, obwohl die Probengewinnung und imkerliche Praxis weitest möglich vereinheitlicht wurden. In unmittelbarer Nähe der Flughäfen überlagern sich PAK-Immissionseinflüsse aus unterschiedlichen Quellen: Kfz-Verkehr, Siedlung und Flughafenbetrieb sowie saisonal Betrieb von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken. Auch dies gilt es in Hinblick auf die Interpretation der Standortunterschiede weiter zu beobachten, denn Unterschiede nivellierten sich ab dem Jahr 2019.

Ein relevanter Einfluss des Flughafenbetriebs ist aus den PAK-Ergebnissen von Pollen und Wachs nicht abzuleiten. Der Flughafenbetrieb trägt nur zum Teil zu PAK-Immissionen in seinem Umfeld bei, neben Kfz-Verkehr und weiteren siedlungs- bzw. stadttypischen Quellen. PAK-Gehalte in Honigen zeigten keine Standortunterschiede, auch nicht in Vergleichsuntersuchungen.

Insgesamt sind die festgestellten PAK-Gehalte in Honig- und Pollenproben wie die von Metallen als niedrig und unbedenklich für den Verzehr zu werten.

2 Zusammenfassung der Ergebnisse 2011 bis 2023

Die in 2011 gestarteten Monitorings der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) – Bienenmonitoring und Biomonitoring – ergänzen die Luftgüteuntersuchungen an der Messstelle Flughafen Berlin Schönefeld / Flughafen Berlin Brandenburg International BER und sind angelegt, die Umweltwirkungen des Luftverkehrs langfristig zu beobachten und zu beurteilen. Die Immissionswirkungssituation wurde mit Biomonitoring und mit Bienenmonitoring bereits vor Inbetriebnahme des Großflughafens Berlin Brandenburg BER dokumentiert und wird seit der Inbetriebnahme fortgesetzt. Das Bienenmonitoring betrachtet die gesamte Anreicherungskette: Bienenvitalität, Blütenpollen, Bienenwachs und Bienenhonig. In den Jahren 2017–2019 war der Flughafen Berlin Tegel einbezogen: Proben eines Bienenvolkes TXL auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes des Flughafens wurden analysiert. Im Jahr 2019 wurde am Flughafen Schönefeld der rural-flughafennahe Standort BKB vom Standort BMF im Flughafensicherheitsbereich auf dem Vorfeld abgelöst. Im Jahr 2020 wurde aufgrund des drastisch gesunkenen Flugverkehrs nur eine Honigprobe vom flughafennahen Standort BER untersucht und 2021 pausierte das Bienenmonitoring. Im Jahr 2022 wurde es mit Honiguntersuchungen fortgesetzt, im Jahr 2023 wieder mit dem vollen Programm. Das Bienenmonitoring kann ein umfassendes Bild über Einträge und Auswirkungen von Luftschadstoffen liefern, indem es Umwelt- und Rückstandsuntersuchung kombiniert. Untersuchungsgegenstand sind polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und ausgewählte Spuren- und Schwermetalle, die auch beim Biomonitoring der FBB berücksichtigt sind. Diese Luftschadstoffe stammen in erster Linie aus Verbrennungsprozessen, z. B. aus Industrie, häuslicher Kleinf Feuerung (Hausbrand), Bahn-, Kfz- und Flugverkehr und können auf den Menschen gesundheitsschädlich wirken. Der Bericht stellt die Ergebnisse von 2011 bis 2023 dar: die Einzelergebnisse aller Standorte seit 2011 im Anhang (Kapitel 7 bis 10), die detaillierte Ergebnisdarstellung an den drei seit 2013 gemeinsam untersuchten Standorten BER, BKB, BRS sowie TXL, BMF in den Kapiteln 1 und 5 für den aktuellen 10-Jahres-Zeitraum 2014–2023.

Der Flugradius eines Bienenvolkes und damit der Sammelradius für Pollen, Nektar und Honigtau beträgt rund 3 km (vgl. Bild 1.1.1). Das Bienenmonitoring umfasst langjährig bzw. aktuell⁷ folgende Bienenvölkerstandorte (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 2.1-1):

- TXL 2017–2019, urban-flughafennah am Flughafen Berlin Tegel,
- BER seit 2012, suburban-flughafennah am Flughafen Berlin Schönefeld / BER,
- BMF seit 2019, rural-flughafennah auf dem Vorfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER,
- BKB 2013–2018, rural-flughafennah westlich Kiekebusch, rund 1,5 km südöstlich des Ost-Kopfes der Südbahn des Flughafens BER, die schon während der Bienensaison 2015 in Betrieb war,

⁷ Folgende Standorte, deren Ergebnisse im Anhang (Kap. 7–10) dargestellt sind, wurden vormals untersucht: 2011 BMF, rural-flughafennah in knapp 3 km Entfernung zum westlichen Kopf und in Verlängerung der Nordbahn des Flughafens Schönefeld in Mahlow und 2011 und 2012 BRR rural-flughafennah als Referenzstandort, 6 km südlich des Flughafens in Rangsdorf.

- BRS seit 2012, rural-flughafenfern als Referenzstandort im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, rund 90 km nördlich des Flughafens Berlin Schönefeld,

Um einen möglichst langen Zeitraum während der Bienen-saison und die Spannweite der Ergebnisse ansatzweise zu erfassen, wurden in der Regel zwei Untersuchungen pro Standort und Jahr von Pollen, Wachs und Honig durchgeführt: die der Frühtracht (FT: ca. April bis Juni) und der Sommertracht (ST: ca. Juni bis August).

Primär dient der Vergleich zwischen Ergebnissen aus dem Flughafenumfeld mit dem (den) **Referenzstandort(en)** der Bewertung, ob ein Einfluss des Flughafens erkennbar wird. Zu berücksichtigen ist: wenn die untersuchten Stoffe auch aus weiteren Luftschadstoffquellen stammen können, schließt sich mit Bienen als flächenbezogenen Sammlern ein punktgenauer **Emittenten**-Nachweis aus.

Der Vergleich mit Lebensmittel-Höchstgehalten dient der Risikoabschätzung. Höchstgehalte gemäß EU-Verordnungen (VO) begrenzen den Gehalt unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln auf toxikologisch vertretbare Werte und dienen so dem Schutz der menschlichen Gesundheit. Seit 2016 gilt für Blei in Honig ein Höchstgehalt (VO (EU) 2015/1005, 2023/915). Seit 2018 gilt für Quecksilber in Honig und Imkereierzeugnissen ebenfalls ein Höchstgehalt (VO (EU) 2018/73). Für bestimmte PAK gelten seit 2016 für Propolis und Gelée Royale als Bienenprodukte Höchstgehalte, die auf Pollen direkt angewendet werden können, auf Honig nur hilfsweise orientierend (VO (EU) 2015/1933, 2023/915). Für Blei und Cadmium sind Höchstgehalte für Nahrungsergänzungsmittel vorgegeben (VO (EU) 2023/915), die nur hilfsweise orientierend auf Pollen bezogen werden, da er nicht ausdrücklich als Nahrungsergänzungsmittel genannt ist. In Österreich ist ein Aktionswert zur vorsorglichen Risikominderung für Cadmium in Honig erlassen (ÖBMG 2015). Er kann als Ableitung betrachtet werden, wo ein Höchstgehalt in Honig angesetzt werden könnte. Für andere Stoffe, z. B. für Arsen, können nur Wertespanssen von Höchstgehalten, die die EU für andersartige Lebensmittel vorgibt, oder Empfehlungs- und Vergleichswerte hilfsweise orientierend⁸ herangezogen werden (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1 und Tabelle 1.2-2).

Des Weiteren können aktuelle Ergebnisse entsprechender Untersuchungen als Vergleichswerte herangezogen werden: hier in erster Linie die seit Jahren verfahrensgleich ermittelten Ergebnisse aus dem Honigmonitoring am Flughafen München mit dem Referenzgebiet Aichach (Wäber und Pompe 2018–2023). Die Referenzergebnisse unterstützen auch die Bewertung, welche Stoffgehalte als „normal“ gelten können.

⁸ Folgendes ist zu berücksichtigen: Andere Lebensmittel besitzen andersartige Eigenschaften, Lebensmittelprüfungen im Sinne des Lebensmittelrechts bedienen sich aufgrund der individuellen Eigenschaften der Lebensmittel teilweise anderer Analyseverfahren als das Bienenmonitoring. Besonders strenge Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht anwendbar, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten.

2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen

Während die Überlebensrate der Bienenvölker über den Winter 2021/2022 mit >85 % flughafennah und -fern normal ausfiel, kam es über den Winter 2022/2023 – wie schon 2018/19 – zu lokal sehr hohen Verlusten. Die Verluste können nicht mit dem Flughafenbetrieb in Zusammenhang gebracht werden, da das Volk auf dem Vorfeld des BER (BMF) den Winter 2022/2023 überlebte, aber nur 22 % der Völker an der Verwaltung des BER (BER) und nur 43 % der Referenzbienenvölker im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (vgl. Kapitel 1.1). Die durchschnittliche Honigmenge pro Honigwabe lag in den Vorjahren an den unterschiedlichen Bienenmonitoring-Standorten mit lokal unterschiedlichen Trachtangeboten (Blüten) recht einheitlich bei rund 1 kg Frühtracht- und 0,8 kg Sommertrachthonig pro Wabe. Im Jahr 2023 stach die Honigmenge von 2 kg Frühtrachthonig vom Standort BER hervor. **Über die Jahre seit 2011 hinweg unterschieden sich Bienenvölker am Flughafen in ihrer Vitalität nicht systematisch von den Referenzvölkern.** Vielmehr zeigten sie eine vergleichbar gute Entwicklung und Honigproduktion. Die Flughafen-Bienenvölker am Münchner Flughafen wiesen zeitweise sogar eine bessere Entwicklung auf, als im dortigen Referenzgebiet Aichach. Bei den Honigmengen traten dort Abweichungen zwischen einzelnen Jahren auf – aber keine systematischen Unterschiede.

Eine Untersuchung aus Finnland (Fakhimzadeh und Lodenius, 2000) gelangte zu dem Schluss, dass Bienen als Bioindikatoren für Biomonitoring von Metallbelastungen dienen könnten. Das Ergebnis der **Testanalysen einer Bienenprobe 2011** ist in Anhang F dargestellt (Kapitel 10): Die Metallgehalte lagen eher im unteren Wertebereich einer aktuellen niederländischen Untersuchung (Van der Steen et al. 2012) und der PAK-Gehalt ist mit 134 µg/kg OS plausibel – unter Vorbehalt geringer Probenmenge. Warum werden Pollen, Honig und Wachs analysiert und nicht die Bienen selbst, es wäre ja zunächst naheliegend, ein Biomonitoring mit Bienen als Bioindikatoren durchzuführen? Mit Bienen wurden bislang nur wenige und kaum vergleichbare Untersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus existieren weder Richtlinien noch Beurteilungswerte für Bienen. Im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER wurde daher bereits seit 2011 mit den dafür seit Jahrzehnten erprobten Bioindikatorverfahren Grünkohl und Graskultur⁹ Biomonitoring betrieben (Wäber et al. 2015). Bienenmonitoring stellt als kombinierte Umwelt- und Rückstandsuntersuchung von Pollen, Wachs und Honig eine sinnvolle Ergänzung dazu dar und beantwortet, ob man den Honig aus der Flughafenregion bedenkenlos genießen kann.

⁹ Zum Biomonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER seit 2011 siehe im Internet, Stand 13.11.2023: <https://corporate.berlin-airport.de/de/umwelt/luft/biomonitoring-bienenmonitoring.html>

2.2 Stoffgehalte in Pollen

Die untersuchten Pollenproben sind für einen zeitlichen wie räumlichen Ausschnitt der Sammeltätigkeit der Bienen während der jeweiligen Trachtperiode repräsentativ. Die Stoffgehalte darin werden folglich von der Art der gesammelten Blütenpollen, ihrer Exposition gegenüber Luftschadstoffquellen und der Witterung beeinflusst. Bis 2014 waren es Einzelstichproben der jeweiligen Tracht, seit 2015 wurden mehrere Einzelstichproben zu einer Mischprobe vereint, um die Trachtperiode repräsentativer abzubilden. Die Pollenuntersuchung ist wichtig, um die Anreicherungskette betrachten zu können, die mit dem direkt in der Umwelt gesammelten Pollen beginnt.

Der Vergleich der Stoffgehalte in Pollen mit denen in Wachs und Honig ergab erwartungsgemäß höhere Metallgehalte in Pollen als in den Bienenprodukten Wachs und Honig. Erwartungsgemäß waren auch, aufgrund der chemischen Eigenschaften, die etwas höheren PAK-Gehalte in Pollen und Wachs (siehe Kapitel 2.3) als in Honig. Die verschiedenen Medien weisen stoffspezifische Anreicherungseigenschaften auf.

Tabelle 2.2-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Pollen im Vergleich

Stoffe in mg/kg OS	Umfeld Berliner Flughäfen mit Referenzstandort Schorfheide 2011–2023	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2022	Höchstgehalt (VO (EU) 2018/73) Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Beurteilungswerte, Vergleichswerte im separaten Teil 1: Tab. 1.2-1 und 1.2-2
Antimon (Sb)	<0,013 – 0,081	<0,013 – 0,024	-
Arsen (As)	<0,013 – 0,062	<0,013 – 0,053	0,37-0,38 in Pollen im Mittel (EFSA'14)
Blei (Pb)	<0,010 – 1,2 ab 2016: 0,017 – 0,44	<0,025 – 1,2 (einmal 3)	3,0 für andere NEM (VO 2023/915) 0,6 in anderen NEM im Mittel (EFSA 2010)
Cadmium (Cd)	<0,010 – 0,11 ab 2016: 0,029 – 0,29	<0,010 – 0,37	1,0 für andere NEM (VO 2023/915) 0,07-0,08 in and. NEM im Mittel (EFSA'12)
Chrom (Cr)	0,040 – 0,58	<0,025 – 1,2	6,0 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
Kupfer (Cu)	5,9 – 14 (seit 2015)	3,9 – 14	100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
Nickel (Ni)	<0,10 – 1,9	<0,025 – 3,3	3,8-3,9 in anderen NEM im Mittel (EFSA'14)
Quecksilber (Hg)	<0,050 (2015) <0,013 (ab 2016) <0,0050 (ab 2020)	<0,050 (bis 2015) <0,013 (ab 2016) <0,0050 (ab 2020)	0,010 für Imkereierzeugnisse 0,10 für andere NEM (VO 420/2011) 0,5 in anderen NEM im Mittel (EFSA 2012a)
Zink (Zn)	28 – 100 (dreimal höher: 176, 207, 168)	30 – 90	500 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
16 EPA-PAK	0,010 – 0,142	0,0010 - 0,101	-
Summe PAK4	0 – 0,021 (einmal höher:0,039)	0 - 0,0070	0,050 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO (EU) 2023/915)
Benzo[a]pyren	<0,00010 – 0,0052	<0,00010-0,0006	0,010 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO (EU) 2023/915)

Die Pollenergebnisse können als **Immissionswirkungen** betrachtet werden: Pollen als Umweltprobe unterliegt direkten Immissionseinflüssen, anders als Wachs und Honig.

Die Metallgehalte in Pollen im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide waren wie im Vergleichsgebiet am Flughafen München gleichermaßen unauffällig (vgl. Kapitel 1.2 bis 1.4). Unterschiede zwischen flughafennahen und flughafenfernen Standorten wurden mit Ausnahme von Chrom nicht deutlich. Orientierend herangezogene Beurteilungswerte für Metalle in Nahrungsergänzungsmitteln wurden deutlich unterschritten.

Die Metallgehalte in Pollen aus dem Untersuchungsgebiet zusammengefasst (vgl. Tabelle 2.2-1):

- Antimon und Arsen lagen in der Regel unter den Bestimmungsgrenzen (BG) von 0,05 mg/kg OS bis 2015 und 0,013 mg/kg OS seit 2016, in wenigen Fällen nahe an der BG.
- Blei und Cadmium lagen ebenfalls niedrig, Bleigehalte zwischen <0,10 und 1,2 mg/kg OS,
- Cadmiumgehalte zwischen 0,029 und 0,29 mg/kg OS.
- Chromgehalte am urban-flughafennahen Standort TXL waren mit 0,040 bis 0,58 mg/kg OS 2017–2019 tendenziell, aber nicht durchgängig höher als flughafenfern am Referenzstandort BRS. An BRS wurde mehrheitlich <0,1 mg/kg OS Chrom gemessen, bis 0,27 mg/kg OS.
- Kupfergehalte (seit 2015 in Pollen untersucht) lagen unauffällig bei 5,9 bis 14 mg/kg OS.
- Nickelgehalte reichten von <0,1 bis 1,2 mg/kg OS, einmal bis 1,9 mg/kg OS (BER-ST 2014) und lagen – abgesehen vom Maximalwert – insgesamt niedrig im Wertebereich, der an den anderen Standorten einschließlich Referenzstandort gemessen wurde. Im Vergleichsgebiet München waren ebenfalls keine Standortunterschiede zwischen Referenzgebiet und Flughafen zu beobachten.
- Quecksilber (seit 2015 in Pollen untersucht) lag unter den Bestimmungsgrenzen 0,05 mg/kg OS bis 2015, 0,013 mg/kg OS seit 2016 und 0,0050 mg/kg OS ab 2020. Somit wird der seit 2018 gültige Höchstgehalt für Imkereiprodukte gemäß Verordnung (EU) 2018/73 nicht überschritten.
- Zinkgehalte waren zwischen 28 und 100 mg/kg OS angesiedelt, dreimal bis rund 200 mg/kg OS (BRS-FT 2015, 2019 und 2023), ebenfalls unbedenklich.

Zu dem Standortunterschied hinsichtlich Chromgehalten in Pollen ist anzumerken: Vorrangige Chromquelle ist der Kfz-Verkehr, der in städtischen Großräumen (Berlin) und an Verkehrsknotenpunkten stärker ist, als in ländlichen und naturnahen Räumen (Schorfheide). **Die Chromwerte weisen nicht auf den Flughafenbetrieb als vornehmliche Ursache hin.**

Die PAK-Gehalte in Pollen waren 2011 bis 2023 im Untersuchungsgebiet im Umfeld der Berliner Flughäfen wie im Vergleichsgebiet im Umfeld des Flughafens München gleichermaßen niedrig.

Sie zeigten niedrigere Werte in Sommertracht-Pollen im Vergleich zur Frühtracht (vgl. Kapitel 1.5). Ähnliche saisonale Unterschiede wurden auch in anderen Umweltmonitorings dokumentiert (Wäber et al. 2015 und 2016 und eigene emittentenbezogene Pollen- und Honiguntersuchungen 2015, unveröffentlicht). Sie weisen auf saisonale PAK-Immissionswirkungen hin. Ein Beispiel für saisonale PAK-

Quellen im Frühjahr ist der Betrieb von häuslichen Kleinfeuerungsanlagen bzw. Kraftwerken zu Heizzwecken. Diese Heizungsquellen könnten die höheren Frühjahrswerte bedingen, während sie während der Sommertracht-Sammelperiode nicht relevant sind.

Am Referenzstandort BRS im Durchschnitt leicht niedrigere PAK-Gehalte in Pollen als an den flughafen nahen Standorten nivellieren sich bei Berücksichtigung der stoffspezifischen Messunsicherheit. Neben dem **saisonalen PAK-Einfluss von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken** kommen vornehmlich an den urbanen bzw. suburbanen Standorten TXL und auch an BER zusätzlich siedlungstypische Quellen, vornehmlich Kfz-Verkehr, als Ursache für die PAK-Immissionen in Betracht. Der Flughafenbetrieb als weitere Quelle kann nicht völlig ausgeschlossen werden.

2.3 Stoffgehalte in Wachs

Wachs wird von den Bienen für den Bau von Waben für die Brut hergestellt und um Honig einzulagern. Wegen seiner chemischen Eigenschaften können sich fettlösliche (lipophile) Stoffe, z. B. PAK, besonders gut im Wachs anreichern. Seit 2013 wurde einheitlich Naturwachs analysiert und seit 2015 wurden zudem Unterschiede in der imkerlichen Praxis weitestgehend nivelliert, um Störeinflüsse auf die Stoffgehalte im Wachs zu vermeiden. Im Jahr 2023 wurde Entdeckungswachs untersucht (Kap. 4).

Die Metallgehalte, die in Wachs im Umfeld der Berliner Flughäfen und am Referenzstandort in der Schorfheide gemessen wurden, waren unauffällig. Sie waren vergleichbar mit denen aus dem Münchner Vergleichsgebiet (siehe Tabelle 2.3-1). Unterschiede zwischen Metallgehalten in Wachsproben von Flughafen- und Referenzstandorten, die mit der Nähe zum Flughafenbetrieb oder städtischen Quellen (Tegel) in Zusammenhang stünden, wurden nicht deutlich (vgl. Kapitel 1.2 bis 1.4):

- Antimon, Arsen und Quecksilber waren analytisch nicht auffindbar:
<0,05 und <0,013 mg/kg OS seit 2016,
- Blei, Cadmium und Chrom lagen zumeist nahe oder unter den Bestimmungsgrenzen:
Blei <0,025 bis 0,127 mg/kg OS,
Cadmium <0,0025 bis 0,022 mg/kg OS und
Chrom <0,025 bis 0,17 mg/kg OS,
- Kupfergehalte streuten relativ breit. Die Mediane an BER und BKB mit jeweils 0,38 mg/kg OS sind im Zeitraum 2013-2019 höher als an BRS mit 0,20 mg/kg OS sowie an TXL mit 0,16 mg/kg OS (vgl. Bild 3.4 3). Am Standort TXL wurden aber bei den 6 vorliegenden Messungen 2017–2019 auch die maximalen Kupfergehalte in Frühtracht-Wachs 2017 mit 1,3 mg/kg OS und in Frühtracht-Wachs 2019 mit 2,0 mg/kg OS festgestellt. In der Frühtracht 2018 wurde dort mit 0,10 mg/kg OS der niedrigste Kupferwert im Standortvergleich gemessen.
- Nickel lag <0,025 bis maximal 0,45 mg/kg OS und damit eher im unteren Bereich des Münchner Honigmonitorings.
- Zink nahm einen breiten Wertebereich ein, von 0,6 bis 100 mg/kg OS. Am Referenzstandort BRS wurden die vergleichsweise höchsten Zinkwerte gemessen (vgl. Bild 1.4-11). Die Ursache hierfür ist nicht bekannt.

Bei PAK in Wachs traten standortabhängige Unterschiede in früheren Jahren auf (vgl. Kapitel 1.5.): vergleichsweise höhere PAK-Gehalte an BER und BKB im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld als am rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS aber auch als am urbanen Flughafenstandort TXL. In 2019 und 2023 lagen die 16 PAK in Wachsproben aller Standorte einschließlich BMF mit 22–93 µg/kg OS auf niedrigem Niveau. Auch am Referenzstandort BRS lagen die PAK-Gehalte in Wachs teilweise höher als im Vergleichsgebiet im Umfeld des Flughafens München. Anders als bei den Polenergebnissen (vgl. Bild 1.5-1) wurden keine saisonalen Unterschiede offensichtlich (vgl. Bild 1.5-2).

Tabelle 2.3-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Wachs im Vergleich

Stoffe ab 2013 da Naturwachs in mg/kg OS	Umfeld Berliner Flughäfen mit Referenzstandort Schorfheide 2013 bis 2023	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2013 bis 2022
Antimon (Sb)	<0,05 (2015), <0,013 (ab 2016)	<0,013 – 0,17
Arsen (As)	<0,05 (2015), <0,013 (ab 2016)	<0,013 – 0,28
Blei (Pb)	<0,025 – 0,127	<0,025 – 0,75
Cadmium (Cd)	<0,0025 – 0,022	<0,0025 – 0,05
Chrom (Cr)	<0,025 – 0,17	<0,025 – 0,54
Kupfer (Cu)	0,10 – 2,0	<0,10 – 10
Nickel (Ni)	<0,025 – 0,45	<0,025 – 3,3
Quecksilber (Hg)	<0,05 (2015), <0,013 (ab 2016), <0,0050 (ab 2023)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016), <0,0050 (ab 2020)
Zink (Zn)	0,6 – 100	<0,5 – 80
16 EPA-PAK	bis 2018: bis 0,39, ab 2019 0,022 – 0,093	bis 2018: bis 0,16, ab 2019 rund 0,010-0,020
Summe PAK4	0,0010 – 0,023	0 – 0,0090 (ab 2014)
Benzo[a]pyren	<0,00010 – 0,00092	<0,00010 – 0,00070 (ab 2014)

2.4 Stoffgehalte in Honig

Von 2011 bis 2014 und im Jahr 2016 wurden herkömmliche, aus Honigwaben mit Mittelwand gewonnene Honigproben untersucht. Wenn die untersuchten Stoffe in relevanten Mengen bereits in der Mittelwand vorhanden wären, könnten sie theoretisch von den darauf aufgebauten Honigwaben in den eingelagerten Honig übergehen. Dies wurde nicht beobachtet. Im Jahr 2015 und seit 2017 wurden Wabenhonige aus Naturwaben ohne Mittelwand analysiert (außer 2015 Sommertracht von BRS). Unterschiede bezüglich der Stoffgehalte in Honig aus Honigwaben und Wabenhonig waren nicht zu erwarten. Vielmehr wurde mit der Wabenhoniguntersuchung ein direkter Zusammenhang zwischen den vollständig von den Bienen produzierten Naturwaben und dem darin eingelagerten Honig hergestellt.

In Honig konnten Metall- und PAK-Rückstände zumindest teilweise nachgewiesen werden. Es wurden allerdings deutlich niedrigere Metallgehalte als in Pollen und auch als in Wachs gefunden, sowie niedrigere PAK-Gehalte als in Pollen und Wachs. Stoffe, die die Bienen mit dem Nektar und Honigtau aufnehmen, können aus den Honigblasen der Bienen in das umliegende Körpergewebe abgeschieden werden. Stoffgehalte können somit in einem gewissen Maß abnehmen, wenn Nektar und Honigtau bei der Honigproduktion im Stock von Biene zu Biene weitergereicht werden, und gleichzeitig in den Bienen zunehmen. Auch deshalb berücksichtigt das Bienenmonitoring zusätzlich die Vitalität der Bienen (vgl. Kapitel 1.1 und 2.1).

Die Metallgehalte in Honig aus dem Umfeld der Berliner Flughäfen und vom Referenzstandort BRS waren vergleichbar niedrig und korrespondierten gut mit dem unteren Bereich der Honigmonitoring-Ergebnisse aus dem Vergleichsgebiet München. Aufgrund des Vergleichs mit Beurteilungswerten (vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 1.2.4) sind alle¹⁰ als unbedenklich zu bewerten. Folgende Metallergebnisse in Honig wurden beim Berliner Bienenmonitoring erzielt (Tabelle 2.4-1 und Kapitel 1.2 bis 1.4):

- Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber lagen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen.
- Antimon lag nur einmal im Jahr 2016 über der BG 0,013 mg/kg OS: bei 0,017 mg/kg OS.
- Nickel seit 2016 im Bereich von <0,025 bis 0,095 mg/kg OS.
- Chrom lag bis 2015 mit 0,13 mg/kg OS nur einmal knapp über der Bestimmungsgrenze von 0,10 mg/kg OS und ab dem Jahr 2016 zwischen <0,025 und 0,11 mg/kg OS.
- Kupfer lag nahe an der Bestimmungsgrenze, mit Gehalten von <0,025 bis 0,24 und zweimal an TXL (TXL-FT 2017 und 2019) sowie einmal an BER (BER-FT 2022) um 0,5-0,6 mg/kg OS.
- Zink lag in einem Bereich zwischen <0,10 und 1,5 mg/kg OS.

Blei lag damit stets unter dem Höchstgehalt für Honig von 0,10 mg/kg und Quecksilber überschritt nicht den seit 2018 gültigen Höchstgehalt für Honig und Imkereierzeugnisse von 0,010 mg/kg.

Von den PAK-Verbindungen waren im Untersuchungs- wie im Vergleichsgebiet vor allem leichtflüchtige Komponenten in den Honigproben bestimmbar:

¹⁰ Die Ausnahme stellt ein einzelner Bleigehalt 2016 aus dem Vergleichsgebiet München 2016 dar (Wäber 2017).

Die Summenwerte der 16 EPA-PAK lagen in den Honigen beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen 2011 bis 2023 bei 6 bis 67 µg/kg OS (vgl. Kapitel 1.5). Wie bei den Metallgehalten wurden bei den PAK-Gehalten in Honig keine Standortunterschiede deutlich. Diese Ergebnisse wurden durch die aus dem Vergleichsgebiet am Flughafen München bestätigt. Hilfsweise orientierend herangezogene Beurteilungswerte für PAK würden in den Honigproben deutlich unterschritten (Tabelle 2.4-1 und vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 1.2.4).

Tabelle 2.4-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Honig im Vergleich

Stoffe in mg/kg OS	Umfeld Berliner Flughäfen mit Referenzstandort Schorfheide 2011 bis 2023	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2022	Auswahl von Honigmonitorings (Literaturquellen)	Honig-Beurteilungswerte und Vergleichswerte, im separaten Berichtsteil 1: Tabellen 1.2-1 und 1.2-2
Antimon (Sb)	<0,05 (bis 2015), <0,013 – 0,017	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016)	-	-
Arsen (As)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016) bis 0,018 (einmal 2018)	<0,01 – 0,25 (Fraport 2009)	0,03 in Honig im Mittel (EFSA 2014)
Blei (Pb)	<0,10 (bis 2015), <0,025 (ab 2016)	<0,05–0,35 (einmal; bis 2015), ab 2016 <0,025 – 0,20	0,08 – 0,65 (Fraport 2009)	0,10 Höchstgehalt für Honig (VO 2023/915)
Cadmium (Cd)	<0,010 (bis 2015), <0,0025 (ab 2016)	<0,0025 – 0,03	<0,001 – 0,013 (Fraport 2009)	0,05 Aktionswert (ÖBMG 2015)
Chrom (Cr)	<0,025 – 0,13 (7 Werte > BG)	<0,025 – 0,45	0,1 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	0,1 z. B. in Paranüssen (EFIC 2015)
Kupfer (Cu)	<0,025 – 0,59	<0,025 – 2,7	0,9 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag empfohlen für Nahrungsergänzungsmittel (BgVV 2002)
Nickel (Ni)	<0,10 (bis 2015), <0,025 – 0,095 (ab 2016)	bis 3,3 (bis 2015), <0,025 – 1,9 (ab 2016)	0,3 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	0,14 - 0,15 in Honig im Mittel (EFSA 2014)
Quecksilber (Hg)	<0,050 (bis 2015), <0,013 (ab 2016), <0,0050 (ab 2020)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016), <0,0050 (ab 2020)	0,0005 – 0,003 (Bogdanov 2006)	0,010 Höchstgehalt für Honig (VO 2018/73) 0,0005 - 0,005 in Honig im Mittel (EFSA 2012a)
Zink (Zn)	<0,10 – 1,5	0,10 – 3,2	0,1 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	70-100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag empfohlen für andere Lebensmittel (BgVV 2002)
16 EPA-PAK	0,0060 – 0,067	0,0040 – 0,053	0,003 – 0,030 (Fraport 2009)	-
Summe PAK4	0 – 0,00042	0 – 0,00040	0 (eigene Daten, unveröffentlicht 2015)	0,0010-0,035 als Spanne für andere, i. W. fettreiche Lebensmittel (VO (EU) 2023/915)
Benzo[a]pyren	<0,00010	<0,00010	<0,00010 (eigene Daten, unveröff. 2015)	0,0010-0,006 als Spanne für andere, i. W. fettreiche Lebensmittel (VO (EU) 2023/915)

Bestimmungsgrenzen anderer Untersuchungen z. T. geringer, aufgrund anderer analytischer Verfahren; die Ermittlung der BG durch akkreditierte Labore für die Flughäfen Berlin u. München entspricht hingegen akt. Normen

2.5 Fazit und Ausblick

Das Bienenmonitoring liefert als kombinierte Umwelt- und Rückstandsuntersuchung Antworten darauf, ob der Flughafenbetrieb einen Einfluss auf die Stoffgehalte der Proben hat und ob das aus dem Umfeld stammende Lebensmittel Honig unbedenklich zu genießen ist. Das Bienenmonitoring ergänzt damit das Biomonitoring, mit welchem Immissionswirkungen räumlich eingegrenzt werden können.

Die Ergebnisse sind insgesamt mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen vergleichbar.

Ein deutlicher Unterschied zwischen flughafennahen, städtischen oder Referenz-Standorten wurde bislang in keinem vergleichbaren Monitoring festgestellt. Hinsichtlich Chrom, Nickel und PAK in Pollen sowie Zink und PAK in Wachs deuteten sich bislang Standortunterschiede beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen an, und teilweise auch im Vergleichsgebiet am Flughafen München:

- Am urbanen Standort am Flughafen Tegel zeigten sich 2017–2019 höhere Chromgehalte in Pollen als am rural-flughafenfernen Referenzstandort in der Schorfheide. An den suburban- und rural-flughafennahen Standorten am Flughafen Schönefeld / BER allenfalls temporär höhere Chromgehalte in Pollen als am Referenzstandort, die sich in den letzten Jahren nivellierten. Sie lagen überall unbedenklich niedrig.
- Am ruralen Referenzstandort wurden vergleichsweise höhere Zinkgehalte in Wachs als andernorts festgestellt. Die Ursache hierfür ist nicht bekannt.
- Tendenziell lagen die PAK-Gehalte von innerstädtisch am Flughafen Tegel gesammelten Pollen höher als im ländlichen Referenzgebiet.
- Einflüsse auf die PAK-Gehalte in Pollen, die nicht mit dem Flughafenbetrieb in Zusammenhang stehen, sondern vermutlich Immissionen von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken, dürften die Ursache für saisonal höhere Gehalte in Pollen der Frühtrachtperiode darstellen.

Der Standort BMF am Flughafen Berlin Schönefeld / BER innerhalb des Flughafenzauns auf dem Vorfeld ordnet sich im Standortvergleich unauffällig ein. Blei- und PAK-Gehalte fielen 2019 und 2023 in Pollen von BMF eher sehr niedrig aus, Blei- und Chromgehalte im Wachs 2019 im Standortvergleich eher etwas höher, allerdings 2023 im Wachs eher sehr niedrig.

Ein relevanter Einfluss des Flughafenbetriebs auf die insgesamt sehr niedrigen Stoffgehalte kann beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen seit 2011 ausgeschlossen werden: Die vorrangige Quelle für PAK stellt, neben dem saisonalen Betrieb von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken, wohl der Kfz-Verkehr dar, ebenso wie für Chrom. Der Flughafenbetrieb ist als nachrangiger Einfluss möglich. Effekte durch die Verlagerung des Flugbetriebs von der Nordbahn auf die Südbahn während der Bienenaison 2015 und zurück auf die Nordbahn 2016 waren nicht erkennbar gewesen, ebenso wenig wie ein Einfluss des Flughafenbetriebs oder mit den Flugzahlen nach Eröffnung des BER korrespondierende Stoffgehalte in Honig seit 2022. Insgesamt sind die festgestellten Gehalte von Metallen und PAK in Honig- und Pollenproben als niedrig und unbedenklich für den Verzehr zu werten. Dies gilt auch für den Bienenstandort in Tegel 2017–2019, der flughafennah vielen weiteren städtischen Luftschadstoffquellen exponiert war, sowie und für den Standort BMF mitten auf dem Flughafen Berlin Schönefeld / BER.

Unter dem Titel „Honigmonitoring – Verfahren zur Untersuchung von Luftschadstoffen in Pollen, Wachs und Honig von Bienen“ wurde das Verfahren auch dem Fachpublikum vorgestellt (Wäber et al. 2016). Darin wird auf den besonderen Wert des Honig- bzw. Bienenmonitorings hingewiesen, eine Brücke zu vielen anderen Nachhaltigkeitsthemen wie Biodiversität und Ressourcenmanagement zu schlagen.



Bild 2.5-1: Informationstafel am Standort BER in der Winterpause [Foto: FBB]

Das Bienenmonitoring ist ein Baustein der 2011 initiierten ergänzenden Monitorings der FBB, um die Umweltwirkungen des Luftverkehrs im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER (Berlin Brandenburg) zu dokumentieren.

Kernpunkt dieser langfristig angelegten Umwelt-Untersuchung der FBB ist der Vergleich vor und nach Eröffnung des BER. Daher wird das Bienenmonitoring auch in den kommenden Jahren fortgeführt, um die Datenbasis zu erweitern. Die Bürger können sich aktuell über das Bienenmonitoring und die weiteren Luftgüte- und Umwelt-Untersuchungen der FBB im Internet informieren: bienen.berlin-airport.de.

Das Bienenmonitoring wird kontinuierlich fortentwickelt: Seit 2019 betreuen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Flughafens den dortigen Standort BER. Sie tauschen Ihre Erfahrungen mit dem Imker der BMF-Bienen auf dem Vorfeld und mit dem Referenzimker aus der Schorfheide aus. Seit 2020 beziehen alle Imker das Honigwabenwachs für die ihrer Völker aus dem Referenzgebiet in der Schorfheide (BRS).

3 Abkürzungen

ACE	Acenaphthen
ACY	Acenaphtylen
ADV	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e. V.
aMW	arithmetischer Mittelwert (auch MW)
ANT	Anthracen
As	Arsen
BaA	Benzo[a]anthracen
BaP	Benzo[a]pyren
BayLfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
BbjF+BkF	Benzo(b,j+k)fluoranthen
BER	Flughafen Berlin Brandenburg International
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BG	analytische Bestimmungsgrenze
BghiP	Benzo[g,h,i]perylen
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
Cd	Cadmium
CHR (+TRI)	Chrysen(+Triphenylen)
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
DbahA	Dibenzo(a,h)anthracen
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
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

FLE	Fluoren
FLU	Fluoranthen
FMG	Flughafen München GmbH
Fraport	Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide
Hg	Quecksilber
HRGC	hochauflösende Gaschromatographie
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IND	Indeno(1,2,3-c,d)pyren
L	Liter
LB	Lower Bound: arithmetischer Mittelwert inklusive Werten „<BG“ als „0“
LRGC	niederauflösende Gaschromatographie
LFU	Landesamt für Umwelt, Brandenburg
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 (EU) Nr. 835/2011)
Pb	Blei
PBT-Stoffe	persistente, bioakkumulierende und toxisch wirkende Stoffe
PHE	Phenanthren
POP	persistent organic pollutants (schwer abbaubare organische Schadstoffe)
PYR	Pyren
RL	Richtlinie
Sb	Antimon
STABW	Standardabweichung vom MW

SXF	Flughafen Berlin Schönefeld
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UB	Upper Bound: arithmetischer Mittelwert inklusive Werten „<BG“ als „=BG“
UBA	Umweltbundesamt
UMW	kurz für Dr. Monica Wäber - UMW Umweltmonitoring
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VO (oder V)	Verordnung
Zn	Zink

4 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

Bienenbrot:

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

Bioindikatoren:

Organismen, die Umweltbedingungen und deren Veränderungen anzeigen können; als Überbegriff für Akkumulationsindikator, Reaktionsindikator und Zeigerorganismus (VDI 3957/1 2020)

Biomonitoring:

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

Emittenten

Luftschadstoffquellen (Verkehr, industrielle Prozesse, Landwirtschaft, Hausfeuerungsanlagen etc.)

-> **Emissionen:**

Unerwünschte Stoffe werden in die Umgebungsluft abgegeben.

-> **Transmissionen:**

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

-> **Immissionen:**

Einwirkung unerwünschter Stoffe auf die Umwelt

-> **Immissionswirkungen:**

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

-> **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.

Höchstgehalte:

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

Naturbau:

Wachs, das die Bienen selbst aufbauen (auch: Wildbau), ohne vorgefertigte Mittelwand, z. B. Drohnenwaben für die Aufzucht der männlichen Bienen, oder Wabenhonigwaben, oder Deckelwachs (auch: (Abdeckelwachs oder Entdeckelungswachs), zum Teil frisch erzeugt (Jungfernwachs) und zum Teil aus bestehendem Wabenbau; das Deckelwachs wird bei der Honigernte aus Wachs gewonnen, mit dem die Bienen reife Honigwaben verdeckelt (abgedeckelt) hatten

Originalsubstanz - OS:

Bezugsgröße für Konzentrationsangaben von Stoffgehalten, z. B. für Honig als Lebensmittel

Beurteilungswerte:

- > Aktionswerte und -> Höchstgehalte – ermöglichen eine Gefährdungsbeurteilung;
- für Honig: Aktionswert für Cadmium (gilt nicht in Deutschland; ÖBMG 2015);
 - für Pollen orientierend: Höchstgehalte von Kontaminanten in Nahrungsergänzungsmittel-Lebensmitteln, nach VO (EU) 2018/73 und 2023/915 für Blei, Cadmium und Quecksilber

Referenzstandort:

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

Rückstände in Lebensmitteln:

Gehalte von Stoffen, die aus der Umwelt in Lebensmittel gelangen

Trachten:

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

- Frühtracht, wenn er im Frühjahr von den Bienen von Blüten gesammelt wird und als
- Sommertracht, den, der während der Sommermonate zusammengetragen wird.

Vitalität:

Weil Bienen empfindlich auf Beeinträchtigungen ihrer Umwelt reagieren, werden beim Bienenmonitoring Vitalitätsparameter erhoben: die Überlebensrate nach der Überwinterung, die Stärke und Entwicklung der Bienenvölker und ihrer Brut, die produzierte Honigmenge und das Blütenpollenspektrum.

Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1-1: Übersicht über die Standorte der Bienenvölker mit Referenzstandort BRS (seit 2012) im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Standort TXL am Flughafen Tegel (2017–2019) und seit 2019 Standort BMF– Bildausschnitt (eingerahmt): Einzugsgebiet der Bienenvölker im nahen Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER	4
Bild 1.2-1: Blei (mg/kg OS) in Pollen	17
Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs	17
Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig.....	17
Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen.....	18
Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs.....	18
Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig	18
Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen	24
Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs	24
Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig	24
Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen	26
Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs	26
Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig	26
Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen	28
Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs	28
Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig.....	28
Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen	29
Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs	29
Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig.....	29
Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Pollen	33
Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Wachs	33
Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Honig.....	33
Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen.....	34
Bild 2.5-1: Informationstafel am Standort BER in der Winterpause [Foto: FBB].....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023– Teil 1.....	11
Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023 – Teil 2.....	12
Tabelle 1.1-3: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2014 bis 2023 – Teil 3.....	13
Tabelle 1.2-1: Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte 2011 bis 2023.....	15
Tabelle 1.3-1: Antimon- und Arsengehalte 2011 bis 2023.....	21
Tabelle 1.4-1: Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte 2011 bis 2023.....	23
Tabelle 1.5-1: PAK-Gehalte 2011 bis 2023.....	32
Tabelle 2.2-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Pollen im Vergleich.....	41
Tabelle 2.3-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Wachs im Vergleich.....	45
Tabelle 2.4-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Honig im Vergleich.....	47
Tabelle 5.1-1: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BER Flughafen BER (früher: Schönefeld).....	62
Tabelle 5.1-2: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen BER.....	63
Tabelle 5.1-3: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide.....	64
Tabelle 5.1-4: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BER Flughafen BER.....	65
Tabelle 5.1-5: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen BER.....	66
Tabelle 5.1-6: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide.....	67
Tabelle 5.1-7: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011 bis 2019.....	68
Tabelle 5.1-8: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2022 im Vergleich zu 2020 und 2021.....	69
Tabelle 6.1-1: Aktuelle Standorte des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach.....	71
Tabelle 6.1-2: Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Münchner Honigmonitoring.....	72
Tabelle 7.1-1: Metalle in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	73
Tabelle 7.1-2: PAK in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	73
Tabelle 7.1-3: Metalle in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	74
Tabelle 7.1-4: PAK in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	74
Tabelle 7.1-5: Metalle in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	75
Tabelle 7.1-6: PAK in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	75

Tabelle 7.1-7: Metalle in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	76
Tabelle 7.1-8: PAK in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	76
Tabelle 7.1-9: Metalle in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	77
Tabelle 7.1-10: PAK in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	77
Tabelle 7.1-11: Metalle in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	78
Tabelle 7.1-12: PAK in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	78
Tabelle 7.1-13: Metalle in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	79
Tabelle 7.1-14: PAK in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	79
Tabelle 7.1-15: Metalle in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	80
Tabelle 7.1-16: PAK in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	80
Tabelle 7.1-17: Metalle in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	81
Tabelle 7.1-18: PAK in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	81
Tabelle 7.1-19: Metalle in Pollen 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	82
Tabelle 7.1-20: PAK in Pollen 2023 im Umfeld des Berliner Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	82
Tabelle 8.1-1: Metalle in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	85
Tabelle 8.1-2: PAK in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	85
Tabelle 8.1-3: Metalle in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	86
Tabelle 8.1-4: PAK in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	86
Tabelle 8.1-5: Metalle in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	87
Tabelle 8.1-6: PAK in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	87
Tabelle 8.1-7: Metalle in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	88
Tabelle 8.1-8: PAK in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	88
Tabelle 8.1-9: Metalle in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	89
Tabelle 8.1-10: PAK in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	89

Tabelle 8.1-11: Metalle in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	90
Tabelle 8.1-12: PAK in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	90
Tabelle 8.1-13: Metalle in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	91
Tabelle 8.1-14: PAK in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	91
Tabelle 8.1-15: Metalle in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	92
Tabelle 8.1-16: PAK in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	92
Tabelle 8.1-17: Metalle in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	93
Tabelle 8.1-18: PAK in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	93
Tabelle 8.1-19: Metalle in Wachs 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	94
Tabelle 8.1-20: PAK in Wachs 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	94
Tabelle 9.1-1: Metalle in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	95
Tabelle 9.1-2: PAK in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	95
Tabelle 9.1-3: Metalle in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	96
Tabelle 9.1-4: PAK in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	96
Tabelle 9.1-5: Metalle in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	97
Tabelle 9.1-6: PAK in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	97
Tabelle 9.1-7: Metalle in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	98
Tabelle 9.1-8: PAK in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	98
Tabelle 9.1-9: Metalle in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	99
Tabelle 9.1-10: PAK in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	99
Tabelle 9.1-11: Metalle in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	100
Tabelle 9.1-12: PAK in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	100
Tabelle 9.1-13: Metalle in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	101

Tabelle 9.1-14: PAK in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	101
Tabelle 9.1-15: Metalle in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	102
Tabelle 9.1-16: PAK in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	102
Tabelle 9.1-17: Metalle in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	103
Tabelle 9.1-18: PAK in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	103
Tabelle 9.1-19: Metalle in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	104
Tabelle 9.1-20: PAK in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	104
Tabelle 9.1-21: Metalle in Honig 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	105
Tabelle 9.1-22: PAK in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	105
Tabelle 10.1-1: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf Metalle 2011	106
Tabelle 10.1-2: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf PAK 2011	107

5 Anhang A: Vitalitätserhebungen

5.1 Vitalitätsparameter

Folgende Vitalitätsparameter wurden bei den Imkern abgefragt (vgl. Kapitel 1.1):

- die Überlebensrate nach der Überwinterung,
- die Stärke und Entwicklung der Bienenvölker,
- die Entwicklung der Brut,
- die Honigmenge als Ergebnis aus Sammelaktivität, Blütenangebot und Volksstärke,
- das Blütenpollenspektrum.

Die Erhebungen 2023 sind nachfolgend tabellarisch im Detail dargestellt.

Tabelle 5.1-1: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BER Flughafen BER (früher: Schönefeld)

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2023	
Standort der Bienenvölker	BER
Früh-/ oder Sommertracht (je Tracht: 1 Formblatt)	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	2
Verlust von Bienenvölkern am Standort über Winter	7
Verluste im Vergleich zum Vorjahr	W2021/22: 1 Verlust von 6 (Räuberei im Frühjahr); W2022/23: 7 V. von 9 (Specht, Futterabriss, weisellos)
Anzahl der Bienenvölker	2
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	normal stark für diese Jahreszeit
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	sehr stark
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Überdurchschnittlich gute Entwicklung im Vergleich zu den Vorjahren
Sammelperiode dieser Tracht -> Datum Beginn (Aufsetzen des Honigraums)	17.04.2023 & 12.05.2023
Sammelperiode dieser Tracht -> Schleuderdatum	24.05.2023 & 12.06.2023
Verlauf der Tracht	Raps, Kastanie, Robinie; jeweils reiche Tracht
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	April und Anfang Mai sehr kalt und regenreich, danach warm und überwiegend trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	80 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	40 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	20
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Erntemenge je Volk höher als in den Vorjahren
Art und Größe der Magazine	Liebig Zander
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus gemeinsamen Kreislauf mit Referenzstandort BRS
Anzahl der Waben insgesamt	10 im Brutraum
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	Volk Nr. 1: 7 Waben, Volk Nr. 7: 8 Waben
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	10 im Brutraum + 20 im Honigraum
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	Volk Nr. 1: 5 Brutwaben, Volk Nr. 7: 7 Brutwaben
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	Volk Nr. 1: 9 Brutwaben, Volk Nr. 7: 8 Brutwaben
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	Gute Zunahme an Brutwaben (es wurden im Verlauf der Tracht je Volk vier Brutwaben entnommen zur Ablegerbildung)
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Mehr als in den Vorjahren
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Ernte vom 24.05.2023: Raps Ernte vom 12.06.2023: Robinie
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa-Kontrolle ohne Ergebnis (viele Ameisen)
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	Varroa-Behandlung erfolgt nach Ernte der Sommertracht
Datum Start des Wachsbaus für Entdeckelungswachs	im Zeitraum 12.05.-12.06.2023
Datum Entnahme Entdeckelungs-Wachsprobe dieser Tracht (bitte mind. 50 g Wachs)	12.06.2023
Pollenproben dieser Tracht – Datum (bitte je Teilprobe mind. 15g)	1. Probe: 24.05.2023 2. Probe: 01.06.2023 3. Probe: 07.06.2023
Besonderheiten (wenn mehr als 1 Honigraum aufgesetzt wurde etc.)	Vom 12.05.-12.06.2023 zwei Honigräume

Tabelle 5.1-2: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen BER

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2023	
Standort der Bienenvölker	BER – Sicherheitsbereich (BMF)
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	1+0
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	sehr stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	geschwärmt – neue Königin wohl verunglückt
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	28.04.2023
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	12.06.2023
Schleuderdatum falls abweichend	12.06.2023
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	10.04.2023
Start Datum der Bautätigkeit	27.04.2023
Verlauf der Tracht	schleppend
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Sehr später Trachtbeginn durch Witterung
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	18 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Art und Größe der Magazine	Segeberger DNM, Honigraum DNM Flach und Halb
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Mittelwand einheitlich von Immer Hirrle
Anzahl der Waben insgesamt	Max 44 (22 DNM, 11 DNM2/3, 11 DNM1/2)
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	7
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	33
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	7 DNM
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	14 DNM
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	Sehr gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Sehr gut
Voraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Kreuzblütler (Cruciferae) 2) Rosen-G. (Rosaceae), Löwenzahn-T. (Taraxacum-T.)
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa sehr gering
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	keine
Datum Start des Wachsbaus für Verdecklung	28.05.2023
Datum Entnahme Verdecklungswachs (mind. 50 g)	12.06.2023
Pollenproben – Datum (bitte je Teilprobe mind. 15g)	1. Probe: 02.06.2023 2. Probe: 07.06.2023 3. Probe: 12.06.2023
Besonderheiten	Bei Ernte Volk geteilt (Ableger) und 2 neue Königinnen eingesetzt, beide wurden angenommen

Tabelle 5.1-3: Vitalitätserhebung 2023 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2023	
Standort der Bienenvölker	BRS
Früh-/ oder Sommertracht (je Tracht: 1 Formblatt)	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	38
Verlust von Bienenvölkern am Standort über Winter	22
Verluste im Vergleich zum Vorjahr	hoch
Anzahl der Bienenvölker	2
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	schwach bis mittel
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	10 Tage später
Sammelperiode dieser Tracht -> Datum Beginn (Aufsetzen des Honigraums)	24.04.2023
Sammelperiode dieser Tracht -> Schleuderdatum	24.04.2023 bis 27.05.2023
Verlauf der Tracht	erst zu Ende der Tracht Honig
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	kühl und regnerisch
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	750 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	23 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	20
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	weniger
Art und Größe der Magazine	Zander
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eigener Kreislauf
Anzahl der Waben insgesamt	30, davon 10 Brutwaben, 20 Honigwaben
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	20, davon 10 Brutwaben, 10 Honigwaben
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	30, davon 10 Brutwaben, 20 Honigwaben
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	durchschnittlich 5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	durchschnittlich 9-10
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	später
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Raps
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Milben
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	-
Datum Start des Wachsbaus für Entdeckelungswachs	im Zeitraum 24.04.-27.05.2023
Datum Entnahme Entdeckelungs-Wachsprobe dieser Tracht (bitte mind. 50 g Wachs)	27.05.2023
Pollenproben dieser Tracht – Datum (bitte je Teilprobe mind. 15g)	1. Probe: 18.05.2023 2. Probe: - 3. Probe: 25.05.2023
Besonderheiten (wenn mehr als 1 Honigraum aufgesetzt wurde etc.)	-

Tabelle 5.1-4: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BER Flughafen BER

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2023	
Standort der Bienenvölker	BER
Früh-/ oder Sommertracht (je Tracht: 1 Formblatt)	Sommertracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8
Verlust von Bienenvölkern am Standort über Winter	
Verluste im Vergleich zum Vorjahr	
Anzahl der Bienenvölker <i>(falls von den/einem Teil der Völker kein Honig gewonnen wurde, bitte bei Besonderheiten notieren)</i>	
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	8
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	Ableger sind stark angewachsen, Völker blieben konstant stark
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Mehr Bienenmasse als im letzten Jahr
Sammelperiode dieser Tracht -> Datum Beginn (Aufsetzen des Honigraums)	12.06.2023
Sammelperiode dieser Tracht -> Schleuderdatum	11.07.2023
Verlauf der Tracht	Linde
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Temperaturen mild, Viel Niederschlag
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	60 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	15 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	18 (9-10 je Honigraum)
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Tendenziell hohe Ernte
Art und Größe der Magazine	Zander Liebig
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus gemeinsamen Kreislauf mit Referenzstandort BRS
Anzahl der Waben insgesamt	10 im Brutraum, 9-10 im Honigraum
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	10
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	8-9 Brutwaben
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	8 Brutwaben
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	konstant
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	-
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Linde
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa-Kontrolle ohne Ergebnis (viele Ameisen)
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	Varroa-Behandlung erfolgt nach Ernte der Sommertracht
Datum Start des Wachsbaus für Abdeckelwachs	Zeitraum ca. 20.06.2023 bis 11.07.2023
Datum Entnahme Abdeckelwachsprobe dieser Tracht (bitte mind. 50 g Wachs)	11.07.2023
Pollenproben dieser Tracht – Datum (bitte je Teilprobe mind. 15g)	1. Probe: 04.07.2023 22 g 2. Probe: 10.07.2023 20 g 3. Probe: 17.07.2023 24 g
Besonderheiten <i>(wenn mehr als 1 Honigraum aufgesetzt wurde etc.)</i>	

Tabelle 5.1-5: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen BER

wird ergänzt, sobald diese Daten vorliegen.

Tabelle 5.1-6: Vitalitätserhebung 2023 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2023	
Standort der Bienenvölker	BRS
Früh-/ oder Sommertracht (je Tracht: 1 Formblatt)	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	38
Verlust von Bienenvölkern am Standort über Winter	-
Verluste im Vergleich zum Vorjahr	-
Anzahl der Bienenvölker	-
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Sammelperiode dieser Tracht -> Datum Beginn (Aufsetzen des Honigraums)	28.05.2023
Sammelperiode dieser Tracht -> Schleuderdatum	28.05.2023 bis 15.07.2023
Verlauf der Tracht	-
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	trocken und warm
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	ca. 1000 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	30 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	20
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Art und Größe der Magazine	Zander
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eigener Kreislauf
Anzahl der Waben insgesamt	30
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	30
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	30
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	8
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	7
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	durchschnittlich
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Linde, Feldtracht
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	-
Datum Start des Wachsbaus für Entdeckelungswachs	im Zeitraum 15.06.-18.07.2023
Datum Entnahme Entdeckelungs-Wachsprobe dieser Tracht (bitte mind. 50 g Wachs)	18.07.2023
Pollenproben dieser Tracht – Datum (bitte je Teilprobe mind. 15g)	1. Probe: 28.06.2023 2. Probe: 07.07.2023 3. Probe: 19.07.2023
Besonderheiten (wenn mehr als 1 Honigraum aufgesetzt wurde etc.)	-

Tabelle 5.1-7: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011 bis 2019

Vitalitätsuntersuchungen beim Honigmonitoring am Flughafen München 2011 bis 2019									
Parameter	Standort HFF, HFT (HFT bis 2015)		Standort MIF 2011-17 / MFS 2018		Standort MEF		Referenzgebiet AIC		
Überlebensrate bei der Überwinterung									
FT 2011	66%		100%				89%		
FT/ST 2012	66%				88%		42%		
FT/ST 2013	50%	100%	100%				85%		
FT/ST 2014	66%	100%	100%				90% / 75% / 50%		
FT/ST 2015	100%	100%	100%				100% / 100% / 89%		
FT/ST 2016	100%		100%		100%	100%	100% / 82% / 83%		
FT/ST 2017	100%		100%		100%	100%	86% / 100% / 100%		
FT/ST 2018	100%		MFS neu in 2018		100%	100%	83% / 91% / 100%		
FT/ST 2019	25%		100%		100%	100%	100% / 92% / 75%		
Stärke und Entwicklung der Bienenvölker									
FT 2011	sehr gut		gut				gut		
FT/ST 2012	mittel		gut				mittel		
FT/ST 2013	schlecht -> mittel-gut		schlecht* -> mittel				schlecht* -> mittel		
FT/ST 2014	gut -> mittel	gut -> mittel	gut -> konstant				mittel -> konstant		
FT/ST 2015	gut -> gut	gut -> gut	mittel -> konstant				mittel-gut -> sehr gut		
FT/ST 2016	gut -> gut		mittel -> gut		mittel-gut -> gut		mittel-gut -> gut / schlecht		
FT/ST 2017	gut -> gut		gut -> konstant		mittel-gut -> gut		mittel -> gut		
FT/ST 2018	gut -> gut		gut -> gut		mittel -> schlecht		stark->gut / gut->gut / schlecht->schwach		
FT/ST 2019	gut -> gut		gut -> gut		mittel -> mittel		schlecht->gut/sehr gut		
Entwicklung der Brut									
FT 2011	Brutwabenanzahl vervierfacht		gut, vgl. bar mit AIC				Brutwaben verdoppelt		
FT/ST 2012	Brutwabenanzahl verdreifacht		nicht erfasst				ST-Ende +/- wie Start		
FT2013	ST2013	verdreifacht	verdreifacht	Verdopplung	konstant			Verdopplung	konstant
FT2014	ST2014	fast verdoppelt	33% mehr	Verdopplung	etwas weniger			fast doppelt	konstant
FT2015	ST2015	33% mehr	60% mehr	78% mehr	29% weniger			fast doppelt	10% mehr
FT2016	ST2016	33% / 33% mehr		67% mehr	36% weniger	78% mehr	27% weniger	Verdopplung	10% weniger
FT2017	ST2017	60% / 60% mehr		78% mehr	40% weniger	100% mehr	10% mehr	33-66% mehr	konstant
FT2018	ST2018	67% / 67% mehr		50% mehr	17% weniger	83% mehr	20% weniger	33% mehr	konstant
FT2019	ST2019	100% mehr/konstant		50% mehr	17% weniger	71% mehr	konstant	11% mehr	19% mehr
Durchschnittliche Honigmenge als Ergebnis der Sammelaktivität									
FT 2011			20 kg/Volk	20 kg/Volk			22 kg/Volk		
FT + ST 2012			32 kg/Volk	38 kg/Volk			18 kg/Volk		
FT + ST 2013	9 kg/Volk		25 kg/Volk	34 kg/Volk			34 kg/Volk (Mittelwert)		
FT + ST 2014	16 kg/Volk		18 kg/Volk	44 kg/Volk			19 kg/Volk (Mittelwert)		
FT + ST 2015	20 kg/Volk		21 kg/Volk	37 kg/Volk			43 kg/Volk (Mittelwert)		
FT + ST 2016	16 kg/Volk			29 kg/Volk	29 kg/Volk		23 kg/Volk (Mittelwert)		
FT + ST 2017	37 kg/Volk			33 kg/Volk	37 kg/Volk		50 kg/Volk (Mittelwert)		
FT / ST pro Wabe	2 / 1,7kg/Wabe			1,3 / 0,6 kg/Wabe	2 / 2,2 kg/Wabe		1,3/1,6kg/Wabe(Mittel)		
FT + ST 2018	27 kg/Volk			16 kg/Volk	20 kg/Volk		37 kg/Volk (Mittelwert)		
FT / ST pro Wabe	1,5 / 1,2kg/Wabe			1,5 / 1,6 kg/Wabe	2 / 2 kg/Wabe		1,4/1,8kg/Wabe(Mittel)		
FT + ST 2019	28 kg/Volk			22 kg/Volk	22 kg/Volk		34 kg/Volk (Mittelwert)		
FT / ST pro Wabe	1,1 / 0,3kg/Wabe			1,6 / 1,6 kg/Wabe	1,9 / 2 kg/Wabe		1,2/1,5kg/Wabe(Mittel)		
Schwerpunkte des Blütenpollenspektrums									
FT 2011	Raps, Löwen-zahn, Wildpfl.	Raps, Löwen-zahn, Wildpfl.	Raps, Weiden, div. Wildpflanzen				Raps, Obst, Löwenzahn		
FT/ST 2012	Linde,Raps,Löwenz.	Weide	Linde, Weißklee	div. Wildpfl.			Linde, Löwenzahn Raps		
FT/ST 2013	Raps, Fenchel	Raps, Fenchel	Angaben fehlen	Angaben fehlen			Raps, Obst, Löwenzahn		
FT/ST 2014	Raps,Blüte,Löwenz.	Raps,Blüte,Löwenz.	Raps, Löwenz.	Weide			Raps, Obst, Löwenzahn		
FT/ST 2015	Raps, Blütenarten	Blütenarten, Linde	Weide, Löwen-zahn, Raps	Linde, Weißklee			Gartenflora, Raps, Obst, Löwenzahn	Löwenzahn, Linde, Wald	
FT/ST 2016	FT: Raps, Blütenarten / ST: Blütenarten, Linde		Weide, Löwenzahn, Raps	Linde, Weißklee			Gartenflora, Raps, Obst, Löwenzahn	Steinklee, Gartenflora, Blattlaus	
FT/ST 2017	FT: Raps, Blüten, Löwenzahn / ST: Linde, Blütenarten		Weide, Löwenzahn, Raps	Linde, Weißklee	Raps, Wildblumen, Löwenzahn	Wildblumen, Phacelia, Klee	v.a. Raps		Blatt-Waldhonig =Blattlaus
FT/ST 2018	Blüten / ST: Blüten, Linde, Phacelia, Sonnenbl.		Kreuzblütler, Rosengewächse, Weide	Kreuzblütler, Rosengewächse, Weide	Raps, Ahorn, Wildblumen	Wildblumen	v.a. Raps		Blathonig, Akazie, Linde
FT/ST 2019	Strauchblüten, Rosengewächse; FT: Raps / ST: Sonnenblumen, Linde, Klee		Raps, Kreuzblütler, Rosengewächse, Weide	Kreuzblütler, Rosengewächse, Weide	Kreuzblütler, Weide	Wildblumen	Löwenzahn, Obstblüten, Raps	Blatt = Waldhonig, Akazie, Linde	

FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; HFF rural-flughafennah und HFT verkehrsnah-flughafennah, HFF/HFT: bis 2012 Mischprobe, HFT bis 2015 MEF, MIF (2011-2017), MFS (ab 2018): rural-flughafennah; AIC: 3 Standorte suburban-/rural-flughafentfern

Tabelle 5.1-8: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2022 im Vergleich zu 2020 und 2021

Vitalität - Sommertracht 2022							
	HFF	MFS	MEF	MAN	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	6	8	8	25	8	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	stark	durchschnittl.	stark	unterdurchschn.	normal	unterdurchschn.
Entwicklung bis zur Ernte	stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	noch zu schwach	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Datum Beginn Frühtracht	05.06.2022	04.06.2022	02.06.2022	01.06.2022	Anfang Juni	Mitte Juni	Mitte Juni
Datum Ende Frühtracht	16.07.2022	19.07.2022	16.07.2022	15.07.2022	Mitte Juli	Anfang Juli	Anfang Juli
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	insges.schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht
Honigernte am Standort in kg	48 kg	45 kg	56 kg	60 kg	200 kg	60 kg	36 kg
Erntemenge pro Volk in kg	6 kg	7,5 kg	7 kg	7,5 kg	8 kg	7kg;3-15kg Waldhonig	6 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	unterdurchschn.	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	10	10	9	9	7	7	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	9	10	9	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	19	20	18	20	27	27	27
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	29	19	20	20	19
Vitalität - Frühtracht 2022							
	HFF	MFS	MEF	MAN	Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	3	8	8	25	8	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	0	neuer Standort	2	1	0
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	durchschnittl.	durchschnittl.	stark	durchschn.gut	durchschn.gut	durchschn.gut
Entwicklung bis zur Ernte	sehr stark	sehr stark	sehr stark	sehr stark	normal	normal	normal
Datum Beginn Frühtracht	31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022	31.03.2021	Mitte April	Mitte April	Mitte April
Datum Ende Frühtracht	05.06.2022	04.06.2022	01.06.2022	30.05.2022	Anfang Juni	Anfang Juni	Anfang Juni
Verlauf der Tracht	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	ständig Nektar	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Honigernte am Standort in kg	128 kg	48 kg	128 kg	128 kg	530 kg	140 kg	110 kg
Erntemenge pro Volk in kg	16 kg	16 kg	16 kg	16 kg	23 kg	17,5 kg	18,3 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	6	7	5	6	6	5	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	9	9	9	9	7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	8	6	6	8	8	7	8
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	20	20	20	20	28 - 38	24	24
Vitalität - Sommertracht 2021							
	HFF	MFS	MEF		Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	8	6		25	9	6
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	normal	durchschnittl.		unterdurchschn.	unterdurchschn.	unterdurchschn.
Entwicklung bis zur Ernte	stark	normal	stark		noch zu schwach	durchschnittlich	noch zu schwach
Datum Beginn Frühtracht	13.06.2021	13.06.2021	13.06.2021		Mitte Juni	Mitte Juni	Mitte Juni
Datum Ende Frühtracht	19.07.2021	12.07.2021	17.07.2021		Mitte Juli	Mitte Juli	Mitte Juli
Verlauf der Tracht	eher schlecht	wetterbed. mäßig	eher schlecht		sehr schlecht	sehr schlecht	nur 1 Volk gut
Honigernte am Standort in kg	56 kg	78 kg	42 kg		150 kg	90 kg	30
Erntemenge pro Volk in kg	7 kg	9,8 kg	7 kg		6 kg	3-15 kg Waldhonig	5 kg
Entwicklung der Brutwaben	gut	normal	gut		schlecht	schlecht	schlecht
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	10	9	10		7	7	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	8	10		7	7	7
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	10	10	10		15	16	16
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	10	10	10		20	26	19
Vitalität - Frühtracht 2021							
	HFF	MFS	MEF		Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	8	6		25	9	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	0	0		0	0	0
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	durchschnittl.	normal	durchschnittl.		unterdurchschn.	unterdurchschn.	schwach
Entwicklung bis zur Ernte	stark	normal	stark		noch zu schwach	noch zu schwach	noch zu schwach
Datum Beginn Frühtracht	31.03.2021	29.03.2021	31.03.2021		Ende April	Ende April	Ende April
Datum Ende Frühtracht	13.06.2021	12.06.2021	13.06.2021		Mitte Juni	Mitte Juni	Mitte Juni
Verlauf der Tracht	eher schlecht	verzögert, kürzer	"durchwachsen"		Honig nur 13 Völker	Honig nur 3 Völker	Honig nur 1 Volk
Honigernte am Standort in kg	108 kg	84 kg	72 kg		100 kg	36 kg	10 kg
Erntemenge pro Volk in kg	13,5 kg	10,5 kg	12 kg		7,7 kg	12 kg	10 kg
Entwicklung der Brutwaben	gut	normal	gut		schlecht	schlecht	schlecht
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	5	4	5		7 / 5	7 / 5	7 / 5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	9	10		8 / 6	8 / 6	8 / 6
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	6	6	6		12 / 9	10 / 7	10 / 7
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	10	10	10		20 / 13	20 / 11	20 / 11
Vitalität - Frühtracht 2020							
	HFF	MFS	MEF		Ref. AIC-ATN	Ref. AIC-ALN	Ref. AIC-ASI
Anzahl der Bienenvölker am Standort	8	5 + 1 Ableger	2		27	8	6
Verluste an Bienenvölkern im Winter	0	1	1		5	0	2
Stärke der Bienenvölker zu Beginn	stark	gut	durchschnittl.		normal	normal	schwach
Entwicklung bis zur Ernte	sehr gut	gut	gut		normal	normal	eher schlecht
Datum Beginn Frühtracht	25.03.2020	19.03.2020	25.03.2020		Mitte April	Mitte April	Mitte April
Datum Ende Frühtracht	22.05.2020	22.05.2020	22.05.2020		Ende Mai	Ende Mai	Ende Mai
Verlauf der Tracht	gut	sehr gut	gut		gut	mittel	unterschiedlich
Honigernte am Standort in kg	58 kg	140 kg	30		380 kg	120 kg	50 kg
Erntemenge pro Volk in kg	18 kg	28 kg	15 kg		18 kg	15 kg	5-20 kg
Entwicklung der Brutwaben	sehr gut	gut	sehr gut		gut	normal	normal
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	5	4	5		6	6	5-7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10	10	10		8	8	6-8
besetzte Waben pro Volk bei Beginn	6	6	6		15	12	8-15
besetzte Waben pro Volk bei Ernte	10	10	10		30	30	15-30

Tabelle 5.1-8 aus: Wäber, M. und Pompe, F. (2023): Honigmonitoring am Flughafen München 2022 (Ergebnisse 2018–2022). Flughafen München GmbH (Hrsg.), Quelle im Internet (Stand 13.11.2023): https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000016672487bb640881ed/honigmonitoring-2022-be-richt.pdf, S. 30

6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2022

6.1 Honigmonitoring am Flughafen München – Standorte und Proben

Die aktuell bestehenden Standorte des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach zeigt nachfolgend Tabelle 6.1-1. Die Pollen-, Wachs- und Honig-Vergleichsproben seit Beginn dieses Vergleichsprojekts stellt Tabelle 6.1-2 dar.

Tabelle 6.1-1 und Tabelle 6.1-2 aus: Wäber, M. und Pompe, F. (2023): Honigmonitoring am Flughafen München 2022 (Ergebnisse 2018–2022). Flughafen München GmbH (Hrsg.), Quelle im Internet (Stand 23.11.2022): https://www.munich-airport.de/_b/0000000000000016672487bb640881ed/honig-monitoring-2022-bericht.pdf, S. 18 und S. 14

Tabelle 6.1-1: Aktuelle Standorte des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach

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
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

Tabelle 6.1-2: Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Münchner Honigmonitoring

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 Stadtimkerei 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, 3 AIC*	4 FST	4 FST	5 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

7 Anhang C: Ergebnisse der Pollenanalysen 2011 bis 2023

7.1 Tabellarische Darstellung der Pollenanalysen

Tabelle 7.1-1: Metalle in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: Metalle in Pollen [mg/kg OS]					Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BRR	BFM	BFM	Nahrungsergänzungsm. gem. VO(EU)
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	18.07.2011	29.05.2011	22.06.2011	
Antimon	Sb	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Blei	Pb	0,12	< 0,10	0,12	3,00
Cadmium	Cd	0,02	0,06	0,04	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,20	< 0,10	0,10	-
Nickel	Ni	0,23	0,55	0,54	-
Zink	Zn	31	33	28	-

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz

VO (EU) Nr. 629/2008 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-2: PAK in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: PAK in Pollen [µg/kg OS]					Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BRR	BFM	BFM	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	18.07.11	29.05.11	22.06.11	
Naphthalin	NAP	5	9	0,15	
Acenaphtylen	ACY	0,15	0,15	0,15	
Acenaphten	ACE	0,15	1,7	0,15	
Fluoren	FLE	1,1	3,8	0,15	
Phenanthren	PHE	4	22	0,15	
Anthracen	ANT	0,15	0,15	0,15	
Pyren	PYR	1,6	2,8	0,8	
Benz[a]anthracen	BaA	1,2	0,15	0,7	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,8	0,7	1,3	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,15	0,15	0,15	
Fluoranthen	FLU	4,0	7,3	2,8	
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	1,0	0,9	1,5	
Benzo[a]pyren	BaP	0,34	0,15	0,61	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,34	0,15	0,65	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,48	0,48	0,66	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	3	2	4	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	14	35	9	
Summe aller 16 EPA-PAK	16EPA	20	50	10	

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011; PAK4: nur Werte > 0,1 (BG) enthalten

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner BG sind mit deren 1/2 Wert angegeben und in Summen 12 und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-3: Metalle in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BRR	BRR	BRS	BRS	Nahrungsergänzungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	20.06.12	31.07.12	20.06.12	31.07.12	20.06.12	30.07.12	
Antimon	Sb	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Blei	Pb	0,12	0,14	0,23	0,15	0,14	0,16	3,00
Cadmium	Cd	0,029	0,061	0,053	0,049	0,046	0,032	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,32	0,12	0,58	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Nickel	Ni	0,48	0,77	0,87	0,28	0,37	0,53	-
Zink	Zn	48	30	50	32	50	53	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

VO (EU) Nr. 629/2008 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-4: PAK in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BRR	BRR	BRS	BRS	andere i.W. fettthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	20.06.12	31.07.12	20.06.12	31.07.12	20.06.12	30.07.12	
Naphthalin	NAP	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Acenaphtylen	ACY	0,91	0,8	1,5	1,05	0,3	0,25	
Acenaphthen	ACE	4,8	8,5	6,3	7,1	10,8	4,7	
Fluoren	FLE	5,0	15,2	17,0	12,8	10,4	11,6	
Phenanthren	PHE	35	31	49	33	17	11	
Anthracen	ANT	0,25	0,25	1,9	0,25	0,25	0,25	
Pyren	PYR	8,7	4,0	13,6	4,0	7,7	1,2	
Benz[a]anthracen	BaA	0,25	0,7	1,5	0,25	2,9	0,25	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,1	1,1	2,7	0,9	5,0	0,5	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Fluoranthren	FLU	6,8	6,3	11,9	6,9	7,6	0,9	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,25	1,4	1,3	1,1	3,0	0,5	
Benzo[a]pyren	BaP	0,25	0,7	0,25	0,25	1,9	0,25	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,25	0,54	0,25	0,25	1,07	0,25	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,25	0,66	0,25	0,25	1,04	0,25	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1	4	6	2	13	1	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	47	83	n.s.	47	n.s.	
Su. 16 EPA-PAK ohne NAP	16EPA	64	71	108	69	69	32	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fettthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-5: Metalle in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2013: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahrungsergänzungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	bis 26.6.13	bis 14.7.13	bis 26.6.13	bis 14.7.13	bis 25.5.13	bis 10.7.13	
Antimon	Sb	< 0,050	0,051	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Blei	Pb	0,19	0,83	0,27	0,30	0,11	0,18	3,00
Cadmium	Cd	0,039	0,111	0,030	0,042	0,015	0,037	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,16	0,37	0,22	0,21	< 0,10	0,16	-
Nickel	Ni	0,72	0,37	0,22	0,16	< 0,10	0,16	-
Zink	Zn	42	33	48	30	49	57	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Flughafen Verwaltung Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

VO (EU) Nr. 629/2008 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-6: PAK in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2013: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 25.05.13	bis 10.07.13	
Naphthalin	NAP	15,9	1,5	17,0	0,4	0,05	4,4	
Acenaphthylen	ACY	0,37	0,05	0,41	0,05	0,22	0,18	
Acenaphthen	ACE	0,6	0,8	2,2	0,1	1,6	2,2	
Fluoren	FLE	1,2	1,0	4,0	0,8	6,4	12,0	
Phenanthren	PHE	11,2	8,9	24,6	6,8	0,5	18,5	
Anthracen	ANT	0,83	0,05	1,11	0,05	0,16	0,05	
Pyren	PYR	13,5	7,6	20,1	6,5	0,05	0,9	
Benz[a]anthracen	BaA	4,2	3,2	10,3	1,8	0,6	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	7,3	5,0	13,5	3,5	0,05	0,5	
Dibenz[a,h]anthracen	DBaA	0,4	0,4	1,5	0,17	0,4	0,05	
Fluoranthren	FLU	19,9	10,2	25,6	11,4	0,05	1,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+BkF	7,1	5,4	10,3	0,05	1,1	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	2,7	2,3	5,2	0,9	0,2	0,05	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	2,0	1,5	3,0	0,6	0,6	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	2,8	1,9	3,0	1,2	0,6	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	21	16	39	6	2	1	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	<u>72</u>	<u>46</u>	<u>118</u>	<u>33</u>	<u>4</u>	<u>n.s.</u>	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	90	50	142	34	12	40	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-7: Metalle in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2014: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahrungsergänzungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	FTR	STR	FTR	STR	FTR	STR	
Antimon	Sb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Arsen	As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	-
Blei	Pb	0,16	0,17	< 0,1	0,19	0,22	< 0,1	3,00
Cadmium	Cd	0,03	0,06	0,10	0,04	0,01	0,04	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,12	0,19	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,1	-
Nickel	Ni	0,9	1,9	0,6	0,6	0,7	0,1	-
Zink	Zn	40	35	39	31	55	55	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Flughafen Verwaltung Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-8: PAK in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2014: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FTR	STR	FTR	STR	FTR	STR	
Naphthalin	NAP	2,68	0,83	6,03	0,05	16,01	6,02	
Acenaphthylen	ACY	0,38	0,10	1,14	0,05	0,89	0,17	
Acenaphthen	ACE	0,18	0,05	0,54	0,05	2,47	0,05	
Fluoren	FLE	1,79	1,33	3,78	0,36	9,35	3,83	
Phenanthren	PHE	17	13	34	7	32	8	
Anthracen	ANT	0,66	0,81	1,27	0,23	0,99	0,12	
Pyren	PYR	4,8	5,0	8,3	3,0	5,9	2,4	
Benz[a]anthracen	BaA	1,8	1,3	1,2	0,4	2,1	0,4	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	3,1	2,1	2,5	0,8	3,4	0,9	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	3,27	0,10	5,65	0,05	0,23	0,05	
Fluoranthren	FLU	7,6	7,9	11,0	6,4	7,3	3,2	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	3,1	3,5	1,3	1,2	3,7	1,7	
Benz[a]pyren	BaP	0,46	0,28	0,05	0,20	0,66	0,30	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	1,01	0,05	0,26	0,05	1,52	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,36	1,47	0,34	0,49	1,43	0,67	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	8	7	5	3	10	3	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	44	36	66	20	59	18	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	49	38	77	20	88	28	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-9: Metalle in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2015: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahrungsergänzungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	-
Arsen	As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	-
Blei	Pb	0,21	0,43	0,29	0,32	1,24	0,23	3,00
Cadmium	Cd	0,078	0,093	0,052	0,069	0,051	0,053	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,13	0,14	0,13	0,18	< 0,1	< 0,1	-
Nickel	Ni	0,56	0,61	0,38	0,5	0,50	0,55	-
Zink	Zn	45	30	38	34	176	65	-
Kupfer	Cu	9,6	7,8	7,9	8,4	8,2	7,2	-
Quecksilber	Hg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Flughafen Verwaltung Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus 3 bis 5 Stichproben

VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-10: PAK in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2015: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	5,9	2,5	4,4	3,5	3,1	3,7	
Acenaphthylen	ACY	0,84	0,40	1,35	0,26	0,17	0,24	
Acenaphthen	ACE	1,1	0,7	0,9	0,7	1,1	0,9	
Fluoren	FLE	2,8	1,8	3,0	0,9	6,9	3,3	
Phenanthren	PHE	19	10	29	7	23	8	
Anthracen	ANT	0,8	0,7	2,7	0,5	0,6	0,4	
Pyren	PYR	6,8	4,0	8,8	2,9	6,5	2,1	
Benz[a]anthracen	BaA	2,4	1,6	1,9	0,5	2,0	0,4	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	5,5	2,3	3,3	0,7	4,3	0,8	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,65	0,05	0,36	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthren	FLU	9,9	7,2	14,4	3,7	7,6	5,4	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	7,3	3,3	6,7	1,6	3,4	2,2	
Benzo[a]pyren	BaP	1,7	0,6	0,4	0,5	0,3	0,4	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	1,04	0,05	0,90	0,05	0,52	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,3	0,8	1,0	0,4	0,4	0,5	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	17	8	12	3	10	4	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	56	31	69	18	49	20	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	67	36	79	24	60	28	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-11: Metalle in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2016: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahrungsergänzungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	0,021	0,02	0,039	0,023	0,021	0,021	-
Arsen	As	0,013	0,024	< 0,013	0,026	0,025	0,02	-
Blei	Pb	0,39	0,17	0,67	0,28	0,31	0,42	3,00
Cadmium	Cd	0,11	0,14	0,05	0,07	0,05	0,08	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,12	0,11	0,18	0,20	0,17	0,08	-
Nickel	Ni	0,97	0,74	1,23	0,52	0,58	1,00	-
Zink	Zn	39	40	36	32	62	92	-
Kupfer	Cu	5,9	10,0	8,1	7,8	7,2	14,3	-
Quecksilber	Hg	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Flughafen Verwaltung Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus 3 bis 6 Stichproben

VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-12: PAK in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2017: PAK in Pollen [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	ähnl. Nah- rungsergän- zungsmittel
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	7,0	8,2	7,0	7,4	4,9	6,3	4,7	7,6	
Acenaphylen	ACY	1,12	0,93	1,13	0,61	1,04	0,48	0,62	0,59	
Acenaphthen	ACE	0,93	1,73	1,02	1,34	0,97	0,95	0,82	1,17	
Fluoren	FLE	4,6	4,8	5,4	3,1	5,0	1,7	4,0	3,4	
Phenanthren	PHE	42	17	36	17	33	12	18	14	
Anthracen	ANT	1,26	0,83	0,93	1,37	1,07	0,67	0,72	0,53	
Fluoranthen	FLU	17	8	15	10	15	8	7	5	
Pyren	PYR	9,1	4,6	8,1	6,6	7,9	4,0	3,9	3,4	
Benz[a]anthracen	BaA	2,5	0,9	2,1	1,2	1,4	0,5	1,2	0,6	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	6,7	1,5	5,8	3,1	4,7	1,6	3,4	1,2	
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbjF+BkF	7,1	5,5	6,1	5,1	6,4	3,6	4,4	4,1	
Benzo[a]pyren	BaP	1,55	0,95	1,67	1,15	0,83	0,81	0,69	0,72	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,42	0,33	1,20	0,46	1,12	<0,1	0,96	0,24	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,55	0,68	1,37	0,60	1,25	0,37	0,89	0,58	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,68	<0,1	0,55	<0,1	0,38	<0,1	0,19	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	17,8	8,8	15,6	10,6	13,3	6,5	9,6	6,6	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	91	40	79	47	72	31	41	31	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	104	56	93	59	84	40	51	43	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,

BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,

BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK

Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-13: Metalle in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: Metalle in Pollen [mg/kg OS]										Höchstgehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahr.ergän- zungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen								
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	0,034	0,023	<0,013	<0,013	0,066	0,015	-
Arsen	As	<0,013	0,062	0,016	0,019	<0,013	<0,013	0,041	0,023	-
Blei	Pb	0,13	0,44	0,12	0,16	0,12	0,12	0,37	0,20	3,00
Cadmium	Cd	0,036	0,032	0,047	0,29	0,067	0,048	0,044	0,060	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,04	0,27	0,11	0,09	0,53	0,07	0,27	0,08	-
Nickel	Ni	0,42	0,45	0,34	0,67	0,86	0,30	0,89	0,57	-
Zink	Zn	62	46	41	37	39	31	48	58	-
Kupfer	Cu	7,3	9,3	8,5	6,8	8,0	7,5	10,6	8,2	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus 3 bis 6 Stichproben
 VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-14: PAK in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: PAK in Pollen [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	ähnl. Nah- rungsergän- zungsmittel
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	7,0	8,2	7,0	7,4	4,9	6,3	4,7	7,6	
Acenaphthylen	ACY	1,12	0,93	1,13	0,61	1,04	0,48	0,62	0,59	
Acenaphthen	ACE	0,93	1,73	1,02	1,34	0,97	0,95	0,82	1,17	
Fluoren	FLE	4,6	4,8	5,4	3,1	5,0	1,7	4,0	3,4	
Phenanthren	PHE	42	17	36	17	33	12	18	14	
Anthracen	ANT	1,26	0,83	0,93	1,37	1,07	0,67	0,72	0,53	
Fluoranthen	FLU	17	8	15	10	15	8	7	5	
Pyren	PYR	9,1	4,6	8,1	6,6	7,9	4,0	3,9	3,4	
Benz[a]anthracen	BaA	2,5	0,9	2,1	1,2	1,4	0,5	1,2	0,6	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	6,7	1,5	5,8	3,1	4,7	1,6	3,4	1,2	
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbJf+BkF	7,1	5,5	6,1	5,1	6,4	3,6	4,4	4,1	
Benzo[a]pyren	BaP	1,55	0,95	1,67	1,15	0,83	0,81	0,69	0,72	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,42	0,33	1,20	0,46	1,12	<0,1	0,96	0,24	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,55	0,68	1,37	0,60	1,25	0,37	0,89	0,58	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,68	<0,1	0,55	<0,1	0,38	<0,1	0,19	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	17,8	8,8	15,6	10,6	13,3	6,5	9,6	6,6	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	91	40	79	47	72	31	41	31	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	104	56	93	59	84	40	51	43	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-15: Metalle in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: Metalle in Pollen [mg/kg OS]										Höchstgehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	Nahr.ergän- zungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen								
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	0,063	0,068	0,026	0,029	0,017	0,015	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	0,034	0,030	0,017	0,025	0,014	0,014	<0,013	0,014	-
Blei	Pb	0,33	0,33	0,11	0,17	0,09	0,24	0,27	0,24	3,00
Cadmium	Cd	0,047	0,039	0,185	0,171	0,080	0,088	0,039	0,038	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,28	0,32	0,11	0,16	0,09	0,09	0,04	0,07	-
Nickel	Ni	0,49	0,85	0,39	0,38	0,42	0,36	0,47	0,56	-
Zink	Zn	47	47	42	38	43	36	100	74	-
Kupfer	Cu	9,9	10,8	7,6	6,9	8,0	7,4	8,4	7,9	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus i.d.R. 3 Stichproben
 VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 zu Höchstgehalten in Nahrungsergänzungsmitteln

Tabelle 7.1-16: PAK in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: PAK in Pollen [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	ähnl. Nahr- ergän- zungsmittel
Probe und Tracht		Pollen								
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	6,3	5,2	5,9	3,1	5,1	4,4	4,4	3,4	
Acenaphthylen	ACY	1,06	1,07	1,33	0,33	1,16	0,33	0,41	0,14	
Acenaphthen	ACE	1,23	1,53	1,20	0,98	0,67	0,93	1,24	0,93	
Fluoren	FLE	5,9	4,4	4,6	2,9	3,4	1,9	2,8	2,8	
Phenanthren	PHE	48	20	25	14	20	12	17	15	
Anthracen	ANT	1,77	0,60	0,53	0,38	0,57	0,43	0,25	0,25	
Fluoranthen	FLU	21	10	14	5	9	4	5	5	
Pyren	PYR	10,9	6,1	8,2	3,3	5,3	4,0	4,5	3,7	
Benz[a]anthracen	BaA	2,9	1,3	2,4	0,9	1,1	1,0	0,5	0,5	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	4,0	2,7	4,9	1,2	2,3	1,2	1,9	1,4	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	9,6	6,7	6,2	2,8	2,2	2,5	2,9	2,0	
Benzo[a]pyren	BaP	2,81	1,06	2,23	0,91	0,72	0,95	1,17	1,17	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,99	0,51	1,36	0,46	0,54	0,45	0,40	0,39	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	2,03	0,84	2,07	0,84	0,91	0,79	0,58	0,58	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,43	0,13	0,51	<0,1	0,12	<0,1	0,11	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	19,3	11,8	15,7	5,8	6,4	5,6	6,5	5,1	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	105	51	68	29	43	27	35	30	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	119	63	81	36	53	35	44	37	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-17: Metalle in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: Metalle in Pollen [mg/kg OS]										Höchstgehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	Imkereierzeugnisse Nahr.ergänz.mittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen								
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	0,081	0,057	0,013	<0,013	0,032	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	0,035	0,040	0,032	0,013	<0,013	0,031	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	0,27	0,27	1,09	0,31	0,08	0,18	0,80	0,08	3,00
Cadmium	Cd	0,022	0,029	0,075	0,105	0,021	0,097	0,023	0,031	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,35	0,38	0,21	0,13	0,11	0,23	0,27	0,05	-
Nickel	Ni	0,84	0,50	0,64	0,82	0,79	0,66	0,47	0,46	-
Zink	Zn	52	42	51	57	42	39	207	55	-
Kupfer	Cu	14,3	10,7	9,3	9,0	8,9	11,4	7,5	8,3	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,01

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf.Schönefeld; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus i.d.R. 3 Stichproben
 VO (EU) Nr. 2018/73 zu Höchstgehalten für Imkereierzeugnisse, Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 für Nahrungsergänzungsmittel

Tabelle 7.1-18: PAK in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: PAK in Pollen [mg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	ähnl. Nah- rungsergän- zungsmittel
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	4,3	4,8	5,1	4,9	2,9	3,9	5,6	4,9	
Acenaphthylen	ACY	1,16	1,64	1,41	0,24	0,65	0,20	1,09	0,32	
Acenaphthen	ACE	2,12	1,89	1,29	0,67	0,61	0,43	1,22	0,92	
Fluoren	FLE	6,9	4,6	5,6	1,8	2,9	1,3	3,2	3,5	
Phenanthren	PHE	35	27	26	10	13	6	12	13	
Anthracen	ANT	0,40	0,97	0,49	0,27	0,23	0,21	0,18	0,28	
Fluoranthren	FLU	14	14	10	3	4	3	3	3	
Pyren	PYR	7,6	8,0	6,8	1,4	2,2	2,0	1,5	1,5	
Benz[a]anthracen	BaA	2,7	1,5	2,0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	3,6	3,5	3,9	0,6	1,1	0,9	0,9	0,8	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJf+BkF	8,5	8,0	7,3	0,8	1,5	1,4	1,1	1,3	
Benzo[a]pyren	BaP	2,79	2,77	2,40	0,33	0,55	0,86	0,41	0,41	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,22	1,17	1,28	0,13	0,19	0,55	0,15	0,16	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,83	2,28	1,91	0,21	0,29	0,85	0,23	0,24	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,41	0,41	0,44	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	17,6	15,8	15,6	1,9	3,6	3,6	2,8	2,7	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	78	69	63	17	24	16	20	20	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	93	82	76	24	31	22	31	30	

TXL: urban-flughafennah Flughf.Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughf. Verwaltung Schönefeld, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf.Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 7.1-19: Metalle in Pollen 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: Metalle in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgehalt
Probe von	MP	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	Imkereierzeugnisse Nahr.ergänz.mittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	0,020	0,019	0,014	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	0,014	0,030	0,025	0,014	<0,013	0,016	-
Blei	Pb	0,31	0,67	0,11	0,062	0,84	0,42	3,0
Cadmium	Cd	0,021	0,054	0,024	0,087	0,030	0,027	1,0
Chrom, ges.	Cr	0,093	0,11	0,11	0,071	0,055	0,16	-
Nickel	Ni	0,84	0,69	0,52	1,0	0,48	0,81	-
Zink	Zn	65	108	45	44	168	101	-
Kupfer	Cu	8,3	9,5	7,6	8,3	7,8	8,3	-
Quecksilber	Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,010

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung
 BMF: rural-flughafennah Vorfeld Schönefeld / BER; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, 90 km nordöstlich BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Pollen: Mischprobe aus i.d.R. 3 Stichproben
 VO (EU) 2018/73 zu Höchstgehalten für Imkereierzeugnisse, 2023/915 für Nahrungsergänzungsmittel

Tabelle 7.1-20: PAK in Pollen 2023 im Umfeld des Berliner Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: PAK in Pollen [mg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	ähnl. Nah- rungsergän- zungsmittel
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	6,5	3,8	6,1	3,2	5,6	3,7	
Acenaphthylen	ACY	0,54	0,32	0,57	0,37	1,00	0,35	
Acenaphthen	ACE	0,83	0,63	0,45	0,81	1,66	0,91	
Fluoren	FLE	5,3	3,7	3,2	2,6	3,1	3,0	
Phenanthren	PHE	8,4	13,1	7,1	9,3	15,9	10,0	
Anthracen	ANT	0,42	0,51	0,19	0,68	0,26	0,47	
Fluoranthren	FLU	3,9	4,9	4,4	3,7	3,7	3,3	
Pyren	PYR	2,7	3,2	2,7	2,5	2,2	2,7	
Benz[a]anthracen	BaA	0,45	0,77	0,78	0,38	0,24	0,42	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,06	0,94	1,53	0,67	0,81	0,75	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	1,2	1,7	1,5	1,2	0,7	1,4	
Benzo[a]pyren	BaP	0,80	1,01	0,88	0,54	0,32	0,63	10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	0,53	0,51	0,66	0,39	0,18	0,40	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,31	0,74	0,61	0,49	0,31	0,53	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,15	<0,1	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	3,5	4,4	4,7	2,8	2,0	3,2	50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	20	27	21	20	25	21	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	33	36	31	27	36	29	

BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld / BER, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughafen Schönefeld / BER
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
fett: schwerer flüchtige PAK; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) 2023/915 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen 12 / 16 EPA enthalten

8 Anhang D: Ergebnisse der Wachsanalysen 2011 bis 2023

Auffallend hohe Naphthalin-Anteile in Naturbauwachs und Waben mit Mittelwand 2012:

Die Frühtracht-Wachsproben 2012 von den Standorten BER und BRR (vom gleichen Imker betreut) stammten in einem Fall aus Naturbau, in der anderen aus Waben mit Mittelwand. Sie fielen durch höchste Naphthalin-Anteile an der Summe der 16 EPA-PAK auf: rund 50 bis 80 Prozent (siehe Tabelle 8.1-4). Weder in der Sommertracht 2012 von BER und BRR, noch in beiden Trachten 2013 (2013 auch BKB vom gleichen Imker, siehe Tabelle 8.1-6) traten vergleichbar hohe Anteile auf, sondern – wie andernorts – Naphthalin-Anteile von rund 10 bis 40 Prozent. Verunreinigungen im Labor, als Ursache für die vergleichsweise hohen Naphthalin-Anteile in Frühtracht-Wachsproben 2012 von BER und BRR schloss das Labor aus. Eine regionale, den Flughafen Berlin Schönefeld und Rangsdorf betreffende, zeitweise auftretende Luftsituation mit auffälligen Naphthalin-Anteilen im Frühjahr 2012 ist unwahrscheinlich. Somit bleibt die Ursache ungeklärt.

Waben mit Mittelwand mit auffallenden Anteilen schwerer flüchtiger PAK (PAK4) – ohne Auswirkung auf den Honig:

Im Jahr 2012 fielen vier Wachsproben mit im Standortvergleich höchsten PAK4-Gehalten auf (PAK4: schwerer flüchtiges Benz[a]anthracen, Chrysen, Benz[a]pyren und Benzo[b+j+k]fluoranthen, siehe Tabelle 8.1-4): Es waren Früh- und Sommertracht-Waben mit Mittelwand von BER und BRR. In Naturwachs 2012 von BER und BRR ohne Mittelwand waren hingegen die Gehalte der PAK4 ebenso unauffällig wie z. B. solche im Jahr 2013 (siehe Tabelle 8.1-6). Vermutlich waren nicht PAK-Einträge aus der Umwelt, sondern aus der zugekauften zertifizierten Mittelwand ursächlich.

Beim Münchner Honigmonitoring 2012¹¹ wurden Rückstände in Wabenwachs mit Mittelwand von über 200 µg/kg OS für die Summe aller 16 EPA-PAK gemessen. Dieser vergleichsweise hohe Wert war mit großer Wahrscheinlichkeit von den Mittelwänden aus dem Handel verursacht. Auch die PAK-Analyse der Mittelwand, die der Imker für die Standorte BER und BKB im Jahr 2014 zugekauft hatte, zeigte als Summe der 16 EPA-PAK einen vergleichsweise hohen Wert: knapp 600 µg/kg OS (ohne Darstellung).

Die Honige aus Honigwaben mit vergleichsweise höheren PAK-Rückständen im Wabenwachs wiesen beim Bienenmonitoring im Umfeld der Berliner Flughäfen mit dem Referenzstandort Schorfheide und beim Münchner Honigmonitoring keine höheren PAK-Gehalte auf (Kapitel 9: Tabelle 9.1-8).

¹¹ Die Kontrollanalyse einer Mittelwand ergab im Münchner Honigmonitoring 2012 den auffällig hohen PAK-Gehalt von über 1000 µg/kg OS. Das ist ein Bereich, der für Bienenwachs zum Kerzenbasteln aus dem Handel typisch ist: rund 500 bis über 1000 µg/kg OS typisch (Wäber und Hergt 2011 und mündliche Mitteilung der FMG).

Zusammenhang zwischen unterschiedlichem Alter von Naturbauwachs und PAK-Gehalten:

Im Naturwachs aus dem Referenzgebiet Schorfheide (BRS) wurden 2013 nur rund 50 µg/kg OS als Summe der 16 EPA-PAK gemessen. Diese Waben waren sehr hell, fast weiß (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 2.2-1). Es handelte sich nach Angaben des Imkers um von den Bienen frisch produziertes und daher zunächst weißes, sogenanntes Jungfernwachs. Naturwachs vom Frühjahr 2013 aus Kiekebusch (BKB) wies als Summe der 16 EPA-PAK rund 150 µg/kg OS auf und seine Farbe war hellbeige. Die Naturbauwachs vom Sommer 2013 vom Standort BER am Flughafen und vom Standort BKB wiesen rund 300 bis 400 µg/kg OS als Summe der 16 EPA-PAK auf. Sie bestanden aus unterschiedlichen hellen bis mittelbraunen Waben, somit unterschiedlich alten Waben, aus denen zur Analyse jeweils eine anteilige Mischprobe gebildet wurde. Die unterschiedlich hohen PAK-Gehalte in verschieden alten Waben im Jahr 2013 deuteten darauf hin, dass das Alter der Waben die PAK-Gehalte beeinflussen dürfte: d. h. je länger eine Wabe im Bienenstock hängt, desto mehr ist sie Luftschadstoffen ausgesetzt und desto mehr PAK können sich darin anreichern. Um diesen potenziellen Einfluss zu vermindern, wurde 2014 die sehr junge Umweltuntersuchungsmethodik weiter standardisiert und gleichzeitig und gleich lang exponiertes Drohnenwaben-Naturbauwachs untersucht (Wäber et al. 2016).

Im Jahr 2018 wurden die Mittelwände für die Honigwaben sämtlich aus Wachs aus dem Kreislauf vom Referenzstandort BRS hergestellt.

Im Jahr 2019 wurden mit Ausnahme des neuen Standorts BMF wiederum Mittelwände für die Honigwaben aus BRS-Wachs hergestellt. Das Wachs für die Honigwaben an BMF stammte aus eigenem Kreislauf.

Im Jahr 2023 wurden als Naturwachsproben erstmals Deckelwachs untersucht (Kap. 4 Glossar). Mit dem Deckelwachs verdeckeln die Bienen die reifen Honigwaben um sie zu konservieren. Der Zeitpunkt, an dem diese Wachsproduktion startete, ist nicht bekannt. Daher wurde als Zeitraum für die Exposition dieses Wachses der Zeitraum der Honigproduktion bis zum Abschleudern angegeben. Das Wachsalter könnte sich auf die Stoffgehalte ausgewirkt haben, beispielsweise ein geringes Alter von BMF-FT Wachs 2023 auf die auffallend niedrigen Metallgehalte darin.

8.1 Tabellarische Darstellung der Wachsanalysen

Tabelle 8.1-1: Metalle in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: Metalle in Wachs [mg/kg OS]					
Probe von	MP	BRR	BFM	BFM	BFM
Probe und Datum		Wachs+MW	Wachs+MW	Naturbau	Wachs+MW
Metalle	Abkürz.	30.06.11	29.05.11	30.06.11	07.07.11
Antimon	Sb	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,23
Cadmium	Cd	0,01	0,15	< 0,010	0,08
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,12
Nickel	Ni	< 0,10	0,37	0,25	0,43
Zink	Zn	11	25	3,2	72

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; Wachs+MW: Wabe auf Mittelwand

Tabelle 8.1-2: PAK in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: PAK in Wachs [µg/kg OS]					
Probe von	Messpunkt	BRR	BFM	BFM	BFM
Probe und Datum		Wachs	Wachs+MW	Naturbau	Wachs+MW
PAK-Komponente	Abkürz.	30.06.11	29.05.11	30.06.11	07.07.11
Naphthalin	NAP	14	16	17	15
Acenaphtylen	ACY	0,84	0,15	0,54	0,15
Acenaphthen	ACE	1,5	0,7	6,8	3,5
Fluoren	FLE	8	3	17	8
Phenanthren	PHE	35	11	88	21
Anthracen	ANT	1,5	0,8	1,9	1,1
Pyren	PYR	12	4	7	5
Benz[a]anthracen	BaA	1,7	0,5	0,3	1,0
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,2	1,4	1,2	2,5
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,15	0,15	0,15	0,15
Fluoranthen	FLU	14	4	13	6
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	3,0	1,7	0,1	4,3
Benz[a]pyren	BaP	0,8	0,15	0,15	0,5
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,15	0,15	0,15	0,15
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,30	0,15	0,15	0,15
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	7	4	2	8
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	69	24	112	43
Summe aller 16 EPA-PAK	16EPA	93	44	153	69

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG

NAP: grau, kursiv da Werte fraglich; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

auf Wachs nicht anwendbar: Höchstgehalte VO (EU) Nr. 835/2011; PAK4: Werte > 0,1 (BG) enthalten

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner BG sind mit deren 1/2 Wert angegeben und in Summen 12 und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-3: Metalle in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BRR	BRR	BRS	BRS
Probe und Datum		Wachs+MW	Wachs+MW	Wachs+MW	Wachs+MW	Wachs+MW	Wachs+MW
Metalle	Abkürz.	20.06.12	31.07.12	20.06.12	31.07.12	20.06.12	30.07.12
Antimon	Sb	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Blei	Pb	< 0,10	0,14	< 0,10	0,22	< 0,10	< 0,10
Cadmium	Cd	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Zink	Zn	0,6	1,7	0,8	0,7	4,9	4,0

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; Wachs+MW: Wabe auf Mittelwand

Tabelle 8.1-4: PAK in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: PAK in Wachs [µg/kg OS]									
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BER	BRR	BRR	BRR	BRS	BRS
Probe und Datum		Wachsart	Naturbau	Wachs+MW	Wachs+MW	Wildwachs	Wachs+MW	Wachs+MW	Wachs+MW
PAK-Komponente	Abkürz.	20.06.12	20.06.12	31.07.12	20.06.12	20.06.12	31.07.12	20.06.12	30.07.12
Naphthalin	NAP	367	266	63	266	306	81	6	17
Acenaphtylen	ACY	0,25	1,6	1,4	3,0	3,5	3,2	0,25	0,6
Acenaphten	ACE	9,6	4,8	20	14	7,0	26	1,8	2,6
Fluoren	FLE	18	12	38	37	17	75	14	9
Phenanthren	PHE	41	84	68	68	66	176	16	10
Anthracen	ANT	1,9	4,6	2,8	3,7	6,2	5,1	0,9	0,25
Pyren	PYR	11	48	25	14	55	40	2,3	1,5
Benz[a]anthracen	BaA	0,6	15	7,0	2,9	22	8,3	1,0	0,6
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	3,3	33	16	4	37	19	3,0	1,1
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,25	0,63	0,25	0,25	0,80	0,25	0,25	0,25
Fluoranthen	FLU	14	80	43	19	73	70	3,7	2,2
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbjF+BkF	5,1	17	10,9	5,2	30	16	2,3	1,8
Benz[a]pyren	BaP	0,25	4,5	3,4	0,25	8,0	2,5	0,25	0,25
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,25	3,7	2,5	0,9	8,3	4,1	0,8	0,25
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,6	3,7	3,6	1,1	8,4	4,4	0,6	0,25
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	9	69	37	12	97	46	6	3
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	79	294	182	120	315	345	32	19
Summe der 16 EPA-PAK	16EPA	474	577	304	440	648	530	54	48

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; Wachs+MW: Wabe auf Mittelwand; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

auf Wachs nicht anwendbar: Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-5: Metalle in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2013: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Datum		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
Metalle	Abkürz.	bis 26.6.13	bis 14.7.13	bis 26.6.13	bis 14.7.13	bis 25.5.13	bis 10.7.13
Antimon	Sb	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cadmium	Cd	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Zink	Zn	0,8	1,5	0,7	1,7	8,9	9,9

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

Tabelle 8.1-6: PAK in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2013: PAK in Wachs [µg/kg OS]							
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Datum		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
PAK-Komponente	Abkürz.	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 25.05.13	bis 10.07.13
Naphthalin	NAP	70	67	36	94	10	7
Acenaphthylen	ACY	2,8	1,9	1,7	3,5	0,5	2,5
Acenaphthen	ACE	14,5	16,9	10,6	20,9	2,6	2,0
Fluoren	FLE	30	57	25	62	9	6
Phenanthren	PHE	111	164	59	161	34	18
Anthracen	ANT	1,9	6,7	1,9	6,8	0,9	2,1
Pyren	PYR	19	20	6	15	6	3
Benz[a]anthracen	BaA	5,2	0,9	0,4	1,0	0,8	0,9
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	13,6	2,1	1,1	2,0	2,7	1,7
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,33	0,21	0,05	0,17	0,35	0,15
Fluoranthren	FLU	44	24	10	19	16	5
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	2,90	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Benzo[a]pyren	BaP	0,53	0,05	0,05	0,05	0,50	0,05
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	1,27	0,35	0,29	0,40	0,66	0,36
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,21	0,47	0,14	0,53	0,79	0,45
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	22	3	2	3	4	3
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	<u>201</u>	<u>219</u>	<u>78</u>	<u>206</u>	<u>63</u>	<u>32</u>
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	<u>318</u>	<u>362</u>	<u>151</u>	<u>387</u>	<u>86</u>	<u>49</u>

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; Su4PAK: Summe der 4 grau unterlegten PAK

auf Wachs nicht anwendbar: Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthalt. Nahrungsmittel; PAK nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-7: Metalle in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2014: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Datum		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
Metalle	Abkürz.	FTR	STR	FTR	STR	FTR	STR
Antimon	Sb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Arsen	As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Blei	Pb	0,12	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11	< 0,10
Cadmium	Cd	0,021	0,022	0,010	0,015	0,015	< 0,01
Chrom, ges.	Cr	0,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,11	0,13
Nickel	Ni	0,40	0,41	0,32	0,26	0,39	0,16
Zink	Zn	35	22	24	27	52	30

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

Naturwachs: aus der an allen Messpunkten parallel exponierten Drohnenwabe

Tabelle 8.1-8: PAK in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2014: PAK in Wachs [µg/kg OS]							
Probe von	Messpunkt	BER-FTR	BER-STR	BKB-FTR	BKB-STR	BRS-FTR	BRS-STR
Naturwachs aus der Drohnenwabe		DWachs	DWachs	DWachs	DWachs	DWachs	DWachs
PAK-Komponente	Abkürz.	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14
Naphthalin	NAP	69	36	35	34	27	8
Acenaphylen	ACY	2,5	1,1	1,1	1,5	1,1	0,9
Acenaphthen	ACE	7,3	13,9	4,0	6,0	1,7	0,4
Fluoren	FLE	15	38	8	13	4	3
Phenanthren	PHE	26	102	13	37	9	6
Anthracen	ANT	0,8	3,9	0,4	1,5	0,2	0,5
Pyren	PYR	6,2	8,5	1,8	4,5	2,4	0,8
Benz[a]anthracen	BaA	1,3	0,6	0,2	0,7	0,3	0,4
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	2,9	1,4	0,9	1,5	1,1	0,8
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,5	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05
Fluoranthren	FLU	7,7	12,3	2,5	5,4	3,5	2,0
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	5,1	2,1	2,3	2,3	2,5	0,9
Benz[a]pyren	BaP	0,52	0,46	0,31	0,48	0,36	0,40
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	1,5	0,7	0,4	0,5	0,4	0,3
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,2	0,9	0,4	0,7	0,4	0,6
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	10	5	4	5	4	3
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	54	133	22	55	20	13
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	148	222	70	109	54	25

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

auf Wachs nicht anwendbar: Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthalt. Nahrungsmittel; PAK nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-9: Metalle in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2015: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Arsen	As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Blei	Pb	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium	Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrom, ges.	Cr	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nickel	Ni	0,22	0,45	0,15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	Zn	1,6	2	3,1	4	3,8	10
Kupfer	Cu	0,38	0,68	0,86	0,42	0,12	0,17
Quecksilber	Hg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

Naturwachs: aus der an allen Messpunkten parallel exponierten Wabe für Scheibenhonig

Tabelle 8.1-10: PAK in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2015: PAK in Wachs [µg/kg OS]							
Probe von	Messpunkt	BER-FT	BER-ST	BKB-FT	BKB-ST	BRS-FT	BRS-ST
Naturwachs aus der Drohnenwabe		DWachs	DWachs	DWachs	DWachs	DWachs	DWachs
PAK-Komponente	Abkürz.	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14	23.4.-7.5.14	10.6.-5.7.14
Naphthalin	NAP	64	33	25	28	16	16
Acenaphthylen	ACY	2,4	1,0	1,0	1,3	0,4	0,7
Acenaphthen	ACE	13,2	12,6	5,7	6,7	3,5	4,7
Fluoren	FLE	21	46	11	39	5	17
Phenanthren	PHE	39	121	20	107	14	60
Anthracen	ANT	0,7	5,1	2,1	4,2	1,1	2,3
Pyren	PYR	5,1	7,2	3,9	6,5	4,2	5,3
Benz[a]anthracen	BaA	6,5	0,5	0,7	0,4	0,6	0,4
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	9,0	1,8	1,4	1,1	1,0	0,6
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,44	0,17	0,05	0,13	0,05	0,05
Fluoranthren	FLU	10,7	12,4	6,6	9,8	8,8	6,5
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	7,0	2,1	2,4	1,8	1,8	1,4
Benz[a]pyren	BaP	0,7	0,6	0,27	0,48	0,47	0,35
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	2,2	0,6	0,33	0,62	0,53	0,37
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	1,8	0,7	0,20	0,78	0,42	0,52
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	23	5	4,8	4	3,9	3
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	83	152	38	133	33	78
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	184	244	81	208	58	116

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK auf Wachs nicht anwendbar: Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthalt. Nahrungsmittel; PAK nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-11: Metalle in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2016: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013
Arsen	As	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013
Blei	Pb	0,048	0,042	0,027	0,028	0,028	0,047
Cadmium	Cd	0,003	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Chrom, ges.	Cr	0,037	0,031	0,037	0,035	0,039	0,04
Nickel	Ni	0,06	0,03	0,03	0,04	< 0,025	0,11
Zink	Zn	1,5	1,0	1,2	1,8	5,6	13
Kupfer	Cu	0,36	0,57	0,26	1,07	0,16	0,49
Quecksilber	Hg	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

Naturwachs: aus an allen Messpunkten parallel exponierten, unbebrüteten Drohnenwaben

Tabelle 8.1-12: PAK in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2016: PAK in Wachs [µg/kg OS]							
Probe von	Messpunkt	BER-FT	BER-ST	BKB-FT	BKB-ST	BRS-FT	BRS-ST
Naturwachs aus der Drohnenwabe		Drohnenwabe	Drohnenwabe	Drohnenwabe	Drohnenwabe	Drohnenwabe	Drohnenwabe
PAK-Komponente	Abkürz.	5.-30.5.16	15.6.-30.7.16	5.-30.5.16	15.6.-30.7.16	5.-30.5.16	10.6.-30.7.16
Naphthalin	NAP	24	18	22	15	15	10
Acenaphthylen	ACY	2,8	0,6	3,8	1,5	1,7	0,6
Acenaphthen	ACE	14	9	20	7	3	3,5
Fluoren	FLE	18	28	28	28	7	12
Phenanthren	PHE	40	57	67	64	13	37
Anthracen	ANT	0,9	3,9	2,5	3,9	0,7	2,0
Pyren	PYR	2,3	3,1	3,0	2,9	0,9	3,5
Benz[a]anthracen	BaA	1,2	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	3,1	1,2	0,8	0,9	0,5	0,5
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,13	0,05	0,05	0,05
Fluoranthren	FLU	4,7	5,3	7,4	6,6	2,5	4,5
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	2,1	1,5	1,9	1,9	0,8	1,2
Benz[a]pyren	BaP	0,21	0,5	0,21	0,53	0,18	0,30
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,98	0,3	0,29	0,19	0,25	0,25
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,48	0,4	0,20	0,29	0,14	0,28
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	7	4	3	4	2	2
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	56	73	84	81	19	49
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	115	129	158	133	46	76

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK, PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-13: Metalle in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: Metalle in Wachs [mg/kg OS]									
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Blei	Pb	0,047	<0,025	0,072	<0,025	0,026	0,089	0,060	<0,025
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0034	<0,0025
Chrom, ges.	Cr	0,045	<0,025	0,042	<0,025	0,037	0,041	<0,025	<0,025
Nickel	Ni	0,12	<0,025	0,039	<0,025	0,082	0,059	0,030	0,034
Zink	Zn	5,5	1,7	2,6	1,6	2,3	4,7	22,4	12,9
Kupfer	Cu	1,33	0,11	0,47	0,17	0,33	1,31	0,44	0,19
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 Naturwachs: aus an allen Messpunkten parallel exponierten, ausgeschleuderten Wabenhonigwaben

Tabelle 8.1-14: PAK in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: PAK in Wachs [µg/kg OS]										
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Naturwachs aus der Wabenhonigwabe		Naturwachs								
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	18	15	21	17	20	14	17	9	
Acenaphthylen	ACY	2,7	1,4	3,0	1,3	3,5	1,5	1,5	1,5	
Acenaphthen	ACE	10,9	1,1	15,2	8,3	14,7	7,4	3,9	2,3	
Fluoren	FLE	23,6	4,8	26,2	30,6	25,5	24,9	7,9	6,8	
Phenanthren	PHE	45	17	56	55	47	55	17	20	
Anthracen	ANT	1,7	1,0	2,0	3,7	2,3	3,6	0,9	1,0	
Fluoranthren	FLU	10,4	2,7	12,6	4,4	9,4	6,1	8,1	4,1	
Pyren	PYR	5,1	1,4	6,3	2,2	4,8	2,4	4,1	2,9	
Benz[a]anthracen	BaA	1,40	0,49	2,90	0,65	0,87	0,49	0,63	0,35	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,88	0,93	4,43	1,59	1,84	1,25	0,96	0,73	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbF+BkF	2,8	2,1	3,3	2,0	2,9	2,3	1,9	1,9	
Benzo[a]pyren	BaP	0,68	0,37	0,76	0,65	0,65	0,63	0,53	0,34	
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,42	0,25	1,67	0,39	1,09	0,16	0,88	0,27	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,81	0,45	0,93	0,49	0,81	0,26	0,61	0,34	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,45	<0,1	0,56	<0,1	0,34	0,12	0,25	<0,1	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	6,8	3,9	11,4	4,9	6,3	4,7	4,1	3,4	
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	71	26	92	71	72	73	36	32	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	126	49	157	129	136	121	65	52	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-15: Metalle in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: Metalle in Wachs [mg/kg OS]									
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Blei	Pb	<0,025	<0,025	0,038	0,052	0,054	0,029	0,033	0,027
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0045	0,0029	0,0026	<0,0025	<0,0025
Chrom, ges.	Cr	<0,025	0,028	0,053	0,065	0,169	<0,025	<0,025	<0,025
Nickel	Ni	<0,025	0,029	0,21	0,089	0,030	0,030	0,025	0,026
Zink	Zn	1,3	2,0	2,5	1,6	2,8	1,4	25,8	11,5
Kupfer	Cu	0,10	0,20	0,93	0,38	0,27	0,24	0,22	0,27
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 Naturwachs: aus an allen Messpunkten parallel exponierten, ausgeschleuderten Wabenhonigwaben

Tabelle 8.1-16: PAK in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: PAK in Wachs [µg/kg OS]									
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS
Naturwachs aus der Wabenhonigwabe		Naturwachs							
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Naphthalin	NAP	14	12	10	12	15	13	13	10
Acenaphtylen	ACY	1,5	1,0	1,4	0,9	1,6	0,7	0,8	0,4
Acenaphthen	ACE	5,9	1,6	10,4	10,1	12,4	6,2	2,1	0,9
Fluoren	FLE	12,7	9,6	16,2	24,6	17,9	25,9	5,9	4,4
Phenanthren	PHE	36	17	35	57	38	61	16	18
Anthracen	ANT	0,9	0,8	1,2	2,9	1,3	4,5	0,9	0,8
Fluoranthen	FLU	9,9	7,5	3,3	7,3	4,3	8,7	4,0	5,2
Pyren	PYR	4,3	3,7	2,1	2,4	2,2	3,1	2,7	2,0
Benz[a]anthracen	BaA	1,52	0,22	0,65	0,26	0,48	0,42	0,72	0,32
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	1,22	0,31	0,83	0,70	0,51	0,91	0,78	0,74
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	2,9	1,2	1,2	0,8	1,1	1,2	2,0	1,8
Benzo[a]pyren	BaP	0,92	0,53	0,46	0,22	0,51	0,46	0,88	0,27
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	1,30	0,16	0,27	0,13	0,19	0,15	0,57	0,27
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,66	0,18	0,67	0,19	0,17	0,20	0,36	0,35
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,36	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	6,6	2,2	3,2	2,0	2,6	3,0	4,4	3,2
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	60	32	46	72	49	81	29	30
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	94	56	84	119	96	126	50	45

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-17: Metalle in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: Metalle in Wachs [mg/kg OS]									
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	0,015	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Blei	Pb	0,060	<0,025	<0,025	<0,025	0,127	0,055	<0,025	<0,025
Cadmium	Cd	0,0033	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0027	<0,0025	<0,0025
Chrom, ges.	Cr	0,049	<0,025	0,135	0,052	0,154	0,113	0,027	<0,025
Nickel	Ni	0,102	0,028	0,065	0,082	0,034	0,045	<0,025	<0,025
Zink	Zn	9,7	0,8	3,0	4,3	1,8	3,3	12,6	14,3
Kupfer	Cu	2,04	0,12	0,18	0,28	0,82	0,15	0,20	0,09
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf. Schönefeld; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 Naturwachs: aus an allen Messpunkten parallel exponierten, ausgeschleuderten Wabenhonigwaben

Tabelle 8.1-18: PAK in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: PAK in Wachs [mg/kg OS]									
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS
Naturwachs aus der Wabenhonigwabe		Naturwachs							
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Naphthalin	NAP	9	10	14	10	7	9	11	11
Acenaphthylen	ACY	1,1	0,8	1,0	0,8	0,6	0,6	0,7	0,4
Acenaphthen	ACE	2,1	1,0	3,6	1,7	0,7	0,9	3,0	2,0
Fluoren	FLE	6,3	3,6	9,5	3,4	2,3	2,5	5,9	9,3
Phenanthren	PHE	23	15	24	7	26	9	17	18
Anthracen	ANT	0,8	0,9	1,4	0,3	1,3	0,7	0,4	0,9
Fluoranthren	FLU	2,4	2,0	1,4	0,6	3,6	2,5	1,6	5,5
Pyren	PYR	1,6	0,9	1,0	0,4	2,0	1,9	1,2	2,7
Benz[a]anthracen	BaA	0,40	0,17	0,14	0,12	0,56	0,39	0,19	0,18
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,40	0,38	0,34	0,41	0,59	0,62	0,23	0,35
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+BkF	1,1	0,3	0,3	0,4	1,2	0,7	0,6	0,4
Benzo[a]pyren	BaP	0,26	0,13	0,14	0,11	0,54	0,12	0,16	0,10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,27	0,21	<0,1	<0,1
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,38	0,35	<0,1	<0,1
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	2,1	1,0	1,0	1,0	2,9	1,9	1,2	1,0
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	30	20	28	9	36	17	21	28
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	49	35	56	25	47	29	42	50

TXL: urban-flughafennah Flughf. Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughf. Verwaltung Schönefeld, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf. Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 8.1-19: Metalle in Wachs 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: Metalle in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	MP	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS
Probe und Tracht		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Blei	Pb	0,029	<0,025	<0,025	<0,025	0,056	0,061
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,0025
Chrom, ges.	Cr	0,064	0,043	<0,025	0,045	0,056	<0,025
Nickel	Ni	0,044	0,046	<0,025	<0,025	0,032	<0,025
Zink	Zn	11,4	12,2	0,90	8,9	15,7	11,7
Kupfer	Cu	0,19	0,23	0,11	0,10	0,15	0,20
Quecksilber	Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung
 BMF: rural-flughafennah Vorfeld Schönefeld / BER; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, 90 km nordöstlich BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Naturwachs: 2023 aus Entdeckelungswachs

Tabelle 8.1-20: PAK in Wachs 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: PAK in Wachs [mg/kg OS]							
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS
Naturwachs aus der Wabenhonigwabe		Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST
Naphthalin	NAP	10,2	7,3	9,6	8,0	9,9	8,3
Acenaphthylen	ACY	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0
Acenaphthen	ACE	0,54	1,2	0,55	0,38	0,73	1,2
Fluoren	FLE	1,8	2,3	1,3	1,4	2,2	2,9
Phenanthren	PHE	7,5	4,6	6,0	5,3	10,2	6,0
Anthracen	ANT	0,79	0,24	0,50	0,28	0,71	0,42
Fluoranthen	FLU	1,8	1,2	1,5	1,6	1,7	1,3
Pyren	PYR	1,5	0,76	1,2	1,1	1,4	0,79
Benz[a]anthracen	BaA	0,29	0,30	0,17	0,37	0,22	0,21
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,41	0,46	0,26	0,52	0,31	0,42
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	0,84	0,31	0,43	0,36	0,49	0,26
Benzo[a]pyren	BaP	0,44	0,17	0,16	0,14	0,21	0,12
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	0,26	0,10	<0,1	<0,1	0,10	0,10
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,27	<0,1	<0,1	0,11	0,14	0,10
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	2,0	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	14	8	10	10	15	10
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	28	20	23	20	29	23

BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld / BER, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughafen Schönefeld / BER
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

fett: schwerer flüchtige PAK; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen 12 / 16 EPA enthalten

9 Anhang E: Ergebnisse der Honiganalysen 2011 bis 2023

9.1 Tabellarische Darstellung der Honiganalysen

Tabelle 9.1-1: Metalle in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: Metalle in Honig [mg/kg OS]						Aktionswert Honig
Probe von	Messpunkt	BRR	BRR	BFM	BFM	
Honigtrachternte		Frühtr.	Sommer	Frühtr.	Sommer	
Metalle	Abkürz.	15.05.11	05.07.11	14.05.11	bis 08.07.	
Antimon	Sb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Arsen	As	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,25
Cadmium	Cd	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,05
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Zink	Zn	1,5	0,32	0,54	0,23	-
Kupfer	Cu	0,16	< 0,10	0,11	< 0,10	-
Quecksilber	Hg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz

Aktionswert: gem. Österreich. Bundesmin. für Gesundheit (ÖBMG 2009)

Tabelle 9.1-2: PAK in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2011: PAK in Honig [µg/kg OS]						Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BRR	BRR	BFM	BFM	andere i.W. fett haltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Frühtracht	Sommertr.	Frühtracht	Sommertr.	
PAK-Komponente	Abkürz.	15.05.11	05.07.11	14.05.11	bis 08.07.	
<i>Naphthalin</i>	<i>NAP</i>	150	130	200	120	
Acenaphtylen	ACY	2,2	1,3	1,4	1,6	
Acenaphthen	ACE	0,63	0,75	0,91	1,70	
Fluoren	FLE	5,5	2,8	4,9	3,1	
Phenanthren	PHE	1,50	0,75	1,40	0,67	
Anthracen	ANT	0,55	0,34	0,27	0,26	
Pyren	PYR	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthen	FLU	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe aller 16 EPA-PAK	16EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BFM: Standort ca. 3 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG

NAP: grau, kursiv da Werte fraglich; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 853/2011 für i.W. fett haltige Nahrungsmittel; PAK4: nur Werte > 0,1 (BG) enthalten

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner Bestimmungsgrenze sind mit deren 1/2 Wert angegeben und in Summen 12 und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-3: Metalle in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Aktionswert
Probe von	MP	BER	BER	BRR	BRR	BRS	BRS	Honig
FT Früh-/ST Sommertracht	Sommertracht	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	-	-	-	-	-	-	-
Arsen	As	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,25
Cadmium	Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Zink	Zn	0,36	0,10	0,17	< 0,10	0,20	0,17	-
Kupfer	Cu	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Quecksilber	Hg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

Aktionswert: gem. Österreich. Bundesmin. für Gesundheit (ÖBMG 2009)

Tabelle 9.1-4: PAK in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2012: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BRR	BRR	BRS	BRS	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
FT Früh- / ST Sommertracht		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	36	20	16	32	16	21	
Acenaphylen	ACY	4,2	2,4	1,3	3,1	1,3	5,5	
Acenaphthen	ACE	0,93	0,91	0,34	0,68	0,42	1,80	
Fluoren	FLE	18	6,9	7,0	13	10	11	
Phenanthren	PHE	4,7	2,8	2,7	3,8	2,6	3,4	
Anthracen	ANT	2,4	0,6	0,8	1,8	1,2	1,0	
Pyren	PYR	0,35	0,30	0,26	0,28	0,18	0,32	
Benz[a]anthracen	BaA	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,13	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	
Fluoranthren	FLU	0,41	0,28	0,26	0,30	0,15	0,32	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1 - 6
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	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0,25	0	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	8	n.s.	4	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe der 16 EPA-PAK	16EPA	67	35	29	55	32	45	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BRR: Standort ca. 6 km vom Flughafen Berlin Schönefeld entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-5: Metalle in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte

Bienenmonitoring 2013: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Aktionswert
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BRR/KB	BRS	BRS	
FT Früh-/ST Sommertracht		Honig						
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Arsen	As	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,25
Cadmium	Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Zink	Zn	0,28	0,21	< 0,10	0,24	0,34	0,29	-
Kupfer	Cu	0,15	0,11	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Quecksilber	Hg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

Aktionswert: gem. Öster. Bundesmin. für Gesundheit (ÖBMG 2009), gilt nicht nach dt. Recht

Tabelle 9.1-6: PAK in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2013: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W.
Probe und Datum		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	fetthaltige
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	Nahr.mittel
Naphthalin	NAP	4,0	4,9	4,8	5,9	6,70	8,7	
Acenaphthylen	ACY	0,8	1,3	1,5	2,2	2,1	2,9	
Acenaphthen	ACE	0,29	0,40	0,33	0,48	0,48	0,61	
Fluoren	FLE	4,7	6,6	8,2	8,5	10,0	15,0	
Phenanthren	PHE	1,1	1,5	2,0	1,9	2,1	3,3	
Anthracen	ANT	0,64	0,93	1,30	1,30	1,50	2,20	
Pyren	PYR	0,14	0,13	0,14	0,13	0,16	0,2	
Benz[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	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthen	FLU	0,21	0,20	0,25	0,21	0,25	0,37	
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1 - 6
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	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	0	0	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	12	16	19	21	24	34	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-7: Metalle in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2014: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Aktionswert
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
FT Früh-/ST Sommertracht	Honig							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Arsen	As	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Blei	Pb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,25
Cadmium	Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Chrom, ges.	Cr	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Nickel	Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-
Zink	Zn	0,23	0,15	0,19	0,11	0,23	0,41	-
Kupfer	Cu	0,21	0,11	<0,1	<0,1	0,13	0,21	-
Quecksilber	Hg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

Aktionswert: gem. Öster. Bundesmin. für Gesundheit (ÖBMG 2009), gilt nicht nach dt. Recht

Tabelle 9.1-8: PAK in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2014: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Probe und Datum		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	5,4	5,9	12,6	7,7	10,8	5,9	
Acenaphthylen	ACY	0,4	0,7	2,3	1,5	1,8	1,5	
Acenaphthen	ACE	1,7	0,4	1,2	0,1	1,2	0,3	
Fluoren	FLE	5,1	5,7	12,0	6,9	10,0	6,8	
Phenanthren	PHE	6,3	1,9	7,5	2,0	7,2	2,0	
Anthracen	ANT	0,65	0,35	1,30	0,61	1,00	0,44	
Pyren	PYR	0,11	0,05	0,15	0,11	0,11	0,05	
Benz[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	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthren	FLU	0,25	0,20	0,34	0,23	0,29	0,15	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+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	1 - 6
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	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	0	0	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	20	15	38	20	33	17	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 853/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-9: Metalle in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2015: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Aktionswert
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Honig	Honig
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	F/ST	ST	
Antimon	Sb	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Arsen	As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Blei	Pb	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,25
Cadmium	Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Chrom, ges.	Cr	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	-
Nickel	Ni	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
Zink	Zn	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	0,8	-
Kupfer	Cu	0,21	0,18	0,12	0,10	0,14	0,22	-
Quecksilber	Hg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

Wabenhonig: aus Naturbauwabe ohne Mittelwand (anstatt aus Honigwabe mit Mittelwand)

Tabelle 9.1-10: PAK in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2015: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER-FT	BER-ST	BKB-FT	BKB-ST	BRS-FT	BRS-ST	andere i.W.
Naturwachs aus der Drohnenwabe		Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Honig	fetthaltige Nahr.mittel
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	6,2	7,6	5,6	6,7	8,5	6,9	
Acenaphthylen	ACY	0,7	0,9	0,2	0,3	0,5	0,3	
Acenaphthen	ACE	0,4	0,6	0,2	0,2	0,7	0,2	
Fluoren	FLE	7,7	9,1	3,9	3,7	5,8	4,2	
Phenanthren	PHE	2,5	3,0	1,3	1,7	2,4	1,1	
Anthracen	ANT	1,1	1,8	0,6	0,4	1,1	0,6	
Pyren	PYR	0,24	0,32	0,15	0,05	0,20	0,16	
Benz[a]anthracen	BaA	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,12	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	
Fluoranthren	FLU	0,39	0,40	0,23	0,05	0,26	0,13	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1 - 6
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	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0,2	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	20	24	13	13	20	14	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht, ST: Sommertracht; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Wabenhonig: aus Naturbauwabe ohne Mittelwand (anstatt aus Honigwabe mit Mittelwand); BKB-ST: 16 EPA-PAK eigentlich "n.s.", weil > 50 % der Werte <BG
Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-11: Metalle in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2016: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Höchst- gehalt
Probe von	MP	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Aktionswert
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,017	< 0,013	< 0,013	-
Arsen	As	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	-
Blei	Pb	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,10
Cadmium	Cd	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	0,05
Chrom, ges.	Cr	0,098	0,063	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	-
Nickel	Ni	0,095	0,035	< 0,025	< 0,025	0,036	< 0,025	-
Zink	Zn	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	-
Kupfer	Cu	0,13	0,16	0,07	0,09	0,05	0,16	-
Quecksilber	Hg	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Verwaltung SXF entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

Höchstgehalt für Honig (VO (EU) 2015/1005); Aktionswert: gem. Öster. Bundesmin. f. Gesundheit 2012, kein dt. Recht

Tabelle 9.1-12: PAK in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort

Bienenmonitoring 2016: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER-FT	BER-ST	BKB-FT	BKB-ST	BRS-FT	BRS-ST	anderartige Lebensmittel
Naturwachs aus der Drohnenwabe		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	5,5	6,3	6,9	5,2	5,0	6,6	
Acenaphthylen	ACY	0,62	1,40	0,48	0,41	0,21	0,20	
Acenaphthen	ACE	0,15	0,93	0,23	0,19	0,32	0,17	
Fluoren	FLE	4,4	11,9	5,1	5,9	4,9	5,9	
Phenanthren	PHE	3,3	3,3	3,4	2,1	1,9	1,7	
Anthracen	ANT	0,86	2,07	0,42	1,42	0,37	0,8	
Pyren	PYR	0,21	0,52	0,24	0,15	0,05	0,12	
Benz[a]anthracen	BaA	0,05	0,13	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,13	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	
Fluoranthen	FLU	0,51	0,72	0,39	0,21	0,12	0,21	
Benzo[b,j,k]fluoranthen	BbjF+BkF	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1-10
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	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0	0,3	0	0	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	7	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	16	28	17	16	13	16	

BER: Flughafen Berlin Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

BKB: Standort Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

BRS: Referenzstandort ca. 90 km nordöstlich von BER in Schorfheide

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht, ST: Sommertracht; n.s.: nicht summierbar, weil mind. 50% der Werte <BG; PAK4: Summe der 4 grau unterlegten PAK

Höchstgeh.: Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für andersartige Lebensmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Tabelle 9.1-13: Metalle in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: Metalle in Honig [mg/kg OS]										Höchst- gehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Honig	Aktionswert							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,10
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,05
Chrom, ges.	Cr	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025	<0,025	<0,025	0,06	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Zink	Zn	1,39	0,20	0,24	0,17	0,19	0,15	0,25	0,38	-
Kupfer	Cu	0,59	0,11	0,087	0,089	0,047	0,072	<0,025	0,086	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Honig: aus der Wabenhonigwabe geschleudert (wie im Jahr 2015)
 Höchstgehalt für Honig (VO (EU) Nr. 2015/1005); Aktionswert: gem. Österreichischem Bundesministerium für Gesundheit 2012 und 2015, kein dt. Recht

Tabelle 9.1-14: PAK in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2017: PAK in Honig [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Honig aus der Wabenhonigwabe		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	andersartige Lebensmittel
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	5,0	9,5	6,2	11,6	5,8	9,8	5,5	11,5	
Acenaphthylen	ACY	0,84	1,45	0,74	1,52	0,66	1,39	0,28	0,75	
Acenaphthen	ACE	0,42	0,36	0,38	1,21	0,46	1,31	0,31	0,56	
Fluoren	FLE	7,6	7,0	4,5	13,4	5,1	13,6	2,3	8,1	
Phenanthren	PHE	4,2	1,2	4,0	3,0	2,9	3,2	1,6	2,1	
Anthracen	ANT	0,48	0,51	0,59	1,74	0,54	1,90	0,26	1,19	
Fluoranthen	FLU	1,49	0,22	1,43	0,33	0,94	0,31	0,72	0,25	
Pyren	PYR	0,97	0,14	0,81	0,20	0,55	0,18	0,39	0,16	
Benz[a]anthracen	BaA	0,14	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,28	<0,1	0,25	0,10	0,13	0,12	<0,1	<0,1	
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyren	BaP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0,42	0	0,38	0,10	0,13	0,22	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	7,8	n.s.	7,5	5,7	5,4	6,1	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	22	21	19	33	17	32	12	25	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für andersartige Lebensmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-15: Metalle in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: Metalle in Honig [mg/kg OS]										Höchst- gehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Honig	Aktionswert							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,10
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,05
Chrom, ges.	Cr	0,029	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025	<0,025	<0,025	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Zink	Zn	0,27	0,25	0,21	0,44	0,24	0,20	0,22	0,22	-
Kupfer	Cu	0,24	0,21	0,10	0,22	0,07	0,09	0,05	0,08	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Honig: aus der Wabenhonigwabe geschleudert (wie im Jahr 2015)

Höchstgehalt für Honig (VO (EU) Nr. 2015/1005); Aktionswert: gem. Österreichischem Bundesministerium für Gesundheit 2015, kein dt. Recht

Tabelle 9.1-16: PAK in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2018: PAK in Honig [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	
Honig aus der Wabenhonigwabe		Honig	andersartige Lebensmittel							
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	4,0	3,9	5,3	4,3	3,2	3,8	3,8	2,8	
Acenaphylen	ACY	0,66	0,47	0,61	0,51	0,34	0,43	0,26	0,14	
Acenaphthen	ACE	0,32	0,61	0,22	0,38	0,16	0,26	0,22	0,12	
Fluoren	FLE	5,3	5,9	3,7	6,1	3,1	4,8	2,6	3,6	
Phenanthren	PHE	2,0	1,7	2,6	2,0	2,1	2,0	1,9	1,4	
Anthracen	ANT	0,38	0,30	0,52	0,51	0,43	0,41	0,19	0,38	
Fluoranthen	FLU	0,41	0,33	0,72	0,37	0,40	0,29	0,28	0,17	
Pyren	PYR	0,12	0,18	0,22	0,24	0,12	0,17	<0,1	0,11	
Benz[a]anthracen	BaA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyren	BaP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.								
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	13,5	13,7	14,3	14,7	10,1	12,5	9,6	9,0	

TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld,

BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,

BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK

Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für andersartige Lebensmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-17: Metalle in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: Metalle in Honig [mg/kg OS]										Höchst- gehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Honig	Aktionswert							
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,10
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,05
Chrom, ges.	Cr	<0,025	<0,025	0,108	<0,025	0,044	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025	<0,025	0,071	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Zink	Zn	0,52	0,18	0,39	0,37	0,34	0,43	0,42	0,70	-
Kupfer	Cu	0,50	0,12	0,11	0,12	0,08	0,10	0,08	0,09	-
Quecksilber	Hg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,01

Messpunkte (MP): TXL: urban-flughafennah Flughafen Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt
 BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf.Schönefeld; BRS: rural-flughafentfernt Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Honig: aus der Wabenhonigwabe geschleudert (wie im Jahr 2015)
 Höchstgehalte für Honig (VO (EU) Nr. 2015/1005, Nr. 2018/73); Aktionswert: gem. Österreich. Bundesministerium für Gesundheit 2015, kein dt. Recht

Tabelle 9.1-18: PAK in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2019: PAK in Honig [mg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	
Honig aus der Wabenhonigwabe		Honig	andersartige Lebensmittel							
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	4,0	4,0	6,3	4,5	3,7	3,5	3,4	3,3	
Acenaphthylen	ACY	0,59	0,62	0,80	0,75	0,59	0,44	0,54	0,34	
Acenaphthen	ACE	0,30	0,17	0,18	0,56	<0,1	0,39	0,43	<0,1	
Fluoren	FLE	3,6	6,3	4,3	5,5	2,8	3,7	3,1	3,2	
Phenanthren	PHE	4,3	2,0	3,0	1,8	1,3	1,5	2,2	1,2	
Anthracen	ANT	0,26	0,45	0,67	0,59	0,50	0,34	0,59	0,45	
Fluoranthren	FLU	0,50	0,20	0,38	0,47	0,16	0,56	0,90	0,12	
Pyren	PYR	0,24	0,11	<0,1	0,31	0,10	0,30	0,48	<0,1	
Benz[a]anthracen	BaA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyren	BaP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.								
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	14,2	14,3	16,0	14,9	9,5	11,1	12,0	9,1	

TXL: urban-flughafennah Flughf. Verwaltung Tegel, BER: suburban-flughafennah Flughf. Verwaltung Schönefeld, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughf.Schönefeld
 BKB: rural-flughafennah Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,
 BRS: rural-flughafentfernt Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER
 OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht
 fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK
 Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und Nr. 2015/1933 für andersartige Lebensmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden
 Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-19: Metalle in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2022: Metalle in Honig [mg/kg OS]										Höchst- gehalt
Probe von	MP	BER		BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	
Probe und Tracht		Honig		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Aktionswert
Metalle	Abkürz.	ST2020		FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013		<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	<0,013		<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	<0,025		<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,10
Cadmium	Cd	<0,0025		<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,05
Chrom, ges.	Cr	<0,025		<0,025	0,033	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025		<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Zink	Zn	0,30		0,44	0,26	0,24	0,34	0,17	0,46	-
Kupfer	Cu	0,15		0,50	0,15	0,12	0,16	0,04	0,10	-
Quecksilber	Hg	<0,013		<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,01

Messpunkte (MP): BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung BER (früher: Schönefeld)

BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughafen BER; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Honig: aus der Wabenhonigwabe geschleudert (wie im Jahr 2015)

Höchstgehalte für Honig (VO (EU) 2015/1005, 2018/73); Aktionswert: gem. Österreich. Bundesministerium für Gesundheit 2015, kein dt. Recht

Tabelle 9.1-20: PAK in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2022: PAK in Honig [mg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER		BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	
Honig aus der Wabenhonigwabe		Honig		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	andersartige Lebensmittel
PAK-Komponente	Abkürz.	ST2020		FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	3,4		3,8	3,6	3,3	3,7	3,6	3,7	
Acenaphthylen	ACY	0,38		0,55	0,31	0,32	0,43	0,39	0,30	
Acenaphthen	ACE	0,29		0,28	0,27	0,22	0,26	0,31	0,21	
Fluoren	FLE	4,0		2,9	3,7	2,9	3,6	2,7	3,4	
Phenanthren	PHE	1,3		1,9	1,5	1,9	1,8	2,0	1,5	
Anthracen	ANT	0,55		0,40	0,53	0,19	0,37	0,31	0,41	
Fluoranthen	FLU	0,41		0,33	0,46	0,28	0,34	0,39	0,27	
Pyren	PYR	0,22		0,20	0,27	<0,1	0,15	0,24	0,20	
Benz[a]anthracen	BaA	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyren	BaP	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0		0	0	0	0	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	10,9		10,7	11,0	9,5	10,9	10,2	10,3	

BER: suburban-flughafennah Flughsfen Verwaltung BER (früher: Schönefeld), BMF: rural-flughafennah Vorfeld BER

BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; n.s.: nicht summierbar

fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mindestens 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK

Höchstgehalte gem. VO (EU) Nr. 835/2011 und 2015/1933 für andersartige Lebensmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen schwerer flüchtiger und 16 EPA-PAK enthalten

Tabelle 9.1-21: Metalle in Honig 2023 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: Metalle in Honig [mg/kg OS]								Höchst- gehalt
Probe von	MP	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	Aktionwert
Probe und Tracht		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	
Metalle	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Antimon	Sb	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	-
Blei	Pb	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,10
Cadmium	Cd	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,050
Chrom, ges.	Cr	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	-
Zink	Zn	0,25	0,58	0,22	0,52	<0,1	0,46	-
Kupfer	Cu	0,12	0,18	0,14	0,15	0,054	0,080	-
Quecksilber	Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,010

Messpunkte (MP): BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung BER (früher: Schönefeld)

BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughafen BER; BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, 90 km nordöstlich BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Honig: aus der Wabenhonigwabe geschleudert (wie seit 2015)

Höchstgehalte für Honig (VO (EU) 2023/915, 2018/73); Aktionwert: gem. Österreich. Bundesministerium für Gesundheit 2015

Tabelle 9.1-22: PAK in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide

Bienenmonitoring 2023: PAK in Honig [mg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BMF	BMF	BRS	BRS	andere Lebensmittel
Honig aus der Wabenhonigwabe		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	2,5	2,6	2,3	2,6	2,4	2,6	
Acenaphthylen	ACY	0,42	0,46	0,25	0,31	0,26	0,42	
Acenaphthen	ACE	0,29	0,32	0,46	0,37	0,35	0,25	
Fluoren	FLE	1,6	2,2	1,5	2,2	1,5	2,0	
Phenanthren	PHE	1,7	1,2	1,9	1,3	1,5	1,2	
Anthracen	ANT	0,31	0,36	0,25	0,47	0,34	0,43	
Fluoranthren	FLU	0,12	0,16	0,15	0,15	0,39	0,15	
Pyren	PYR	<0,1	0,10	<0,1	0,12	0,13	0,10	
Benz[a]anthracen	BaA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[a]pyren	BaP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	IND	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Summe PAK4 (grau)	PAK4	0	0	0	0	0	0	1-50
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	7,4	7,8	7,3	7,9	7,2	7,5	

BER: suburban-flughafennah Flughafen Verwaltung Schönefeld / BER, BMF: rural-flughafennah Vorfeld Flughafen Schönefeld / BER

BRS: rural-flughafenfern Referenzstandort Schorfheide, ca. 90 km nordöstlich von BER

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

fett: schwerer flüchtige PAK; n.s.: nicht summierbar, wenn mind. 50% der Einzelwerte <BG; PAK4: Summe 4 grau unterlegter PAK

Höchstgehalte gem. VO (EU) 2023/915 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner analytische Bestimmungsgrenze sind mit deren halben Wert angegeben und in Summen 12 / 16 EPA enthalten

10 Anhang F: Ergebnisse der Bienen-Testanalysen 2011

Bienen wurden in verschiedenen Untersuchungen auf Rückstände von Insektiziden, Beizmittel und auf Krankheitserreger (Varroamilben etc.) analysiert (z. B. „Deutsches Bienenmonitoring - DeBiMo“¹²). Nach unserem aktuellen Kenntnisstand liegen bislang nur wenige Untersuchungen auf Rückstände von Metallen (z.B. Fakhimzadeh und Lodenius 2000, Van der Steen et al. 2012) und von PAK in Bienen vor (Perugini et al. 2009, Lambert et al. 2012).

10.1 Metalle und PAK in Bienen 2011

Die Metallanalyse der am Standort BRR bei Rangsdorf im Juni 2011 gesammelten toten Bienen (siehe nachfolgende Tabelle 10.1-1) ergab niedrigere Gehalte als in Pollen und mit Pollen vergleichbare Gehalte hinsichtlich Nickel, Antimon, Arsen und Chrom. Blei-, Zink- (etwa doppelt) und Cadmium-gehalte (etwa dreifach) lagen in den Testbienen etwas höher als in Pollen 2011. Insgesamt waren die Metallgehalte auf unauffälligen Niveau angesiedelt, wie der Vergleich von Blei, Cadmium und Zink mit einer Untersuchung aus Finnland zeigt (Fakhimzadeh und Lodenius 2000). Dort unterschieden sich die Cadmium- und Zinkgehalte von industriellen und städtischen Standorten signifikant von Referenzstandorten.

Tabelle 10.1-1: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf Metalle 2011

Metalle in Bienen [mg/kg OS] 2011		
Probe von	Messpunkt	BRR
Probe und Datum		Bienen
Metalle	Abkürz.	ca.30.06.11
Antimon	Sb	< 0,050
Arsen	As	0,058
Blei	Pb	0,25
Cadmium	Cd	0,13
Chrom, ges.	Cr	0,15
Nickel	Ni	< 0,10
Zink	Zn	52

Die Cadmiumgehalte in Bienen finnischer Referenzstandorte lagen bei 0,03 bis 0,18 mg/kg TM (Trockenmasse¹³), die Zinkgehalte bei rund 55 mg/kg TM - beides vergleichbar mit den Rangsdorfer Bienen 2011 (bezogen auf Originalsubstanz). Die Bleigehalte der Rangsdorfer Bienen lagen unter den finnischen Ergebnissen: dort an Referenzstandorten rund 0,6 mg/kg TM (Fakhimzadeh und Lodenius 2000). Die Metallgehalte lagen eher im unteren Bereich der Ergebnisse einer aktuellen niederländischen Untersuchung an je einem Stadt-, Siedlungs- und Industriestandort: Die Gehalte von Antimon, Blei, Nickel und Zink waren dort tendenziell höher und die von Arsen deutlich höher (Van der Steen et al. 2012).

¹² Abschlussbericht „Deutsches Bienenmonitoring: 2011-2013: Quelle im Internet: https://www.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenmonitoring/Dokumente/DeBiMo_Schlussbericht_2010_aktuell.pdf, Stand 30.10.2019

¹³ Bienen wurden getrocknet geliefert, woraus sich ein nur geringer Unterschied zwischen Originalsubstanz und Trockenmasse ergibt.

Der PAK-Gehalt war mit 134 µg/kg OS als Summenwert der 16 EPA-PAK und 1,4 µg/kg OS für Benzo[a]pyren plausibel¹⁴ und lag intermediär zwischen PAK-Gehalten in Wachs und Pollen (siehe nachfolgende Tabelle 10.1-2).

Tabelle 10.1-2: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf PAK 2011

PAK in Bienen [µg/kg OS] 2011		
Probe von	Messpunkt	BRR
Probe und Datum		Bienen
PAK-Komponente	Abkürz.	ca. 30.06.11
Naphthalin	NAP	33
Acenaphthylen	ACY	2,9
Acenaphthen	ACE	4,4
Fluoren	FLE	8,6
Phenanthren	PHE	56
Anthracen	ANT	< 1,0
Pyren	PYR	1,8
Benz[a]anthracen	BaA	3,5
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	2,3
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	< 1,0
Fluoranthen	FLU	5,9
Benzo[b,j+k]fluoranthen	BbjF+BkF	8,0
Benz[a]pyren	BaP	1,35
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	3,18
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	2,33
Summe PAK nach TrinkwV	6TrinkwV	21
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	85
Summe aller 16 EPA-PAK	16EPA	134

OS: Originalsubstanz

Kleinschrift: Ergebnisse kleiner BG

Summe PAK nach TrinkwV: Summe der 6 grau unterlegten PAK

15

¹⁴ Das Ergebnis der PAK-Analyse von Bienen ist als Anhaltspunkt zu sehen und unter Vorbehalt, da sehr wenig Material zur Verfügung stand. Das Muster der PAK-Verbindungen in Bienen unterscheidet sich nicht deutlich von den Mustern in anderen Probenarten (vgl. Kapitel 7 ff.).

¹⁵ TrinkwV: Trinkwasserverordnung; seit 2012 aktuell liegen VO (EU) Nr. 1881/2006 mit Nr. 835/2011 und Nr. 420/2011 zu Höchstgehalten von PAK in i. W. fetthaltigen Lebensmitteln vor: mit 1-6 µg/kg OS für BaP und 1-35 µg/kg OS für PAK4; 2011 in der Bienen-Testprobe rund 1 µg/kg OS BaP und rund 15 µg/kg OS PAK4.

erstellt im Auftrag der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH

von

Dr. Monica Wäber (Projektleitung) und
Frank Pompe
UMW Umweltmonitoring
Wallbergstraße 13
82054 Sauerlach

www.umweltmonitoring.com

Sauerlach, im Dezember 2023



Dr. Monica Wäber