

Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel

Teil 2: Ergebnisteil

Gutachterliche Bewertung der Untersuchungsjahre seit 2013 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 Projekt 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!

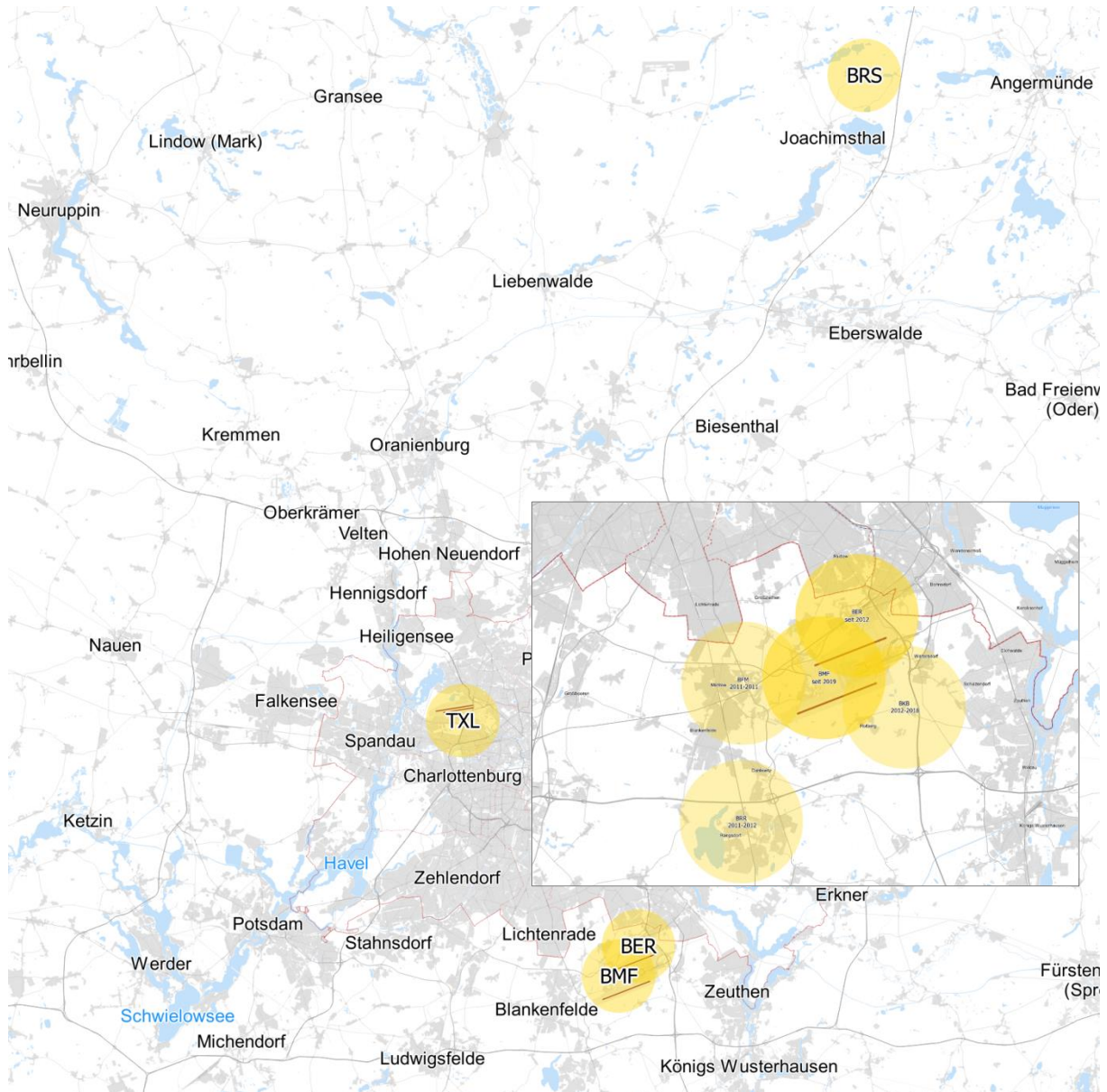


Bild 1.1-1: Übersicht über die Standorte der Bienenvölker mit Referenzstandort BRS (seit 2012) im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Standort TXL am Flughafen Tegel (2017–2019) und seit 2019 Standort BMF– Bildausschnitt (eingerahmt): Einzugsgebiet der Bienenvölker im nahen Umfeld des Flughafens Berlin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

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 ehemaligen Flughafens Berlin Schönefeld, jetzt Berlin Brandenburg international BER, 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. 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	14
1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2022	20
1.4 Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Ergebnisse 2011 bis 2022	22
1.5 PAK-Ergebnisse 2011 bis 2022	31
2 Zusammenfassung der Ergebnisse 2011 bis 2022	37
2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen	39
2.2 Stoffgehalte in Pollen	40
2.3 Stoffgehalte in Wachs	43
2.4 Stoffgehalte in Honig	45
2.5 Fazit und Ausblick	47
3 Abkürzungen	49
4 Glossar	52
Abbildungsverzeichnis	55
Tabellenverzeichnis	56
5 Anhang A: Vitalitätserhebungen	60
5.1 Vitalitätsparameter	60
6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2021	69
6.1 Honigmonitoring am Flughafen München – Standorte und Proben	69
7 Anhang C: Ergebnisse der Pollenanalysen 2011 bis 2019	71
7.1 Tabellarische Darstellung der Pollenanalysen	71
8 Anhang D: Ergebnisse der Wachsanalysen 2011 bis 2019	80
8.1 Tabellarische Darstellung der Wachsanalysen	82
9 Anhang E: Ergebnisse der Honiganalysen 2011 bis 2022	91

9.1	Tabellarische Darstellung der Honiganalysen.....	91
10	Anhang F: Ergebnisse der Bienen-Testanalysen 2011	101
10.1	Metalle und PAK in Bienen 2011.....	101

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 Wachs der Bienenwaben 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 flughafenfernen, 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.

In den Ergebnisdarstellungen ist der Fokus auf die aktuellen 10 Untersuchungsjahre 2013–2022 an den langjährigen Standorten BER und BRS sowie BFM (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 2022 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 an BRS nur die Hälfte der Bienenvölker überlebt, die Winter 2017/2018 und aktuell 2021/2022 aber wieder (fast) 100 Prozent.
- 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 überlebten dort 6 der 7 Völker.
- Am Standort BMF überlebte das im Herbst 2018 angesiedelte Volk nicht und startete 2019 neu. Den aktuellen Winter 2021/2022 überlebte das Volk (Tabelle 1.1-1).

Insgesamt war der Winter 2018/19 von lokal sehr hohen Verlusten geprägt, während die aktuelle Überlebensrate 2021/2022 flughafennah und -fern normal war.

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2013 bis 2022– 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 Schorfeide
Überlebensrate nach Überwinterung					
FT 2013		100%		neu	95%
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%
	0%, Neustart mit 1 Ableger aus 2017	100%		100%	96%
FT 2018	100%	Neustart mit BRS-Volk	Start 2019		50%
FT 2019		86%	100%		100%
FT 2022					
Anzahl der Bienenvölker am Standort					
FT/ST 2013		1 / 2		1	46 / 25
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
Stärke und Entwicklung der Bienenvölker (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Waben bei Beginn und Ende der Tracht)					
ST 2012		sehr stark; konstant			sehr stark; 25% Rückg. sehr schwach; sehr gute Entwicklung
FT 2013		schwach; gute Entwickl.		schwach; gute Entwickl.	
ST 2013		sehr gut; 33% Zuwachs		sehr gut; 33% Zuwachs	sehr gut; 33% Zuwachs
FT 2014		durchschnittlich -> gut		durchschnittlich -> gut	stark -> gut; Vervierfachung
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
	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung	durchschnittlich -> mittel- mäßige Entw. 33% Zuwachs		durchschnittlich -> mittel- mäßige Entw. 33% Zuwachs	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung
ST 2017	Neustart: 6 Waben)-> gut 66% Zuwachs	gute Entwicklung, 66% Zuwachs		gute Entwicklung, 66% Zuwachs	durchschnittliche Entwicklung (lt. Imker), Verdreifachung
FT 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
Entwicklung der Brut (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Brutwaben bei Beginn und Ende der Tracht)					
FT 2013		gut; noch etwas Zuwachs		gut; noch etwas Zuwachs	gut; konstant
ST 2013		gut; noch 25% Zuwachs		gut; noch 25% Zuwachs	gut; noch 25% Zuwachs
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)
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: Frühtracht; ST: Sommertracht

Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2013 bis 2022 – 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
Durchschnittliche Honigmenge pro Volk (in kg) als Ergebnis der Sammelaktivität					
FT 2013		12		5	8
ST 2013		25		20	20
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
Schwerpunkt des Blütenpollenspektrums					
FT 2013		Ahorn, Kastanie, Obstblüte		Ahorn, Kastanie, Obstblüte	Raps, Obstblüte, Ahorn
ST 2013		v.a. Robinie, Linde, BER- Wiesenblumen		v.a. Robinie, Linde	Feldblüte, Linde
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; Rosen- gewächse, Natternkopf	Wiesenblüten, Distel; auch Linde		Linde

FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

(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.
- Der Imker des Bienenvolks am Vorfeld – am Standort BMF – berichtete 2019 von guter Entwicklung, im aktuellen Jahr 2022 sogar vor starker Entwicklung.
- 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 (Tabelle 1.1-1).

Die **Honigmengen** pro Volk fielen 2019 und 2022 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).
- 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.
- Am Referenzstandort BRS waren es 2019 12 kg und 22 kg – die Frühtracht weniger als 2018, die Sommertracht vergleichbar mit dem Vorjahr. Ganz ähnlich fiel 2022 aus: mit 11 kg Frühtracht- und 20 kg Sommertrachthonig.

Die Menge pro Honigwabe zeigt 2019 und 2022 ein recht einheitliches Bild über alle Standorte: 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 eine vergleichbar gute Entwicklung und Honigproduktion wie die BRS-Referenzbienen im 90 km von Flughäfen und Großstadt entfernten Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.

Zum Vergleich: Die Flughafen-Bienenvölker am Münchner Flughafen wiesen während der Frühtracht 2019 eine bessere Entwicklung der Brutwaben auf, als im dortigen Referenzgebiet Aichach, hingegen während der Sommertracht 2019 eine schlechtere Entwicklung. Während der Sommertracht 2021 entwickelten sich die Bienenvölker flughafennah normal bis stark, aber im Referenzgebiet unterdurchschnittlich. Ergebnisse von 2022 liegen noch nicht vor. Auch bei den Honigmengen traten Abweichungen zwischen einzelnen Jahren auf. Systematische Unterschiede zwischen der Vitalität der Bienenvölker am Münchner Flughafen und im dortigen Referenzgebiet bestehen nicht.

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. 2015/1005 und 2018/73; vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1):

- 0,1 mg/kg für Blei in Honig, bezogen auf die Originalsubstanz (OS),
- 0,01 mg/kg OS für Quecksilberverbindungen in Honig und Imkereierzeugnissen.

Für Cadmium sind Höchstgehalte nur für andersartige Lebensmittel gemäß Verordnungen VO (EU) Nr. 629/2008 bis 2021/1323 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegt.

Zur Rückstandsbewertung ist in Österreich zur höchst vorsorglichen Risikominderung ein **Aktionswerte**² für Cadmium in Honig erlassen (ÖBMG 2015). Er kann als Ableitung dafür betrachtet werden, wo ein Höchstgehalt vorsorglich angesetzt werden könnte:

- 0,05 mg/kg für Cadmium in Honig.

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

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

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

- 0,01 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 2022

Wertebereich	Blei (mg/kg OS)	Cadmium (mg/kg OS)	Quecksilber (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,1, ab 2016: 0,025	0,01, ab 2016: 0,0025	0,05, ab 2016: 0,013, 2020: 0,005
Pollen 2011 bis 2019	<0,1 – 1,2 ab 2016: 0,017–0,44	<0,01 – 0,11 ab 2016: 0,029 – 0,29	alle <0,05 ab 2016 <0,013
Naturwachs 2013 bis 2019	<0,1–0,22 (vereinzelt) ab 2016 <0,025–0,127	<0,01–0,02 (vereinzelt) ab 2016 <0,0025–0,0045	alle <0,05 ab 2016 <0,013
Honig 2011 bis 2022	alle <0,1 ab 2016 <0,025	alle <0,01 ab 2016 <0,0025	alle <0,05 ab 2016 <0,013 ab 2020 <0,005

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

² Wird der höchst vorsorgliche Aktionswert überschritten, sind die Ursachen zu prüfen und Verbesserungsmaßnahmen 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 2021 vorliegenden Ergebnisse des Honigmonitorings am Münchner Flughafen vergleichend mit angeführt (Wäber und Pompe 2018–2022). Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse 2013 bis 2019 (Pollen, Wachs) und bis 2022 (Honig) 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 Pollen³ waren mit <0,1 bis 0,5 mg/kg OS sehr niedrig, nur in zwei Fällen reichten sie bis um 1 mg/kg OS: 2013 in BER-ST-Pollen 0,8 mg/kg OS und 2015 in BRS-FT-Pollen 1,2 mg/kg OS (siehe Bild 1.2-1). Die Bleigehalte in Pollen würden den Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 3 mg/kg OS maximal nur zu rund einem Drittel ausschöpfen.

In Wachspollen lagen 2011 bis 2015 nur vier Bleigehalte knapp über der Bestimmungsgrenze (BG) von 0,1 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 2022 stets kleiner Bestimmungsgrenze (vgl. Tabelle 1.2-1 und siehe Bild 1.2-3) und somit niedriger als der Höchstgehalt von 0,1 mg/kg OS.

Zum Vergleich: Beim Honigmonitoring am Münchner Flughafen wurde in Pollen einmalig der Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 3 mg/kg OS erreicht. Ansonsten lagen die dortigen Bleigehalte in Pollen wie auch die in Wachs bis 2021 vergleichbar niedrig wie im Umfeld der Flughäfen Berlin Schönefeld und Tegel: bis rund 0,7 mg/kg OS. In Honig vom Flughafen München mit seinem Referenzgebiet Aichach lagen die Bleigehalte bis 2021 kleiner Bestimmungsgrenze, abgesehen von je einer Ausnahme 2016, 2017 und zweimal im Frühjahrstrachthonig 2019 – am flughafennahen Standort HFF wie im Referenzgebiet Aichach – je 0,04 mg/kg OS.

³ 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 Sammel-tätigkeit der Bienen während der jeweiligen Tracht wieder.

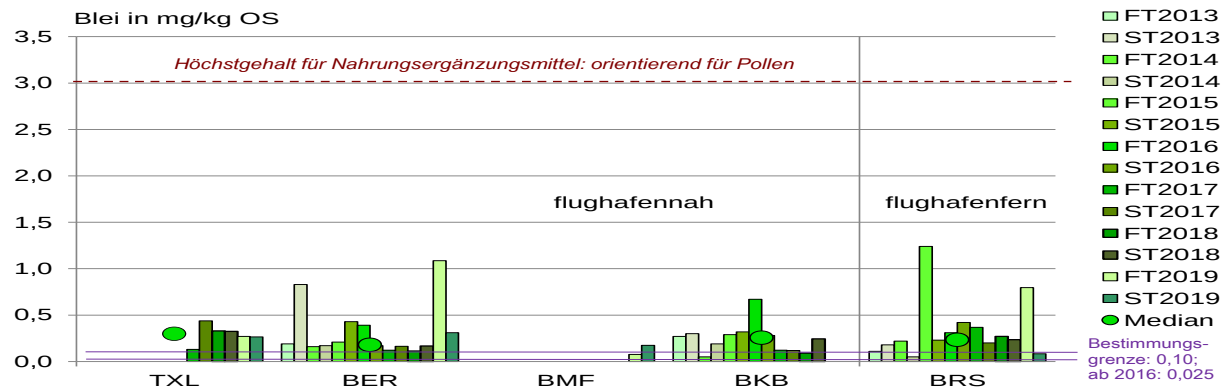


Bild 1.2-1: Blei (mg/kg OS) in Pollen

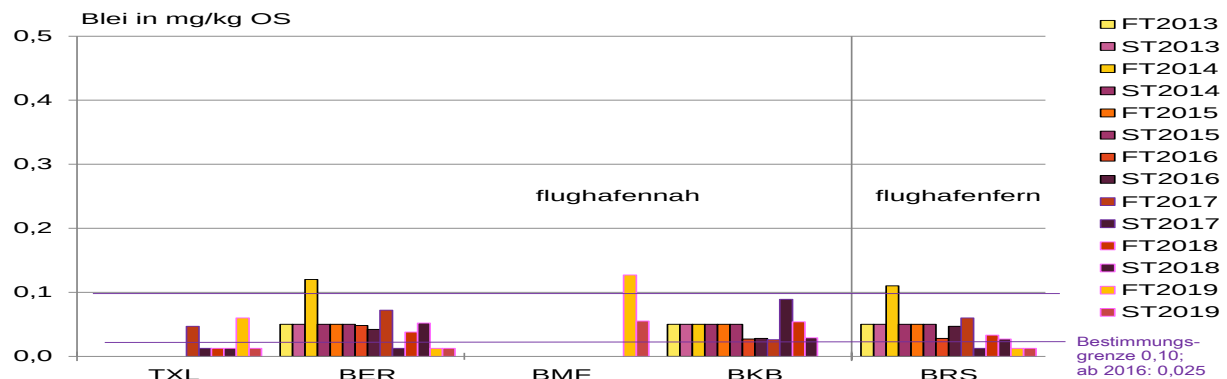


Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs

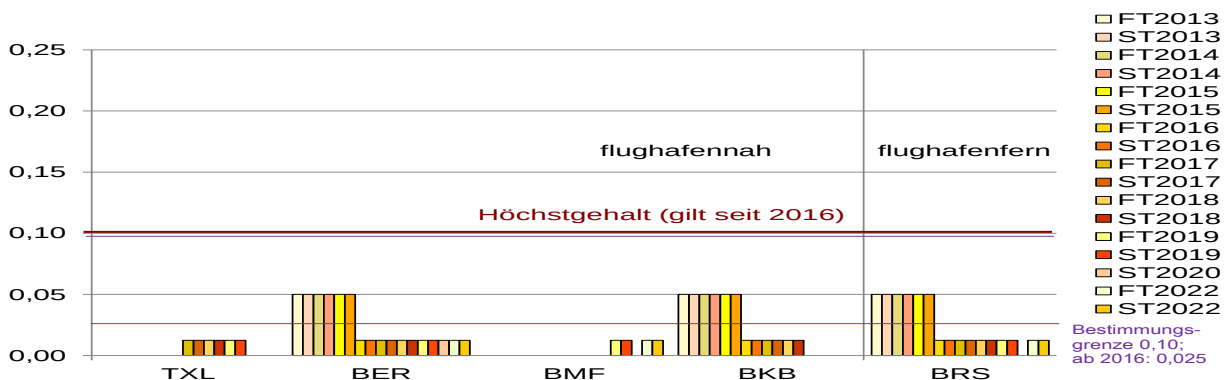


Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

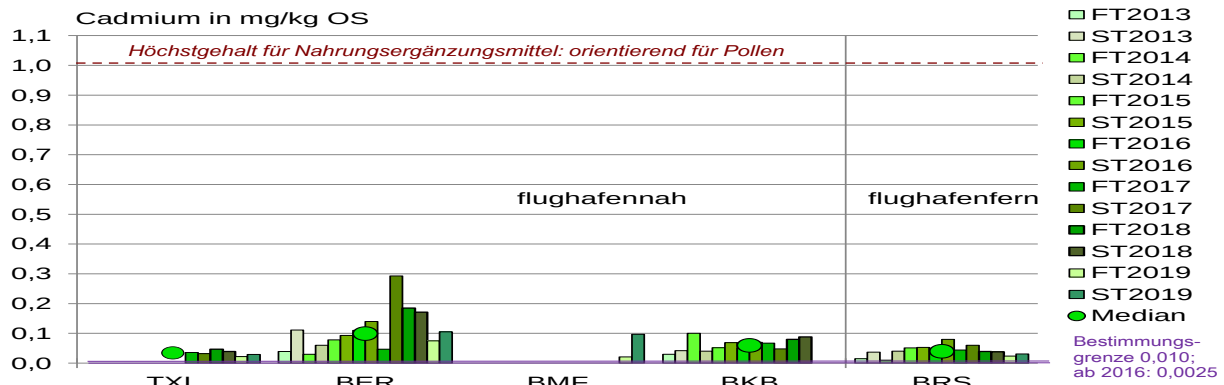


Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen

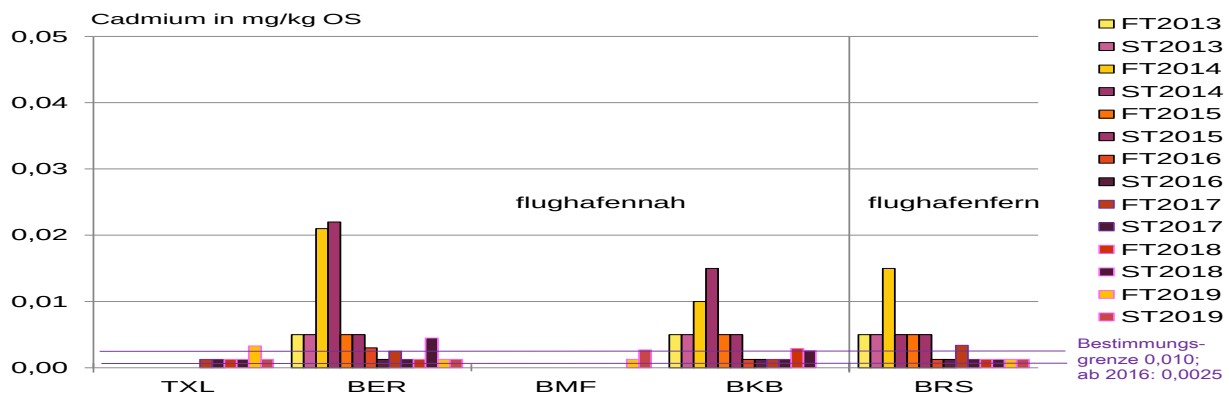


Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs

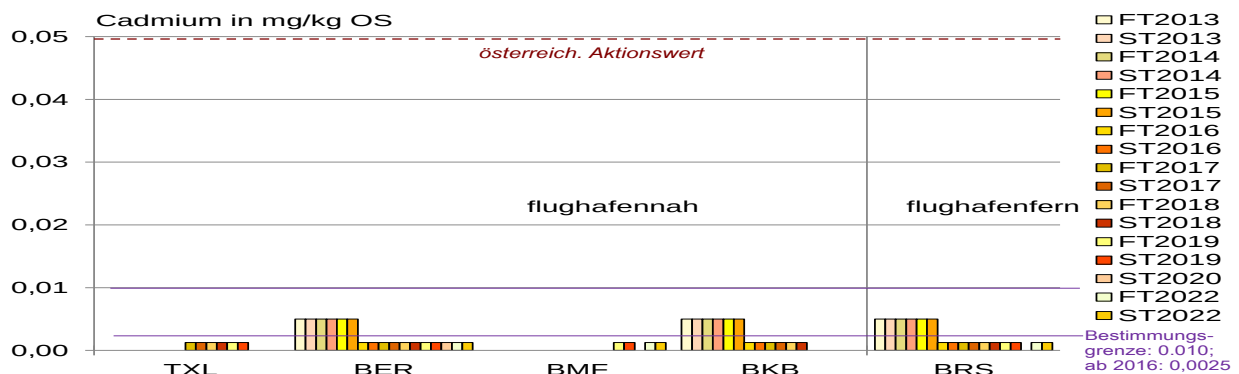


Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: 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 mg/kg OS würde zu maximal 29 Prozent ausgeschöpft. Der Median (Lagemaß für den mittleren Wert 2013 bis 2019) für die Ergebnisse liegt für den Standort BER bei 0,10 mg/kg OS, für den Standort TXL bei 0,03 mg/kg OS, für Standort BKB bei 0,06 mg/kg OS und für den Referenzstandort BRS bei 0,04 mg/kg OS (vgl. Bild 1.2-4). Unter Berücksichtigung der stoffspezifisch angenommenen Messunsicherheit von 19 % (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. und Tabelle 2.4.2) unterscheiden sich die Standorte TXL und BKB nicht vom Referenzstandort BRS. Am Standort BER zeigen sich bis 2019 höhere Cadmiumgehalte bei gleichzeitig höherer Spannweite der Ergebnisse. Die künftige Entwicklung gilt es zu beobachten.

In Wachs lagen die Cadmiumgehalte 2012 unter der Bestimmungsgrenze von 0,01 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 0,02 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 0,01 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 0,05 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. Dort waren nur wenige Cadmiumwerte in Wachs über 0,01 mg/kg OS messbar, maximal 2017 bis 0,037 mg/kg OS im dortigen Referenzgebiet Aichach. Nur fünfmal wurde Cadmium in Honig aus dem Münchner Vergleichsgebiet aufgefunden, in einem Bereich von 0,003-0,009 mg/kg OS (maximal im Referenzgebiet Aichach) und lag damit sämtlich deutlich unterhalb des österreichischen Aktionswertes.

Quecksilber wurde beim Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld bis 2014 in Honigproben⁴ 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 0,05 mg/kg OS, 2016-2019 bei BG 0,013 mg/kg OS und ab 2020 bei BG 0,005 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.2-1).

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

Quecksilbergehalte in Honig und Pollen unterschreiten den Höchstgehalt für Honig und Imkereierzeugnisse von 0,01 mg/kg OS (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1).

⁴ bis 2014 vom externen Labor im FBB-Auftrag, ab 2015 vom UMW-Partnerlabor mit vergleichbaren Ergebnissen

Fazit:

Der Vergleich von direkt aus der Umwelt stammendem Pollen mit von Bienen hergestelltem Wabenwachs 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 auf die sehr niedrigen Rückstände von Blei, Cadmium und Quecksilber ist nicht feststellbar. Es zeigen sich mit einer Ausnahme keine Unterschiede hinsichtlich Blei, Cadmium und Quecksilber zwischen flughafennahen und -fernen Standorten. Die Ausnahme ist Cadmium in Pollen: Am Standort BER war es 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.

1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2022

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 2022

Wertebereich im Medium	Antimon (mg/kg OS)	Arsen (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,05 / 0,1; ab 2016: 0,013	0,05 / 0,1; ab 2016: 0,013
Pollen 2011 bis 2019	<0,05, nur einmal 0,05 BER-ST 2013 ab 2016: <0,013 – 0,081	<0,05, nur einmal 0,06 BKB-ST 2014 ab 2016: <0,013 – 0,062
Wachs 2011 bis 2019	alle <0,05, ab 2016 <0,013	alle <0,05, ab 2016 <0,013
Honig 2011 bis 2022	alle <0,05 (bis 2014 alle <0,1), ab 2016 <0,013, Ausnahme: 0,017 BKB-ST2016	alle <0,05 (bis 2014 alle <0,1), ab 2016 <0,013
zu Wachs: hier nur Naturwachsproben-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachsproben 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 betrugen:

- 0,1 mg/kg OS für Honigproben 2011 bis 2014,
- 0,05 mg/kg OS für Pollen- und Wachsproben 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.
- 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 0,20 mg/kg OS flughafennah 2020 und 2021 gefunden (Wäber und Pompe 2018–2022).

Arsengehalte lagen ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenzen, die denen von Antimon entsprechen. 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 und 0,06 mg/kg OS, maximal in der Sommertracht-Mischprobe 2017 am Standort TXL (Kapitel 7: Tabelle 7.1-11 und Tabelle 7.1-13).
- Im Jahr 2019 waren 5 Arsengehalte in Pollen analytisch bestimmbar: TXL-FT 0,035 mg/kg OS, BER-FT 0,032 mg/kg OS, TXL-ST 0,034 mg/kg, BER-ST 0,01 mg/kg OS, BMF-ST 0,031 mg/kg OS.

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 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 Reissnahrungsmittel seit 2016 geltende Höchstgehalte-Spanne 0,1–0,3 mg/kg unterschritten (VO (EU) 2015/1006; 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 nur in Pollen und Wachs gefunden werden (Wäber und Pompe 2018–2022):

- in Pollen bis rund 0,05 mg/kg OS und
- in Wachs bis rund 0,03 mg/kg OS.

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 2022

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 2022

Wertebereich im Medium	Chrom (mg/kg OS)	Kupfer (mg/kg OS)	Nickel (mg/kg OS)	Zink (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze	0,1; ab 2016: 0,025	0,1; ab 2016: 0,025	0,1; ab 2016: 0,025	0,5; ab 2016: 0,1
Pollen 2011 bis 2019	0,04 – 0,58	5,9 – 14	<0,1 – 1,9	28 – 100; zweimal BRS-FT 2015: 176 BRS-FT 2019: 207
Naturwachs 2013 bis 2019	<0,025 – 0,17	0,1 – 2,0	<0,025 – 0,45	0,6 – 26 2014 höher: 22-72
Honig 2011 bis 2022	<0,1, ab 2016 <0,025; 6mal bis 0,13	<0,025 – 0,50	<0,025 – 0,095	<0,1 – 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 <0,1 bis rund 0,3, einmal bis 0,58 mg/kg OS (Tabelle 1.4-1). Für den Standort TXL liegt der Median (Lagemaß für den mittleren Wert 2013 bis 2019) bei 0,30 mg/kg OS, für den Standort BKB bei 0,18 mg/kg OS, für Standort BER bei 0,13 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 22 % (vgl. separater Berichtsteil 1: Kap. 2.4.2) lagen die Ergebnisse von Standort TXL geringfügig höher als von Standort BKB und diese wiederum höher als BER. Die Chromgehalte in Pollen von BER lagen höher als die am Referenzstandort BRS. Die künftige Entwicklung gilt es zu beobachten. 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.

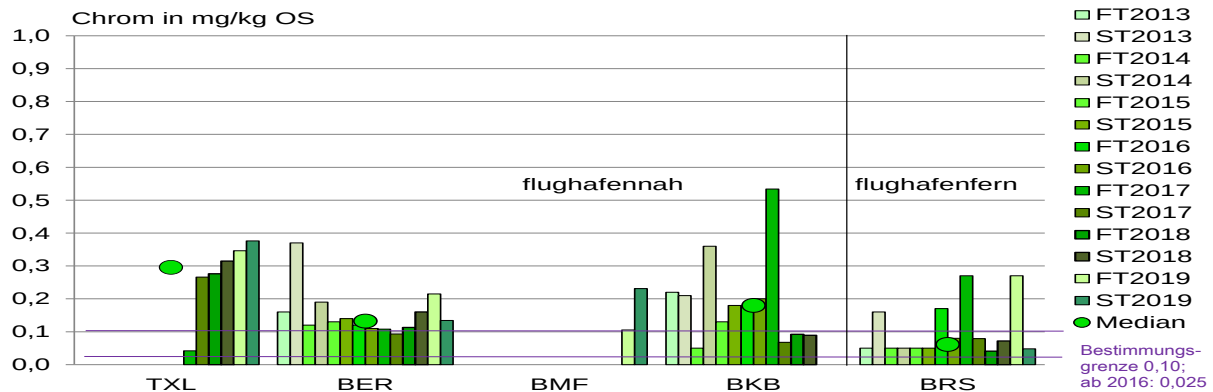


Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen

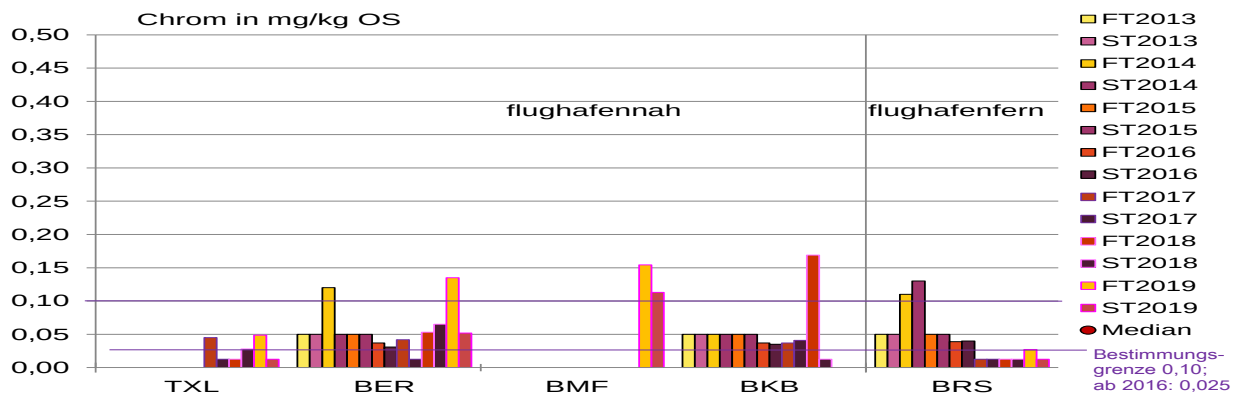


Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs

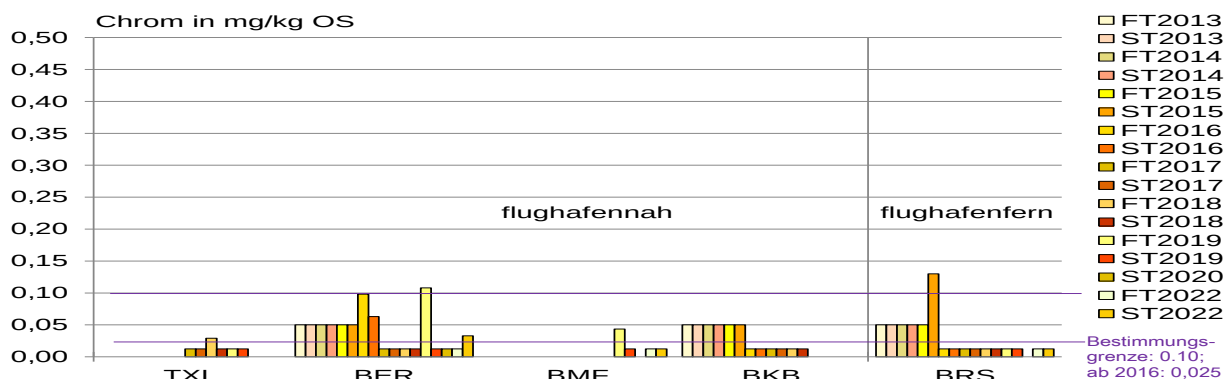


Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: 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. Ab 2016 bis 2018 lagen die Chromgehalte in Naturwachs mit <0,025 bis 0,065 mg/kg OS recht einheitlich und niedrig, Ausnahme 0,17 mg/kg OS in BKB-FT 2018 (Bild 1.4-2). Im Jahr 2019 war die Spannweite von Chrom in Wachs größer: <0,025 bis 0,15 mg/kg OS, mit vergleichsweise höheren Werten an BER und BMF als an BRS (Tabelle 1.4-1 und Tabellen in Kapitel 8).

Die Honigergebnisse sind mit dem für andere Lebensmittel typischen Bereich vergleichbar (vgl. separater Berichtsteil 1: Tabelle 1.2-1). Nur sechs Chromgehalte lagen oberhalb BG (Bild 1.4-3):
am Standort TXL 0,029 mg/kg OS in der Frühtracht 2018,
am Standort BER 0,098 mg/kg OS und 0,063 mg/kg 2016, 0,11 mg/kg OS in der Frühtracht 2019 und 0,033 mg/kg in der Sommertracht 2022, 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 gemessen und von 0,3 mg/kg OS in Honig (Wäber und Pompe 2018–2022). Ein Unterschied zwischen Chrom in Pollenproben aus dem Referenzgebiet Aichach und Münchner Flughafenstandorten wurde 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 2015 bei 0,12 bis 0,49 mg/kg OS, an den beiden Standorten BER und BMF im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld / BER, bei 0,17 bis 1,3 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.4-1); vgl. Bild 1.4-5). Die Werte streuten relativ breit, insbesondere am Standort TXL: 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 liegen an BER und BKB mit 0,38 mg/kg OS höher als an den Standorten am Flughafen Tegel mit 0,16 mg/kg OS und im Referenzgebiet Schorfheide mit 0,20 mg/kg OS. Aufgrund der Spannbreiten 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 sowie Frühtrachthonig vom Standort BER 2022 (Bild 1.4-6). Wie bei Wachs streuten die Wertebereich, insbesondere an TXKL, relativ breit, und überschritten 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). 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.

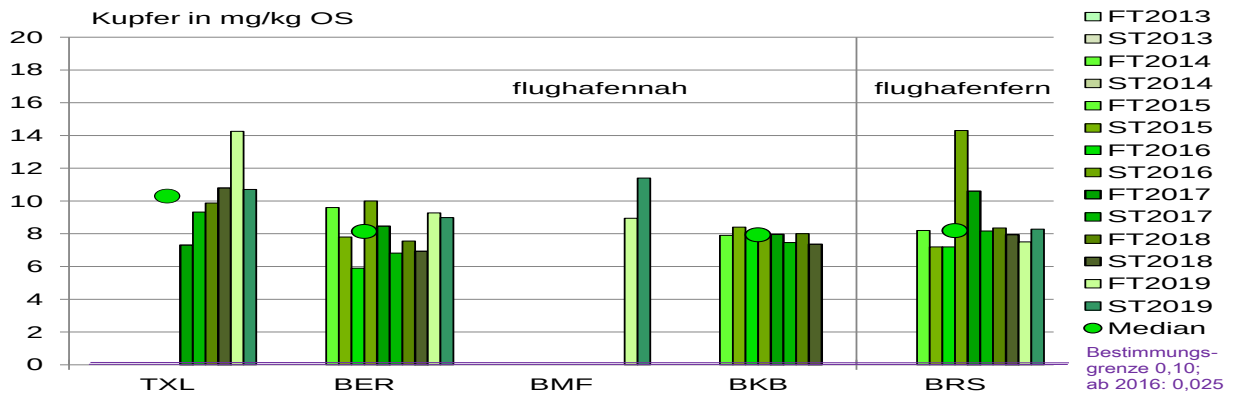


Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen

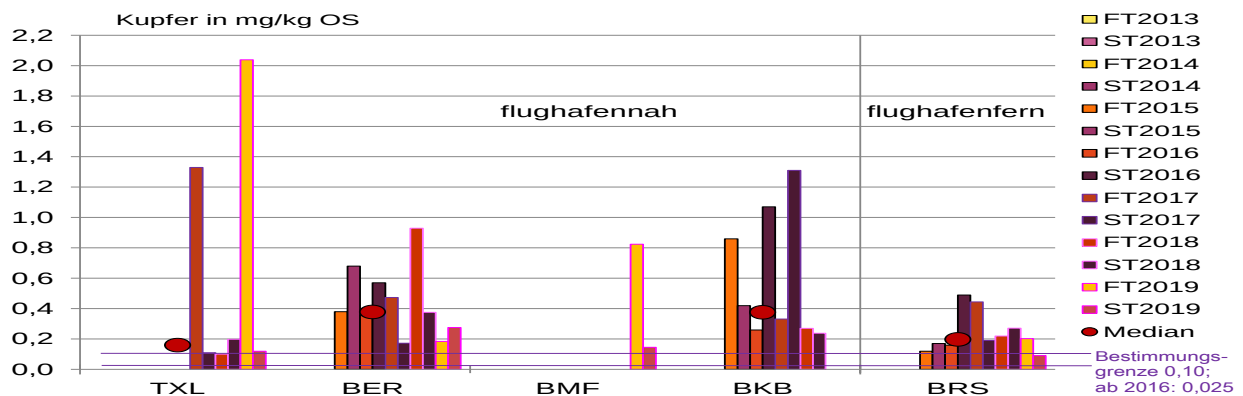


Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs

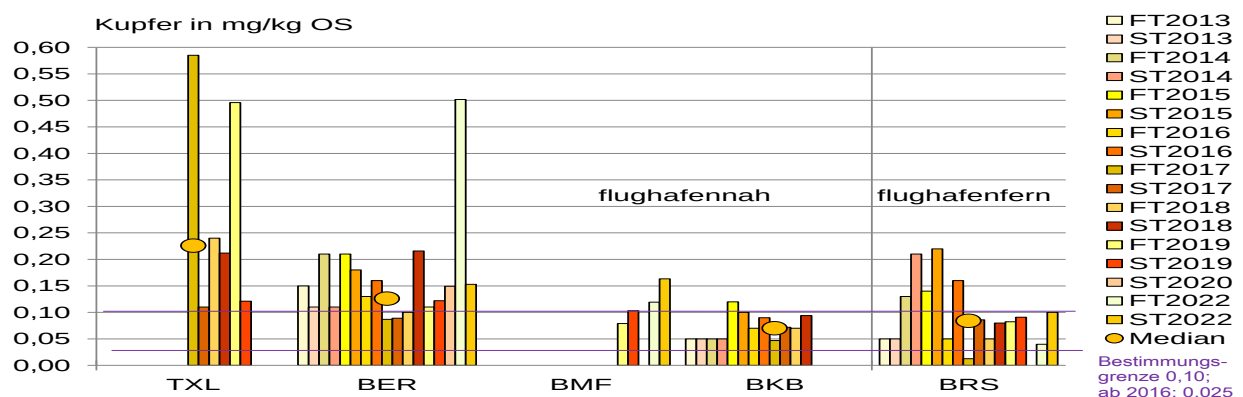


Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

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 2018–2022). 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 2017 und 2021 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 bis 0,8 mg/kg OS in Früh- und Sommertrachthonigen bis maximal 0,95 mg/kg OS 2015 und 2019 jeweils vom Referenzgebiet Aichach (Wäber und Pompe 2018–2022).

Nickelgehalte in Pollenproben schwankten relativ stark: Sie lagen einmal <0,1 mg/kg OS, sonst zwischen 0,15 und 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 2013–2019, sind am Flughafen Tegel mit 0,50 mg/kg OS an TXL und am Flughafen Schönefeld / BER mit 0,65 mg/kg OS an BER und 0,47 mg/kg OS an BKB in etwa gleich mit dem Median am Referenzstandort BRS in Höhe von 0,53 mg/kg OS – unter Berücksichtigung der stoffspezifisch anzunehmenden Messunsicherheit von 14 %. 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 nur in der Hälfte der Proben über 0,1 mg/kg OS (BG bis 2015) und seit 2016 in einem Bereich von unter 0,025 mg/kg OS bis rund 0,4 mg/kg OS (diese Spanne wurde an BRS gemessen, siehe 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: Da der Median 2013–2019 am Flughafen Tegel mit 0,29 mg/kg OS an TXL am niedrigsten lag und am Flughafen Schönefeld / BER mit 0,73 mg/kg OS an BER und 0,50 mg/kg OS an BKB höher, am Referenzstandort BRS intermediär mit 0,42 mg/kg OS.

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 in folgenden Fällen lagen sie oberhalb BG:

am Standort BER war Chrom in etwa der Hälfte der Fälle mit Werten um 0,025 bis 0,095 mg/kg OS und am Referenzstandort BRS einmal mit 0,036 mg/kg OS auffindbar (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). Auch die Honigergebnisse im Umfeld der Berliner Flughäfen sind, damit verglichen, als unauffällig niedrig zu werten.

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 2,2 mg/kg OS – die Maxima im Münchner Referenzgebiet bei Aichach. Die Nickelgehalte in Honigproben reichten im vergleichbaren Zeitraum 2013–2021 im Referenzgebiet Aichach von <0,025 bis 0,9 mg/kg OS. Sie lagen damit im dortigen Referenzgebiet höher als in der Münchner Flughafenregion. Die Ursache ist unbekannt (Wäber und Pompe 2018–2022).

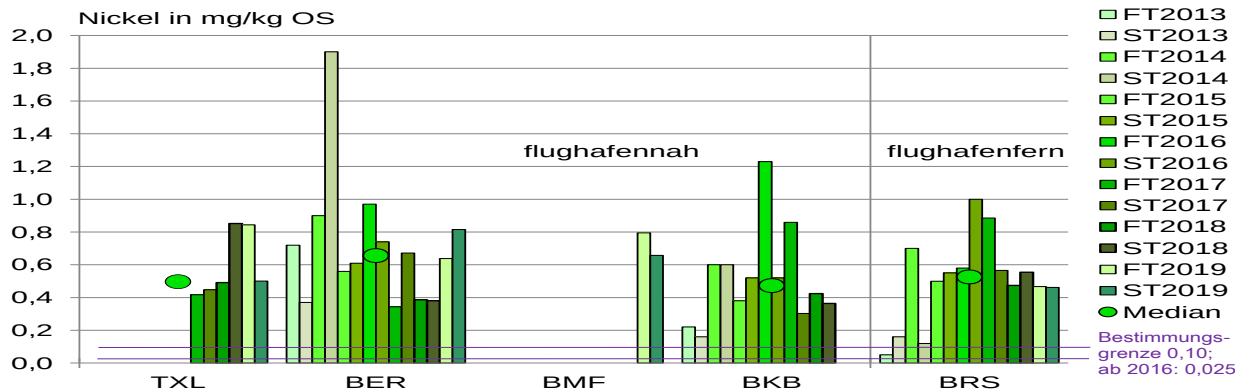


Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen

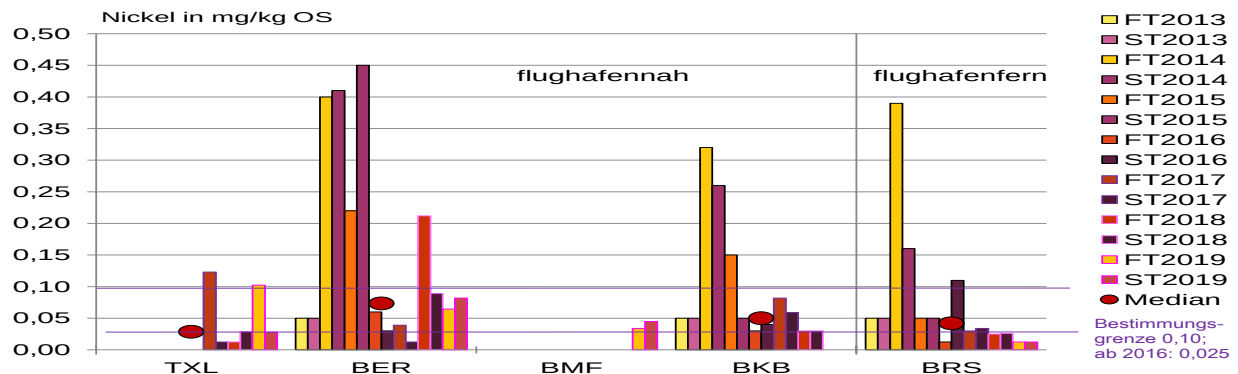


Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs

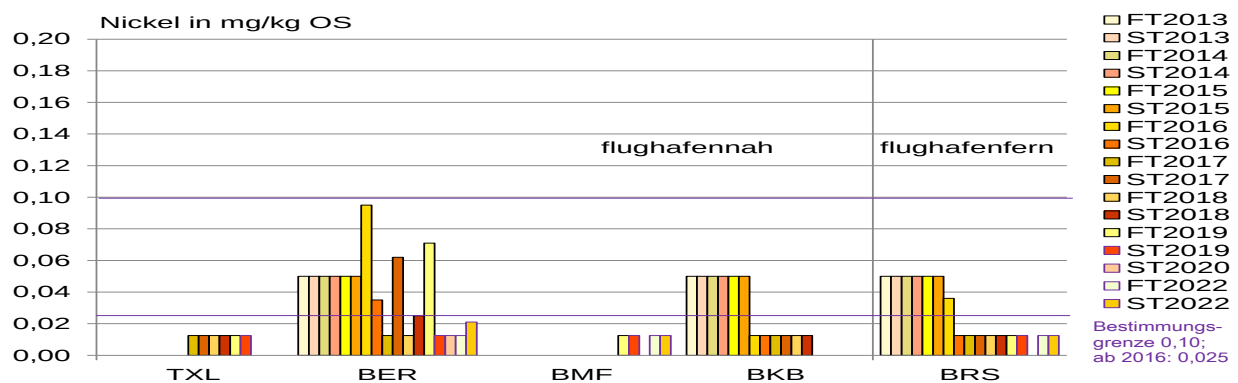


Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

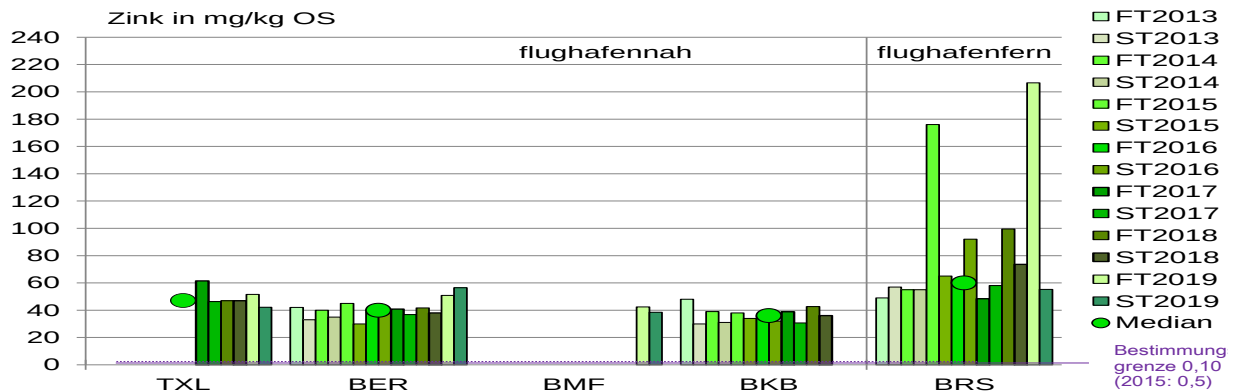


Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen

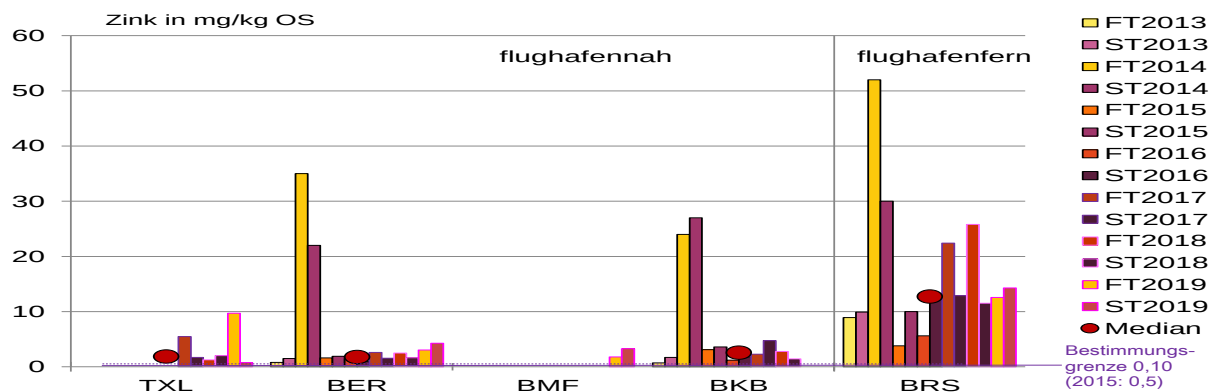


Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs

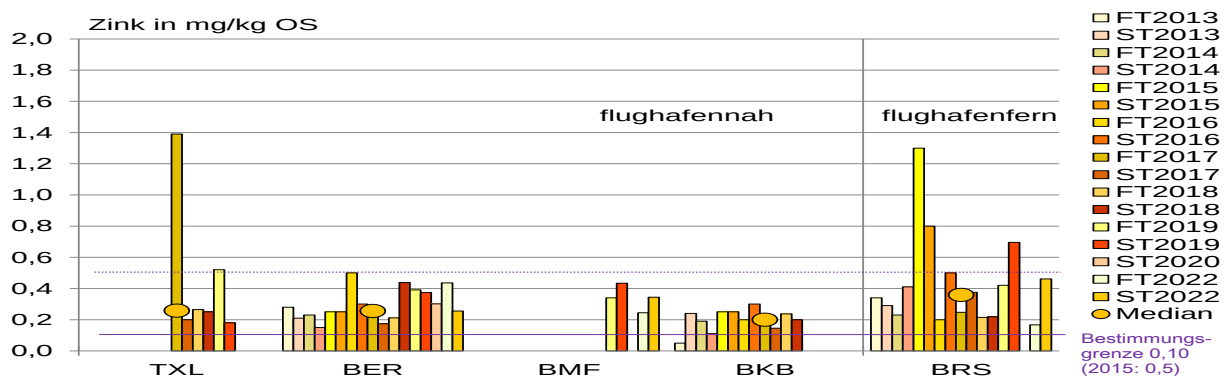


Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Zinkgehalte lagen in Pollen zwischen 28 und 100 mg/kg OS. Am Referenzstandort BRS in der Schorfheide wurden 2015 und 2019 jeweils während der Frühtrachtperiode deutlich höhere Werte gemessen: 176 und 207 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-10). Die Ursache ist unbekannt und sie haben kaum Auswirkungen auf den Median als Mittelwertmaß: Dieser Median liegt am Referenzstandort BRS mit 60 mg/kg OS über denen der Standorte im Umfeld der Flughäfen Tegel mit 47 mg/kg OS an TXL und Berlin Schönefeld / BER: dort 36 mg/kg OS an BER und 40 mg/kg OS an BKB. Die stoffspezifisch angenommene Messunsicherheit beträgt 14 % (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 Ausnahmewerte 2015 und 2019) 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 2013 bis 2019 reicht von <0,1 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 ebenfalls relativ breit und die Wertebereiche überschnitten sich. Sie reichten von <0,1 bis 1,5 mg/kg OS (letzterer für BRR-FT 2011, vgl. Tabelle 9.1-1). Sie lagen niedrig und sehr deutlich unter den Gehalten in Wachs (vgl. Bild 1.4-11 und Bild 1.4-12).

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 in ähnlichem Bereich: im Vergleichsgebiet München <0,1 bis 3,2 mg /kg OS – nur in einem Fall 17 mg/kg OS (in Frühtracht-Honig 2013 von einem Flughafen bezogenen Standort).

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 0,1 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** (außer Frühtrachtwerte 2016, 2017, 2019) die systematisch **niedrigsten Werte in Pollen am Referenzstandort BRS.**
- Für **Kupfer in Honig** zeigten sich am Standort **TXL die vergleichsweise höchsten Werte.**
- Hingegen 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 2022

Die 16 untersuchten Verbindungen polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe sind in der Einheit Mikrogramm pro Kilogramm Originalsubstanz ($\mu\text{g/kg OS}$) 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 Kittharz und Gelée Royale (VO (EU) 2015/1933). Letztere können auf Pollen als Nahrungsergänzungsmittel „aus Bienenproduktion“ bezogen werden, auf Honig allenfalls hilfsweise orientierend (vgl. Kapitel 1.2.4 im separaten Berichtsteil 1. Tabelle 1.2-1 und Tabelle 1.2-2): 10 $\mu\text{g/kg}$ für BaP und 50 $\mu\text{g/kg}$ 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 2013 bis 2019 einheitlich Naturwachsproben zur Verfügung. Sie waren allerdings an den unterschiedlichen Standorten teilweise nicht exakt gleich lang exponiert (vgl. Probentabellen im separaten Berichtsteil 1: Tabelle 2.2-1 bis -3). 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 2022

Wertebereich im Medium	16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$)	PAK4 ($\mu\text{g/kg OS}$)	BaP ($\mu\text{g/kg OS}$)
Bestimmungsgrenze (BG)	0,1 je Einzelverbindung	0,1 je Einzelverbindung	0,1
Pollen 2011 bis 2019	10 - 142	0,5 – 21; einmal: 39	<0,1 - 5,2
Naturwachs 2013 bis 2019	25 - 387	1 - 23	<0,1 - 0,76
Honig 2011 bis 2022	6 - 67	0 (vereinzelt bis 0,4)	alle <0,1
Zu Wachs: hier nur Naturwachsproben-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachsproben davor: mit Mittelwand, s. Kap. 8			

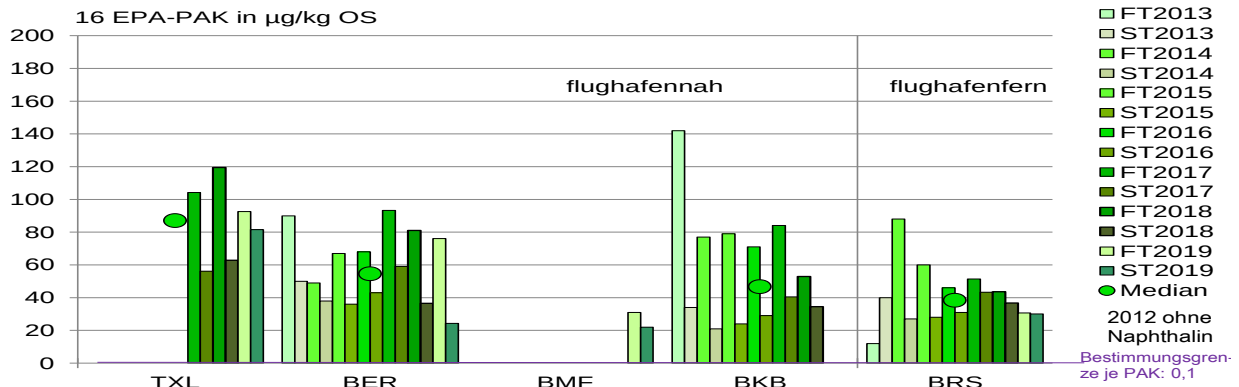


Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Pollen

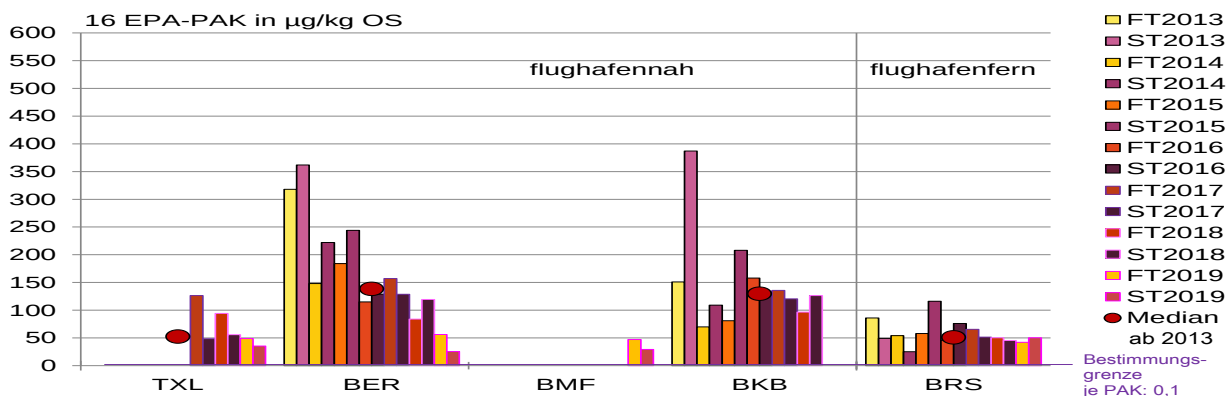


Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Wachs

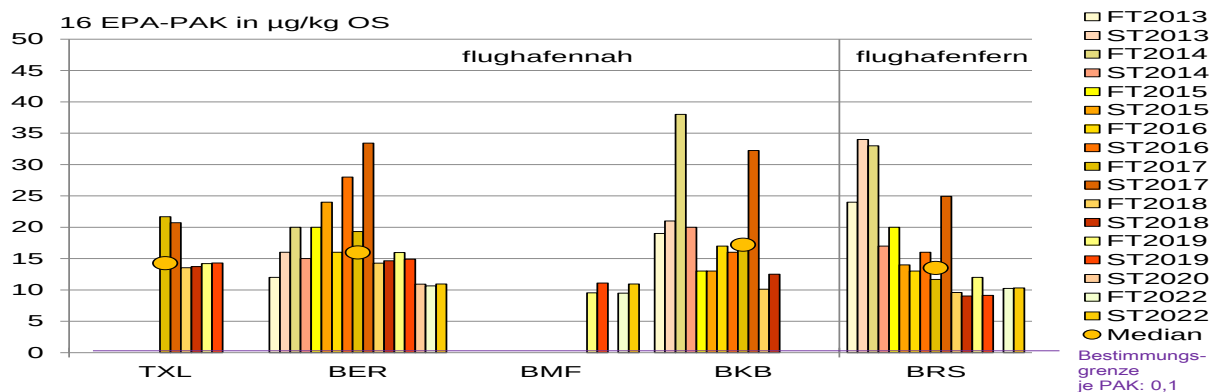


Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Honig

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2022

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 ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019 bzw. 2013-2022: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

PAK-Gehalte in Pollen 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 2013–2019 für die 16 EPA-PAK in Pollen am Referenzstandort BRS in der Schorfheide mit 38 µg/kg OS niedriger als am Standort TXL am Flughafen Tegel mit 87 µg/kg OS und am Standort BER am Flughafen Schönefeld mit 55 µg/kg OS an BER und 47 µg/kg OS. Bezieht man die für 16 PAK angenommene Messunsicherheit von 20 % und die Spannweite der Ergebnisse ein, wird deutlich, dass sich die Wertebereiche überschneiden. Die Ergebnisse 2019 vom neuen Standort BMF reihen sich mit 22 bis 31 µg/kg OS in die aktuell niedrigen Ergebnisse der anderen Standorte ein.

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. Eine Übersicht über die PAK4- und Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen 2013 bis 2019 zeigt Bild 1.5-4. Berücksichtigt man Messunsicherheit und Spannweite der Wertebereiche, bei der Betrachtung der Mediane für den mittleren Wert, ergeben sich Standortunterschiede hinsichtlich PAK4 und – deutlicher – für Benzo[a]pyren zwischen dem Standort TXL und dem Referenzstandort BRS.

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

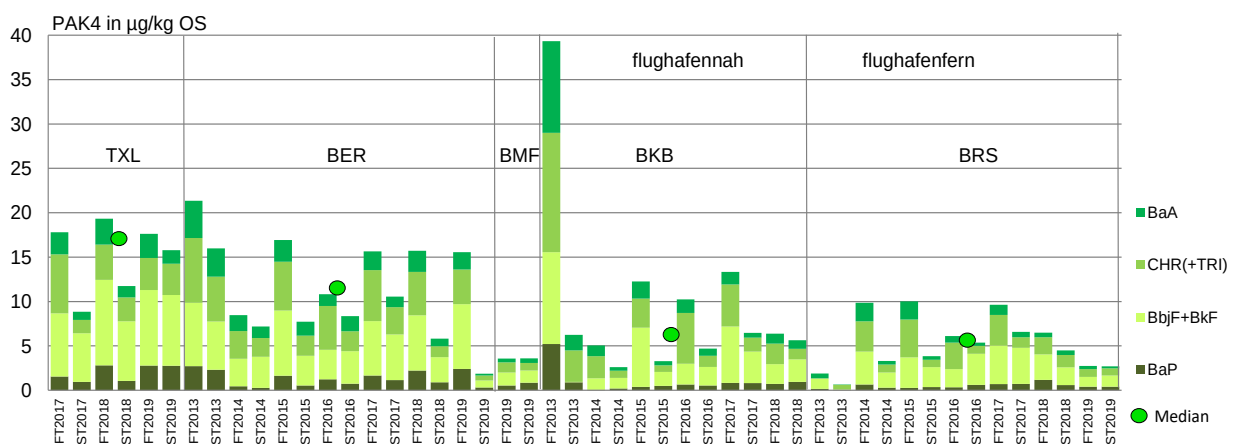


Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen

im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide von 2013 bis 2019

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld / BER, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Median 2013-2019: Lagemaß, wenn mind. 5 Ergebnisse und mind. 50 % davon >BG

Benzo[a]pyren-Gehalte in Pollen lagen zwischen $<0,1$ und $5,2 \mu\text{g/kg OS}$. 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 Kittharz und Gelée Royale von $10 \mu\text{g/kg OS}$ (vgl. Bild 1.5-4).

Zum Vergleich: Im Umfeld des Flughafens München wurden im dortigen Referenzgebiet Aichach niedrigere PAK-Gehalte in Pollen gemessen als im Umfeld der Berliner Flughäfen mit dem Referenzstandort BRS: $1\text{--}38 \mu\text{g/kg OS}$ 16 EPA-PAK. Diese Spanne überschneidet sich aber mit der an den dortigen Flughafen bezogenen Standorten gemessenen Spanne: $6\text{--}101 \mu\text{g/kg OS}$ (Wäber und Pompe 2018–2022). Auch im Vergleichsgebiet im Umfeld des Flughafens München und im Referenzgebiet Aichach zeigten die 16 EPA-PAK in Frühtracht-Pollenproben in der Regel geringfügig höhere Werte als Pollenproben der Sommertracht.

Die Summen der 16 EPA-PAK in Wachs⁵ lagen seit Beginn des Bienenmonitoring 2011 bei Werten von 25 bis rund $650 \mu\text{g/kg OS}$, seit 2013 in einheitlichen Naturwachsproben nur bis $387 \mu\text{g/kg OS}$ (vgl. Tabelle 1.5-1). Saisonale Unterschiede waren nicht erkennbar, aber solche zwischen den Standorten: Für die 16 EPA-PAK beträgt der Median 2013–2019 (für einheitlich Naturwachs seit 2013) am rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS $51 \mu\text{g/kg OS}$. Er liegt dort niedriger als rural-flughafen nah bei Kiekebusch (BKB) mit $130 \mu\text{g/kg OS}$ und suburban-flughafen nah am Standort BER mit $133 \mu\text{g/kg OS}$. Der Median am Referenzstandort liegt aber gleichauf mit dem mittleren Median 2013–2019 am urban-flughafen nahen Standort Tegel (TXL) mit $52 \mu\text{g/kg OS}$ (vgl. Bild 1.5-2). Das liegt daran, dass die PAK-Gehalte zu Beginn der Untersuchungen an BER und BKB vergleichsweise höher lagen. Vergleicht man die Ergebnisse von 2017 bis 2019 nivellieren sich die Unterschiede. Die Ergebnisse 2019 vom Standort BMF reihen sich mit 47 bzw. $26 \mu\text{g/kg OS}$ in die aktuellen Ergebnisse der anderen Standorte ein.

Die PAK4-Gehalte in Wachs lagen zwischen 2 und $23 \mu\text{g/kg OS}$ (vgl. Tabelle 1.5-1) und zeigten keine systematischen Unterschiede zwischen flughafen nahen und -fernen Wachsproben (siehe Tabellen im Anhang: Kapitel 8).

⁵ Für ihre Honigwaben bauen die Bienen auf das Wachs einer vorgefertigten Mittelwand etwa 50 % Anteil eigenes Wachs auf. In den Vorjahren 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 Mittelwand⁵ 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 waren somit etwa gleichlang den Luftschadstoffen ausgesetzt. 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).

Die Benzo(a)pyren-Gehalte in Wachs waren mit Werten zwischen $<0,1$ und $0,92 \mu\text{g/kg OS}$ eher niedriger als in Pollen (vgl. Tabelle 1.5-1). Unterschiede zwischen den Standorten traten nicht systematisch auf. Die BaP-Frühtracht-Ergebnisse 2019 in Wachs an TXL und BMF waren mit $0,26 \mu\text{g/kg OS}$ bzw. $0,54 \mu\text{g/kg OS}$ tendenziell höher als an den anderen Standorten: bis $0,16 \mu\text{g/kg OS}$. Etwaige Standortunterschiede für PAK4 mit Benzo[a]pyren gilt es weiter zu beobachten.

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 $15\text{--}61 \mu\text{g/kg OS}$, als flughafennah, mit einer Spanne von $24\text{--}156 \mu\text{g/kg OS}$. Allerdings von Jahr zu Jahr recht unterschiedlichen Teilergebnissen (Wäber und Pompe 2018–2022). Dieser tendenzielle Unterschied wurde ab 2018 nicht beobachtet mehr: flughafennah wie - fern $11\text{--}24 \mu\text{g/kg OS}$ für die 16 EPA-PAK. 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: $6\text{--}67 \mu\text{g/kg OS}$ (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 gleichauf: Die Mediane der Werte 2013–2022 betragen rund $15 \mu\text{g/kg OS}$. Damit vergleichbar liegen die Ergebnisse am Standort BMF 2019–2022 bei rund $10 \mu\text{g/kg OS}$ für 16 PAK.

Die PAK4-Gehalte in Honig lagen in mehr als 90 Prozent der Fälle bei Null und reichten nur knapp darüber bis $0,4 \mu\text{g/kg OS}$.

Benzo[a]pyren in Honig war sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze von $0,1 \mu\text{g/kg OS}$, analytisch nicht auffindbar.

Beide Leitparameter – PAK4 und BaP – lagen somit weit unterhalb der niedrigsten, hilfsweise zu betrachtenden Beurteilungswerte, $10 \mu\text{g/kg}$ für BaP und $50 \mu\text{g/kg}$ für PAK4, die für die Bienenprodukte Kittharz und Gelée Royale gelten (VO (EU) 2015/1933).

Zum Vergleich: Im Umfeld des Flughafens München mit dem Referenzgebiet Aichach wurden 2013–2021 vergleichbare PAK-Gehalte in Honigproben wie im Umfeld der Berliner Flughäfen und am Referenzstandort BRS in der Schorfheide gemessen: $4\text{--}53 \mu\text{g/kg OS}$ für die 16 PAK, $0\text{--}0,4 \mu\text{g/kg OS}$ für PAK4 und $<0,1 \mu\text{g/kg OS}$ 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 mit 6 bis rund $70 \mu\text{g/kg OS}$ tendenziell etwas niedriger als in Pollen und **in Pollen niedriger als in Naturwachsproben**, mit darin bis rund $400 \mu\text{g/kg OS}$ 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 – liegen die PAK-Gehalte in Pollen vom Standort BER, nahe des Flughafens Berlin Schönefeld / BER, geringfügig und die am Standort TXL nahe des Flughafens Berlin Tegel deutlicher oberhalb derer, die am Referenzstandort BRS gemessen wurden. Quellennah höhere PAK-Gehalte als quellenfern wurden in vergleichbaren Monitorings beobachtet. Es deuten sich allerdings saisonale, im Frühjahr relevante PAK-Quellen – häusliche Kleifeuerungsanlagen – als relevante Ursache an, nicht der untersuchte Emittent Flughafenbetrieb. Bei der Vergleichsuntersuchung am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach deuteten sich flughafennah tendenziell höhere 16 EPA-PAK-Gehalte in Pollen an, als im Referenzgebiet, die sich aktuell nivellieren. Die Ergebnisse wiesen auf Mischeinflüsse unterschiedlicher lokaler Quellen wie Kfz-Verkehr hin, auch mögliche saisonale Einflüsse.
- **Wachs:** Die Abstufung der PAK-Gehalte in Naturwachsproben 2015 bis 2018, bei weitest möglicher Vereinheitlichung der Proben und der imkerlichen Praxis, bestätigt die Naturwachsergebnisse 2013 und 2014: vergleichsweise höhere PAK-Gehalte am Standort BER am Flughafen Berlin Schönefeld und am einige Kilometer davon entfernten rural-flughafennahen Standort BKB als am rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS in der Schorfheide – und als am urbanen Standort am Flughafen Tegel TXL. 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 mögliche Unterschiede nivellierten sich im Jahr 2019, als anders als in früheren Jahren BER mit PAK-Gehalten von 25–56 µg/kg OS in etwa gleichauf mit BRS, TXL und BMF lag.

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 2022

Die in 2011 gestarteten ergänzenden Monitorings der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) ergänzt die Luftgüteuntersuchungen an der Messstelle Flughafen Berlin Schönefeld / Flughafen Berlin Brandenburg International BER und ist 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 nach der Inbetriebnahme fortgesetzt. 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. Außerdem wird betrachtet, wie vital die Bienenvölker sind. 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. Das Bienenmonitoring betrachtet die gesamte Anreicherungskette: Bienenvitalität, Blütenpollen, Wabenwachs und Bienenhonig. Der Bericht stellt die Ergebnisse von 2011 bis 2022 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.

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. aktuell⁶ 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 während der Bienensaison 2015 in Betrieb war,
- BRS seit 2012, rural-flughafenfern als Referenzstandort im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, rund 90 km nördlich des Flughafens Berlin Schönefeld,

⁶ 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-flughafenfern als Referenzstandort, 6 km südlich des Flughafens in Rangsdorf.

Um einen möglichst langen Zeitraum während der Bienensaison 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). Seit 2018 gilt für Quecksilber in Honig und Imkereierzeugnissen ebenfalls ein Höchstgehalt (VO (EU) 2018/73). Für bestimmte PAK gelten seit 2016 für Kittharz und Gelée Royale als Bienenprodukten Höchstgehalte, die auf Pollen direkt angewendet werden können, auf Honig nur hilfsweise orientierend (VO (EU) 2015/1933). Für Blei und Cadmium geben die Verordnungen Höchstgehalte für Nahrungsergänzungsmittel vor (VO (EG) Nr. 629/2008, VO (EU) Nr. 420/2011 und Nr. 488/2014), die nur hilfsweise orientierend auf Pollen bezogen werden, da er nicht ausdrücklich als Nahrungsergänzungsmittel genannt ist. In Österreich ist ein Aktionswert zur vorsorglichen Risikominderung von 0,05 mg/kg 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 (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1 und Tabelle 1.2-2), hilfsweise orientierend⁷ herangezogen werden.

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 2018–2022). Die Referenzergebnisse unterstützen auch die Bewertung, welche Stoffgehalte als „normal“ gelten können.

⁷ Folgendes ist zu berücksichtigen: Andere Lebensmittel besitzen andersartige Eigenschaften, Lebensmittelprüfungen im Sinne des Lebensmittelrechts bedienen sich aufgrund der individuellen Eigenschaften der Lebensmittel teilweise anderer Analysenverfahren als das Bienenmonitoring. Besonders strenge Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht anwendbar, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten.

2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen

Die Überlebensrate 2021/2022 war mit >85% flughafennah und -fern normal, während etwa der Winter 2018/19 von lokal sehr hohen Verlusten geprägt war. Die durchschnittliche Honigmenge pro Honigwabe lag aktuell wie auch 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. **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. (vgl. Kapitel 1.1). 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 aber 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 Graskultur⁸ 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.

⁸ Zum Biomonitoring im Umfeld des Flughafens Schönefeld seit 2011 siehe im Internet: <https://www.berlin-airport.de/de/unternehmen/umwelt/luft/biomonitoring/index.php>, Stand 30.10.2018

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 Wabenwachs 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 Anreicherungsseigenschaften 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 2011–2019	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2021	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 – 0,24	-
Arsen (As)	<0,013 – 0,062	<0,013 – 0,34	0,37-0,38 in Pollen im Mittel (EFSA'14)
Blei (Pb)	<0,1 – 1,2 ab 2016: 0,017 – 0,44	<0,025 – 1,2 (einmal 3)	3 für andere NEM (VO 1881/2006ff.) 0,6 in anderen NEM im Mittel (EFSA 2010)
Cadmium (Cd)	<0,01 – 0,11 ab 2016: 0,029 – 0,29	<0,01 – 0,37	1 für andere NEM (VO 488/2014) 0,07-0,08 in and. NEM im Mittel (EFSA'12)
Chrom (Cr)	0,04 – 0,6	<0,025 – 1,2	6 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
Kupfer (Cu)	5,9 – 14 (seit 2015)	4,7 – 14	100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
Nickel (Ni)	<0,1 – 0,9	0,1 – 2,4	3,8-3,9 in anderen NEM im Mittel (EFSA'14)
Quecksilber (Hg)	<0,05 (2015) <0,013 (ab 2016)	<0,05 (bis 2015) <0,013 (ab 2016)	0,01 für Imkereierzeugnisse 0,1 für andere NEM (VO 420/2011) 0,5 in anderen NEM im Mittel (EFSA 2012a)
Zink (Zn)	28 – 100 (zweimal höher: 176, 207)	30 – 90	500 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag für andere NEM empfohlen (BgVV 2002)
16 EPA-PAK	0,010 – 0,142	0,001 - 0,101	-
Summe PAK4	0 – 0,021 (einmal höher: 0,039)	0 - 0,007	0,050 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO 2015/1933)
Benzo[a]pyren	<0,0001 – 0,0052	<0,0001-0,0006	0,010 für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO 2015/1933)

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 <0,1 und 1,2 mg/kg OS,
- Cadmiumgehalte zwischen 0,02 und 0,29 mg/kg OS.
- Chromgehalte an den flughafennahen Standorten waren mit <0,1 bis 0,58 mg/kg OS 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. Die unbedenklich niedrigen Chromgehalte in Pollen vom Standort TXL unterschieden sich 2017–2019 deutlich vom Referenzstandort BRS.
- 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 und 0,013 mg/kg OS seit 2016. Somit wird der seit 2018 gültige Höchstgehalt für Imkereiprodukte gemäß Verordnung (EU) Nr. 2018/73 nicht überschritten.
- Zinkgehalte waren zwischen 28 und 100 mg/kg OS angesiedelt, zweimal bis rund 200 mg/kg OS (BRS-FT 2015 und 2019), 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 2019 im Untersuchungsgebiet im Umfeld der Berliner Flughäfen wie im Vergleichsgebiet am Flughafen München ebenfalls gleichermaßen niedrig.

Sie zeigten niedrigere Werte in Sommertracht-Pollen im Vergleich zur Frühtracht (vgl. Kapitel 1.5). Ähnliche saisonale Unterschiede wurden auch in anderen aktuellen 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 sai-

sonale 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 Wabenwachs zu vermeiden.

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 0,22 mg/kg OS,
Cadmium <0,0025 bis 0,02 mg/kg OS und
Chrom <0,025 bis in Einzelfällen 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 sowie am urbanen Flughafenstandort TXL. Im Jahr 2019 lagen die 16 PAK in Wachsproben aller Standort einschließlich BMF auf etwa gleichem Niveau um 40 µg/kg OS. Anders als bei den Pollenergebnissen (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 in mg/kg OS	Umfeld Berliner Flughäfen mit Referenzstandort Schorfheide 2011 bis 2019	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2021
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 – 0,22	<0,025 – 0,75
Cadmium (Cd)	<0,0025 – 0,02	<0,0025 – 0,05
Chrom (Cr)	<0,025 – 0,17	<0,025 – 0,54
Kupfer (Cu)	0,10 – 2,0 (seit 2015)	<0,1 – 10
Nickel (Ni)	<0,025 – 0,45	<0,025 – 3,3
Quecksilber (Hg)	<0,05 (2015), <0,013 (ab 2016)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016)
Zink (Zn)	0,6 – 100	<0,5 – 80
16 EPA-PAK in Naturwachs	0,025 – 0,387 (2013–2019)	0,012 – 0,156 (2013–2021)
Summe PAK4 in Naturwachs	0,001 – 0,023 (2013–2019)	0 – 0,009 (2014–2021)
Benzo[a]pyren in Naturwachs	<0,0001 – 0,0008 (2013–2019)	<0,0001 – 0,0007 (2014–2021)

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.

In den Jahren 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 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 alle⁹ 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 0,1 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 um 0,5 mg/kg OS (BER-FT 2022).
- Zink lag in einem Bereich zwischen <0,1 und 1,5 mg/kg OS.

Blei lag damit stets unter dem Höchstgehalt für Honig von 0,1 mg/kg und Quecksilber überschritt nicht den seit 2018 gültigen Höchstgehalt für Honig und Imkereierzeugnisse von 0,01 mg/kg.

Von den PAK-Verbindungen waren im Untersuchungs- wie im Vergleichsgebiet vor allem

⁹ Die Ausnahme stellt ein einzelner Bleigehalt 2016 aus dem Vergleichsgebiet München 2016 dar (Wäber 2017).

leichtflüchtige Komponenten in den Honigproben bestimmbar:

Die Summenwerte der 16 EPA-PAK lagen in den Honigen beim Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld 2011 bis 2022 bei 6 bis 67 µg/kg OS (vgl. Kapitel 1.5).

Wie bei den Metall- wurden bei den PAK-Gehalten in Honig keine Standortunterschiede deutlich. Auch 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 2022	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2021	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)	<0,1 (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)	0,1 Höchstgehalt für Honig (VO 2015/1005)
Cadmium (Cd)	<0,01 (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 – 0,58	0,06 – 2,7	0,9 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag empfohlen für Nahrungsergänzmittel (BgVV 2002)
Nickel (Ni)	<0,1 (bis 2015), <0,025 – 0,095 (ab 2016)	<0,025 – 1,9	0,3 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	0,14 - 0,15 in Honig im Mittel (EFSA 2014)
Quecksilber (Hg)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016)	<0,05 (bis 2015), <0,013 (ab 2016)	0,0005 – 0,003 (Bogdanov 2006)	0,01 Höchstgehalt für Honig (VO 2018/73) 0,0005 - 0,005 in Honig im Mittel (EFSA 2012a)
Zink (Zn)	<0,1 – 1,5	0,1 – 17	0,1 im Durchschnitt (Yazgan et al. 2006)	70-100 umgerechnet bei Verzehr von 10 g/Tag empfohlen für and. Lebensmittel (BgVV 2002)
16 EPA-PAK	0,006 – 0,067	0,006 – 0,053	0,003 – 0,030 (Fraport 2009)	-
Summe PAK4	0 – 0,0004	0 – 0,0008	0 (eigene Daten, unveröffentlicht 2015)	0,001-0,035 als Spanne für andere, i. W. fetthaltige Lebensmittel (VO 835/2011)
Benzo[a]pyren	<0,0001	<0,0001	<0,0001 (eigene Daten, unveröff. 2015)	0,001-0,006 als Spanne für andere, i. W. fetthaltige Lebensmittel (VO 835/2011)
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 tendenziell höhere Chromgehalte in Pollen als am Referenzstandort. Sie lagen überall unbedenklich niedrig.
- Am ruralen Referenzstandort wurden vergleichsweise höhere Zinkgehalte in Wachs als andersorts festgestellt. Die Ursache hierfür ist nicht bekannt.
- Für Kupfer in Honig zeigten sich am Standort Flughafen Tegel die vergleichsweise höchsten Werte.
- 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 in Pollen von BMF eher sehr niedrig aus, Blei- und Chromgehalte im Standortvergleich eher etwas höher.

Der Einfluss des Flughafenbetriebs auf die insgesamt sehr niedrigen Stoffgehalte kann beim Bienenmonitoring Umfeld der Berliner Flughäfen seit 2011 ausgeschlossen werden: Die vorrangige Quelle für PAK stellt, neben dem saisonalen Betrieb von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken, 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 Bienensaison 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 2022. Insgesamt sind die festgestellten Gehalte von Metallen und PAK in Honig- und Pollenproben als niedrig und unbedenklich für den Verzehr zu werten. Die gilt auch für den Bienenstandort in Tegel 2017–2019, der flughafennah vielen weiteren städtischen Luftschadstoffquellen exponiert war, 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 TXL
[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 selbst die dortigen Standorte BER und BMF. Sie tauschen Ihre Erfahrungen unter anderem mit dem Referenzimker aus der Schorfheide aus. Seit 2020 beziehen alle Imker das Honigwabenwachs für die ihrer Völker aus dem Referenzgebiet.

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)fluoranthren
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	Fluoranthren
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]fluoranthren, 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 (Biozönosen) 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 §6 VO (EG) Nr. 1881/2006 ff.: „Um einen wirksamen Schutz der öffentlichen Gesundheit sicherzustellen, sollten Erzeugnisse mit einem Gehalt an Kontaminanten, der über dem zulässigen Höchstgehalt liegt, weder als solche noch nach Vermischung mit anderen Lebensmitteln oder als Lebensmittelzutat in den Verkehr gebracht 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** 0,1 mg/kg für Blei (VO (EU) Nr. 2015/1005);
- für Honig und weitere Imkereierzeugnisse: Höchstgehalt 0,01 mg/kg für Quecksilberverbindungen (VO (EU) 2018/73);
- für Pollen: Höchstgehalt 0,01 mg/kg für Benzo[a]pyren und 0,05 mg/kg für PAK4, gilt für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel (VO (EU) Nr. 2015/1933)

Naturbau:

Waben aus Wachs, die die Bienen zu 100 Prozent selbst aufbauen (auch: Wildbau, ohne vorgefertigte Mittelwand, z. B. Drohnenwaben für die Aufzucht der männlichen Bienen oder Wabenhonigwaben)

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 Nahrungsergänzungsmittellebensmitteln, nach Schadstoffhöchstmengenverordnung (EG) Nr. 1881/2006 mit VO (EU) Nr. 629/2008, Nr. 835/2011, Nr. 420/2011 und Nr. 488/2014, 2018/73, 2021/1317, 2021/1323 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	16
Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs	16
Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig.....	16
Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen.....	17
Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs.....	17
Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig	17
Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen	23
Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs	23
Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig	23
Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen	25
Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs	25
Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig	25
Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen	27
Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs	27
Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig.....	27
Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen	28
Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs	28
Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig.....	28
Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Pollen	32
Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Wachs	32
Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Honig.....	32
Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen.....	33
Bild 2.5-1: Informationstafel am Standort TXL [Foto: FBB]	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2013 bis 2022– Teil 1.....	11
Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2013 bis 2022 – Teil 2.....	12
Tabelle 1.2-1: Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte 2011 bis 2022.....	14
Tabelle 1.3-1: Antimon- und Arsengehalte 2011 bis 2022	20
Tabelle 1.4-1: Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte 2011 bis 2022	22
Tabelle 1.5-1: PAK-Gehalte 2011 bis 2022.....	31
Tabelle 2.2-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Pollen im Vergleich	40
Tabelle 2.3-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Wachs im Vergleich	44
Tabelle 2.4-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Honig im Vergleich.....	46
Tabelle 5.1-1: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BER Flughafen BER (früher: Schönefeld)	61
Tabelle 5.1-2: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen BER	62
Tabelle 5.1-3: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide.....	63
Tabelle 5.1-4: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BER Flughafen BER.....	64
Tabelle 5.1-5: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen BER	65
Tabelle 5.1-6: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide	66
Tabelle 5.1-7: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011 bis 2019.....	67
Tabelle 5.1-8: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2020 bis 2021.....	68
Tabelle 6.1-1: Aktuelle Standorte des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach	69
Tabelle 6.1-2: Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Münchner Honigmonitoring	70
Tabelle 7.1-1: Metalle in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	71
Tabelle 7.1-2: PAK in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	71
Tabelle 7.1-3: Metalle in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	72
Tabelle 7.1-4: PAK in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	72
Tabelle 7.1-5: Metalle in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	73
Tabelle 7.1-6: PAK in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	73
Tabelle 7.1-7: Metalle in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	74

Tabelle 7.1-8: PAK in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	74
Tabelle 7.1-9: Metalle in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	75
Tabelle 7.1-10: PAK in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	75
Tabelle 7.1-11: Metalle in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	76
Tabelle 7.1-12: PAK in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	76
Tabelle 7.1-13: Metalle in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	77
Tabelle 7.1-14: PAK in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	77
Tabelle 7.1-15: Metalle in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	78
Tabelle 7.1-16: PAK in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	78
Tabelle 7.1-17: Metalle in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	79
Tabelle 7.1-18: PAK in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	79
Tabelle 8.1-1: Metalle in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	82
Tabelle 8.1-2: PAK in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	82
Tabelle 8.1-3: Metalle in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	83
Tabelle 8.1-4: PAK in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	83
Tabelle 8.1-5: Metalle in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	84
Tabelle 8.1-6: PAK in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	84
Tabelle 8.1-7: Metalle in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	85
Tabelle 8.1-8: PAK in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	85
Tabelle 8.1-9: Metalle in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	86
Tabelle 8.1-10: PAK in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	86
Tabelle 8.1-11: Metalle in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	87
Tabelle 8.1-12: PAK in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	87
Tabelle 8.1-13: Metalle in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	88

Tabelle 8.1-14: PAK in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	88
Tabelle 8.1-15: Metalle in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	89
Tabelle 8.1-16: PAK in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	89
Tabelle 8.1-17: Metalle in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	90
Tabelle 8.1-18: PAK in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	90
Tabelle 9.1-1: Metalle in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	91
Tabelle 9.1-2: PAK in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	91
Tabelle 9.1-3: Metalle in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	92
Tabelle 9.1-4: PAK in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	92
Tabelle 9.1-5: Metalle in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	93
Tabelle 9.1-6: PAK in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	93
Tabelle 9.1-7: Metalle in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	94
Tabelle 9.1-8: PAK in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	94
Tabelle 9.1-9: Metalle in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	95
Tabelle 9.1-10: PAK in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	95
Tabelle 9.1-11: Metalle in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	96
Tabelle 9.1-12: PAK in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	96
Tabelle 9.1-13: Metalle in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	97
Tabelle 9.1-14: PAK in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	97
Tabelle 9.1-15: Metalle in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	98
Tabelle 9.1-16: PAK in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	98
Tabelle 9.1-17: Metalle in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	99

Tabelle 9.1-18: PAK in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	99
Tabelle 9.1-19: Metalle in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	100
Tabelle 9.1-20: PAK in Honig 2020 und 2022 im Umfeld des Flughafens BER und des Referenzstandortes Schorfheide	100
Tabelle 10.1-1: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf Metalle 2011	101
Tabelle 10.1-2: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf PAK 2011	102

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 2022 sind nachfolgend tabellarisch im Detail dargestellt.

Tabelle 5.1-1: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BER Flughafen BER (früher: Schönefeld)

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	BER,
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	7
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1 (Verlust im März, aufgrund Räuberei von Wespen)
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	In den Jahren davor gab es keine Verluste
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	5+2
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	Mäßig stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	normal
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Völker sind in 2022 weniger stark aus dem Winter gekommen und blieben auch weniger stark im Vergleich zu 2021
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	28.03.
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	10.06.
Schleuderdatum falls abweichend	
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	18.04. (Termin der nächsten Durchsicht, besetzt war er sicherlich früher)
Start Datum der Bautätigkeit	Honigwaben waren bereits ausgebaut
Verlauf der Tracht	Wenig Eintrag trotz guter Witterungsbedingungen (Vergleich zum letzten Jahr: hoher Eintrag trotz widriger Witterungsbedingungen)
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Mildes Frühlingswetter, nicht zu trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	40 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	8 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	10
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Deutlich weniger (2021:>20 kg/ Volk)
Art und Größe der Magazine	Zander Liebig
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus Herrn Hirrles Wachs-Kreislauf
Anzahl der Waben insgesamt	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	9
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	1
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	5-6
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	Normal
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Etwas weniger Brut im Vergleich zum Vorjahr
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Kreuzblütler > 45% 2) Weidengewächse, Rosengewächse < 15%
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa, geringer Befall
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	keine

Tabelle 5.1-2: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen BER

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	BER Vorfeld Baustraße 3.2.
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	-
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	1 + 0
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	gut entwickelt
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	wahrscheinlich 1x geschwächt
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	11.04.2022
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	24.06.2022
Schleuderdatum falls abweichend	25.06.2022
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	11.04.2022
Start Datum der Bautätigkeit	12.04.2022
Verlauf der Tracht	schleppend, da sehr trocken
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	10,5 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	11
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Art und Größe der Magazine	Kegeberger Double Normal
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs von Imkeri Hirke
Anzahl der Waben insgesamt	11 + 11 HR
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	22
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	22
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut, leider 2x geschwächt
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Wiesensalbei 2) Pflaume
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	keine
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	

Tabelle 5.1-3: Vitalitätserhebung 2022 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	Lützlow
Frühtracht oder Sommertracht	
Anzahl der Bienenvölker am Standort	40
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter	0
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	sehr gut
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	40 V. ca. 20
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	4 - 6 Brutwaben Vollwaben
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	8 8 BW gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/	gut
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	25.4.22
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	25.5.22
Schleuderdatum falls abweichend	25.5.22
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	30.4.
Start Datum der Bautätigkeit	25.4
Verlauf der Tracht	
Witterung während der Tracht, ggfs.	25.4 - 4.5 kalt 5.5 - 25.5 wärmer
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	8 420 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort	11 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	15
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/	unterer Durchsch.
Art und Größe der Magazine	Zander
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eig. Wachs
Anzahl der Waben insgesamt	30
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	20
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	30
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	4 - 6
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	8
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/	gut
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Raps

Tabelle 5.1-4: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BER Flughafen BER

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	BER,
Frühtracht oder Sommertracht	Sommer-Tracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	7
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	6 + 1
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	Normal stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	stark
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Völker waren in 2022 weniger stark im Vergleich zu 2021
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	11.06.
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	13.07.
Schleuderdatum falls abweichend	
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	11.06.
Start Datum der Bautätigkeit	Honigwaben waren bereits ausgebaut
Verlauf der Tracht	Gut, einen weiteren HR aufgesetzt am 23.06.
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Heiß und trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	80 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	13 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	15
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Weniger als im Vorjahr (2021:16 kg/ Volk)
Art und Größe der Magazine	Zander Liebig
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus Herrn Hurrles Wachs-Kreislauf
Anzahl der Waben insgesamt	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	9
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	9-10
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	6-7
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	1-2 Brutwaben weniger
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Linde, Kreuzblütler 45-15% 2) Rosengewächse, Natternkopf < 15%
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa, mäßig stark
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	Ameisensäure 1x und Brutentnahme

Tabelle 5.1-5: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen BER

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	BER Vorfeld Baustraße 3.2.
Frühtracht oder Sommertracht	Späthtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1 + 1 Ableger
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	-
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	1 + 1
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	sehr gut entwirrt
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	sehr gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	20.06.22
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	26.07.22
Schleuderdatum falls abweichend	28.07.22
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	sofort
Start Datum der Bautätigkeit	sofort
Verlauf der Tracht	gut
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	17 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	22
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Art und Größe der Magazine	Legberger DNM / HR Flach
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs von Imkerei Hirtke
Anzahl der Waben insgesamt	11 + 22 HR
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	33
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	33
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	8
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	sehr gut → Ableger gebildet
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Wiesensblumen, Distel 2) Linde
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	leichter Befall Varroa

Tabelle 5.1-6: Vitalitätserhebung 2022 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2022	
Standort der Bienenvölker	Lützelow
Fruchtart oder Sommertracht	
Anzahl der Bienenvölker am Standort	40
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter	0
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	keine
Anzahl der Honig-Bienenvölker + Anzahl Ableger	40 V. 20 Abl.
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	8-9 BW Vollwaben
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/	
Sammelperiode dieser Tracht Datum Beginn	26.5.22
Sammelperiode dieser Tracht Datum Ende	30.6.20
Schleuderdatum falls abweichend	30.6.20
ab wann war der aufgesetzte Honigraum besetzt	26.5
Start Datum der Bautätigkeit	30.6
Verlauf der Tracht	gut
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	warm u. trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in	800 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort	20 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro	20
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/	gut
Art und Größe der Magazine	Zander
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eig. Wachs
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	8-9
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	8-9
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/	gut
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Linde

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% / 82% / 83%	
FT/ST 2017		100%		100%		100%		86% / 100% / 100%	
FT/ST 2018		100%		MFS neu in 2018		100%		83% / 91% / 100%	
FT/ST 2019		25%		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, Wildpf.	Raps, Löwen-zahn, Wildpf.	Raps, Weiden, div. Wildpflanzen				Raps, Obst, Löwenzahn	
FT/ST 2012		Linde,Raps,Löwenz.	Weide	Linde, Weißklee	div. Wildpf.			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	Blat- , Waldhonig =Blattlaus
FT/ST 2018		Blüten / ST: Blüten, Linde, Phacelia, Sonnenbl.		Kreuzblütler, Rosenge-wächse, Weide	Kreuzblütler, Rosenge-wächse, Weide	Raps, Ahorn, Wildblumen	Wildblumen	v.a. Raps	Blathonig, Akazie, Linde
FT/ST 2019		Strauchblüten, Rosen-gewächse; 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 2020 bis 2021

Tabelle 5.1-8 aus: Wäber, M. und Pompe, F. (2022): Honigmonitoring am Flughafen München 2021 (Ergebnisse 2018–2021). Flughafen München GmbH (Hrsg.), Quelle im Internet (Stand 23.11.2022): <https://www.munich-airport.de/honigmonitoring-88383>, S. 30

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

6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2021

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. (2022): Honigmonitoring am Flughafen München 2021 (Ergebnisse 2018–2021). Flughafen München GmbH (Hrsg.), Quelle im Internet (Stand 23.11.2022): <https://www.munich-airport.de/honigmonitoring-88383>, S. 30 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 2008–2021	HFF	Helfenbrunn Hallbergmoos, am Flughafenzaun im Westen (Richtung Freising) der Süd-Start-/Landebahn (SLB)	unmittelbarer Flughafenstandort, 400 vom Westende der Süd-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Flughafen München 2013–2021	MEF	am Flughafenzaun am östlichen Ende der Nord-Start-/Landebahn (Richtung Eitting, Landkreis Erding)	unmittelbarer Flughafenstandort, rund 1 km vom Ostende der Nord-SLE entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Flughafen München 2018–2021	MFS	nahe Flughafenzaun am östlichen Ende der Süd-Start-/Landebahn (nahe Aussichtshügel Süd)	unmittelbarer Flughafenstandort, 500 vom Ostende der Süd-SLB entfernt, von Grünflächen des Flughafens, Feldern und Gehölz umgeben
Aichach 2008-2021 bis 2019: AAI, AKO, ASI; ab 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 Tödtlenried	Referenzgebiet ähnlich strukturiert, 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; einheit. Wildbauwachs untersucht
2014	2 MUC-Zaun, 1 MUC-nah, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	ab 2014 3 MUC-Standorte getrennt untersucht und Wildbauwachs einheitlicher Zeiträume
2015	2 MUC-Zaun, 1 MUC-nah, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	-
2016	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	3. Standort am Flughafenzaun ersetzt MUC-nahen Standort
2017	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	ab 2017 Pollenproben einheitl. aus mehreren Einzelproben
2018	3*** MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	***: neuer MUC-Zaun Standort statt 1 Standort von 2008
2019	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	4 FT, 4 ST	6 FT, 6 ST	neuer MUC-Zaun Standort fortgeführt seit 2018
2020	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FST	4 FST	4 FT	6 FT, 6 ST	Pollen- und Wachsproben als FT+ST Mischproben analysiert
2021	3 MUC-Zaun, 3 AIC*	4 FST	4 FST	4 FST	6 FT, 6 ST	Pollen, Wachs und Honig als FT+ST Mischproben analysiert

7 Anhang C: Ergebnisse der Pollenanalysen 2011 bis 2019

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	
Acenaphthylen	ACY	0,15	0,15	0,15	
Acenaphthen	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	
Fluoranthren	FLU	4,0	7,3	2,8	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	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.	
Acenaphthylen	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	DBaA	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	
Benz[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]perylene	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. fettthaltige 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	
Benzo[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]perylene	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	72	46	118	33	4	n.s.	
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. 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 7.1-7: 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 Kiebusch, 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	DBaA	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	
Benzo[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]perylene	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 Kiebusch, 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 Kiebusch, 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. fettthaltige 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	DBaA	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	BbF+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]perylene	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 Kiebusch, 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. 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 7.1-11: 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 Kiebusch, 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. Nahrungsergänzungsmittel
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	
Acenaphtylen	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	
Fluoranthren	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]fluoranthren	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 Kiebusch, 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	Nähr.ergän- zungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	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. Nahr- ungsergän- 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	
Fluoranthren	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]fluoranthren	BbF+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]perylene	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
<u>Summe schwerer fl. EPA-PAK</u>	<u>12EPA</u>	<u>91</u>	<u>40</u>	<u>79</u>	<u>47</u>	<u>72</u>	<u>31</u>	<u>41</u>	<u>31</u>	
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	Nähr.ergän- zungsmittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	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- ungsergän- 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	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	
Fluoranthren	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 Nähr.ergänz.mittel gem. VO (EU)
Probe und Tracht		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	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

8 Anhang D: Ergebnisse der Wachsanalysen 2011 bis 2019

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 konnten ausgeschlossen werden. 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]fluoranthren, siehe Tabelle 8.1-4): Es waren Früh- und Sommertracht-Waben mit Mittelwand von BER und BRR. In Naturwachs 2012 von BER und BRR waren hingegen die Gehalte der PAK4 ebenso unauffällig wie 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 2012¹⁰ 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 aber 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).

¹⁰ 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.

8.1 Tabellarische Darstellung der Wachsenanalysen

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	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
Acenaphthylen	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	DBaA	0,15	0,15	0,15	0,15
Fluoranthren	FLU	14	4	13	6
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+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]perylene	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	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
Acenaphthen	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	DBaH	0,25	0,63	0,25	0,25	0,80	0,25	0,25	0,25
Fluoranthren	FLU	14	80	43	19	73	70	3,7	2,2
Benzo[b,j,k]fluoranthren	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]perylene	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	DBaA	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	BbF+BkF	2,90	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Benz[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]perylene	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	201	219	78	206	63	32
Summe 16 EPA-PAK	16EPA	318	362	151	387	86	49

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	DBaH	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]perylene	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	DBaA	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	DBaA	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	BbF+BkF	2,1	1,5	1,9	1,9	0,8	1,2
Benzo[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]perylene	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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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	BbJF+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]perylene	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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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
Fluoranthren	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]fluoranthren	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]perylene	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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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 Kiebusch, 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	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	Naturwachs	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	BbJF+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]perylene	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 Kiebusch, 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

9 Anhang E: Ergebnisse der Honiganalysen 2011 bis 2022

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
Probe von	Messpunkt	BRR	BRR	BFM	BFM	
Honigtrachternte		Frühtr.	Sommer	Frühtr.	Sommer	Honig
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	
Probe und Datum		Frühtracht	Sommertr.	Frühtracht	Sommertr.	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
PAK-Komponente	Abkürz.	15.05.11	05.07.11	14.05.11	bis 08.07.	
Naphthalin	NAP	150	130	200	120	
Acenaphthylen	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	DBaA	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthren	FLU	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+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]perylene	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. 835/2011 für i.W. fetthaltige 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	
FT Früh-/ST Sommertracht		Honig	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	
FT Früh- / ST Sommertracht		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	36	20	16	32	16	21	
Acenaphthylen	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	DBaA	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	BbF+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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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	DBaH	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthren	FLU	0,21	0,20	0,25	0,21	0,25	0,37	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbF+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]perylene	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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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.
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	fetthaltige Nahr.mittel
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	DBaA	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	
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]perylene	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. 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 9.1-9: 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	fettthaltige 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	DBaA	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	
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	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	
Naturwachs aus der Drohnenwabe		Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	anderartige Lebensmittel
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	DBaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthren	FLU	0,51	0,72	0,39	0,21	0,12	0,21	
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	1-10
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benzo[g,h,i]perylene	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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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	
Fluoranthren	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]perylene	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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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 Kiekbusch, 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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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	
Acenaphthylen	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	
Fluoranthren	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]perylene	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.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	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 Kiekbusch, 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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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-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) 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	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	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.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	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-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 9.1-19: 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]perylene	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 Flughafen 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

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“¹¹). 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 Cadmiumgehalte (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 (Trockenmasse¹²), die Zinkgehalte bei rund 55 mg/kg TM - beides vergleichbar mit den Rangsdorfer Bienen 2011 (bezogen auf Originalsubstanz). Die Bleigealte 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).

¹¹ 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

¹² 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 plausibel¹³ 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
Fluoranthren	FLU	5,9
Benzo[b,j+k]fluoranthren	BbjF+BkF	8,0
Benz[a]pyren	BaP	1,35
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	3,18
Benzo[g,h,i]perylene	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

14

¹³ 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.).

¹⁴ 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 November 2022



Dr. Monica Wäber