

Bienenmonitoring im Umfeld der Flughäfen Schönefeld/BER und Berlin Tegel

Teil 2: Ergebnisteil 2011 bis 2019

Gutachterliche Bewertung der Untersuchungsjahre seit 2011 am
Flughafen Schönefeld/BER sowie dem Referenzstandort Schorfheide
und seit 2017 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, am Flughafen Berlin Tegel und am Referenzstandort Schorfheide, die ihre Bienenvölker sorgsam betreut und Pollen-, Wachs- und Honigproben für das Bienenmonitoring geliefert haben,
- die Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) als finanzielle Trägerin des Projekts und für die nachrichtliche Übermittlung von Honiganalysendaten 2011 bis 2014 sowie
- die Flughafen München GmbH (FMG) für Vergleichsdaten aus dem dortigen Honigmonitoring.

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

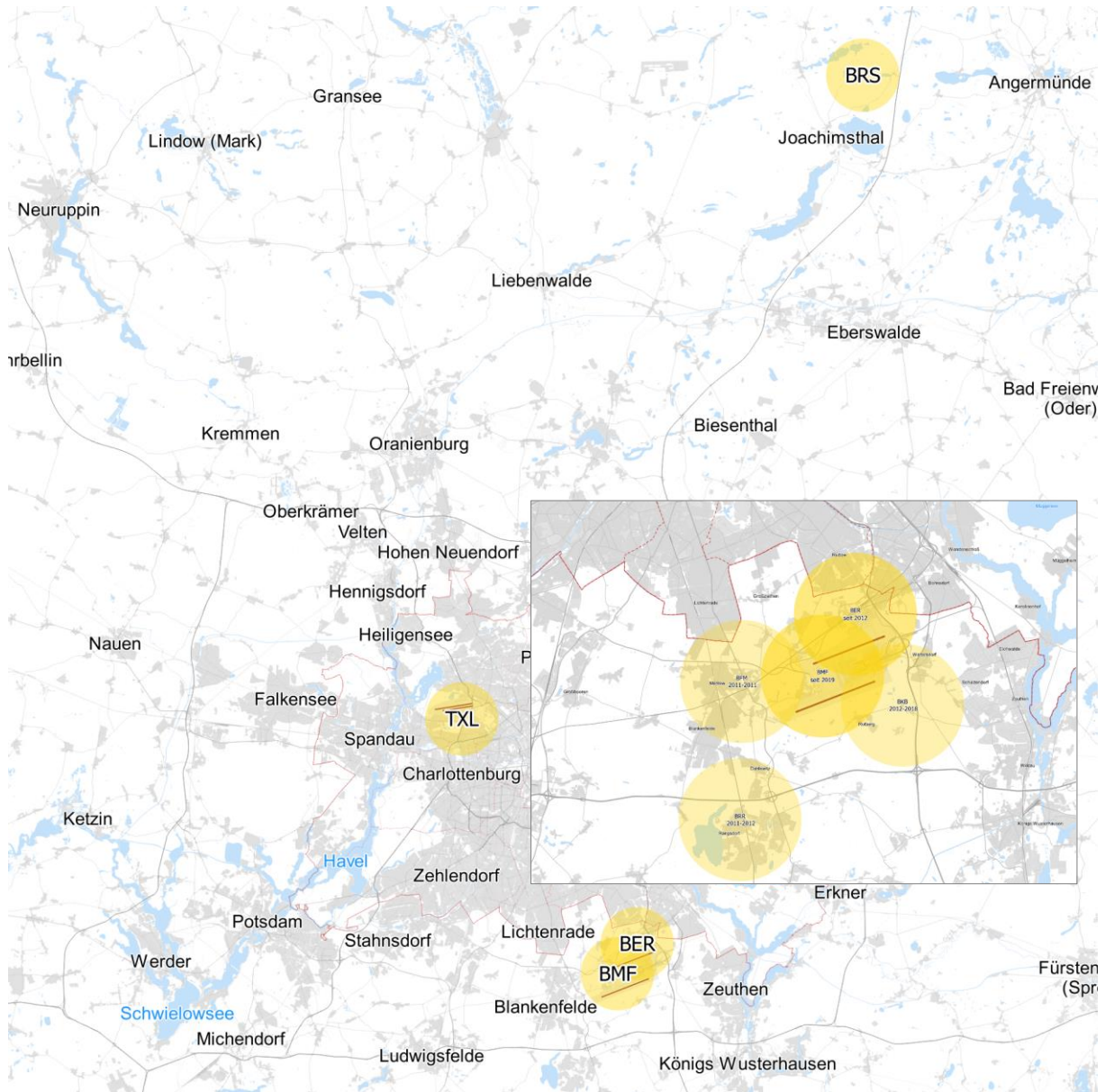


Bild 1.1-1: Übersicht über die Standorte der Bienenvölker mit Referenzstandort BRS (seit 2012) im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Standort TXL am Flughafen Tegel (seit 2017) und seit 2019 Standort BMF– Bildausschnitt (eingerahmt): Einzugsgebiet der Bienenvölker im nahen Umfeld des Flughafens Berlin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

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 des freiwilligen Umwelt-Untersuchungsprogramms der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB), welches die Umweltwirkungen von Luftschadstoffen in den Mittelpunkt stellt. Im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld, später Berlin Brandenburg BER, werden seit 2011 vor allem verkehrstypische Luftschadstoffe untersucht. 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, die direkt am Flughafen Berlin Schönefeld und im näheren Umfeld aufgestellt sind. Seit 2017 werden auch Proben von Bienenvölkern untersucht, die auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes des Flughafens Berlin Tegel aufgestellt sind. 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 Bienenmonitoring im Jahr 2019 bestätigt die jährlichen 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 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 und Honig dienen als Nahrung für die Bienenbrut. Honig gilt auch als natürliches 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 auch beim Betrieb der Flughäfen Berlin Schönefeld und Berlin Tegel entstehen können: Spuren- und Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Diese Stoffe können auf den Menschen gesundheitsschädlich wirken.

Die Bienenvölker des Bienenmonitorings zeigten in der Regel flughafennah und -fern vergleichbar gute Vitalität. Die ausgewählten Metalle und 16 untersuchten PAK konnten im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld wie auch am Flughafen Berlin Tegel im Jahr 2019 wie auch bereits in den Vorjahren, 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 in den Früh- und Sommertrachten 2011 bis 2019 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 neue zulässige Höchstgehalt für Quecksilber

in Honig und Imkereierzeugnissen wurde ebenfalls nicht überschritten. Eindeutige, durch den Flughafenbetrieb bedingte, Unterschiede zwischen flughafennahen und -fernen Pollen-, Bienenwachs- und Honigproben traten nicht auf. Tendenzielle Unterschiede zwischen Standorten hinsichtlich Chrom in Pollen und hinsichtlich PAK, Kupfer und Zink in Wachs werden weiter beobachtet. Zur Einordnung der Ergebnisse erweisen sich insbesondere der 2017 errichtete städtische Standort am Flughafen Tegel und der 2019 neu eingerichtete Standort BMF als wichtig. Am BMF auf dem Vorfeld des Flughafens Berlin Schönefeld, im ansonsten ländlichen Umfeld, zeigen sich eine vergleichbare Vitalität mit vergleichsweise hohem Honigertrag 2019 und unauffällige Metall- und PAK-Werte.

Das Bienenmonitoring wird jährlich und über die Inbetriebnahme des Flughafens Berlin Brandenburg hinaus fortgesetzt werden, um mögliche Veränderungen der Schadstoffverteilung auf dem Flughafengelände und im Umfeld der Flughäfen BER und Berlin Tegel zu dokumentieren.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	3
Zusammenfassung	5
Inhaltsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
1 Ergebnisse	13
1.1 Vitalitätserhebung	13
1.2 Blei-, Cadmium- und Quecksilber-Ergebnisse 2011 bis 2019	18
1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2019	24
1.4 Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Ergebnisse 2011 bis 2019	26
1.5 PAK-Ergebnisse 2011 bis 2019	35
2 Zusammenfassung der Ergebnisse 2011 bis 2019	42
2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen	44
2.2 Stoffgehalte in Pollen	45
2.3 Stoffgehalte in Wachs	48
2.4 Stoffgehalte in Honig	50
2.5 Fazit und Ausblick	53
3 Abkürzungen	56
4 Glossar	59
5 Anhang A: Vitalitätserhebungen	61
5.1 Vitalitätsparameter	61
5.2 Vitalität - Tabellenanhang	63
6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2019	72
6.1 Proben aus dem Honigmonitoring um den Flughafen München	72
7 Anhang C: Ergebnisse der Pollenanalysen 2011 bis 2019	75
7.1 Tabellarische Darstellung der Pollenanalysen	75
8 Anhang D: Ergebnisse der Wachsanalysen 2011 bis 2019	84
8.1 Tabellarische Darstellung der Wachsanalysen	86

9	Anhang E: Ergebnisse der Honiganalysen 2011 bis 2019	95
9.1	Tabellarische Darstellung der Honiganalysen	95
10	Anhang F: Ergebnisse der Bienen-Testanalysen 2011	104
10.1	Metalle und PAK in Bienen 2011	104

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 (seit 2017) und seit 2019 Standort BMF– Bildausschnitt (eingerahmt): Einzugsgebiet der Bienenvölker im nahen Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld	4
Bild 1.2-1: Blei (mg/kg OS) in Pollen	20
Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs	20
Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig.....	20
Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen.....	21
Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs.....	21
Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig	21
Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen	27
Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs	27
Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig	27
Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen	29
Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs	29
Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig	29
Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen	31
Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs	31
Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig.....	31
Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen	32
Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs	32
Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig	32
Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Pollen	36
Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Wachs	36
Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK (µg/kg OS) in Honig.....	36
Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen.....	37
Bild 2.5-1: Informationstafel am Standort TXL [Foto: FBB]	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2012 bis 2019 – Teil 1.....	15
Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2012 bis 2019 – Teil 2.....	16
Tabelle 1.2-1: Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte 2011 bis 2019.....	18
Tabelle 1.3-1: Antimon- und Arsengehalte 2011 bis 2019.....	24
Tabelle 1.4-1: Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte 2011 bis 2019.....	26
Tabelle 1.5-1: PAK-Gehalte 2011 bis 2019.....	35
Tabelle 2.2-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Pollen im Vergleich.....	45
Tabelle 2.3-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Wachs im Vergleich.....	49
Tabelle 2.4-1: Stoffgehalte (in mg/kg OS: Originalsubstanz) in Honig im Vergleich.....	51
Tabelle 5.2-1: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht TXL Flughafen Berlin Tegel.....	63
Tabelle 5.2-2: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BER Flughafen Berlin Schönefeld.....	64
Tabelle 5.2-3: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen Schönefeld.....	65
Tabelle 5.2-4: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide.....	66
Tabelle 5.2-5: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht TXL Flughafen Berlin Tegel.....	67
Tabelle 5.2-6: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BER Flughafen Berlin Schönefeld.....	68
Tabelle 5.2-7: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen Schönefeld.....	69
Tabelle 5.2-8: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide.....	70
Tabelle 5.2-9: Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchungen des Honigmonitorings am Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011 bis 2019.....	71
Tabelle 6.1-1: Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Münchner Honigmonitoring.....	72
Tabelle 7.1-1: Metalle in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	75
Tabelle 7.1-2: PAK in Pollen 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	75
Tabelle 7.1-3: Metalle in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	76
Tabelle 7.1-4: PAK in Pollen 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	76
Tabelle 7.1-5: Metalle in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	77
Tabelle 7.1-6: PAK in Pollen 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	77
Tabelle 7.1-7: Metalle in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	78
Tabelle 7.1-8: PAK in Pollen 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	78
Tabelle 7.1-9: Metalle in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	79
Tabelle 7.1-10: PAK in Pollen 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	79

Tabelle 7.1-11: Metalle in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	80
Tabelle 7.1-12: PAK in Pollen 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	80
Tabelle 7.1-13: Metalle in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	81
Tabelle 7.1-14: PAK in Pollen 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	81
Tabelle 7.1-15: Metalle in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	82
Tabelle 7.1-16: PAK in Pollen 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	82
Tabelle 7.1-17: Metalle in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	83
Tabelle 7.1-18: PAK in Pollen 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	83
Tabelle 8.1-1: Metalle in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	86
Tabelle 8.1-2: PAK in Wachs 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	86
Tabelle 8.1-3: Metalle in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	87
Tabelle 8.1-4: PAK in Wachs 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	87
Tabelle 8.1-5: Metalle in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	88
Tabelle 8.1-6: PAK in Wachs 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	88
Tabelle 8.1-7: Metalle in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	89
Tabelle 8.1-8: PAK in Wachs 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	89
Tabelle 8.1-9: Metalle in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	90
Tabelle 8.1-10: PAK in Wachs 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	90
Tabelle 8.1-11: Metalle in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	91
Tabelle 8.1-12: PAK in Wachs 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	91
Tabelle 8.1-13: Metalle in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	92
Tabelle 8.1-14: PAK in Wachs 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	92
Tabelle 8.1-15: Metalle in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	93
Tabelle 8.1-16: PAK in Wachs 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	93

Tabelle 8.1-17: Metalle in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	94
Tabelle 8.1-18: PAK in Wachs 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	94
Tabelle 9.1-1: Metalle in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	95
Tabelle 9.1-2: PAK in Honig 2011, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	95
Tabelle 9.1-3: Metalle in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	96
Tabelle 9.1-4: PAK in Honig 2012, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte.....	96
Tabelle 9.1-5: Metalle in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandorte	97
Tabelle 9.1-6: PAK in Honig 2013, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	97
Tabelle 9.1-7: Metalle in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	98
Tabelle 9.1-8: PAK in Honig 2014, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	98
Tabelle 9.1-9: Metalle in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	99
Tabelle 9.1-10: PAK in Honig 2015, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	99
Tabelle 9.1-11: Metalle in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort	100
Tabelle 9.1-12: PAK in Honig 2016, Flughafen Berlin Schönefeld und Referenzstandort.....	100
Tabelle 9.1-13: Metalle in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	101
Tabelle 9.1-14: PAK in Honig 2017 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	101
Tabelle 9.1-15: Metalle in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	102
Tabelle 9.1-16: PAK in Honig 2018 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	102
Tabelle 9.1-17: Metalle in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	103
Tabelle 9.1-18: PAK in Honig 2019 im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide	103
Tabelle 10.1-1: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf Metalle 2011	104
Tabelle 10.1-2: Ergebnisse der Bienen-Testanalyse auf PAK 2011	105

1 Ergebnisse

Im separaten **Teil 1 – Allgemeiner Teil** – des Berichts sind die Motivation, das Bienenmonitoring durchzuführen, seine Einbindung in das Umwelt-Untersuchungsprogramm 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: PAK und die Metalle Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Zink, sowie in Honig und seit 2015 in allen Proben zusätzlich Kupfer und Quecksilber. Zudem werden Parameter erhoben, die Aufschluss über die Vitalität der Bienenvölker geben. Proben zweier Trachten, der Früh- und der Sommertracht von Bienenvölkern in unterschiedlicher Entfernung zum Flughafen werden analysiert und mit denen von dem Referenzstandort verglichen, fernab des Flughafens im ländlichen Hintergrundgebiet.

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, 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 Kiebusch. Seit 2017 schließt 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 am Ostende der Nordbahn, mittig zwischen Süd- und Nordbahn, eingerichtet.

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 Vitalitätserhebungsbögen aus 2019 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 Bienengesundheit 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 2017/2018 hatten dort 96 Prozent der Bienenvölker überlebt (siehe Tabelle 1.1-1), den Winter 2018/19 aber nur die Hälfte der Völker. Am Standort TXL in Tegel überlebte das Wirtschaftsvolk den Winter 2018/19. Am Standort BER wurden 2018 zwei Völker, die vom Referenzimkern stammten, aufgestellt. Eines davon ist bereits im November gestorben ist. Das andere Volk hatte überlebt und wurde 2019 durch Ableger vermehrt. Am neuen Standort BMF überlebte das im Herbst 2018 angesiedelte Volk nicht. Insgesamt ist also der Winter 2018/19 von lokal sehr hohen Verlusten geprägt.

Tabelle 1.1-1: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2012 bis 2019 – Teil 1

Vitalität	Standort TXL	Standort BER	Standort BMF	Standort BKB	Standort BRS
Erhebung	urban-flughafennah	suburban-flughafennah	rural-flughafennah Vorfeld	rural-flughafennah bei Kiekebusch	rural-flughafennah Referenz Schorfheide
Überlebensrate nach Überwinterung					
FT 2012		100%			94%
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%
FT 2018	0%, Neustart mit 1 Ableger aus 2017	100%		100%	96%
FT 2019	100%	Neustart mit BRS-Volk	Start 2019		50%
Anzahl der Bienenvölker am Standort					
FT/ST 2012		1			34
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)
Stärke und Entwicklung der Bienenvölker (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Waben bei Beginn und Ende der Tracht)					
FT 2012		stark; gute Entw.			mittel; sehr gute Entw.
ST 2012		sehr stark; konstant			sehr stark; 25% Rückg.
FT 2013		schwach; gute Entwickl.		schwach; gute Entwickl.	sehr schwach; sehr gute Entwicklung
ST 2013		sehr gut; 33% Zuwachs		sehr gut; 33% Zuwachs	sehr gut; 33% Zuwachs
FT 2014		durchschnittlich -> gut		durchschnittlich -> gut	stark -> gut; Vervielfachung
ST 2014		konstant		konstant	sehr gut; 33% Zuwachs
FT 2015		durchschnittlich -> gut; 25% Zuwachs		durchschnittlich -> gut; Verdopplung	durchschnittlich -> gut; 3- bis 4facher Zuwachs
ST 2015		konstant gut		gut, 25% Zuwachs	konstant gut
FT 2016		mittel: 33% Zuwachs		mittel: 33% Zuwachs	mittel -> gut; verdoppelt
ST 2016		konstant gut		konstant gut	konstant stark
FT 2017	mittel (Start: 4 Waben)-> gut 100% Zuwachs	schwach; schlechte Entwicklung, 50% Zuwachs		schwach; schlechte Entwicklung 50% Zuwachs	mittel; gute Entwicklung 33% Zuwachs
ST 2017	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung	durchschnittlich -> mittel-mäßige Entw. 33% Zuwachs		durchschnittlich -> mittel-mäßige Entw. 33% Zuwachs	konstante Wabenzahl, gute Entwicklung
FT 2018	Neustart: 6 Waben)-> gut 66% Zuwachs	gute Entwicklung, 66% Zuwachs		gute Entwicklung, 66% Zuwachs	durchschnittliche Entwicklung (lt. Imker), Verdreifachung
ST 2018	konstante Wabenzahl: 10, gute Entwicklung	konstante Wabenzahl: 50, gute Entwicklung		konstante Wabenzahl: 50, gute Entwicklung	konstante Wabenzahl: 40, gute Entwicklung
FT 2019	stark (7 Waben)-> gut 29% Zuwachs	durchschnittl. (5 Waben) -> durchschnittl., 60% Zuwachs	durchschnittl. (6 Waben) -> gute Entw., 83% Zuwachs		eher schwach (30 Waben) -> gute Entw., 33% Zuwachs
ST 2019	konstante Wabenzahl: 9, gute Entwicklung	etwa konstante Wabenzahl: 17->18, durchschnittl. Entwickl.	stark (6 Wabenzahl): gute Entwicklung, 83% Zuwachs		konstante Wabenzahl (40): durchschnittl. Entwicklung
Entwicklung der Brut (Zuwachs: ermittelt aus Anzahl besetzter Brutwaben bei Beginn und Ende der Tracht)					
FT 2012		gut, 30% Zuwachs			sehr gut, 66% Zuwachs
ST 2012		sehr gut, 33% Zuwachs			konstant
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: Frühtracht; ST: Sommertracht

Tabelle 1.1-2: Ergebnisse der Vitalitätserhebungen 2012 bis 2019 – 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 2012		15			20
ST 2012		15			15
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
Schwerpunkt des Blütenpollenspektrums					
FT 2012		Kirsche, Apfel, Birne, Ahorn			Raps, Obstblüte
ST 2012		Kastanie, Bergahorn, Robinie, Linde, BER- Wiesenblumen			Feldblüte, Linde
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: Frühtracht; ST: Sommertracht

Am urban-flughafennahen Standort TXL bewerteten die Imker die Entwicklung des Bienenvolkes seit 2017 als gut, das Volk und seinen Ableger als stark. Die neuen Imkerinnen am Flughafen Berlin Schönefeld berichteten vom Standort BER von unterschiedlich starken Völkern mit eher durchschnittlicher Entwicklung (ein Wirtschaftsvolk und Ableger). Der Imker des Bienenvolkes am Vorfeld – am neuen Standort BMF – berichtete von guter Entwicklung. Für den Referenzstandort BRS beschrieb der dortige Imker die Entwicklung seiner Völker nach starken Winterverlusten als gut, mit durchschnittlicher Entwicklung der Brutwaben.

Die Honigmengen pro Volk fielen 2019 unterschiedlich aus. Am Standort TXL wurde 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. Die größte Honigmenge wurde 2019 am Standort BMF auf dem Vorfeld erzielt: 27 kg Frühtrachthonig und 18 kg Sommertrachthonig. Am Referenzstandort waren es 12 kg und 22 kg, die Frühtracht weniger als 2018, die Sommertracht vergleichbar mit dem Vorjahr. Betrachtet man die Menge Frühtrachthonig pro Honigwabe, so zeigt sich 2019 ein recht einheitliches Bild über alle Standorte: 1,2 +/- 0,3 kg. Die Menge Sommertrachthonig pro Honigwabe differiert stärker 0,5 bis 1,1 kg.

Über die Jahre hinweg unterschieden sich die Vitalität der Bienenvölker am Flughafen und die der Referenzvölker nicht systematisch. Vielmehr zeigten die BER-Bienen am Flughafen Berlin Schönefeld, die BKB-Bienen bei Kiekebusch bis 2018 und die Vorfeld-Bienen BMF 2019 eine vergleichbar gute Entwicklung und Honigproduktion wie die Referenzbienen im 90 km von Flughäfen und Großstadt entfernten Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin.

Zum Vergleich: Die Bienenvölker am Münchner Flughafenzaun entwickelten sich 2019 insgesamt mittel (Standort MEF) bis gut. Im Referenzgebiet Aichach entwickelten sie sich während der Frühtracht schlecht, aber während der Sommertracht gut bis sehr gut. Die Flughafen-Bienenvölker wiesen während der Frühtracht eine bessere Entwicklung der Brutwaben auf als im Referenzgebiet, während der Sommertracht eine schlechtere. Bei den Honigmengen treten im Rahmen der Abweichungen einzelner Jahre Unterschiede auf, die aber nicht standorttypisch sind. Systematische Unterschiede zwischen der Vitalität der Bienenvölker am Zaun des Münchner Flughafens und den flughafenfernen Bienenvölkern im dortigen Referenzgebiet bestehen nicht (siehe Kapitel 5 Anhang A, Tabelle 5.2-9).

1.2 Blei-, Cadmium- und Quecksilber-Ergebnisse 2011 bis 2019

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 Nr. 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 Quecksilber in Honig und in Imkereierzeugnissen.

Für Cadmium sind Höchstgehalte nur für andersartige Lebensmittel gemäß Verordnungen VO (EU) Nr. 629/2008 und Nr. 488/2014 und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegt.

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, 0,1 mg/kg für Quecksilber.

Direkt auf Pollen bezogen werden kann der **Höchstgehalt** für Quecksilber in Imkereierzeugnissen:

- 0,01 mg/kg OS für Quecksilber in Pollen.

Zur Rückstandsbewertung wurden in Österreich zur höchst vorsorglichen Risikominderung **Aktionswerte**¹ für Blei und Cadmium in Honig erlassen und für Cadmium bestätigt (ÖBMG 2015). Der Aktionswert für Cadmium kann weiterhin als Ableitung dafür betrachtet werden, wo ein Höchstgehalt vorsorglich angesetzt werden könnte:

- 0,05 mg/kg für Cadmium in Honig.

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 2019

Wertebereich	Blei (mg/kg OS)	Cadmium (mg/kg OS)	Quecksilber (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	BG: 0,1, ab 2016: 0,025	BG: 0,01 ab 2016: 0,0025	BG: 0,05, ab 2016: 0,013
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 2019	alle <0,1 ab 2016 <0,025	alle <0,01 ab 2016 <0,0025	alle <0,05 ab 2016 <0,013
Zu Wachs: hier nur Naturwachspollen-Ergebnisse seit 2013; Ergebnisse von Wachspollen mit Mittelwand seit 2011: s. Kap. 8			

¹ 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 2019 vorliegenden Ergebnisse des Honigmonitorings am Münchner Flughafen vergleichend mit angeführt (Wäber 2014–2018, Wäber und Pompe 2019, mündliche Mitteilung Flughafen München GmbH). Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Ergebnisse 2013 bis 2019 dar: Darstellungen für die drei seitdem kontinuierlich untersuchten Standorte BER, BKB (bis 2018) und BRS sowie für die neuen Standorte TXL (seit 2017) 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 Darstellungen aller Bleiergebnisse. Quecksilber lag in Honig, Pollen, Wachs <BG 0,01 mg/kg OS.

Bleigehalte in Pollen² 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 Wachsproben 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 (siehe Tabelle 8.1-3; Darstellung der 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 neuen Standort BMF (vgl. Tabelle 1.2-1 und siehe Bild 1.2-2).

In Honigproben war der Bleigehalt 2011 bis 2019 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 einmalig in Pollen der Höchstgehalt für Nahrungsergänzungsmittel von 3 mg/kg OS erreicht. Ansonsten lagen die dortigen Bleigehalte in Pollen wie auch die in Wachs vergleichbar niedrig wie im Umfeld der Flughäfen Berlin Schönefeld und Tegel. In Honig vom Flughafen München mit seinem Referenzgebiet Aichach lagen die Bleigehalte kleiner Bestimmungsgrenze, abgesehen von je einer Ausnahme 2016, 2017 und zweimal im Frühtrachthonig 2019 am flughafennahen Standort HFF wie im Referenzgebiet Aichach je 0,04 mg/kg OS.

² 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.

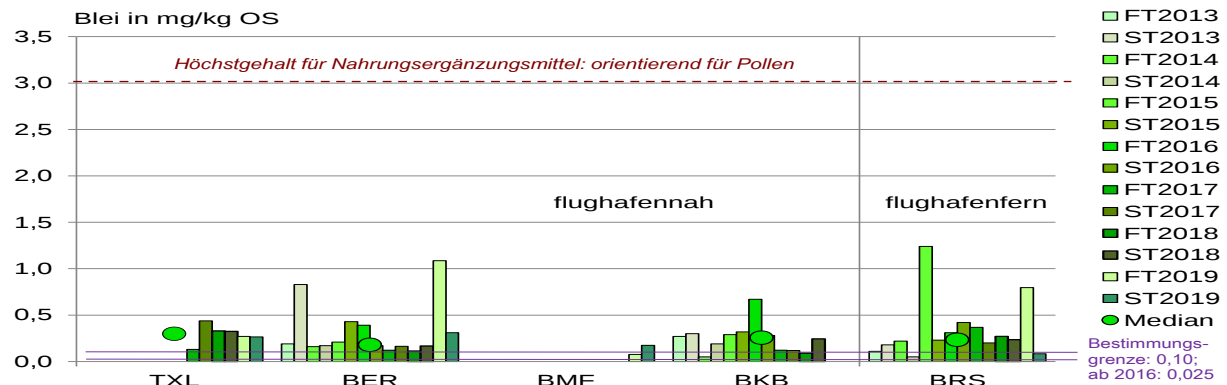


Bild 1.2-1: Blei (mg/kg OS) in Pollen

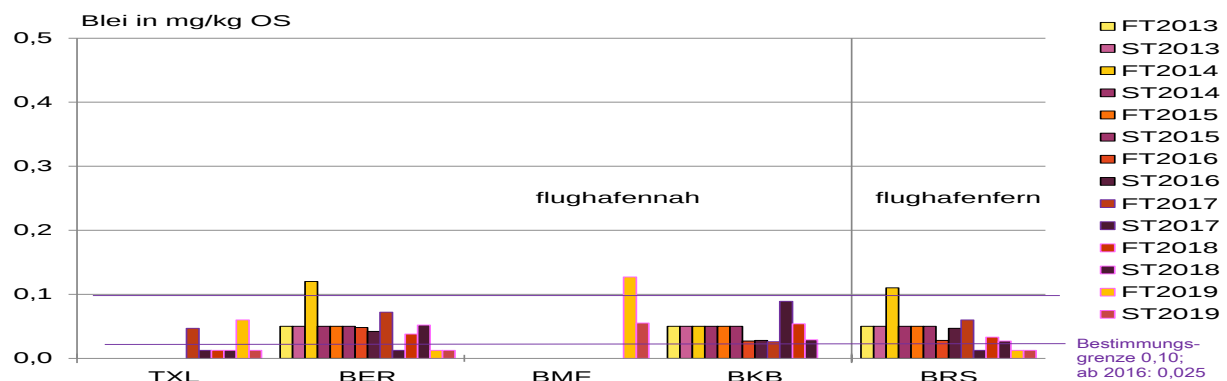


Bild 1.2-2: Blei (mg/kg OS) in Wachs

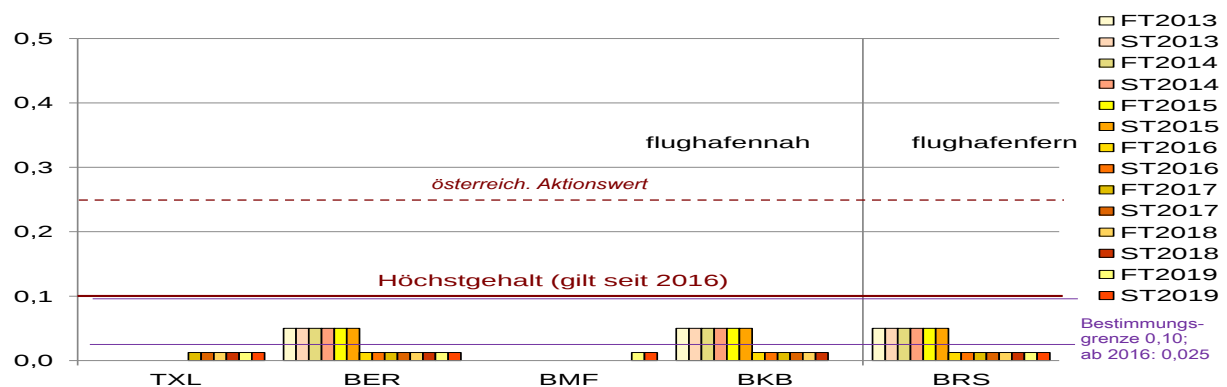


Bild 1.2-3: Blei (mg/kg OS) in Honig

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

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

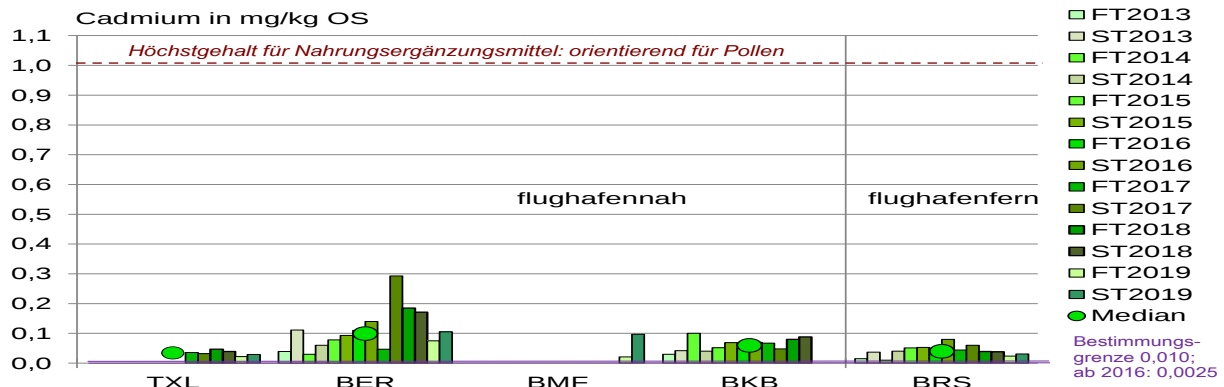


Bild 1.2-4: Cadmium (mg/kg OS) in Pollen

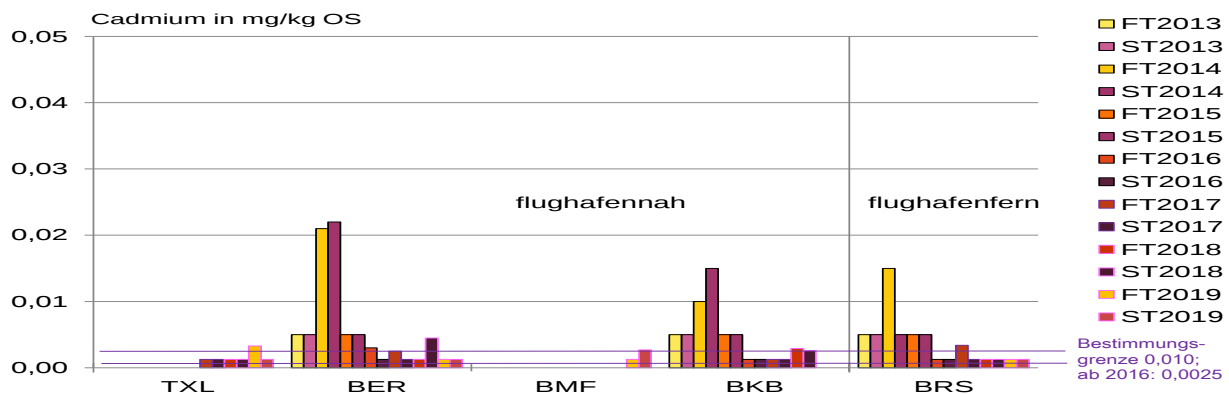


Bild 1.2-5: Cadmium (mg/kg OS) in Wachs

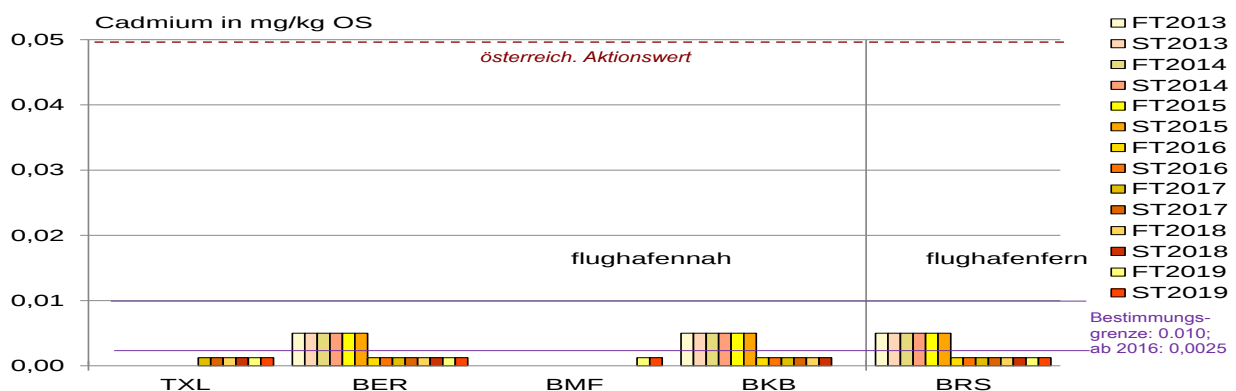


Bild 1.2-6: Cadmium (mg/kg OS) in Honig

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

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019: 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 anzunehmenden Messunsicherheit von rund 15 Prozent (vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. Tabelle 2.4.2) unterscheiden sich die Standorte TXL und BKB nicht vom Referenzstandort BRS. Am Standort BER zeigen sich aktuell 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).

Beim Honigmonitoring am Flughafen München lag Cadmium in Pollen im vergleichbaren Bereich: maximal bei knapp 0,4 mg/kg OS, im Jahr 2019 bei maximal 0,05 mg/kg OS. Nur wenige Cadmiumwerte waren 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: dreimal 0,003, 0,007 und 0,009 mg/kg OS (letztere beiden Werte 2017 im 2019 im Referenzgebiet Aichach), allerdings auch sämtlich deutlich unterhalb des österreichischen Aktionswertes.

Quecksilber wurde beim Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld bis 2014 in Honigproben³ 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 und seit 2016 bei BG 0,013 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.2-1).

Die Quecksilberergebnisse stimmen mit denen aus dem Umfeld des Flughafens München überein.

³ bis 2014 vom externen Labor im FBB-Auftrag, ab 2015 vom UMW-Partnerlabor: vergleichbare Ergebnisse

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

Der Vergleich von direkt aus der Umwelt stammendem Pollen mit von Bienen hergestelltem Wabenwachs und Honig ergibt vergleichsweise höhere Blei- und Cadmiumgehalte in Pollen.

Blei- und Cadmiumgehalte lagen 2011 bis 2019 in Wachs zumeist und in Honigproben 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 den Höchstgehalt für Blei in Honig und die orientierend für Pollen und Honig herangezogenen Lebensmittel-Beurteilungswerte. Die Ergebnisse unterschritten auch den seit 2018 gültigen Höchstgehalt für Quecksilber in Honig und Imkereierzeugnissen.

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

Es zeigen sich mit einer Ausnahme keine Unterschiede hinsichtlich Blei, Cadmium und Quecksilber zwischen flughafennahen und -fernen Standorten. Die Ausnahme ist Cadmium in Pollen, das am Standort BER aktuell höher ist als am urban-flughafennahen Standort TXL oder am Referenzstandort BRS.

Ein Einfluss des Flughafenbetriebs auf die sehr niedrigen Rückstände von Blei, Cadmium und Quecksilber ist weiterhin nicht feststellbar.

1.3 Antimon- und Arsen-Ergebnisse 2011 bis 2019

Antimon (Sb) und Arsen (As) sind ökotoxikologisch relevant (vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 2.3). Allerdings ist für Antimon kein Höchstgehalte für Lebensmittel oder Nahrungsergänzungsmittel definiert, für Arsen hingegen seit 2016 für Reis und ähnliche Lebensmittel (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 kaum auffindbar waren.

Tabelle 1.3-1: Antimon- und Arsengehalte 2011 bis 2019

Wertebereich im Medium	Antimon (mg/kg OS)	Arsen (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze (BG)	BG: 0,05/0,1; ab 2016: 0,013	BG: 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 2019	alle <0,05 (bis 2014 alle <0,1) , ab 2016 <0,013, 1x: 0,017 BKB-ST2016	alle <0,05 (bis 2014 alle <0,1), ab 2016 <0,013

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.

Für Pollen gab es folgende Ausnahmen und für Wachs und Honig jeweils nur eine einzige (vgl. Tabelle 1.3-1):

- Pollen: In der Sommertracht-Pollenprobe 2013 vom Standort BER lag der Antimongehalt bei 0,05 mg/kg OS (siehe Kapitel 7: Tabelle 7.1-5) und ab 2016 lagen die Gehalte zwischen <0,013 und 0,081 mg/kg OS: 0,066 mg/kg OS wurde am Referenzstandort BRS in der Schorfheide 2017 gemessen (siehe Kapitel 7: Tabelle 7.1-13), 0,068 mg/kg OS 2018 an TXL und 0,081 mg/kg OS ebenfalls an TXL 2019.
- Wachs: In der Frühtracht-Wachsprobe 2019 vom Standort TXL wurde 0,013 mg/kg OS bestimmt, ein Wert an der Bestimmungsgrenze (siehe Kapitel 9: Tabelle 9.1-11).
- Honig: In der Sommertracht-Honigprobe 2016 vom Standort BKB wurde 0,017 mg/kg OS bestimmt (siehe Kapitel 9: Tabelle 9.1-11).

Arsengehalte in Pollen, Wachs und Honig lagen ab 2011 ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenzen, die denen von Antimon entsprachen – mit Ausnahmen nur für Pollen:

- Der Arsengehalt der Sommertracht-Pollenprobe 2014 vom Standort BKB lag bei 0,06 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.3-1; siehe Kapitel 7: Tabelle 7.1-7),
- ab 2016 lagen die Arsengehalte in Pollen zwischen <0,013 und 0,06 mg/kg OS, letzterer am Standort TXL in der Sommertracht-Mischproben 2017 gemessen (siehe Kapitel 7: Tabelle 7.1-11 und Tabelle 7.1-11).
- Im Jahr 2019 waren fünf 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 OS, BER-ST 0,01 mg/kg OS und 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 die für Reissnahrungsmitteln seit 2016 geltenden Höchstgehalte von 0,1 bis 0,3 mg/kg OS (VO (EU) Nr. 2015/1006; vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1).

Beim Honigmonitoring im Umfeld des Flughafens München konnte Arsen wie Antimon bei gleichen Bestimmungsgrenzen wie beim Berliner Bienenmonitoring in Honigproben nicht gefunden werden. Seit 2016 bei BG 0,013 wurden beide Metalle vereinzelt in Pollen und Wachs gefunden (Wäber 2017–2018, Wäber und Pompe 2019 und mündliche Mitteilung FMG):

- Antimon in Pollen bis 0,10 mg/kg OS sowie in Wachs einmalig 0,014 mg/kg OS und
- Arsen in Pollen bis rund 0,05 mg/kg OS (2018 und 2019) und in Wachs bis rund 0,03 mg/kg OS (2019).

Fazit: Antimon und Arsen waren trotz empfindlicher Analysenverfahren – im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide wie am Flughafen München mit dortigen Referenzgebiet Aichach – in Pollen, Wachs und Honig kaum 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 2019

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 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 2019

Wertebereich im Medium	Chrom (mg/kg OS)	Kupfer (mg/kg OS)	Nickel (mg/kg OS)	Zink (mg/kg OS)
Bestimmungsgrenze	BG: 0,1 ab 2016: 0,025	BG: 0,1 ab 2016: 0,025	BG: 0,1 ab 2016: 0,025	BG: 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 2019	<0,1, ab 2016 <0,025; fünfmal bis 0,13	<0,025 – 0,22; zweimal TXL-FT 2017: 0,58 2019: 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 (vgl. 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 anzunehmenden Messunsicherheit von rund 30 Prozent (vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 2.4.2) unterscheidet sich Standort TXL von den Standorten BER und Referenzstandort BRS. Standort BKB unterscheidet sich nicht von den anderen. 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.

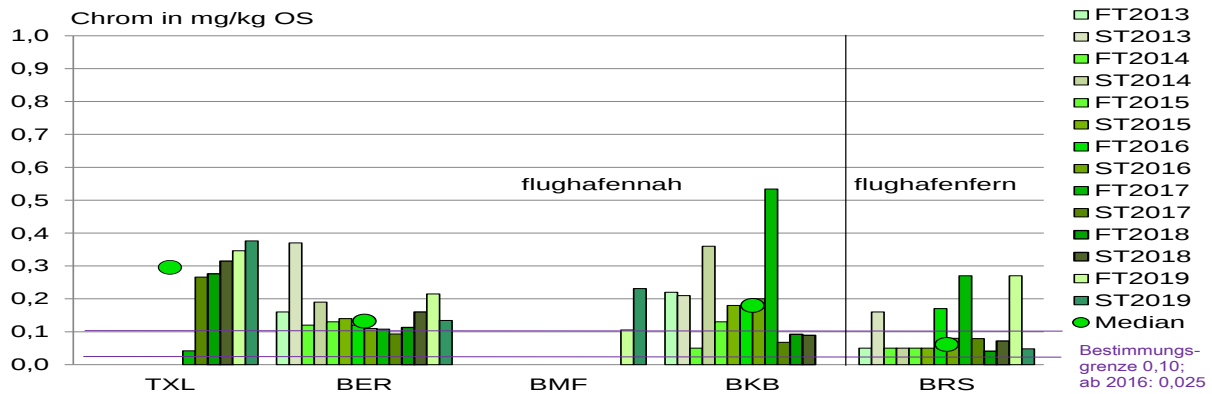


Bild 1.4-1: Chrom (mg/kg OS) in Pollen

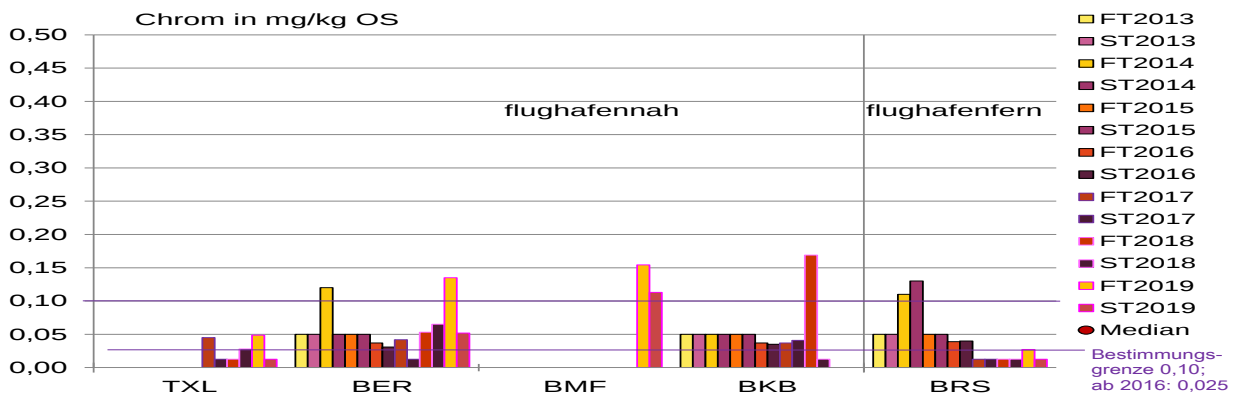


Bild 1.4-2: Chrom (mg/kg OS) in Wachs

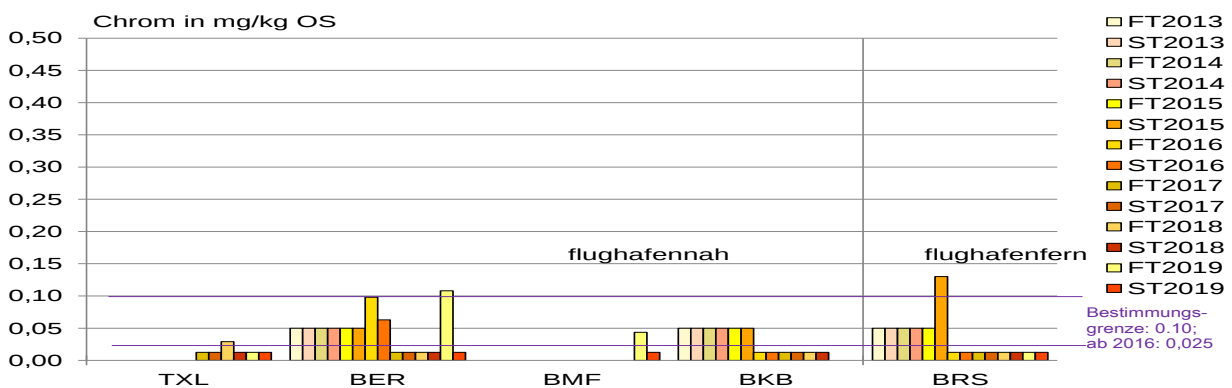


Bild 1.4-3: Chrom (mg/kg OS) in Honig

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

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median 2013-2019: 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 einmal 0,17 mg/kg OS in der Naturwachswabe BKB-FT 2018 (vgl. 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 Werte an BER und BMF (vgl. Tabelle 1.4-1 und Tabellen in Kapitel 8).

In Honigen lagen nur vier Chromgehalte über den Bestimmungsgrenzen (vgl. Bild 1.4-3, Tabelle in Kapitel 9, Tabelle 9.1-11): am Standort BER 0,098 und 0,063 mg/kg OS im Jahr 2016 und 0,11 mg/kg OS im Jahr 2019, am Standort TXL 0,029 mg/kg OS in der Frühtracht 2018 sowie am Referenzstandort BRS 0,13 mg/kg OS in der Sommertracht 2015. Die Honigergebnisse sind mit dem für andere Lebensmittel typischen Bereich vergleichbar (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1).

Beim Honigmonitoring am Münchner Flughafen wurden ebenfalls niedrige Chromgehalte gemessen, nur einmalig ein höherer Wert von 1,2 mg/kg OS in Pollen. 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 (vgl. 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) und nimmt man einen Verzehr von 10 g Pollen pro Tag an, errechnen sich 100 mg/kg Kupfer als zulässige Gehalte 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 einem Zehntel des hier in Pollenproben bestimmten Bereichs.

In Wachs lagen die Kupfergehalte am Referenzstandort BRS in der Schorfheide seit 2015 bei 0,12 bis 0,49 mg/kg OS und an den beiden Standorten im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld, BER und BKB, bei 0,17 bis 1,3 mg/kg OS (vgl. Tabelle 1.4-1), ebenso am neuen Standort BMF bei 0,15 und 0,83 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-5). Die Werte streuen 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. Unter Berücksichtigung der stoffspezifisch anzunehmenden Messunsicherheit von rund 10 Prozent (vgl. Kapitel vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 2.4.2) und aufgrund der Spannbreiten überschneiden sich die Wertebereiche. Die künftige Entwicklung sollte weiter beobachtet werden.

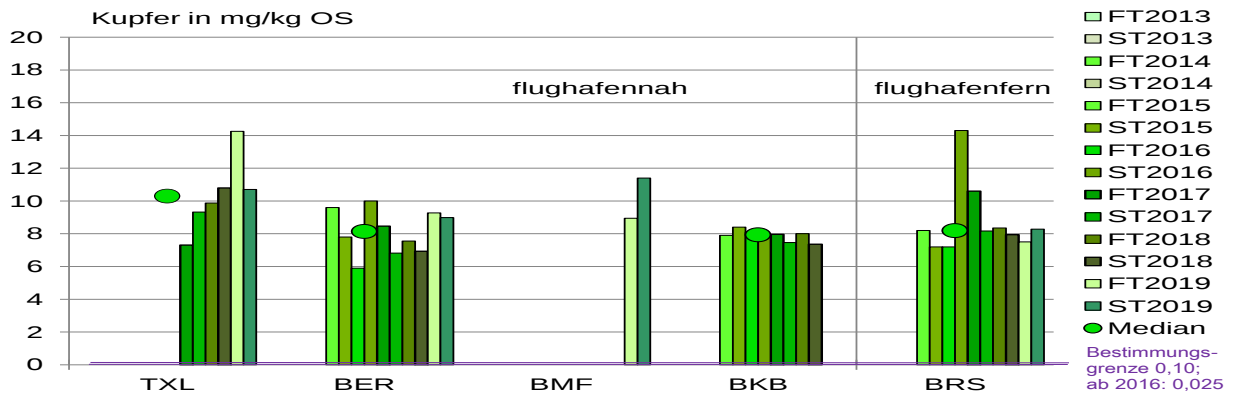


Bild 1.4-4: Kupfer (mg/kg OS) in Pollen

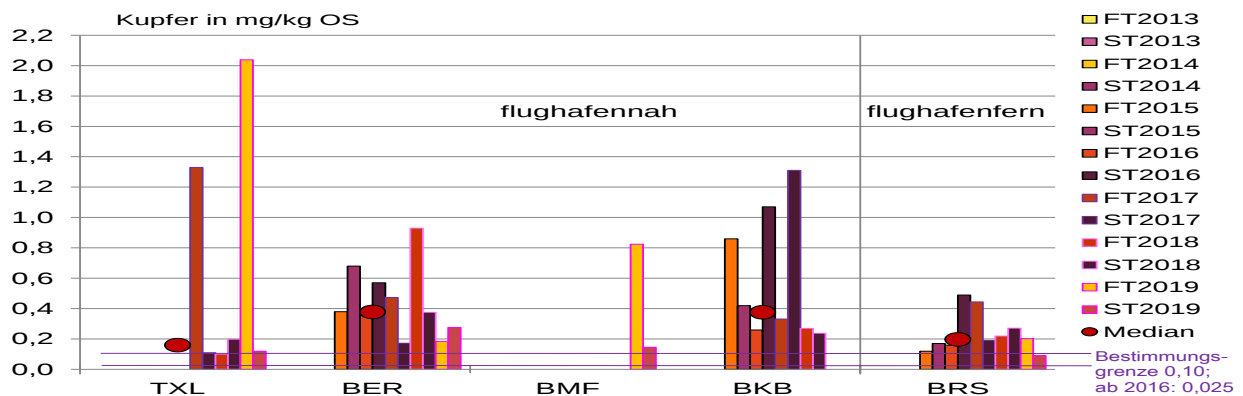


Bild 1.4-5: Kupfer (mg/kg OS) in Wachs

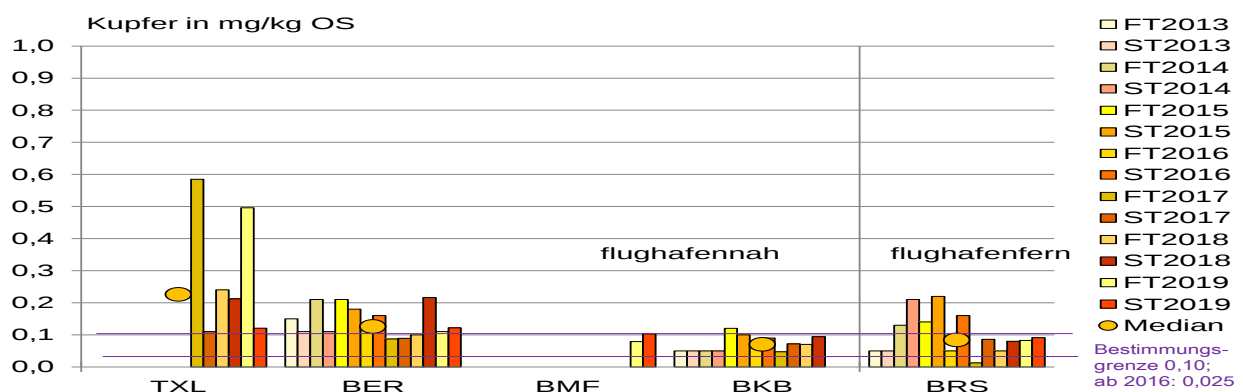


Bild 1.4-6: Kupfer (mg/kg OS) in Honig

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

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

Die Kupfergehalte in Honig lagen bei 0,05 mg/kg OS bis 0,24 mg/kg OS und in Frühtrachthonig vom Standort TXL 2017 und 2019 bei maximal 0,59 mg/kg OS bzw. 0,50 mg/kg OS (vgl. Bild 1.4-6). Wie bei Wachs überschneiden sich die Wertebereiche. Alle diese Kupfergehalte sind unbedenklich niedrig, da nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2017) Erwachsene bis zu 1,5 mg Kupfer pro Tag aufnehmen sollten 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 im Umfeld des Berliner Flughafens Tegel 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.

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 2014–2018, Wäber und Pompe 2019 und mündliche Mitteilung FMG). Die Ergebnisse für Kupfer in Wachs aus dem Vergleichsgebiet reichten seit 2015 von 0,1 bis 6,3 mg/kg OS, sowie maximal 8 und 10 mg/kg OS 2017 in Früh- und Sommertrachtwachs aus dem dortigen Referenzgebiet. Aus der langjährigen Messreihe des Vergleichsgebiets wurden bislang keine Standortunterschiede deutlich. Die unbedenklichen Kupfergehalte in Honigen entsprechen den Münchner Ergebnissen: Dort reichten die Kupfergehalte bis 0,8 mg/kg OS in Früh- und Sommertrachthonigen 2019 sowie maximal 0,95 mg/kg OS in Sommertrachthonig 2015 jeweils vom Referenzgebiet Aichach (Wäber 2016 und mündliche Mitteilung FMG).

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 bis 2019 sind am Flughafen Tegel mit 0,50 mg/kg OS, am Flughafen Schönefeld mit 0,65 mg/kg OS an BER und 0,47 mg/kg OS in etwa gleich mit dem Median am Referenzstandort BRS in Höhe von 0,53 mg/kg OS - unter Berücksichtigung der stoffspezifisch anzunehmenden Messunsicherheit von rund 30 Prozent. 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 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 überschneiden sich. Eine Abhängigkeit von der Standortlage wird nicht deutlich.

In Honigproben war Nickel bis 2015 analytisch nicht auffindbar. Seit 2016 lagen die Gehalte <0,025 (kleiner BG) und nur am Standort BER war Chrom mit bis 0,095 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.

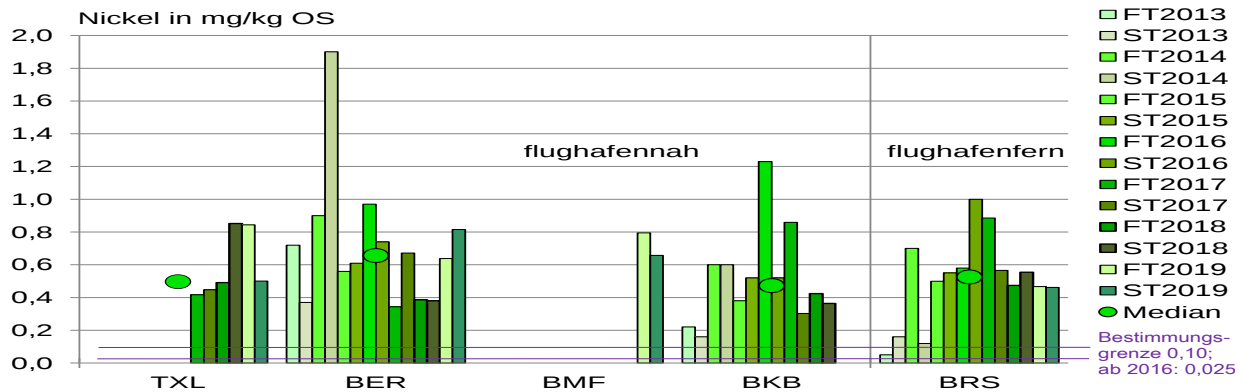


Bild 1.4-7: Nickel (mg/kg OS) in Pollen

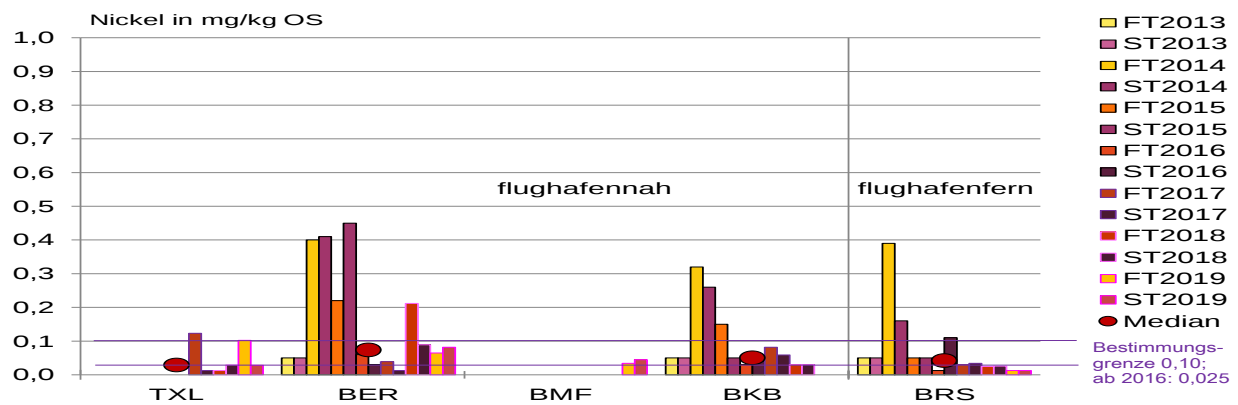


Bild 1.4-8: Nickel (mg/kg OS) in Wachs

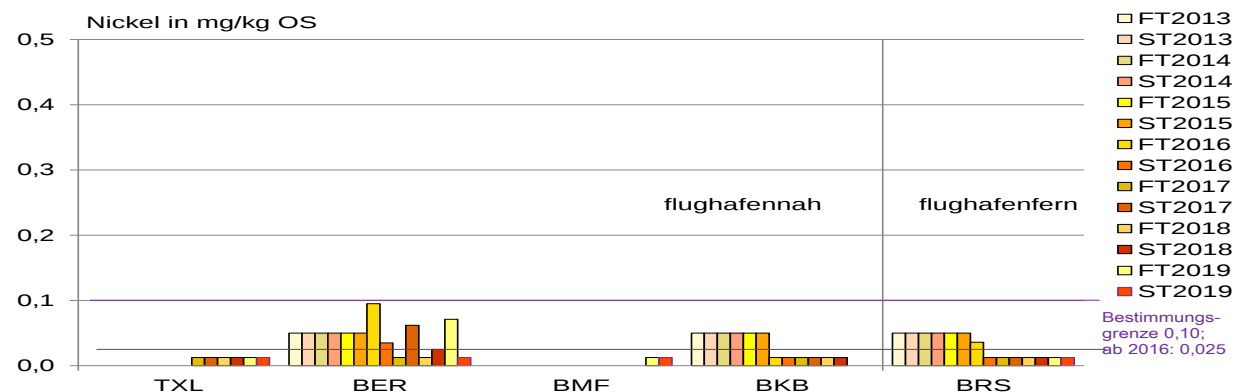


Bild 1.4-9: Nickel (mg/kg OS) in Honig

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

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

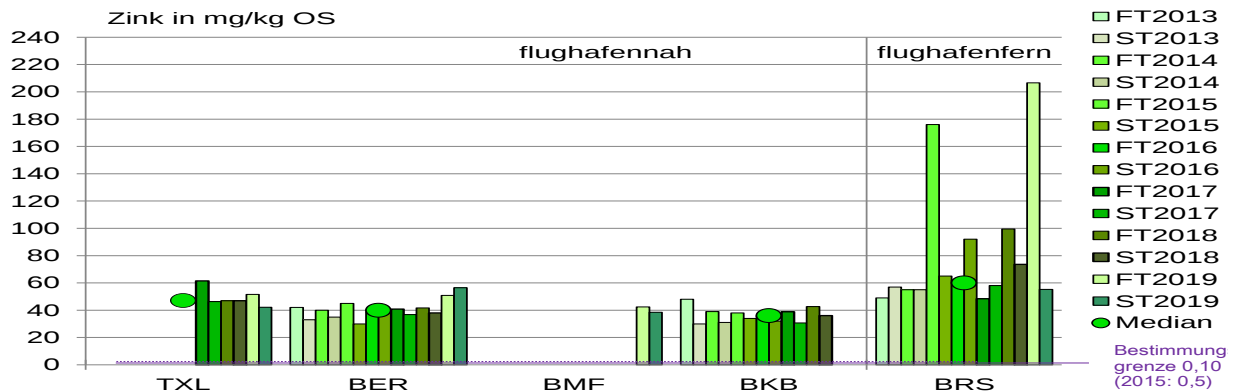


Bild 1.4-10: Zink (mg/kg OS) in Pollen

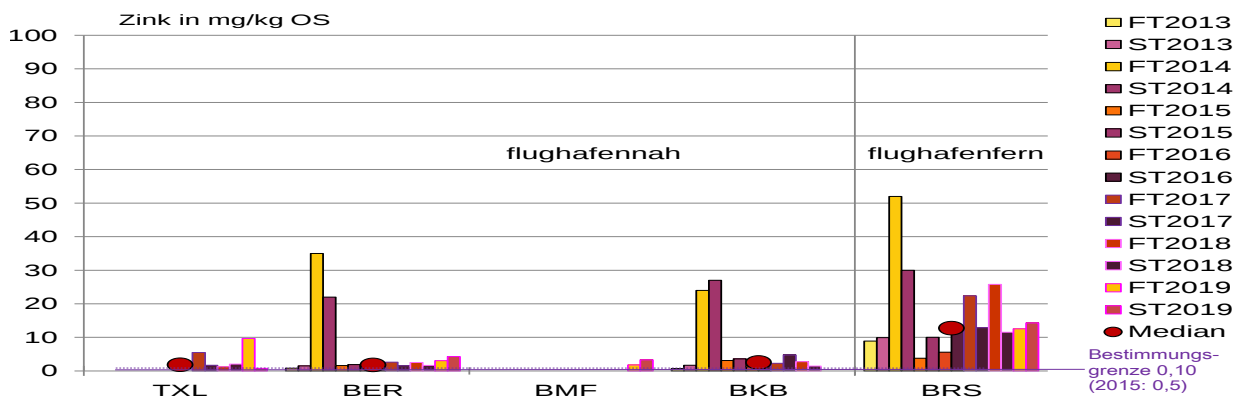


Bild 1.4-11: Zink (mg/kg OS) in Wachs

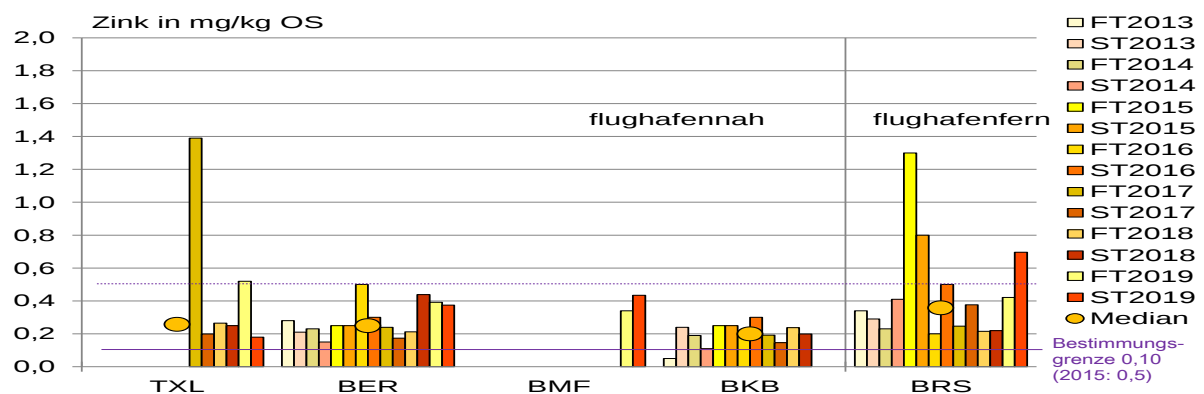


Bild 1.4-12: Zink (mg/kg OS) in Honig

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

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

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 1,3 mg/kg OS Nickel und einmal 2,2 mg/kg OS 2017 die Maxima im Münchner Referenzgebiet, bei Aichach. Die Nickelgehalte in Honigproben reichten im gleichen Zeitraum im Referenzgebiet Aichach von <0,025 bis 0,9 mg/kg OS und lagen damit zeitweise höher als in der Münchner Flughafenregion.

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). Der Median liegt am Referenzstandort BRS mit 60 mg/kg OS über denen der Standorte im Umfeld der Flughäfen Tegel mit 47 mg/kg OS und Berlin Schönefeld: dort 36 bis 40 mg/kg OS. Die stoffspezifisch anzunehmende Messunsicherheit beträgt rund 10 Prozent (vgl. Kapitel 2.4.2). Betrachtet man diese und die Spannweite des Medians, unterscheidet sich der Referenzstandort BRS von den Standorten BER und BKB hinsichtlich Zinkgehalten in Pollen geringfügig, nicht aber vom Standort TXL. Der indirekte Vergleich mit der empfohlenen Tagesration für ein Nahrungsergänzungsmittel-Einzelprodukt zeigt, dass diese Ergebnisse (ohne 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, somit rund 50 Teelöffel Pollen (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 – an den Standorten BER 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 0,1 kg Honig mit einem maximalen Zinkgehalt von 17 mg/kg OS verzehrt werden, um die Tagesration zu rund 20 Prozent auszuschöpfen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Zink auch über andere Lebensmittel aufgenommen wird.

Die Pollenergebnisse im Umfeld der Berliner Flughäfen und des Referenzstandortes Schorfheide entsprechen im Durchschnitt denen aus dem Vergleichsgebiet am Flughafen München: dort im langjährigen Durchschnitt rund 40 mg/kg OS und aktuell 2019 rund 55 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: aktuell 6 bis 67 mg/kg OS Zink. Zink in Honig liegt 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).

Zwischen den Untersuchungsjahren wurden hinsichtlich Chrom, Kupfer, Nickel und Zink keine schlüssigen Unterschiede offensichtlich. Lediglich lagen Nickel und Zink in den Wachsproben im Jahr 2014 sämtlich oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze und im Vergleich der Jahre am höchsten. Wie bei den anderen Metallen (vgl. 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 den Bestimmungsgrenzen 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 für Nahrungsmittel typischen, niedrigen Bereichen.

Für Chrom in Pollen zeigten sich – außer bei den Frühtrachtwerten 2016 und 2017 – die systematisch niedrigsten Werte am Referenzstandort BRS. Für Kupfer in Wachs zeigten sich niedrigste Werte an BRS und für Kupfer in Honig zeigten sich am Standort TXL höhere Werte als an BKB und BRS. Die Wertebereiche überschneiden sich allerdings. Für Zink sowohl in Pollen als auch in Wachs hingegen wurden in fast jeder Messserie an BRS jeweils die höchsten Werte festgestellt. Eine deutliche Abstufung im Zusammenhang mit der Nähe zu Quellen – von TXL urban-flughafennah über BER suburban-flughafennah und BKB rural-flughafennah zu niedrigsten Werten am ruralen flughafenfernen Referenzstandort, 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 insgesamt seit 2011 gut vergleichbar. Hinsichtlich Metallen werden in beiden Untersuchungen keine eindeutigen Unterschiede zwischen flughafennahen und -flughafenfernen Standortlagen deutlich.

Chromgehalte in Pollen, insgesamt in einem niedrigen Wertebereich von <0,1 bis rund 0,3, einmal bis 0,58 mg/kg OS (vgl. Tabelle 3.4 1), aber an den flughafennahen Standorten vergleichsweise höher als am Referenzstandort, gilt es weiter zu beobachten: Der Chrom-Median von 0,30 mg/kg OS in Pollen vom Standort TXL unterscheidet sich von 0,06 mg/kg OS am Referenzstandort BRS.

1.5 PAK-Ergebnisse 2011 bis 2019

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 (12PAK) 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. Letztere können auf Pollen als Nahrungsergänzungsmittel „aus Bienenproduktion“ bezogen werden, auf Honig allenfalls hilfsweise orientierend (VO (EU) Nr. 2015/1933; vgl. Kapitel 1.2.4 im separaten Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1 und Tabelle 1.2-2): 10 $\mu\text{g/kg BaP}$ und 50 $\mu\text{g/kg PAK4}$.

Tabelle 1.5-1: PAK-Gehalte 2011 bis 2019

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)	BG: 0,1	BG: 0,1	BG: 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 2019	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			

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, werden seit 2015 analysiert und erweitern den betrachteten zeitlichen und auch räumlichen Ausschnitt (vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 2.2). Bei Wachs werden die Ergebnisse einheitlicher Naturwachsproben 2013 bis 2019, die allerdings an den unterschiedlichen Standorten teilweise nicht exakt gleich lang exponiert waren (vgl. Probentabellen im separaten Berichtsteil 1, Tabelle 2.2-1 bis Tabelle 2.2-3). Honigproben stammten aus Honigwaben mit Mittelwand, aber 2015 und seit 2017 aus Wabenhonigwaben (Ausnahme BRS-ST-Honig 2015: aus Honigwaben).

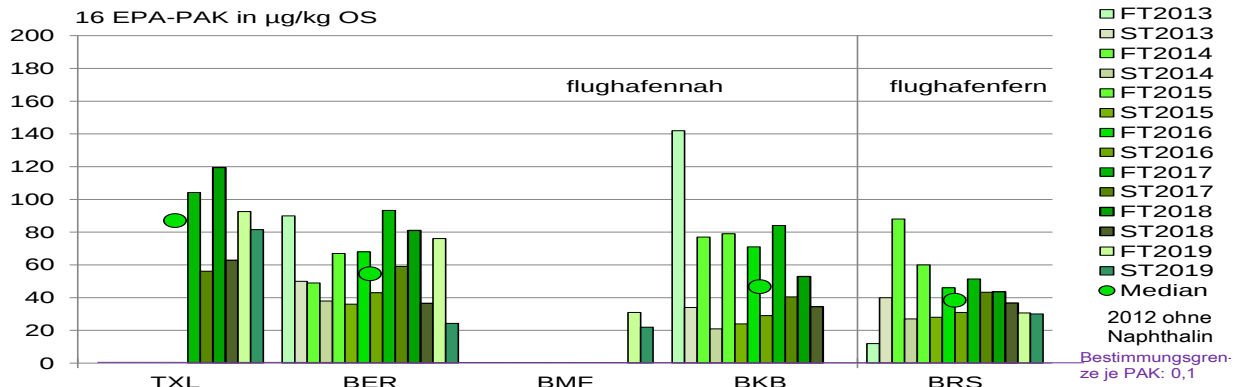


Bild 1.5-1: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Pollen

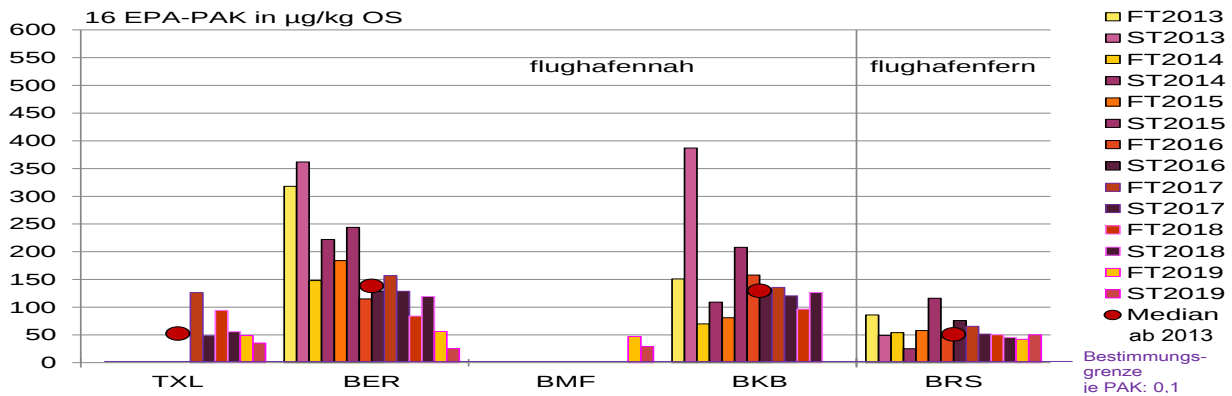


Bild 1.5-2: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Wachs

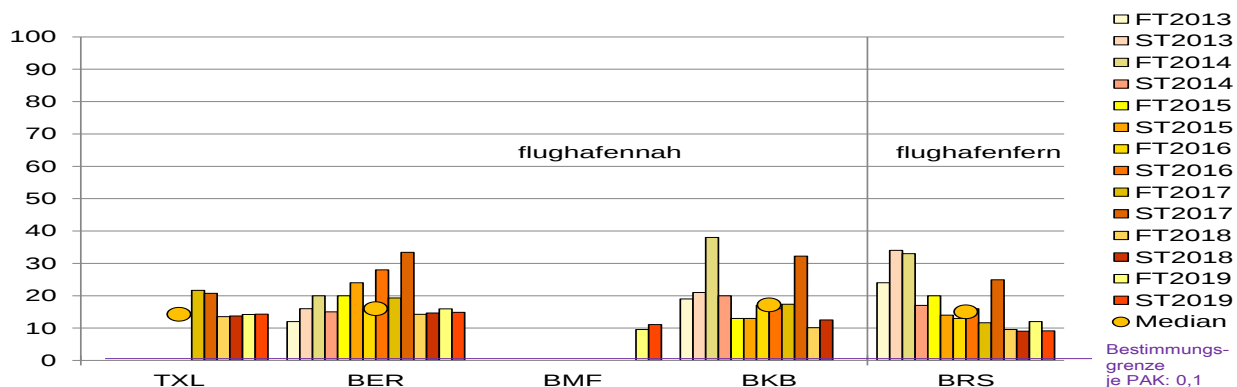


Bild 1.5-3: 16 EPA-PAK ($\mu\text{g/kg OS}$) in Honig

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

Legende: Standorte TXL: urban-flughafennah bei Tegel, BER: suburban-flughafennah bei Schönefeld, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Wachs, Wachs ab 2013: Naturbau ohne Mittelwand; Median: 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 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. Bezieht man die Messunsicherheit 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 aktuellen 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 TEXL und dem Referenzstandort BRS. Die Einordnung der Pollenergebnisse ist durch den Vergleich mit Höchstgehalten für ähnliche Nahrungsergänzungsmittel möglich, die seit 2016 gültig sind (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 1.2-1 und oben): 50 µg/kg OS als Höchstgehalt für PAK4 in den Bienenprodukten Kittharz und Gelée Royale wurden unterschritten.

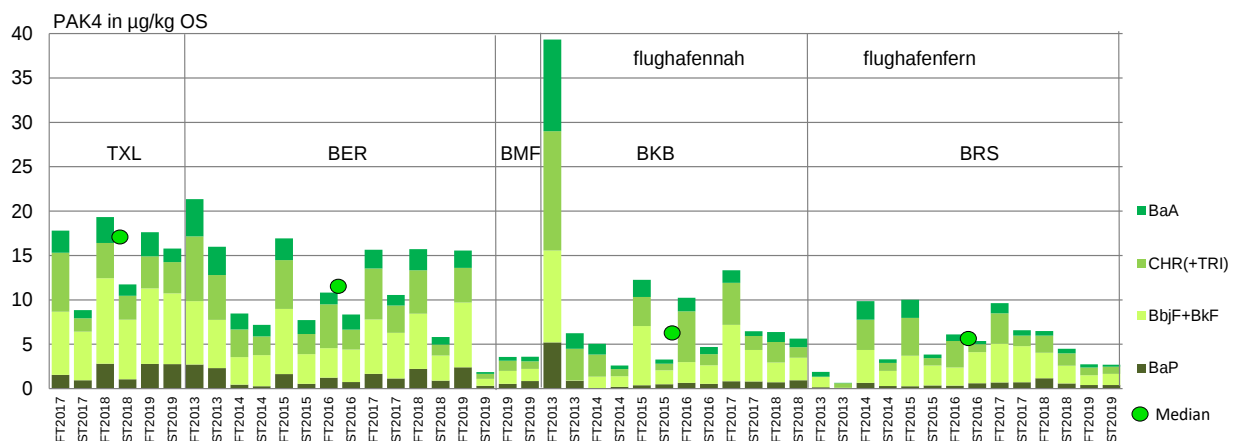


Bild 1.5-4: PAK4 (µg/kg OS) in Pollen

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, BMF rural-flughafennah auf Vorfeld, BKB: rural-flughafennah bei Kiebusch, BRS: rural-flughafenfern Referenz Schorfheide; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht; Median: Lagemaß, wenn mindestens 5 Ergebnisse und mindestens 50 % davon größer Bestimmungsgrenze

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, mit einer Spanne von 1 bis $38 \mu\text{g/kg OS}$ 16 EPA-PAK, die sich aber mit der an den dortigen Flughafen bezogenen Standorten gemessenen Spanne überschneidet: von 6 bis $101 \mu\text{g/kg OS}$ (Wäber 2014–2018, Wäber und Pompe 2019 und mündliche Mitteilung FMG). Die 16 EPA-PAK in Sommertrachtproben zeigten im Vergleichsgebiet im Umfeld des Flughafens München und im Referenzgebiet Aichach in der Regel tendenziell niedrigere Werte als Pollenproben der Frühtracht. Die vormals beobachteten Unterschiede nivellierten sich ab 2018 in Anbetracht der typischen Spannweite.

PAK-Gehalte in Wachs: In den Vorjahren hatte sich gezeigt, dass die PAK-Gehalte des Wachses der Mittelwand, auf die die Bienen etwa 50 Prozent Anteil eigenes Wachs für Honigwaben aufbauen, den gesamten PAK-Gehalt dieser Waben entscheidend prägen können. Die PAK-Gehalte der Honigwaben mit Mittelwand⁴ hatten allerdings keinen signifikanten Einfluss auf den eingelagerten Honig gezeigt. Ab 2013 wurde systematisch Naturwachs untersucht: zu 100 Prozent 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 seit 2018 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 Summen der 16 EPA-PAK in Wachs 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 (für einheitlich Naturwachs seit 2013) am rural-flughafenfernen Referenzstandort BRS $51 \mu\text{g/kg OS}$. Er liegt dort niedriger als rural-flughafennah bei Kiekebusch

⁴ für die Standorte BER, BKB und BRR zugekaufte, zertifizierte Mittelwände, für BRS solche aus eigenem Wachskreislauf

(BKB) mit 130 µg/kg OS und suburban-flughafennah am Standort BER mit 133 µg/kg OS, aber gleichauf mit dem mittleren Wert 2013–2019 am urban-flughafennahen Standort Tegel (TXL) mit 52 µg/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 neuen Standort BMF reihen sich mit 47 bzw. 26 µg/kg OS in die aktuellen Ergebnisse der anderen Standorte ein.

Die PAK4-Gehalte in Wachs lagen zwischen 2 und 23 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Hinsichtlich der vier Leit-PAK zeigten sich keine systematischen Unterschiede zwischen flughafennahen und -fernen Wachsproben wie bei den Summen aller 16 EPA-PAK (siehe Tabellen im Anhang: Kapitel 8). Die Ausnahme hiervon bildete 2013 bis 2017 die Frühtracht-Naturwachsprobe vom Standort BER: mit jeweils höheren PAK4-Gehalten als an BKB und deutlich höheren als am Referenzstandort BRS, bedingt durch Benzo[a]anthracen, Chrysen und Benzo[b,j,k]fluoranthren – nicht durch Benzo[a]pyren. Für das Jahr 2018 traf dies nicht zu. Die PAK4 Frühtracht-Ergebnisse 2019 in Wachs vom Standort TXL und vom neuen Standort BMF waren mit rund 2 µg/kg OS bzw. rund 3 µg/kg OS tendenziell höher als an den anderen Standorten: dort rund 1 µg/kg OS. Dies gilt es weiter zu beobachten.

Die Benzo(a)pyren-Gehalte in Wachs waren mit Werten zwischen <0,1 und 0,92 µg/kg OS eher niedriger als in Pollen (vgl. Tabelle 1.5-1). Unterschiede zwischen den Standorten traten nicht systematisch auf. Die BaP-Frühtracht-Ergebnisse 2019 in Wachs an TXL und BMF waren mit 0,26 µg/kg OS bzw. 0,54 µg/kg OS tendenziell höher als an den anderen Standorten: bis 0,16 µg/kg OS.

Im Umfeld des Flughafens München hatten sich 2013 bis 2017 Standortunterschiede hinsichtlich 16-EPA-PAK in einheitlichen Naturwachsproben angedeutet: im Referenzgebiet Aichach in tendenziell niedrigere Summengehalte der 16 EPA-PAK, mit einer Spanne von 15 bis 61 µg/kg OS, als flughafennah, mit einer Spanne von 24 bis 156 µg/kg OS – mit von Jahr zu Jahr recht unterschiedlichen Teilergebnissen (Wäber 2014–2018, Wäber und Pompe 2019 sowie mündliche Mitteilung Flughafen München GmbH). Dieser tendenzielle Unterschied wurde ab 2018 nicht beobachtet mehr: flughafennah wie - fern 12 bis 24 µg/kg OS für die 16 EPA-PAK. Standortunterschiede für PAK4 und BaP in Wachs werden auch im Vergleichsgebiet nicht deutlich. Saisonale Unterschiede der PAK4-Gehalte im Naturbauwachs deuten sich beim Honigmonitoring am Flughafen München an (mündliche Mitteilung Flughafen München GmbH 2017). Sie nivellieren sich unter Berücksichtigung der anzunehmenden Messunsicherheit.

Die Summen der 16 EPA-PAK in Honig lagen niedriger als in Pollen und Wachs: zwischen 6 und 67 µg/kg OS (vgl. Tabelle 1.5-1). Häufig waren 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 – anders als bei Pollen und Wachs – die PAK-Gehalte in Honigproben an den Standorten gleichauf: Die Mediane der Werte 2013 bis 2019 betragen rund 15 µg/kg OS. Damit vergleichbar liegen die Ergebnisse vom neu hinzugekommenen Standort BMF 2019 zwischen 9,5 und 11 µg/kg OS für die Summen der 16 EPA-PAK.

Die PAK4-Gehalte in Honig lagen in mehr als 90 Prozent der Fälle bei Null und reichten nur knapp darüber bis 0,4 µg/kg OS.

Benzo[a]pyren in Honig war sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/kg OS, analytisch nicht auffindbar.

Beide Leitparameter – PAK4 und BaP – lagen somit unterhalb der niedrigsten, hilfsweise zu betrachtenden Beurteilungswerte, die für andersartige Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel (NEM) gelten.

Im Vergleichsgebiet, dem Umfeld des Flughafens München mit dem Referenzgebiet Aichach, wurden vergleichbare PAK-Gehalte in Honigproben wie im Umfeld der Berliner Flughäfen und am Referenzstandort Schorfheide gemessen, mit einer Spanne von 4 bis 53 µg/kg OS für die Summen der 16 EPA-PAK, von 0 bis 0,4 µg/kg OS für PAK4 und hinsichtlich BaP stets < BG. Auch dort wurden keine Standortunterschiede deutlich.

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 µg/kg OS tendenziell etwas niedriger als in Pollen und niedriger als in Naturwachsproben, mit darin bis rund 400 µg/kg OS als Summen der 16 EPA-PAK.

Ebenfalls anders als bei den Metallen, stellten sich für PAK in Pollen saisonale Unterschiede dar: In den jeweiligen Frühtracht-Pollenproben traten höhere PAK-Gehalte auf, als in den Sommertracht-Pollenproben des gleichen Jahres. Dass sich für Pollen als unmittelbare Umweltproben ein Einfluss des Betriebs von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken im Frühjahr auf die PAK-Gehalte auswirkt, ist nicht auszuschließen.

Standortabhängige Unterschiede bei den PAK-Gehalten in Pollen heben sich mit Berücksichtigung der bei allen – auch technischen – Messungen gegebenen Messunsicherheit auf. In Wachs erkennbare standortabhängige Unterschiede sind 2019 nicht mehr festzustellen.

- **Pollen:** Insgesamt – die Mediane betrachtet – liegen die PAK-Gehalte in Pollen vom Standort BER, nahe des Flughafens Berlin Schönefeld, geringfügig und die am Standort TXL nahe des Flughafens Berlin Tegel deutlicher oberhalb derer, die am Referenzstandort BRS gemessen wurden. Quellennah höhere PAK-Gehalte in Pollen als quellenfern wurden in vergleichbaren Monitorings beobachtet. Es deuten sich allerdings saisonale, im Frühjahr relevante PAK-Quellen – häusliche Kleinf Feuerungsanlagen – als relevante Ursache an, nicht der untersuchte Emitter. Zwischen der Höhe der PAK-Gehalte in Pollen rural flughafennah – BKB – und rural flughafenfern – BRS – wird kein Unterschied deutlich. 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 2019, bei weitest möglicher Vereinheitlichung der Proben und der imkerlichen Praxis, bestätigen 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 urban 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: in früheren Jahren BER/BKB mit höheren PAK-Gehalten in Wachs als BRS, aktuell 2019 TXL, BER wie auch der neue Standort BMF gleichauf mit BRS: 25–56 µg/kg OS.

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 2019

Das 2011 gestartete Umwelt-Untersuchungsprogramm der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) ergänzt die Luftgüteuntersuchungen an der Messstelle Flughafen Berlin Schönefeld und ist angelegt, die Luftqualität und die Umweltwirkungen des Luftverkehrs langfristig zu beobachten und zu beurteilen. Derzeit wird die Immissionswirkungssituation mit Biomonitoring und mit Bienenmonitoring vor Inbetriebnahme des Großflughafens Berlin Brandenburg BER dokumentiert. Im Jahr 2019 wurde am Flughafen Schönefeld der rural-flughafennahe Standort BKB vom Standort BMF im Flughafensicherheitsbereich auf dem Vorfeld abgelöst. Seit 2017 ist der Flughafen Berlin Tegel einbezogen: Proben eines Bienenvolkes auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes des Flughafens werden ebenfalls analysiert. 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 2019 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 und neu 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 aktuell⁵ folgende Bienenvölkerstandorte (vgl. separater Berichtsteil 1, Tabelle 2.1-1):

- TXL seit 2017, urban-flughafennah am Flughafen Berlin Tegel,
- BER seit 2012, suburban-flughafennah am Flughafen Berlin Schönefeld,
- BMF seit 2019, rural-flughafennah auf dem Vorfeld des Flughafens Berlin Schönefeld,
- BKB 2013 bis 2018, rural-flughafennah westlich Kiekebusch, rund 1,5 km südöstlich des Ostkopfes der Südbahn des Flughafens, 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,

⁵ 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 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 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) Nr. 2015/1005). Seit 2018 gilt für Quecksilber in Honig und Imkereierzeugnissen ebenfalls ein Höchstgehalt (VO (EU) Nr. 2018/73). Für PAK in speziellen Nahrungsergänzungsmitteln gelten seit 2016 Höchstgehalte, die auf Pollen angewendet werden können (VO (EU) Nr. 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 PAK, können nur Wertespanspannen 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 orientierend⁶ 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 2014–2018, Wäber und Pompe 2019 und mündliche Mitteilung Flughafen München GmbH). Die Referenzergebnisse unterstützen auch die Bewertung, welche Stoffgehalte als „normal“ gelten können.

⁶ Folgendes ist zu berücksichtigen: Andere Lebensmittel besitzen andersartige Eigenschaften, Lebensmittelprüfungen im Sinne des Lebensmittelrechts bedienen sich aufgrund der individuellen Eigenschaften der Lebensmittel teilweise anderer Analyseverfahren als das Bienenmonitoring. Besonders strenge Höchstgehalte für Säuglingsnahrung sind nicht anwendbar, da Säuglinge keinen Honig verzehren sollten.

2.1 Bienen – Vitalität und Testanalysen

Das Bienenvolk am Flughafen Berlin Tegel (Standort TXL) zeigte seit 2017 eine vergleichbar gute Entwicklung, im Jahr 2017 auch eine vergleichbar gute Honigproduktion wie Bienenvölker flughafenfern, am 90 km entfernten Referenzstandort BRS im Biosphärenreservat Schorfheide. Die Bienenvölker am Flughafen Berlin Schönefeld BER entwickelten sich unterschiedlich. Insgesamt aber entwickelten sie sich ebenso wie die neuen Völker am Standort BMF vergleichbar gut wie die Völker flughafenfern. Alle Bienenvölker produzierten 2019 vergleichbar viel Honig pro Honigwabe.

Auch im Vergleichsgebiet am Flughafen München erbrachten die Vitalitätserhebungen flughafennah wie flughafenfern im dortigen Referenzgebiet Aichach, vergleichbar gute Resultate (vgl. Kapitel 1.1).

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 (vgl. 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. Im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld wird bereits seit 2011 mit den dafür seit Jahrzehnten erprobten Bioindikatorverfahren Grünkohl und Graskultur⁷ Biomonitoring von Metallen und PAK betrieben (Wäber et al. 2015). Bienenmonitoring stellt als kombinierte Umwelt- und Rückstandsuntersuchung eine sinnvolle Ergänzung dazu dar und beantwortet, ob man den Honig aus der Flughafenregion bedenkenlos genießen kann.

⁷ 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 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 2011–2019	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 und
- Chromgehalte an den flughafennahen Standorten von <0,1 bis 0,58 mg/kg OS, damit tendenziell, aber nicht durchgängig höher als flughafenfern am Referenzstandort BRS. Dort wurden mehrheitlich <0,1 mg/kg OS Chrom gemessen, bis 0,27 mg/kg OS. Aktuell unterscheidet sich Standort TXL von Referenzstandort BRS. Die künftige Entwicklung gilt es zu beobachten.
- Kupfergehalte (seit 2015 in Pollen untersucht) lagen 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 – im Wertebereich, der an den anderen Standorten einschließlich TXL und BMF gemessen wurde. Die Nickelgehalte in Pollen lagen insgesamt niedrig. 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).

Zu dem Standortunterschied hinsichtlich der unbedenklich niedrigen Chromgehalte in Pollen ist anzumerken: Vorrangige Chromquelle ist der Kfz-Verkehr, der in städtischen Großräumen (Berlin) und an Verkehrsknotenpunkte 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 und dem Vergleichsgebiet am Flughafen München ebenfalls gleichermaßen niedrig.

Die PAK-Gehalte zeigten niedrigere Sommertrachtwerte 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 saisonale PAK-Quellen im Frühjahr ist der Betrieb von häuslichen Kleinf Feuerungsanlagen 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 flughafennahen Standorten nivellieren sich bei Berücksichtigung der stoffspezifischen Messunsicherheit. Die weitere Entwicklung hinsichtlich eines Unterschieds zwischen höheren Werten am urban-flughafennahen Standort TXL und niedrigeren am ruralen Referenzstandort ist zu beobachten. Neben dem saisonalen 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 Schorfheide gemessen wurden, waren unauffällig und vergleichbar mit denen aus dem Münchner Vergleichsgebiet (siehe Tabelle 2.3-1). Unterschiede zwischen Metallgehalten in Wachsproben von Flughafen- und Referenzstandorten wurden, mit Ausnahme von Kupfer und Zink, 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 sechs Messungen bislang auch die beiden maximalen Kupfergehalte in Frühtracht-Wachs 2017 mit 1,3 mg/kg OS und in Frühtracht-Wachs 2019 mit 2,0 mg/kg OS im Vergleich der höchste. 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 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. Aktuell liegen 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) werden 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 2011–2019
Antimon (Sb)	<0,05 (2015), <0,013 (ab 2016)	<0,013 – 0,14
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 – 76
16 EPA-PAK in Naturwachs	0,025 – 0,387 (2013–2019)	0,012 – 0,156 (2013–2019)
Summe PAK4 in Naturwachs	0,001 – 0,023 (2013–2019)	0 – 0,009 (2014–2019)
Benzo[a]pyren in Naturwachs	<0,0001 – 0,0008 (2013–2019)	<0,0001 – 0,0007 (2014–2019)

2.4 Stoffgehalte in Honig

Außer im Jahr 2015 und seit 2017 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 Luftschadstoffrückstände zumindest teilweise nachgewiesen werden, allerdings deutlich niedrigere Metallgehalte als in Pollen und auch als in Wachs 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 alle⁸ als unbedenklich zu bewerten. Folgende Metallergebnisse in Honig wurden beim Berliner Bienenmonitoring erzielt (siehe 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 um 0,5 mg/kg OS (TXL-FT 2017),
- Zink lag in einem Bereich zwischen <0,1 und 1,5 mg/kg OS.

⁸ Die Ausnahme stellt ein einzelner Bleigehalt 2016 aus dem Vergleichsgebiet München 2016 dar (Wäber 2017).

Blei lag damit stets unter dem seit 2016 gültigen 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.

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 2019	Vergleichsgebiet Flughafen München mit Referenzgebiet Aichach 2011–2019	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)	<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 2012)
Chrom (Cr)	<0,025 – 0,13 (5 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 Nahrungsergänzungsmittel (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 andere 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				

Von den PAK-Verbindungen waren im Untersuchungs- wie im Vergleichsgebiet vor allem 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 2019 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 (siehe Tabelle 2.4-1 und vgl. separater Berichtsteil 1, Kap. 1.2.4).

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 signifikanter 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. Mit dem Jahr 2019 bestätigen sich für das Berliner Bienenmonitoring:

- am urbanen Standort am Flughafen Tegel höhere Chromgehalte in Pollen als am rural-flughafennahen Referenzstandort in der Schorfheide, aber an den suburban- und rural-flughafennahen Standorten allenfalls tendenziell höhere Chromgehalte in Pollen als am Referenzstandort – überall unbedenklich niedrig;
- am ruralen Referenzstandort tendenziell höhere Zinkgehalte in Wachs als andernorts – die Ursache hierfür ist nicht bekannt.
- Einflüsse auf die PAK-Gehalte in Pollen, die nicht mit dem Flughafenbetrieb in Zusammenhang stehen dürften, nämlich höhere Gehalte in Pollen der Frühtrachtperiode, vermutlich aufgrund Immissionen von Feuerungsanlagen zu Heizzwecken, sowie Tendenz auf höhere PAK-Gehalte von innerstädtischen am Flughafen Tegel gesammelten Pollen als im ländlichen Referenzgebiet.

Mit dem Jahr 2019 bestätigen sich nicht mehr:

- an den flughafennahen Standorten BER und BKB höhere PAK-Gehalte in Wachs als am ruralen Referenzstandort BRS. Vielmehr liegen die PAK-Gehalte in Wachs aktuell an allen Standorten in etwa gleich auf – erneut alle unbedenklich niedrig;

Seit dem ersten Untersuchungsjahr 2017 am neuen urban-flughafennahen Standort Tegel ordnet sich dieser ansonsten gut ein. Der neue Standort BMF am Flughafen Berlin Schönefeld 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.

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 seit 2017 für den Bienenstandort in Tegel, der flughafennah vielen weiteren städtischen Luftschadstoffquellen exponiert ist – und für den neuen Standort BMF mitten auf dem Flughafen Berlin Schönefeld.

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 freiwilliger Baustein des 2011 initiierten Umwelt-Untersuchungsprogramms der FBB, um die Luftqualität und die Umweltwirkungen des Luftverkehrs im Schwerpunkt im Umfeld des Flughafens Berlin Schönefeld, später Berlin Brandenburg BER zu dokumentieren. Die Ergebnisse des Bienenmonitorings werden jährlich in einer für den interessierten Laien aufbereiteten Form veröffentlicht.

Kernpunkt der langfristig anlegten, freiwilligen Umwelt-Untersuchung der FBB ist der Vergleich vor und nach Eröffnung des neuen Flughafens Berlin Brandenburg BER. Daher wird das Bienenmonitoring auch in den kommenden Jahren fortgeführt und die Datenbasis erweitert.

Das Biomonitoring wird kontinuierlich fortentwickelt. Seit 2019 betreuen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Flughafens Berlin Schönefeld selbst die dortigen Standorte BER und BMF. Sie tauschen Ihre Erfahrungen mit den Imkern am Flughafen Tegel und dem Referenzimker aus der Schorfheide aus. 2020 werden alle Imker das Honigwabenwachs für die ihrer Völker aus dem Referenzgebiet beziehen. Aufgrund des neuen Höchstgehaltes für Quecksilber wird 2020 die Empfindlichkeit des Analysenverfahrens noch weiter abgesenkt werden.

Die Bürger können sich aktuell über das Bienenmonitoring und die weiteren Luftgüte- und Umwelt-Untersuchungen der FBB im Internet informieren:

<http://www.berlin-airport.de/de/unternehmen/umwelt/luft/index.php>.



3 Abkürzungen

ACE	Acenaphthen
ACY	Acenaphtylen
ADV	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e. V.
aMW	arithmetischer Mittelwert
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
KmV	Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln
L	Liter
LB	Lower Bound: arithmetischer Mittelwert inklusive Werten „<BG“ als „0“
LRGC	niederauflösende Gaschromatographie
LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
MS	Massenspektrometrie
MSD	massenselektive Detektion
MW	arithmetischer Mittelwert
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
RHmV	Rückstands-Höchstmengenverordnung

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 2014)

Biomonitoring:

Nutzung biologischer Systeme (Organismen oder Organismengemeinschaften) zur räumlichen und zeitlichen Überwachung von Umweltveränderungen (VDI 3957/1 2014)

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 2014)

-> 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 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 Nahrungsergänzungsmitteln, nach Schadstoffhöchstmengenverordnung (EG) Nr. 1881/2006 mit VO (EU) Nr. 629/2008, Nr. 835/2011, Nr. 420/2011 und Nr. 488/2014, 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.

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.

Dem Imker vom flughafennahen Standort BFM waren im Winter 2010/2011 zwei der acht Bienenvölker ausgefallen - eine nach eigenen Angaben normale Ausfallquote. Am Standort BRR bei Rangsdorf kamen alle vier Bienenvölker über den Winter 2010/2011. Auch in den Wintern 2011/2012 und 2012/2013 gab es kaum Ausfälle, 2013/2014 gar keine. Am Referenzstandort in der Schorfheide BRS betrug 2017 die Überlebensrate 70 Prozent, wohl aufgrund einer Aktivität in der benachbarten Landwirtschaft, und am Standort TXL überlebte das Bienenvolk den Winter 2017/18 nicht (vgl. Kap. 1.1). Im Jahr 2019 wurde am Standort BER mit einem Volk aus dem Referenzgebiet neugestartet und ebenfalls neu gestartet wurde am neuen Standort BMF nach Verlust des Volkes im Winter 2018/19. Das Volk am Standort TXL überlebte. Am Referenzstandort BRS überlebte hingegen die Hälfte der Völker nicht.

Im Jahr 2011 beispielsweise startete die Frühtracht-Sammelperiode April bis Mai sehr früh und wurde vom Imker aus Rangsdorf, der die Standorte BER, BKB und BRR betreut(e)) als feucht und warm beschrieben (meist 15-18°C). Ebenso als feucht beschrieben wurde die Sommertracht-Sammelperiode Mai bis Juli 2011, mit Temperaturen von 18-24 °C. Obwohl die Lindenblüte 2011 für die Sommertracht-Honigernte 2011 laut dem Imker aus Mahlow nur mäßig Nektar bot, entwickelten sich die Bienenvölker am dortigen Standort BFM währenddessen etwas stärker als am Standort BRR Referenz Rangsdorf: Die Zunahme der Volksstärke betrug rund 70 Prozent. Die Bienensaison 2013 beispielsweise war hingegen, bedingt durch kalte und nasse Witterung, durch einen sehr schwachen Start geprägt. Die Bienensaison 2014 verlief gut. Die Bienenvölker entwickelten sich 2014 nach frühem Start gut und waren hinsichtlich Brutwabenentwicklung und produzierter Honigmengen vergleichbar. Die Frühtracht der Bienensaison 2015 war erneut von zu kalter und trockener Witterung begleitet, die Sommertracht von extremen Schwankungen der Tageshöchsttemperaturen von 15 bis 35°C. Im Jahr 2017 fielen aufgrund starker Fröste die Obstblüte und zum Teil die Robinienblüte aus (s. u. Honigmengen), so dass das Trachtangebot sehr eingeschränkt war. Das Frühjahr 2019 verlief mit teilweise sehr hohen Temperaturen und war insgesamt trocken. Die Sommertrachtperiode war teilweise sehr heiß, insgesamt trocken mit einzelnen starken Regenereignissen.

Die Erntemenge im Verhältnis zur Anzahl der Honigwaben war 2011 am Standort BRR rund 50 Prozent höher als am Standort BFM. Im Jahr 2013 erbrachten beide Trachten am Standort BER höhere Honigerntemengen als am flughafenfernen Referenzstandort BRS in der Schorfheide, ebenso in den

Jahren 2014 und 2015 jeweils die Sommertrachten. Dabei und generell ist zu beachten, dass die Honigmenge ein Ergebnis aus Sammelaktivität, Blütenangebot und Volksstärke ist: Der Ausfall der Obstblüte 2017 betraf die Völker am Flughafen Schönefeld, BER und BKB, besonders: Dort wurden während der Frühtracht nur 3 kg bzw. 4 kg Honig pro Volk gewonnen. Urban, am neuen Standort TXL standen 2017 auch Löwenzahn und Weiden als Nahrung zur Verfügung, am ruralen Standort BRS Raps. Im Jahr 2018 hingegen wurde an TXL fast kein Frühtrachthonig produziert und der Sommertrachthonig war weniger als 2017, während an den Standorten BER und BKB die Frühtrachtmengen etwa auf früherem Niveau lagen und am Referenzstandort die Honigernte 2018 insgesamt. Die Honigmengen pro Volk fielen 2019 unterschiedlich aus. Die Menge bezogen auf die einzelne Honigwabe war bei Frühtrachthonig recht einheitlich: 1,2 +/- 0,3 kg. Mit 1,5 kg pro Honigwabe wurde am meisten Frühtrachthonig 2019 am Standort BER geerntet; allerdings am wenigsten Sommertrachthonig im Standortvergleich: 0,5 kg pro Wabe. Während die Sommertrachternte an den Standorte TXL und BMF 0,8 kg Honig pro Wabe betrug und am Referenzstandort 1,1 kg Honig pro Wabe.

Die Erhebungen 2018 sind nachfolgend tabellarisch im Detail dargestellt. Die Ergebnisse der Vitalitätsuntersuchung des Münchner Honigmonitorings fasst die letzte Tabelle von Kapitel 5.2 zusammen.

5.2 Vitalität - Tabellenanhang

Tabelle 5.2-1: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht TXL Flughafen Berlin Tegel

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	TXL
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	2 + Ableger aus 2019
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1 (Ein Volk während Frühtracht)
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	stark
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	17.05.2019
Datum Ende (Schleuderdatum)	10.06.2019
Verlauf	gut
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	teils sehr heiße Tage
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	10 Kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	8,75 Kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	10
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Art und Größe der Magazine	10er Dadant US Beute
Anzahl der Waben pro Magazin	10 Brutraumrähmchen 20 Honigraumrähmchen
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus dem Kreislauf von Standort BRS
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	7
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	7
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	9
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Obstbäume, Löwenzahn, Weide
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Geringer Befall an Varroa
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	nein
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	17.05.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	10.06.2019
Pollenproben – Datum	1. Probe 17. – 18.05.2019 2. Probe 29. – 31.05.2019 3. Probe 09. – 10.06.2019
Besonderheiten	

Tabelle 5.2-2: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BER Flughafen Berlin Schönefeld

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BER
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1 + 1 Ableger
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1 im Herbst 2018
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	durchschnittlich
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	mittel
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	30.4.2019
Datum Ende (Schleuderdatum)	12.6.2019
Verlauf	mittel
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Anfangs kühl, später sehr heiß, rel. viel Niederschlag
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	15 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	15 kg (ohne Ableger)
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	10 (ohne Ableger)
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Art und Größe der Magazine	Zander
Anzahl der Waben pro Magazin	10
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Mittelwand von Standort BRS
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	mittel
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	mittel
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	3
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	6
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	5
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	8
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Robinie
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Kein oder nur geringer Befall
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	keine
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	17.05.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	12.06.2019
Pollenproben – Datum	17.-21.05.2019 23.-29.05.2019 31.05.-04.06.2019
Besonderheiten	Bienenvölker stammen von Standort BRS und mussten sehr viel ausbauen wegen des „Umzuges“ in Zanderbeute; 2019 wurde der Standort geringfügig versetzt und von FBB-Mitarbeiterinnen betreut

Tabelle 5.2-3: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BMF Vorfeld Flughafen Schönefeld

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BMF (Arbeitsname: BER2)
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	2 (Aufstellung im Herbst)
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	stark
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	durchschnittlich
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	20.04.2019
Datum Ende	14.06.2019
Verlauf	mittel
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	normal
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	27 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	27 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	11 + 11/2
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	viel
Art und Größe der Magazine	Brutraum DNM 11 Waben, Honigraum DNM + DNM 0,5 je 11 Waben
Anzahl der Waben pro Magazin	11
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	keine Mittelwände von Standort BRS, uneinheitlich
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	5
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	11
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Raps, 2) beginnend: Linde
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	keine
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	keine
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	25.05.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	14.06.2019
Pollenproben – Datum	Probe 15. – 19.05.2019 Probe 23. – 27.05.2019 Probe 04. – 07.06.2019
Besonderheiten	Volk geschröpft für Ablegerbildung und Schwarmverminderung
Schleuderdatum	14.06.2019

Tabelle 5.2-4: Vitalitätserhebung 2019 Frühtracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BRS
Frühtracht oder Sommertracht	Frühtracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	28 -> aufgestockt auf 48
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	20
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	stark
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	gering
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	mittel
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	01.05.2019
Datum Ende	29.05.2019
Verlauf	schlecht
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	regnerisch und kalt
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	n.a.
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	12 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	10
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	wenig
Art und Größe der Magazine	Zander flach
Anzahl der Waben pro Magazin	30
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eigener Kreislauf
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	mittel
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	mittel
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	8
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	14
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	30
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	40
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Raps
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Varroa
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	Oxalsäure / Ameisensäure
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	01.05.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	29.05.2019
Pollenproben – Datum	Probe 1: 19.05.2019 Probe 2: 24.05.2019 Probe 3: 29.05.2019
Besonderheiten	-
Schleuderdatum	29.05.2019

Tabelle 5.2-5: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht TXL Flughafen Berlin Tegel

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	TXL
Frühtracht oder Sommertracht	Sommertracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	2 + Ableger aus 2019
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1 (Ein Volk während Frühtracht)
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	stark
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	10.06.2019
Datum Ende (Schleuderdatum)	23.07.2019
Verlauf	gut
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	teils heiße Tage / starke Regenfälle
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	8 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	normal
Art und Größe der Magazine	10er Dadant US Beute
Anzahl der Waben pro Magazin	10 Brutraumrähmchen 20 Honigraumrähmchen
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Wachs aus dem Kreislauf von Standort BRS
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	normal
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	7
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	7
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	9
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	9
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Linde
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Geringer Befall an Varroa
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	nein
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	25.06.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	14.07.2019
Pollenproben – Datum	1. Probe 18. – 19.06.2019 2. Probe 01. – 02.07.2019 3. Probe 13. – 14.07.2019
Besonderheiten	

Tabelle 5.2-6: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BER Flughafen Berlin Schönefeld

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BER
Frühtracht oder Sommertracht	Sommertracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1 + 2 Ableger 2019
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	1 Volk im Herbst 2018
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	durchschnittlich
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	2* gut, 1* mittel bis schlecht
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	17.06.2019
Datum Ende	24.07.2019
Verlauf	gut
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	Größtenteils sommerlich heiß, ca. 2 Wochen kühl, insgesamt trocken, einzelne starke Regenereignisse
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	5 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	5 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	10
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Art und Größe der Magazine	Zander
Anzahl der Waben pro Magazin	10 HW, 20 BW (Flachzargen)
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	Mittelwände von Standort BRS
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	mittel
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	Kein Vergleich möglich
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	7
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	17
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	18
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) v.a. Robinie
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Leichter Befall mit Varroa
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	Keine bislang
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	25.06.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	16.07.2019
Pollenproben – Datum	Probe 1 – 17.-18.06.2019 Probe 2 – 20.06.2019 Probe 3 – 21.06.2019
Besonderheiten	Bienenvölker stammen von Standort BRS; Standort BER wurde geringfügig versetzt und von FBB-Mitarbeiterinnen betreut
Schleuderdatum	25.07.2019

Tabelle 5.2-7: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BMF Vorfeld Flughafen Schönefeld

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BMF (Arbeitsname: BER2)
Frühtracht oder Sommertracht	Sommertracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	1
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	n.a.
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	n.a.
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	stark
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	n.a.
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	14.06.2019
Datum Ende	18.08.2019
Verlauf	mittel
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	18 kg
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	18 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	11 + 11/2
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	viel
Art und Größe der Magazine	Segeberger DNM (HR 0,5)
Anzahl der Waben pro Magazin	11
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	keine Mittelwände von Standort BRS, eigener Kreislauf
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	gut
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	6
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	11
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	1) Linde, 2) Phacelia, 3) Sonnenblumen
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	geringer Befall mit Varroa, Ameisen sehr gering
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	keine
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	14.06.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	18.08.2019
Pollenproben – Datum	Probe 1 – 23.-26.06.2019 Probe 2 – 10.-12.07.2019 Probe 3 – 14.-16.08.2019
Besonderheiten	Mittelwände von Standort BRS stehen erst 2020 zur Verfügung
Schleuderdatum	18.08.2019

Tabelle 5.2-8: Vitalitätserhebung 2019 Sommertracht BRS Referenz Schorfheide

Vitalität der Bienenvölker – Monitoringjahr 2019	
Standort der Bienenvölker	BRS
Frühtracht oder Sommertracht	Sommertracht
Anzahl der Bienenvölker am Standort	28
Verluste an Bienenvölkern am Standort Winter davor	n.a.
Verluste im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	n.a.
Stärke der Völker am Standort zu Beginn der Tracht	durchschnittlich
Entwicklung der Bienenvölker bis zur Ernte der Tracht	gut
Entwicklung im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	gut
Sammelperiode dieser Tracht	
Datum Beginn	05.06.2019
Datum Ende	28.07.2019
Verlauf	schlecht
Witterung während der Tracht, ggfs. Besonderheiten	sehr trocken
Honigerntemenge dieser Tracht am Standort in kg	625
durchschnittl. Erntemenge pro Volk am Standort in kg	22 kg
durchschnittliche Anzahl der Honigwaben pro Volk	20
Erntemenge im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	mittel
Art und Größe der Magazine	Zander flach
Anzahl der Waben pro Magazin	40
Art der Honigwaben (zertifizierte Mittelwand, Wachs aus eig. Kreislauf etc.)	eigener Kreislauf
Entwicklung der Brutwaben während der Tracht	mittel
Brutwaben im Vergleich zu anderen Jahren/Völkern	mittel
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Beginn	12
Anzahl Brutwaben pro Volk bei Ernte	10
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Beginn	40
Anzahl besetzter Waben pro Volk bei Ernte	40
Woraus stammt der eingetragene Honig (Blütenarten): 1) Hauptart(en), 2) weitere?	Linde, Kornblume
mit welchen Parasiten waren die Bienen während der Sammelperiode befallen und wie stark	Milben
Anwendung von Milbenmitteln (ob und welche)	-
Wabenhonigwabe: Datum Beginn	05.06.2019
Wabenhonigwabe: Datum Ende	27.07.2019
Pollenproben – Datum	Probe 1: 05.06.2019 Probe 2: 20.06.2019 Probe 3: 10.07.2019
Besonderheiten	-
Schleuderdatum	28.07.2019

Tabelle 5.2-9: 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
FT/ST 2016	FT: Raps, Blütenarten / ST: Blütenarten, Linde		Weide, Löwenzahn, Raps	Linde, Weißklee					Gartenflora, Raps, Obst, Löwenzahn
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 =Blatlaus
FT/ST 2018	Blüten / ST: Blüten, Linde, Phacelia, Sonnenbl.		Kreuzblütler, Rosenge-wächse, Weide	Kreuzblütler, Rosenge-wächse, Weide	Raps, Ahorn, Wildblumen	Wildblumen	v.a. Raps		Blatthonig, 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

6 Anhang B: Vergleichsproben 2011 bis 2019

6.1 Proben aus dem Honigmonitoring um den Flughafen München

Tabelle 6.1-1: Pollen-, Wachs- und Honigproben aus dem Münchner Honigmonitoring

Probentabelle MUC 2011					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFL-FTR	Flughafenzaun-Freising	03.06.2011	aus Brutwabe mit Honig	aus einer Drohnenwabe, Naturbau	Frühtracht (FTR), geschleudert
MIF-FTR	Flughafenzaun-Erding	13.06.2011	aus Honigwabe	aus Drohnenwaben, teilweise mit Mittelwand, teilweise Naturbau	Frühtracht (FTR), geschleudert
AIC-FTR	Aichach-Mischprobe	ca.01.06.11	aus Honigwaben	aus hellen Honigwaben mit Mittelwänden aus eigenem Kreislauf	Frühtracht (FTR), ungefiltert abgetropft
HFL-STR	Flughafenzaun-Freising	27.07.2011	-	aus einer Drohnenwabe, Naturbau	Sommertracht (FTR), geschleudert
MIF-STR	Flughafenzaun-Erding	ca.31.07.11	-	-	Sommertracht (FTR), geschleudert
AIC-STR	Aichach-Mischprobe	ca.24.08.11	-	aus hellen Honigwaben mit Mittelwänden aus eigenem Kreislauf	Sommertracht (FTR), ungefiltert abgetropft
Probentabelle MUC 2012					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HF2-MWB	Flughafenzaun-Mischp.	15.09.2012	-	Mittelwand aus dem Bio-Handel, vermutlich von afrikanischen Bienen -> nur PAK-Analyse	-
HF2-FTR	Flughafenzaun-Mischp.	17.06.2012	reiner Pollen aus Pollenfalle	aus goldgelber Honigwabe mit zertifizierter Bio-Mittelwand aus dem Handel	Frühtracht (FTR), geschleudert
HFT-FTR	Flughafenzaun-Tankst.	17.06.2012	-	Naturwachs	-
MIF-FTR	Flughafenzaun-Erding	27.06.2012	reiner Pollen aus Pollenfalle	aus heller Honigwabe mit Mittelwand aus eigenem Kreislauf	Frühtracht (FTR), geschleudert
AIC-FTR	Aichach-Mischprobe	27.06.2012	aus Pollenfalle; Walchshofen	aus hellen Honigwaben mit Mittelwänden aus eigenem Kreislauf	Frühtracht (FTR), geschleudert
HFT-STR	Flughafenzaun-Mischp.	31.07.2012	-	Abdeckelungswachs: Naturbau zum Wabenverschluss nach Honigeinlagerung	Sommertracht (STR), geschleudert
MIF-STR	Flughafenzaun-Erding	31.07.2012	aus Honigwabe	aus heller Honigwabe mit Mittelwand aus eigenem Kreislauf	Sommertracht (STR), geschleudert
AIC-STR	Aichach-Mischprobe	bis 26.8.2012	aus Pollenfalle; Walchshofen	aus hellen Honigwaben mit Mittelwänden aus eigenem Kreislauf	Sommertracht (STR), geschleudert
Probentabelle MUC 2013					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FTR	Flughafenzaun-Freising	bis 06.07.2013	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbauwachs: hell und dunkel; mit Honigresten	-
HFT-FTR	Flughafen nahe Freising	bis 06.07.2013	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbauwachs: hell und dunkel; mit Honigresten	Frühtracht (FTR), geschleudert
MIF-FTR	Flughafenzaun-Erding	bis 28.7.13; Honig 22.6.	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbauwachs: hell und dunkel	Frühtracht (FTR), geschleudert
AIC-FTR	Aichach-Mischprobe	Juni 2013	aus Pollenfalle (Metall); nur Walchshofen	Naturbauwachs, hell	Frühtracht (FTR), geschleudert
HFF-STR	Flughafenzaun-Freising	bis 7.8.13; Pollen 12.8.	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbauwachs: hell bis mittelbraun	Sommertracht (STR), geschleudert
HFT-STR	Flughafen nahe Freising	bis 7.8.13; Pollen 12.8.	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbauwachs: hell bis mittelbraun, zerdrückt	Sommertracht (STR), geschleudert
MIF-STR	Flughafenzaun-Erding	bis 10.08.2013	-	Naturbauwachs: hell und dunkel	Sommertracht (STR), geschleudert
AIC-STR	Aichach-Mischprobe	bis 18.08.2013	aus Pollenfalle (Metall); nur Walchshofen	Naturbauwachs, hell bis hellbraun	Sommertracht (STR), geschleudert
Probentabelle MUC 2014					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FTR	Flughafenzaun-Freising	Ende April - Anfang Juni	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 13.-31.5. (18 Tage): dunkelbraun mit Honigrest	Frühtracht (FTR), geschleudert
HFT-FTR	Flughafen nahe Freising	Ende April - Anfang Juni	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 13.-31.5. (18 Tage): helle bis dunkelbraune Stücke	Frühtracht (FTR), geschleudert
MIF-FTR	Flughafenzaun-Erding	Ende April bis 19.5.14	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben ohne Schlupf 13.-31.5. (18 Tage): hellgelb	Frühtracht (FTR), geschleudert
AIC-FTR	Aichach-Mischprobe	1.4.-14.5.2014	aus Pollenfalle (Metall); Einzel-probe bei Aichach	Naturbau, Einzelprobe aus Suizbach: Drohnenwaben ohne Schlupf 15.-21.5. (6 Tage): hellgelb	Frühtracht (FTR), geschleudert
HFF-STR	Flughafenzaun-Freising	Ende Juni bis 5.8.14	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 10.7.-5.8. (26 Tage): dunkelbraun mit Honigrest	Sommertracht (STR), geschleudert
HFT-STR	Flughafen nahe Freising	Ende Juni bis 4.8.14	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 10.7.-4.8. (25 Tage): dunkelbraun mit Honigrest	Sommertracht (STR), geschleudert
MIF-STR	Flughafenzaun-Erding	Ende Juni bis 4.8.14	aus Pollenfalle (Kunststoff)	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 10.7.-2.8. (23 Tage): dunkelbraun	Sommertracht (STR), geschleudert
AIC-STR	Aichach-Mischprobe	15.5.-15.7.2014	aus Pollenfalle (Metall); Einzel-probe bei Aichach	Naturbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 10.7.-5.8. (26 Tage): dunkelbraun	Sommertracht (STR), geschleudert

Probentabelle MUC 2015					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FT	Flughafenzaun-Freising	Mai bis Anfang Juni	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 10.6.2015	Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 25.5.-6.7.2015 (6 Wochen): dunkelbraun	Frühtracht, geschleudert, hell, zähflüssig
HFT-FT	Flughafen nahe Freising	Mai bis Anfang Juni	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 10.6.2015	Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 25.5.-6.7.2015 (6 Wochen): dunkelbraun	Frühtracht, geschleudert, hell, zähflüssig
MIF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mai bis Anfang Juni	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 7./8.6.2015	Wildbau: Drohnenwaben unbebrütet und nach dem Schlupf 25.5.-6.7.2015: mittel bis dunkel	Frühtracht, geschleudert, hell, zähflüssig
AIC-FT	Aichach-Mischprobe	Anfang April bis Mitte Mai	1 Stichprobe (Aichach) aus Metall-Pollenfalle: 29.6.-1.7.15	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben gemischt hell unbebrütet ca.10.4.-1.5. (3 Wo.), dunkel nach d. Schlupf ca.10.4.-15.5. (5 Wo.)	Frühtracht-Mischprobe, geschleudert, hell, fest
HFF-ST	Flughafenzaun-Freising	Anf. Juni bis Mitte August	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: ca. 29.7.2015	*Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 13.7.-10.8.2015 (4 Wochen): dunkelbraun	Sommertracht, geschleudert, goldgelb, flüssig
HFT-ST	Flughafen nahe Freising	Anf. Juni bis Mitte August	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: ca. 29.7.2015	*Wildbau: Drohnenwaben unbebrütet und nach dem Schlupf 13.7.-10.8.2015 (4 Wochen): mittel bis dunkel	Sommertracht (ST), geschl., goldgelb, flüssig
MIF-ST	Flughafenzaun-Erding	Anf. Juni bis Anf. August	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 2./3.8.2015	Wildbau: Drohnenwaben unbebrütet 13.7.-10.8.2015: hellbeige	ST, geschleudert, dunkelgelb, flüssig
AIC-ST	Aichach-Mischprobe	Mitte Mai bis Mitte August	1 Stichprobe (Aichach) aus Metall-Pollenfalle: 31.8.-4.9.15	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben gemischt hell unbebrütet ca.11.7.-2.8. (3 Wo.), dunkel nach d. Schlupf ca.11.7.-15.8. (5 Wo.)	ST-Mischprobe, geschl., mittelbraun, zähflüssig
Probentabelle MUC 2016					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FT	Flughafenzaun-Freising	Mitte April - Mitte Juni	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 1.5., 16.5., 3.6.2016	Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 16.4.-11.6.2016 (8 Wochen): dunkelbraun	Frühtracht, geschleudert, hellgelb, cremig
MEF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mitte April - Mitte Juni	3 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.4.-2.5., 7.5., 22.5.2016	Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 10.4.-6.6.2016 (8 Wochen): dunkelbraun	Frühtracht, geschleudert, hellbeige, fest
MIF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mai - Mitte Juni	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle	Wildbau: Drohnenwaben unbebrütet 16.4.-11.6.2016 (8 Wochen): hell	Frühtracht, geschleudert, hellbeige, leicht kristallin
AIC-FT	Aichach-Mischprobe	April - Ende Mai	3 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.4.-2.5., 8.-9.5., 22.5.2016	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben bebrütet vom Juni 2016 (8 Wochen)	Frühtracht-Mischprobe, geschleudert, dunkelgelb, cremig-fest
HFF-ST	Flughafenzaun-Freising	Mitte Juni - Ende Juli	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.7.-1.8.2016	Wildbau: Drohnenwaben nach dem Schlupf 11.6.-30.7.2016 (7 Wochen): dunkelbraun	Sommertracht, geschleudert, goldgelb, klar, flüssig
MEF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mitte Juni - Ende Juli	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.7.2016	Wildbau: Drohnenwaben bebrütet, nach dem Schlupf bis 30.7.2016 (7 Wochen): dunkelbraun	Sommertracht, geschleudert, goldgelb, trüb, flüssig
MIF-ST	Flughafenzaun-Erding	Juni - Anfang August	1 Stichprobe aus Kunststoff-Pollenfalle: 9.8.2016	Wildbau: Drohnenwaben unbebrütet, bis 1.8.2016 (7 Wochen): hellbeige	Sommertracht, geschleudert, goldgelb, trüb, flüssig
AIC-ST	Aichach-Mischprobe	Mitte Mai - Mitte August	3 Stichproben (Aichach) aus Metall-Pollenfalle: 2x 26.8., 4.9.2016	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben bebrütet 19. / 26.8.2016: dunkelbraun	Sommertracht-Mischprobe, geschl., dunkelgold, flüssig
Probentabelle MUC 2017					
Probe	Standortlage	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FT	Flughafenzaun-Freising	Mai - Juni	2 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 1.-2. Maiwoche	Wildbau: Drohnenwabe 6.5.-8.6.2017 (5 Wochen): braun, mit Honigresten	9.6.17 geschleudert, hellgelb milchig, halbflüssig
MEF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mai - Juni	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 6.-23.5.17	Wildbau: Drohnenwabe 6.5.-8.6.2017 (5 Wochen): braun, mit Honigresten	25.5.17 geschleudert, hellgelb, flüssig
MIF-FT	Flughafenzaun-Erding	Mai - Juni	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle, vorgemischt, Juni	Wildbau: Drohnenwabe vermutl. 1.5.-5.6.2017 (5 Wochen): weißlich, honigfrei	5.6.2017 geschleudert, hellgelb, flüssig, klar
AIC-FT	Aichach-Mischprobe	Ende April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 23.5-10.6.17	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben Ende April-Anfang Juni (5 Wochen), bebrütet, mittelbraun, honigfrei	Mischprobe Juni, 2 weißlich-milchig fest, 1 goldgelb flüssig klar
HFF-ST	Flughafenzaun-Freising	Juni - Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 7.-18.7.17	Wildbau: Drohnenwabe 10.6.-16.7.2017 (5 Wochen): braun, honigfrei	19.7.17 geschleudert, dunkelgold flüssig klar
MEF-ST	Flughafenzaun-Erding	Juni - Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 6.-20.7.17	Wildbau: Drohnenwabe 9.6.-18.7.2017 (5 Wochen): hellbeige, honigfrei	20.7.17 geschleudert, dunkelgold flüssig klar
MIF-ST	Flughafenzaun-Erding	Juni - August	2 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 13. und 14.8.17	Wildbau: 2 Drohnenwaben vermutl. 10.6.-16.7.2017 (5 Wochen) (hell)beige mit dunklen Stellen, honigfrei	5.8.2017 geschleudert, goldgelb flüssig leicht trüb
AIC-ST	Aichach-Mischprobe	Juni - August	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 10.7.-2.8.17	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben 10.6.-16.7.2017 (5 Wochen): bebrütet, fahlbraun, 2 v. 3 honigfrei	Mischprobe Juli, braungold flüssig klar
FT: Frühtracht; ST: Sommertracht HFF rural-flughafennah und HFT verkehrsnah-flughafennah (z.T. Mischprobe HF2); MEF, MIF: rural-flughafennah; AIC: 3 Standorte suburban-/rural-flughafennah Pollenproben waren je nach Blütenspektrum unterschiedlich zusammengesetzt; seit 2016 Mischproben					

Honigmonitoring - 2018 Pollen-, Wachs- und Honigproben					
Probe	Bienenvölkerstandort	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FT	Flughafen westlich an der Südbahn	Mitte April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 3.5., 7.5., 10.5.2018	Wildbau: Drohnenwabe 1.5.-31.5.2018 (4 Wochen): braun, honigfrei	28.5.2018 geschleudert, dunkelbeige, flüssig, klar
MEF-FT	Flughafen östliches Ende der Nordbahn	Mitte April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 28.4., 5.5., 21.5.2018	Wildbau: Drohnenwabe 21.4.-27.5.2018 (5 Wochen): braun, mit Honigresten	25.5.18 geschleudert, hellgelb, flüssig
MFS-FT	Flughafen östlich an der Südbahn	Mitte April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 28.4., 5.5., 21.5.2018	Wildbau: Drohnenwabe 22.4.-31.5.2018 (5,5 Wochen): braun, mit Honigresten	5.6.2017 geschleudert, hellgelb, flüssig, klar
AIC-FT	Referenzgebiet Aichach: Aichach, Mauerbach, Sulzbach	Mitte April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.4.-2.5., 7.-10.5., 18.-20.5.2018	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben ca. April-Mai (4-5 Wochen), mittelbraun, honigfrei	Mischprobe 25. bzw. 28.5.2018 geschleudert, beige, flüssig, klar
HFF-ST	Flughafen westlich an der Südbahn	Ende Mai - Mitte Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 26.6., 29.6., 4.7.2018	Wildbau: Drohnenwabe 8.6.-16.7.2018 (5 Wochen): braun, honigfrei	28.5.-17.7.2018, dunkel goldgelb, flüssig, klar
MEF-ST	Flughafen östliches Ende der Nordbahn	Ende Mai - Anf. Juli	4 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 17.6., 24.6., 1.7., 7.7.	Wildbau: Drohnenwabe 17.6.-15.7.2018 (4 Wo.): honiggelb-hellbraun, honigfrei	28.5.-7.7.2018, dunkel goldgelb, flüssig, klar
MFS-ST	Flughafen östlich an der Südbahn	Ende Mai - Anf. Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 17.6., 24.6., 1.7.2018	Wildbau: Drohnenwabe 31.5.-21.7.2018 (8 Wochen), hell- bis dunkelbraun, rel. viel Honigreste	28.5.-7.7.2018, dunkel goldgelb, flüssig, klar
AIC-ST	Referenzgebiet Aichach: Aichach, Mauerbach, Sulzbach	Anf. Juni - Anf. Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 30.6.-3.7., 7.-11.7., 14.-17.7.2018	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben Anfang bis Ende Juni (ca. 5 Wochen): hell- bis schwarzbraun, teils honigfrei	Mischprobe Anfang Juli geschleudert, beige-/ dunkelgelb, zähflüssig, trüb
FT: Frühtracht; ST: Sommertracht					
HFF, MEF, MFS (seit 2018, löst MIF ab): rural flughafennah, unmittelbar am Flughafenzaun; AIC: 3 Standorte rural- bis sudurban-flughafenfernes Referenzgebiet					
Pollenproben je nach Blütenspektrum unterschiedlich zusammengesetzt: 2018 Mischproben aus je drei Einzelproben je Standort und Tracht (AIC: von 1 Standort)					

Honigmonitoring - 2019 Pollen-, Wachs- und Honigproben					
Probe	Bienenvölkerstandort	Tracht	Pollen	Wachs	Honig
HFF-FT	Flughafen westlich an der Südbahn	Anfang Mai - Anf. Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 29.6., 1.7., 3.7.2019	Wildbau: Drohnenwabe 18.5.-3.7.2019 (6 Wochen): braun, honigfrei	3.7.2019 geschleudert, goldfarben, flüssig, klar
MEF-FT	Flughafen östliches Ende der Nordbahn	Anf. April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 18.5., 23.5., 29.5.19	Wildbau: Drohnenwabe 20.4.-23.5.2019 (5 Wo.): dunkelbraun, mit Honigresten	30.5.18 geschleudert, beige, zähflüssig, Trüb
MFS-FT	Flughafen östlich an der Südbahn	Anf. April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 18.5., 23.5., 29.5.19	Wildbau: Drohnenwabe 20.4.-23.5.2019 (5 Wo.): dunkelbraun, mit Honigresten	30.5.18 geschleudert, beige, zähflüssig, Trüb
AIC-FT	Referenzgebiet Aichach: Aichach, Mauerbach, Sulzbach	Mitte April - Ende Mai	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 23.-24.4., 18.-19.5., 26.-27.5.2019	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben ca. April-Mai (6 Wochen), gemischt braun, honigfrei	Mischprobe, Ende Mai geschleudert, goldgelb bis bräunlich, zähflüssig, trüb
HFF-ST	Flughafen westlich an der Südbahn	Mitte Juli - Ende Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 25.7., 27.7., 30.7.19	Wildbau: Drohnenwabe 1.-30.7.2019 (4 1/2 Wochen): dunkelbraun, honigfrei	28.5.-17.7.2019, dunkel goldgelb, flüssig, klar
MEF-ST	Flughafen östliches Ende der Nordbahn	Anf. Juni - Mitte Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 9.6., 19.6., 30.6.2019	Wildbau: Drohnenwabe 25.5.-8.7.2019 (6 Wo.): dunkelbraun, Honigreste	1.6.-12.7.2019, goldgelb, flüssig, leicht trüb
MFS-ST	Flughafen östlich an der Südbahn	Anf. Juni - Mitte Juli	3 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 9.6., 19.6., 30.6.2019	Wildbau: Drohnenwabe 25.5.-5.7.19 (5 1/2 Wo.): beige-dunkelbraun, Honigreste	31.5.-13.7.2019, goldgelb, flüssig, klar
AIC-ST	Referenzgebiet Aichach: Aichach, Mauerbach, Sulzbach	Anf. Juni - Ende Juli	2 Stichproben aus Kunststoff-Pollenfalle: 4.-5.8., 7.-8.8.2019	Wildbau: Mischprobe, Drohnenwaben Anfang Juni bis Mitte Juli (ca. 6 Wochen): gemischt braun, honigfrei	Mischprobe, Ende Juli geschleudert, kupferfarben, flüssig, klar
FT: Frühtracht; ST: Sommertracht					
HFF, MEF, MFS (seit 2018, löst MIF ab): rural flughafennah, unmittelbar am Flughafenzaun; AIC: 3 Standorte rural- bis sudurban-flughafenfernes Referenzgebiet					
Pollenproben je nach Blütenspektrum unterschiedlich zusammengesetzt: 2019 Mischproben aus je drei Einzelproben je Standort und Tracht (AIC: von 1 Standort)					

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	
Acenaphtylen	ACY	0,15	0,15	0,15	
Acenaphten	ACE	0,15	1,7	0,15	
Fluoren	FLE	1,1	3,8	0,15	
Phenanthren	PHE	4	22	0,15	
Anthracen	ANT	0,15	0,15	0,15	
Pyren	PYR	1,6	2,8	0,8	
Benz[a]anthracen	BaA	1,2	0,15	0,7	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,8	0,7	1,3	
Dibenz[a,h]anthracen	DBahA	0,15	0,15	0,15	
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. fetthaltige 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]perylen	BghiP	0,25	0,66	0,25	0,25	1,04	0,25	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	1	4	6	2	13	1	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	<u>n.s.</u>	<u>47</u>	<u>83</u>	<u>n.s.</u>	<u>47</u>	<u>n.s.</u>	
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. 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 7.1-5: 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
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	gem. VO (EU)
Antimon	Sb	< 0,050	0,051	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Arsen	As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	-
Blei	Pb	0,19	0,83	0,27	0,30	0,11	0,18	3,00
Cadmium	Cd	0,039	0,111	0,030	0,042	0,015	0,037	1,00
Chrom, ges.	Cr	0,16	0,37	0,22	0,21	< 0,10	0,16	-
Nickel	Ni	0,72	0,37	0,22	0,16	< 0,10	0,16	-
Zink	Zn	42	33	48	30	49	57	-

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

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

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

OS: Originalsubstanz; MP: Messpunkt

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

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

Bienenmonitoring 2013: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	Pollen	
PAK-Komponente	Abkürz.	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 26.06.13	bis 14.07.13	bis 25.05.13	bis 10.07.13	
Naphthalin	NAP	15,9	1,5	17,0	0,4	0,05	4,4	
Acenaphthylen	ACY	0,37	0,05	0,41	0,05	0,22	0,18	
Acenaphthen	ACE	0,6	0,8	2,2	0,1	1,6	2,2	
Fluoren	FLE	1,2	1,0	4,0	0,8	6,4	12,0	
Phenanthren	PHE	11,2	8,9	24,6	6,8	0,5	18,5	
Anthracen	ANT	0,83	0,05	1,11	0,05	0,16	0,05	
Pyren	PYR	13,5	7,6	20,1	6,5	0,05	0,9	
Benz[a]anthracen	BaA	4,2	3,2	10,3	1,8	0,6	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	7,3	5,0	13,5	3,5	0,05	0,5	
Dibenz[a,h]anthracen	DBaA	0,4	0,4	1,5	0,17	0,4	0,05	
Fluoranthren	FLU	19,9	10,2	25,6	11,4	0,05	1,1	
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbjF+BkF	7,1	5,4	10,3	0,05	1,1	0,05	
Benz[a]pyren	BaP	2,7	2,3	5,2	0,9	0,2	0,05	1 - 6
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	2,0	1,5	3,0	0,6	0,6	0,05	
Benzo[g,h,i]perylen	BghiP	2,8	1,9	3,0	1,2	0,6	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	4PAK	21	16	39	6	2	1	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	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. 853/2011 für i.W. fetthaltige Nahrungsmittel; PAK4 nur aus Werten > 0,1 (BG) zu bilden

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

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

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

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

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

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

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

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

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

Bienenmonitoring 2015: PAK in Pollen [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	andere i.W. 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	
Benz[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 Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von BER entfernt

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

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

Höchstgehalte gemäß VO (EU) Nr. 853/2011 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 Kiekebusch, ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn u. ca. 5 km von der Flughafen Verwaltung Schönefeld entfernt

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

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

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

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

Bienenmonitoring 2017: PAK in Pollen [µg/kg OS]										Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	ähnl. 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	
Acenaphylen	ACY	1,12	0,93	1,13	0,61	1,04	0,48	0,62	0,59	
Acenaphthen	ACE	0,93	1,73	1,02	1,34	0,97	0,95	0,82	1,17	
Fluoren	FLE	4,6	4,8	5,4	3,1	5,0	1,7	4,0	3,4	
Phenanthren	PHE	42	17	36	17	33	12	18	14	
Anthracen	ANT	1,26	0,83	0,93	1,37	1,07	0,67	0,72	0,53	
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 Kiekebusch, bei SXF Schönefeld ca. 3,5 km südöstl. der Nordbahn und ca. 5 km von der Verwaltung entfernt,

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

OS: Originalsubstanz; FT: Frühtracht; ST: Sommertracht

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

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

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

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

Bienenmonitoring 2017: Metalle in Pollen [mg/kg OS]										Höchstgehalt
Probe von	MP	TXL	TXL	BER	BER	BKB	BKB	BRS	BRS	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 Kieckebusch, 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
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 Kieckebusch, 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	
Acenaphylen	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]perylene	BghiP	2,03	0,84	2,07	0,84	0,91	0,79	0,58	0,58	
Dibenz[a,h]anthracen	DBaH	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-Wachspben 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-Wachspben 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 Wachspben mit im Standortvergleich höchsten PAK4-Gehalten auf (PAK4: schwerer flüchtiges Benz[a]anthracen, Chrysen, Benz[a]pyren und Benzo[b+j+k]fluoranthen, siehe Tabelle 8.1-4): Es waren Früh- und Sommertracht-Waben mit Mittelwand von BER und BRR. In Naturwachs 2012 von BER und BRR 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 2012⁹ 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).

⁹ 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	DBahA	0,15	0,15	0,15	0,15
Fluoranthren	FLU	14	4	13	6
Benzo[b,j,k]fluoranthren	BbJF+BkF	3,0	1,7	0,1	4,3
Benz[a]pyren	BaP	0,8	0,15	0,15	0,5
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,15	0,15	0,15	0,15
Benzo[g,h,i]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	BbF+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]perylene	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
Benz[a]pyren	BaP	0,21	0,5	0,21	0,53	0,18	0,30
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	INP	0,98	0,3	0,29	0,19	0,25	0,25
Benzo[g,h,i]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	0,0065	<0,013	0,0065	<0,013	0,0065
Arsen	As	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013
Blei	Pb	0,06003933	<0,025	<0,025	<0,025	0,1271591	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	0,02710344	<0,025
Nickel	Ni	0,1023251	0,028	0,06	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	DBaH	<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 2019

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	andere i.W. fetthaltige Nahr.mittel
Probe und Datum		Frühtracht	Sommertr.	Frühtracht	Sommertr.	
PAK-Komponente	Abkürz.	15.05.11	05.07.11	14.05.11	bis 08.07.	
Naphthalin	NAP	150	130	200	120	
Acenaphtylen	ACY	2,2	1,3	1,4	1,6	
Acenaphthen	ACE	0,63	0,75	0,91	1,70	
Fluoren	FLE	5,5	2,8	4,9	3,1	
Phenanthren	PHE	1,50	0,75	1,40	0,67	
Anthracen	ANT	0,55	0,34	0,27	0,26	
Pyren	PYR	0,05	0,05	0,05	0,05	
Benz[a]anthracen	BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	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]perylen	BghiP	0,05	0,05	0,05	0,05	
Summe 4 PAK (grau)	PAK4	0	0	0	0	1 - 35
Summe schwerer fl. EPA-PAK	12EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Summe aller 16 EPA-PAK	16EPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

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

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

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

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

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

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

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

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

BER: Flughafen Schönefeld bei Verwaltungsgebäude

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

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

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

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

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

Bienenmonitoring 2015: PAK in Honig [µg/kg OS]								Höchstgeh.
Probe von	Messpunkt	BER-FT	BER-ST	BKB-FT	BKB-ST	BRS-FT	BRS-ST	andere i.W.
Naturwachs aus der Drohnenwabe		Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Wabenhonig	Honig	fetthaltige Nahr.mittel
PAK-Komponente	Abkürz.	FT	ST	FT	ST	FT	ST	
Naphthalin	NAP	6,2	7,6	5,6	6,7	8,5	6,9	
Acenaphthylen	ACY	0,7	0,9	0,2	0,3	0,5	0,3	
Acenaphthen	ACE	0,4	0,6	0,2	0,2	0,7	0,2	
Fluoren	FLE	7,7	9,1	3,9	3,7	5,8	4,2	
Phenanthren	PHE	2,5	3,0	1,3	1,7	2,4	1,1	
Anthracen	ANT	1,1	1,8	0,6	0,4	1,1	0,6	
Pyren	PYR	0,24	0,32	0,15	0,05	0,20	0,16	
Benz[a]anthracen	BaA	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	
Chrysen(+Triphenylen)	CHR(+TRI)	0,05	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	
Dibenz[a,h]anthracen	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]perylene	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. 853/2011 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	0,0065	-
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	0,1080652	<0,025	0,0435049	<0,025	<0,025	<0,025	-
Nickel	Ni	<0,025	<0,025	0,0709674	<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]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	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

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“¹⁰). 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 (Trockenmasse¹¹), 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).

¹⁰ 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

¹¹ 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 plausibel¹² und lag intermediär zwischen PAK-Gehalten in Wachs und Pollen (siehe nachfolgende Tabelle 10.1-2).

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

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

13

¹² 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.).

¹³ TrinkwV: Trinkwasserverordnung; seit 2012 aktuell liegen VO (EU) Nr. 1881/2006 mit Nr. 835/2011 und Nr. 420/2011 zu Höchstgehalten von PAK in i. W. fetthaltigen Lebensmitteln vor: mit 1-6 µg/kg OS für BaP und 1-35 µg/kg OS für PAK4; 2011 in der Bienen-Testprobe rund 1 µg/kg OS BaP und rund 15 µg/kg OS PAK4.

erstellt im Auftrag der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH

von

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

www.umweltmonitoring.com

Sauerlach, im Dezember 2019



Dr. Monica Wäber