

Informationen und Stellungnahme zu Rückständen von Nikotin

In Zusammenarbeit mit Lach & Bruns Partnerschaft

Juli 2022

Nachweise von Nikotin in verschiedenen Lebensmitteln, auch aus biologischem Anbau, führen seit vielen Jahren immer wieder zu Diskussionen, ob die Vorgaben für die biologische Erzeugung eingehalten worden sind. In diesem Hintergrundpapier wird der aktuelle Stand der Erkenntnisse hinsichtlich der möglichen Quellen für Nikotin tiefergehend beleuchtet und die Haltung von Bio Suisse dargestellt.

1 Hintergrund

Nikotin (Nicotin) ist ein Pflanzenalkaloid, das in erheblichen Mengen in Tabakpflanzen der Gattung *Nicotiana* vorkommt [1]. Jedoch ist auch das natürliche Auftreten in anderen Pflanzen beschrieben (s. Kap. 5.1). Die Bildung von Nikotin dient der Pflanze zur Abwehr von Fressfeinden, da Nikotin u.a. für Insekten toxisch ist.

Aufgrund dieser insektiziden Wirkung kann Nikotin als Pestizid, Tierarzneimittel und Biozid eingesetzt werden. Die Verwendung ist jedoch in der Schweiz und der EU sowie grundsätzlich im ökologischen Landbau verboten.

Nikotin gehört zu den sog. Multiple Source-Substanzen, d.h. es kann aus verschiedenen Quellen in ökologische Erzeugnisse übergehen, beispielsweise durch aktive Anwendung oder durch unbeabsichtigte Kontamination durch die Umwelt. Dies kann zu einer Überschreitung des Schweizer Interventionswerts bzw. üblicher Orientierungswerte von 0,01 mg/kg führen. Ebenso können die teilweise niedrigen offiziellen Rückstandshöchstgehalte (RHG) überschritten werden, was die allgemeine Verkehrsfähigkeit in Frage stellt.

2 Analyse

Nikotin ist nicht mit den üblichen Pestizid-Multimethoden wie QuEChERS (s. EN 15662 [2]) analysierbar. Es gehört zur Gruppe der polaren Pestizide und ist gesondert in Auftrag zu geben.

Hohe Kontaminationsgefahr

Die wesentliche Herausforderung bei der Probenahme und Analytik auf Nikotin ist die Vermeidung von Kontaminationen. Wie unter Kap. 5. näher ausgeführt, existiert eine Reihe von möglichen Kontaminationsquellen, beispielsweise durch die Lagerung von Proben in einem Raum mit Kontakt zu Tabakrauch oder über die Hände von Tabak-Konsument:innen, die Nikotin über die Finger auf die Probe übertragen.

Schon kleinste Mengen an Nikotin führen zu messbaren Kontaminationen bei Bio-Waren, die bezüglich der Einhaltung der ebenfalls tiefen rechtlichen Grenz-, Orientierungs- und Interventionswerte beurteilt werden müssen.

3 Toxikologie

Nikotin wird sowohl über die Mundhöhle und die Lunge als auch über den Gastrointestinaltrakt schnell aufgenommen, wobei nur etwa 20 bis 45 % des Nikotins durch den menschlichen Körper direkt aufgenommen werden, da die übrige Menge in der Leber abgebaut wird [3].

Nikotin verfügt über verschiedene physiologische Wirkungen, die beim Konsum von Tabakprodukten gewünscht werden, die in Lebensmitteln jedoch unerwünscht sind.

3.1 Akute Wirkungen

Nikotin ist unabhängig vom Aufnahmepfad akut toxisch. Es wirkt auf das periphere und zentrale Nervensystem und führt beispielsweise zu Schwindel, Speichelfluss, erhöhter Herzfrequenz und erhöhtem Blutdruck [3].

Aus verfügbaren Humanstudien hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) folgende akute Referenzdosis (ARfD) abgeleitet:

ARfD: 0,0008 mg/kg Körpergewicht (KG) pro Tag [3]

3.2 Chronische Wirkungen

Aufgrund der kurzen biologischen Halbwertszeit beim Menschen wird Nikotin nicht im Körper akkumuliert. Als empfindlichster Effekt wird derjenige auf das Herz-Kreislaufsystem angesehen, insbesondere die Beschleunigung des Herzschlags. Nikotin wird dabei weder als kanzerogen noch sonst als genotoxisch eingestuft.

Als Folge hat die EFSA für die akzeptable tägliche Aufnahmemenge (Acceptable Daily Intake – ADI) die Höhe der akuten Referenzdosis übernommen:

ADI: 0,0008 mg/kg Körpergewicht (KG) pro Tag [3]

3.3 Toxikologische Betrachtung

Die toxikologische Betrachtung von Nikotin in den üblicherweise betroffenen Lebensmitteln wird durch die folgenden Herausforderungen erschwert.

Kaum verlässliche Verzehrdaten für bestimmte Produkte:

Für die Berechnung von Aufnahmemengen für Pestizide wird in der EU die Datenbank EFSA PRIMo [4] verwendet. Die Datenlage zum kurzzeitigen (akuten) oder dauerhaften (chronischen) Verzehr der bezüglich Nikotin relevanten Produkte ist für eine umfassende Einschätzung nicht ausreichend [5].

Transfer ins Teegetränk:

Nennenswerte Nikotinmengen können auch in Produkten enthalten sein, die nicht direkt verzehrt, sondern zur Zubereitung eines Aufgusses eingesetzt werden, namentlich Tees, Kräuter- und Früchtetees. Gemäss vorliegenden Studienergebnissen variiert der in den Aufguss übergehende Anteil des Nikotins erheblich in Abhängigkeit von Faktoren wie Produktart, Ziehzeit, Zerkleinerungsgrad des Tees usw. Für Kräutertees wird eine Übergangsrate zwischen 17 und 97 % berichtet, mit einem Median von 48 % [5].

Hinweis: Sowohl die durch aktiven Tabakkonsum als auch durch Passivrauchen aufgenommenen Nikotinmengen sind in der Regel deutlich höher als die durch Lebensmittel zugeführten Mengen [6] [7].

4 Rückstandshöchstgehalte

Sowohl in der EU-Pestizid-Höchstgehaltverordnung (EG) Nr. 396/2005 als auch in der Schweizer Verordnung über die Höchstgehalte für Pestizidrückstände (VPRH) sind Höchstgehalte für Nikotin festgesetzt.

Die EU-Höchstgehalte gelten temporär und wurden auf **Basis von Gehaltsdaten** festgelegt. Dies geschah auf Grundlage der Annahme, dass die Nikotingehalte in typischen Lebensmitteln wie Tee, Gewürze oder Kräutern nicht aus einer Anwendung von Nikotin stammen, sondern durch Kontaminationen (s. Kap. 5.) verursacht werden.

Die EU-Höchstgehalte unterliegen derzeit einer Revision. Geplant sind teilweise deutliche Absenkungen der Höchstgehalte, da die Nikotingehalte in den Lebensmitteln aufgrund von diversen Massnahmen seitens der Lebensmittelunternehmer gesenkt werden konnten.

Die aktuellen und die geplanten Höchstgehalte (gemäss PAFF-Protokoll [8]) finden sich in Tabelle 1.

Sofern kein konkreter Höchstgehalt festgesetzt ist, gilt der Auffangwert von 0,01 mg/kg.

Tabelle 1: Aktuelle und geplante Höchstgehalte für Nikotin

Produkt	RHG	vorgeschlagener neuer RHG [8]	Anmerkung/ Beispiele
Hagebutte	0,3	0,2	
Kräuter und essbare Blüten (frisch)	0,4	0,1	
Wildpilze (frisch)	0,04	0,04	
- Steinpilze, getrocknet	2,3	2,3	Die RHG für getrocknete Pilze leiten sich nicht über den Trocknungsfaktor, sondern aus Gehaltsdaten ab.
- Sonstige Wildpilze, getrocknet	1,2	1,2	
Tee	0,6	0,4	
Kräutertee	0,5	0,3	Kamille, Hibiskus, Mate
Samengewürze	0,3	0,01	Anis, Fenchel, Kreuzkümmel
Fruchtgewürze	0,3	0,01	Pfeffer, Kümmel
Rindengewürze	4	4	Zimt
Wurzel- und Rhizomgewürze	4	4	Süßholz, Ingwer, Kurkuma
Knospengewürze	4	4	Nelke, Kapern
Blütenstempelgewürze	4	4	Safran
Samenmantelgewürze	4	4	Muskatblüte (Macis)

Hinweise: Die aufgeführten geplanten Höchstgehalte (Stand: November 2021) können noch Änderungen unterliegen. Sobald die neuen vorläufigen Höchstgehalte in geltendes Recht umgesetzt worden sind, ist die nächste Revision dieser vorläufigen Höchstgehalte nach 7 Jahren (voraussichtlich 2029) vorgesehen.

5 Mögliche Eintragswege in Bio-Produkte und Hinweise zu deren Abklärung

Nikotin gehört zu den sogenannten Multiple Source-Substanzen, d.h. der Nachweis in einem Lebens- oder Futtermittel ist keineswegs zwingend auf eine Anwendung als Pestizid zurückzuführen und kann somit andere Ursachen haben.

Die verschiedenen möglichen Quellen werden im Folgenden erläutert.

5.1 Natürliche Bildung von Nikotin

Im Zusammenhang mit Nikotin wird kein Thema so kontrovers wie das der möglichen natürlichen Bildung von Nikotin diskutiert.

Blätter von Tabakpflanzen (Gattung *Nicotiana*) enthalten 0,5 bis 8,0 % Alkaloide (5'000 bis 80'000 mg/kg), davon im Wesentlichen Nikotin [1].

Jedoch sind auch natürliche Gehalte in anderen Pflanzen beschrieben. Hierbei ist zwischen zwei Fällen zu unterscheiden, der Bildung durch Nachtschattengewächse und anderer Pflanzen.

5.1.1 Bildung durch Nachtschattengewächse

Neben Tabak gehören auch Pflanzen, die als Lebensmittel verwendet werden, zu den Nachtschattengewächsen (*Solanaceae*), insbesondere Tomaten, Paprika/Chilis, Auberginen und Kartoffeln. Auch Ashwagandha (Schlafbeere), das in der ayurvedischen Ernährung eingesetzt wird, gehört in diese Gruppe. Diese Pflanzen verfügen von Natur aus über die Fähigkeit, Nikotin endogen zu bilden. Allerdings liegen die Konzentrationen um ein Vielfaches niedriger als in Tabak. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über Literaturwerte. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Werte in **µg/kg** angegeben.

Tabelle 2: Natürliche Nikotingehalte in [$\mu\text{g}/\text{kg}$] in ausgewählten Nachtschattengewächsen [21] [14]

Referenz	Tomaten	Auberginen	Kartoffeln	Paprika (grün)
Castro et al. [16]	7,9 – 9,8	100	n.a.	5,7
Davies et al. [17] ¹	7,8 – 14,8	n.d.	7,6	n.d.
Domino et al. [18]	4,1 \pm 1,8	n.a.	7,1 \pm 5,9	n.d.
Siegmund et al. [19] ¹	n.d. – 4,8	n.d. – 4,5	n.d. 3,9	4,8 – 14,9
Liu et al. [20]	2,8 – 11,5	5,2 – 15,0	4,5 – 12,3	n.a.

n.a. = nicht analysiert, n.d. = nicht detektiert

Einige der berichteten, natürlich auftretenden Nikotinkonzentrationen liegen über den Höchstgehalten gemäss dem EU- und Schweizer Lebensmittelrecht. In Kartoffeln tritt Nikotin bevorzugt in der Schale auf, ähnlich wie das kartoffeltypische Alkaloid Solanin.

Aufgrund von unterschiedlichen Sorten, Umweltbedingungen, Anbaumassnahmen etc. ist mit schwankenden Nikotingehalten zu rechnen, v.a. vor dem Hintergrund, dass Nikotin bevorzugt als Abwehrsubstanz bei Stress gebildet wird.

Gemäss der Datenbank „pesticides online“ [22] sind jedoch alle dort eingetragenen Proben von Tomaten (62, davon 5 Bio), Auberginen (23, davon 3 Bio) und Paprikas inkl. Chillies (53, davon 2 Bio) negativ in Bezug auf Nikotin, d.h. unterhalb der Bestimmungsgrenze von in der Regel 0,01 mg/kg (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Von 71 Kartoffelproben (davon 10 Bio) ist eine konventionelle positiv, mit einem Gehalt an der Bestimmungsgrenze (0,01 mg/kg).

Zwischenfazit:

Die natürlichen Nikotingehalte in als Lebensmittel verzehrten Nachtschattengewächsen liegen gemäss Literaturdaten in der Regel in einem Bereich um 0,01 mg/kg oder darunter. Bei Gehalten in dieser Grössenordnung ist eine Anwendung von Nikotin als Pestizid oder eine nennenswerte Kontamination aus anderen Quellen sehr unwahrscheinlich.

5.1.2 Bildung durch andere Pflanzen als Nachtschattengewächse

Die mögliche Bildung von Nikotin durch andere Pflanzen wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In diesem Zusammenhang muss in jedem Fall wiederum das hohe Kontaminationsrisiko mit Nikotin entlang der gesamten Lebensmittelkette inklusive Probenahme und Analytik berücksichtigt werden. Manche Veröffentlichungen berichten von sehr niedrigen Konzentrationen, die unterhalb der üblichen Nachweis- oder Bestimmungsgrenzen liegen und die in der Regel zu niedrig sind, um eine effektive Abwehrfunktion gegen Fressfeinde auszuüben.

Das natürliche (endogene) Auftreten von Nikotin ist in einer Reihe weiterer Pflanzen beschrieben, wie Windengewächse (die allerdings mit Nachtschattengewächsen eng verwandt sind) und der Gattung *Erythroxylum* [23]. Eine endogene Nikotinbildung wird u.a. für die folgenden als Lebensmittel genutzte Pflanzen diskutiert .

Tee:

Ikka et al. berichten von der natürlichen Bildung von Nikotin in Teepflanzen (*Camellia sinensis*): Die Forscher haben Zellen von Teepflanzen kultiviert (ohne Kontakt zu exogenen Nikotinquellen) und in diesen einen Nikotingehalt von 0,033 mg/kg Trockenmasse nachgewiesen [24]. Die Autoren weisen allerdings ebenfalls auf das allgemeine Kontaminationsrisiko hin und empfehlen, nach möglichen Biosynthesewegen für Nikotin in Teepflanzen zu suchen. Der genannte mögliche endogene Gehalt liegt deutlich unterhalb üblicher in Tee nachgewiesener Nikotingehalte (s. Tabelle 3).

Romanotto et al. stellen hingegen fest, dass Nikotin nicht von der Teepflanze selbst produziert wird [25] [26].

Pfefferminze:

Gemäss Ergebnissen von Selmar et. al [27] wurden in unbehandelten Pfefferminzpflanzen (*Mentha x piperita*) Nikotinkonzentration von ca. 0,03 mg/kg (Frischgewicht) festgestellt. Wie weitere Analysen gezeigt haben, wurde das Nikotin von der Pfefferminzpflanze verstoffwechselt, was aus Sicht der Autoren dafür spricht, dass Nikotin

¹ Bezug der Publikation: Trockenmasse; Werte auf Originalsubstanz umgerechnet, mit einem angenommenen Wassergehalt von 90 %, alle Angaben in $\mu\text{g}/\text{kg}$

Bestandteil des natürlichen Pflanzenmetabolismus ist. Allerdings weisen die Autoren ebenfalls auf die Kontaminationsgefahren hin.

Pilze:

Wildpilze wie Steinpilze, Morcheln oder Pfifferlinge weisen teilweise nennenswerte Nikotingehalte auf, die nach dem Trocknen nochmals erheblich erhöht sein können – viel höher als aufgrund der Aufkonzentrierung durch den Wasserentzug zu erwarten wäre, s. auch entsprechende Höchstgehalte in der Schweiz und der EU (Tabelle 1). In diesem Zusammenhang wurde diskutiert, ob eine Nikotinbildung endogen bei der Trocknung stattfindet, z.B. aus natürlich in den Pilzen enthaltenen Vorläufersubstanzen. Sowohl Cavalieri et al. [28] als auch Langner et al. [29] konnten jedoch keine Anhaltspunkte für eine Bildung während der Trocknung feststellen. Vielmehr scheinen Kontaminationen die Ursache für die Belastung sowohl der frischen als auch der getrockneten Ware zu sein. Gegen eine endogene Bildung spricht auch die Tatsache, dass in frischen wie auch getrockneten Steinpilzen aus Deutschland der Nikotingehalt unterhalb der Bestimmungsgrenze lag [3].

Zwischenfazit:

Ob Nikotin von einigen anderen als Lebensmittel genutzten Pflanzen endogen gebildet wird, ist bisher nicht abschliessend geklärt. Bestimmte Forschungsergebnisse unterstützen diese These. In jedem Fall liegen die gebildeten Gehalte jedoch sehr niedrig.

5.2 Anwendung als Pestizid

Nikotin verfügt über eine insektizide Wirkung, indem es als Nervengift zuerst für einen Verlust der Orientierung und anschliessend den Tod sorgt [3]. Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Nikotin können z.B. gegen Blattläuse, Thripse und Weisse Fliegen eingesetzt werden [9].

Die Anwendung von Nikotin als Pestizid ist seit Juni 2010 in der EU verboten [3], jedoch bestehen Zulassungen in Drittländern, u.a. in China [10]. In einer Publikation aus 2013 ist Nikotin als „botanical insecticide“, das in Indien zugelassen ist, aufgeführt. Allerdings besteht in Indien seit 2015 keine Zulassung mehr [11] [12]. Jedoch sind auch heute noch „Bio-Pestizide“, die Tabakextrakte und damit Nikotin enthalten, verfügbar (z.B. [13]).

Neben industriell hergestellten Pflanzenschutzmitteln können nikotinhaltige Lösungen einfach und vergleichsweise günstig selbst hergestellt werden [17], z.B. aus Zigaretten, Zigarettenstummeln oder direkt aus Tabakblättern, die in einigen Anbauregionen durch den regionalen Anbau leicht verfügbar sind.

Auch die Vernebelung von Nikotin bzw. das Verbrennen von Tabak zur Schädlingsbekämpfung z.B. in Lagerräumen ist beschrieben [3] [9].

5.3 Anwendung als Biozid (Schädlingsbekämpfungsmittel) und Tierarzneimittel

Aufgrund seiner insektiziden Wirkung kann Nikotin auch als Biozid eingesetzt werden. Dies geschah beispielsweise 2006 zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe in Geflügelställen in Deutschland, was zu messbaren Rückständen an Nikotin in Eiern und Geflügelfleisch führte [15].

Auch eine direkte Anwendung am Tier (als Tierarzneimittel) z.B. gegen Milben oder Zecken ist möglich, in der EU aber nicht zulässig (vergl. EU-Tierarzneimittel-Verordnung (EU) Nr. 37/2010).

5.4 Kontamination über Tabakanbau und -verarbeitung

Wie unter Kap. 5.1 dargestellt, weisen Tabakblätter von Natur aus hohe Gehalte an Nikotin auf. Hieraus resultiert nicht nur ein Kontaminationsrisiko beim Konsum von Tabakprodukten, sondern auch folgende mögliche Quellen beim Anbau und bei der Verarbeitung von Tabak.

5.4.1 Aufnahme von Nikotin aus dem Boden

Aus Resten von Tabakpflanzen wird Nikotin an den Boden abgegeben und kann daraus von anderen Pflanzen über die Wurzeln wieder aufgenommen werden, wie dies für Pfefferminze nachgewiesen wurde [27].

Gemäss Untersuchungen von Romanotto scheidet der Boden als Nikotinquelle zumindest bei Tee aus den indischen Hauptanbauregionen Darjeeling und Assam allerdings aus, siehe Kap. 5.4.2 [25] [26].

5.4.2 Aufnahme von Nikotin über die Luft und über Staub

Pflanzen mit grosser Blattoberfläche wie Kräuter, aber auch Tee begünstigen die Aufnahme von Schadstoffen aus der Luft.

Drei der grössten Anbauländer für Tee gehören zugleich zu den fünf grössten Anbauländern für Tabak [25] [26]. Untersuchungen von Romanotto [25] [26] zeigen, dass in den indischen Regionen Darjeeling und Assam Teeproben relativ hohe Nikotingehalte aufweisen, die auf den jeweils in der Nähe stattfindenden Tabakanbau und die damit einhergehende industrielle Verarbeitung von Tabak zurückzuführen sind, bei dem u.a. Tabakstaub und -partikel über die Luft transportiert werden. Dadurch weist die Luft eine Belastung mit Nikotin und verwandten Tabakalkaloiden auf. Das Tabakalkaloidspektrum in den Teepflanzen ist ähnlich dem in Tabakblättern, was bedeutet, dass die Kontamination nicht auf das Rauchen, sondern direkt auf Tabakblätter zurückzuführen ist. Hierbei kann auch das Kauen von Tabak eine Rolle spielen [31]. Die hohe Belastung der Luft ist ein Ergebnis der besonderen geoklimatischen Lage der Anbauggebiete am Himalaya: Luftmassen steigen vom Indischen Ozean auf und bleiben an den Gebirgszügen des Himalaya hängen, so dass sich Nikotin in der Luft anreichert [25] [26].

Tabelle 3: Typische Nikotingehalte in Tee

Anbauggebiet	typische Gehalte [mg/kg] [26]	typische Gehalte [mg/kg] Laborergebnisse 2021 [30]
Assam (Indien)	0,4 – 0,8	0,1 – 0,7
Darjeeling (Indien)	0,2 – 0,4	0,1 – 0,45
Indonesien	0,25	-
Nepal	0,1	-
China	0,05 – 0,2	0,02 – 0,2

Die von Romanotto [25] [26] ermittelten typischen Gehalte für die Anbauggebiete Assam, Darjeeling und China werden von aktuellen Laborergebnissen bestätigt. Auch zeigten diese Daten, dass Proben aus anderen Teeregionen Indiens im Durchschnitt nur rund halb so hoch belastet sind wie Ware aus Darjeeling und Assam, was ebenfalls dafür spricht, dass die spezielle Umweltsituation in Darjeeling und Assam in Kombination mit dem Tabakanbau einen massgeblichen Einfluss hat und die Anwendung nikotinhaltiger Produkte zur Schädlingsbekämpfung als Hauptursache für die Nikotinbelastung der Tees wahrscheinlich kein relevanter Faktor ist.

Eine ähnliche Kontamination von **Salbei** durch Tabak offensichtlich über die Luft aufgrund der Nähe zu einer Tabakplantage wurde in Albanien nachgewiesen, hier lagen die Felder allerdings in Sichtweite [26],

Neben der direkten Belastung der Luft findet eine Kontamination auch beim Verbrennen von Resten von Tabakpflanzen oder über Staub [31] [27] [26] statt.

Auch bei **Pilzen** lässt sich feststellen, dass besonders hohe Gehalte in getrockneten Wildpilzen in Ware aus Yunnan in China festgestellt wurden. Yunnan ist nicht nur die Hauptherkunftsregion für chinesische Wildpilze, sondern auch das Zentrum der chinesischen Tabakproduktion [3]. Wie die EFSA weiterhin ausführt, kann das parallele Trocknen von Pilzen und Tabak ebenfalls eine Kontamination verursachen [3]. Gleiches gilt für alle anderen getrockneten Produkte, wie die Mehrzahl der Gewürze, Tee oder getrocknete Kräuter und Kräutertees. In Tabelle 4 sind aktuelle Gehaltsdaten für getrocknete Pilze dargestellt.

Tabelle 4: Durchschnittliche Nikotingehalte in getrockneten Pilzen gemäss Labordaten [30]

Erzeugnis	durchschnittlicher Nikotingehalt [mg/kg]
Pilze gesamt	0,54
Steinpilze	0,81
Morcheln	0,43

In der Regel werden aber die gesetzlichen Höchstgehalte unterschritten. Sowohl Steinpilze als auch Morcheln werden quasi ausschliesslich als Wildpilze gesammelt, so dass eine Anwendung von Nikotin als Pflanzenschutzmittel sehr unwahrscheinlich ist.

Inwieweit die Gehalte mit den oben zitierten Vorsorgemassnahmen reduziert werden können, wäre im Einzelfall zu prüfen.

5.5 Kontamination über Raucher:innen und andere Tabakkonsument:innen

Nicht nur der Anbau von Tabak und dessen Verarbeitung stellt eine wesentliche Kontaminationsquelle für Nikotin in Lebens- und Futtermitteln dar, sondern auch der Genuss von Tabakprodukten.

Beim Konsum von Rauchwaren gelangt ein Teil des Nikotins auf die Finger, insbesondere, wenn Zigaretten selbst gedreht werden oder Tabakwaren ohne Papierhülle, wie Zigarillos oder Zigarren, konsumiert werden. Auch auf der Kleidung und in den Haaren verbleibt Nikotin und kann später Lebensmittel kontaminieren. Sofern nikotinhaltige Liquids für E-Zigaretten verwendet werden, ist auch über E-Zigaretten eine Kontamination möglich. Wird direkt bei der Ernte oder Verarbeitung oder im Lager geraucht, ist naheliegenderweise ebenfalls eine Kontamination möglich, insbesondere von Ware mit grosser relativer Oberfläche.

Ebenso führen rauchlose Arten des Tabakkonsum zu einem Kontaminationsrisiko, z.B. über **Kau- oder Schnupftabak**. Lach & Bruns beschreiben einen Fall, wo Pflücker Kautabak konsumiert haben. Kautabak wird vor dem Genuss in den Händen gerollt. Dabei verbleiben Nikotinreste auf den Händen, die dann die in den Händen gesammelten Teeblätter kontaminieren. Zugleich wurden hohe Nikotingehalte im **Staub einer Teefabrik** festgestellt [31].

Bei Feldarbeiten konsumierte Tabakwaren können auch direkt Pflanzen kontaminieren, z.B. über ausgespuckte Kautabakreste oder weggeworfene Zigarettenstummel. Wie eine Studie von Selmar et al. zeigte, kann im Fall von Basilikum und Pfefferminze bereits ein **Zigarettenstummel** pro Quadratmeter ausreichen, um den Höchstgehalt um das 20-fache zu überschreiten [32].

Die genannten Kontaminationsquellen betreffen nicht nur die landwirtschaftliche Arbeit (z.B. Rauchen beim Sammeln von Pilzen oder Beeren), sondern ebenso spätere Schritte wie die Verarbeitung und Lagerung, aber auch die **Probenahme und die Handhabung im Labor**.

6 Vergleich Bio/konventionell

Aus den o.g. Gründen sind Positivbefunde für Nikotin in Lebensmitteln nicht immer zu vermeiden.

In Tabelle 5 ist eine Auswertung der durchschnittlichen Nikotingehalte in ausgewählten Produktgruppen dargestellt, basierend auf aktuellen Labordaten.

Tabelle 5: Vergleich Nikotingehalte Bio und konventionell gemäss Labordaten [30]

Erzeugnis	Bio durchschnittlicher Nikotingehalt [mg/kg]	konventionell durchschnittlicher Nikotingehalt [mg/kg]
Tee (schwarz)	0,23	0,16
Tee (grün)	0,082	0,070
Gewürze	0,041	0,057
Kräuter (getrocknet), Kräutertee	0,044	0,043

Bezugszeitraum Gewürze, Kräuter: 2020-2021; Bezugszeitraum Tee: 2021

Wie Tabelle 5 zeigt, liegen die Nikotingehalte in biologisch und konventionell erzeugten Erzeugnisse auf einem ähnlichen Niveau, bezogen auf die jeweilige Erzeugnisart. Hieraus kann geschlossen werden, dass die Gehalte in der Regel auf Kontaminationen zurückzuführen sind, da ansonsten mit höheren Nikotingehalten in konventionell erzeugten Lebensmitteln zu rechnen wäre: Eine aktive Anwendung von Nikotin als Pestizid, wie sie in manchen Ländern im konventionellen Anbau zugelassen ist, würde zu höheren Rückständen in diesen Produkten führen. Ob die Kontaminationen durch die von der neuen EU-Ökoverordnung (EU) 2018/848 geforderten «verhältnismässigen und angemessenen Vorsorgemassnahmen» möglicherweise verringert werden können, müsste im Einzelfall geprüft werden.

7 Vermeidung von Rückständen

Bei Nikotin handelt es sich in den meisten Fällen um einen Kontaminanten, dessen Gehalt nach dem ALARA-Prinzip auf das vernünftigerweise Erreichbare begrenzt werden sollte.

Während die allgemeine Umweltbelastung im Freiluftanbau (z.B. Tee) kaum zu beeinflussen ist, können andere Eintragsquellen eliminiert oder zumindest minimiert werden [5].

Zu den geeigneten Massnahmen gehören:

- Striktes Verbot des Konsums sämtlicher Tabakwaren während der Arbeit (Rauchen, Kauen, Schnupfen), zusätzlich Verbot von E-Zigaretten
- Keine Verbrennung von Tabak und Tabakpflanzen zum Heizen, Trocknen etc.
- Schulung des Personals
- Gründliches Händewaschen vor Aufnahme der Arbeit bzw. nach Raucherpausen, ggf. zusätzlich Händedesinfektion.
- Ggf. Schutzkleidung (Handschuhe, Haarnetz), Tausch von Alltagskleidung gegen unbelastete Arbeitskleidung bei Rauchern und Passivrauchern
- Einsatz von Lüftungsanlagen und Luftreinigungsmassnahmen in Innenräumen
- Auch bei Probenahme, Probenlagerung und -transport sowie der Laboranalytik sind strenge Massnahmen zu treffen, um das Kontaminationsrisiko weitestgehend zu minimieren.

8 Haltung von Bio Suisse

Eine Vermarktung mit der Knospe setzt in jedem Fall eine Bestätigung des Bio-Status gemäss der Bio-Verordnung (SR 910.18) durch die zuständige Zertifizierungsstelle und gegebenenfalls die zuständige Vollzugsbehörde voraus. Bio Suisse legt das Vorgehen bei Rückständen in Knospe-Produkten im [«Entscheidungsraster zur Beurteilung von Pestizidrückständen und Kontaminanten in Knospe-Produkten»](#) fest.

Gemäss vorliegenden Informationen resultieren Nikotingehalte in Lebensmitteln in der grossen Mehrzahl der Fälle aus Kontaminationen. Allerdings sind nikotinhaltige Pflanzenschutzmittel in einigen Ländern zugelassen oder zumindest auf dem Markt, so dass eine aktive Anwendung als Pflanzenschutzmittel oder Biozid nicht vollständig ausgeschlossen ist.

Die vorliegenden Gehaltsdaten lassen in der Regel keinen Unterschied zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten erkennen, was dafür spricht, dass eine aktive Anwendung als Pflanzenschutzmittel oder Biozid nur selten die Quelle für Nikotin-Befunde ist.

In der Schweiz unterliegt Nikotin nicht zwingend dem Interventionswert für Bio-Produkte von 0,01 mg/kg [33], da bei Substanzen, welche einerseits als Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden und andererseits aus anderen Gründen in Lebensmitteln vorkommen können, ein Einzelfallentscheid getroffen wird.

Wie im Kap. 4 erläutert, ist bei Rückständen bis zu den Höchstgehalten nicht von einer direkten Anwendung von Nikotin auszugehen, sondern von Kontaminationen. Die neu vorgeschlagenen Höchstgehalten der EU (Tabelle 1) zeigen jedoch, dass bei vielen Produkten die Gehalte durch Massnahmen zur Kontaminationsvermeidung abgesenkt werden konnten. Eine komplette Vermeidung einer Kontamination ist hingegen nicht bei allen Produkten und Herkünften möglich, da Nikotin auch als ubiquitäre Umweltkontamination auftritt.

Aus Sicht von Bio Suisse sind Produkte mit bestimmten Gehalten an Nikotin als Bio-Ware handelbar, sofern folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Es gibt keine Hinweise auf eine aktive Anwendung von Nikotin-haltigen Produkten.
- Es wurden verhältnismässige und angemessene Vorsorgemassnahmen gegen eine Kontamination mit Nikotin auf allen Prozessstufen getroffen (im Sinne von Art. 28 EU-Ökoverordnung 2018/848), siehe Kap. 7.

Bio Suisse empfiehlt folgende Orientierungswerte:

Bei Nikotin-Rückständen in Tee (*Camellia sinensis*) aus den indischen Regionen Darjeeling und Assam und Yunnan in China und bei Wildpilzen aus China (Yunnan) bis zum RHG ist davon auszugehen, dass es sich um unvermeidbare Kontaminationen aus der Luft oder über Staub handelt. Die wahrscheinlichste Ursache ist der nahegelegene Anbau von Tabak. Deshalb vertritt Bio Suisse die Haltung, dass diese Produkte mit Rückständen bis zu den RHG mit der Knospe vermarktet werden können. Solche Rückstände würden wir gemäss unserem Entscheidraster in die Kategorie D einstufen.

Auch bei anderen Produkten ist bei Rückständen bis zum RHG nicht von einer direkten Anwendung von Nikotin auszugehen. Jedoch können hierbei Rückstände aus vermeidbaren Kontaminationen stammen. Deshalb vertritt Bio

Suisse hier die Haltung, dass die Produkte mit der Knospe vermarktet werden können, jedoch in jedem Fall im Rahmen der Sorgfaltspflicht Verbesserungsmaßnahmen gem. Kap. 7 geprüft und entsprechend umgesetzt werden müssen.

Literatur**Genannte Rechtsgrundlagen in der am 21.03.2022 gültigen Fassung**

- [1] Teuscher, E.; Lindequist, U.: Biogene Gifte, 3. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 2010
- [2] European Committee for Standardization (CEN): CSN EN 15662: Foods of plant origin - Multimethod for the determination of pesticide residues using GC- and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE - Modular QuEChERS-method, 2018
- [3] European Food Safety Authority (EFSA): EFSA STATEMENT: Potential risks for public health due to the presence of nicotine in wild mushrooms, Issued on 07 May 2009, The EFSA Journal (2009) RN-286, 1-47
- [4] European Food Safety Authority (EFSA): EFSA Pesticide Residue Intake Model (EFSA PRIMo revision 3.1)
- [5] European Food Safety Authority (EFSA): Setting of temporary MRLs for nicotine in tea, herbal infusions, spices, rose hips and fresh herbs. EFSA Journal 2011; 9(3):2098. [50 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.2098. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- [6] Deutsches Krebsforschungszentrum: Tabakabhängigkeit; online verfügbar unter: <https://www.dkfz.de/de/rauchtelefon/Nikotinabhaengigkeit.html>, abgerufen am 06.01.2022
- [7] Deutsches Krebsforschungszentrum (Hrsg.): Passivrauchen – ein unterschätztes Gesundheitsrisiko, 2. Aufl., Heidelberg, 2005, S. 13
- [8] Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed, Section Phytopharmaceuticals – Pesticide Residues, 22 - 23 November 2021, SUMMARY REPORT
- [9] University of Hertfordshire: Bio-Pesticides DataBase (BPBD): Eintrag "Nicotine", online verfügbar unter <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpbd/Reports/485.htm>, abgerufen am 30.12.2021
- [10] Ministry of Agriculture, P.R. China, Institute Control of Agrochemicals: China Pesticide Information Network, online verfügbar unter: <http://www.chinapesticide.org.cn>, abgerufen am 30.12.2021
- [11] Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO): Progress in pesticide risk assessment and phasing-out of highly hazardous pesticides in Asia, 2015
- [12] Nabil. E. El-Wakeli: Botanical Pesticides and Their Mode of Action, Gesunde Pflanzen, 2013, 65: 125-149
- [13] Amazon India: MahaGro® 100% Organic & Natural Bio Pesticide- Tobacco & Panchagavya Based- 200ml online verfügbar unter: <https://www.amazon.in/MahaGro-Organic-Natural-Pesticide-Tobacco/dp/B00WF1H0LY>, abgerufen am 30.12.2021
- [14] Andersson, C.; Wennström, P.; Gry, J.: Nicotine alkaloids in Solanaceous food plants, TemaNord 2003:531
- [15] Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES): Nikotin in Ei und Eiprodukten – ersetzt das morgendliche Frühstücksei die Zigarette? online verfügbar unter: https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/lebensmittel/ruckstande_verunreinigungen/nikotin-in-ei-und-eiprodukten--ersetzt-das-morgendliche-fruehstuecksei-die-zigarette-136678.html, abgerufen am 30.12.2021
- [16] Castro, A.; Monji, N.: Dietary Nicotine and its Significance in Studies on Tobacco Smoking; Biomed. Arch. 2 (1986) 91–97

- [17] Davis, R.A.; Stiles, M.F.; deBethizy, J.D.; Reynolds, J.H.: Dietary Nicotine: A Source of Urinary Cotinine; *Food Chem. Toxicol.* 29 (1991) 821–827. DOI: 10.1016/0278-6915(91)90109-K
- [18] Domino, E.F.; Hornbach, E.; Demena, T.: Relevance of Nicotine Content of Common Vegetables to the Identification of Passive Tobacco Smokers; *Med. Sci. Res.* 21 (1993) 571–572.
- [19] Siegmund, B.; Leitner, E.; Pfannhauser, W.: Determination of the Nicotine Content of Various Edible Nightshades (*Solanaceae*) and Their Products and Estimation of the Associated Dietary Nicotine Intake; *J. Agric. Food Chem.* 47 (1999) 3113–3120. DOI: 10.1021/jf990089w
- [20] Liu, W.; Zhao, R.; Li, B.; Wu, G.; Xue, Y.: Determination of the Nicotine Content in *Solanaceae* Vegetables by Solid-Phase Extraction Coupled with Ultra High-Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry; *Food Anal. Meth.* 6 (2013) 643–647. DOI: 10.1007/s12161-012-9457-8
- [21] Moldoveanu, S.C.; Scott W.A.; Lawson, D.M. (R.J. Reynolds Tobacco Co.): Nicotine Analysis in Several Non-Tobacco Plant Materials, *Beiträge zur Tabakforschung International*, Volume 27, No. 2, April 2016, DOI: 10.1515/cttr-2016-0008
- [22] Chemisches Veterinär- und Untersuchungsamt (CVUA) Stuttgart: Datenbank «Pesticides Online», online verfügbar unter: «<https://www.pesticides-online.eu/home>», abgerufen am 22.12.2021
- [23] Eckart Eich: *Ornithine-Derived Alkaloids*. In: *Solanaceae and Convolvulaceae: Secondary Metabolites – Biosynthesis, Chemotaxonomy, Biological and Economical Significance (A Handbook)*. Springer Verlag, Heidelberg, S. 33–188.
- [24] Ikka T.; Yamashita H.; Kurita I.; Tanaka Y.; Taniguchi F.; Ogino, A.; et al.: Quantitative validation of nicotine production in tea (*Camellia sinensis* L.). *PLoS ONE* 13(4): e0195422. 2018; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195422>
- [25] Romanotto, A.; Hofmann, A.; Gassert, K.; Heidorn, T.; Speer, K.: Tabakanbau als Quelle einer Nicotinbelastung indischer Tees, *Lebensmittelchemie* 72, 143–144 (2018)
- [26] Romanotto, A.; Gassert, K.; Hofmann, A.; Speer, K.: Bestimmung der Herkunft von Nikotin im Indischen Tee sowie im Salbei aus Albanien, GDCh-Pestizidseminar, Frankfurt, 25.09.2018
- [27] Selmar, D.; Engelhardt, U.H.; Hänsel, S.; Thräne, C.; Nowak, M.; Kleinwächter, M.: Nicotine uptake by peppermint plants as a possible source of nicotine in plant-derived products, *Agron. Sustain. Dev.* (2015) 35:1185–1190, DOI 10.1007/s13593-015-0298-x
- [28] Cavalieri, C; Bolzoni, L.; Bandini, M.: Nicotine determination in mushrooms by LC-MS/MS and early studies on the impact of drying on nicotine formation, *Food Additives and Contaminants - Part A*, 27, 04 (2010) 473-477, DOI : 10.1080/19440040903479768
- [29] Langner, J.; Romanotto, A.; Hofmann, A.: Sources of Nicotine in dried mushrooms, Poster, Recent Advances in Food Analysis, November 5-8, 2019, Prag, Tschechische Republik
- [30] Aktuelle Auswertungen von privaten Laboren
- [31] Lach & Bruns: Pesticides and contaminants in organic products, Vortrag, BioFach, 16.02.2017
- [32] Selmar, D.; Radwan, A.; Abdalla, N.; Taha, H.; Wittke, C.; El-Henawy, A.; Alshaa, T.; Amer, M.; Kleinwächter, M.; Nowak, M.; El-Ramady, H.: Uptake of nicotine from discarded cigarette butts - A so far unconsidered path of contamination of plant-derived commodities, *Environ Pollut* 2018 Jul;238:972-976. doi: 10.1016/j.envpol.2018.01.113. Epub 2018 Feb 15.
- [33] Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV): Weisung zum Vorgehen bei Rückständen im Bio-Bereich Vom 20. Dezember 2019 Zur Bio-Verordnung