

Die faszinierende Welt der Vanille

Herkunft, wirtschaftliche Bedeutung und Strategie für die nachhaltige Kultivierung

Sebastian T. Soukup*, Esther-Corinna Schwarze*, Marvin Vahl, Falco Beer, Jakob Peter Ley, Andreas Ulbrich

Abstract

Vanille, eines der kostspieligsten und zugleich populärsten Gewürze weltweit, wird aus der Gattung *Vanilla* gewonnen und ist das einzige Lebensmittelprodukt, welches aus der Pflanzenfamilie der Orchideen bezogen wird. Die semi-epiphytische Vanilleorchidee, deren Ursprung in Mexiko liegt, bedarf eines intensiven manuellen Arbeitsaufwands im Anbau und bei der Ernte. Zusammen mit dem sich anschließenden fermentativen Reifungsprozess der Schoten führt die komplexe Vanilleerzeugung zu hohen und stark schwankenden Marktpreisen. Aber auch die vorausgehende Kultivierung stellt einen erheblichen Zeitaufwand dar, da Vanillepflanzen in der Regel erst ab einem Alter von 2–5 Jahren Blüten bilden. Der Anbau wird zudem durch phytopathogene Pilze, insbesondere *Fusarium oxysporum*, stark beeinträchtigt.

Die Projekte „SustainVanil“ und „FoxyVanil“ verfolgen das Ziel, den Vanilleanbau durch vertiefte Forschung im Bereich der Kultivierung und der Toleranz gegenüber Schaderregern nachhaltig zu optimieren. Während „SustainVanil“ in geschützten Kultursystemen die Wachstums- und Entwicklungsprozesse der Vanillepflanze detailliert untersucht, richtet „FoxyVanil“ seinen Fokus auf die Interaktion zwischen Vanillepflanze und dem Schaderreger *Fusarium oxysporum*. Beide Forschungsprojekte sollen dazu beitragen, die Erträge zu stabilisieren und somit die wirtschaftliche Basis der Anbauenden zu sichern, was zusätzlich zu einer verlässlicheren Marktversorgung mit Vanille führen könnte. Durch den Transfer der Forschungsergebnisse nach Madagaskar wird sichergestellt, dass die gewonnenen Erkenntnisse zur Verbesserung lokaler Anbaumethoden beitragen und nachhaltig in die Praxis integriert werden können.

Zitierweise

Soukup ST, Schwarze E-C, Vahl M, Beer F, Ley JP, Ulbrich A: The fascinating world of vanilla. Origin, economic significance, and strategy for sustainable cultivation. Ernährungs Umschau 2026; 73(1): online first.

Open access

The English version of this article is available online: DOI: 10.4455/eu.2025.057

Peer-Review-Verfahren

Manuskript (Übersicht) eingereicht: 25.04.2025; Überarbeitung angenommen: 05.08.2025

Dr. Sebastian T. Soukup¹, Dr. Falco Beer¹
 Esther-Corinna Schwarze^{2,4}, Dr. Jakob Peter Ley²
 Marvin Vahl³, Prof. Dr. Andreas Ulbrich³

¹ Max Rubner-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Haid-und-Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe, Deutschland

² Symrise AG, Mühlenfeldstraße 1, 37603 Holzminde

³ Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Am Krümpel 31, 49082 Osnabrück, Deutschland

⁴ esther.corinna.schwarze@symrise.com

Hintergrund

Vanille ist neben Safran das teuerste und prominenteste Gewürz der Welt [1]. Es ist dagegen weniger bekannt, dass Vanille die fermentierte Frucht einer Orchidee aus der Gattung *Vanilla* ist. Einige *Vanilla*-Arten sind wirtschaftlich bedeutsame Nutzpflanzen innerhalb der Orchideenfamilie, die in der Lebensmittelproduktion Verwendung finden [2]. Die Vanillepflanze ist eine semi-epiphytische Orchidee, die ursprünglich aus Mexiko stammt und aus deren Kapsel Früchten (Schoten) die weltweit beliebte Gewürzvanille gewonnen wird [3]. Zum Wachsen benötigt die Kletterpflanze einen sogenannten Tutor (Ständer), bspw. einen Baum, an dem sie sich festhalten kann. Eine Vanillerebe wird etwa 20–50 m lang und hat runde, dunkelgrüne, fleischige Sprossachsen (Triebe), die sich nur selten verzweigen. Aus den Nodien (Knoten) bilden sich Luftwurzeln, um Wasser aufzunehmen und eine starke Haftung an einer Stützpflanze (Phorophyt) zu ermöglichen (♦ Abbildung 1). Die Blütenstände bilden sich in den Achsen der Blätter; in der Regel bildet die Pflanze 10–12 Blüten je Blütenstand. Die trompetenförmigen Blüten sind kurzlebig und öffnen sich in den frühen Morgenstunden nur für einen sehr begrenzten Zeitraum [4]. Vermehrt wird die Vanillepflanze durch Stecklinge¹. Von den insgesamt 121 bekannten Arten der Orchideen-Gattung *Vanilla* [5] werden hauptsächlich die folgenden drei kultiviert und ausschließlich deren Schoten verwendet [6]:

- *Vanilla planifolia* – Verwendung in der Lebensmittelindustrie; v. a. bekannt als Bourbon-Vanille, wenn sie auf den Bourbon-Inseln wie Madagaskar, den Komoren, La Réunion, den Seychellen, Mayotte und Mauritius angebaut und geerntet wurde

* Die Autorin und der Autor haben gleichermaßen zur Arbeit beigetragen.

¹ abgeschnittene Pflanzenteile, die in Erde oder ein anderes Medium gesteckt werden, um Wurzeln zu bilden und zu neuen, genetisch identischen Pflanzen heranzuwachsen

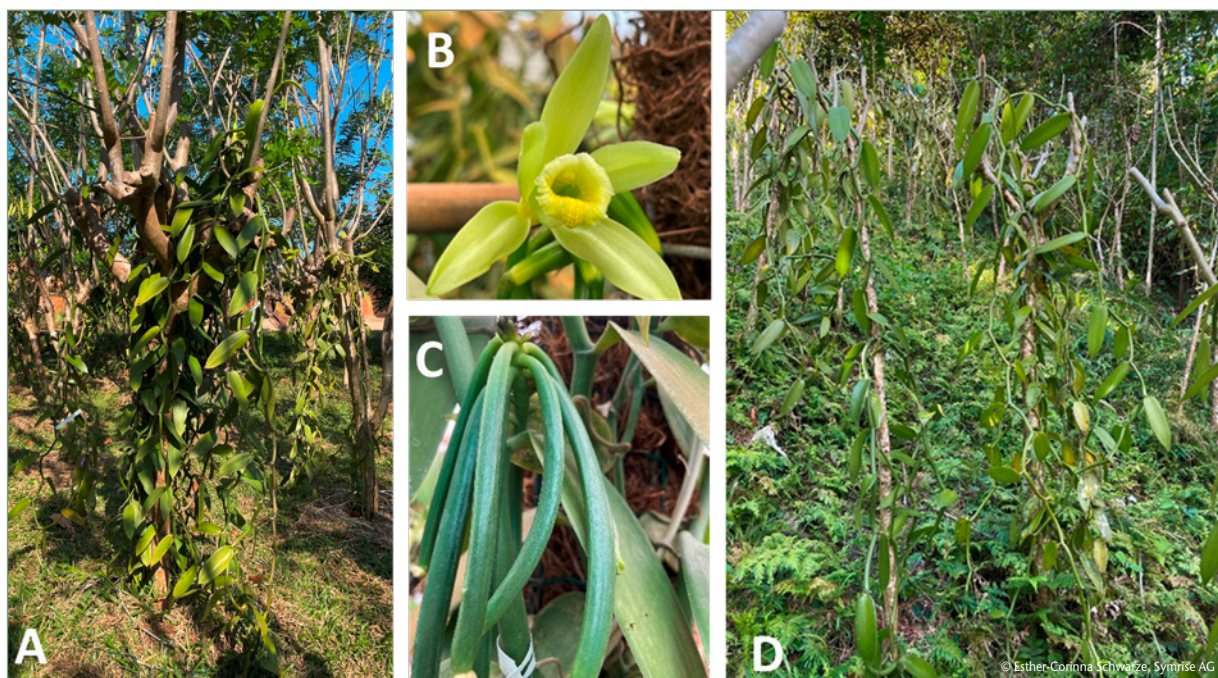


Abb. 1: *Vanilla planifolia*: Pflanze am Tutorbaum (A), Blüte (B), grüne Schoten (C); Vanilleanbau in Madagaskar (D)

- *Vanilla pompona* – Verwendung sowohl in der Lebensmittelindustrie als auch in der Duft- und Kosmetikindustrie
- *Vanilla tahitensis* – Verwendung in der Lebensmittelindustrie (hauptsächlich in Frankreich)

Um das Gewürz Vanille herzustellen, müssen die Blüten zuerst i. d. R. manuell durch den Menschen bestäubt werden. Daraus entwickeln sich dann die Kapsel Früchte, die nach 8–9 Monaten als grüne geschmacksneutrale Schoten geerntet und fermentiert werden. Erst durch die anschließende Fermentation entstehen die braun-schwarzen Gewürz-Vanilleschoten mit ihrem typischen Geschmack wie wir sie kennen. Die Fermentation startet mit einer kurzen Behandlung der Schoten in einem 60 °C heißen Wasserbad, um die Zellen aufzuschließen und enzymatische Reaktionen in den Schoten auszulösen. Als nächster Schritt folgt für 24 Stunden das sogenannte „Schwitzen“, hier werden die noch warmen Schoten in Tücher eingeschlagen und in Kisten an einem warmen Ort gelagert. In dieser Phase finden hydrolytische und oxidative Prozesse statt, in denen sich die Aromen entwickeln. Dabei bildet sich u. a. das freie Vanillin, der Hauptaromastoff. Durch eine finale wochenlange Lufttrocknung (im Schatten oder in der Sonne) werden die Vanilleschoten auf ca. 20–35 % Restfeuchtegehalt getrocknet und können anschließend in Wachspapier lange gelagert werden [7].

Das fertige Gewürz Vanille wird zur Aromatisierung zahlreicher Backwaren, Süßwaren, Milchprodukte und Getränke sowie in der Duft- und Kosmetikindustrie eingesetzt. Die fermentierten braunen Schoten können dabei direkt als Ganzes oder in pulverisierter Form verwendet werden. Des Weiteren finden aus den fermentierten Schoten gefertigte Vanilleextrakte Anwendung. Jedes Produkt hat seine eigenen organoleptischen, physikalischen und funktionellen Eigenschaften [8]. Da es sich um Naturprodukte handelt, kann die chemische Zusammensetzung von Vanilleschoten bzw. Vanilleextrakten stark variieren. Dabei kann die Zusammensetzung durch die eingesetzte Vanilleart, den geografischen Ursprung, die Wetterbedingungen, den Erntezeitpunkt und die Prozessierung beeinflusst werden [1]. In der Literatur wird berichtet [9], dass über 150 flüchtige Verbindungen in den Schoten der Art *Vanilla planifolia* nachweisbar sind. Vier Phenole gelten als Indikatoren für den typischen Geschmack und somit als Maß der Handelsqualität: Vanillin (4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd), p-Hydroxybenzaldehyd, Vanillinsäure (4-Hydroxy-3-methoxybenzoesäure) und p-Hydroxybenzoesäure (♦ Abbildung 2). Des Weiteren wurden nichtflüchtige, teilweise geschmacksaktive Inhaltsstoffe gefunden [10]. Die vier genannten Phenole und weitere 400 aromaaktive Substanzen machen durchschnittlich ca. 2 % der Masse der Vanilleschote aus. Bis zu 98 % besteht die Schote aus Wasser, Fetten, Wachsen, Zucker und Cellulose [11].

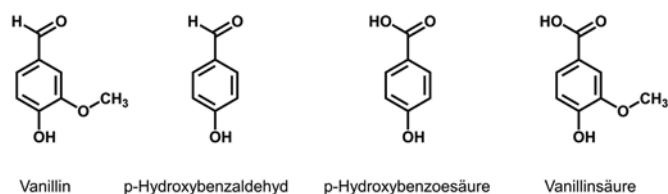


Abb. 2: Chemische Strukturformeln der Schlüsselaromakomponenten in Vanille

Die Vanilleschoten unterliegen, u. a. wegen ihres weltweit begrenzten Angebots sowie stark fluktuierender Erträge und Qualitäten, hohen Marktpreisschwankungen, die sich im hohen zwei- bis dreistelligen €/kg-Bereich bewegen [12]. Aufgrund des hohen Preises für Vanille haben viele Familien in der Sava-Region Madagaskars begonnen, Vanille anzubauen, wodurch sich ihr Lebensstandard verbessert hat [13]. Um diesen Standard zu halten, müssen die Preise stabil bleiben und die Vanille benötigt einen verlässlichen Absatzmarkt. Es wurde hierzu eine Industrieinitiative gegründet, die auf eine langfristige Stabilität bei der Versorgung mit hochwertiger, natürlicher Vanille hinarbeitet und dabei zugleich eine Produktion in einer sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Weise gewährleisten soll [14].

Vanillepflanzen bilden das erste Mal ab einem Alter von 2–5 Jahren nach der Pflanzung Blüten aus [15]. Die mehrjährige vegetative Kultivierungsphase, also die Zeit, in der die Pflanze wächst, ohne Blüten/Früchte zu bilden und die dem ersten Ertrag vorausgeht, ist sehr kostenintensiv und birgt durch den langen Zeitraum ein hohes Risiko für erkrankungsbedingte Ausfälle oder Schädigungen durch Wetterereignisse (z. B. Zyklone). Hat die Pflanze das generative Stadium (Phase der Blüten- und Fruchtbildung) erreicht, ist die Bestäubung der nächste entscheidende Schritt für die kommerzielle Produktion von Vanille, insbesondere bei *Vanilla planifolia*. Da natürliche Bestäuber wie stachellose Bienen und Orchideenbienen nur geringe Bestäubungserfolge zeigen [16], wird die Produktion weitgehend durch manuelle Bestäubung gesichert. In Mexiko wurden natürliche Bestäubungsraten von lediglich 5 % beobachtet [17], während *Vanilla hartii* in Costa Rica durch eine nektarbasierte Strategie höhere Fruchtansätze erzielte [18]. Zudem wurde nachgewiesen, dass auch Kolibris bestimmte *Vanilla*-Arten bestäuben können, was auf eine größere Bandbreite potenzieller Bestäuber hinweist [19]. In Madagaskar fehlen natürliche Bestäuber wie Kolibris und spezielle Bienenarten, weshalb jede Blüte manuell bestäubt werden muss. Dies ist ein weiterer Aspekt, der zu den hohen Marktpreisen beiträgt. Denn die Blüten öffnen sich in einem sehr schmalen Zeitfenster von wenigen Stunden nur einmal im Jahr und in diesem bestäuben die Farmer jede einzelne Blüte von Hand. Um ein Kilogramm fertig fermentierte braune Vanilleschoten zu gewinnen, müssen rund 600 Blüten bestäubt werden [11], da nicht jede Blüte eine verwertbare Schote hervorbringt [20].

Der Anbau von Vanille konzentriert sich geografisch hauptsächlich auf tropische und subtropische Regionen in der Nähe des Äquators. Madagaskar gehört neben Indonesien und Mexiko zu den Hauptproduktionsländern von Vanille. Zusammen repräsentieren diese Länder ca. 80 % der weltweiten Vanilleproduktion. Insgesamt betrug die weltweite Produktion von Gewürzvanille im Jahr 2023 rund 6789 Tonnen. Davon entfielen 3111 Tonnen auf Madagaskar, 1833 Tonnen auf Indonesien und 508 Tonnen auf Mexiko [21].

Die etablierte Vanillekultivierung zeichnet sich durch einen hohen Anteil an kleinbäuerlichen Strukturen aus [22] und basiert hauptsächlich auf anekdotischem Wissen, das von Generation zu Generation weitergegeben wird. Das Forschungsinteresse der letzten Jahrzehnte konzentrierte sich v. a. auf die Fruchtentwicklung und auf Fruchtreifungsprozesse der geernteten Schoten. Der Anbau von Vanille in Madagaskar und in anderen Hauptanbauregio-

nen erfolgt in der Regel extensiv im Freiland in sogenannten Agroforstsystemen oder im geringeren Umfang auch in intensiveren Kultursystemen wie Schattierungshäusern [15, 18]. In den Agroforstsystemen rankt sich die Vanillepflanze an sogenannten Tutorbäumen (Stützbäumen), die zusammen unter größeren Schattenbäumen im Wald wachsen. Die Tutorbäume werden durch einen massiven Rückschnitt auf einer annehmbaren Höhe gehalten. Eine Kultivierung der Vanille an den großen Schattenbäumen anstatt an kleineren Tutorbäumen würde dazu führen, dass die Pflanzen viele Meter hoch in die Baumkronen wachsen und eine manuelle Bestäubung der Blüten sowie die Ernte der Schoten praktisch kaum möglich wären. Der Anbau im Wald hat den Vorteil, dass eine Beschattung durch die Bäume zu einem pflanzenoptimalen Mikroklima führt und eine ausreichende Nährstoffversorgung durch herabfallende Blätter der Bäume gegeben ist [13].

Die mehrjährige vegetative Kultivierung, die dem ersten Ertrag vorausgeht, wurde bislang kaum wissenschaftlich fundiert untersucht. Darüber hinaus fehlt es bislang an umfassenden Studien zu den spezifischen Pflanzenentwicklungsprozessen in Abhängigkeit der relevanten Wachstums- und Umweltfaktoren, die einen Wechsel von der vegetativen (Wachstumsphase ohne Blüten- und Fruchtbildung) in die generative (Blühphase mit anschließender Schotenbildung) Phase begünstigen bzw. überhaupt erst ermöglichen.

Ein weiterer Aspekt im Vanilleanbau ist die zunehmende Problematik von Ertragseinbußen durch das Auftreten von Schaderregern. Besonders zu nennen ist hier der phytopathogene Pilz *Fusarium oxysporum*, der eine große Herausforderung in der Vanillekultivierung darstellt [23]. Ein Befall mit *Fusarium oxysporum* kann zum Absterben der mehrjährigen Pflanzen führen, was erhebliche kommerzielle Folgen für die Anbauenden bedeuten kann [24]. Maßnahmen zur Regulierung des Schadereggers durch den Einsatz von Fungiziden sind weder nachhaltig noch umweltschonend und können zu Rückstandsproblemen im Rohstoff „Vanilleschote“ führen. Ein nachhaltiger Lösungsansatz kann die Verwendung pathogentoleranter „Vanillearten“ (fachlich korrekt Vanillegenotypen) sein sowie die Anwendung von verbesserten Kultivierungspraktiken. Beides kann dazu beitragen, die Vanilleproduktion nachhaltig und ökologisch zu sichern. Als Beitrag dazu wurden zwei Forschungsprojekte, „SustainVanil“ und „FoxyVanil“, ins-

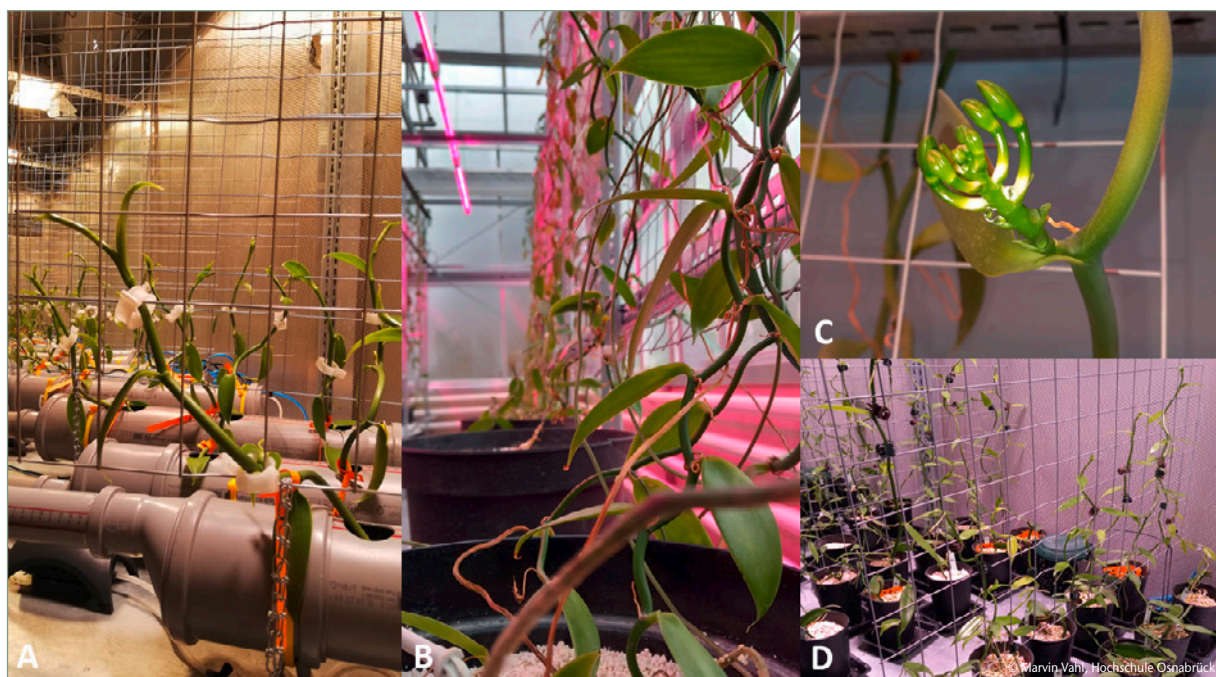


Abb. 3: Einblick in die Forschungsarbeiten im Projekt „SustainVanil“: Kultivierung von Vanillejungpflanzen in einem substratfreien hydroponischen Rohrsystem (A), hydroponische Anzucht von Vanille im Gewächshaus (B), Blüte an einem Vanilletrieb (C) und Kultivierung von Jungpflanzen in einer Klimakammer (D)

Leben gerufen, die innerhalb des Innovationsraums „NewFoodSystems – neue Lebensmittelsysteme“, welcher vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert wird, verortet sind.

NewFoodSystems – SustainVanil

Im Forschungsprojekt „SustainVanil“ arbeiten Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammen, um die Entwicklung, Kultivierung und Physiologie der Vanillepflanze zu untersuchen. Ziel ist es, die Bedürfnisse für eine optimale Pflanzenentwicklung der Vanille besser zu verstehen, um mithilfe dieser Erkenntnisse die bislang etablierten Kultursysteme so zu optimieren, dass eine höhere und stabilere Produktivität erreicht werden kann.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird im Rahmen von „SustainVanil“ die Kultivierung von Vanille in geschützten Anbausystemen wie Gewächshäusern und Klimakammern in Deutschland untersucht (♦ Abbildung 3). Unter diesen kontrollierten Bedingungen, bei denen der Einfluss von Störfaktoren reduziert ist, werden sowohl die vegetative als auch die generative Entwicklung der Vanillepflanzen erforscht. Im Mittelpunkt steht die Entschlüsselung pflanzenphysiologischer Wachstums-

und Entwicklungsprozesse in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen und wesentlichen Wachstumsfaktoren wie dem Nährstoffangebot.

Die Untersuchungen erfolgen systematisch im Kontext der Entwicklung innovativer Kultursysteme und der Optimierung etablierter Systeme sowie Anbautechniken. Hierbei werden grundlegende Erkenntnisse zu den Anforderungen der Vanille gewonnen, die weitgehend unabhängig von spezifischen Anbauumgebungen (z. B. Gewächshausanbau) sind und als Bausteine für eine systemübergreifende Verbesserung unterschiedlicher Kultivierungsansätze dienen. Die Untersuchungen beinhalten u. a. die systematische Anpassung von Stickstoffangebot und Lichtintensität zur Steigerung einer gesunden vegetativen Entwicklung; zwei zentrale Wachstumsparameter in jedem Kultursystem. Darüber hinaus werden für die Vanille als Kulturpflanze innovative Ansätze wie der Einsatz von hydroponischen Systemen zur Wasser- und Nährstoffversorgung erprobt (♦ Abbildung 3), eine Kultivierungsmethode, die ebenfalls unabhängig von der Anbauumgebung eingesetzt werden kann.

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung sind die umfangreichen Analysen des Inhaltsstoffprofils (Metabolom) der Vanillepflanzen, die eng mit den Untersuchungen zur Entwicklung und zur Pflanzengesundheit verknüpft sind. Darüber hinaus werden im Rahmen des Projekts neue biologische Pflanzenschutzmaßnahmen zur Bekämpfung von Schaderregern identifiziert und erprobt. Dabei kommen verschiedene antagonistische Mikroorganismen zum Einsatz. Ein besonderer Fokus liegt auf der Nutzung autochthoner Mikroorganismen, die direkt aus dem Mikrobiom gesunder Vanillepflanzen in Madagaskar isoliert werden. Diese sollen gezielt zur biologischen Kontrolle phytopathogener Pilze eingesetzt werden. Bei allen Untersuchungen wird der Fokus besonders auf die prak-



Abb. 4: Feldbesuche mit Wissenstransfer in Madagaskar: Vanillekultivierung in der Sava-Region Madagaskar (A), Zugang zur Vanillekultivierung durch die Reisfelder der Vanillefarmer (B), Gespräche mit den Mitarbeitenden und Farmern auf dem Weg zum Standort der Vanillekultivierung (C)

tische Anwendbarkeit der Erkenntnisse für den etablierten Anbau in der Hauptanbauregion Madagaskar gelegt.

Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist der Informationsaustausch mit Madagaskar und die Forschungsarbeiten vor Ort. Ziel dieser Kooperation ist es, die etablierten Anbaupraktiken zu sondieren, potenzielle Verbesserungen der lokalen Landwirtschaft zu identifizieren und Feldversuche in Zusammenarbeit mit einer Forschungseinrichtung in der Sava-Region auf Madagaskar (♦ Abbildung 4) durchzuführen. Damit soll erreicht werden, dass die gewonnenen Erkenntnisse einen praktischen Nutzen für die lokal Anbauenden erzeugen.

NewFoodSystems – FoxyVanil

Ergänzend zu „SustainVanil“ finden Forschungsarbeiten in dem zweiten Projekt „FoxyVanil“ statt, die sich mit der Herausforderung von „Schaderregern“ in der Vanillekultivierung beschäftigen. In diesem Projekt soll ein besseres Verständnis der Wechselwirkung zwischen dem phytopathogenen Pilz *Fusarium oxysporum* und der Vanillepflanze erreicht werden. Zu Beginn wird das Metabolom verschiedener *Fusarium oxysporum*-toleranter und -intoleranter Vanillepflanzen-Genotypen mittels moderner chemisch-analytischer Verfahren umfassend charakterisiert und verglichen. Zusätzlich wird der Einfluss einer *Fusarium oxysporum*-Infektion auf die primären und sekundären Stoffwechselwege der Vanillepflanze untersucht. Hierfür wurden vier Genotypen als *in vitro*-Pflanzen Nagayo²-konform beschafft und in Deutschland unter *in vitro*-Bedingungen bis zum Versuchsstart weiterkultiviert. Bei den Genotypen handelt es sich neben der aktuell wirtschaftlich dominierenden *Vanilla planifolia* u. a. auch um ausgewählte Hybridsorten. In einem Infektionsversuch erfolgt die Inokulation der Pflanzen mit *Fusarium oxysporum*. Nachfolgend werden zu definierten Zeitpunkten Proben verschiedener Pflanzenorgane (u. a. Blätter und Sprossachsen) gezogen. Um das Inhaltsstoffprofil zu untersuchen, werden diese Proben mittels analytischer Verfahren vermessen, danach die gewonnenen Metabolom-Daten statistisch untersucht und die Ergebnisse abschließend wissenschaftlich interpretiert. Hierdurch sollen Mechanismen identifiziert werden, die zu den pathogentolerierenden Eigenschaften einzelner Genotypen führen. Der Erkenntnisgewinn könnte dazu beitragen, einen stabilen und nachhaltigen Va-

nilleanbau zu etablieren und den Schaderreger einzudämmen. Auf Madagaskar sollen die Forschungsergebnisse aus „FoxyVanil“ als Grundlage für zukünftige praxisnahe Forschungsarbeiten genutzt werden.

Zusammenfassende Ziele der vorgestellten Forschungsvorhaben

Die Forschungsarbeiten beider Förderprojekte können einen Beitrag zur Stabilisierung der Einkommensquelle von Vanilleproduzenten leisten und indirekt dabei unterstützen, eine Stabilisierung der für die Lebensmittelindustrie wichtigen Versorgung mit Vanille auch in Deutschland zu erreichen. Eine erhöhte bzw. stabilere Verfügbarkeit von Gewürzvanille kann dazu beitragen, dass

- Preisspitzen auf dem Weltmarkt abgefedert werden,
- die Nahrungsmittelindustrie mehr Gewürzvanille verwenden kann und
- Konsumentinnen und Konsumenten dauerhaft mit Gewürzvanille versorgt werden.

Förderung

Beitrag im Rahmen der Publikationsreihe des Innovationsraums NewFoodSystems – Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFT).



² Nagoya-Protokoll über den Zugang zu genetischen Ressourcen und die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt

Danksagung

Diese Arbeit geht aus dem „Innovationsraum NewFood-Systems“ (Projekte SustainVanil und FoxyVanil) hervor und wurde vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Rahmen der Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ als Teil der Nationalen Forschungsstrategie „BioÖkonomie 2030“ gefördert. Fördernummern: 031B1238A, 031B1238E, 031B1238D (SustainVanil) und 031B1481 (FoxyVanil). Mehr Informationen unter → <https://newfoodsystems.de/>

Angaben zu Interessenkonflikten und zum Einsatz von KI
Esther-Corinna Schwarze ist Mitarbeiterin der Symrise AG und im Bereich der Vanilleherstellung und -anwendung tätig. Jakob Peter Ley ist Mitarbeiter der Symrise AG, im Bereich der Vanilleherstellung und -anwendung tätig und Minderheitsaktionär.

Die anderen Autor*innen erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen. Bei der Erstellung des Manuskripts wurden keine KI-Anwendungen eingesetzt.

Literatur

1. Deutscher Verband der Aromenindustrie e. V. (DVAI): DVAI Positionspapier "Vanille". 2022.
2. Cameron K: *Vanilla orchids, natural history and cultivation*. Portland, London: Timber Press 2011.
3. Bruman H: *The culture history of Mexican vanilla*. *Hispanic American Historical Review* 1948; 28: 360–76.
4. Bramel P, Frey F: *Global strategy for the conservation and use of vanilla genetic resources*. Zenodo 2021.
5. The World Flora Online (WFO): *Explore the data*. Find out about. Check a plant name. www.worldfloraonline.org (last accessed on 25 April 2025).
6. Sasikumar B: *Vanilla breeding – a review*. *Agric Rev* 2010; 31: 139–44.
7. Odoux E, Grisoni M: *Vanilla*. CRC Press 2011.
8. Ferrara L: *Medicinal and pharmaceutical properties of Vanilla planifolia*. *Int J Med Rev* 2020; 7: 25–9.
9. Sinha AK, Sharma UK, Sharma N: *A comprehensive review on vanilla flavor: Extraction, isolation and quantification of vanillin and others constituents*. *Int J Food Sci Nutr* 2008; 59: 299–326.
10. Schwarz B, Hofmann T: *Identification of novel orosensory active molecules in cured vanilla beans (Vanilla planifolia)*. *J Agric Food Chem* 2009; 57: 3729–37.
11. Symrise AG: *Interne Quellen – Daten aus dem Symrise Anbau in Madagaskar* 2024. www.vanilla.symrise.com (last accessed on 25 April 2025).
12. Khan K, Su C-W, Khurshid A, Umar M: *Are there bubbles in the vanilla price?* *Agric Food Econ* 2022; 10: 6.
13. Osewold J, Korol Y, Osen K, et al.: *Support trees in vanilla agroforests of Madagascar: Diversity, composition and origin*. *Agrofor Syst* 2022; 96: 717–30.
14. Sustainable Vanilla Initiative (SVI): *A unique platform to create conditions for a sustainable vanilla sector*. <https://sustainablevanilla.org/about/> (last accessed on 25 April 2025).
15. Havkin-Frenkel D, Belanger FC: *Handbook of vanilla science and technology*. 2nd ed., Wiley 2018.
16. Karremans AP: *A Historical Review of the artificial pollination of Vanilla planifolia: The importance of collaborative research in a changing world*. *Plants* 2024; 13: 3203.
17. Quezada-Euán JJG, Guerrero-Herrera RO, González-Ramírez RM, MacFarlane DW: *Frequency and behavior of Melipona stingless bees and orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in relation to floral characteristics of vanilla in the Yucatán region of Mexico*. *PLOS ONE* 2024; 19: e0306808.
18. Watteyn C, Scaccabarozzi D, Muys B, et al.: *Sweet as Vanilla hartii: Evidence for a nectar-rewarding pollination mechanism in Vanilla (Orchidaceae) flowers*. *Flora* 2023; 303: 152294.
19. Pansarin ER, Ferreira AWC: *Evolutionary disruption in the pollination system of Vanilla (Orchidaceae)*. *Plant Biology* 2022; 24: 157–67.
20. Castillo Martinez R, Engleman EM: *Caracterización de dos tipos de Vanilla planifolia*. *Acta Botanica Mexicana* 1993; 0: 49–59.
21. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): *FAOSTAT-Abfrage*. www.fao.org/faostat/en/#search/Vanilla%2C%20raw (last accessed on 25 April 2025).
22. Hänke H, Barkmann J, Blum L, et al.: *Socio-economic, land use and value chain perspectives on vanilla farming in the SAVA Region (north-eastern Madagascar): The Diversity Turn Baseline Study (DTBS)*. Göttingen: Georg-August-University 2018.
23. Edel-Hermann V, Lecomte C: *Current status of Fusarium oxysporum formae speciales and races*. *Phytopathology*® 2019; 109: 512–30.
24. Koyyappurath S, Atuahiva T, Le Guen R, et al.: *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-vanillae is the causal agent of root and stem rot of vanilla*. *Plant Pathology* 2016; 65: 612–25.