



REFERENZBERICHT



Präzise Luftprobenahme in der Agrarforschung

VOC-Analytik in der Forschung: Präzise Messtechnik als Basis für die Früherkennung von Lagerfäule bei Kartoffeln

Die Probleme moderner Landwirtschaft enden nicht bei der Ernte. Sind schwierige Witterungsbedingungen, hohe Nitratlasten und Schädlingsbefälle auf dem Feld überwunden, kann es auch bei der Lagerung zu erheblichen Schäden kommen. Nach der Ernte werden Kartoffeln beispielsweise häufig über Monate eingelagert – oft mehrere tausend Tonnen an einem Ort. Breitet sich in solchen Beständen eine Fäule aus, drohen spürbare wirtschaftliche Verluste. Ausgelöst werden diese Schäden durch verschiedene bakterielle und pilzliche Erreger. Auf der bakteriellen Seite zählen dazu insbesondere Arten der Gattung *Pectobacterium*, die Nassfäule und Schwarzbeinigkeit verursachen. Das eigentliche Problem: Ein Befall breitet sich oft schon aus, bevor er äußerlich sichtbar wird. Eine zuverlässige Früherkennung direkt im Lager ist deshalb ein wichtiges Ziel der landwirtschaftlichen Forschung. Genau hier setzt das Forschungsprojekt „PoC-DiKa“ der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg an. Dabei sorgen hochwertige Luftprobenahmepumpen der Firma Airflow für zuverlässige Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH). Ziel ist eine praxisnahe Methodik, mit der sich bakterielle und pilzliche Kartoffelkrankheiten frühzeitig und direkt vor Ort erkennen lassen. Getragen wird das Vorhaben von einem Verbund aus Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Unternehmen – beteiligt sind unter anderem das Julius Kühn-Institut, die Technische Universität Braunschweig sowie Unternehmen und landwirtschaftliche Praxisbetriebe. Die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg steuert dabei die chemische Referenzanalytik bei.



Hochschule Bonn-Rhein-Sieg: Der Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften ist eng in die regionale und überregionale Forschungslandschaft eingebunden – unter anderem über zwei Kompetenzplattformen des Landes NRW, das Institut für Detektionstechnologien sowie zahlreiche Entwicklungs- und Forschungsprojekte, die von EU, Bund und Land sowie der Industrie gefördert werden.

Bild: Airflow Lufttechnik GmbH



Probenahme an infizierten und nicht infizierten Kartoffeln: Über das Adsorbens-Röhrchen saugt die Airflow VAPex IS Pro die Luft aus den luftdicht verschlossenen Probengefäßen.

Bild: Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

Das angestrebte Diagnosesystem ist zweistufig aufgebaut. Zum einen soll eine „elektronische Nase“ charakteristische flüchtige Verbindungen aufspüren, die befallene Knollen im Lager freisetzen. Zum anderen sollen einfache Schnelltests eine Diagnose unmittelbar am Lagerort ermöglichen.

Der Bedarf dafür ist groß, denn bislang stößt die Erkennung an klare Grenzen. Sichtbar wird ein Befall häufig erst, wenn die Fäulnis bereits fortgeschritten ist – für ein rechtzeitiges Eingreifen ist das oft zu spät. Präzise Labormethoden wie qPCR oder DNA-Barcoding liefern zwar zuverlässige Ergebnisse, sind aber zeit- sowie laboraufwendig und für die routinemäßige Kontrolle direkt im Lager kaum praktikabel.

VOCs als chemischer Fingerabdruck

Der Ansatz der Forschenden beruht auf einem einfachen Grundsatz: Befallene Kartoffeln verändern die Luft in ihrer Umgebung. Geschädigtes Pflanzengewebe und die beteiligten Erreger setzen flüchtige organische Verbindungen frei – sogenannte VOC (volatile organic compounds). Ein Teil dieser Stoffe stammt dabei von den Bakterien und Pilzen selbst, ein Teil aus der Reaktion der Pflanze auf den Befall. Im Zentrum steht eine besonders vielfältige Stoffgruppe, die Terpene und Sesquiterpene, die in großer Zahl und in feinen Abstufungen auftreten. Für eine Früherkennung reicht es allerdings nicht, das reine Vorkommen dieser Verbindungen nachzuweisen. Entscheidend ist, genau jene Stoffe zu identifizieren, die spezifisch beim Zusammenspiel von Erreger und Kartoffel entstehen. Aufschlussreich ist dabei weniger die einzelne Substanz als vielmehr das Muster: die Kombination aus Konzentration und Zusammensetzung der verschiedenen Verbindungen. Dieses Muster bildet gewissermaßen den chemischen Fingerabdruck eines Befalls – und liefert die Grundlage, um befallene von gesunder Ware zu unterscheiden.

Der Versuchsaufbau

Um diesen Fingerabdruck sichtbar zu machen, arbeitet das Team an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg mit einem klar definierten Laboraufbau. Die Kartoffeln lagern in verschlossenen Behältern – ein Teil unbehandelt, ein Teil gezielt mit den Bakterienstämmen infiziert, damit sich die Krankheit ausbildet. Als Probengefäß dient ein klassisches Weckglas, das mit einer luftdichten Nalophan-Folie abgedeckt wird. Durch diese Folie wird ein Glasröhrchen geführt, in dem sich ein Adsorbens befindet – ein Material, das die flüchtigen Verbindungen aus der Luft bindet und anreichert.

Über dieses Röhrchen saugt die Luftprobenahmepumpe vom Typ Airflow VAPex IS Pro die Atmosphäre aus dem Behälter ab: eine Stunde lang mit einer Durchflussrate von 90 bis 100 Millilitern pro Minute, was einem Probenvolumen von rund 6 Litern entspricht. Weil die Konzentrationen der gesuchten Stoffe sehr gering sind, ist diese Anreicherung über einen längeren Zeitraum notwendig. Anschließend wird das

Röhrchen entnommen und die gebundenen Verbindungen werden per GC-MS (Gaschromatographie-Massenspektrometrie) analysiert.

Der Aufwand ist beträchtlich: Im aktuellen Setup wird über mehrere Wochen hinweg alle zwei Tage eine Probe gezogen, zusammen mit weiteren Messreihen kommt die Arbeitsgruppe so auf rund 20 bis 30 Untersuchungen pro Woche. Damit sich die Ergebnisse dieser vielen Einzelmessungen überhaupt sinnvoll vergleichen lassen, müssen die Rahmenbedingungen bei jeder Probenahme identisch und verlässlich sein.

Konstante Durchflussrate als Voraussetzung

Nur wenn über alle Proben hinweg exakt dieselbe Luftmenge über das Adsorbens geführt wird, sind die angereicherten Mengen und damit die Messergebnisse vergleichbar. Schwankt der Luftstrom, verschiebt sich die angereicherte Stoffmenge und die Aussagekraft des gesamten Versuchs steht infrage. Ein präziser, über die gesamte Probenahme konstante Durchflussrate ist deshalb keine Komfortfunktion, sondern die Voraussetzung für belastbare Forschung.

Genau hier liegt die Bedeutung der Luftprobenahmepumpe VAPex IS Pro von Airflow. Das enge Adsorbens-Röhrchen erzeugt einen gewissen Strömungswiderstand, der während der Probenahme sogar noch zunimmt: Je mehr das Adsorbens bereits gebunden hat, desto höher der Widerstand. Die VAPex IS Pro regelt kontinuierlich nach und hält die eingestellte Durchflussrate über die gesamte Stunde stabil – unabhängig davon, wie sich der Gegendruck verändert.

Ebenso wichtig ist die sehr geringe Pulsation der Pumpe: Weil sie kurzzeitige Druck- und Volumenstromschwankungen aktiv ausgleicht, strömt die Luft gleichmäßig statt stoßweise durch das Röhrchen. Das hält die Schwankungen zwischen den Messungen gering und sorgt für eine gleichmäßige Anreicherung; eine wesentliche Voraussetzung für reproduzierbare Ergebnisse. Hinzu kommen eine hohe Genauigkeit der eingestellten Durchflussrate und die Möglichkeit, diese jederzeit zu überprüfen und vor Ort nachzukalibrieren.

Hilfreich ist zudem der integrierte Timer: Statt die Probenahme mit der Stoppuhr zu überwachen, lässt sich die Laufzeit einfach vorgeben – die Pumpe stoppt nach exakt einer Stunde selbstständig. Bei 20 bis 30 Untersuchungen pro Woche ist das eine spürbare Entlastung.

Zusätzliches Potenzial steckt in der drahtlosen Anbindung: Über Bluetooth und App lässt sich die Pumpe fernsteuern und auslesen. Das eröffnet eine Perspektive für den weiteren Projektverlauf – etwa für eine remote durchgeführte Online-Messung in einem realen Kartoffellager.

„Alles muss reproduzierbar sein. Wenn wir eine Stunde lang mit 100 Millilitern pro Minute Probe ziehen, sind das 6 Liter – und diese Menge muss für jede Probe vergleichbar sein, sonst können wir die Ergebnisse nicht gegeneinanderstellen. Eine stabile, konstante Durchflussrate ist damit eine grundlegende wissenschaftliche

Voraussetzung“ so Dipl.-Ing. Stephan Maurer, Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg.

Skalierbar: eine Pumpenfamilie für jede Durchflussrate

Die VAPex IS Pro ist Teil einer Reihe von Luftprobenahmepumpen, mit der sich unterschiedlichste Messaufgaben abdecken lassen. Für mittlere Durchflussraten eignet sich die APEX2 mit einer Durchflussrate von 0,4 bis 5 l/min. So findet sich für nahezu jede Probenahme-Aufgabe das passende Gerät.

Für die Kalibrierung bietet Airflow mit dem FlowDetective ergänzend ein präzises Messgerät, mit dem sich die Durchflussrate von Pumpen exakt kontrollieren lässt. So bleibt jederzeit nachvollziehbar, dass Proben tatsächlich unter identischen Bedingungen entsteht.

Ausblick: vom Labor ins Lager

Noch steht die Forschung am Anfang, doch die Richtung ist klar. Der Versuchsmaßstab wächst schrittweise: Vom Weckglas geht es zu größeren Lagerbehältern, um den Übergang von der Laborsituation zu realistischen Lagerbedingungen vorzubereiten. Die Arbeitsgruppe liefert dabei die chemische Referenzanalytik – sie klärt, welche Verbindungen einen Befall zuverlässig anzeigen. Auf dieser Grundlage entwickelt ein Projektpartner anschließend das System für die spätere Überwachung im Lager.

Gelingt der Ansatz, könnte daraus ein praxistaugliches Frühwarnsystem entstehen, das einen Befall erkennt, bevor er sichtbaren Schaden anrichtet. Der Nutzen reicht weit: Wer Fäulnisnester früher entdeckt, kann Lagerverluste begrenzen, Ernteerträge schützen und einen Beitrag zu mehr Lebensmittelsicherheit leisten – ein Gewinn für Landwirte, Lagerbetreiber und die Lebensmittelindustrie gleichermaßen.

Bis dahin bleibt die Laborarbeit die entscheidende Grundlage. Und sie zeigt exemplarisch, worauf aussagekräftige Forschung aufbaut: auf Messtechnik, die präzise und zuverlässig arbeitet. Denn nur wenn jede einzelne Probe unter exakt gleichen Bedingungen entsteht, lassen sich aus vielen Messungen belastbare Erkenntnisse gewinnen – und aus einem kaum wahrnehmbaren Geruch am Ende ein Frühwarnsystem für die Landwirtschaft.

Infokasten:

GC-MS kurz erklärt

Die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) kombiniert zwei Schritte: Zunächst trennt die Gaschromatographie das Stoffgemisch in seine Einzelbestandteile auf. Anschließend identifiziert die Massenspektrometrie diese Bestandteile, indem sie die einzelnen Moleküle erkennt. Das Verfahren wurde in den 50er Jahren entwickelt und ist seitdem fester Bestandteil der Forschung in unterschiedlichsten Disziplinen.

Pressemitteilung und Bilder abrufbar unter:

Über Airflow

Die Airflow Lufttechnik GmbH mit Sitz in Rheinbach bei Bonn entwickelt und vertreibt seit über 60 Jahren Lösungen für energieeffiziente Raumluftechnik und präzise Messtechnik. Eingebunden in eine internationale Unternehmensgruppe und zugleich mittelständisch geprägt, verbindet Airflow heute globale Innovationskraft mit regionaler Kundennähe. Von Rheinbach aus betreut das Unternehmen Kunden in Deutschland, Österreich sowie gemeinsam mit der Tochtergesellschaft in Prag weitere europäische Märkte.

Der Hersteller ist spezialisiert auf Lüftungssysteme mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für Nichtwohngebäude, Bildungseinrichtungen sowie den mehrgeschossigen Wohnungsbau. Das Portfolio umfasst zentrale und dezentrale Kompaktlüftungsgeräte mit Volumenströmen von etwa 100 bis 15.000 m³/h bis hin zu modularen Anlagen für große Volumenströme (bis 150.000 m³/h) und komplexe Anwendungen. So entsteht ein durchgängiges Spektrum zentraler Lüftungslösungen – von der kompakten Standardanwendung bis zur flexibel konfigurierbaren Großanlage. Ergänzend bietet Airflow Messtechnik zur Erfassung und Optimierung von Luftmengen, Druckverhältnissen und Raumlufqualität.

Neben der Produktentwicklung gehören Serviceleistungen wie Inbetriebnahme, digitale Anlagenüberwachung sowie ein eigenes Kalibrierlabor für messtechnische Geräte zum Leistungsspektrum. Zentrale Mission der Reinbacher Lüftungsexperten ist es, Gebäude mit moderner Lüftungs- und Messtechnik gesünder, energieeffizienter und zukunftsfähiger zu machen.