

Neuer Quantensensor macht innerhalb von 2 Minuten Virus- und Krebs-RNA sichtbar

Forschungsteam aus Mainz, Ulm und Nanjing entwickelt hochmodernen Schnelltest auf Basis von Nanodiamanten

Ein internationales Forschungsteam aus Mainz, Ulm und dem chinesischen Nanjing hat einen neuartigen Schnelltest entwickelt, der selbst kleinste Mengen von Virus-RNA und krebsassoziierten Biomarkern nachweisen kann. Besonders bemerkenswert: Der Test kommt ohne die aufwendige Vervielfältigung des Erbguts aus, die bei etablierten Laborverfahren wie der PCR normalerweise erforderlich ist. Der Test verbindet die hohe Genauigkeit moderner Labordiagnostik mit der einfachen Handhabung klassischer Schnelltests.

Nanodiamanten sorgen für hohe Empfindlichkeit

Die Forschenden nutzen winzige, fluoreszierende Nanodiamanten mit sogenannten Stickstoff-Fehlstellen-Zentren (NV-Zentren), die auf Magnetfelder reagieren und dadurch ein charakteristisches Leuchtsignal erzeugen. Durch Kopplung an kurze DNA-Abschnitte, die sich mit passenden Zielsequenzen paaren, wird eine spezifische Detektion möglich. Mithilfe pixelgenauer Kontrastanalyse und einer statistischen Auswertungsmethode können selbst sehr schwache Signale zuverlässig erkannt und von störenden Hintergrundsignalen unterschieden werden. Da im Gegensatz zu herkömmlichen Schnelltests keine Proteine gebunden werden, ist der Test besonders schnell für neue Ziele, etwa neu-auftretende respiratorische Viren, adaptierbar, da passende DNA-Abschnitte zur Kopplung an Diamanten innerhalb weniger Tage synthetisiert und validiert werden können. Bestehenden Schnelltest hingegen erfordern Tier-Immunisierungen und Aufreinigungen von passenden Antikörpern, was Monate dauert.

Die Messung selbst dauert nur rund zwei Minuten und kommt ohne enzymgestützte Vermehrung der RNA-Abschnitte, aufwendige Laborgeräte oder eigens dafür geschultes Fachpersonal aus. In Spezifitätstests zeigte der Test zudem keine Kreuzreaktion mit RNA verwandten, häufig zirkulierenden Erkältungscoronaviren – ein wichtiger Faktor für den späteren Einsatz an echten Patientenproben. Die Forschenden arbeiten nun an einer weiteren Verbesserung der Sensitivität sowie einer Miniaturisierung der Detektionstechnik, um beispielsweise auch einen Einsatz in Arztpraxen zu ermöglichen.

Für Patienten könnte die Technologie künftig eine schnelle und sensitive Diagnostik von Atemwegsinfektionen direkt vor Ort ermöglichen. Die Tests werden derzeit noch nicht klinisch eingesetzt. Für den Einsatz in Arztpraxen sind weitere Forschungsarbeiten, insbesondere die Validierung an klinischen Proben und die Miniaturisierung des Detektionssystems, erforderlich.

Potenzial für die Diagnostik der Zukunft

„Unser Ansatz verbindet die Empfindlichkeit hochmoderner Quantensensorik mit der Einfachheit und den geringen Kosten eines klassischen Lateral-Flow-Tests, wie ihn viele von Schwangerschafts- oder Corona-Schnelltests kennen“, erklärt Prof. Dr. Tanja Weil, Direktorin am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz und eine der leitenden Autorinnen der Studie. „Damit rücken wir der

Vision eines Point-of-Care-Tests näher, der die diagnostische Präzision von PCR-Verfahren erreicht, aber vor Ort und ohne Labor eingesetzt werden kann.“

„Für die Virologie ist besonders spannend, dass wir gezeigt haben: Der Test funktioniert auch in komplexen biologischen Matrices wie Blutplasma zuverlässig und spezifisch“, ergänzt Dr. Rüdiger Groß, Juniorgruppenleiter am Institut für Molekulare Virologie des Universitätsklinikums Ulm. „Der nächste Schritt ist die Validierung an klinischen Proben aus dem Nasen-Rachen-Raum.“

Die Studie ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit zwischen dem Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz, dem Institut für Molekulare Virologie am Universitätsklinikum Ulm, und dem Institut für Quantenoptik und IQST der Universität Ulm sowie der Southeast University in Nanjing.

Gefördert durch die Carl-Zeiss-Stiftung

Die Forschungsarbeiten wurden maßgeblich im Rahmen des von der Carl-Zeiss-Stiftung geförderten Projekts „Fluorescent Nanodiamonds for Multiplexed Ultrasensitive Viral Diagnostics“ (CZS UltraSens-Vir) ermöglicht. Ziel des Projekts ist die Entwicklung quantensensorbasierter Diagnostikplattformen für den Nachweis viraler Nukleinsäuren – ein Forschungsfeld, das die Carl-Zeiss-Stiftung als Teil ihres Engagements für bahnbrechende Sensortechnologien unterstützt. Zusätzliche Förderung erhielt das Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 1279.