

# Wie aus Wänden Spiegel werden

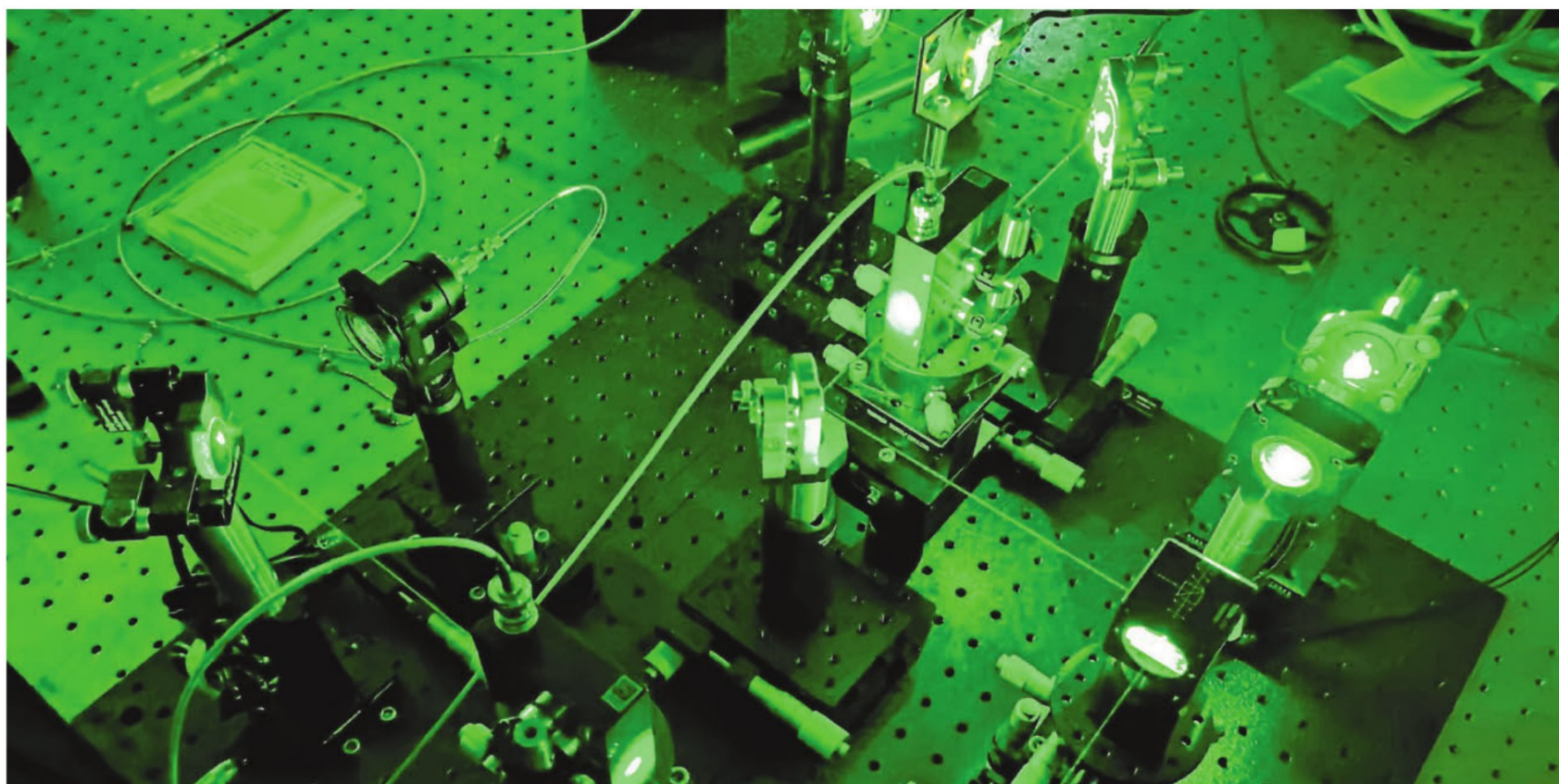
**HOLOGRAFIE** Ein Fürther Wissenschaftler forscht in den USA zu einer Kamera, die um die Ecke blicken kann und das Unsichtbare sichtbar macht.

VON ALISA MÜLLER

**ILLINOIS/FÜRTH** - Wer schon einmal im Auto auf einer engen Serpentinstraße unterwegs war, kennt diesen Wunsch: Wie praktisch es manchmal wäre, um die Ecke schauen zu können! Doch obwohl die moderneameratechnik uns vieles schon enthüllen kann, stellt der Blick um die Ecke nach wie vor eine Herausforderung für die Wissenschaft dar – genauso wie eine Kamera, die durch Nebel oder Rauch blicken kann. Ein gebürtiger Franke entwickelt aktuell gemeinsam mit seinem Team in den USA eine Technik, die genau diese beiden Situationen bewältigen kann.

„Um die Ecke schauen und durch streuende Medien blicken – das ist im Kern dasselbe Problem, weil in beiden Fällen das Licht gestreut wird und dabei komplett seine räumliche Struktur verliert“, sagt Florian Willomitzer. Er ist in Fürth aufgewachsen, wo seine Eltern eine Metzgerei betrieben. Heute ist er Assistenzprofessor an der Northwestern University in Evanston, Illinois, in den USA. Dort arbeitet er mit seinem Team an einer holographischen Kamera, die aus solchem gestreuten Licht noch Informationen gewinnen kann. Damit erzeugt sie ein Bild, das das Unsichtbare fürs menschliche Auge sichtbar macht.

Die Anwendungsmöglichkeiten für eine solche Technik scheinen fast unbegrenzt: Beim autonomen Fahren könnten Kameras um die Ecke sehen und Hindernisse noch früher erkennen, in der Medizin ließen sich



So sieht der Versuchsaufbau eines der Prototypen der holographischen Kamera aus, die Willomitzer mit seinem Team entwickelt.

Blutgefäße hinter Haut oder Schädeldecke von außen inspizieren, und in der Industrie könnte man in laufenden Maschinen schauen und auf Fehlersuche gehen, ohne sie abzustellen. All das ist vorstellbar – aber momentan noch in weiter Zukunft, meint Willomitzer. Experimentell gezeigt hat sein Team schon, dass ihre Kamera um die Ecke und durch dichten, milchigen Kunststoff hindurchschauen kann.

## Kamera sendet ein Lichtsignal

Doch wie funktioniert das? Die Kamera sendet selbst ein Lichtsignal aus, das zum Beispiel gestreut über eine Wand auf ein verborgenes Objekt trifft. „Und dann misst man die Laufzeit, die das Signal braucht, um von der Kamera an die Wand, zum Objekt, zurück zur Wand und zurück zur Kamera zu gelangen“, erklärt Willomitzer. Doch wie präzise das funktioniert, hängt von der Frequenz des Lichtsignals ab: Herkömmliche Kameras zur Laufzeitmessung nutzen sehr niedrige Frequenzen, die aber auch nur eine geringe Auflösung liefern können. Bei sehr hohen

Frequenzen wie bei sichtbarem Licht geht die Laufzeitinformation durch die Lichtstreuung komplett verloren.

Ideal wäre also etwas in der Mitte. „Und da wenden wir einen Trick an“, berichtet Willomitzer. „Wir nehmen zwei optische Lichtwellen mit leicht unterschiedlichen Frequenzen. Die Lichtwellen überlagern sich und bilden eine Schwingung, es entsteht eine sogenannte synthetische Welle.“ Im Physikunterricht wird dieses Phänomen oft mit Schallwellen gezeigt: Wenn zwei leicht verstimmte Stimmgabeln gleichzeitig angeschlagen werden, entsteht ein auf- und abschwellender Ton. So interagieren auch die beiden optischen Wellen miteinander, die von zwei Lasern ausgesandt werden.

Mit der synthetischen Welle kann die Kamera ein holographisches Bild des verborgenen Gegenstands rekonstruieren. Wenn unsere Augen einen Gegenstand wahrnehmen, sehen sie ihn, weil er das Licht auf bestimmte Weise zurückwirft – also ein bestimmtes Lichtfeld erzeugt. Ein Hologramm speichert genau dieses Lichtfeld, es enthält also alle Informa-

tionen über die Objektoberfläche, die sichtbar sind. Willomitzer und sein Team sind nicht die einzigen, die an einer Kamera forschen, die um die Ecke und durch streuende Medien schauen kann. Doch während andere Kameras nur ein sehr schmales Sichtfeld erfassen können, ist es bei der holographischen Kamera, die an der Northwestern University entwickelt wird, theoretisch bis zu 180 Grad weit. Gleichzeitig sind die Ergebnisse sehr genau: „Wir haben in unseren Experimenten nachgewiesen, dass wir Strukturen auflösen können, die kleiner als ein Millimeter sind“, berichtet Willomitzer.

Die holographische Kamera nimmt momentan zwei Bilder hintereinander für jede Szene auf – eines für jede Frequenz. Aktuell forscht das Team daran, dass sogar nur noch ein Bild nötig ist. Um tatsächlich durch Nebel oder Rauch zu schauen, ist das entscheidend: Denn die einzelnen Nebel- oder Rauchpartikel sind ständig in Bewegung. Die Informationen aus zwei nacheinander aufgenommenen Bildern wären nicht kompatibel. Wie das Bild dann aufgenommen

wird, ist übrigens gar nicht so wichtig, wie man meinen könnte: „Theoretisch könnte man auch eine Webcam verwenden“, meint Willomitzer. Der Kniff liege im Zusammenspiel von Beleuchtung, Kamera und Software.

Genau diese Verknüpfung verschiedener Wissensgebiete hat es dem gebürtigen Fürther angetan: „Was mich an meiner Arbeit fasziniert, ist die Kombination aus Optik, also Physik, Signalverarbeitung und Algorithmen.“

Begonnen hat seine Begeisterung in Erlangen, wo Willomitzer an der FAU Physik studierte und anschließend promovierte. In den USA findet er derzeit allerdings die besten Voraussetzungen für seine Arbeit – und hat auch die amerikanische Kultur schätzen gelernt: Burger und Craftbeer sind zwar nicht das gleiche wie Schäufelr und eine Halbe, aber eben auch sehr gut.

## INFO

Info: Am 16. Juli wird Florian Willomitzer einen Vortrag bei TEDx Nürnberg halten. Mehr Infos gibt es hier: <https://tedxnuremberg.com/#about>



Foto: privat

Der gebürtige Fürther **Florian Willomitzer** arbeitet als Assistenzprofessor an der Northwestern University in Evanston, Illinois, in den USA.