

## Mikroskopisches «Deep Learning» sagt Virusinfektionen voraus

**Infizieren Viren eine [Zelle](#), führt dies zu Veränderungen des Zellkerns, die mittels Fluoreszenzmikroskopie visualisiert werden können. Forschende der Universität Zürich haben ein künstliches neuronales Netzwerk mit derartigen Bildern so trainiert, dass der [Algorithmus](#) zuverlässig diejenigen Zellen erkennt, die von Adeno- oder Herpesviren befallen sind. Zudem identifiziert er akute, schwere Infektionen bereits im Voraus.**

Adenoviren können beim Menschen die Zellen der Atemwege befallen, Herpesviren jene der Haut und des Nervensystems. In den meisten Fällen führt dies nicht zur Produktion neuer Viruspartikel, da die Viren vom Immunsystem abgefangen werden. Adeno- und Herpesviren können jedoch dauerhafte, persistente Infektionen verursachen, die nur unvollständig vom Abwehrsystem kontrolliert werden und über Jahre Viruspartikel produzieren. Dieselben Viren können auch zu plötzlichen, heftigen Infektionen führen, bei denen betroffene Zellen grosse Mengen an Viren freisetzen und zu [Infektion](#) führen, die sich rasch ausbreiten. Die Folgen sind schwerwiegende akute Erkrankungen der Lunge oder des Nervensystems.

### Virusbefallene Zellen automatisch erkennen

Die Forschungsgruppe von Urs Greber, Professor am Institut für Molekulare Biologie der Universität Zürich (UZH), zeigt nun erstmals, dass ein maschinell lernender [Algorithmus](#) jene Zellen, die mit Herpes- oder Adenoviren infiziert sind, allein anhand der Fluoreszenz des Zellkerns erkennen kann. «Unsere Methode identifiziert nicht nur zuverlässig virusinfizierte Zellen, sondern erkennt mit hoher Genauigkeit auch virulente Infektionen im Voraus», sagt Greber. Die Studienautoren sind überzeugt, dass ihre Entwicklung vielseitig anwendbar ist – etwa für Vorhersagen, wie menschliche Zellen auf andere Viren oder Mikroorganismen reagieren. «Das Verfahren eröffnet neue Wege, um Infektionen besser zu verstehen und um neue Wirkstoffe gegen Krankheitserreger wie Viren oder [Bakterien](#) zu entdecken», ergänzt Greber.

Die Analyseverfahren basiert auf der Kombination von Fluoreszenzmikroskopie in lebenden Zellen und dem sogenannten «Deep Learning». Die Herpes- und Adenoviren, die im Innern einer infizierten [Zelle](#) gebildet werden, verändern die Organisation des Zellkerns, und diese Veränderungen können mit dem Mikroskop visualisiert werden. Um sie maschinell zu detektieren, verwendet die Gruppe einen «Deep Learning»-Algorithmus, ein sogenanntes künstliches neuronales Netzwerk. Dieses Netzwerk wird mit einer grossen Menge an Mikroskopiebildern trainiert und extrahiert Muster, die für infizierte oder nicht infizierte Zellen charakteristisch sind. «Nach Abschluss von Training und Validierung erkennt das neuronale Netzwerk virusinfizierte Zellen automatisch», so Greber.

### Akute schwere Infektionen zuverlässig voraussagen

Die Wissenschaftler zeigen zudem, dass der Algorithmus fähig ist, [akut](#) auftretende und heftig verlaufende Infektionen mit einer Genauigkeit von 95 Prozent und bis zu 24 Stunden im Voraus zu identifizieren. Als Trainingsmaterial dienen Bilder lebender Zellen von sogenannten lytischen Infektionen, bei der sich die Viruspartikel explosionsartig vermehren und sich die Zellen auflösen, sowie

Bilder von persistenten Infektionen, bei denen Viren zwar kontinuierlich, aber nur in geringen Mengen produziert werden. Trotz der grossen Präzision ist noch offen, welche Merkmale infizierter Zellkerne das künstliche neuronale Netzwerk erkennt, um die zwei Infektionsphasen zu unterscheiden. Es erlaubt aber schon jetzt, die Infektionsbiologie infizierter Zellen genauer zu untersuchen.

Einige Unterschiede hat die Gruppe durch dieses neue Vorgehen bereits entdeckt: Der Innendruck des Zellkerns ist bei virulenten Infektionen grösser als während persistenten Phasen. Zudem reichert eine Zelle mit lytischer [Infektion](#) die viralen Proteine schneller im Zellkern an. «Wir vermuten daher, dass ausgeklügelte zelluläre Prozesse bestimmen, ob sich eine Zelle nach dem Virenbefall auflöst oder nicht. Diesen und weiteren Fragen können wir nun nachgehen», sagt Greber.

### **Literatur:**

Vardan Andriasyan, Artur Yakimovich, Anthony Petkidis, Fanny Georgi, Robert Witte, Daniel Puntener & Urs F. Greber. Microscopy deep learning predicts [virus](#) infections and reveals mechanics of lytic infected cells. iScience. 25 June 2021. DOI: [10.1016/j.isci.2021.102543](https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102543)

# MERKZETTEL

für das Gespräch mit Ihrer Ärztin oder Ihrem Arzt

Damit Sie viel aus dem Gespräch mit Ihrer Ärztin/Ihrem Arzt mitnehmen, empfehlen wir Ihnen, Ihre Beschwerden, aber auch Ihre Behandlungsziele sowie alle Ihre Fragen zu notieren. Wichtig für das Arztgespräch ist eine Liste der **Medikamente oder Nahrungsergänzungsmittel**, die sie derzeit verwenden. Über eventuelle **Allergien und Unverträglichkeiten** sollten Sie Ihre Ärztin/Ihren Arzt ebenfalls immer informieren. Nutzen Sie hierfür unseren Vordruck „Meine Medikations- und Behandlungsübersicht“.

## Meine Beschwerden und/oder Behandlungsziele

---

---

---

## Meine Fragen

---

---

---

## Folgende Themen/Studien möchte ich besprechen

Welches Thema beschäftigt Sie? Was haben Sie z. B. in aktuellen Studien gelesen?

---

---

---

## Notieren Sie die wichtigsten Punkte des Arztgesprächs

So bemerken Sie schnell, ob Sie alles richtig verstanden haben und ob Fragen unbeantwortet blieben

Meine Notizen zum Gespräch am \_\_\_\_\_:

---

---

---

---

---

Weitere Tipps für das Arztgespräch finden Sie unter „Materialien für den Arztbesuch“