

# Training in virtuellen Welten

**Neuroreha mit Augmented Reality erweitern** Augmented Reality bezeichnet eine computerunterstützte Wahrnehmung, welche die reale Welt um virtuelle Aspekte erweitert. Doch nicht nur Pokémons oder Dinosaurier können im Weg stehen, sondern auch Stolpersteine oder Bäume. Langfristig können solche neuen Technologien in der Neuroreha eingesetzt werden, um Patienten zu motivieren, sich mehr zu bewegen – auch außerhalb der Rehaklinik.



Computergestützte Technologien ermöglichen in der Neurorehabilitation neue Wege. Zum Beispiel lässt sich die Realität der Patienten um virtuelle Aspekte erweitern. Man spricht hier von der sogenannten Augmented Reality, kurz AR – der erweiterten Realitätswahrnehmung. Langfristig kann die AR in der Rehabilitation eingesetzt werden, um Patienten zu motivieren, sich mehr zu bewegen. Zudem ermöglicht ihr Einsatz, die Therapie außerhalb des üblichen Rehasettings zu ergänzen und fortzusetzen.

**Derzeit sind vor allem Virtual-Reality-Systeme im Einsatz** → Patienten mit neurologischen Erkrankungen, insbesondere nach einem Schlaganfall, leiden an Paresen der oberen und/oder unteren Extremitäten [1]. Ersteres führt oft zu einem Nichtgebrauch des Arms im Alltag [2]. Zudem haben die Patienten Schwierigkeiten zu gehen und das Gleichgewicht zu halten, und sie gehen deutlich langsamer [3]. Gangprobleme nehmen zu, wenn Patienten gleichzeitig kogni-



Abb.: tyromotion GmbH [rerif]

ABB. 1 Das ARYST<sup>TM</sup> Therapiesystem besteht aus einem Bewegungstracker fürs Handgelenk und der Android-Smartphone-App, mit der sich die Nutzer den Verlauf der täglichen Armaktivitäten anzeigen lassen können.

tive Aufgaben erledigen müssen [4]. Damit verbunden ist eine erhöhte Sturzangst [5]. Mit intensiver Physiotherapie können Therapeuten diese Einschränkungen behandeln [6].

Dabei ist ein wesentlicher Bestandteil der Therapien die Rückmeldung durch den Therapeuten über die durchgeführten Bewegungen während der Therapie – das Feedback [7]. Diese Bewegungsrückmeldung fördert den motorischen Lernprozess und kann vom Therapeuten entweder ergebnisbezogen (Knowledge of Results) oder verlaufsbezogen (Knowledge of Performance) gegeben werden. Hierfür sind in den letzten Jahren immer mehr Computerspieltechnologien in der therapeutischen Praxis eingesetzt worden mit dem Ziel, die motorische Rehabilitation zu verbessern [8, 9]. Die Virtual-Reality-Trainingssysteme für den Arm und die Gang- und Gleichgewichtsrehabilitation bieten die Möglichkeit, auch außerhalb der Therapiesitzungen weiter zu trainieren [14, 15]. Hierbei tauchen die Patienten in virtuelle Welten ein – entweder mittels einer virtuellen Brille oder eines Bildschirms. Die Rehabilitationssysteme geben Rückmeldung über die absolvierten Übungen und ermöglichen es dem Patienten, in herausfordernden Situationen zu trainieren. Ein Nachteil der teuren VR-Systeme ist allerdings, dass sie oft nicht die reale Welt der Patienten widerspiegeln. Um die Therapien wirklich in den Alltag der Patienten zu übertragen, müssen computerbasierte Systeme in unseren Augen gut in den Alltag integrierbar sein.

**Vorhandene Technologien nutzen** → Die Interaktion des realen Umfelds mit der computergenerierten virtuellen Umgebung bezeichnet man als Augmented Reality [10]. Um Rückmeldung an Patienten zu generieren, zeichnen die Geräte die Anzahl und/oder die Qualität von Bewegungen mithilfe von Bewegungssensoren auf. Diese Sensoren sind vergleichbar mit den Sensoren in einem Smartphone oder in Kamerasystemen wie dem Microsoft Kinect. Die Bewegungsdaten werden an ein lokales Computersystem

gesendet und ausgewertet. Das Bewegungsfeedback kann der Patient über unterschiedliche Sinne aufnehmen. Momentan können akustische Signale mithilfe sogenannter Sonifikation (Darstellung von Daten in Form von Klängen) über Lautsprecher in Kopfhörern oder Brillen (z.B. Bose Frames) gegeben werden;

haptisches Feedback lässt sich über Vibrationsmotoren und visuelles Feedback über Bildschirme oder Brillen (z.B. Google Glass, Hololens) erzeugen. Die Technologien ermöglichen es, das Feedback zu den Bewegungen in den Alltag der Patienten zu integrieren und somit dort die Realität der Menschen zu erweitern.

Doch damit Patienten die Bewegungsrückmeldungen tatsächlich in ihrem Alltag erhalten können, reichen vorhandene Systeme nicht aus. Deshalb arbeitet die Abteilung Zerebrovaskuläre Medizin und Neurorehabilitation der Universität Zürich gemeinsam mit der ETH Zürich und unterschiedlichen Industriepartnern an neuen Thera-

### AR ermöglicht Interaktion des realen Umfelds mit computergenerierter virtueller Umgebung.

ABB. 2 Über die App „Tree of Recovery“ erhält der Patient eine bildliche Darstellung seines Armgebrauchs im Alltag.

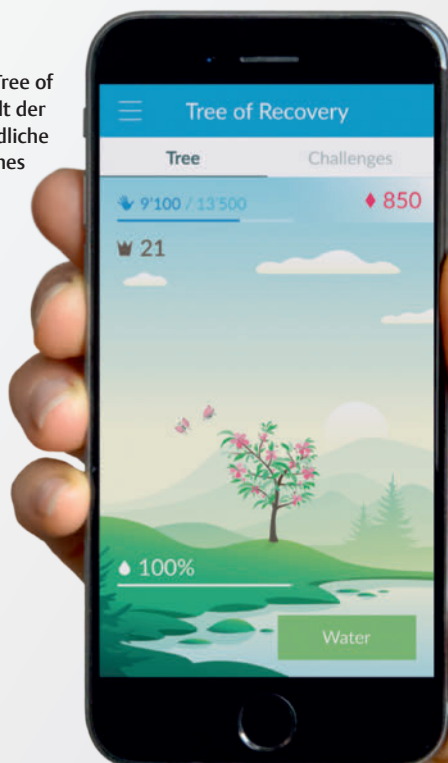


Abb.: tyromotion GmbH [renif]

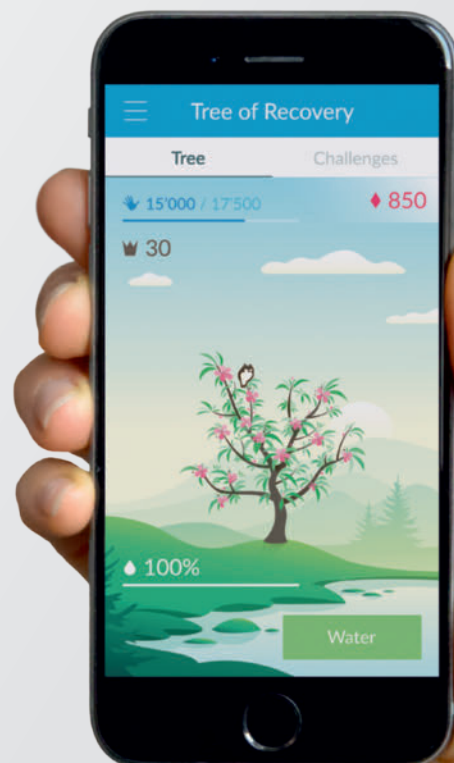


Abb.: tyromotion GmbH [renif]



Gewinnen

## ARYS™ me-Set gewinnen

Die Tyromotion GmbH sponsert ein Set des Trackers ARYS™ me für Patienten nach Schlaganfall. Das Kit im Wert von etwa 500€ zeichnet alle Armaktivitäten auf und visualisiert mithilfe des Tree of Recovery™ der dazugehörigen Smartphone-App die Fortschritte. Zusätzlich lassen sich therapie-relevante Informationen mit dem Therapeuten austauschen. Wer gewinnen will, klickt bis zum 8.10.2020 unter [www.thieme.de/physiopraxis](http://www.thieme.de/physiopraxis) > „Gewinnspiel“ auf „Aktivitätstracker“.



piesystemen für die obere und die untere Extremität. Um zu sehen, ob der Nutzen tatsächlich groß ist, testet die Universität Zürich die neuen Therapien derzeit an Patienten nach Schlaganfall.

**Die Armaktivität im Alltag beeinflussen** → Um Menschen nach Schlaganfall zu motivieren, ihren betroffenen Arm mehr im Alltag einzusetzen, wurde in einem Schweizer Forschungsprojekt beispielsweise das Arm-Therapiesystem ARYSryst™ entwickelt (☞ ABB. 1, S. 34), das mittlerweile über die österreichische Firma Tyromotion vertrieben wird [11]. Es besteht aus einem Aktivitätstracker

”

## Der Armeinsatz lässt sich im Alltag durch ergebnisbezogene Rückmeldungen steigern.

am Handgelenk, der die Armaktivitäten der Patienten aufzeichnet. Diese Aktivitäten können die Patienten dann für sich in einer Smartphone-App oder an einem Computer visualisieren. Mithilfe dessen lassen sich individuelle Bewegungsziele mit dem Physiotherapeuten definieren. Dies soll die Patienten anspornen, den Arm im Alltag mehr zu bewegen. Erreicht der Patient ein bestimmtes Bewegungsziel nicht, weist ihn eine Erinnerungsfunktion in Form eines Vibrationsfeedbacks darauf hin, seinen Arm aktiv zu halten. Darüber hinaus kann er mithilfe von Armbewegungen in einem Spiel, zum Beispiel dem Tree of Recovery™, einen Baum zum Wachsen bringen (☞ ABB. 2, S. 35). Der Fokus liegt hier darauf, den Armeinsatz im Alltag durch eine ergebnisbezogene Rückmeldung zu steigern. Derzeit prüfen wir an der Universität Zürich die Effektivität des Therapiesystems in einer randomisierten kontrollierten Studie über sechs Wochen an Patienten im chronischen Stadium nach Schlaganfall. Die Ergebnisse werden wir vermutlich 2021 publizieren können.

**Gangqualität in Alltagssituationen trainieren** → Um Schritte zu zählen und die Gesundheit positiv zu beeinflussen, entwickelten

Forscher den ersten Schrittzähler „Manpo-kei“ in den 1960er-Jahren in Japan [12]. Seitdem haben sich Bewegungsanalyse-Systeme deutlich weiterentwickelt. Heute lässt sich nicht nur die Anzahl der Schritte messen, sondern auch die Bewegungsqualität erfassen. In "Fast"-Echtzeit kann man sie aus den Daten analysieren und so ein Feedback an Therapeut und Patient geben.

Um die Bewegungseinschränkungen von Menschen nach Schlaganfall während des Laufens im Alltag zu beeinflussen, wurde in einem weiteren Forschungsprojekt der Universität Zürich ein AR-Feedbacksystem entwickelt [13]. Hierbei versuchten wir, das Maximum an technischen Möglichkeiten zu nutzen, um die Bewegungsqualität zu beeinflussen und Rückmeldung über die Gangparameter zu geben. Mithilfe von sieben Bewegungssensoren, die an Becken, Oberschenkeln, Unterschenkeln und Füßen befestigt sind, nahmen wir die Gelenkbewegungen beim Laufen auf und analysierten sie. Um ein Echtzeit-Feedback für Patienten zu generieren, definierte ein Physiotherapeut Minimalwerte für die Kniebeugung beim Laufen. Eine Rückmeldung über die Bewegungsqualität wurde dem Patienten über eine AR-Brille (Hololens 2, Microsoft) gegeben.

Da nicht nur die Rückmeldung über die Bewegungsqualität wichtig ist, sondern, um Bewegungsqualität zu verbessern, auch die Voraussetzung, in herausfordernden Situationen trainieren zu können, entwickelten wir zudem einen visuellen Parcours, der durch die AR-Brille dargestellt wird. Unsere Projektmitarbeiter ordneten



Abb.: Universität Zürich [renif]

ABB. 3 Während der Patient über die Steine den virtuellen Fluss passiert, erscheint die parallel zu lösende Rechenaufgabe in der Brille.





ABB. 4 Neu entwickeltes Augmented-Reality-Therapiesystem mit integrierter kognitiver Aufgabe der Universität Zürich. Der Parcours beinhaltet Aufgaben mit unterschiedlichen motorischen Anforderungen.

verschiedene virtuelle Objekte in einem Parcours mit einer Länge von 14 Metern im Raum an (👁 ABB. 3 UND 4). Über Pfeile auf dem Boden sollte der Patient über Baumstämme steigen, durch ein Gartentor gehen, über Steine einen Fluss überqueren, über einen Berggrat balancieren, um einen Tisch gehen und um Laternenmasten Slalom laufen. Durch die visuellen Hindernisse konnten wir unterschiedliche Anforderung an das Laufen und Balancieren an den Patienten stellen, ohne ihn durch echte Hindernisse in Gefahr zu bringen. Während des Durchlaufens des Parcours ist es möglich, die Umgebung wahrzunehmen und auf Reize aus der realen Welt zu reagieren. Um den Schweregrad des Parcours zu erhöhen, stellten wir dem Patienten zusätzlich kognitive Aufgaben und einfache Rechenübungen. Er konnte dabei mit seiner Hand die richtige Lösung der mathematischen Aufgabe auf einem virtuellen Knopf auswählen. Hierbei erfassten wir die Handbewegungen mithilfe der in der AR-Brille integrierten Kamera.

Die Ergebnisse zeigten, dass Bewegungen im Parcours gegenüber dem Laufen auf einer geraden Ebene mehr variierten. Unserem Forscherteam ist es gelungen, ein System zu entwickeln und zu

gen. AR-Systeme schaffen es, Patienten zu motivieren, und sorgen für intensiveres Üben. In der physiotherapeutischen Praxis können Therapeuten derzeit bereits simple Fitnesstracker und ihre Smartphones verwenden, um Bewegungen zu messen und diese mithilfe von Apps sichtbar zu machen. Zudem können Apps in Echtzeit akustische Signale basierend auf den Sensordaten generieren, um Personen im Alltag zu motivieren, sich mehr zu bewegen. Weitere technische Entwicklungen sollte und wird es künftig geben, die patientenspezifisch einsetzbar sein werden.

Dadurch dass die Therapie mit Augmented Reality im Alltag von Patienten neue Technologien erfordert, müssen neben den Effektivitätsuntersuchungen weitere Studien folgen, die dann auch die Benutzerfreundlichkeit in unterschiedlichen Patientengruppen untersuchen.

Jeremia Held und Janne Veerbeek

#### 📖 Literaturverzeichnis

[www.thieme-connect.de/products/physiopraxis](http://www.thieme-connect.de/products/physiopraxis) > „Ausgabe 9/20“



*Bewegungen im virtuellen Parcours  
können ebenso variieren, wie es  
Bewegungen im Alltag tun.*

testen, welches an das Umfeld und die Möglichkeiten des Patienten angepasst werden kann und das ihn motiviert, in einer herausfordernden Umgebung zu trainieren. Weitere Studien sind nun notwendig, um die konkreten Effekte bei Patienten in unterschiedlichen Rehabilitationsstadien und mit verschiedenen Erkrankungen nachzuweisen.

**Augmented Reality in der Physiotherapie hat Zukunft** → Aus unseren Studienergebnissen können wir ableiten, dass Augmented Reality vielversprechend ist, die Therapie in den Alltag zu übertra-

#### 👤 Autoren



**Dr. Jeremia Held** ist Physiotherapeut und seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Zürich in der Klinik für Neurologie am Universitätsspital Zürich.

**Dr. Janne Veerbeek** (👁 Interview S. 42) ist Physiotherapeutin und arbeitet seit 2016 als Forscherin im Bereich der Schlaganfallreha-

bilitation an der Universität Zürich und am Universitätsspital Zürich. Gemeinsam erforschen sie den Verlauf, Vorhersagemodelle und neue Therapiemöglichkeiten für Patienten nach Schlaganfall.