

# Möglichkeiten und Grenzen der Telemedizin in der Augenheilkunde: Erste Erfahrungen



G. Michelson<sup>1,3</sup>, W. Mehringer<sup>1</sup>, M. Ring<sup>1</sup>,  
S.Erbes<sup>1</sup>, B.Kutzner<sup>1</sup>, D.Kara<sup>1</sup>, S. Jedamzik<sup>2</sup>,

1 Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

2 Bayerische Telemed Allianz

3 Talkingeyes Collaboration Network

## Hintergrund

01

Bis 2020 in Bayern  
Verdünnung der  
augenärztlichen  
Versorgung mit  
Versorgungsabnahme  
von ca. **11%**

02

veränderte  
Altersstruktur →  
Zunahme Personen  
mit  
Augenerkrankungen

03

Neue wirksame  
Therapieansätze

## Hintergrund

- **Zunehmendes Ungleichgewicht von Patientennachfrage und augenärztlichem Ressourcenangebot**
- **In USA beginnt Diskussion über eine Änderung der Patientenversorgung zu einer „high-quality nonvisit care“ . Persönliche Arztbesuche werden bald die zweite, dritte oder letzte Option für einen Routine-Patienten<sup>2</sup>**
  - 2. In-Person Health Care as Option B . Sean Duffy, B.S., and Thomas H. Lee, M.D. January 11, 2018 N Engl J Med 2018; 378:104-106
- **In USA bei Kaiser Permanente nutzen 52% von ca. 100 Mio Patienten / Jahr „virtual visits.“<sup>1</sup>**
  - 1. Fletcher H. Kaiser's Tyson to Nashville: health care's future isn't in a hospital. Tennessean. April 21, 2017 (<http://www.tennessean.com/story/money/industries/health-care/2017/04/21/bernard-tyson-bill-frist-on-future-healthcare/100743886/>).
- **Kaiser Permanente Teledermatologie Programm 3, dabei werden Bilder von Hautläsionen zu Dermatologen geschickt**
  - 3. Pearl R. Engaging physicians in telehealth. NEJM Catalyst. July 10, 2017 (<http://catalyst.nejm.org/engaging-physicians-in-telehealth/>).

## Hintergrund



**The Current State of Teleophthalmology in the United States**



Ophthalmology **2017**;124:1729-1734

Siddharth Kuri, MD, MBA,<sup>1</sup> Edmund Tsai, MD,<sup>2</sup> Nishik Mahesh, MD,<sup>3</sup> Sarwar Zahid, MD,<sup>3</sup> Joel S. Schuman, MD<sup>1,2,3,4</sup>

- **Teleophthalmologie in Notaufnahmезentren**
  - Ca. 2 Mio Patienten/ Jahr ophthalmologische Probleme in US-Notaufnahmen<sup>3</sup>
  - Bei > 50% der US-Notaufnahmen keine Augenärzte erreichbar<sup>3</sup>
- **Teleophthalmologie bei Retinopathia prätorum**
  - Dpt. Ophthalmology am Boston Children's Hospital, und Stanford University haben "SUNDROP" Programm, es bietet Tele-eROP Screening für 5 Neonatal-Kliniken
  - Retrospektiv Sensitivity und Spezifität nahe 100%, keine adversen Ereignisse bei > 1000 Patienten.<sup>1</sup>
- **Teleophthalmologie bei Allgemeinmedizinern (Outpatient Evaluation)**
  - Augenärztliche Beratung via Telemedizin als Teil der Routineuntersuchung bei Allgemeinmediziner
  - Möglichkeit für Patienten mit Diabetes, Hypertonus, Glaukom und Makuladegeneration
- **Hürden der Teleophthalmologie in USA**
  - 59% der Ophthalmologen haben Zweifel an der Fähigkeit Entscheidungen nur anhand von Bildern und Daten zu treffen
  - Honorierung nicht zufriedenstellend<sup>39</sup>

## Absicht

### *Telemedizin in der Augenheilkunde*

Darstellung der

1. Möglichkeiten und
2. erster eigener Erfahrungen

1. **Möglichkeiten**  
des Einsatzes von  
Telemedizin in  
der  
Augenheilkunde



## Neue DIGITALE KONZEPE in Diagnostik, Therapie und Dokumentation

1. Online-Education mit CME-Punkten
2. *Artificial Intelligence* für Prognose des Krankheitsverlaufes zB bei Makuladegeneration
3. Virtual-Reality
4. Home Monitoring
5. Telemedizinische Applikationen bei
  1. interdisziplinären Notaufnahmen,
  2. interdisziplinärer Diabetikerbetreuung
  3. Glaukom
  4. Makuladegeneration



## Online-education

**THE NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE**

### Learning

CME activities, cases, challenges, videos, and more teaching and learning tools from the New England Journal of Medicine.

CME	Challenge Yourself
<b>ORIGINAL ARTICLE</b> <b>Contemporary Hormonal Contraception and the Risk of Breast Cancer</b> L.S. March and Others   N Engl J Med 2015; 373:2228-2238 In this nationwide prospective cohort study from Denmark, women who currently or recently used contemporary hormonal contraception had a significantly higher risk of breast cancer than women with no previous use, although absolute increases in risk were small.	<b>CASE CHALLENGE</b> <b>A 21-Year-Old Woman with Fever, Headache, and Myalgias</b> A 21-year-old woman was admitted with fever, headache, and myalgias after a recent trip to Indonesia. What is the most likely diagnosis? Participate in the poll and share your comments.

**Continuous learning, at your fingertips.**

A new Learning page aggregates weekly CME, interactive cases, procedural videos, and the image challenges that you rely on for teaching, continuous learning, and professional development.

[TAKE ME TO THE LEARNING PAGE](#) →

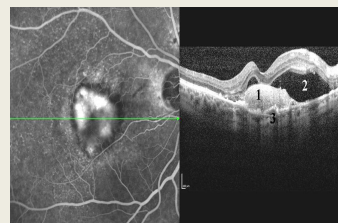
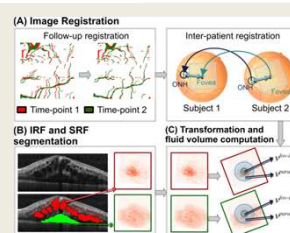
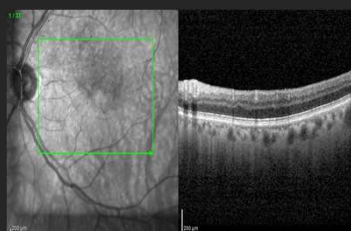
## Neue DIGITALE KONZEPE in Diagnostik, Therapie und Dokumentation

1. Online-Education mit CME-Punkten
2. **Artificial Intelligence** für Prognose des Krankheitsverlaufes zB bei Makuladegeneration
3. Virtual-Reality
4. Home Monitoring
5. Telemedizinische Applikationen bei
  1. interdisziplinären Notaufnahmen,
  2. interdisziplinärer Diabetikerbetreuung
  3. Glaukom
  4. Makuladegeneration



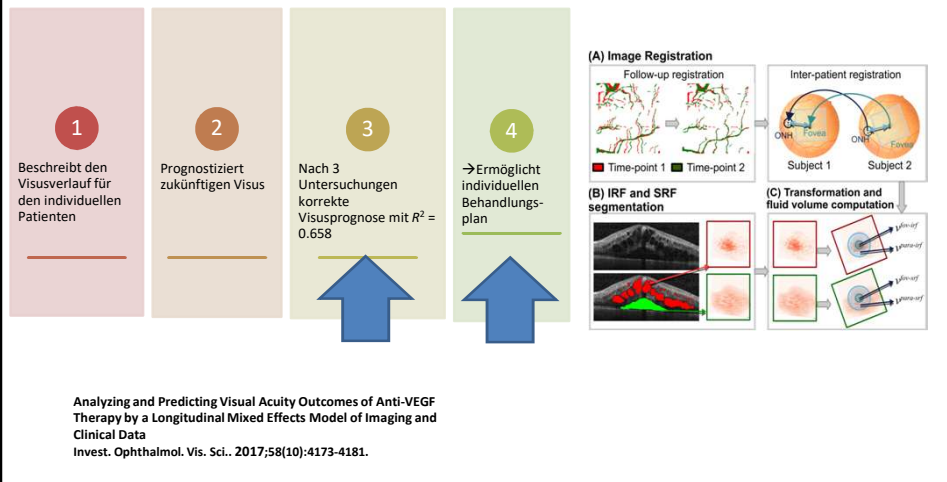
## Artificial Intelligence

- Longitudinales statistisches Modell ausgehend von OCT-Bilddaten
- Kombiniert Bilddaten von sehr vielen Patienten mit initialen Bilddaten des individuellen Patienten



## Artificial Intelligence

Longitudinales statistisches Modell  
ausgehend von OCT-Bilddaten



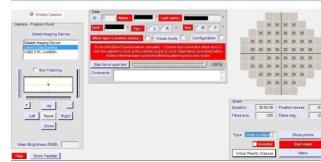
## Neue DIGITALE KONZEPE in Diagnostik, Therapie und Dokumentation

1. Online-Education mit CME-Punkten
2. *Artificial Intelligence* für Prognose des Krankheitsverlaufes zB bei Makuladegeneration
3. Virtual-Reality
4. Home Monitoring
5. Telemedizinische Applikationen bei
  1. interdisziplinären Notaufnahmen,
  2. interdisziplinärer Diabetikerbetreuung
  3. Glaukom
  4. Makuladegeneration



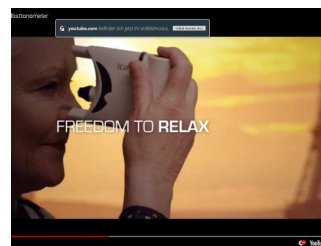
## Möglichkeiten

- **Home Monitoring Gesichtsfeld.** Wöchentliche Selbst-Gesichtsfeldtests identifizieren mit 0.9 Sensitivität schnellen Gesichtsfeldverfall von -2 dB/Jahr MD. **5**
  - [5 Ophthalmology](#). 2017 Dec;124(12):1735-1742. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.06.028. Epub 2017 Jul 29. Can Home Monitoring Allow Earlier Detection of Rapid Visual Field Progression in Glaucoma? [Anderson AJ1](#), [Bedggood PA2](#), [George Kong YX3](#), [Martin KR4](#), [Vingrys AJ2](#).



## Möglichkeiten

- **Home Monitoring IOP.** 24-h IOP Selbst-Messung mit Rebound-Tonometrie zeigt relevante IOP-Spitzen besser als IOP-Messungen während Praxiszeiten **4**
  - [4 J Glaucoma](#). 2016 Oct;25(10):807-811. Self-Monitoring of Intraocular Pressure Outside of Normal Office Hours Using Rebound Tonometry: Initial Clinical Experience in Patients With Normal Tension Glaucoma. [Sood V1](#), [Ramanathan US](#).



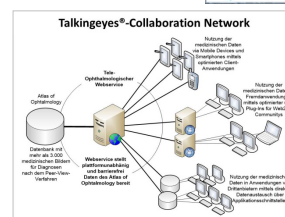
## Neue DIGITALE KONZEPE in Diagnostik, Therapie und Dokumentation

1. Online-Education mit CME-Punkten
2. *Artificial Intelligence* für Prognose des Krankheitsverlaufes zB bei Makuladegeneration
3. Virtual-Reality
4. Home Monitoring
5. Telemedizinische Applikationen bei
  1. interdisziplinären Notaufnahmen,
  2. interdisziplinärer Diabetikerbetreuung
  3. Glaukom
  4. Makuladegeneration

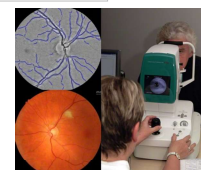


## 2. Eigene Erfahrungen von Telemedizin in der Augenheilkunde

Atlas Ophthalmology



Tele-Augenkonsil





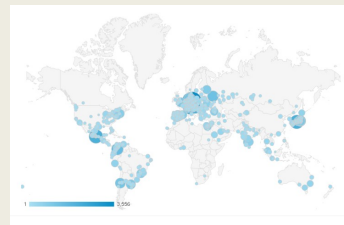
# Talkingeyes®-Collaboration-Network

## User

- Arzt oder Patientenkontakte im Talkingeyes-Collaboration Network in 2017:
  - Atlas Ophthalmology **N=155.000**
  - Tele-Augenkonsil **N= 4.500**

## Technik

- rein webbasierte Architektur, kein Download von Programmen nötig
- läuft seit 2001 (Atlas) bzw. 2007 (Tele-Augenkonsil)
- seit 2015 Tele-Augenkonsil nach DIN ISO 9001:2008 zertifiziert
- jede medizinische Einrichtung und jeder Arzt kann nach Registrierung Applikationen nutzen
- Durch Rollenarchitektur abgeschlossene Bereiche zwischen verschiedenen Nutzern und Applikationen



# Talkingeyes®-Collaboration-Network

## Applikationen

- **Online-Education –Referenzbilderatlas Atlas of Ophthalmology**
- **Tele-augenärztliche Befundungen** von
  - **mobilen** OCT-Untersuchungsgeräten oder
  - **stationären** Funduskameras
- **Digital Vision Trainer** für binokuläre Sehübungen für Sportler und Senioren mit tele-agenärztlicher Überwachung

## In klinischer Testung sind

- **VR-Okulomotor Tester** zur Bestimmung der Fusionfähigkeit in 9 Blickrichtungen (zB für Patienten mit Milden Schädelhirntraumata zum Ausschluss von Hirnnerventraumatisierungen)
- **HomeCare: Smart Tonotracker** zum Home-Monitoring der IOP-Werte aus Praxis, Klinik und Selbsttonometern mit statistischer Analyse und tele-agenärztlicher Bewertung
- **HomeCare: VR-Perimeter** zum Home- Gesichtsfeldmonitoring mit statistischer Analyse und tele-agenärztlicher Bewertung
- **Digitale Therapie: VR-Amblyopie Trainer** für kontrastbalanzierte binokuläre Sehübungen bei amblyopen Kindern und Jugendlichen mit tele-agenärztlicher Überwachung
- **Second Opinion: SECOND LOOK** (standardisierte Zusendung von Anamnese und Bildern von Vorder- und Hinterabschnitt, pdf-Dokumenten, Videos, standardisierte tele-agenärztlicher Befundung und Reporterstellung)

## Applikation: Online-Education by *Atlas of Ophthalmology*

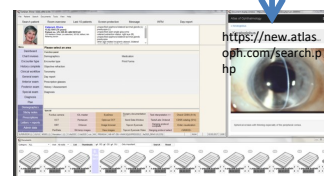
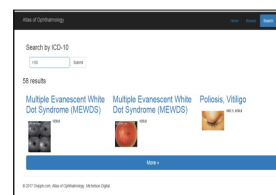
- Webbasierte Referenzbilderdatenbank des kompletten augenärztlichen Spektrums
- **N=18.000** registrierte Nutzer
- **N=ca. 1000** Nutzer pro Tag
- **Weltweit aus 140** Länder
- N=6000 klinische Bilder
- Zugang
  - Direkt Web
  - Facebook
  - ios-app,
  - android-app,



## Applikation: Integration der Referenzbilderdatenbank in beliebige elektronische Patientenakte

### Sofortige Anzeige von ähnlichen Krankheitsbildern direkt am Untersuchungsplatz

1. elektronische Patientenakte sendet ICD Code oder textuelle Verdachtsdiagnose des fraglichen Falles an Referenzbilderdatenbank
2. Anfrage führt zur sofortigen Anzeige von ähnlichen Beispielfällen





# Talkingeyes®-Collaboration-Network

## Applikationen

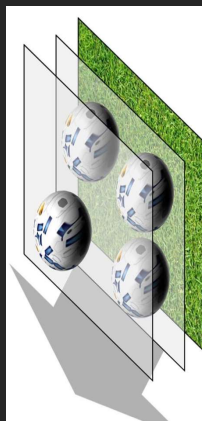
- Online-Education –Referenzbilderatlas Atlas of Ophthalmology
- Tele-ärztliche Befundungen von
  - mobilen OCT-Untersuchungsgeräten oder
  - stationären Funduskameras
- **Digital Vision Trainer** für binokulares Sehtraining für Sportler und Senioren mit tele-ärztlicher Überwachung

In klinischer Testung sind

- **VR-Okulomotor Tester** zur Bestimmung der Fusionfähigkeit in 9 Blickrichtungen (zB für Patienten mit Milden Schädelhirntraumata zum Ausschluss von Hirnnerventraumatisierungen)
- **HomeCare: Smart Tonotracker** zum Home-Monitoring der IOP-Werte aus Praxis, Klinik und Selbsttonometern mit statistischer Analyse und tele-ärztlicher Bewertung
- **HomeCare: VR-Perimeter** zum Home- Gesichtsfeldmonitoring mit statistischer Analyse und tele-ärztlicher Bewertung
- **Digitale Therapie: VR-Amblyopie Trainer** für kontrastbalanzierte binokuläre Sehübungen bei amblyopen Kindern und Jugendlichen mit tele-ärztlicher Überwachung
- **Second Opinion: SECOND LOOK** (standardisierte Zusendung von Anamnese und Bildern von Vorder- und Hinterabschnitt, pdf-Dokumenten, Videos, standardisierte tele-ärztlicher Befundung und Reporterstellung)

## DIGITAL VISION TRAINER

- repetitives dynamisches Training des Stereosehens, präsentiert auf einem polarisierten 3D-TV
- 4-Alternativen Stimulus
- Teilnehmer muss so schnell er kann auf den Ball zeigen, der ihm näher erscheint
- Gamepad oder Gestenkontrolle
- **Binokulares SEHTRAINING verbessert nachhaltig Stereoauflösung bei Sportler und Senioren 1**



Steuerung durch Gestenkontrolle (Kinect)

[1. Repetitive dynamic stereo test improved processing time in young athletes.](#)  
Schoemann MD, Lochmann M, Paulus J, Michelson G. Restor Neurol Neurosci. 2017;35(4):413-421.

Steuerung durch Gamepad

# Talkingeyes®-Collaboration-Network

## Applikationen

- **Online-Education –Referenzbilderatlas** Atlas of Ophthalmology
- **Tele- Augenärztliche Befundungen** von
  - mobilen OCT-Untersuchungsgeräten oder
  - stationären Funduskameras
- **Digital Vision Trainer** für binokuläre Sehübungen für Sportler und Senioren mit tele- augenärztlicher Überwachung

In klinischer Testung sind

- **VR-Okulomotor Tester zur Bestimmung der Fusionfähigkeit in 9 Blickrichtungen** (zB für Patienten mit Milden Schädelhirntraumata zum Ausschluss von Hirnnerventraumatisierungen)
- **HomeCare: Smart Tonotracker** zum Home-Monitoring der IOP-Werte aus Praxis, Klinik und Selbsttonometern mit statistischer Analyse und tele- augenärztlicher Bewertung
- **HomeCare: VR-Perimeter** zum Home- Gesichtsfeldmonitoring mit statistischer Analyse und tele- augenärztlicher Bewertung
- **Digitale Therapie: VR-Amblyopie Trainer** für kontrastbalanzierte binokuläre Sehübungen bei amblyopen Kindern und Jugendlichen mit tele- augenärztlicher Überwachung
- **Second Opinion: SECOND LOOK** (standardisierte Zusendung von Anamnese und Bildern von Vorder- und Hinterabschnitt, pdf-Dokumenten, Videos, standardisierte tele- augenärztlicher Befundung und Reporterstellung)

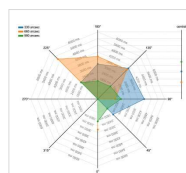
## VR-Okulomotor Test

Überprüfung der okulomotorischen Hirnnervenfunktion durch  
Überprüfung der Stereosehfähigkeit in den verschiedenen  
Blickrichtungen, zB bei milden SHT

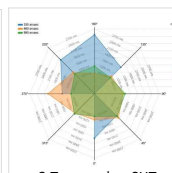


HTC Vive Headset

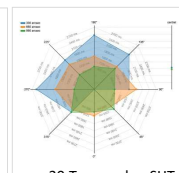
- Ein Display pro Auge
- 1080 x 1200 Pixel pro Display
- 90 Hz Bildwiederholrate
- 110° Blickfeld



1 Tag nach mSHT



2 Tage nach mSHT



30 Tage nach mSHT

# Talkingeyes®-Collaboration-Network

## Applikationen

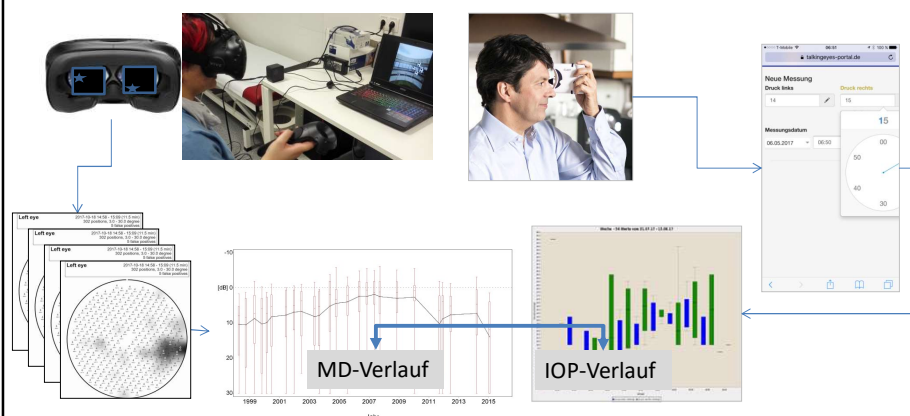
- **Online-Education –Referenzbilderatlas** Atlas of Ophthalmology
- **Tele- Augenärztliche Befundungen** von
  - mobilen OCT-Untersuchungsgeräten oder
  - stationären Funduskameras
- **Digital Vision Trainer** für binokuläre Sehübungen für Sportler und Senioren mit tele- augenärztlicher Überwachung

In klinischer Testung sind

- **VR-Okulomotor Tester zur Bestimmung der Fusionfähigkeit in 9 Blickrichtungen** (zB für Patienten mit Milden Schädelhirntraumata zum Ausschluss von Hirnnerventraumatisierungen)
- **HomeCare: Smart Tonotracker** zum Home-Monitoring der IOP-Werte aus Praxis, Klinik und Selbsttonometern mit statistischer Analyse und tele- augenärztlicher Bewertung
- **HomeCare: VR-Perimeter** zum Home- Gesichtsfeldmonitoring mit statistischer Analyse und tele- augenärztlicher Bewertung
- **Digitale Therapie: VR-Amblyopie Trainer** für kontrastbalanzierte binokuläre Sehübungen bei amblyopien Kindern und Jugendlichen mit tele- augenärztlicher Überwachung
- **Second Opinion: SECOND LOOK** (standardisierte Zusendung von Anamnese und Bildern von Vorder- und Hinterabschnitt, pdf-Dokumenten, Videos, standardisierte tele- augenärztlicher Befundung und Reporterstellung)

## HOME MONITORING VR-Perimeter & SmartTonoTracker

Telemedizinisch gestütztes Home Monitoring von Gesichtsfeld und IOP



→ **HOME MONITORING bei GLAUKOM: Früherkennung von zeitlicher Koinzidenz von MD-Verschlechterungen im Gesichtsfeld und IOP-Spitzen** → individuelle Therapie und Prognoseverbesserung

## Talkingeyes®-Collaboration-Network

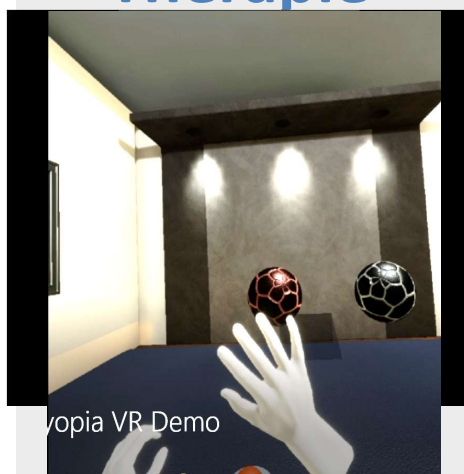
### Applikationen

- **Online-Education –Referenzbilderatlas** Atlas of Ophthalmology
- **Tele-augenärztliche Befundungen** von
  - mobilen OCT-Untersuchungsgeräten oder
  - stationären Funduskameras
- **Digital Vision Trainer** für binokuläre Sehübungen für Sportler und Senioren mit tele-ärztlicher Überwachung

In klinischer Testung sind

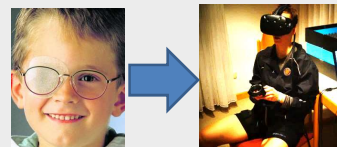
- **VR-Okulomotor Tester zur Bestimmung der Fusionfähigkeit in 9 Blickrichtungen** (zB für Patienten mit Milden Schädelhirntraumata zum Ausschluss von Hirnnerventraumatisierungen)
- **HomeCare: Smart Tonotracker** zum Home-Monitoring der IOP-Werte aus Praxis, Klinik und Selbsttonometern mit statistischer Analyse und tele-ärztlicher Bewertung
- **HomeCare: VR-Perimeter** zum Home- Gesichtsfeldmonitoring mit statistischer Analyse und tele-ärztlicher Bewertung
- **Digitale Therapie: VR-Amblyopie Trainer** für kontrastbalanzierte binokuläre Sehübungen bei amblyopen Kindern und Jugendlichen mit tele-ärztlicher Überwachung
- **Second Opinion: SECOND LOOK** (standardisierte Zusendung von Anamnese und Bildern von Vorder- und Hinterabschnitt, pdf-Dokumenten, Videos, standardisierte tele-ärztlicher Befundung und Reporterstellung)

## Digitale Therapie



### Virtual Reality Brille (VR)

**Einsatz des DIGITAL VISION TRAINERS als VR-Amblyopie Trainer bei funktionell einseitiger Sehschwäche bei Anisometropie oder Schielen <9°**



## Diskussion

### Grenzen:

- **“Not Amused!”** Idee der Telemedizin führt zu Ärger bei einigen Ärzten, die die derzeitigen Methoden der Patientenbetreuung nicht erweitern wollen.
- **Face-to-face** Behandlungen werden weiterhin zentrale Rolle in der Medizin spielen, viele Patienten bevorzugen weiterhin persönlichen Kontakt.
- **Hohe Invest-Kosten:** Kaiser Permanente investiert 25% seines \$3.8 Milliarden Budget in Informationstechnologie
- **Bezahlmodelle:** Derzeit keine motivierende Honorierung der Telemedizin.

## Zusammenfassung

1. USA: **“High-quality Nonvisit Care”** ist im Kommen
2. Talkingeyes®-Collaboration Network: täglich mehr als 1000 Atlas-User, seit 2007 mehr als 20.000 Tele-Augenkonsile durchgeführt, Einsatz VR-Technologie
3. Telemedizin in der Augenheilkunde
  1. Grenzen: **Face-to-Face Untersuchungen nicht ersetzbar**
  2. Möglichkeiten: **Tele-Augenkonsile und Home-Monitoring bei bestimmten Patientengruppen und Indikationen sinnvoll**
  3. Zukunft: **Nonvisit Care bei Routine-Patienten mit einfachen klinischen Prozesswegen und wenn “watch-and-wait approach”-Ansatz anwendbar**



