

# Glaukomüberwachung mit telemedizinischem Monitoring

Ein Beispiel für praxisrelevante Anwendungsmöglichkeiten von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Medizin bietet die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Frank H. W. Tost, Geschäftsführender Oberarzt der Universitäts-Augenklinik Greifswald. Unter dem Motto „Bewege die Informationen, nicht die Patienten“ entwickelt der Teleaugendienst der Universitäts-Augenklinik Greifswald unter seiner Leitung im Rahmen eines Forschungsprojektes Aktivitäten zur Überwachung von Glaukompatienten. Ein Beitrag von Priv.-Doz. Dr. Dieter E. Moeller

**D**a Augeninnendruck, Diabetes mellitus und Hypertonus zu den Hauptrisikofaktoren der Glaukome zählen, werden Intraokulardruck, Blutdruck und Blutzucker im Tagesverlauf praxis- und ambulanzenabhängig morgens und in der Nacht über einen längeren Zeitraum und zeitnah gemessen. Die gleichzeitige Erfassung von Intraokulardruck und Blutdruck ist wegen der Möglichkeit, den okulären Perfusionsdruck (OPD) zu bestimmen, von besonderem Interesse. Der Plan gibt vor, an einem Tag pro Woche den Blutdruck morgens und abends jeweils einmal zu messen, direkt im Anschluss daran den IOD morgens und abends drei mal zu messen sowie den Blutzucker sechs mal über den Tag verteilt. Darüber hinaus wird in jeder vierten Woche ein 24-Stunden-Tagesprofil von Blutdruck und Intraokulardruck erstellt.

Das dazu erforderliche Gerätesystem wird den Patienten in einem „Gerätekoffer“ übergeben, nachdem in der Augenklinik eine Eingangsuntersuchung sowie ausführliche Einweisung in das Gerätesystem mit Aushändigung eines Anwendungshandbuchs erfolgt war. Die Patienten messen den IOD mit einem modifizierten Selbsttonometer Ocuton S der Firma EPSa Saalfeld, den Blutzucker bestimmen sie mit dem Gerät One Touch Ultra der Fa. LifeScan, Neckargemünt, sowie den Blutdruck mit dem boso medicus PC der Firma Bosch und Sohn GmbH u. Co. KG, Jungning. Mit dem telemedizinischen Interface (TMI) verbunden, werden alle Messwerte mit Datum und Uhrzeit gespeichert und auf Knopfdruck aus dem Speicher durch ein Modem über die Telefonleitung in die elektronische Patientenakte (EPA) übertragen.

Eine tägliche Televisite schafft einen Überblick über Patienten und erfasste Messwerte (Abb. 1). Für jeden Patienten lässt sich mittels eines Export-Filters eine angepasste PDF-Akte erzeugen. Auffällige, kontrollbedürftige Messwerte werden vom System automatisch an den jeweiligen Patienten zurückgemeldet. Zur Beant-

wortung eventueller Fragen zu Messung oder technischen Problemen stehen den Patienten eine Augenärztin und ein Techniker der Augenklinik telefonisch zur Verfügung. Zur Beantwortung der Frage, ob die telematische Betreuung der Patienten mit ausreichender gesundheitsökonomischer Effizienz erfolgen kann, wird das Projekt gleichzeitig begleitet von einer Studie des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Betriebliche Finanzwirtschaft der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Für die Entwicklung der elektronischen Patientenakte zeichnet die dr.heydenreich GmbH in Greifswald verantwortlich. Anlässlich der Aufnahme in das Projekt werden alle Patienten (gegenwärtig 120) randomisiert einer von zwei Gruppen zugeteilt. Während Gruppe A das Gerätesystem unmittelbar nach Hause bekommt, um für ein halbes Jahr die Werte zu messen und zu übertragen, wird Gruppe B zunächst wie gewohnt ambulant weiter behandelt. Nach Ablauf eines halben Jahres erfolgt der Austausch beider Gruppen. Neben der erwähnten Eingangsuntersuchung wird bei allen Patienten nach Ablauf diesen halben Jahres eine Zwischenuntersuchung sowie nach Abschluss des Projektes eine Abschlussuntersuchung durchgeführt. Die EPA enthält, analog der gewohnten Papierakte, ein Deckblatt: Darin werden Stammdaten, Anamnese, Diagnose(n) und aktuelle Medikation vermerkt sowie zusätzlich die letzten Messwerte des Patienten angezeigt (Abb. 2).

Sortierfunktion und Suchmaske ermöglichen die gezielte Suche nach gewünschten Werten. Neben tabellarischer Ansicht werden alle Messdaten in dynamisch erzeugten Verlaufskurven von IOD, RR und OPD angezeigt. Der OPD wird mittels unterschiedlicher Formeln als Differenz aus mittlerem arteriellem Blutdruck (MAD) und IOD berechnet (Abb. 3, 4). Diese Berechnung lässt erkennen, dass das Auge mit jeweils höherem IOD eine entsprechend verminderte Perfusion aufweist (Abb. 5). Besonders betroffen in



Abb. 1: Darstellung aller aktuellen Messwerteingänge in der Televisite.

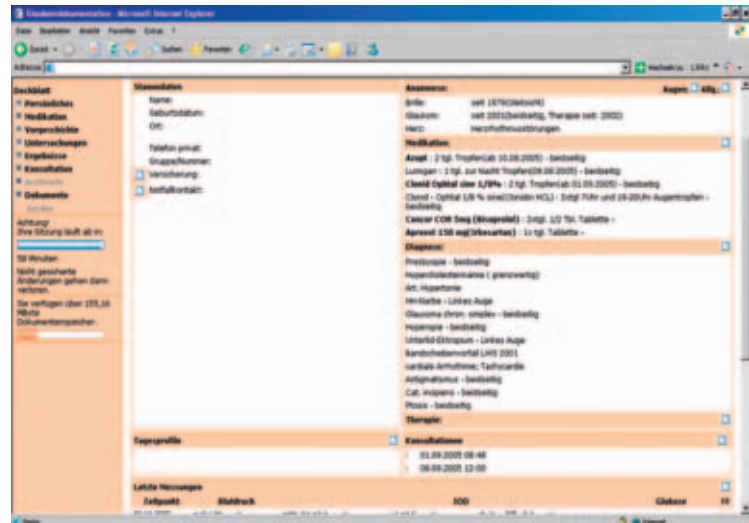


Abb. 2: Deckblatt der EPA mit Stammdaten, Angaben zu Anamnese etc. inklusive Übersicht über die aktuelle (fett gedruckt) und frühere Medikation sowie die aktuellsten Messwerte (letzte 5 Messreihen).

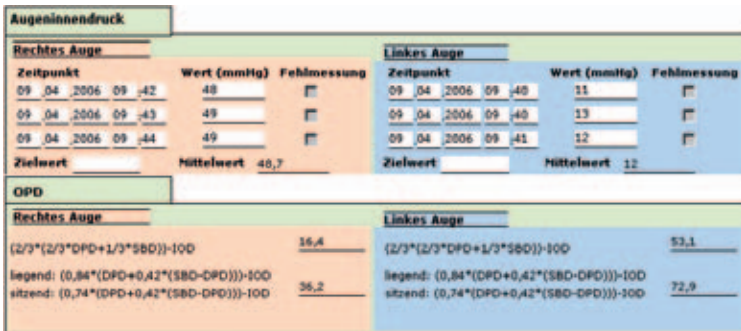


Abb. 3: Detailsicht zur IOD-Messung und Berechnung des okulären Perfusionsdruckes (OPD). Patient mit einseitiger Druckdekompensation bei chronischem Sekundärglaukoms rechts.



Abb. 4: Detailsicht zur IOD-Messung. Regelrechter Messvorgang am rechten Auge, links dagegen zahlreiche Artefakte beim Messvorgang (Fehlmessungen). Die übertragenen Fehlermeldungen ermöglichen eine qualitative Evaluierung der Selbstmessung.

dieser Hinsicht sind Patienten mit niedrigem Blutdruck, nächtlichen Blutdruckabfällen oder exzessiver antihypertensiver Therapie (Abb. 6).

Die Zugangsberechtigung zum System erfolgt über eine personalisierte Nutzerverwaltung mit notwendiger Authentifizierung bei jeder Anmeldung. Jedem Nutzer wird eine individuelle Rolle zugeordnet, die die individuellen Zugriffsrechte festlegt. Den niedergelassenen Augenärzten sind nur die Akten ihrer jeweiligen Patienten einsehbar, Grenzwerte für Warnmeldungen sind ausschließlich von eigens autorisierten Anwendern zu verändern.

In bisher publizierten Erfahrungen und Ergebnissen häuslicher Selbsttonometrie fehlen Langzeitergebnisse und ausreichend große Probandengruppen. Einer Studie zur „Telematisch assistierten Selbsttonometrie“ über einen Zeitraum von mehreren Monaten haftet der Nachteil der „manuellen Brücke“ an. Die teilnehmenden Patienten dieser Studie mussten alle Messdaten manuell vom Gerät auf das Telefon zur Speicherung auf den zentralen Server übertragen, wobei Fehleingaben, Seitenverwechslungen oder

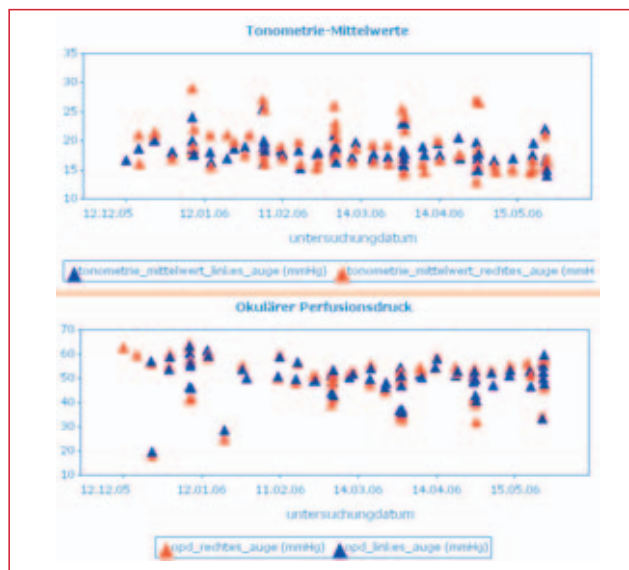


Abb. 5: IOD Spitzenwerte und OPD-Absenkung im Kurvenprofil frühmorgens und nachts im Tagesprofil, welche im Rahmen der Selbstmessungen auffielen.

Augeninnendruck					
Messgerät	getropft am/um				
Bestätigung <input type="checkbox"/>	Messende Person	Patient			
Rechtes Auge			Linkes Auge		
Zeitpunkt	Wert (mmHg)	Fehlmessung	Zeitpunkt	Wert (mmHg)	Fehlmessung
30.01.2006 06:27	10	<input type="checkbox"/>	30.01.2006 06:29	12	<input type="checkbox"/>
30.01.2006 06:27	11	<input type="checkbox"/>	30.01.2006 06:30	12	<input type="checkbox"/>
30.01.2006 06:27	10	<input type="checkbox"/>	30.01.2006 06:30	12	<input type="checkbox"/>
Zielwert	Mittelwert 10,3		Zielwert	Mittelwert 12	
Abweichung des IOD			Abweichung des IOD		
Weitere Importmeldungen:			Weitere Importmeldungen:		
E01 - Selbsttest fehlerhaft R/L:E02 - Handhabungsfehler E02 - Die R/L-Erkennung hat nicht angesprochen			R/L:E03 - Bei einer Messung hat das Messprisma das Auge nicht erreicht oder das Auge war zu nass. E:04 - Der Akku ist nicht ausreichend geladen		
Blutdruck					
Messende Person	Patient	Zielgrenze			
Bestätigung <input type="checkbox"/>	Kommentar				
Zeitpunkt	Messungen (mmHg)	Arm	Position	Fehlmessung	
30.01.2006 06:31	96 / 60			<input type="checkbox"/>	
OPD					
Rechtes Auge			Linkes Auge		
$(2/3 * (2/3 * \text{DPD} + 1/3 * \text{SBD})) - \text{IOD}$		37,9	$(2/3 * (2/3 * \text{DPD} + 1/3 * \text{SBD})) - \text{IOD}$		36,2
legend: $(0,84 * (\text{DPD} + 0,42 * (\text{SBD} - \text{DPD}))) - \text{IOD}$		52,8	legend: $(0,84 * (\text{DPD} + 0,42 * (\text{SBD} - \text{DPD}))) - \text{IOD}$		51,1
sitzend: $(0,74 * (\text{DPD} + 0,42 * (\text{SBD} - \text{DPD}))) - \text{IOD}$			sitzend: $(0,74 * (\text{DPD} + 0,42 * (\text{SBD} - \text{DPD}))) - \text{IOD}$		

Abb. 6: Niedriger OPD bei antihypertensiver Therapie wegen arterieller Hypertonie.

Datenverlust nicht mit hinreichender Sicherheit auszuschließen waren. Im hier geschilderten Gerätesystem (Abb. 7) dieser Studie erfolgt die komplette Datenübertragung mittels Einknopfbedien-ung in die EPA (Server). Das neue Teletonometriesystem über-trägt auch technische Zusatzinformationen, zum Beispiel zu Ein-



Abb. 7: Arzt-entlastender Operator mit dem Gerätesystem TT-MV (Tonometer, Blutdruckmessgerät, Blutzuckermessgerät und dem telemedizinischen Interface (TMI) zum Sammeln und senden der Daten per Knopfdruck).

satzdauer und Fehlern. Erste Erfahrungen der Studie zeigen ein sehr großes Interesse an der Teilnahme, auch ein Patient aus dem Ausland nimmt auf seinen Wunsch hin teil (Abb. 8).

Akzeptanz und Handhabung des Gerätesystems erweisen sich als wenig problematisch, die Compliance ist sehr hoch. Die Geschwindigkeit der elektronischen Dokumentation gegenüber der Papierakte stellt einen weiteren wesentlichen Vorteil dar, besonders auch deshalb, da ein Teil der zu überwachenden Patienten und die sie betreuenden Ärzte im Einzugsbereich der Klinik räumlich weit voneinander entfernt sind. Diese Tatsache gewinnt wachsende Bedeutung wegen der zu erwartenden zunehmenden Ausdünnung der Arztdichte. Das Ziel der Entwicklung einer EPA als „barrierefreie“ Gesundheitsakte besteht in der Optimierung der interdisziplinären Zusammenarbeit der Augenärzte mit allen an der Betreuung der Glaukompatienten beteiligten Ärzten anderer Fachgebiete, sowohl in Klinik als auch in der ambulanten Praxis. Durch die aktivere Einbeziehung der Patienten in den Untersuchungs- und Behandlungsprozess werden sie positiv motiviert.

Erste Erfahrungen zeigen, dass sich durch die

Übermittlung aller Mess- und Geräteparameter Artefakte besser identifizieren lassen. Die Mitarbeit eines arzt-entlastenden Operators (Abb. 7) unter ärztlicher Anleitung erleichtert dem Augenarzt den Umgang mit Selbsttonometriesystemen erheblich und fängt zusätzlichen technischen und personellen Mehraufwand weitge-



Abb. 8: Glaukompatient während der Augeninnendruckmessung, fern ab vom Festland auf einer Dänischen Insel. Die Geräteeinweisung erfolgte hier ausnahmsweise vollständig über Internet und Telefon.

hend ab. Durch ein abgestuftes Konzept der adäquaten Rückinformation an den Patienten über das telemedizinische Zentrum kann eine erforderliche Intervention durch den niedergelassenen Augenarzt außerhalb seiner Praxisöffnungszeiten vermieden werden. Über die EPA besitzen alle an der Behandlung des Glaukoma beteiligten Augenärzte in Praxis und Klinik den gleichen Informationsstand. Dies vereinfacht die Durchführung interner Konsile oder die Einholung einer Zweitmeinung wesentlich. Durch die umfangreichen Augendruck-Messreihen wird neben dem IOD-Einzelwert die Messwerttendenz sichtbar. Mögliche Trendwechsel entsprechend der Therapieeffizienz werden leichter erfassbar. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Optimierung des

Überwachungsmanagements mittels telemedizinischem Monitorings der Kombination mit den augenärztlichen Routinekontrollen bedarf. Die telematikgestützte Versorgungsstruktur erreicht unter dieser Voraussetzung eine hohe Patientenakzeptanz und trägt zur Verbesserung der Compliance und damit zum Behandlungserfolg bei.

### Priv.-Doz. Dr. Dieter E. Moeller

ehem. Chefarzt der Augenklinik am HELIOS Klinikum Berlin (Lehrkrankenhaus der Charité Berlin).

E-Mail: [demoeller@freenet.de](mailto:demoeller@freenet.de)



Prof. Dr. Frank Tost, Assistenzärztin Susanna Antal, Dr. Clemens Jürgens und der Physiker Rico Großjohann (v. li.) erhalten Ende September für ihr Modellprojekt „Teleaugendienst“ den Richard-Merten-Preis.

### Richard-Merten-Preis für Telemedizinprojekt der Universitäts-Augenklinik Greifswald

Der diesjährige Richard-Merten-Preis zur Förderung der Qualitäts-sicherung in der Medizin geht an das Teletonometrie-Team um Prof. Frank Tost von der Augenklinik der Universität Greifswald. Die Preisträger werden die mit 10.000 Euro dotierte Auszeichnung im Rahmen des 29. Deutschen Hausärz-tetages vom 20. bis 23. September 2006 in Potsdam entgegen nehmen. Der Richard-Merten-Preis ([www.richard-merten-preis.de](http://www.richard-merten-preis.de)) wird alljährlich für herausragende Leistungen auf dem Gebiet des Gesundheitswesens verliehen. Die Stiftung würdigt Arbeiten, die unter Nutzung moderner Informationstechnologien einen wesentlichen Beitrag zur Qualitätsverbesserung in der medizinischen Versorgung leisten.

Die „Teletonometrie“ (Druckmessung in der Ferne) ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Projekt der telemedizinischen Versorgungsforschung an der Universität Greifswald in Kooperation mit der dr.heydenreich GmbH Greifswald. Das vor zwei Jahren gestartete telemedizinische Modellprojekt wird von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe rea-

lisiert, in der Informatiker, Augenärzte, Physiker und Gesundheitsökonomien zusammen arbeiten.

Das Modellprojekt soll in einer dünn besiedelten Region und einem Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern neue Wege aufzeigen, das weit verbreitete Glaukom, optimal und präventiv zu behandeln. Messungen des Augendruckes werden erstmalig vollständig ohne manuelle Brücke direkt in eine elektronische Patientenakte übertragen. Über die Funktion „Tele-Visite“ der Akte können alle neu eingegangenen Messwerte durch den Arzt zeitnah beurteilt werden. Die einfache Erfassung von medizinischen Messwerten mit den tragbaren Geräten nimmt etwa 15 - 20 Minuten in Anspruch. Ein komplettes Gerätesystem kostet 2.150 Euro.

Das System „Teletonometrie“ ist an eine web-basierte elektronische Patientenakte (dr.heydenreich GmbH, Greifswald) angeschlossen, die einen reibungslosen, interdisziplinären Informationsfluss zwischen ambulantem und stationärem Gesundheitssektor, also zwischen niedergelassenen Ärzten in der Praxis und den behandelnden Ärzten des Universitätsklinikums gewährleistet. Alle wichtigen Daten aus der Vorgeschichte des Patienten sind für die vom Patienten dazu autorisierten Ärzte am PC-Monitor einsehbar. Zusätzlich haben die Patienten selbst Zugang zu ihrer eigenen Patientenakte und werden somit aktiv in die Verlaufskontrolle und in ihre Behandlung einbezogen.

Die Zwischenbilanz der ersten inzwischen abgeschlossenen klinischen Untersuchungen wurde von den teilnehmenden Glaukoma Patienten und in Bezug auf die medizinisch-fachliche Bewertung sehr positiv angenommen. Anfang Oktober 2006 werden die abschließenden Ergebnisse, auch die der gesundheitsökonomischen Analyse vorliegen. Die bisherigen Resultate wurden, einschließlich eines Vertragsentwurfes zur integrierten Versorgung, einigen großen gesetzlichen Krankenkassensversicherern präsentiert. Das Votum des Kuratoriums zur Vergabe des Richard-Merten-Preises setzt ein Zeichen für eine kostensparende Kommunikation verschiedener ambulanter und stationärer Gesundheitsdienstleister über eine vollfunktionsfähige elektronische Patientenakte in der Krankenversorgung.

Weitere Informationen unter <http://www.glaukom.de/> oder <http://www.teleaugendienst.de/>.