

Prof. Dr.-Ing.habil. M. Krauß, Prof. Dr. Fischer AG Chemnitz  
Dr. med. G. Grohmann, Klinik Bergfried Saalfeld  
Dr. med. V. Rasch, Augenklinik Potsdam  
Prof. Dr.-Ing.habil. mult. J. Waldmann, MIRA GmbH Chemnitz

## **Vorstudie: Durchblutungsveränderungen in der Retina bei Normalprobanden unter einer Magnetfeldtherapie mit dem Quantron-Resonanz-System QRS<sup>®</sup> sowie vor und nach sublingualer Gabe von 0,4 mg Trinitroglycerin**

### **1. Einleitung**

Bedeutende Arbeiten zur Anwendung der Magnetfeldtherapie in der **Ophthalmologie** sind vor allem in der damaligen Sowjetunion erschienen (bis zum Jahre 1980 bereits 50 Dissertationen. Zusammenfassungen wesentlicher Arbeiten sind in der Literaturübersicht "Die Wirkung von pulsierenden Magnetfeldern im ELF-Bereich bei Mensch und Tier" enthalten, die den Verfassern freundlicherweise durch Magnovit International AG Eschen / Liechtenstein zur Verfügung gestellt wurde). Unabhängig von der Form des Magnetfeldes wird zusammenfassend berichtet /8/ (entnommen aus o.g. Literaturübersicht):

- Es ergibt sich ein positiver Effekt auf die Epithelialisierung der Hornhaut, die Blutgefäße in der Retina werden erweitert, im Magnetfeld wird ein erniedrigter Augeninnendruck erzeugt. Zum Teil vermag das Feld bei Therapieresistenz die blockierte Blutzufuhr zur Retina in Gang zu setzen.
- Das Magnetfeld hat schmerzhemmende Wirkung.
- Hämatome klingen schneller ab.
- Die Glaukombehandlung ist in 50 % der Fälle positiv, selbst dann, wenn die Medikamentenbehandlung ohne Erfolg ist.
- Negative Nebenwirkungen sind weder im Auge noch im Hirngewebe verzeichnet worden.

Im Rahmen einer Vorstudie soll untersucht werden, ob sich bei Normalprobanden Blutgefäße in der Retina analog zum Herz-Kreislauf-System /7, 14/ unter einer Magnetfeldtherapie mit dem Gerät Quantronic-Resonanz-System Salut 1 QRS<sup>®</sup> erweitern. Des weiteren sollen vergleichende Messungen vor und nach sublingualer Gabe von 0,4 mg Trinitroglycerin durchgeführt werden.

### **2. Untersuchungspersonen und Methoden**

**Untersuchungspersonen:** Es wurden 4 freiwillige klinisch gesunde Personen (1mal weiblich, 3mal männlich) mit einem Durchschnittsalter von  $58,3 \pm 1,8$  Jahren therapiert. Der Zustand der Augen war altersentsprechend, wobei alle Personen eine vom Arzt verordnete Lesebrille mittlerer Stärke besaßen. Die Messungen fanden in einem ruhigen Raum vormittags zwischen 8 und 11 Uhr statt.

**QRS-Magnetfeldtherapie:** An den sitzenden Versuchspersonen wurde rücklings am Kopf-, Hals- und Schulterbereich eine kleine QRS-Therapie-Matte („Spulenkissen“) angebracht. Sie wurden 8 Minuten unter dem Quantron-Resonanz-Gerät QRS<sup>®</sup>

therapiert.

Um auftretende Veränderungen bei einer QRS-Therapie zu vergleichen, wurde einer Versuchsperson 0,4 mg **Trinitroglycerin** sublingual verabreicht. Bekanntlich wirkt ein so zugeführtes Nitrat - ebenso wie das endogen gebildete - gefäßerweiternd. Nitroglycerin stellt somit einen Stimulus dar, mit dem man die Vasodilatation endothelunabhängig anregen kann. Dieser Effekt läßt sich im Herz-Kreislauf-System nichtinvasiv u.a. mit Hilfe hochauflösender Ultraschallduplextechnik, der Laser-Doppler-Flowmetrie, der NIRP-Methode /7/ sowie der Venenverschlußplethysmographie erfassen.

Die **Untersuchungen des Augenhintergrundes** bei Einwirkung des QRS-Magnetfeldes sowie unter Trinitroglycerin wurden durchgeführt mit dem *Heidelberg Retina Flowmeter* der Firma HEIDELBERG ENGINEERING /5/. Der Heidelberg Retina Flowmeter kombiniert zwei spezielle Meßtechniken, die konfokale Laser-Abtasttechnik und die Laser-Doppler-Flowmetrie, zu einem neuartigen Gerät zur nichtinvasiven und zweidimensionalen Kartierung der retinalen Mikrozirkulation /5/.

Bei einer Untersuchung mit dem *Heidelberg Retina Flowmeter* wird die Retina oder die Papille mit einem infraroten Laserstrahl zweidimensional abgetastet. Licht, das von bewegten roten Blutkörperchen reflektiert oder gestreut wird, erfährt aufgrund des optischen Dopplereffektes eine Frequenzänderung. Es interferiert mit Licht, das an unbewegten Strukturen im umgebenden Gewebe reflektiert wird und seine ursprüngliche Frequenz beibehält. Diese Interferenz führt zu einer charakteristischen Variation der detektierbaren Intensität des an einer bestimmten Stelle reflektierten Lichts. Mit dem *Heidelberg Retina Flowmeter* werden diese Intensitätsvariationen an jedem Punkt eines zweidimensionalen Abtastfeldes gemessen und zur Bestimmung der lokalen Doppler-Frequenzänderung und damit zur Quantifizierung des lokalen Blutflusses verwendet. Dies führt zu einer zweidimensionalen Darstellung der retinalen Durchblutung mit einer räumlichen Auflösung auf Kapillar-Niveau. Die Größe des Meßfeldes auf der Retina beträgt  $10^{\circ} \times 2,5^{\circ}$  bis  $20^{\circ} \times 5^{\circ}$ . Innerhalb dieses Feldes werden insgesamt  $256 \times 64$  (16.384) unabhängige Laser-Doppler-Messungen durchgeführt. Die gesamte Datenaufnahmezeit beträgt 2 Sekunden. Zur Datenaufnahme ist keine Pupillenerweiterung erforderlich. Die Auswertung der Daten erfolgt in weniger als einer Minute. Dabei werden zweidimensionale Durchblutungskarten erzeugt, die eine Visualisierung des Netzwerks durchbluteter Kapillaren und Gefäße ermöglichen. Darüberhinaus können lokale Blutflußparameter wie Geschwindigkeit, Fluß und Volumen in gewissem Sinne auch quantitativ bestimmt werden. Die Betriebssoftware des Gerätes läuft auf einem Personal Computer unter DOS oder Windows 95. Sie umfaßt Datenbankfunktionen, Bildaufnahme, Bildbearbeitung, Kontrastverstärkung, Erzeugung und Druck von Untersuchungsberichten sowie Bildarchivierung /5/.

### 3. Ergebnisse

**Abb. 1** zeigt einen mit dem *Heidelberg Retina Flowmeter* erfaßten Ausschnitt der Retina mit kleinen Arterien sowie ein analysiertes Fenster, woraus das entsprechende Durchblutungs-Volumen abgeleitet wird. Ein solches Fenster wurde vor sowie unter der QRS-Therapie bei der entsprechenden Versuchsperson (etwa

konstant gehalten, ansonsten wurde der Meßort variiert. Es wurde bei jeder Versuchsperson von den Meßwerten *vor* der Therapie der arithmetische Mittelwert für den gewählten Meßort gebildet und alle nachfolgenden Meßwerte, also unter der Therapie, durch diesen Mittelwert dividiert. Dadurch erhält man **relative** Veränderungen sowohl unter der QRS-Therapie als auch unter Trinitroglycerin, bezogen auf das mittlere Durchblutungs-Volumen *vor* der Therapie in dem zugrunde gelegten Fenster (normierter Mittelwert = 1 bei jeder Versuchsperson).

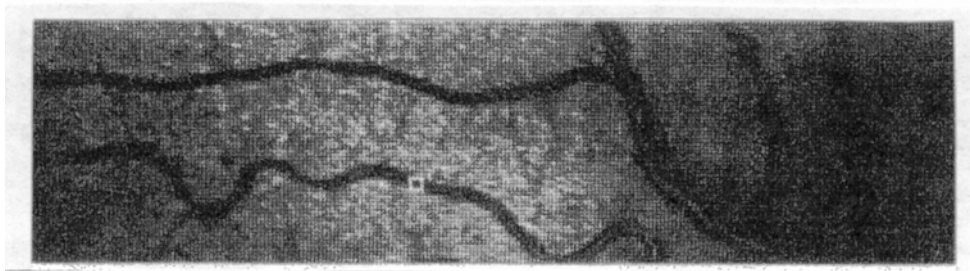


Abb. 1: Mit dem *Heidelberg Retina Flowmeter* erfaßter Ausschnitt A der Retina mit kleinen Arterien sowie ein analysiertes Fenster.

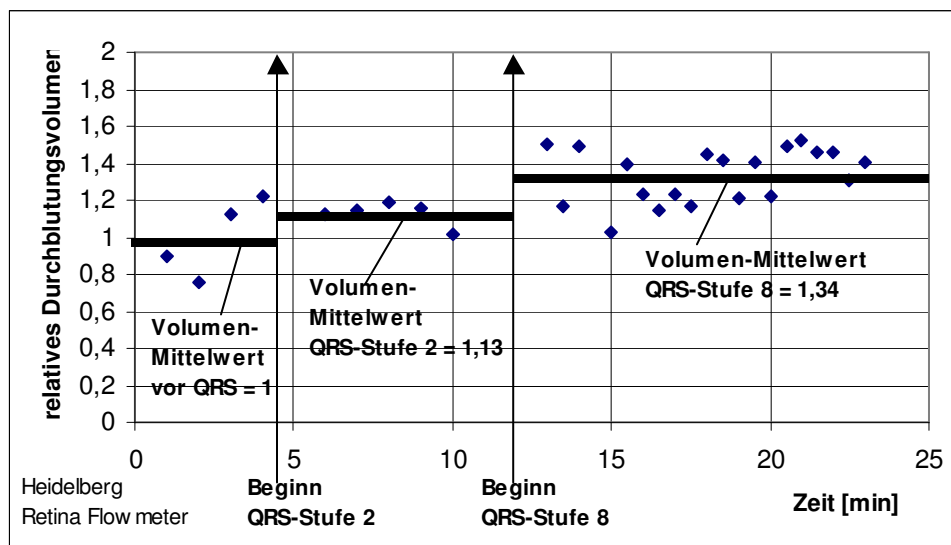
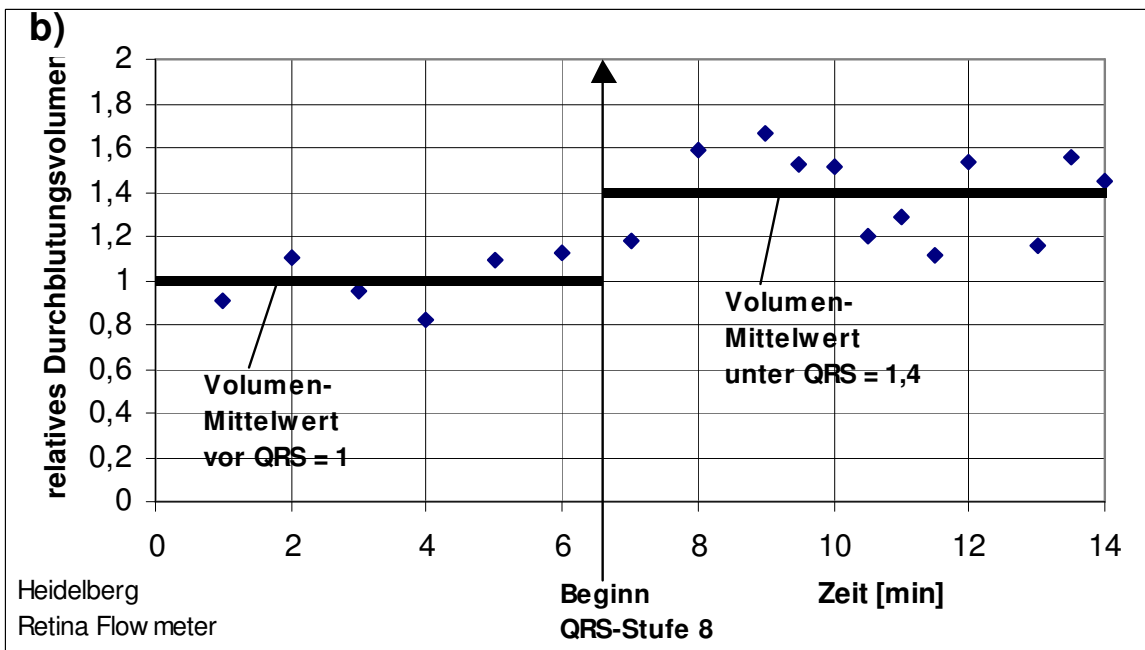
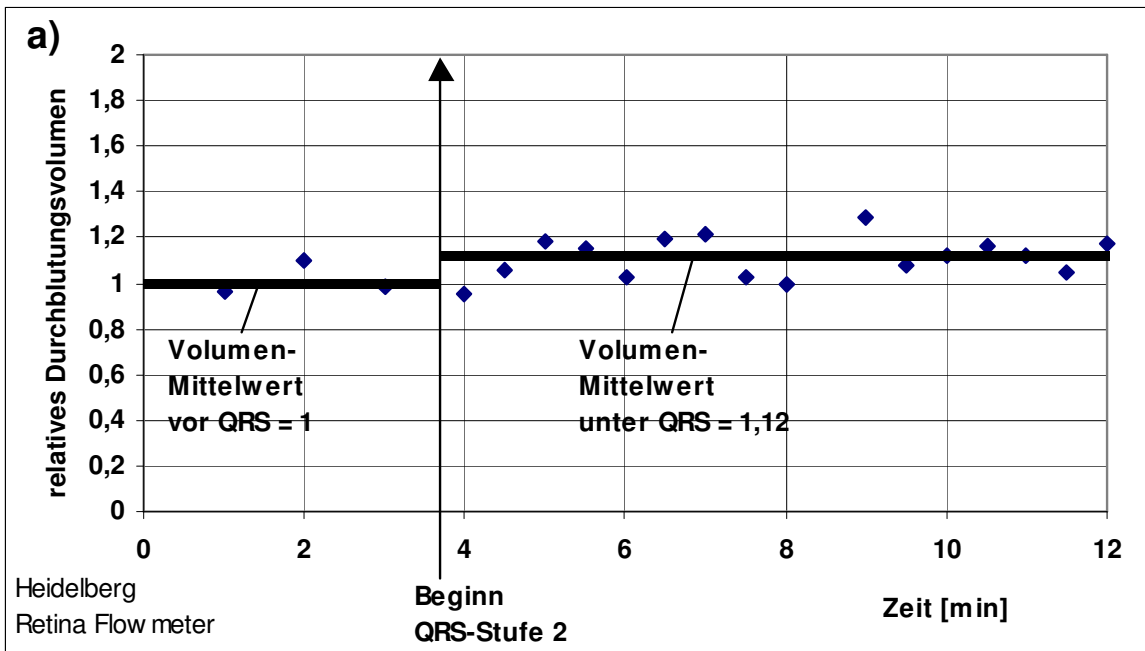


Abb. 2: Durchblutungsveränderungen in einer kleinen Augenarterie der Retina unter QRS-Therapie (vor QRS, QRS-Stufen 2 und 8) bei einer 60jährigen Probandin

Nach dem dargelegten Algorithmus wurden die nachfolgenden Meßwerte bei den Versuchspersonen unter entsprechenden Magnetfeldintensitäten erhalten. **Abb. 2** zeigt die mittleren Werte vor QRS sowie unter den Stufen 2 und 8 bei einer 60jährigen Probandin, analog **Abb. 3** bei einem 58jährigen (Abb. 3a unter Stufe 2, Abb. 3b unter Stufe 8), **Abb. 4** bei einem 60jährigen (Abb. 4a unter QRS-Stufe 2, Abb. 4b unter Stufe 8) sowie **Abb. 5** bei einem 55jährigen Probanden nur unter Stufe 8. In **Abb. 6** sind für den Probanden nach Abb. 4 als vergleichende Darstellung die Veränderungen nach sublingualer Gabe von 0,4 mg Trinitroglycerin ersichtlich. Um



Illust. 3

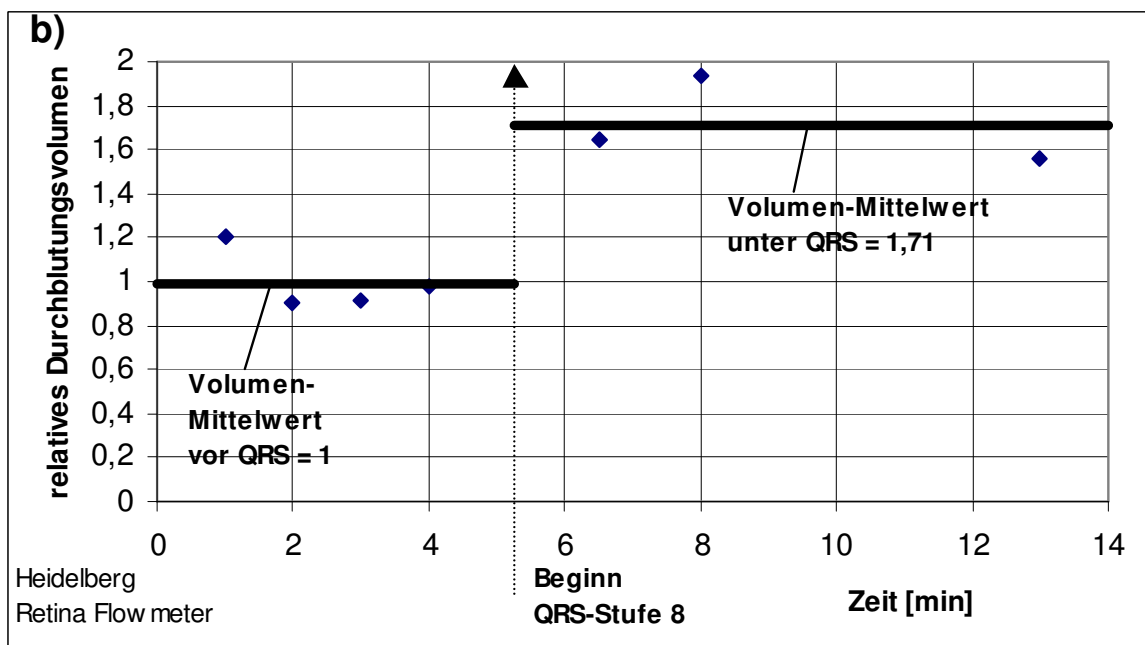
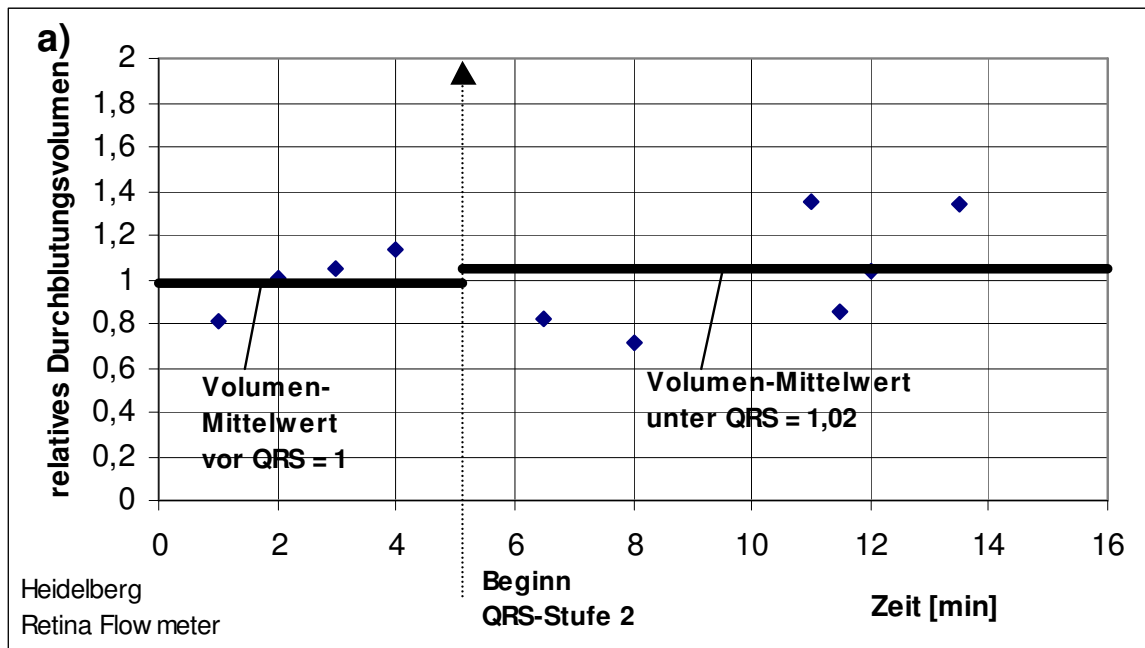


Abb. 4: Durchblutungsveränderungen in einer kleinen Augenarterie der Retina unter QRS-Therapie [a) Stufe 2, b) Stufe 8] bei einem 60jährigen Probanden

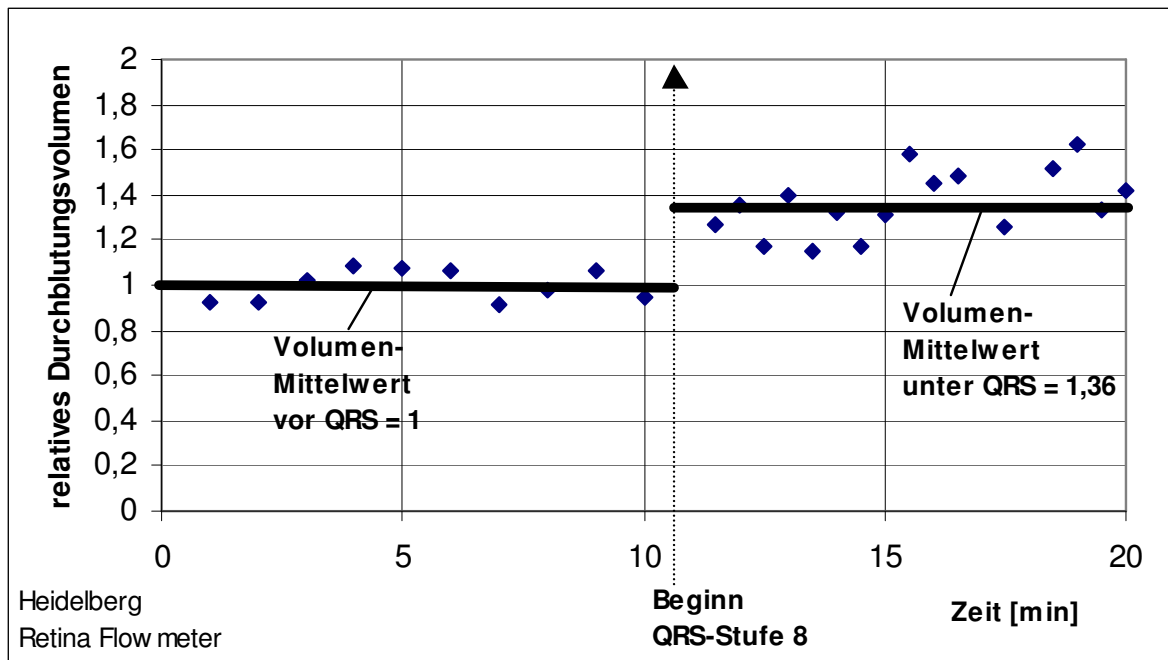


Abb. 5: Durchblutungsveränderungen in einer kleinen Augenerarterie der Retina unter QRS-Therapie [Stufe 8] bei einem 55jährigen Probanden

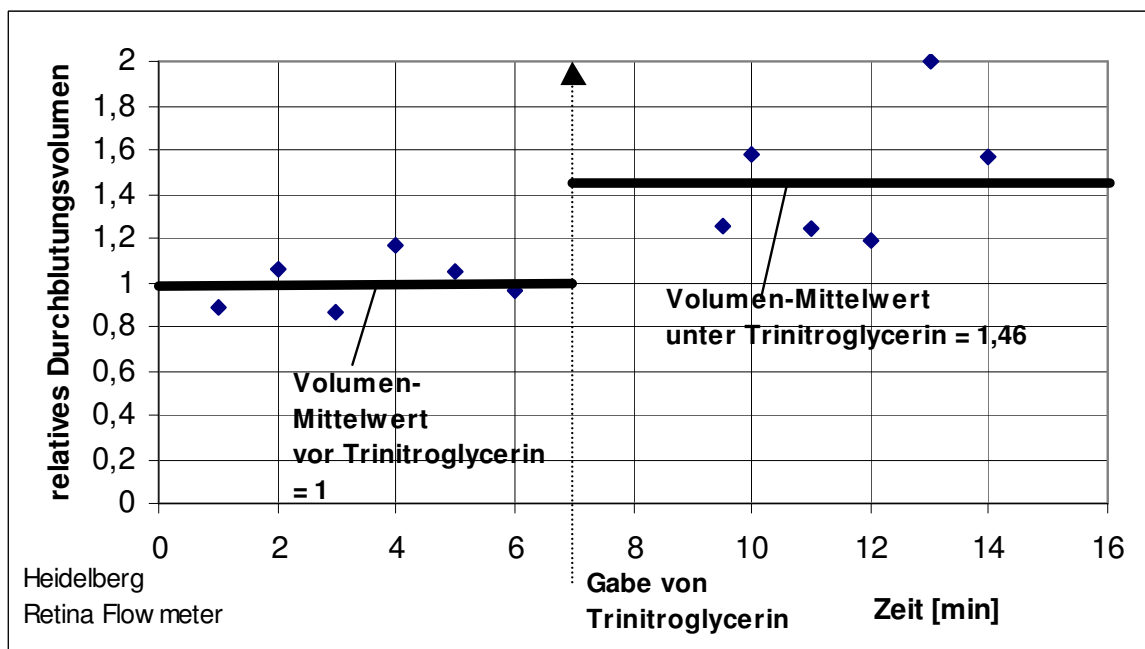


Abb. 6: Durchblutungsvolumina in einer kleinen Augenerarterie vor und nach sublingualer Gabe von 0,4 mg Trinitroglycerin bei einem 60jährigen Probanden

unabhängig vom Meßort die Abhängigkeit der sich einstellenden relativen Durchblutungsveränderungen bei den 4 Versuchspersonen zu ermitteln, wurden alle Meßwerte vor der Therapie sowie unter den entsprechenden QRS-Magnetfeldstufen (Intensitäten) 2 und 8 in **einem** Diagramm zusammengefaßt dargestellt, wie **Abb. 7** zeigt. Die dabei erhaltenen arithmetischen Mittelwerte sowie Standardabweichungen gehen aus **Tabelle 1** hervor.

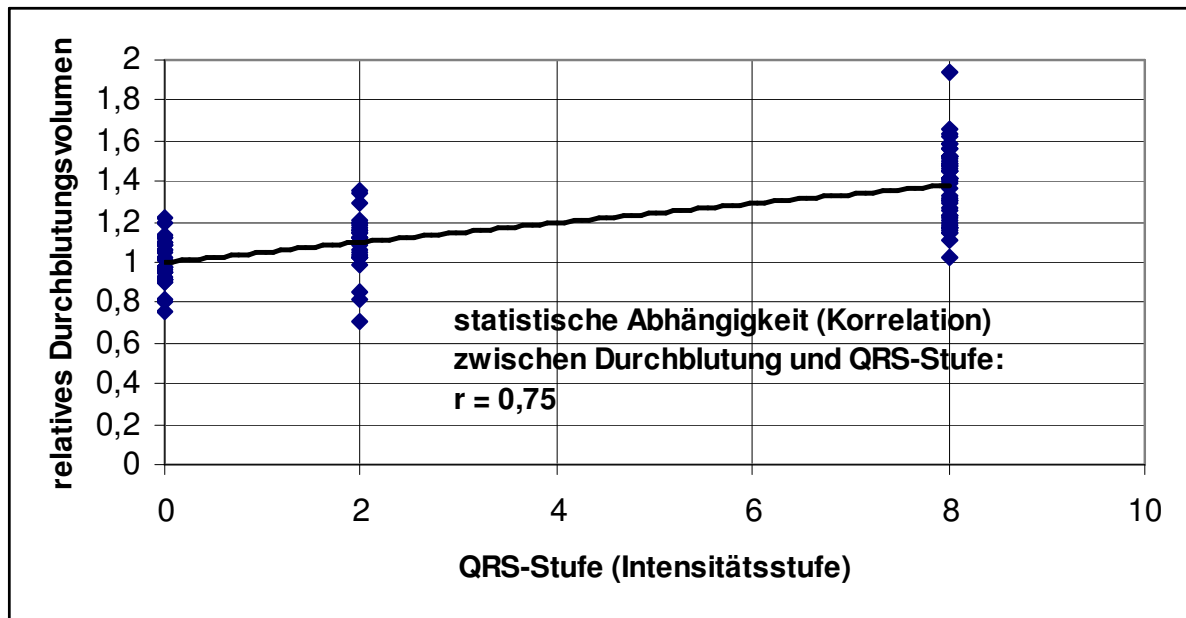


Abb. 7: Abhängigkeit der relativen Durchblutungsvolumina von den QRS-Magnetfeld-Stufe 2 und 8 bei den 4 Versuchspersonen, dabei unabhängig vom Meßort

QRS-Stufe	arithmetische Mittelwerte der relativen Durchblutungsvolumina	Standardabweichung
vor Therapie	1	0,09
2	1,1	0,11
8	1,39	0,15

Tabelle 1: Arithmetische Mittelwerte einschließlich Standardabweichungen der relativen Durchblutungsveränderungen der 4 Versuchspersonen bei den QRS-Magnetfeldstufen, abgeleitet aus Abb. 7

## 4. Diskussion

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, daß sich bei den 4 Versuchspersonen unter QRS-Therapie mit Zunahme der Intensität des QRS-Magnetfeldes die Durchblutungs-Volumina in den zugrunde gelegten Fenstern, also unabhängig vom Meßort, auch vergrößern. Es tritt demnach eine Gefäßerweiterung, eine Vasodilatation, auf, die unterschiedlich ist und möglicherweise vom Gefäßzustand abhängt. Daß der Prozeß nicht linear verläuft, zeigen die Streuungen der Meßwerte um die jeweiligen Mittelwerte. Ursache der Streuungen dürfte jedoch auch die Meßgenauigkeit des *Retina Flowmeter* sein.

Das Auftreten einer Vasodilatation bei Erhöhung der Magnetfeldintensität (Abb. 2 bis 5) zeigt offensichtlich auch, daß die Gefäße der Retina im Gegensatz zur Gefäßperipherie nicht durch den Sympathikus innerviert werden. In einer bisher unveröffentlichten Arbeit der Verfasser wird gezeigt, daß sich bei Vergrößerung der QRS-Magnetfeldintensität der periphere Sympathikotonus erhöht und somit eine periphere Engstellung eintritt. Gleichzeitig wird darauf verwiesen, daß sich dadurch die NO-Produktion reduziert. Umgekehrt führt eine geringe QRS-Stufe zur Reduzierung des peripheren Sympathikotonus und damit zur Gefäßerweiterung. Dies stellt sich in der Retina offensichtlich nicht ein.

Die Wirkung von exogen zugeführtem Trinitroglyzerin geht aus Abb. 6 hervor. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit denen unter Magnetfeldtherapie: Das sublingual zugeführte Nitrat wirkt ebenso wie das endogen gebildete gefäßerweiternd. Nitroglyzerin stellt somit einen Stimulus dar, mit dem man die Vasodilatation endothelunabhängig anregen kann.

Zwischen der QRS-Stufe und der sich einstellenden Magnetfeldintensität besteht ein völlig linearer Zusammenhang: minimal wählbare Feldstärke 2  $\mu$ T in der Stufe 1, 20  $\mu$ T Feldstärke bei der höchsten Stufe 10. Abb. 7 zeigt, daß die näherungsweise Annahme einer linearen Korrelation zwischen den relativen Durchblutungsvolumina und den Magnetfeld-Intensitäten berechtigt erscheint, zumal sich ein relativ hoher Korrelationsfaktor von  $r = 0,75$  bei diesen 4 Versuchspersonen ergab. Ob sich eine solche Abhängigkeit bei Normalprobanden grundsätzlich einstellt, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Treten Endothelschädigungen (z.B. bei Diabetikern) auf, wird sich eine solche Korrelation kaum ergeben, wie in Studien zu analysieren ist.

Ob die in Tabelle 1 aufgeführten Veränderungen sich als Normalbereiche erweisen, muß bei einer größeren Zahl von Versuchspersonen ermittelt werden.

## 5. Ausblick

Wie im Plenarvortrag „QRS-Magnetfeldtherapie – Gegenwart und Zukunft“ dargelegt wurde, erfolgt am Gefäßendothel im allgemeinsten Sinne die Steuerung der Synthese von **Stickstoffmonoxyd (NO)** /3, 4, 6, 7, 9, 10, 11/ und **Prostazyklinen** als Vasodilatoren, aktiviert auch durch das speziell gestaltete QRS-Magnetfeld /1, 2, 12, 13/. Stickstoffmonoxyd wird, wie *Kelm* /6/ berichtet, von den Endothelzellen bereits in Ruhe gebildet und ist wesentlich an der Regulation des Gefäßtonus, also auch des Blutflusses sowie -druckes, beteiligt. Andererseits ist bei verschiedenen



Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems im Frühstadium das Gefäßendothel geschädigt und die protektive Wirkung von NO als Vasodilatator und Thrombozytenhemmstoff entfällt (Auftreten von *Endotheldysfunktionen*), worauf in /6, 9, 10/ verwiesen wird. Des weiteren ist bekannt, daß von Endothelzellen ins Blut freigesetztes NO zunächst im Plasma zu Nitrit oxydiert wird, welches dann sehr schnell zu Nitrat konvertiert und als solches im Urin ausgeschieden wird /6/. Man spricht bei der genannten Oxydation von einem "*Inaktivierungsmechanismus für NO*". Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Mechanismus Ursache dafür ist, daß sich die Produktion und der Abfluß von Augen-Kammerwasser die Waage halten und sich ein konstanter Augeninnendruck einstellt. Ist im Falle einer Endotheldysfunktion die NO-Produktion reduziert, ist das Verhältnis gestört, kann sich der Augeninnendruck pathologisch erhöhen, der Sehnerv geschädigt werden, ein Glaukom stellt sich ein. Liegt eine ausgesprochene Endotheldysfunktion vor, wird nach /9/ ein erhöhter NO-Katabolismus durch eine Aktivierung des Renin - Angiotensin- Systems (RAS) ausgelöst.

Wenn in /8/ dargelegt wird, daß eine Glaukombehandlung durch ein Magnetfeld in 50 % der Fälle positiv zu werten war, dann dürfte der dargelegte NO-Inaktivierungsmechanismus Ursache dafür sein.

Die ausblickend dargelegten möglichen Anwendungen der QRS-Magnetfeldtherapie in der gesamten Ophthalmologie bleibt zukünftigen Arbeiten vorbehalten.

## Literatur

- /1/ Fischer, G. und U. Warnke: Einrichtung zur Ermittlung der Wirkung gepulster Magnetfelder auf einen Organismus. Europäische Patentschrift EP 0 729 318 B1.
- /2/ Fischer, G.: Grundlagen der Quanten-Therapie. HECATAEUS-Verlagsanstalt 1996.
- /3/ Forth, W. u.a.: Pharmakologie und Toxikologie. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg/Berlin/Oxford 1996.
- /4/ Grobecker, H.-F., W.R. Kukovetz: Organische Nitrate: Neue Aspekte zum Wirkungsmechanismus und zur therapeutischen Anwendung. Arcis München 1992.
- /5/ Heidelberg Engineering: Firmenschrift zum Heidelberg Retina Flowmeter.
- /6/ Kelm, M.: Kardiovaskuläre Wirkungen von Stickstoffmonoxid und ihre Bedeutung für die arterielle Hypertonie. Schattauer Stuttgart/New York 1996.
- /7/ Krauß, M. und G. Grohmann: Messung von peripheren Kreislaufparametern mit der nichtinvasiven NIRP-Methode bei pulsierender Magnetfeldtherapie mit dem Quantronic-Resonanz-System Salut 1. Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren 38, 7 (1997), 491-502.
- /8/ Mitbreit, M.I.: Use of Magnetic Fields in Ophthalmology. Medizinisches Institut Moskau, Rußland: Vestnik oftalmologii 4, 69-72 (1980).
- /9/ MMW: Endothel-Dysfunktion. Neue Aspekte der ACE-Hemmung. MMV Medizin München 20/1997.
- /10/ Schmidt, H.H.H.W.: NO, endogener Botenstoff und Zellgift. MED. MO. PHARM. 17, 6 (1994), 168 - 185.
- /11/ Thews, G. und P. Vaupel: Vegetative Physiologie. 3. Aufl.. Springer Berlin/Heidelberg/New York/Barcelona/Budapest/Hongkong/London/Mailand/Paris/Santa Clara/Singapur/Tokio 1997.

- /12/ Warnke, U.: Einrichtung zur Beeinflussung von elektrischen und magnetischen Feldern niedriger Frequenz. Europäische Patentschrift EP 0 621 795 B1.
- /13/ Warnke, U.; Fischer, G. und H.L. König: Vorrichtung zum Transport von Ionen, insbesondere Protonen. Europäische Patentschrift EP 0 594 655 B1.
- /14/ Warnke, U.: Der Mensch und die 3. Kraft. Popular Academic Saarbrücken 1994 (ISBN 3-929929-03-1).