

Michael Ihring / Patrick Reinhold

**Augeninnendrucksenkung unter
körperlicher Ausdauerbelastung bei
Freizeitsportlern**

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Technische Fachhochschule Berlin
University of Applied Sciences

Fachbereich VII / Elektrotechnik und Feinwerktechnik
Augenoptik/Optomietrie

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Augenoptiker/Optomietrist (FH)

über das Thema:

Augeninnendrucksenkung unter körperlicher Ausdauerbelastung bei Freizeitsportlern

Vorgelegt von: Michael Ihring Patrick Reinhold

Ort und Datum: Berlin, 26. Juni 2008

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	1
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG (IHRING/REINHOLD).....	5
ABSTRACT (IHRING/REINHOLD).....	5
1. EINLEITUNG (IHRING/REINHOLD).....	6
2. GRUNDLAGEN (IHRING/ REINHOLD)	8
2.1 Glaukom (Ihring).....	8
2.1.1 Definition.....	8
2.1.2 Primäre Glaukomformen.....	10
2.1.2.1 <i>Offenwinkelglaukom</i>	10
2.1.2.2 <i>Winkelblockglaukom</i>	11
2.1.2.3 <i>Kongenitales Glaukom</i>	13
2.1.3 Sekundäre Glaukomformen.....	14
2.1.3.1 <i>Pseudoexfoliationsglaukom</i>	14
2.1.3.2 <i>Pigmentglaukom</i>	15
2.1.3.3 <i>Neovaskularisationsglaukom</i>	15
2.1.3.4 <i>Steroidglaukom</i>	16
2.1.4 Risikofaktoren.....	17
2.2 Augeninnendruck (Reinhold)	20
2.2.1 Definition.....	20
2.2.2 Ziliarkörper	21
2.2.3 Trabekelwerk.....	22
2.2.4 Kammerwasser.....	23
2.2.5 okuläre Hypertension	24
2.2.6 Die Ocular Hypertension Treatment Study.....	25
2.3 systemische Vergleichsparameter (Reinhold).....	26
2.3.1 Blutdruck.....	26

2.3.2 Puls.....	27
2.3.2.1 <i>Taststellen</i>	29
2.3.2.2 <i>Berechnung</i>	30
2.3.3 Sauerstoffsättigung	30
2.3.4 BMI	31
2.4 Ausdauertraining (Ihring).....	32
2.4.1 Energiestoffwechsel und Energiebereitstellung	33
2.4.2 Allgemeine aerobe dynamische Ausdauer	34
2.4.3 Herz-Kreislauf-Regulation bei körperlicher Belastung	35
2.4.4 Stoff- und Flüssigkeitsaustausch im Kapillarbereich	36
2.4.5 Laufbandergometrie und Leistungsdiagnostik.....	38
2.4.6 Belastungsschema	39
3. ZIELSETZUNG (IHRING/REINHOLD).....	42
3.1 Augeninnendrucksenkung durch Ausdauertraining (Ihring)	42
3.2 Glaukomprävention durch Ausdauertraining (Ihring)	43
3.3 Abgrenzung zu Kraftsportarten (Reinhold).....	44
4. MATERIAL UND METHODE (IHRING/REINHOLD)	45
4.1 Studiengruppe (Reinhold)	45
4.1.1 Probandenauswahl	45
4.1.2 Probandeneigenschaften.....	45
4.2 Verwendete Geräte (Ihring)	45
4.2.1 ICare Tonometer	46
4.2.2 Pulsoximeter.....	47
4.2.3 Blutdruckmessgerät.....	48
4.3 Studiendesign (Ihring).....	49
4.3.1 Messkriterien.....	49
4.3.2 Ablauf der Messung.....	50
4.3.3 Protokoll.....	50
5. ERGEBNISSE (IHRING/REINHOLD).....	53

5.1 Ergebnisdarstellung	53
5.1.1 Beschreibung der grafischen Darstellungstypen.....	53
5.1.2 Grafische Auswertung der Anamnesedaten.....	54
5.1.3 Empirische Häufigkeitsverteilung und Belastungsdisposition systemischer Parameter	64
5.1.4 Empirische Häufigkeitsverteilung und Belastungsdisposition des Augeninnendruckes.....	80
5.2 Deskriptive Statistik	86
5.2.1 Beschreibung der verwendeten Testverfahren.....	86
5.2.2 Stichprobenanalyse auf Normalverteilung mit Shapiro-Wilk-Test	87
5.2.3 t-Test des Augeninnendruckes beider Augen.....	90
5.3 Korrelationsanalyse	91
5.3.1 Abhängigkeit systemischer Parameter und IOD von der Ausdauerbelastung....	91
5.3.2 Abhängigkeit des Augeninnendruckes von systemischen Parametern.....	97
5.4 Darstellung des Endergebnisses	102
5.4.1 Augeninnendruckveränderung und BMI	102
5.4.2 Augeninnendruckveränderung bei hohen und niedrigen IOD-Werten.....	103
5.4.3 Puls- und Augeninnendruckveränderung unter Ausdauerbelastung	104
6. ERGEBNISSWÜRDIGUNG (IHRING/REINHOLD)	105
6.1 Analyse der Ergebnisse	105
6.2 Vergleich Hypothesen und Ergebnisse	107
6.3 Fehlerbetrachtung	108
7. RESÜMEE (IHRING/REINHOLD)	110
ANHANG	111
GLOSSAR	120
QUELLENVERZEICHNIS	122
DANKSAGUNG	124
EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fortgeschrittene, glaukomatöse Optikusatrophie (links: Fundus), (rechts: histologischer Schnitt).....	8
Abbildung 2: Offener Kammerwinkel (links), verstopftes Trabekelmaschenwerk (rechts).....	10
Abbildung 3: Verlauf des Kammerwasserverschlusses (links), verschlossener Kammerwinkel, gerötete Bindehaut und ödematöse Hornhaut (rechts).....	12
Abbildung 4: Buphthalmus	13
Abbildung 5: Pseudoexfoliatives Material am Pupillenrand (links) im Kammerwinkel (mitte) und auf der Linsenvorderfläche (rechts).....	14
Abbildung 6: Transillumination der Iris (links) und Krukenberg-Spindel (rechts).....	15
Abbildung 7: Ausgeprägte Rubeosis iridis (links) und synechienbedeckter Kammerwinkel (rechts).....	16
Abbildung 8: Tageszeitliche Schwankungen des Augeninnendruckes	18
Abbildung 9: Gefäßspasmen als Zeichen einer Durchblutungsstörung.....	20
Abbildung 10: Struktur des Trabekelwerks.....	22
Abbildung 11: Zirkulation des Kammerwassers	23
Abbildung 13: Regulation des peripheren Gefäßwiderstandes.....	36
Abbildung 14: Komponenten des effektiven Filtrationsdruckes im Kapillarbereich.....	38
Abbildung 15: Messvorgang mit dem icare-Tonometer	46
Abbildung 16: Schematischer Aufbau des icare-Tonometers	47
Abbildung 17: Pulsox 300i mit SD-5C-Sensor.....	48
Abbildung 18: Blutdruckmessgerät AEG BMG 4906.....	49
Abbildung 19: Protokoll-Vorderseite.....	51
Abbildung 20: Protokoll-Rückseite	52
Abbildung 21: Kreisdiagramm zur Häufigkeitsverteilung des Geschlechtes.....	54
Abbildung 22: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Alters.....	55
Abbildung 23: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der sportlichen Intensität.....	56
Abbildung 24: Kreisdiagramm zur Häufigkeitsverteilung der Kaffeetrinker.....	57
Abbildung 25: Kreisdiagramm zur Häufigkeitsverteilung der Raucher.....	57
Abbildung 26: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Probandengröße.....	58
Abbildung 27: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Probandengewichtes	59
Abbildung 28: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des BMI.....	60
Abbildung 29: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des letzten Augenarztbesuches.....	61
Abbildung 30: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Fehlsichtigkeit.....	62
Abbildung 31: Kreisdiagramme zur Häufigkeitsverteilung der Risikofaktoren des Glaukoms	63
Abbildung 32: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Pulses ohne Belastung.....	64
Abbildung 33: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Pulses nach 5 Minuten.....	64
Abbildung 34: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Pulses nach 10 Minuten.....	65
Abbildung 35: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Pulses nach 15 Minuten.....	65
Abbildung 36: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Pulses nach 17 Minuten.....	66
Abbildung 37: Box-Whisker-Plots zur Pulsveränderung unter Ausdauerbelastung.....	67

Abbildung 38: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des systolischen Blutdrucks ohne Belastung.....	68
Abbildung 39: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des systolischen Blutdrucks nach 5 Minuten	68
Abbildung 40: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des systolischen Blutdrucks nach 10 Minuten.....	69
Abbildung 41: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des systolischen Blutdrucks nach 15 Minuten.....	69
Abbildung 42: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des systolischen Blutdrucks nach 17 Minuten.....	70
Abbildung 43: Box-Whisker-Plots zur Veränderung des systolischen Blutdrucks unter Ausdauerbelastung..	71
Abbildung 44: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des diastolischen Blutdrucks ohne Belastung	72
Abbildung 45: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des diastolischen Blutdrucks nach 5 Minuten.....	72
Abbildung 46: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des diastolischen Blutdrucks nach 10 Minuten.....	73
Abbildung 47: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des diastolischen Blutdrucks nach 15 Minuten.....	73
Abbildung 48: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des diastolischen Blutdrucks nach 17 Minuten.....	74
Abbildung 49: Box-Whisker-Plots zur Veränderung des diastolischen Blutdrucks unter Ausdauerbelastung.	75
Abbildung 50: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Sauerstoffsättigung ohne Belastung.....	76
Abbildung 51: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Sauerstoffsättigung nach 5 Minuten	76
Abbildung 52: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Sauerstoffsättigung nach 10 Minuten.....	77
Abbildung 53: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Sauerstoffsättigung nach 15 Minuten.....	77
Abbildung 54: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung der Sauerstoffsättigung nach 17 Minuten.....	78
Abbildung 55: Box-Whisker-Plots zur Veränderung der Sauerstoffsättigung unter Ausdauerbelastung	79
Abbildung 56: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Augeninnendruckes ohne Belastung	80
Abbildung 57: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Augeninnendruckes nach 5 Minuten	81
Abbildung 58: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Augeninnendruckes nach 10 Minuten.....	82
Abbildung 59: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Augeninnendruckes nach 15 Minuten.....	83
Abbildung 60: Histogramm zur Häufigkeitsverteilung des Augeninnendruckes nach 17 Minuten.....	84
Abbildung 61: Box-Whisker-Plots zur Veränderung des Augeninnendruckes unter Ausdauerbelastung.....	85
Abbildung 62: Korrelation zwischen Puls und Ausdauerbelastung.....	92
Abbildung 63: Korrelation zwischen systolischen Blutdruck und Ausdauerbelastung.....	93
Abbildung 64: Korrelation zwischen diastolischen Blutdruck und Ausdauerbelastung.....	94
Abbildung 65: Korrelation zwischen Sauerstoffsättigung und Ausdauerbelastung.....	95
Abbildung 66: Korrelation zwischen Augeninnendruck und Ausdauerbelastung.....	96
Abbildung 67: Korrelation zwischen Augeninnendruck und Puls	98
Abbildung 68: Korrelation zwischen Augeninnendruck und systolischen Blutdruck.....	99
Abbildung 69: Korrelation zwischen Augeninnendruck und diastolischen Blutdruck.....	100
Abbildung 70: Korrelation zwischen Augeninnendruck und Sauerstoffsättigung.....	101
Abbildung 71: Box-Whisker-Plots zur Veränderung des Augeninnendruckes unter Berücksichtigung des BMI.....	102
Abbildung 72: Box-Whisker-Plots zur Veränderung hoher und niedriger IOD-Ausgangswerte	103
Abbildung 73: Box-Whisker-Plots zur Veränderung des Pulses und des Augeninnendruckes unter Ausdauerbelastung.....	104

Abkürzungsverzeichnis

a	Signifikanzniveau
Abb.	Abbildung
ADP	Adenosindiphosphat
ATP	Adenosintriphosphat
BMI	Body-Mass-Index
ca.	cirka
d.h.	das heißt
dl	Deziliter
EKG	Elektrokardiogramm
HMV	Herzminutenvolumen
IOD	Intraokularer Druck
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
ml	Mililiter
mN	Milinewton
µg	Mikrogramm
µl	Mikrogramm
µmol	Mikromol
NDG	Normaldruckglaukom
OHTS	Okular Hypertension Treatment Study
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PDS	Pigmentdispersionssyndrom
PEX	Pseudoexfoliationssyndrom
pH	lat. pondus Hydrogenii
POWG	Primäres Offenwinkelglaukom
r^2	Bestimmtheitsmaß
SO ₂	Sauerstoffsättigung
SaO ₂	arterielle Sauerstoffsättigung
Tab.	Tabelle
WHO	Weltgesundheitsorganisation
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Studentübersicht zum Augeninnendruck

Tabelle 2: Konzentration von organischen und anorganischen Bestandteilen des
Kammerwassers

Tabelle 3: allgemeine BMI-Einteilung

Tabelle 4: altersabhängige BMI-Einteilung

Tabelle 5: Energiebelastung bei verschiedenen Laufgeschwindigkeiten

Tabelle 6: Test auf Normalverteilung des Pulses nach Shapiro-Wilk

Tabelle 7: Test auf Normalverteilung des systolischen Blutdruckes nach Shapiro-Wilk

Tabelle 8: Test auf Normalverteilung des diastolischen Blutdruckes nach Shapiro-Wilk

Tabelle 9: Test auf Normalverteilung der Sauerstoffsättigung nach Shapiro-Wilk

Tabelle 10: Test auf Normalverteilung des Augeninnendruckes nach Shapiro-Wilk

Tabelle 11: t-Test für Augeninnendruckwerte des rechten und linken Auges

Tabelle 12: Korrelationsanalyse zur Abhängigkeit systemischer Parameter und IOD von
der Ausdauerbelastung

Tabelle 13: Korrelationsanalyse zur Abhängigkeit des IOD von systemischen Parametern

Zusammenfassung (Ihring/Reinhold)

Die Steigerung der körperlichen Ausdauerleistung hat heutzutage in vielen Lebensbereichen einen positiven Effekt. Neben der vitalen Fitness, verbessern sich wesentliche Funktionen des Herz-Kreislauf-Systems und Mechanismen des Stoffwechsels. Diese Diplomarbeit zeigt in einer Studie mit 30 Probanden die positiven Auswirkungen der Laufbandergometrie. Dabei richten sich die Betrachtungen auf die Veränderung des Augeninnendruckes. Ein erhöhter Wert ist als Risikofaktor einer Glaukomerkrankung anzusehen. Ziel einer jeden Therapie ist derzeit die medikamentöse Senkung des Augeninnendruckes. Diese Verringerung der Augeninnendruckwerte von durchschnittlich 24 %, wird in den zugrundeliegenden Untersuchungen durch aerobe Ausdauerbelastung erreicht. Zur qualitativen Einordnung der Messwerte wurden systemische Vergleichsparameter ermittelt. Dabei zeigen besonders schwere Menschen und Probanden mit hohem Augeninnendruck eine deutliche Senkung der Augeninnendruckwerte. Die Ergebnisse dieser Diplomarbeit sollen eine neue Möglichkeit der begleitenden Glaukomprävention aufzeigen und den positiven Effekt des Ausdauertrainings auf die Glaukomerkrankung dokumentieren.

Schlüsselwörter: Glaukom, Augeninnendruck, Ausdauertraining, Blutdruck, Puls

Abstract (Ihring/Reinhold)

Today, an increase in physical endurance performance will bring about a positive effect in almost every sphere of life. Besides vital fitness, it improves basic functions of the cardiovascular system and enhances metabolic mechanisms. Based on a study including 30 subjects, this diploma thesis shows the positive effects of treadmill ergometry. In particular, the paper focuses on the resulting changes in intraocular pressure. An elevated value is considered as a risk factor for glaucoma. At present, the goal of every therapy is to lower intraocular pressure with medicines. In these studies, such reduction in intraocular pressure was achieved by aerobic endurance training. Systemic comparative parameters were established for the purpose of qualitative assessment of the test results. The outcome of this diploma thesis shall point out a new possibility of concomitant glaucoma prevention and document the positive effect of endurance training on glaucoma disease.

Keywords: Glaucoma, intraocular pressure, endurance training, blood pressure, pulse

1. Einleitung (Ihring/Reinhold)

Das Glaukom, der „Grüne Star“, ist eine der Augenerkrankungen, mit dem größten derzeitigen Augenmerk in der Ophthalmologie. Bereits im 10. Jahrhundert verwies der arabische Arzt At-Tabari auf eine Augenerkrankung mit erhöhter Härte des Augapfels. Dieses Phänomen wurde erstmalig durch Barnister im 17. Jahrhundert mit dem Glaukom in Verbindung gebracht. 1858 stellte der Anatom H. Müller die Ursache retinaler Glaukomsymptome als direkte Folge des erhöhten Augeninnendruckes fest.¹ Dieser Zusammenhang hat in der heutigen wissenschaftlichen Augenheildiagnostik noch immer Bestand. Die aktuellen Therapiemöglichkeiten richten sich auf eine gezielte Verminderung des Augeninnendruckes.

Augeninnendruckveränderungen sind Teil einer systemischen Umstellung des menschlichen Organismus. Auf den Organismus wirken verschiedene externe Einflussfaktoren, wie unter anderem Arzneimittel, Nahrungsmittel, Drogen, Umwelteinflüsse und körperliche Betätigung. Dabei zählt die körperliche Aktivität in Form von Sport zur gesündesten Möglichkeit auf den Organismus Einfluss zu nehmen. Bei vielen behandelten Krankheiten wird in der modernen Medizin auf den Heilungsprozess, mit anschließenden Rehabilitationsmaßnahmen, positiv eingewirkt. Oft werden dabei wiederholte und ausgiebige Ausdauerbelastungen, die der verbesserten Mobilität und dem Herz-Kreislaufsystem förderlich sind, durchgeführt. Diese vielversprechende Wirkung des Ausdauersports wird in der folgenden Diplomarbeit bezüglich des Augeninnendruckes untersucht.

Es existieren derzeit wenige detaillierte Studienergebnisse zu Augeninnendruckveränderungen durch Sport. Die deutlichste Aussage zu diesem Thema publizierte die Staatliche Medizinische Hochschule in Brasilia in einer Vergleichsstudie zum Augeninnendruck beim Gewichtheben. Die Untersuchungsergebnisse gaben den Verfassern einen Anreiz, den Kenntnisstand zu Augeninnendruckveränderungen zu erweitern. Bei der Untersuchungsmethodik dieser Diplomarbeit möchten die Verfasser neue sportwissenschaftliche Aspekte im Ausdauersport beleuchten. Die Erweiterung der Kenntnisse zur Glaukomerkrankung ist von immer größerer Bedeutung, da mit 67 Millionen Menschen, ein großer Anteil der Weltbevölkerung betroffen ist und die

¹ Vgl. Pfeiffer, N., 2005, S. 1

Lebenserwartung in unserer Gesellschaft ansteigt.² Gleichzeitig werden die Möglichkeiten der sportlichen Aktivität immer vielfältiger. Hauptziel dieser Diplomarbeit ist eine alternative Glaukomvorsorge mit den Vorteilen des Ausdauersport zu verbinden. Somit wollen die Verfasser zu einer neuen Qualität der Glaukombehandlung beitragen.

² Vgl. Gerste, R., 2005, S. 19

2. Grundlagen (Ihring/ Reinhold)

Der Augennendruck (IOD) steht im direkten Zusammenhang mit der Definition des Glaukoms. Systemische Messwerte des menschlichen Körpers sind wichtige Beurteilungsmerkmale bei der Untersuchung des Glaukoms. Ausdauertraining stellt eine körperliche Belastung dar und verändert wesentliche Stoffwechselprozesse, wie die des Auges. Im folgenden Kapitel werden die relevanten Begriffe erläutert.

2.1 Glaukom (Ihring)

Die Volkserkrankung „Grüner Star“ ist aus heutiger Sicht eine der häufigsten Erblindungsursachen in den westlichen Industrienationen. In den USA und in Europa leiden mittlerweile 2 % aller Menschen über 40 Jahren an der Krankheit. In Deutschland besitzen 5 Millionen Menschen ein erhöhtes Glaukomrisiko. In ca. 800.000 Fällen ist eine Glaukomerkrankung diagnostiziert.³

2.1.1 Definition

Das Glaukom bezeichnet eine Gruppe von Augenerkrankungen. Diese sind durch eine stetig zunehmende Schädigung des Sehnerven mit anschließender Verschlechterung der visuellen Funktion gekennzeichnet. Hierbei kommt es zum Verlust von Nervenzellen, den Ganglienzellen und deren Sehnervenfasern. Dabei entsteht im Zentrum des Sehnervenkopfes eine Aushöhlung (Papillenexkavation), die als typisches Glaukomanzeichen gilt.

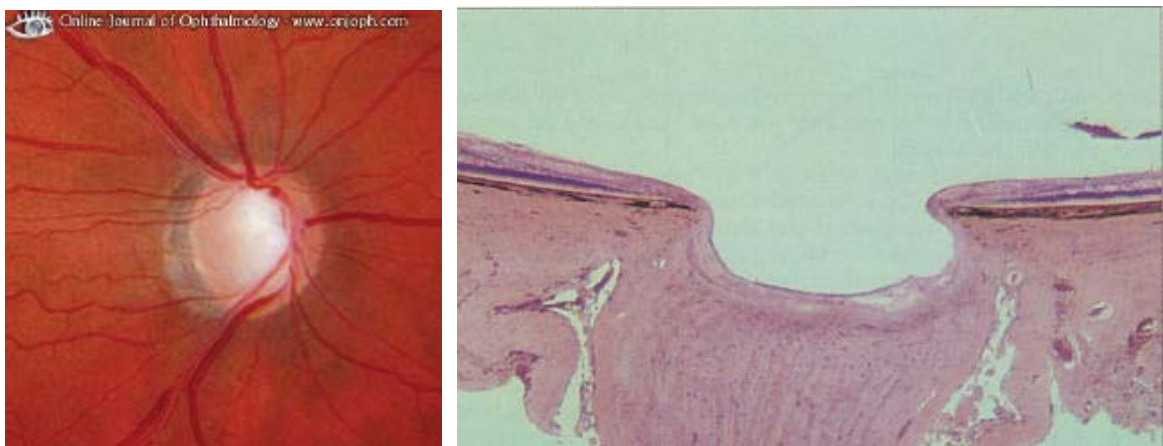


Abbildung 1: Fortgeschrittene, glaukomatöse Optikusatrophie (links: Fundus)⁴, (rechts: histologischer Schnitt)⁵

³ Vgl. <http://www.glaukom.de> (Stand: 25.05.2008)

⁴ Vgl. <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/photo.jsf?node=3096&locale=de> (Stand 04.04.2008)

⁵ Vgl. Spalton, D., 1996, S. 156