

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde

Klinikum rechts der Isar

**Der Augeninnendruck während und nach dem Spielen von Hoch-
und Niedrigwiderstandblasinstrumenten**

Kathrin Kappmeyer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. I. Lanzl
2. Univ.-Prof. Dr. Dr. (Lon.) Chr.-P. Lohmann

Die Dissertation wurde am 22. 12. 2009 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am 28. 04. 2010 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Blasinstrumente	1
1.1.1. Hoch- und Niedrigwiderstandsinstrumente.....	1
1.1.2. Tonerzeugung.....	2
1.1.3. Bedeutung des Valsalva-Manövers.....	2
1.2. Glaukom	3
1.2.1. Augeninnendruck.....	3
1.2.2. Einteilung.....	4
1.3. Bisherige wissenschaftliche Studien	5
1.3.1. Aydin Pinar.....	5
1.3.2. Schuman Joel S.....	5
1.4. Fragestellung	6
2. Material und Methoden	7
2.1. Material	7
2.1.1. iCare Tonometer.....	7
2.1.1.1. Technischer Aufbau.....	7
2.1.1.2. Funktionsprinzip.....	8
2.1.2. Peakflowmeter.....	9
2.1.3. Probanden und Ausschlusskriterien.....	9
2.1.3.1. Probanden.....	9

2.1.3.2. Ausschlusskriterien.....	10
2.2. Methoden.....	10
2.2.1. Aufklärung und Anamnese.....	10
2.2.2. Messung des Augeninnendrucks.....	11
2.2.3. Messung des Peak Flow Wertes.....	12
2.2.4. Dokumentation.....	12
2.2.5. Statistische Auswertung.....	13
3. Ergebnisse.....	14
3.1. Ergebnisse der Laienbläser.....	14
3.1.1. Probandengemeinschaft.....	14
3.1.2. Veränderungen des intraokularen Drucks während der Messungen.....	17
3.1.2.1. Hochwiderstandbläser.....	18
3.1.2.2. Niedrigwiderstandbläser.....	20
3.1.2.3. Vergleich der beiden Gruppen.....	21
3.1.3. Veränderungen des intraokularen Drucks während der Spielsequenzen.....	23
3.1.3.1. Normales Spielen.....	24
3.1.3.2. Forciertes Spielen.....	24
3.1.3.3. Vergleich von normal und forciert gespielter Sequenz.....	25
3.1.4. Veränderung des intraokularen Drucks nach den Spielphasen.....	25
3.1.4.1. Normales Spielen.....	26
3.1.4.2. Forciertes Spielen.....	27
3.1.5. Weitere Ergebnisse.....	28
3.2. Ergebnisse der Profibläser.....	28
3.2.1. Probandengemeinschaft.....	28
3.2.2. Veränderungen des intraokularen Drucks	29
4. Diskussion.....	32
4.1. Der Augeninnendruck während des Blasinstrumentspiels.....	32
4.2. Der Augeninnendruck nach dem Blasinstrumentspielen.....	34
4.3. Risiko für glaukomtypische Schädigung.....	35
5. Zusammenfassung.....	36

6. Literaturverzeichnis.....	38
Danksagung.....	40
Anhang: Dokumentationsbogen.....	41

Abkürzungsverzeichnis

cm H ₂ O	Zentimeter Wassersäule
g	Gramm
H	Hochwiderstandsinstrumente
L/min	Liter pro Minute
Max	Maximum
mg	Milligramm
Min	Minimum
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
MW	Mittelwert
n	Anzahl
N	Niedrigwiderstandsinstrumente
IOP	intraokularer Druck
r	Korrelationskoeffizient nach Pearson
SD	Standardabweichung

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung der einzelnen Instrumente bei den Laienbläsern.....	15
Tabelle 2: Verteilung einiger Parameter in der Hoch- und Niedrigwiderstandblasinstrumentgruppe.....	16
Tabelle 3: Vergleich der Instrumentenspieldauer (J) der Männer und Frauen.....	16
Tabelle 4: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) bei den Laienbläsern.....	18
Tabelle 5: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) in der Hochwiderstandgruppe.....	19
Tabelle 6: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) in der Niedrigwiderstandgruppe.....	20
Tabelle 7: Mittelwerte zum Vergleich des IOP Verlaufs (mmHg) in beiden Gruppen.....	22
Tabelle 8: Anstieg des Augeninnendrucks beim normalen Spielen.....	24
Tabelle 9: Anstieg des Augeninnendrucks beim forcierten Spielen.....	25
Tabelle 10: Verteilung der Instrumente bei den Profibläsern.....	28
Tabelle 11: Verteilung der anamnestic Parameter und des Peak Flow Wertes bei den Profibläsern.....	29
Tabelle 12: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) bei den Profibläsern.....	30
Tabelle 13: Veränderungen des IOP während der einzelnen Messpunkte.....	31

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Trompeter beim Spielen: CD-Cover: Armstrong Louis, Une Anthologie 1945 – 1955, Labu Jazz Masters, VÖ (digital): 12.11.2007.....	1
Abb.2: Schema zum technischen Aufbau des iCare Tonometers (abgeändert nach Kontiola 2000).....	8
Abb.3: Messung des intraokularen Drucks während einer Spielsequenz.....	11
Abb.4: Messung des Augeninnendrucks während einer forciert gespielten Sequenz.....	11
Abb.5: Geschlechterverteilung der Laienbläser.....	14
Abb.6: Verteilung der Hoch- und Niedrigwiderstandinstrumente.....	15
Abb.7: Boxplots zum Vergleich der Instrumentenspieldauer der Männer und Frauen.....	17
Abb.8: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks in der Hochwiderstandgruppe.....	19
Abb.9: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks in der Niedrigwiderstandgruppe.....	21
Abb.10: Boxplots zum Vergleich des IOP Verlaufs der beiden Gruppen.....	23
Abb.11: Streudiagramm zum Vergleich des Anstiegs und des IOP nach der Spielphase beim normalen Spielen.....	26
Abb.12: Streudiagramm zum Vergleich des Anstiegs und des IOP nach der Spielphase beim forcierten Spielen.....	27
Abb.13: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks bei den Profibläsern.....	30

1. Einleitung

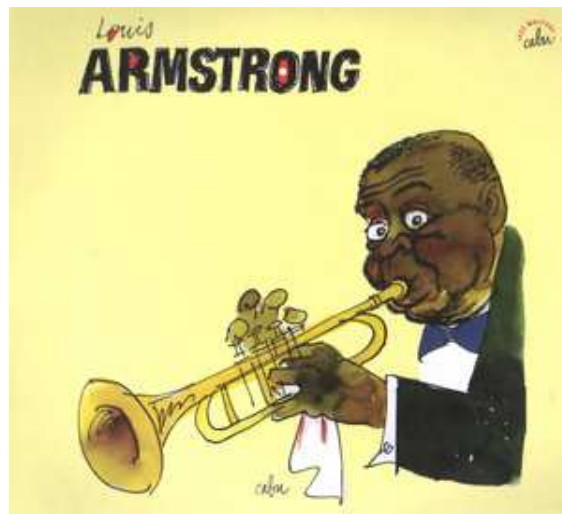


Abb.1: Trompeter beim Spielen

Bei der Betrachtung dieses Jazzmusikers in Abb.1 stellt sich die Frage, ob das Spielen der Trompete wirklich gesund ist. Die aufgeblasenen Backen und die hervortretenden Augen erwecken eher den Eindruck, dass das Spielen von Blasinstrumenten auch eine gesundheitsschädliche Komponente besitzen und pathologische Veränderungen des intraokularen Drucks verursachen könnte.

Folgende Arbeit soll diese These anhand Messungen des Augeninnendrucks wissenschaftlich untersuchen.

1.1. Blasinstrumente

1.1.1. Hoch- und Niedrigwiderstandsinstrumente

Blasinstrumenten werden in sog. Hoch- bzw. Niedrigwiderstandsinstrumenten unterschieden. Hochwiderstandblasinstrumenten sind Oboe, Trompete, Waldhorn und das Fagott, alle anderen Blasinstrumente wie z. B. Klarinette und Posaune werden als Niedrigwiderstandsinstrumente bezeichnet [20].

Dieser Widerstand, der beim Spielen zur Tonbildung überwunden werden muss, wird durch die

Form, also die „Anatomie“ eines Instrumentes erzeugt, z. B. durch den engeren Durchmesser des Anblasrohres oder der Instrumentenrohre allgemein.

Andere Ursachen sind, wie z.B. beim Fagott beschrieben, eine paarige Luftverwirbelung am S-Bogen des Anblasrohres, in der die Luft schneller strömt und dadurch eine größere Reibung an der Wand des Instrumentenrohres herrscht [7, 18].

1.1.2. Tonerzeugung

Die Erzeugung eines Tons auf einem Blasinstrument basiert auf periodischen Luftdruckschwankungen, die wesentlich von den Lippen produziert werden.

In den Atemwegen wird durch aktives Ausatmen, in der Musik auch als Stütze bezeichnet, ein Luftdruck erzeugt, der durch die Zunge moduliert wird und anschließend gegen die geschlossenen Lippen drückt. Es entsteht ein Überdruck hinter den Lippen, der diese öffnet und die Luft ausströmen lässt, dabei wird ein Unterdruck aufgebaut, der die Lippen wieder verschließt. Aus dieser periodischen Luftdruckschwankung der gleichmäßigen Lippenbewegungen entsteht eine longitudinale Schwingung, die über das Mundstück auf das Instrument übertragen, dort noch verstärkt und als Ton hörbar wird.

Die Amplitude der Luftdruckschwankungen bestimmt dabei die Lautstärke des Tons und die Frequenz der Druckschwankungen die Tonhöhe [2]. Diese Tatsache erklärt, dass vor allem bei lauten und auch hohen Tönen ein höherer Druck aufgebaut werden muss.

1.1.3. Bedeutung des Valsalva-Manövers

Die Grundlage des Spielens von Blasinstrumenten ist also die periodische Erhöhung des Luftdrucks in den Atemwegen und die aktive Expiration gegen Widerstand. Diese Expirationstechnik könnte als eine Annäherung an das Valsalva-Manöver bezeichnet werden, das als die maximal expiratorische Anstrengung gegen die verschlossenen Atemwege definiert ist [19]. Je höher also der Widerstand des Instrumentes ist, den der Bläser überwinden muss, desto mehr gleicht die Technik der Tonerzeugung dem Valsalva-Manöver.

Das Valsalva-Manöver bewirkt, dass der intrathorakale oder Pleuradruck steigt [19]. Als Folge davon sind die Venen schlechter komprimierbar, es verringert sich der venöse Rückstrom zum Herzen und es kommt zu einem erhöhtem zentralen Venendruck. Dieser wird über die Jugularvenen, die orbitalen Venen und die Vortexvenen bis hin zur Choroidea weitergeleitet. Es kommt unmittelbar zu einer akuten venösen Abflussstörung, zu einer Zunahme des Volumens und der Dicke der Choroidea und somit zum Anstieg des intraokularen Drucks [16].

Eine Druckerhöhung erfolgt auch in den episkleralen Venen, wodurch der Abfluss des Kammerwassers behindert wird und möglicherweise zu einem weiteren Anstieg des Augeninnendrucks führt [13, 20].

Auch in früheren wissenschaftlichen Studien konnte die Bedeutung des Valsalva-Manövers bei der Tonbildung nachgewiesen werden.

Dimsdale und Neleson beobachteten, dass der diastolische Blutdruck bei einem Waldhornspieler mit der gespielten Tonhöhe anstieg, was die Autoren auf das Valsalva-Manöver zurückführten [4]. Auch Schuman konnte nachweisen, dass der Anstieg des Augeninnendrucks und die Volumenzunahme der Choroidea beim Spielen von Hochwiderstandsinstrumenten den beobachteten Veränderungen bei der Durchführung des Valsalva-Manövers gleichen, was ihn zur Annahme veranlasste, dass das Valsalva-Manöver an der Tonerzeugung auf Blasinstrumenten beteiligt sei [20].

1.2. Glaukom

Das Glaukom beschreibt eine heterogene Gruppe von Optikoneuropathien, die zu einer progredienten Schädigung des Sehnerven führen und häufig, aber nicht ausschließlich mit einem erhöhten Augeninnendruck einhergehen [5, 12].

1.2.1. Augeninnendruck

Der erhöhte Augeninnendruck ist einer der wichtigsten Risikofaktoren bei der Entstehung des Glaukoms [5, 6, 12]. Dieser liegt normalerweise zwischen 10 und 21 mmHg, im Mittel bei 15 mmHg und unterliegt einer tageszeitlichen Schwankung, das bedeutet er ist morgens am höchsten und sinkt im Laufe des Tages ab. Physiologisch liegen die Tagesschwankungen jedoch nie

höher als 4 mmHg. Die individuelle Toleranz gegenüber höheren Augendruckwerten ist dabei sehr verschieden [17].

Als pathogener Faktor der Glaukomentstehung wird neben dem erhöhten konstanten Augeninnendruck auch die starke Druckschwankung im Tagesverlauf verantwortlich gemacht [5, 6, 12].

1.2.2. Einteilung

Das primär-chronische Offenwinkelglaukom ist die häufigste Glaukomform, wobei das Alter der wesentliche Risikofaktor ist. Der intraokulare Druck ist meist erhöht, weist häufig starke tageszeitliche Schwankungen von über 5mmHg und nächtliche Druckspitzen auf. Der im Tagesverlauf schwankende Druck gilt für den Sehnerven als noch gefährlicher als ein auf vergleichbarem Niveau liegender konstanter Augeninnendruck und ist somit ein Risikofaktor für die Progression der Erkrankung [5, 12].

Das Normaldruckglaukom ist ebenfalls ein primär-chronisches Offenwinkelglaukom, jedoch werden trotz glaukomtypischen Sehnervenschäden nur Druckwerte unter 21mmHg gemessen. Bei vielen Patienten finden sich papilläre Durchblutungsstörungen, aber auch eine individuell erhöhte Empfindlichkeit der Lamina cribrosa gegenüber Tensionsschwankungen wird als ein pathogenetischer Faktor diskutiert [5, 11, 12, 17]. Es konnte nachgewiesen werden, dass Patienten mit Normaldruckglaukom anamnestisch häufiger als Patienten mit primär-chronischem Offenwinkelglaukom Tätigkeiten oder Krankheiten angaben, die eine passagere intrathorakale oder -abdominale Druckerhöhung hervorriefen, darunter auch das Spielen von Blechblasinstrumenten [11].

So fand auch Schuman in Abhängigkeit der Lebensspieldauer bei Hochwiderstandblasinstrumentalisten etwas mehr glaukomtypische Schäden als bei anderen Musikern und Niedrigwiderstandblasinstrumentenspielern. Er führte dies auf die über Jahre vorübergehenden Erhöhungen des Augeninnendrucks während des Spielens zurück und postulierte sogar dieses Glaukom nicht als Normaldruckglaukom, sondern als eigene Entität „intermittierendes Hochdruck-Glaukom“ zu bezeichnen [20].

Es werden auch noch weitere Glaukomformen, wie die okuläre Hypertension, das Engwinkelglaukom, der Ziliarblock (malignes Glaukom) und angeborene Formen unterschieden [5, 6, 12, 17].

1.3. Bisherige wissenschaftliche Studien

1.3.1. Aydin Pinar

Aydin erhob im Jahr 2000 bei 24 Blasinstrumentenspielern den Augeninnendruck mit Hilfe des Applanationstonometers nach Goldmann. Die Messungen wurden vor und nach einer 90-minütigen Orchesteraufführung durchgeführt, während des Spielens wurden allerdings keine Daten erhoben. Obwohl sich der intraokulare Druck nach Durchführung des Valsalva-Manövers sehr schnell wieder normalisiert [20], konnte eine signifikante Erhöhung des Drucks von 9,6% noch nach dem Spielen nachgewiesen werden. Jedoch bleibt offen wie sich der Augeninnendruck während des Blasinstrumentenspiels verhält und auch wurde keine Unterteilung in Hoch- und Niedrigwiderstandblasinstrumente vorgenommen [1].

1.3.2. Schuman Joel S

Schuman untersuchte im selben Jahr in einer Studie ebenfalls die Veränderung des Augeninnendrucks bei drei Bläsern auch während des Blasinstrumentenspiels.

Der IOP wurde dabei kontinuierlich unter Verwendung eines Pneumatometers gemessen.

Schuman konnte nachweisen, dass während des Spielens verschiedener Blasinstrumente der Augeninnendruck um bis zu 24 mmHg über den Ausgangswert ansteigt und auch die Dicke der Uvea, gemessen mittels Ultraschallbiomikroskopie, zunimmt. So zeigte sich, dass das Spielen von Hochwiderstandblasinstrumenten, wie Trompete und Oboe, den IOP deutlich höher ansteigen lässt als das Spielen von Niedrigwiderstandblasinstrumenten, wie Klarinette und Saxophon. Die Höhe des Druckanstieges ist ebenfalls abhängig von der gespielten Tonhöhe und Tonlage. So erwies sich, dass der Augeninnendruck beim Spielen in gemäßigter Lautstärke und Tonlage nur gering ansteigt, aber durch forciertes Spielen und in hoher Tonlage deutlich ansteigt [20].

Die Werte wurden zwar während des Blasinstrumentenspiels erhoben, allerdings im Liegen, für einen Musikanten eine sehr selten eingenommene Spielposition. Der intraokulare Druck ist außerdem im Liegen unter Ruhebedingungen bereits im Mittel um 2 mmHg höher als im Sitzen und bei einem erhöhten Expirationsdruck von 100 cm H₂O konnte im Liegen sogar ein um durchschnittlich 9,8 mmHg höherer Augeninnendruck gemessen werden als im Sitzen [15].

In dieser Studie wurden auch insgesamt nur drei Probanden mit sechs Instrumenten untersucht,

wobei alle drei bereits glaukomatöse Veränderungen hatten, darum ist eine Verallgemeinerung dieser Resultate für andere Blasinstrumentenspieler fraglich.

1.4. Fragestellung

In dieser Studie wird zum ersten Mal der Verlauf des intraokularen Drucks während und nach dem Spielen von verschiedenen Blasinstrumenten in aufrechter Spielposition des Musikers, also im Sitzen untersucht. Dies wurde ermöglicht durch eine technische Neuerung zur Bestimmen des Augeninnendrucks, dem tragbaren Rückprall-Tonometer.

Es soll dabei auf folgende Fragestellungen besonders eingegangen werden:

Ist eine signifikante Erhöhung des Augeninnendrucks während des Spielens verschiedener Blasinstrumente zu ermitteln?

Kann man dabei Unterschiede bezüglich sog. Hoch- und Niedrigwiderstandsinstrumenten feststellen?

Sind Blasmusiker dadurch einem erhöhten Risiko ausgesetzt, an einem Glaukom zu erkranken?

2. Material und Methoden

2.1. Material

2.1.1. iCare Tonometer

Bei allen Messungen wurde dasselbe iCare Tonometer des Typs TA01, Seriennummer 06053023, der Firma TIOLAT Oy mit den dazugehörigen Einwegmessgebern verwendet.

Im Gegensatz zum statischen Prinzip von Druck und Gegendruck im Gleichgewichtszustand beim Goldmann Applanations Tonometer, das weltweit als Goldstandard gilt, bedient sich das tragbare iCare Tonometer eines dynamischen Konzepts [3]. Es wird als Aufprall-, Rückprall- oder dynamisches Tonometer bezeichnet, dabei basiert die Messung des Augeninnendrucks auf dem sog. induzierten Rückprallverfahren. Es wurde ursprünglich in der Veterinärmedizin zur Messung des Augeninnendrucks bei Ratten entwickelt [10]. Doch dieses mechanische Prinzip ist keinesfalls neu, es wurde bereits in den 30er Jahren von Obbink und vor ca. 40 Jahren von Dekking angewandt, aber erst 2000 von Kontiola als iCare Tonometer umgesetzt und ist seit kurzem auch auf dem deutschen Markt erhältlich (CE-Approval 2003) [3, 8, 14].

2.1.1.1. Technischer Aufbau

Das Aufprall-Tonometer besteht aus einem Paar koaxialer Magnetspulen und einem teflonbeschichteten Führungskanal, in dem der extrem leichte Messgeber (24,0 mg) gleitet. Der Schaft dieses Messgebers ist aus rostfreiem Stahl und am vorderen Ende befindet sich eine runde Kunststoffspitze, die auf der Korneaoberfläche aufprallt. Am Ende des Schafts befindet sich ein Dauermagnet, der mit dem Eisenstift am hinteren Ende der Magnetspule in Verbindung steht (Abb.2) [8, 10, 14].

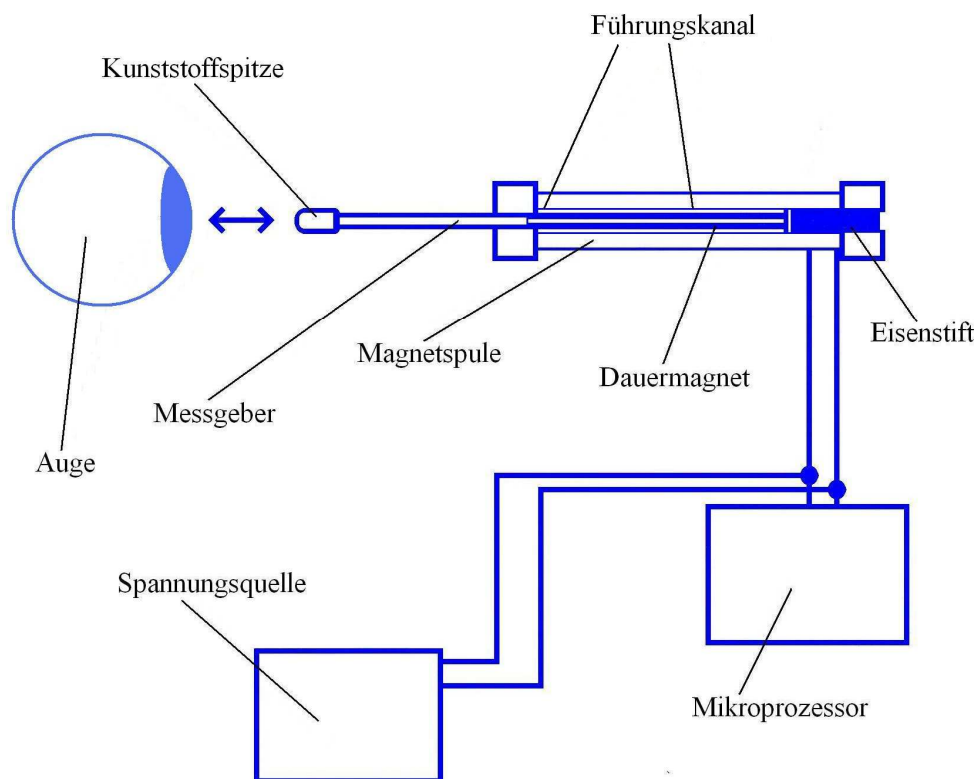


Abb.2: Schema zum technischen Aufbau des iCare Tonometers [8]

2.1.1.2. Funktionsprinzip

Die Bewegung des Einmalmessgebers wird initiiert durch einen, von der Spannungsquelle ausgelösten, 30-ms kurzen elektrischen Impuls von 4,5 V, der in der Magnetspule ein magnetisches Feld induziert, durch das der Dauermagnet und damit der Messgeber abgestoßen werden. Die Geschwindigkeit des Messgebers wurde dabei möglichst gering gehalten, damit dieser sich nach dem Impuls frei Richtung Auge bewegen kann, dort aufprallt und zurückgeworfen wird. Diese Bewegung des Magneten im Messgeber induziert eine Spannung in der Sensor-Spule, die durch den angeschlossenen Mikroprozessor sofort verstärkt und analysiert wird. Diese induzierte Spannung ist zu jeder Zeit proportional zur Geschwindigkeit des Messgebers, beide ändern ihre Richtung im Moment des Rückpralls [8, 9, 10].

Die Geschwindigkeit des Einmalmessgebers direkt vor dem Aufprall und der Geschwindigkeitsverlust während der Kollision mit der Hornhautoberfläche, sowie das Verhältnis dieser beiden

Parameter dienen der Ermittlung des Augeninnendrucks, wobei bei einem niedrigeren intraokularen Druck die Verlangsamung des Messgebers geringer ist als bei einem höheren Druck. Das bedeutet, je höher der Augeninnendruck desto kürzer ist der Kontakt mit der Korneaoberfläche [9].

Die Einstellung der Gerätesoftware ermöglicht pro Messung sechs direkt aufeinander folgende Einzelmessungen des intraokularen Drucks. Auf dem Gerätedisplay werden in mmHg die ersten fünf Werte und der gerätespezifische Mittelwert angezeigt. Dieser Mittelwert berechnet sich, nachdem der höchste und der niedrigste ermittelte Wert automatisch verworfen wurden, aus den restlichen vier Einzelmesswerten [14].

Eine Lokalanästhesie wird nicht benötigt, da sich der Messgeber trotz der möglichst gering gehaltenen Geschwindigkeit schneller bewegt als der Korneareflex ausgelöst wird [8, 14].

2.1.2. Peakflowmeter

Zur Messung des Peak Flows, auch expiratorischen Spitzenfluss (PEF) genannt wurde das Peak Flow Meter asmaplan (CatNo 43203) mit den dazugehörigen Einmalmundstücken verwendet. Das Funktionsprinzip des Gerätes beruht dabei auf einer einfachen mechanischen Methode mit einem gespannten Kolben und einem Zeiger, wobei die maximale Strömungsgeschwindigkeit in L/min bei verstärkter Expiration aufgezeichnet wird [21].

2.1.3. Probanden und Ausschlusskriterien

2.1.3.1. Probanden

An der Untersuchung nahmen insgesamt 36 Musiker mit 39 Blasinstrumenten teil, dabei stammten 29 Probanden aus zwei Laienblasorchestern und sieben Probanden aus einem Profiblasorchester.

Der intraokulare Druck wurde beim Spielen von Hoch- als auch Niedrigwiderstandblasinstrumenten gemessen.

Das standardisierte Protokoll konnte bei den Laienblasmusikern gut eingehalten werden, einerseits durch den offen zur Verfügung gestellten Zeitrahmen zur Durchführung der Messungen, andererseits durch deren großes Interesse an dieser Arbeit und deren Ergebnis. Bei der Untersuchung der Profiblasmusiker ergaben sich die Nachteile, dass ein sehr enger Zeitrahmen vorgegeben wurde und die strikte Auflage, die Musikprobe nicht zu stören. Die Einhaltung des Protokolls wurde durch diese Einschränkungen unmöglich.

2.1.3.2. Ausschlusskriterien

Probanden mit Kontaktlinsen konnten nicht an der Untersuchung teilnehmen, da die Messung des Augeninnendrucks durch die Kontaktlinsen nicht möglich ist. Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie waren außerdem akute Augenentzündungen wie z. B. Konjunktivitis, bekanntes Glaukom und Z. n. Augenoperation vor weniger als drei Monaten.

2.2. Methoden

2.2.1. Aufklärung und Anamnese

Alle Probanden wurden vor Beginn der Messungen über die Studie mündlich aufgeklärt, wie Fragestellungen, Funktionsprinzip und die Unbedenklichkeit des iCare Tonometers und stimmen der Durchführung der Messungen zu.

Es wurden personenrelevante Daten wie Alter, Größe, Gewicht, sowie Anzahl der Spieljahre des Blasinstrumentes und auch Vorerkrankungen und Angaben zum Rauchverhalten erfragt.

2.2.2. Messung des Augeninnendrucks



Abb.3: Messung des intraokularen Drucks während einer Spielsequenz



Abb.4: Messung des Augeninnendrucks während einer forciert gespielten Sequenz

Bei der gesamten Messreihe eines Probanden erfolgte die Messung des intraokularen Drucks im Sitzen in normaler Spielposition und entweder am rechten oder am linken Auge, je nach Zugäng-

lichkeit bedingt durch das Instrument.

Das icare-Tonometer wurde möglichst im 90°-Winkel vor das zu messende Auge gehalten und mit Hilfe der Stirnstütze an den Probanden adaptiert, so dass der Abstand der Messgeberspitze zur Korneaoberfläche ca. 4-8 mm betrug. Der Proband wurde aufgefordert mit geöffneten Augen möglichst geradeaus zu blicken (Abb.3, Abb.4). Es wurden pro Messung sechs Einzelmessungen durchgeführt, wie durch die Gerätesoftware vorgegeben.

Die erste Messung des Augeninnendrucks erfolgte im Ruhezustand, d.h. vor dem Spielen. Jeder Proband musste darauf eine Sequenz in normaler Lautstärke und Tonlage spielen, danach eine zweite Sequenz forciert, d.h. mit möglichst lauten und hohen Tönen. Je Proband wurden dabei jeweils vier Messungen durchgeführt: zwei Minuten nach Spielbeginn, unmittelbar nach dem ca. dreiminütigen Spiel und zwei Folgemessungen im Abstand von einer Minute.

Diese Messreihe konnte bei den Profiblasmusikern aus den bereits dargestellten Gründen nicht durchgeführt werden. Hier wurde der Augeninnendruck lediglich in Ruhe vor dem Spielen, nach ca. zwei Minuten in der Spielphase und sofort bei Beenden des Spielens gemessen. Eine Unterteilung in eine normale und forcierte Sequenz konnte ebenfalls nicht vorgenommen werden, da die Spieler sich ans Notenblatt halten mussten.

2.2.3. Messung des Peak Flow Wertes

Nach der Messung des Augeninnendrucks wurde zusätzlich der Peak Flow Wert ermittelt. Die Probanden mussten dafür dreimal hintereinander mit aller Kraft und mit einem Stoß in das Spirometer blasen.

2.2.4. Dokumentation

Alle anamnestischen Angaben und Messwerte jedes Probanden wurden auf einem standardisierten Protokoll dokumentiert (s. Anhang).

Die Messwerte des Augeninnendrucks wurden direkt vom Gerätedisplay des iCare Tonometers übernommen, es wurden jeweils die ersten fünf Messwerte und der gerätespezifische Mittelwert

dokumentiert. Bei den Messungen des Profiblasorchesters wurde jedoch aus zeitlichen Gründen meist der gerätespezifische Mittelwert im Protokoll festgehalten.

Bei der Peak Flow Messung wurde nur der beste der drei ermittelten Werte notiert.

2.2.5. Statistische Auswertung

Die statistische Erfassung und Analyse der gewonnen Daten erfolgte mit Hilfe von „Microsoft Excel Office 2003 und 2007“ und SPSS Version 15.0.

Die erhobenen Daten von Profi- und Laienblasmusikern wurden getrennt ausgewertet, wobei zur Analyse die gerätespezifischen Mittelwerte herangezogen wurden.

Mit den Messwerten der Laienblasmusiker wurden folgende Analysen durchgeführt:

Die Anstiege des Augeninnendrucks während der beiden Spielsequenzen wurden auf Signifikanz getestet, als Bezugswert wurde der Ausgangswert herangezogen und da für die gewonnen IOP Werte Normalverteilung angenommen werden kann, wurden Vergleiche innerhalb einer Messreihe mit dem t-Test für verbundene Stichproben, zwischen den Messreihen mit dem t-Test für unverbundene Stichproben durchgeführt.

Die Auswertung von personenrelevanten Daten erfolgte mit Hilfe des Mann-Whitney Tests, da bei diesen Merkmalen keine Normalverteilung vorliegt.

Zusammenhänge zwischen den Augeninnendruckwerten während und nach der Spielphase wurden, da ein linearer Zusammenhang angenommen werden kann, anhand des Korrelationskoeffizienten nach Pearson und einer Regressionsgeraden beschrieben.

Die Analyse der Daten der Profiblasinstrumentspieler beschränkte sich auf die Testung der Signifikanz der IOP Veränderungen während und nach der Blassequenz, dafür wurde der t-Test für verbundene Stichproben verwendet, da Normalverteilung der Werte angenommen werden kann.

Die Ergebnisse aller durchgeführten Tests galten dabei als statistisch signifikant bei einem p-Wert kleiner dem Signifikanzniveau von $\alpha=0.05$.

3. Ergebnisse

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Auswertung der Laien- und Profiblas Musikerdaten vorgestellt.

Für qualitative Merkmale werden Häufigkeitsverteilungen angegeben, während bei quantitativen Merkmalen jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Median und Extremwerte aufgeführt werden.

3.1. Ergebnisse der Laienbläser

3.1.1. Probandengemeinschaft

Bei den Messreihen der Laienblasorchester wirkten insgesamt 29 Personen mit, eine Person wurde mit drei verschiedenen Instrumenten gemessen und ein anderer Proband mit zwei unterschiedlichen Instrumenten, daraus ergaben sich 32 Messreihen bzw. Instrumente. Untersucht wurden dabei 27,6% Frauen (n=8) und 72,4% Männer (n=21) im Alter zwischen 13 und 51 Jahren (Abb.5).

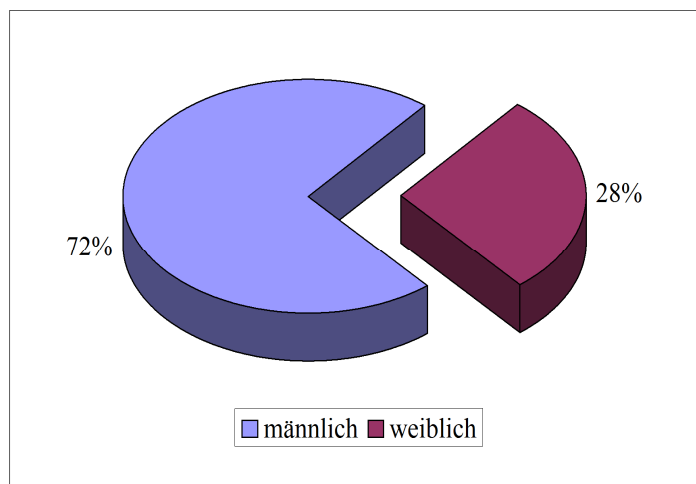


Abb.5: Geschlechterverteilung der Laienbläser

Zur Auswertung wurde eine Unterteilung der Blasinstrumente in eine Hoch- und eine Niedrigwiderstandgruppe vorgenommen. Dabei wurden 56,3% Hochwiderstandsinstrumente (n=18) gemessen, die größte Untergruppe bildeten dabei neun Trompeten, gefolgt von vier Waldhörnern, drei Fagotte und zwei Oboen. Elf der Instrumente wurden von Männern gespielt,

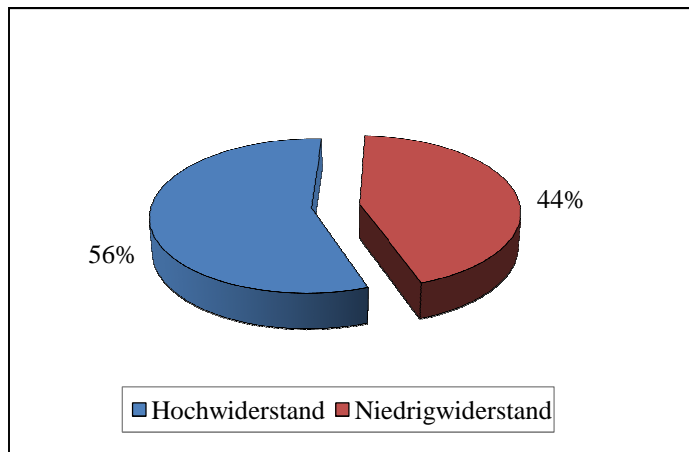


Abb.6: Verteilung der Hoch- und Niedrigwiderstandsinstrumente

sieben von Frauen. Die 43,8% untersuchten Niedrigwiderstandsinstrumente (n=14) setzten sich aus sechs Klarinetten, drei Posaunen, drei Flügelhörnern, einem Tuba und einer Bassklarinette zusammen, dabei waren 13 Bläser männlich und eine Probandin weiblich (Abb.6, Tabelle 1).

Tabelle 1: Verteilung der einzelnen Instrumente bei den Laienbläsern

Instrumente	Anzahl	Anteil (%)
Hochwiderstand	18	56,3
Trompeten	9	28,1
Waldhorn	4	12,5
Fagott	3	9,4
Oboe	2	6,3
Niedrigwiderstand	14	43,8
Klarinette	6	18,8
Posaune	3	9,4
Flügelhorn	3	9,4
Tuba	1	3,1
Bassklarinette	1	3,1
insgesamt	32	100,0

Eine Übersicht über die Verteilung der in der Anamnese erfragten Parameter, wie Spieljahre des Instrumentes, Alter, Körpergröße und –gewicht, und des ermittelten Peak Flow Wertes in den beiden Gruppen gibt Tabelle 2.

Die beiden Gruppen waren hinsichtlich dieser Werte in etwa vergleichbar, das Alter in der Hochwiderstandgruppe betrug $31,6 \pm 12,7$ Jahre, in der Niedrigwiderstandgruppe $31,3 \pm 13,3$ Jahre, die Körpergröße und das Gewicht betragen in der ersten Gruppe $172,5 \pm 7,6$ cm und $71,3 \pm 11,3$ kg, in der zweiten Gruppe $174,9 \pm 8,0$ cm und $79,4 \pm 12,4$ kg. Die Spieldauer der Hochwiderstandsinstrumentalisten und der Peak Flow Wert in dieser Gruppe war $16,1 \pm 11,5$ Jahre und $458,1 \pm 65,1$ L/min, die der Niedrigwiderstandsmusiker $21,8 \pm 12,8$ Jahre und $493,1 \pm 105,3$ L/min (Tabelle 2).

Tabelle 2: Verteilung einiger Parameter in der Hoch- und Niedrigwiderstandblasinstrumentgruppe

	Widerstand	MW	Median	Min	Max	SD
Spieldauer (J)	H	16,1	13,5	4	37	11,5
	N	21,8	18,0	6	40	12,8
Alter (J)	H	31,6	32,5	14	51	12,7
	N	31,3	31,0	13	47	13,3
Körpergröße (cm)	H	172,5	170,5	159	185	7,6
	N	174,9	175,0	160	189	8,0
Körpergewicht (kg)	H	71,3	70,0	50	92	11,3
	N	79,4	80,0	63	100	12,4
Peak Flow (L/min)	H	458,1	450,0	360	580	65,1
	N	493,1	470,0	330	740	105,3

In beiden Gruppen gab es jeweils einen Raucher, zwei der Niedrigwiderstandsinstrumentalisten litten an Hypertonie (einer mit Ramipiril eingestellt, der andere homöopathisch behandelt), sonst konnten anamnestisch keine weiteren Vorerkrankungen festgestellt werden.

Bei den weiblichen Probanden wurde mit durchschnittlich nur 11,8 Jahren eine signifikant kürzere Spieldauer ihres Blasinstruments im Gegensatz zu den Männer mit 21,3 Jahren festgestellt ($p=0,032$) (Tabelle 3, Abb.7).

Tabelle 3: Vergleich der Instrumentenspieldauer (J) der Männer und Frauen

	MW	Median	Min	Max	SD
Frauen	11,8	7,5	4	35	10,5
Männer	21,3	18,0	5	40	12,0

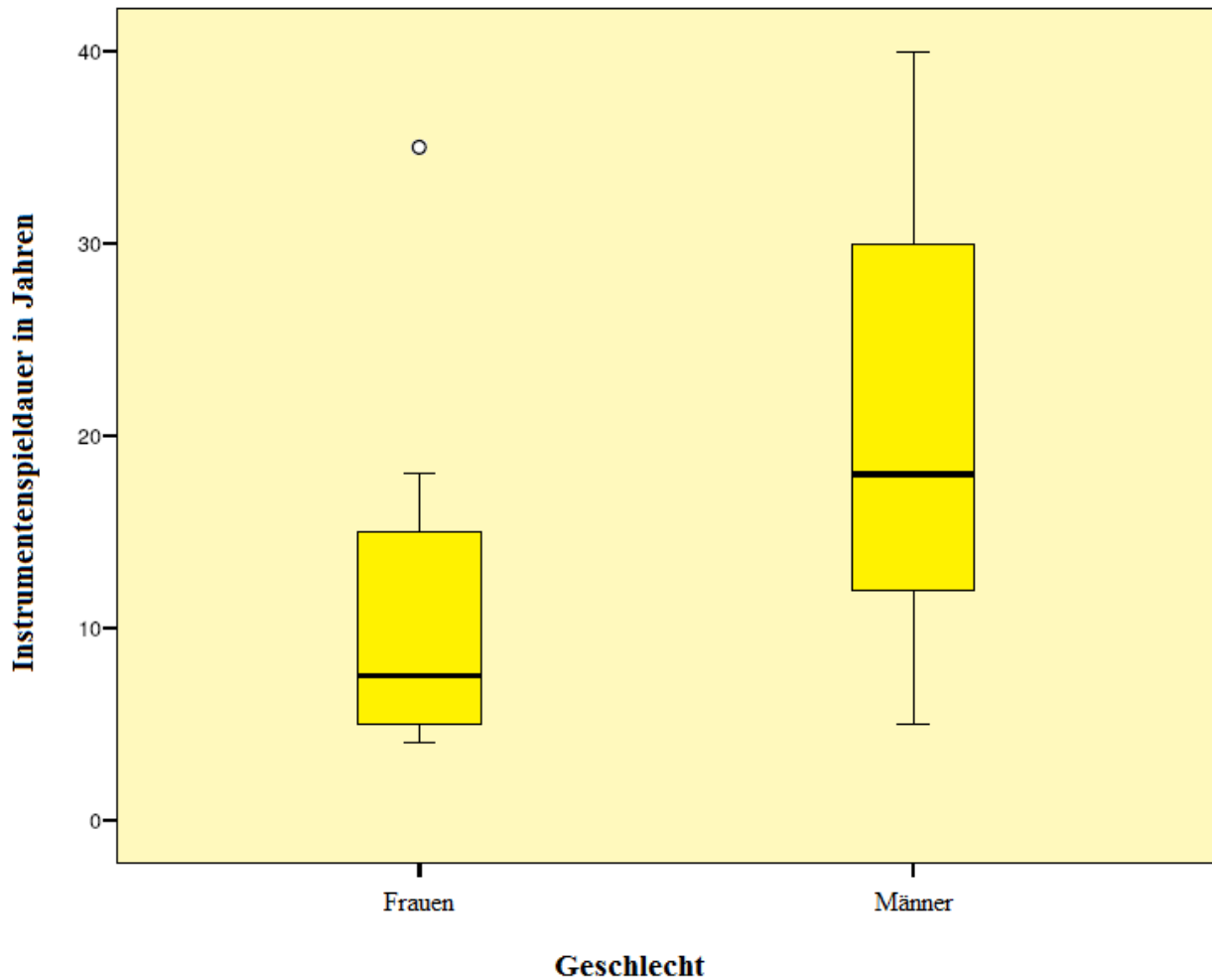


Abb.7: Boxplots zum Vergleich der Instrumentenspieldauer der Männer und Frauen

3.1.2. Veränderungen des intraokularen Drucks während der Messungen

Zuerst werden die Ergebnisse der Augeninnendruckwerte im zeitlichen Protokollverlauf der Messungen für alle Laienblasmusiker gemeinsam vorgestellt.

Der Ausgangswert des intraokularen Drucks vor den Spielsequenzen lag im Mittel bei 17,3 mmHg, stieg während der ersten, normal geblasenen Episode auf $19,5 \pm 4,0$ mmHg an und fiel sofort danach auf $16,4 \pm 3,9$ mmHg ab. In der Pause wurden nach einer Minute $16,4 \pm 2,9$ mmHg, nach zwei Minuten $15,6 \pm 2,8$ mmHg gemessen.

Ein durchschnittlicher Wert von 24,5 mmHg konnte während der forciert geblasenen Serie ermittelt werden, der nach dieser Sequenz sofort auf $15,2 \pm 3,2$ mmHg sank und nach einer bzw. zwei Minuten im Mittel 15,8 bzw. 15,6 mmHg betrug (Tabelle 4).

Tabelle 4: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) bei den Laienbläsern

	MW	Median	Min	Max	SD
Ausgangswert	17,3	17,0	12	24	3,0
Normales Spielen	19,5	19,0	12	28	4,0
Stopp 1	16,4	16,0	11	27	3,9
1min Pause 1	16,4	16,0	11	22	2,9
2min Pause 1	15,6	16,0	11	22	2,8
forciertes Spielen	24,5	24,5	15	42	7,0
Stopp 2	15,2	15,0	10	23	3,2
1min Pause 2	15,8	16,0	9	20	2,8
2min Pause 2	15,6	16,0	9	20	2,7

Im weiteren Verlauf werden diese Resultate für die Hoch- und Niedrigwiderstandblasinstrumentgruppe getrennt beschrieben, anschließend werden die beiden Gruppen miteinander verglichen und zur Veranschaulichung der Veränderungen und zum Vergleich der beiden Gruppen werden die Mediane, Quartile und Extreme der Augeninnendruckwerte zu den einzelnen Zeitpunkten in Boxplots aufgetragen (Abb.8, 9, 10).

3.1.2.1. Hochwiderstandbläser

Die Messungen des Augeninnendrucks im Ruhezustand vor dem Spielen der Hochwiderstandsinstrumente ergaben einen Ausgangswert von $17,3 \pm 2,9$ mmHg, der niedrigste Wert betrug 12 mmHg, der höchste 21 mmHg.

Während der ersten gespielten Sequenz in normaler Lautstärke und Tonlage erhöhte sich der IOP maximal bei einem Fagottisten bis auf 28 mmHg, im Mittel um 2,7 mmHg über das Ausgangsniveau, dieser fiel sofort nach Beendigung der Blassequenz unter den Ausgangswert auf $16,6 \pm 3,6$ mmHg ab. Die erhobenen Daten in der darauffolgenden Pause betragen nach einer Minute $16,9 \pm 3,2$ mmHg, nach zwei Minuten $15,7 \pm 2,8$ mmHg.

Während der forciert geblasenen Serie konnte ein Anstieg im Mittel um 9,2 mmHg auf $26,5 \pm 7,7$ mmHg gezeigt werden. Der höchste Wert von 42 mmHg wurde bei einem Trompeter gemessen. Der Augeninnendruck sank nach der Spielepisode wieder sofort auf $15,7 \pm 3,1$ mmHg und lag damit um 1,6 mmHg niedriger als der Ausgangswert. Die Werte nach einer und zwei Minuten Pause betragen jeweils $15,6 \pm 3,0$ mmHg (Tabelle 5, Abb.8).

Tabelle 5: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) in der Hochwiderstandgruppe

	MW	Median	Min	Max	SD
Ausgangswert	17,3	18,0	12	21	2,9
normales Spielen	20,0	19,5	12	28	4,1
Stopp 1	16,6	17,0	11	25	3,6
1min Pause 1	16,9	17,0	11	22	3,2
2min Pause 1	15,7	15,5	11	21	2,8
forciertes Spielen	26,5	25,5	15	42	7,7
Stopp 2	15,7	15,0	12	23	3,1
1min Pause 2	15,6	16,5	9	20	3,0
2min Pause 2	15,6	16,5	9	20	3,0

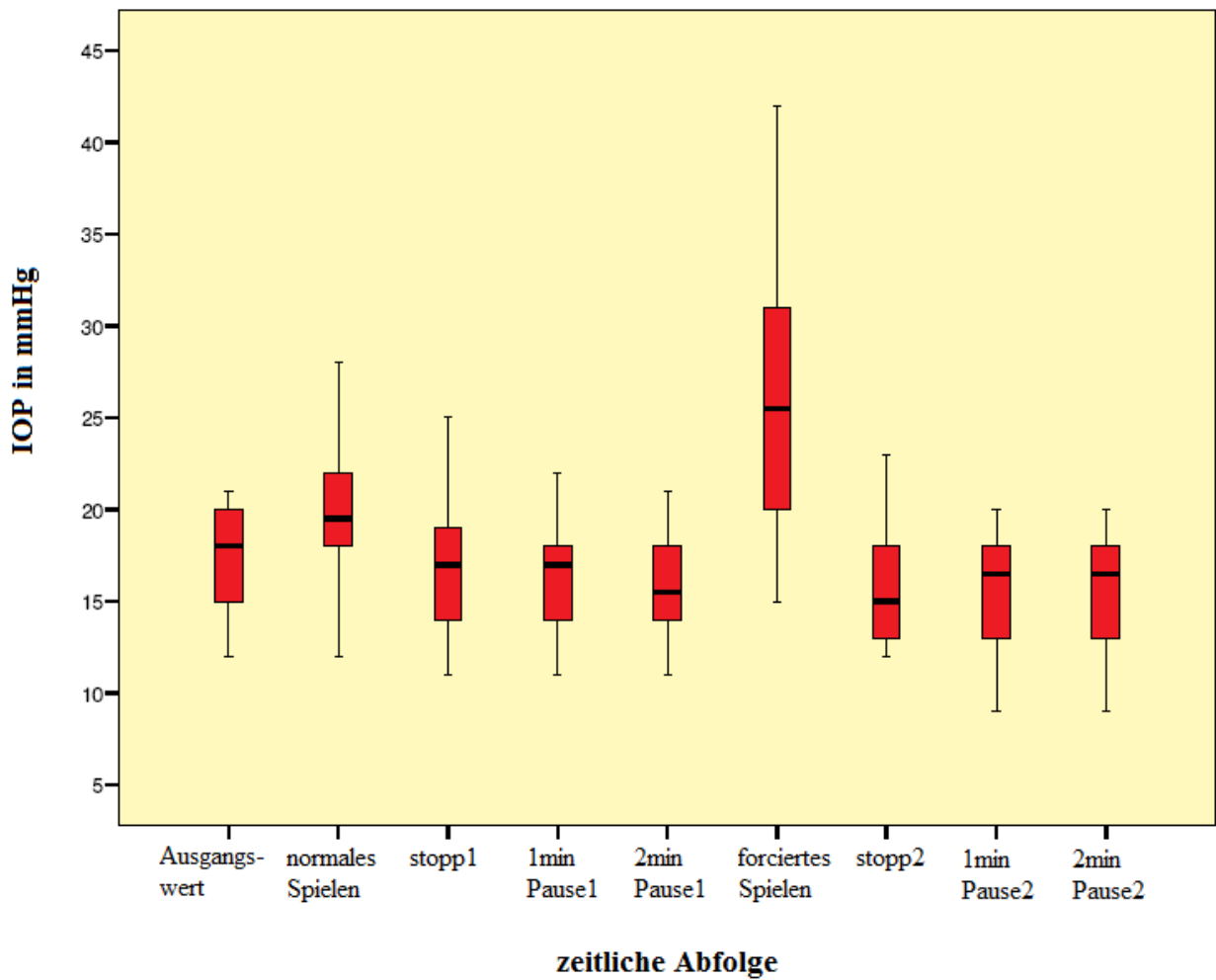


Abb.8: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks in der Hochwiderstandgruppe

3.1.2.2. Niedrigwiderstandbläser

Bei den Spielern von Niedrigwiderstandinstrumenten erstreckten sich die Ausgangswerte vor den Spielsequenzen von 13 bis 24 mmHg, im Mittel betragen diese $17,2 \pm 3,2$ mmHg.

Die gemessenen Werte des Augeninnendrucks stiegen in der ersten Spielphase um durchschnittlich 1,7 mmHg über den Wert im Ruhezustand an, der Maximalwert, den ein Klarinettenspieler lieferte, lag dabei bei 27 mmHg. Nach Beenden des normalen Spielens sank der intraokulare Druck wie in der Hochwiderstandgruppe ebenfalls unter das Ausgangsniveau, der Wert lag bei $16,2 \pm 4,5$ mmHg. Die in der Pause erhobenen Daten betragen nach einer Minute im Mittel $15,7 \pm 2,3$ mmHg, nach zwei Minuten $15,5 \pm 3,0$ mmHg.

Während der forciert geblasenen Sequenz kletterte der Augeninnendruck auf $22,0 \pm 5,0$ mmHg, den höchsten Wert erlangte dabei ein Flügelhornspieler mit 29 mmHg. Am Ende dieser Sequenz konnte ein Abfall von 2,6 mmHg unter das Ausgangsniveau nachgewiesen werden und lag nach einer Minute Pause bei $16,0 \pm 2,7$ mmHg, nach zwei Minuten bei $15,6 \pm 2,5$ mmHg (Tabelle 6, Abb.9).

Tabelle 6: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) in der Niedrigwiderstandgruppe

	MW	Median	Min	Max	SD
Ausgangswert	17,2	16,5	13	24	3,2
normales Spielen	18,9	17,0	14	27	3,9
Stopp 1	16,2	15,0	11	27	4,5
1min Pause 1	15,7	16,0	11	21	2,3
2min Pause 1	15,5	16,0	11	22	3,0
forciertes Spielen	22,0	21,5	15	29	5,0
Stopp 2	14,6	14,5	10	20	3,3
1min Pause 2	16,0	16,0	11	20	2,7
2min Pause 2	15,6	16,0	12	19	2,5

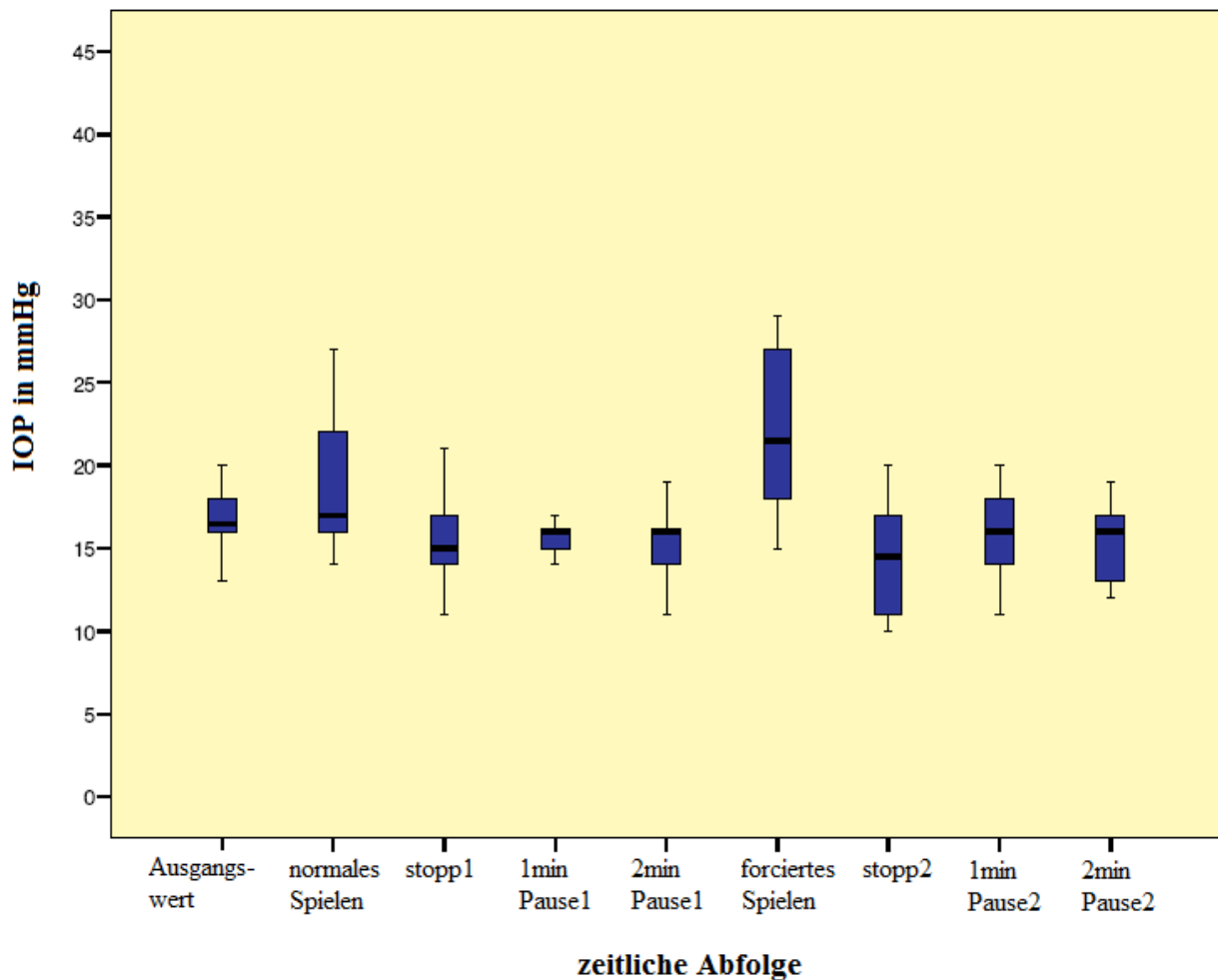


Abb.9: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks in der Niedrigwiderstandgruppe

3.1.2.3. Vergleich der beiden Gruppen

Die einzelnen Zeitpunkte der Messungen beider Gruppen werden nun gegenüber gestellt, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Hoch- und Niedrigwiderstandinstrumente zu beschreiben.

Zur Verdeutlichung werden nur die oben schon dargestellten Mittelwerte der Augeninnendrucke im Protokollverlauf in Tabelle 7 und Abb.10 nochmals direkt nebeneinander aufgetragen.

Die beiden Gruppen unterschieden sich kaum im Protokollverlauf. Die Ausgangswerte waren ähnlich und der Anstieg des Augeninnendrucks beim normalen Spielen war bei beiden kleiner als die Erhöhung des intraokularen Drucks während der forciert gespielten Serie. Der sofortige Abfall des IOP Wertes nach den beiden Spielphasen unter das Ausgangsniveau konnte ebenfalls in beiden Widerstandgruppen verzeichnet werden.

Differenzen zwischen den Hoch- und Niedrigwiderstandbläsern wurden jedoch in der Größe des Anstiegs während der Spielsequenzen festgestellt. So wurde im Mittel in der Gruppe der Hochwiderstandblasinstrumentalisten während der normal geblasenen Serie mit 20,0 mmHg ein 5,8% größerer, während der forciert gespielten Sequenz mit 26,5 mmHg sogar ein 20,5% größerer Anstieg des Augeninnendrucks nachgewiesen als in der Vergleichsgruppe mit den Niedrigwiderstandinstrumenten, deren IOP Werte beim normalen Spielen 18,9 mmHg, beim forcierten Spielen 22,0 mmHg betrug (Tabelle 7, Abb.10).

Tabelle 7: Mittelwerte zum Vergleich des IOP Verlaufs (mmHg) in beiden Gruppen

	H	N
Ausgangswert	17,3	17,2
normales Spielen	20,0	18,9
Stopp 1	16,6	16,2
1min Pause 1	16,9	15,7
2min Pause 1	15,7	15,5
forciertes Spielen	26,5	22,0
Stopp 2	15,7	14,6
1min Pause 2	15,6	16,0
2min Pause 2	15,6	15,6

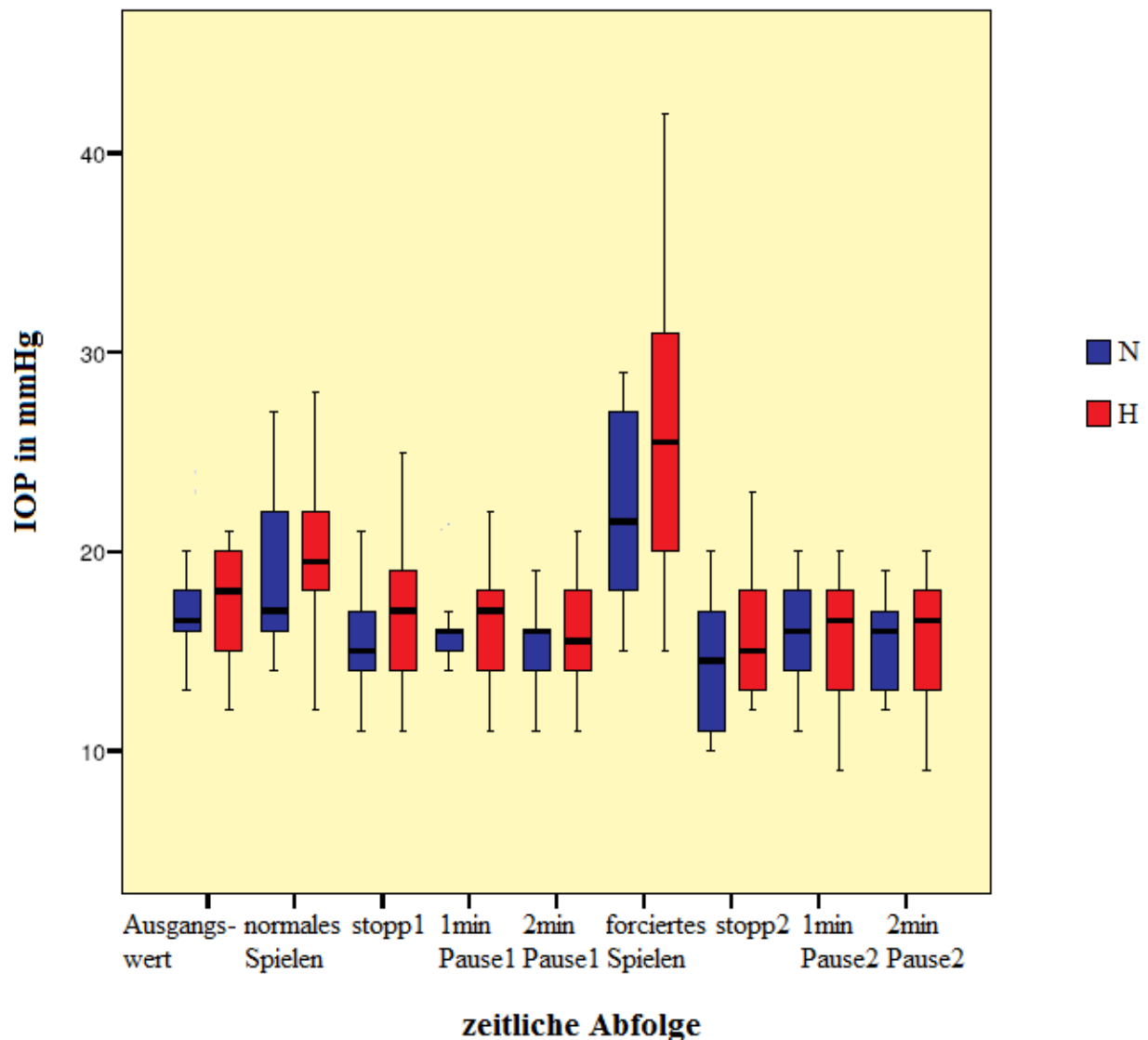


Abb.10: Boxplots zum Vergleich des IOP Verlaufs der beiden Gruppen

3.1.3. Veränderungen des intraokularen Drucks während der Spielsequenzen

Die Ergebnisse der Signifikanz-Tests, die zur Auswertung des Anstiegs des Augeninnendrucks während der Spielphasen herangezogen wurden, werden im Folgenden dargestellt und dabei werden die Resultate der beiden Spielsequenzen jeweils im gesamten, für Hoch- und Niedrigwiderstandsinstrumente und für männliche und weibliche Probanden getrennt beschrieben. Die Differenz zwischen den Mittelwerten „normales Spielen“ bzw. „forciertes Spielen“ und dem mittleren Ausgangswert, der weder zwischen der Hoch- und Niedrigwiderstandgruppe ($p=0,913$) noch zwischen Männern und Frauen ($p=0,653$) signifikante Unterschiede aufwies, wurde dabei ausgewertet.

Zur Veranschaulichung werden in den Tabellen 8 und 9 jeweils der Anstieg des Augeninnen-

drucks, die Standardabweichung und der p-Wert angegeben, der bei statistisch signifikantem Ergebnis mit * gekennzeichnet ist.

3.1.3.1. Normales Spielen

Während der Sequenz in normaler Lautstärke und Tonhöhe konnte für alle Laienblasmusiker gemeinsam mit 2,2 mmHg ein statistisch signifikanter Anstieg über den Ausgangswert nachgewiesen werden ($p=0,001$).

In den einzelnen Gruppen konnten ebenfalls statistisch signifikante Ergebnisse ermittelt werden für die Hochwiderstandbläser mit einer Erhöhung von 2,7 mmHg ($p=0,003$), für die männlichen Probanden mit 1,7 mmHg ($p=0,039$) und für die Frauen mit 3,3 mmHg ($p=0,022$).

Der Anstieg des Augeninnendrucks für die Niedrigwiderstandblasinstrumentgruppe war jedoch mit 1,6 mmHg statistisch nicht signifikant (Tabelle 8).

Tabelle 8: Anstieg des Augeninnendrucks beim normalen Spielen

Gruppe	Anstieg (mmHg)	SD	p-Wert
gesamt	2,2	3,3	*0,001
H	2,7	3,2	*0,003
N	1,6	3,5	0,124
Männer	1,7	3,3	*0,039
Frauen	3,3	3,1	*0,022

Die Differenz von 1,1 mmHg, die sich bei der Gegenüberstellung der Druckerhöhung von Hoch- und der Niedrigwiderstandbläser ergibt, wurde als nicht signifikant nachgewiesen ($p=0,394$), das bedeutet die beiden Gruppen unterschieden sich hinsichtlich des Anstieges des intraokularen Drucks beim normalen Spielen nicht signifikant voneinander.

3.1.3.2. Forciertes Spielen

Zwischen dem Augeninnendruck während des Spiels von hohen und lauten Tönen und dem Ausgangswert konnte für alle Probanden der Laienbläsergruppe zusammen ein statistisch signifikanter Unterschied von 7,3 mmHg ermittelt werden ($p<0,001$).

Eine signifikante Differenz ergab sich auch für die Hochwiderstandinstrumentalisten von 9,2 mmHg ($p < 0,001$), für die Niedrigwiderstandbläser von 4,8 mmHg ($p = 0,002$) und für die Männer von 7,2 mmHg ($p < 0,001$).

Auch für die weiblichen Probanden konnte ein Anstieg des Augeninnendrucks von 4,5 mmHg nachgewiesen werden, der sich aber auf Grund der großen Streuung nicht signifikant vom Ausgangswert unterschied (Tabelle 9).

Tabelle 9: Anstieg des Augeninnendrucks beim forcierten Spielen

Gruppe	Anstieg (mmHg)	SD	p-Wert
gesamt	7,3	7,3	* $< 0,001$
H	9,2	8,5	* $< 0,001$
N	4,8	4,5	* $0,002$
Männer	7,2	6,1	* $< 0,001$
Frauen	4,5	7,9	0,153

Beim Vergleich des intraokularen Druckanstiegs zwischen der Hochwiderstand- und der Niedrigwiderstandgruppe wurde für den Unterschied von 4,4 mmHg ein p-Wert von 0,071 ermittelt, d. h. auch beim forcierten Spielen differierten die beiden Gruppen bezüglich des Anstieges des intraokularen Drucks trotz des um 4,4 mmHg größeren Wertes der Hochwiderstandbläser nicht signifikant voneinander.

3.1.3.3. Vergleich von normal und forciert gespielter Sequenz

Beim Vergleich zwischen dem Spielen in normaler Lautstärke und Tonlage und dem forcierten Spielen konnte für alle Bläser gemeinsam ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) des Augeninnendruckanstiegs festgestellt werden, der Messwert lag bei letzterem um 5,0 mmHg höher als bei normal geblasener Sequenz.

3.1.4. Veränderung des intraokularen Drucks nach den Spielphasen

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Regressionsanalysen beschrieben. Diese wurden durchgeführt um den Zusammenhang zwischen den Werten sofort nach Beenden und dem Anstieg während der jeweiligen Spielserie darzulegen. Dafür wurde der Quotient aus den Mittelwerten „stopp 1 bzw. 2“ und dem mittleren Ausgangswert („vor“) gebildet und mit dem dazuge-

hörigen Anstieg (Differenz aus den Mittelwerten „normales bzw. forciertes Spielen“ und dem mittleren Ausgangswert) verglichen (Abb.11, Abb.12). Werte dieses Quotienten „stopp/vor“ <1 bedeuten dabei, dass der IOP nach der Blassequenz unter den Ausgangswert abfiel, Werte >1 , dass der Augeninnendruck „stopp“ über dem Ausgangsniveau lag.

3.1.4.1. Normales Spielen

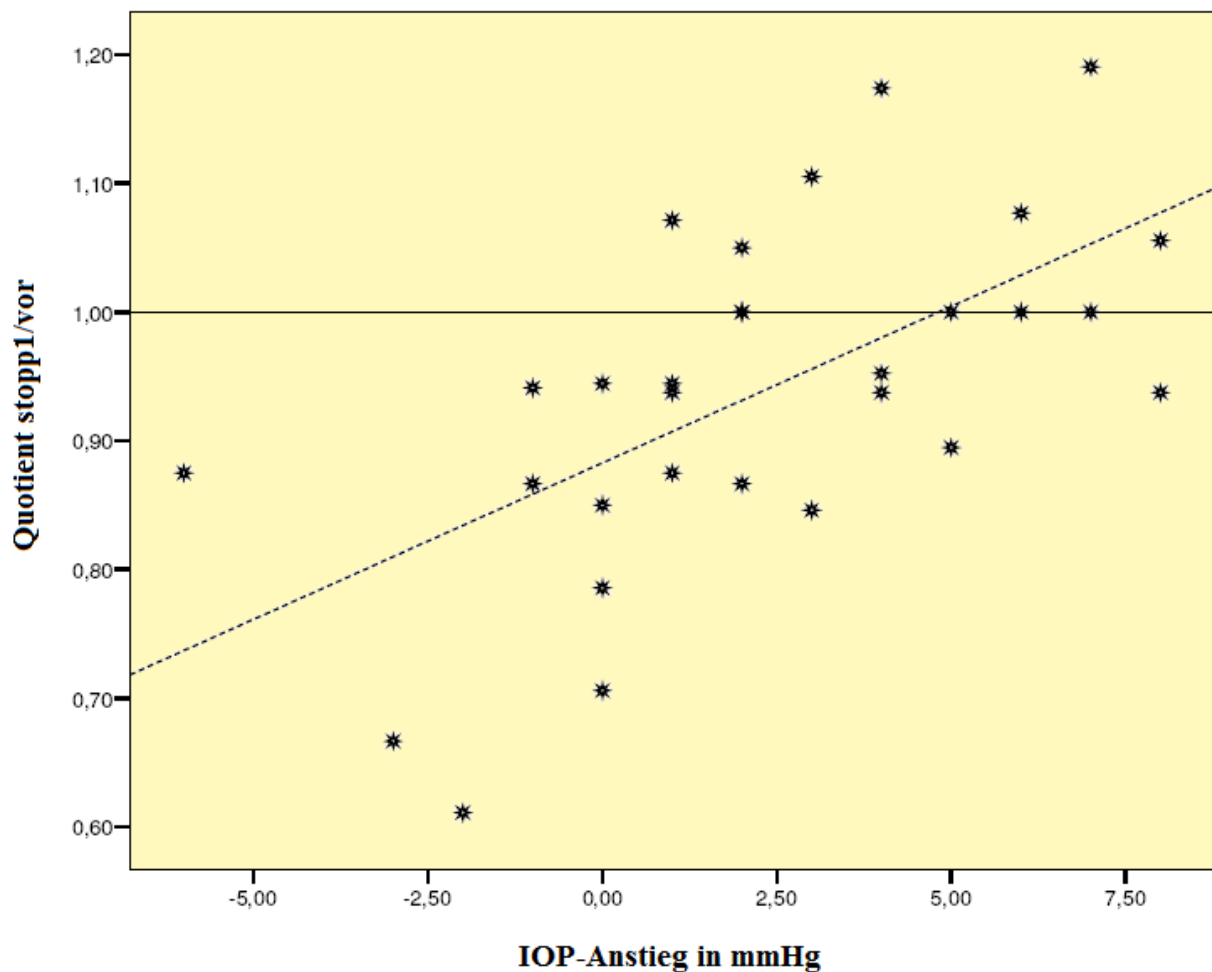


Abb.11: Streudiagramm zum Vergleich des Anstiegs und des IOP nach der Spielphase beim normalen Spielen

Wie im Streudiagramm der Abb.11 schon angedeutet, konnte für die normale Blassequenz eine signifikante mittelstarke positive Korrelation zwischen dem Anstieg des intraokularen Drucks und dem Quotienten „stopp 1/vor“ ermittelt werden ($r=0,61$; $p<0,001$). Die Regressionsgerade hatte dabei die Form $y=0,883+0,024x$, d. h. nahm der IOP während des Spielens um eine Einheit zu, dann nahm auch das Verhältnis des IOP nach dem Spielen zu vor dem Spielen um 0,024 Einheiten zu.

Dieses Ergebnis zeigt, dass umso niedriger der Anstieg während des normalen Spielens war, desto mehr sank der Augeninnendruck nach der aktiven Phase in Relation zum Ausgangswert ab, bei einem Anstieg von kleiner als 4,9 mmHg sogar unter das Ausgangsniveau.

3.1.4.2. Forciertes Spielen

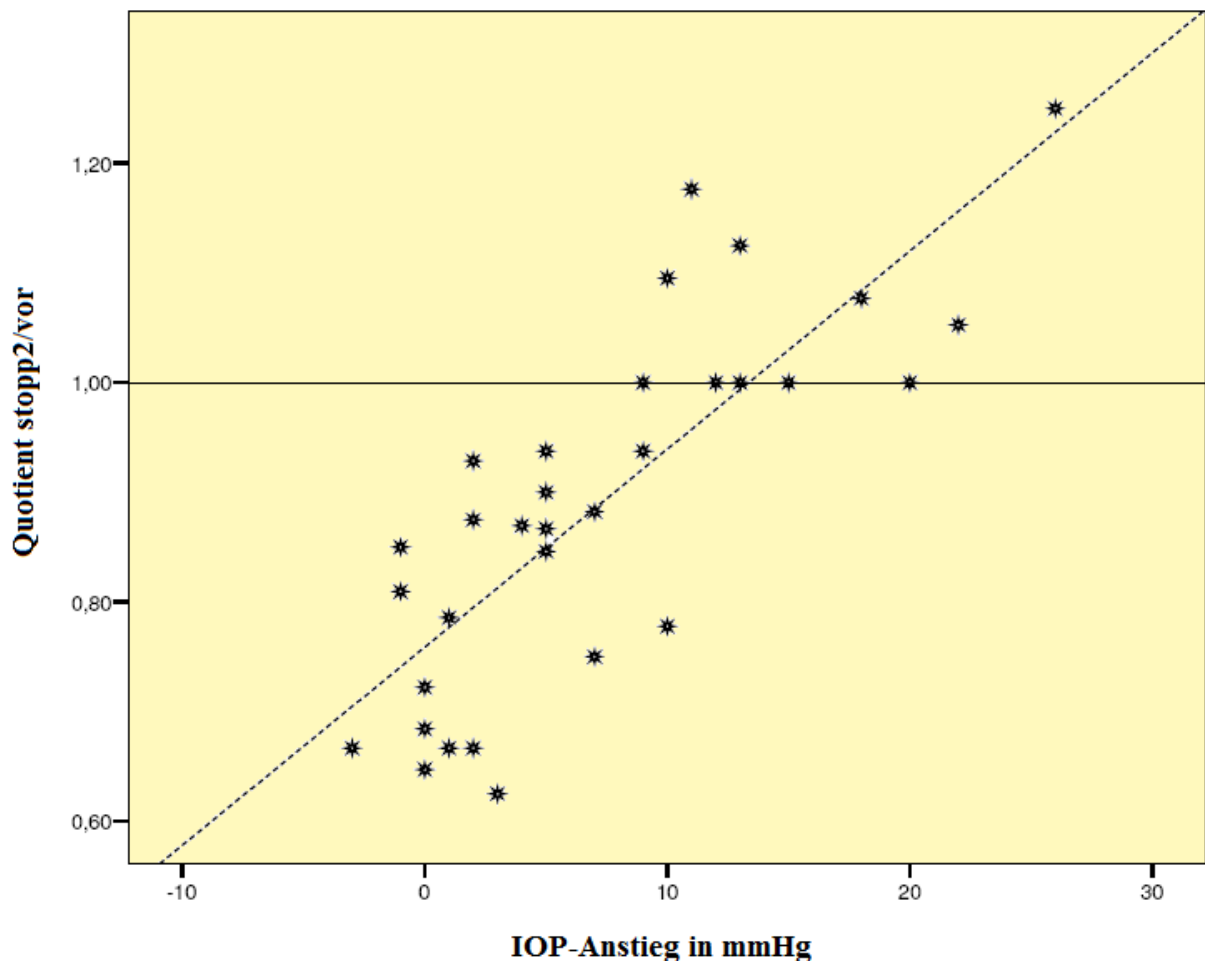


Abb.12: Streudiagramm zum Vergleich des Anstiegs und des IOP nach der Spielphase beim forcierten Spielen

Für die forciert geblasene Sequenz konnte ebenfalls eine signifikante mittelstarke positive Korrelation zwischen der Erhöhung des IOP und dem Quotienten „stopp 2/vor“ nachgewiesen werden ($r=0,79$; $p<0,001$). Aus den Daten ergab sich die Regressionsgerade $y=0,759+0,018x$, d.h. bei einer Zunahme des IOP während des Spielens um eine Einheit, stieg auch der Quotient des IOP nach dem Spielen zum Ausgangswert um 0,018 Einheiten an (Abb.12).

Es folgt daraus, dass auch beim forcierten Blasinstrumentenspielen, der intraokulare Druck nach

der Spielphase in Bezug zum Ausgangswert umso mehr abfiel, je geringer der Anstieg während des Spielens war und ergab sich eine Erhöhung kleiner als 13,4 mmHg, sank der Augeninnendruck sogar unter das Ausgangsniveau.

Beim forcierten Spielen wurde zwar eine geringere Steigung der Regressionsgerade ermittelt, die Streuung der einzelnen Daten war jedoch geringer und damit die negative Korrelation zwischen dem Augeninnendruckanstieg und dem relativen Abfall stärker als beim normalen Spiel.

3.1.5. Weitere Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Vergleichs zwischen dem Peak Flow-Messwert und der Augeninnendruckveränderung während und nach den Spielphasen dargestellt.

Es konnte dabei weder für den Anstieg des intraokularen Drucks während des normalen ($p=0,091$) und forcierten ($p=0,45$) Blasens noch für den relativen Abfall zum Ausgangswert nach der Spielsequenz beim normalen ($p=0,39$) und forcierten ($p=0,738$) Spielen ein statistisch signifikanter Zusammenhang zum Peak Flow-Wert nachgewiesen werden.

3.2. Ergebnisse der Profibläser

3.2.1. Probandengemeinschaft

Bei den Messungen des Profiblasemusikorchesters wurden insgesamt sieben Personen untersucht, davon spielten vier Trompete, einer Waldhorn und zwei Posaune (Tabelle 10). Es wurde auf Grund der geringen Probandenzahl keine Unterteilung in Hoch- und Niederwiderstandsinstrumente vorgenommen.

Tabelle 10: Verteilung der Instrumente bei den Profibläsern

	Anzahl	Anteil (%)
Trompete	4	57,1
Waldhorn	1	14,3
Posaune	2	28,6
Insgesamt	7	100,0

Alle Probanden waren männlich im Alter von 30 bis 67 Jahren, die Spieldauer des jeweiligen Instruments betrug $36,1 \pm 11,3$ Jahre. Die durchschnittlichen Werte für Körpergröße und Gewicht lagen bei 181,7 cm und 95,0 kg. Bei der Messung des Peak Flows wurden Werte zwischen 520 L/min und 580 L/min erreicht (Tabelle 11).

Tabelle 11: Verteilung der anamnestischen Parameter und des Peak Flow Wertes bei den Profibläsern

	MW	Median	Min	Max	SD
Spieldauer (J)	36,1	36,0	19	50	11,3
Alter (J)	48,3	47,0	30	67	15,0
Körpergröße (cm)	181,7	184,0	171	188	5,9
Körpergewicht (kg)	95,0	100,0	72	110	13,0
Peak Flow (L/min)	544,3	550,0	520	580	22,3

In der Anamnese konnte außerdem bei einem Profimusiker Hypertonie festgestellt werden, alle Probanden waren Nichtraucher.

3.2.2. Veränderungen des intraokularen Drucks

Im Folgenden werden für die Profibläser zuerst die Ergebnisse der Veränderungen des intraokularen Drucks im Messreihenverlauf vorgestellt und anschließend die Resultate der Signifikanz-Tests beschrieben.

Die Mediane, Quartile und Extreme der Augeninnendruckwerte zu den einzelnen Zeitpunkten werden zur Veranschaulichung in der Abb.13 in Boxplots aufgetragen. In Tabelle 13 werden die Differenzen mit Standardabweichung des Augeninnendrucks während der Messungen und der p-Wert angegeben, der bei statistisch signifikantem Ergebnis mit * gekennzeichnet wird.

Der Ausgangswert des Augeninnendrucks, im Ruhezustand vor dem Spielen gemessen, lag bei $14,4 \pm 3,9$ mmHg und stieg während der Blasphase um 6,0 mmHg auf $20,4 \pm 6,7$ mmHg an. Der höchste Wert wurde dabei von dem Waldhornspieler mit 34 mmHg erreicht. Nach dem Beenden der Spielsequenz fiel der intraokulare Druck sofort ab und betrug im Mittel 15,6 mmHg und lag damit um 1,1 mmHg über dem Ausgangsniveau (Tabelle 12, Abb.13).

Tabelle 12: Verlauf des Augeninnendrucks (mmHg) bei den Profibläsern

	MW	Median	Min	Max	SD
Ausgangswert	14,4	13,0	10	21	3,9
Spielen	20,4	19,0	14	34	6,7
Stopp	15,6	15,0	10	19	3,3

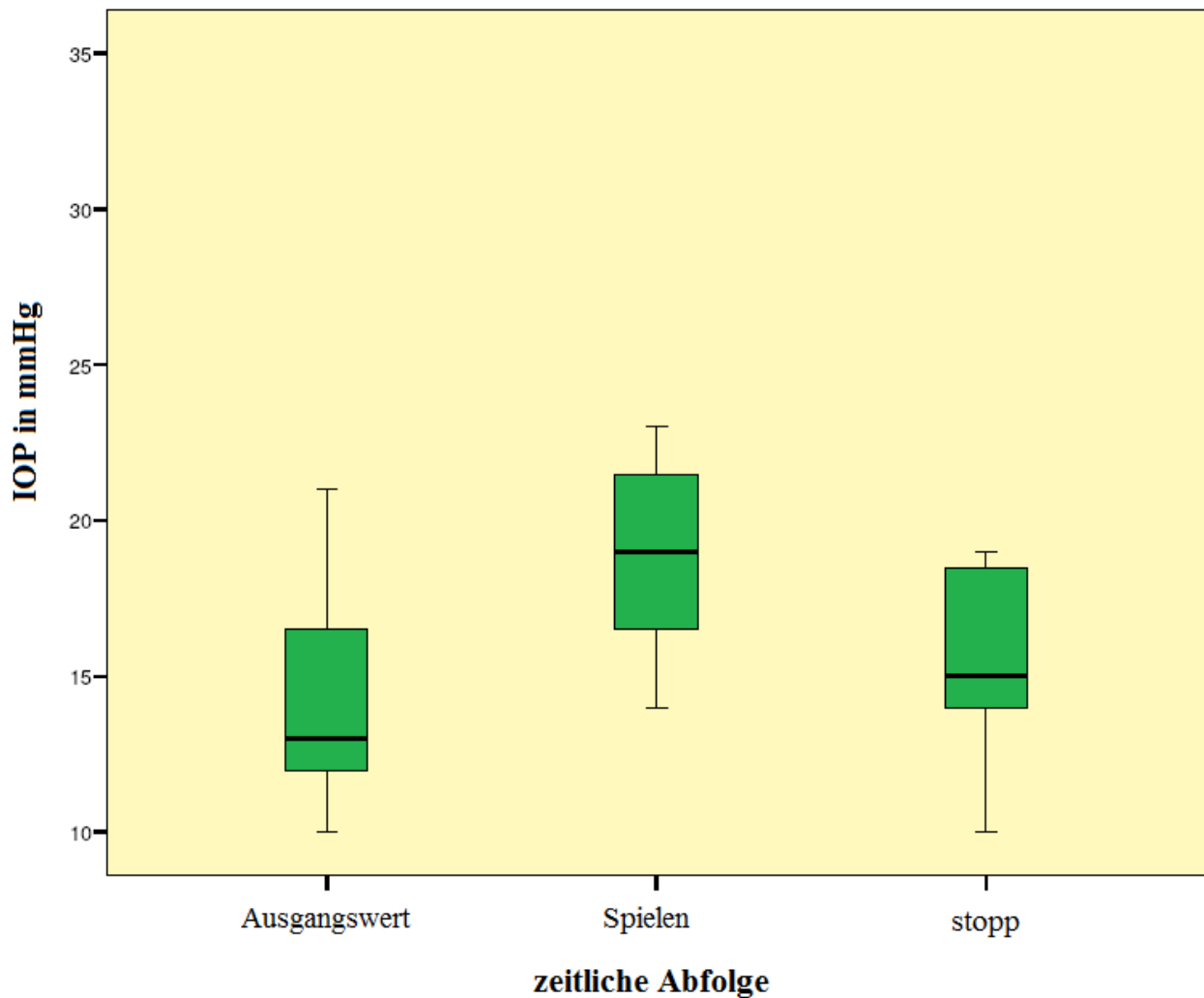


Abb.13: Boxplots zum Verlauf des Augeninnendrucks bei den Profibläsern

Der Anstieg des Augeninnendrucks von 6,0 mmHg über den Ausgangswert während des Spielens des Blasinstrumentes konnte als statistisch signifikant ermittelt werden ($p=0,022$). Ebenso erwies sich der sofortige Abfall des IOP von 4,9 mmHg nach dem Spielende als signifikant ($p=0,030$).

Zwischen dem Ausgangswert und dem Wert nach der Performance konnte dabei kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 13).

Tabelle 13: Veränderungen des IOP während der einzelnen Messpunkte

	Differenz (mmHg)	SD	p-Wert
Ausgangswert zu Spielen	6,0	5,2	*0,022
Spielen zu stopp	4,9	4,6	*0,030
Ausgangswert zu stopp	1,1	2,9	0,339

4. Diskussion

4.1. Der Augeninnendruck während des Blasinstrumentenspiels

Es konnte jeweils für die gesamte Profibläsergruppe ($p=0,022$) und für alle Laienbläser im Gesamten sowohl durch normales ($p=0,001$) als auch forciertes ($p<0,001$) Spielen des Blasinstrumentes ein statistisch signifikanter Anstieg des Augeninnendrucks nachgewiesen werden. Dieses Resultat entspricht unseren Erwartungen, da es durch die Annäherung an das Valsalva-Manöver zu einem venösen Rückstau bis in die Choroidea und die episkleralen Venen kommt, wobei letzteres laut Schuman beim Blasinstrumentenspielen eine untergeordnete Rolle spielt. Der schnelle Anstieg des intraokularen Drucks von bis zu 1,8 mmHg/Sekunde in seiner Studie während des Spielens der Instrumente konnte durch den erhöhten Venendruck in der Choroidea erklärt werden, da der Druckanstieg über die episkleralen Venen sehr viel langsamer zu erwarten war [20].

Ein statistisch signifikanter Unterschied ($p<0,001$) des IOP-Anstiegs konnte für alle Probanden gemeinsam zwischen dem Spielen in normaler Lautstärke und Tonlage und dem forcierten Blasen festgestellt werden. Der Augeninnendruck lag bei letzterem um 5,0 mmHg höher als beim normalen Spielen. Dieses Ergebnis steht im Zusammenhang mit der Tatsache, dass bei der Technik der Tonerzeugung bei lauten und hohen Tönen ein höherer Druck in den Atemwegen aufgebaut werden muss [2]. Diese Abhängigkeit des intraokularen Druckanstiegs von der Lautstärke und der Tonhöhe hat auch Schuman in seiner Studie gezeigt [20].

Für die Hochwiderstandgruppe ergab sich während der beiden Spielserien ein größerer Anstieg des Augeninnendrucks als für die Niedrigwiderstandgruppe, beim nicht-forcierten Spiel im Mittel um 1,1 mmHg, beim forciert Spielen um 4,4 mmHg. Diese Differenzen konnten zwar auf Grund der großen Streuung der einzelnen Werte nicht als statistisch signifikant nachgewiesen werden, dennoch ist erkennbar, dass zur Tonerzeugung auf Hochwiderstandsinstrumenten mehr Druck erforderlich ist als auf Blasinstrumenten mit geringerem Widerstand. So konnten bei den Hochwiderstandsmusikern während des forcierten Spielens ein Maximalwert von 42 mmHg gemessen werden, während die Niedrigwiderstandbläser nur Werte bis zu 29 mmHg erreichten. Schuman konnte ähnliche Ergebnisse feststellen, er hat bei lauten hohen Tönen sogar Werte bis zu 46 mmHg für die Hochwiderstandsinstrumentenspieler ermittelt, der Augeninnendruck des Niedrigwiderstandbläusers stieg allerdings auf nur 21 mmHg an [20].

Der niedrigste Anstieg des intraokularen Drucks wurde außerdem mit durchschnittlich 1,6 mmHg über den Ausgangswert für die Niedrigwiderstandgruppe beim normalen Spielen gemessen und als statistisch nicht signifikant ($p=0,124$) nachgewiesen, während für die Hochwiderstandgruppe beim normalen Spielen ($p=0,003$) und für beide Gruppen (Niedrigwiderstand: $p=0,002$; Hochwiderstand: $p<0,001$) in der forciert geblasenen Sequenz statistisch signifikante Ergebnisse ermittelt wurden. Der größte Anstieg wurde dabei mit durchschnittlich 9,2 mmHg bei den Hochwiderstandbläsern während des forcierten Spielens gefunden, wobei schon während der Messungen die Anstrengung in dieser Gruppe sichtbar wurde. Diese Resultate verdeutlichen, dass zum Spielen von Hochwiderstandblasinstrumenten mehr Druck erzeugt werden muss und dabei die Annäherung an das den Maximalzustand darstellende Valsalva-Manöver mehr zum Einsatz kommt als bei Niedrigwiderstandsinstrumenten [20]. Zusätzlich wird nochmal deutlich, dass zum Spielen von forcierten Tönen ein höherer Druck in den Atemwegen aufgebaut werden muss als beim Spielen in normaler Tonlage und Lautstärke [2].

Desweiteren konnte ein Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Blasmusikern festgestellt werden. Der Anstieg des Augeninnendrucks der Frauen während der normal gespielten Sequenz konnte als statistisch signifikant ($p=0,022$) nachgewiesen werden und lag im Mittel sogar um 1,6 mmHg höher als der signifikante Anstieg der Männer ($p=0,039$). Der Grund für diese größere Erhöhung bei den Frauen könnte dadurch bedingt sein, dass sieben der acht weiblichen Probanden Hochwiderstandblasinstrumente und nur eine ein Instrument mit niedrigerem Widerstand spielten, während bei den Männern die beiden Instrumentengruppen mit 45,8% Hoch- und 54,2% Niedrigwiderstandsinstrumenten etwas zu Gunsten letzterer verteilt waren.

Im Gegensatz zu den Männern, bei denen der Anstieg beim forcierten Blasen signifikant war ($p<0,001$), hatten die weiblichen Probanden jedoch Probleme hohe und laute Töne auf ihrem Instrument zu erzeugen. Sie waren bei den Messungen sichtlich angestrongter, doch kamen häufig keine Töne aus dem jeweiligen Instrument, deshalb war auch der Anstieg in dieser Spielserie nicht signifikant ($p=0,153$). Das könnte auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass die Frauen ihre Instrumente um 9,5 Jahre statistisch signifikant ($p=0,032$) kürzer spielten als ihre männlichen Vergleichsprobanden, dadurch auf einem niedrigeren Trainingsniveau standen und nicht die Kraft aufbringen konnten um den nötigen Luftdruck in den Atemwegen für die Tonbildung zu erzeugen.

4.2. Der Augeninnendruck nach dem Blasinstrumentspielen

Bei Bläsern, deren intraokularer Druck während des Blasens nur relativ gering anstieg, fiel der Wert des Augeninnendrucks nach den Spielsequenzen unter das Ausgangsniveau ab. Diese Beobachtungen konnte mit Hilfe einer Regressionsanalyse miteinander in einen Zusammenhang gebracht werden. Sowohl beim normalen ($r=0,61$; $p<0,001$) als auch beim forcierten Spielen ($r=0,79$; $p<0,001$) wurde eine signifikante mittelstarke negative Korrelation zwischen der Höhe des Augeninnendruckanstiegs und dem sofortigen relativen Abfall zum Ausgangswert nach Beenden der jeweiligen Sequenz nachgewiesen. Das bedeutet, dass umso niedriger der Anstieg des Augeninnendrucks während des Blasinstrumentspiels war, desto mehr sank dieser nach der aktiven Phase in Relation zum Ausgangswert ab.

Beim normalen Spielen sank der Augeninnendruck bei einem Anstieg von kleiner als 4,9 mmHg unter das Ausgangsniveau ab, beim forcierten Spiel bei einer Erhöhung kleiner als 13,4 mmHg. Die negative Korrelation war außerdem beim Spielen von lauten und hohen Tönen etwas stärker als beim normalen Spielen.

Das Phänomen der negativen Nachschwankung beobachtete auch Oggel bei seiner Untersuchung des Augeninnendrucks von 49 Probanden unter Valsalva-Bedingungen und erklärte dieses als anatomisch-physiologische Variante. Eine Korrelation zum vorherigen Anstieg wurde allerdings nicht untersucht [15].

Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung könnte auch kardiovaskulärer Ursache sein, da ein Zusammenhang zum Anstieg des intraokularen Drucks ermittelt wurde. Der geringe Anstieg des intraokularen Drucks bei Probanden mit Nachschwankung könnte dadurch bedingt sein, dass durch den intrathorakalen Druck während des Spielens nicht nur der erhöhte zentrale Venendruck bis in die Choroidea fortgeleitet wird, sondern auch der arterielle Zufluss zum Auge beeinträchtigt ist. Diese verminderte arterielle Durchblutung des Auges könnte indirekt durch ein vermindertes Schlagvolumen des Herzens auf Grund des verminderten venösen Rückstroms verursacht sein. Nach Beenden der Spielphase würde durch den wiederhergestellten venösen Rückstrom der Augeninnendruck unter das Ausgangsniveau fallen und es würde eine Weile dauern bis sich die Blutzirkulation im Auge normalisiert und sich die Aderhaut wieder gefüllt hat.

Bei Probanden mit relativ hohem Anstieg des Augeninnendrucks während des Blasens konnte diese negative Nachschwankung nicht festgestellt werden. Dies könnte daran liegen, dass bei diesen Bläsern die arterielle Versorgung des Auges weder während noch nach der Spielsequenz

beeinflusst wird und nur der fortgeleitete erhöhte zentrale Venendruck in der Spielphase zum Anstieg des intraokularen Drucks führt.

4.3. Risiko für glaukomtypische Schädigung

An dieser Stelle stellt sich die Frage ob die ermittelten Schwankungen des Augeninnendrucks während des Spielens für den Musiker zu einer erhöhten Inzidenz von glaukomtypischen Schäden am Auge führen können.

Diese Überlegung wäre theoretisch möglich, vor allem bei so hohen Druckanstiegen bis zu 42 mmHg, die bei sehr lauten und hohen Passagen mit Hochwiderstandblasinstrumenten erreicht wurden. Die intraokularen Tensionsschwankungen dauern zwar meist nur eine kurze Weile und kommen auch im alltäglichen Leben vor z. B. durch das Reiben der Augen, werden jedoch in der Pathogenese des Normaldruckglaukoms als Risikofaktor erwägt und gelten beim primär-chronischen Offenwinkelglaukom als Progressionsfaktor [5, 11, 12, 17]. So konnte auch Krist und Schuman einen möglichen Zusammenhang zwischen der Erkrankung an einem Normaldruckglaukom und dem Spielen von Hochwiderstandinstrumenten darlegen [11, 20].

Auf Grund der erhobenen Daten und deren analytischen Auswertung wäre es sinnvoll vor allem bei Hochwiderstandblasmusikern eine regelmäßige, prophylaktische Kontrolle der Funktion von Papille und Gesichtsfeld bei einem Ophthalmologen durchzuführen.

5. Zusammenfassung

Hintergrund: Die Grundlage der Tonerzeugung auf Blasinstrumenten ist das Valsalva-Manöver, durch das der intraokulare Druck auf Grund der venösen Abflussbehinderung ansteigt. In dieser Arbeit wurden die Änderungen des Augeninnendrucks während und nach dem Spielen verschiedener Blasinstrumente untersucht.

Material und Methoden: Der intraokulare Druck wurde mittels eines Rückprall-Tonometers bei 29 Laien- und 7 Profimusikern im Sitzen ermittelt. Bei den Laienprobanden wurden dabei 18 Hochwiderstandblasinstrumente wie Trompete und Oboe und 14 Niedrigwiderstandsinstrumente wie Klarinette und Posaune unterschieden.

Die Messungen erfolgten vor dem Spielen im Ruhezustand, während zweiminütiger normal und forciert gespielter Sequenzen und sofort am Ende des Spielens, sowie nach einer und zwei weiteren Minuten.

Ergebnisse: Es konnte jeweils für die gesamte Profibläsergruppe ($p=0,022$) und für alle Laienbläser im Gesamten sowohl durch normales ($p=0,001$) als auch forciertes ($p<0,001$) Spielen des Blasinstrumentes ein statistisch signifikanter Anstieg des Augeninnendrucks nachgewiesen werden. Der größte Anstieg wurde mit durchschnittlich 9,2 mmHg bei den Hochwiderstandbläsern während des forcierten Spielens gefunden, der Maximalwert eines Trompeters lag dabei bei 42 mmHg.

Es wurde sowohl beim normalen ($r=0,61$; $p<0,001$) als auch beim forcierten Spielen ($r=0,79$; $p<0,001$) eine signifikante mittelstarke negative Korrelation zwischen der Höhe des Augeninnendruckanstiegs und dem sofortigen relativen Abfall zum Ausgangswert nach Beenden der jeweiligen Sequenz nachgewiesen. Bei Druckanstiegen im Mittel kleiner 10,2 mmHg für normales und forciertes Blasen gemeinsam sank der intraokulare Druck nach der aktiven Phase unter den Ausgangswert ab.

Diskussion: Durch die Erhöhungen des Augeninnendrucks, die besonders bei sehr lauten und hohen Passagen mit Hochwiderstandblasinstrumenten erreicht wurden, unterliegt der intraokulare Druck des Musikers hohen Schwankungen.

Eine mögliche Erklärung für den Abfall des Augeninnendrucks nach der Spielphase unter das Ausgangsniveau und die negative Korrelation dieses Absinken zum Anstieg des intraokularen

Drucks während der Spielphase könnte eine kardiovaskuläre Ursache sein.

Die Tensionsschwankungen bei Blechbläsern könnten einen Risikofaktor für die Entstehung eines Normaldruckglaukoms und die Progression eines primär-chronischen Offenwinkelglaukoms darstellen und zu einer glaukomtypischen Nervenschädigung führen. Es wäre deshalb sinnvoll vor allem bei Hochwiderstandblasmusikern eine regelmäßige, prophylaktische Kontrolle der visuellen Funktion bei einem Ophthalmologen durchzuführen.

6. Literaturverzeichnis

1. Aydin P, Oram O, Akman A, Dursun D: Effect of wind instrument playing on intraocular pressure. *J Glaucoma* 2000, 9(4):322-4
2. Burba M: Brass master-class: Methode für Blechbläser. Schott Musik International 1994, ISBN 3-7957-5150-0
3. Dekking HM, Coster HD: Dynamic tonometry. *Ophthalmologica* 1967, 154(1):59-74
4. Dimsdale JE, Nelesen RA: French-horn hypertension. *N Engl J Med* 1995, 333(5):326-7
5. Gerste R: Glaukom - ein Ratgeber. *Ad manum medici* 2005, ISBN 3-928027-24-7
6. Grehn F: *Augenheilkunde*. Springer 2006, 29.Auflage, ISBN 3-540-25699-7, S.325-350
7. Grundmann R, Baumgart J, Richter A, Krüger H: Contribution of fluid dynamics to woodwind instruments investigations of timbre and pitch of bassoon bocals. *Journal of thermal science: JTS* 2005, 14(3):264-266
8. Kontiola AI: A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000, 78(2):142-145
9. Kontiola AI: Developing impact tonometers for clinical use and glaucoma research. *Med. Dissertation*, vorgestellt am 15.08.2003, Universität Helsinki
10. Kontiola AI, Goldblum D, Mittag T, Danias J: The induction/impact tonometer: a new instrument to measure intraocular pressure in the rat. *Exp Eye Res.* 2001, 73(6):781-785
11. Krist D, Cursiefen C, Jünemann A: Transitory intrathoracic and -abdominal pressure elevation in the history of 64 patients with normal pressure glaucoma. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2001, 218(4):209-213

12. Lang GK, Gareis O, Lang GE, Recker D, Spraul CW, Wagner P: Augenheilkunde: Verstehen -Lernen - Anwenden. Thieme 2004, 3.Auflage, ISBN 3-13-102833-5, S.251-297
13. Meyer R: Glaucoma: playing of wind instruments increases intraocular pressure. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2000, 217(1):A4-5
14. Munkwitz S, Elkarmouty A, Hoffmann EM, Pfeiffer N, Thieme H: Comparison of the iCare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer over a wide IOP range. Graefes Arch Clin Exp Ophtalmol 2008, 246(6):875-9
15. Oggel K, Sommer G, Neuhann T, Hinz J: Variations of intraocular pressure during valsalva`s maneuver in relation to body position and length of the bulbus in myopia. Graefes Arch Clin Exp Ophtalmol 1982, 218(1):51-4
16. Rosen DA, Johnston VC: Ocular pressure patterns in the Valsalva maneuver. Arch Ophthalmol 1959, 62:810-16
17. Sachsenweger M: Duale Reihe: Augenheilkunde. Thieme 2003, 2. Auflage, ISBN 3-13-128312-2, S.210-238
18. Schade H: Feintuning: Ein Luftfahrttechniker will das Fagott optimieren. neue musikzeitung: nmz 2003/11, 52:45
19. Scheid P: Atmung. In: Klinke R, Silbernagl S (Hrsg) Lehrbuch der Physiologie. Thieme 2003, 4.Auflage, ISBN 3-13-796004-5, S.231
20. Schuman JS, Massicotte EC, Connolly S, Hertzmark E, Mukherji B, Kunen MZ: Increased intraocular pressure and visual field defects in high resistance wind instrument players. Ophthalmology 2000, 107(1):127-33
21. www.vitalograph.co.uk: Technical Specification of Peak Flow Meter asmaplan

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Ines Lanzl für die Überlassung des Themas, für die freundliche und intensive Betreuung und die vielen hilfreichen Anregungen, Herrn Tibor Schuster vom Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München für die wiederholte kompetente und freundliche Beratung bei der statistischen Auswertung und allen Probanden, die an den Messungen teilgenommen und somit diese Arbeit erst ermöglicht haben.

Anhang: Dokumentationsbogen

Proband						
Instrument						
Instrument seit						
Alter						
Größe						
Gewicht						
Geschlecht						
Erkrankungen						
Rauchen						
Peak Flow						
Messungen	1	2	3	4	5	6=MW
IOP vorher						
IOP nach 2min normal Blasen						
IOP bei Stopp						
IOP nach 1min Pause						
IOP nach 2min Pause						
IOP nach 2min forciert Blasen						
IOP bei Stopp						
IOP nach 1min Pause						
IOP nach 2min Pause						