

Aus dem Krankenhaus Weilheim
Abteilung Chirurgie
Chefarzt: Prof. Dr. med. Gerald Hauer

**Panelstudie zur Genese venöser Veränderungen
bei Kindern und Jugendlichen
(Weilheimer Studie Teil II)**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Andrea Müller
aus
Starnberg

2010

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Gerald Hauer

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. Frank Christ

Priv. Doz. Dr. Bärbel Lange-Sperandio

Priv. Doz. Dr. Elfriede Ring-Mrozik

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dr. med. A. Werner

Dekan:

Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung:

21.01.2010

In Liebe und Dankbarkeit
meinen Eltern gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Einführung.....	1
1.2	Grundlagen	3
1.2.1	Anatomie und Physiologie der Beinvenen.....	3
1.2.2	Erkrankungen der Beinvenen.....	4
1.2.2.1	Stamm- und Seitenastvarikose, Crosseinsuffizienz	4
1.2.2.2	Perforansvarikose	4
1.2.2.3	Retikuläre Varizen und Besenreiservarizen	5
1.2.2.4	Symptome und Komplikationen	5
1.2.3	Diagnostik	5
1.2.4	Therapie.....	6
1.2.4.1	Konservative Therapie	6
1.2.4.2	Sklerosierung.....	6
1.2.4.3	Endoluminale Verfahren und transkutane Lasertherapie	6
1.2.4.4	Operative Therapie	7
1.3	Fragestellung und Zielsetzung	7
2	Methodik.....	10
2.1	Studiendesign	10
2.1.1	Studientyp und Studienpopulation.....	10
2.1.2	Studienort und Zeitraum.....	10
2.1.3	Studienorganisation und Ablauf	11
2.2	Untersuchungsmethoden	13
2.2.1	Material	13
2.2.2	Untersuchungsaufbau	14
2.2.3	Stammdatenerfassung	15
2.2.4	Anamnese	16
2.2.5	Anthropometrie.....	17
2.2.6	Klinische Untersuchung	18
2.2.7	Fotodokumentation	19
2.2.8	Apparative Diagnostik	19
2.2.8.1	Ultraschall-Doppler-Valsalva-Test.....	19
2.2.8.2	Digitale Photoplethysmographie (D-PPG).....	21
2.2.8.3	Strain-Gauge-Venenverschlussplethysmographie (SG-VVP)	25

2.3	Datenanalyse	29
2.3.1	Datenverwaltung	29
2.3.2	Datenverarbeitung.....	29
2.3.3	Statistische Analyse	30
2.3.3.1	Auswahl der Merkmale.....	30
2.3.3.2	Ziel- und Einflussgrößen	30
2.3.3.3	Deskriptive Analyse	30
2.3.3.4	Normwertberechnung	31
2.3.3.5	Gruppierung	31
3	Ergebnisse	32
3.1	Deskriptive Analyse.....	32
3.1.1	Studienteilnehmer	32
3.1.2	Dopplerbefund.....	33
3.1.3	Klinischer Befund	35
3.1.4	Allgemeine Beschwerden.....	37
3.1.5	Venentypische Beschwerden	39
3.1.6	Orthopädische Auffälligkeiten.....	41
3.1.7	Chirurgische Anamnese	43
3.1.8	Anthropometrische Maße	45
3.1.9	Anamnese Pubertät	49
3.1.10	Sportliche Aktivität.....	52
3.1.11	Familienanamnese.....	55
3.1.12	Digitale Photoplethysmographie.....	56
3.1.13	Venenverschlussplethysmographie.....	60
3.2	Gruppierung nach klinischem Befund und Dopplerbefund	64
3.3	Normwertberechnung.....	65
3.3.1	Digitale Photoplethysmographie.....	66
3.3.2	Venenverschlussplethysmographie.....	69
4	Diskussion.....	72
4.1	Studiendesign und Studienpopulation	73
4.2	Klinisch sichtbare Venenveränderungen	76
4.3	Apparative Diagnostik	83
4.3.1	Ultraschall-Doppler-Valsalva-Test.....	83
4.3.2	Digitale Photoplethysmographie (D-PPG).....	86

4.3.3	Venenverschlussplethysmographie (VVP)	89
4.4	Pubertätsentwicklung	91
4.4.1	Stimmbruch und Menstruation	91
4.4.2	Geschlecht	91
4.4.3	Alter.....	94
4.4.4	Rauchen und orale Kontrazeptiva	96
4.5	Familienanamnese	97
4.6	Weitere Einflussfaktoren für Venenveränderungen	99
4.6.1	Anthropometrie.....	99
4.6.2	Allgemeine und venentypische Beschwerden	101
4.6.3	Chirurgische Eingriffe.....	104
4.6.4	Orthopädische Auffälligkeiten.....	105
4.6.5	Sportliche Aktivität.....	107
4.7	Gruppierung	109
4.8	Normwerte.....	111
4.9	Studienprotokoll und Datenmaterial	111
4.9.1	Durchführbarkeit des Studienprotokolls	111
4.9.2	Datenerfassung.....	113
4.9.3	Datenqualität.....	113
4.9.4	Verbesserungsvorschläge für das Studienprotokoll	114
4.10	Mögliche Konsequenzen für Prophylaxe und Therapie	115
4.11	Ausblick.....	118
5	Zusammenfassung	119
6	Literatur	122
Anhang	129
I	Abkürzungsverzeichnis	129
II	Abbildungsverzeichnis	130
III	Tabellenverzeichnis	132
IV	Formulare und Protokolle	134
V	Tabellen.....	139
VI	Fotos.....	143
Dankssagung	145
Lebenslauf	147

1 Einleitung

1.1 Einführung

Varizen - im Volksmund bekannt als „Krampfadern“, abgeleitet aus dem mittelhochdeutschen Wort „Krummader“. Fast jeder kennt die geschlängelten Venenerweiterungen, die, sowohl wegen kosmetischer Aspekte als auch aufgrund von Beschwerden, oft eine operative Therapie nötig machen. Viele halten diese Venenveränderungen nur für eine Erkrankung älterer Personen.

Über das Vorkommen bei Jugendlichen, oder den Zeitpunkt des ersten Auftretens von Varizen ist wenig bekannt. Auch in den meisten bisher veröffentlichten Studien über Varikosis wurde nur die manifeste Venenerkrankung bei Erwachsenen untersucht. Dabei wurde wiederholt eine hohe Prävalenz der Varikosis ermittelt, die heute in westlichen Ländern ein weit verbreitetes Volksleiden darstellt.

So wurde in der Edinburgh Vein Study²¹, einer Studie mit 1566 Probanden, eine Prävalenz der Stammvarikosis von rund einem Drittel, 40% bei Männern und 32% bei Frauen, ermittelt. Retikuläre Varizen und Besenreiservarizen fanden sich sogar bei über 80% aller Untersuchten. In der Studie von Carpentier et al.¹¹ war die Prävalenz der Varikose in Frankreich rund 50% bei Frauen und 30% bei Männern. Chiesa et al.¹² stellten in Italien bei nur 23% der Patienten keinerlei Venenveränderungen fest, in der Bonner Venenstudie⁶⁸ fanden sich sogar nur bei knapp 10% der Patienten keinerlei Venenveränderung, aber bei 23% (20% Männer, 26% Frauen) fand sich eine Varikose und bei rund 88% lagen Teleangiektasien oder retikuläre Varizen vor.

Diehm¹⁷ schilderte 1989 in einer Übersichtsarbeit ein Vorkommen von pathologischen peripheren Venenveränderungen bei 70% und behandlungsbedürftigen Varikosisformen bei 5% der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. In einer Studie aus München von 1984 wurde eine Prävalenz von 50% für periphere Venenveränderungen festgestellt, davon 15% pathologisch.¹⁹ In der Tübinger Studie²³ wurden bei 86% der Erwachsenen irgendwelche, bei 15% mittelschwere und bei 12% schwere Venenveränderungen, sowie bei jedem 8. Erwachsenen eine fortgeschrittene chronisch venöse Insuffizienz beschrieben.

Nach Krijnen et al. ist mehr als die Hälfte der westlichen Bevölkerung von irgendeiner Art der Varikosis betroffen, ungefähr 10% leiden unter einer klinisch signifikanten,

therapiebedürftigen Varikose und ca. 2-5% leiden unter schwerer chronisch venöser Insuffizienz.⁴⁶

Zum Teil starke Beeinträchtigungen in Beruf und Freizeit machen es unmöglich, Venenerkrankungen nur als „geringfügige Gesundheitsstörung“ zu betrachten. Mit zunehmender Schwere der Erkrankung und Vorhandensein von Begleiterscheinungen der Varikose wie Ödem, Hautveränderungen oder Ulkus, sinkt die Lebensqualität der Betroffenen.^{23;41;43;51;68}

Nach Angaben der Gesetzlichen Krankenversicherungen betragen die Krankenhausaufgaben für Venenerkrankungen im Jahr 1991 3,6 Mrd. DM (1,84 Mrd. Euro), dazu kamen 2,5 Mio. Tage Arbeitsunfähigkeit, 1,6 Mio. Tage Krankenhausaufenthalt und 2500 Frühberentungen aufgrund von Venenerkrankungen und deren Komplikationen. 2002 wurden vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden 168.627 stationär durchgeführte Varizeneingriffe angegeben.⁶⁶ In der Studie von Lang et al.⁵³ aus dem Jahr 2002 wurden die Kosten einer Varizenoperation mit 5727 DM (2928 Euro) beziffert. Damit kommt zur persönlichen, physischen und psychischen Last der Betroffenen auch noch ein nicht unwesentlicher volkswirtschaftlicher Aspekt hinzu.

Was also kann gegen diese Krankheit unternommen werden, von der man hauptsächlich weiß, dass das Risiko, sie zu bekommen, groß ist? Um eine Antwort darauf zu finden, müssen der Zeitpunkt der Entstehung, die ersten Anzeichen und die Entwicklung der Varikosis, sowie Risikofaktoren erforscht werden. Nur so können eine Früherkennung und eine sinnvolle Prävention ermöglicht werden.

Erste Untersuchungen zu Venenerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen wurden schon von Heede³⁴, Horáková-Nedvídková³⁷, Strejcek⁸⁰ und Schultz-Ehrenburg⁷⁶ durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, mehr Informationen über Vorkommen und Entstehung einer Varikosis im Jugendalter, sowie über bestehende Einflussfaktoren und sich daraus ergebende Möglichkeiten für die Früherkennung und Prophylaxe, zu gewinnen.

1.2 Grundlagen

Hier soll kurz auf die anatomischen und physiologischen Grundlagen der für diese Studie relevanten Beinvenen eingegangen und die wesentlichen Erkrankungen hinsichtlich ihrer Diagnostik und Therapie beschrieben werden.

1.2.1 Anatomie und Physiologie der Beinvenen

Der Abfluss des Blutes aus Füßen und Beinen zum Herzen erfolgt über zahlreiche Venen, die entweder arterienbegleitend oder isoliert verlaufen. Venenklappen verhindern den Rückfluss des Blutes. Anastomosen zwischen den Venen werden als Vv. communicantes oder Vv. perforantes bezeichnet. Vv. communicantes verbinden Venen innerhalb einer Schicht, Perforansvenen verbinden oberflächliches subkutanes und tiefes Venensystem indem sie die Muskelfaszie durchbrechen. Perforantes enthalten Mündungsklappen, die verhindern, dass Blut retrograd ins oberflächliche Venensystem fließt. Die klinisch wichtigsten Perforantes befinden sich in der Wade.

Die zwei subkutan verlaufenden Stammvenen des Beines, die in dieser Studie untersucht wurden, sind die Vena saphena magna und die Vene saphena parva. Beide geben in ihrem Verlauf zahlreiche Seitenäste ab, die klinisch ebenfalls wichtig sind. Die Vena saphena magna beginnt im Bereich vor dem Innenknöchel des Fußes, verläuft medial über Unter- und Oberschenkel in einem Tunnel aus Muskelfaszie und einer Membranschicht, der „Saphenaloge“, und mündet etwas unterhalb des Leistenbandes, im so genannten Hiatus saphenus, in die V. femoralis communis. Die Mündung der V. saphena magna wird als Crosse bezeichnet. Auch in diesem Bereich findet sich eine Venenklappe. Der Ursprung der Vena saphena parva liegt hinter dem Außenknöchel des Fußes. Von dort verläuft sie, ebenfalls in einer Loge in den meisten Fällen über die Unterschenkelrückseite und mündet im Bereich der Kniekehle in die V. poplitea. Auch die Mündung der V. saphena parva wird Crosse genannt.^{6;7;24;59}

Da das Blut entgegen der Schwerkraft transportiert werden muss, sind Venenklappen nötig, um einen Rückfluss zu verhindern und damit den hydrostatischen Druck zu senken. Ob deren Anzahl physiologischerweise im Alter sinkt,²⁴ oder ob die Anzahl gleich bleibt,⁵⁹ ist umstritten.

Zur Verbesserung des venösen Rückflusses tragen verschiedene Pumpmechanismen bei. Dazu gehören unter anderem die Sprunggelenkpumpe und

die Wadenmuskelpumpe, deren Wirkungen darauf beruhen, dass bei Aktivität das Blutvolumen durch Druck- und Zugeinwirkungen auf die Venen zentralwärts transportiert wird. Diese Mechanismen werden in der vorliegenden Studie bei der digitalen Photoplethysmographie ausgenutzt. Defekte der Venenklappen oder der Pumpmechanismen können zu einer Dekompensation des Venensystems führen.²⁴ Bilder zur Anatomie der Beinvenen befinden sich im *Anhang: Fotos*.

1.2.2 Erkrankungen der Beinvenen

Die hier untersuchte primäre Varikose entsteht ohne vorheriges Bestehen eines Abflusshindernisses des tiefen oder oberflächlichen Venensystems. Durch degenerative Veränderung der Gefäßwand wird die Vene aufgeweitet, es bilden sich Aussackungen und eine geschlängelte Struktur. Auch die Funktion der Klappen wird dadurch beeinträchtigt. Es entsteht ein retrograder Blutfluss, der bei längerem Bestehen zu einer konstanten venösen Hypertonie mit fortschreitender Gefäßschädigung, und damit zu einer chronisch venösen Insuffizienz, schlimmstenfalls mit Ulcus cruris, der Maximalvariante, führt.^{24;32}

1.2.2.1 Stamm- und Seitenastvarikose, Crosseinsuffizienz

Stammvarikose wird sowohl eine Veränderung der Vena saphena magna als auch der Vena saphena parva genannt, die von variabler Länge sein kann. Wichtig für die Beurteilung der Ausdehnung der insuffizienten Venenstrecke ist der proximale und der distale Insuffizienzpunkt, also Beginn und Ende der insuffizienten Strecke, der vom Ausmaß der Klappenschließunfähigkeit abhängt (segmental oder global). Beginnt die Varikose an einer insuffizienten Mündungsklappe (Crosseinsuffizienz) spricht man von einer kompletten Stammvarikose, beginnt sie an anderer Stelle, von einer inkompletten Stammvarikose.

Analog zur Stammvarikose werden variköse Veränderungen sowohl von Seitenästen der Vena saphena magna als auch der Vena saphena parva als Seitenastvarikose bezeichnet. Sie kann isoliert vorliegen, tritt aber oft in Verbindung mit einer Stammvarikose auf.^{24;32}

1.2.2.2 Perforansvarikose

Bei Perforansinsuffizienz besteht ein Klappendefekt in einer Vene, die oberflächliches und tiefes Venensystem verbindet. Dadurch kommt es zum Reflux vom tiefen ins oberflächliche System und durch das erhöhte Volumen zu einer Erweiterung der

oberflächlichen Vene und damit zur Varizenbildung. Die Perforansinsuffizienz ist oft mit einer Stammvarikose kombiniert. ^{24;32}

1.2.2.3 Retikuläre Varizen und Besenreiservarizen

Die retikuläre Varikose bezeichnet eine Ausweitung von intrakutanen Venen, die ein netzartiges verästeltes Aussehen aufweisen. Normalerweise wird die Hämodynamik dadurch nicht nennenswert beeinflusst.

Auch bei Besenreiservarizen handelt es sich um intrakutane, rötlich oder bläulich erscheinende, Venenerweiterungen (Teleangiektasien). Sie sind allerdings kleineren Durchmessers, unter 1 mm, und können in ihrer Form, von linear bis sternförmig, stark variieren. Besenreiservarizen haben keinen Krankheitswert, sondern nur kosmetische Relevanz. ^{24;71;88}

1.2.2.4 Symptome und Komplikationen

Die Symptome, die bei Varikose auftreten können sind zahlreich. Dazu gehören Schwere- oder Spannungsgefühl, Schwellungen in den Beinen, Schmerzen, Juckreiz, nächtliche Missempfindungen, Krämpfe, ruhelose Beine. Allerdings ist oft unklar, ob diese Symptome wirklich auf die Varikose selbst zurückzuführen sind. ^{5;11;47}

Chronische Veränderungen der Beinvenen können, je nach Art und Dauer, Komplikationen unterschiedlichen Schweregrades verursachen, wie Ödeme, trophische Hautstörungen (Ekzem, Hautpigmentierung, Atrophie, Lipodermatosklerose, Blutungen oder venöse Ulcera), sowie Thrombophlebitis und Thrombose mit der Gefahr einer konsekutiven Lungenembolie. ^{8;57;60}

Retikuläre Varikose und Seitenastvarizen bleiben meist komplikationslos, da sie aufgrund fehlender Verbindung zum tiefen Venensystem kaum hämodynamischen Einfluss haben. Perforansinsuffizienz dagegen, vor allem im Bereich des Malleolus medialis, kann zu einem Ulcus cruris führen. ²⁴

1.2.3 Diagnostik

Zu den grundlegenden diagnostischen Methoden venöser Erkrankungen gehören Anamnese, klinische Untersuchung und Dopplersonographie. Die weiteren Untersuchungsmöglichkeiten dienen vor allem der Diagnosesicherung und -differenzierung oder der Therapieplanung. Zu den möglichen bildgebenden Verfahren zählen (Duplex-)Sonographie und Phlebographie. Quantitative funktionelle Untersuchungen sind die Phlebodynamometrie, die Photoplethysmographie und die Licht-

reflexionsrheographie. Eine Beurteilung der Funktionsfähigkeit des tiefen Venensystems erlaubt die Venenverschlussplethysmographie. Bei speziellen Fragestellungen können auch noch Computertomographie, Magnetresonanztomographie, histologische oder nuklearmedizinische Untersuchungen durchgeführt werden. ^{24;42}

1.2.4 Therapie

Die Wahl einer Therapieform hängt von den anatomischen und pathophysiologischen Umständen der Erkrankung und den Beschwerden ab. Die ideale Behandlung soll zur Verbesserung der Hämodynamik führen, die Beschwerden senken und Komplikationen oder deren Rezidiv verhindern. ⁴²

1.2.4.1 Konservative Therapie

Generell kann eine konservative Therapie, unter Beachtung der Kontraindikationen, in jedem Krankheitsstadium angewandt werden.

Zu den konservativen Maßnahmen gehören die Kompressionstherapie mit Verbänden oder Strümpfen, die zu einer Verbesserung der Beschwerden und einer Senkung von Komplikationen der Varikose führen und auch als Nachbehandlung nach einer chirurgischen Therapie oder Sklerosierung verwendet werden können. Auch physikalische Maßnahmen wie manuelle Lymphdrainage, richtige Beinlagerung, Gefäßsport, apparative intermittierende Kompression oder Balneotherapie sind Behandlungsmöglichkeiten. Zusätzlich kann eine medikamentöse Therapie angeordnet werden, z.B. mit Diuretika, venentonisierenden Pharmaka oder Ödemprotektiva. ^{24;35;42}

1.2.4.2 Sklerosierung

Dieses komplikationsarme ambulante Verfahren wird vor allem zur effektiven Beseitigung von Seitenastvarizen, retikulären und Besenreiservarizen verwendet. Ein flüssiges Verödungsmittel wird in die Varize injiziert, verursacht dort eine Schädigung des Endothels und damit den Verschluss der Varize. In einem neueren Verfahren wird das Verödungsmittel aufgeschäumt und dann unter Duplexkontrolle injiziert. ^{24;42}

1.2.4.3 Endoluminale Verfahren und transkutane Lasertherapie

Sowohl bei der Radiofrequenzobliteration als auch bei der Lasertherapie wird die Schädigung der Gefäßwand durch Hitze ausgenutzt. Es soll ein dauerhafter Verschluss erreicht werden.

Die transkutane Lasertherapie kann zur Entfernung von Besenreisern und retikulären Varizen eingesetzt werden, Sklerosierung wird heute jedoch noch bevorzugt. ⁴²

1.2.4.4 Operative Therapie

Bei der operativen Therapie der primären Varikose soll, durch Unterbrechung und Entfernung der betroffenen Anteile, die Insuffizienz der Vene behoben und die Hämodynamik normalisiert werden. Je nach Art und Ausdehnung der Varikose und in Abhängigkeit von Kontraindikationen und Patientenwunsch kann die Vorgehensweise bei der Operation und die Entscheidung für eine ambulante oder stationäre Durchführung variieren, es können verschiedene Operationstechniken sowie konservative und sklerosierende Verfahren kombiniert werden. Der Eingriff sollte möglichst risikoarm sein und ein kosmetisch ansprechendes Ergebnis zeigen.

Bei Crosseinsuffizienz der V. saphena magna besteht die Möglichkeit der Crossektomie, das heißt Entfernung des Mündungsanteils einschließlich der Seitenäste, zur Rezidivprophylaxe, und Ligatur der Stammvene. Bei Mündungsinsuffizienz der V. saphena parva wird eine Ligatur in diesem Bereich durchgeführt. Die beiden Stammvenen können, je nach Ausdehnung des insuffizienten Abschnittes, teilweise oder komplett entfernt werden. Als Operationstechniken eignen sich dazu Stripping, Kryoexhairese oder Phlebektomie. Insuffiziente Seitenäste werden über kleinste Hautschnitte oder minimal invasiv entfernt. Bei vorliegender Indikation kann eine Unterbrechung insuffizienter Perforansvenen mittels subfaszialer Ligatur über eine kleine Hautinzision (Miniphlebektomie) oder endoskopisch angestrebt werden. Für eine genauere Beschreibung der Operationstechniken soll hier auf die entsprechende Literatur verwiesen werden. ^{24;32;33;35;38;42}

1.3 Fragestellung und Zielsetzung

Die Pathogenese und die genauen Ursachen der chronisch venösen Erkrankungen sind immer noch unklar.

Als Hauptrisikofaktoren wurden in verschiedenen Studien Alter, Geschlecht und familiäre Vorbelastung ermittelt. Außerdem wurden je nach Studie diverse andere Risikofaktoren untersucht, wie eine sitzende oder stehende Position bei der Arbeit, körperliche Aktivität, Rauchen, Gewicht, Fehlstellungen der Beine und bei Frauen Schwangerschaft. Allerdings ist die Bewertung dieser Risikofaktoren insgesamt nicht einheitlich und zum Teil sogar widersprüchlich. ^{11;12;19;28;48;83}

Um eine rechtzeitige Prophylaxe oder Behandlung ermöglichen zu können, wäre es sinnvoll, den Entstehungszeitpunkt der Venenveränderungen zu kennen. Allerdings wurden in den meisten Studien nur erwachsene Patienten untersucht, bei denen die Veränderung schon vor längerer Zeit entstanden war. Eine Studie, bei der das Erstauftreten von Varikose an Kindern untersucht wurde, ist die Bochumer Studie.^{72;74} Bei den dort untersuchten Schülern der 5. Klasse wurden schon erste retikuläre Varizen und Reflux in Vena saphena magna und Vena saphena parva gefunden. Bei der erneuten Untersuchung 4 Jahre später wurde ein Anstieg der venösen Veränderungen, und erstmals ein Neuauftreten von Stamm- und Seitenastvarizen festgestellt.

Auch andere Studien an Erwachsenen zeigten eine Zunahme von Häufigkeit und Schweregrad bei Venenerkrankungen mit steigendem Lebensalter.^{13;17;21}

In der Weilheimer Studie soll die Entwicklung von Venenveränderungen genauer untersucht werden, der Zeitpunkt des ersten Auftretens soll erfasst werden und dafür geeignete Untersuchungsmethoden eruiert werden. Dafür wurde eine prospektive Studie an einem Normalkollektiv durchgeführt, das aus Schülern einer Gymnasialklasse besteht, die neun Jahre lang, von der fünften Klasse bis zum Abitur, beobachtet wurden.

Die Beschreibung der Studienergebnisse des ersten Jahres, im Sinne einer Querschnittstudie, war bereits Gegenstand einer Dissertation. („Panelstudie zur Genese venöser Veränderungen bei Kindern und Jugendlichen“ von Angelika Werner). In der vorliegenden Dissertation werden die erhobenen Daten in vollem Umfang dargestellt, dabei soll der Vergleich der Studienergebnisse des ersten und des letzten Untersuchungsdurchgangs, im Sinne einer deskriptiven Endpunktanalyse, im Vordergrund stehen, der zeitliche Verlauf zwischen 1997 und 2005 wird grob umrissen.

Folgende Fragestellungen lagen für die gesamte Studie vor:

- Wann beginnt und wie verläuft die zeitliche Entwicklung von Varizen?
- Gibt es präklinische Zeichen, die einer Varikosis vorangehen?
- Ab wann finden sich Refluxes im Bereich der Crosse der Vena saphena magna und gehen sie einer sichtbaren Varikosis voraus?
- Wann treten erste sichtbare Venenveränderungen auf?
- Können familienanamnestische Daten zu Venenerkrankungen von Eltern und Großeltern ermittelt werden?

- Was ergibt sich aus der Anamnese der Schüler bezüglich der Einflussfaktoren sportliche Aktivität, Voroperationen, aktuelle und venentypische Beschwerden sowie Pubertätsentwicklung?
- Gibt es einen Anhalt für eine Auswirkung von Geschlecht, anthropometrischen Maßen, oder anderen Einflussfaktoren auf venöse Veränderungen?
- Wie verändert sich der orthopädische Status im Verlauf der Studie?
- Welche Messwerte und Normwerte ergeben sich für die Bewertungsparameter von digitaler Photoplethysmographie und Venenverschlussplethysmographie?
- Eignen sich digitale Photoplethysmographie (D-PPG) und Venenverschlussplethysmographie (VVP) zur Diagnostik von Störungen der Venenfunktion bei Jugendlichen?
- Welche Möglichkeiten ergeben sich für eine Prophylaxe oder frühzeitige Behandlung?
- Welche Verbesserungsvorschläge für das Studienprotokoll ergeben sich aus der jahrelangen Erfahrung mit der Durchführung der Untersuchungen?

2 Methodik

2.1 Studiendesign

2.1.1 Studientyp und Studienpopulation

Studientyp

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine prospektive Kohortenstudie, die Sonderform einer Panelstudie, die sich durch mehrmalige Datenerhebung an den selben Individuen auszeichnet. Als Kohorte wurde eine Einschulungskohorte ausgewählt, in der über 9 Jahre regelmäßige, immer gleich angelegte, Datenerhebungen zu denselben Variablen durchgeführt wurden.

Eine Kohortenstudie ist besonders geeignet für die Untersuchung von Kausalzusammenhängen, da das Vorkommen vermuteter Risikofaktoren erfasst und Veränderungen der einzelnen Individuen über die Zeit gut beobachtet werden können. Außerdem ist die Berechnung von relativen Risiken möglich.

Studienpopulation

Die Kohorte bestand aus dem Schülerjahrgang des Weilheimer Gymnasiums, der im September 1997 eingeschult wurde. Von den 184 Schülern des Jahrgangs nahmen 180 an der Studie teil.

Diese Kohorte wurde als geeignet befunden, da in diesem jungen Alter noch eine sehr niedrige Prävalenz von Venenerkrankungen bestehen sollte, so dass in den folgenden Jahren eine Beobachtung der Inzidenzraten gut möglich ist. Auch der Zusammenhang mit vermuteten Risikofaktoren kann im Intrakohortenvergleich untersucht werden. Außerdem war mit einer niedrigen Drop-Out-Rate zu rechnen, da normalerweise die meisten Schüler bis zum Abitur an der gleichen Schule bleiben.

1997 betrug die Größe der Kohorte 180 Schüler im Alter zwischen 9 und 12 Jahren. In den darauffolgenden Jahren variierte die Kohortengröße zwischen 107 und 142 Schülern, 2005 betrug sie 108 Schüler im Alter zwischen 17 und 20 Jahren.

2.1.2 Studienort und Zeitraum

Die insgesamt 9 Datenerhebungen fanden im Gymnasium Weilheim in Oberbayern statt, wo ein von der Schule zur Verfügung gestellter Raum mit den notwendigen Materialien eingerichtet wurde.

Von 1997 bis 2004 wurden die Untersuchungen jeweils im September durchgeführt, die letzte im Jahr 2005 schon im Juli, am Ende der 12. Klasse.

Außerdem wurde Schülern, die nicht an den regulären Terminen teilnehmen konnten, und denen, die das Gymnasium verlassen hatten, die Möglichkeit geboten, sich am Krankenhaus Weilheim nach den gleichen Methoden untersuchen zu lassen. Diese Daten wurden ebenfalls in die Auswertung einbezogen.

2.1.3 Studienorganisation und Ablauf

Organisation

Vor Beginn der Studie wurde sowohl die Genehmigung des bayerischen Kultusministeriums benötigt als auch die Erlaubnis der Schulleitung des Gymnasiums Weilheim, während der Unterrichtszeit Untersuchungen abzuhalten und einen Raum dafür einzurichten.

In einer Informationsveranstaltung in der Schule wurde den Eltern die Studie erklärt und um eine schriftliche Einverständniserklärung für ihre Kinder gebeten. Diese war Voraussetzung für die (freiwillige) Teilnahme an der Studie.

Die Termine für die Untersuchungswoche wurden von der Schuldirektion vorgegeben. Für die jährliche Erneuerung der Listen der Studienteilnehmer und deren Einteilung zur Untersuchung sorgte ein Lehrer des Gymnasiums.

Die Einteilung der Schüler in Untersuchungskleingruppen erfolgte in der Unterstufe nach Klasse und Geschlecht, in der Oberstufe nach Kurs und Geschlecht getrennt.

Die jeweiligen Klassen- oder Kursleiter informierten die Schüler über ihren Untersuchungstermin und sorgten für deren pünktliches Erscheinen.

Der zur Verfügung gestellte Raum in der Schule wurde mit den benötigten Materialien ausgestattet.

Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, wurde von den Untersuchern schon im Vorfeld in etwa 70 Untersuchungen an Erwachsenen die Benutzung von Ultraschall-Doppler und D-PPG-Gerät geübt, und wenige Tage vor Beginn der Studie der gesamte Untersuchungsablauf in einem Probedurchgang mit freiwilligen Probanden, bestehend aus 10 Schülern, durchgeführt und die benötigte Zeit gestoppt. Pro Schüler stand nach Vorgabe der Schulleitung ein Zeitfenster von 15 Minuten zur Verfügung, das möglichst eingehalten werden sollte.

Ablauf

Es wurden insgesamt 124 Parameter in 12 verschiedenen Bereichen erhoben. Davon wurden 10 durchgehend von 1997 bis 2005 erfasst, 2 Bereiche wurden im Verlauf dazugenommen.

Siehe *Anhang: Liste aller erhobenen Parameter*.

Zu den durchgehend erfassten Bereichen gehören:

- Familienanamnese bezüglich venöser Erkrankungen
- Beschwerden an Beinen oder Hüfte
- Chirurgische Eingriffe
- Sportliche Aktivität
- Sichtbare venöse Veränderungen
- Anthropometrische Maße (Gewichts- und Größenzunahme im zeitlichen Verlauf)
- Orthopädischer Status der Bein- und Beckenregion mit standardisierten Fotos der Extremitäten
- Dopplerbefund zu Refluxen im Bereich der Crosse der V. saphena magna
- Digitale Photoplethysmographie
- Strain-Gauge-Venenverschlussplethysmographie

Der Bereich der „Anamnese zur Pubertät“ wurde 2000 dazugenommen. Er umfasste die Punkte „Stimmbruch“, „Menstruation“, „Obstipation“ und „Rauchen“, die 2004 um den Punkt „orale Kontrazeptiva“ erweitert wurden.

2003 wurde noch der Bereich „venentypische Beschwerden“ eingeführt.

Auch die Stammdaten (Identifikationsnummer, Geburtsdatum, Name, Adresse, Geschlecht) der Probanden wurden jedes Jahr auf ihre Richtigkeit hin überprüft.

Alle Untersuchungsdaten, handschriftliche bei der körperlichen Untersuchung und Anamnese, sowie ausgedruckte Computerprotokolle bei den apparativen Untersuchungen, wurden zusammen mit den Stammdaten in einer Probandenmappe abgelegt.

Zu den Ergebnissen der Studie im ersten Jahr wurde für die Schüler und Eltern ein kurzer Befund verfasst. Nach Abschluss der Studie erhielten alle Schüler, die an der letzten Untersuchung teilgenommen hatten, per Brief einen persönlichen Endbericht mit den wichtigsten Befunden und entsprechender Empfehlung für das weitere Vorgehen.

2.2 Untersuchungsmethoden

Sämtliche Untersuchungen wurden in einem Raum des Gymnasiums Weilheim in Oberbayern, der dafür extra ausgestattet wurde, durchgeführt. Die Untersuchungsbedingungen bezüglich Raumklima und Ausstattung der Räume waren für alle Probanden gleich. Über den gesamten Zeitraum wurden für die Untersuchungen jeweils die gleichen Geräte verwendet. Die Untersuchung der Beinvenen mittels Dopplersonographie, D-PPG und VVP sowie die Vermessung der Beine, die klinische Untersuchung und die Aufnahme der Fotos wurde von erfahrenen Ärzten, bzw. von geschultem Personal oder Doktoranden standardisiert durchgeführt.

2.2.1 Material

Raumgestaltung:

- Trennwände
- 2 Untersuchungsliegen mit fortlaufender Papierrollenabdeckung
- 2 Untersuchungshocker, mit Rollen, höhenverstellbar
- 1 Untersuchungshocker, ohne Rollen, höhenverstellbar
- 1 Podest
- 2 Schulschreibtische
- Schulstühle
- mehrere große OP-Tücher, Stoff, grün

technisches Equipment:

- 1 Computermessturm der Firma ELCAT, Wolfratshausen mit:
 - bidirektionaler CW-Doppler SONODOP 7000, Version 2.51
 - D-PPG VASOQUANT VQ4000
 - 1 PC
 - 1 Monitor
 - 1 Laserdrucker
- 1 Computermessturm der Firma ELCAT, Wolfratshausen mit:
 - SG-VVP VASOQUANT VQ4000
 - D-PPG VASOQUANT VQ4000
 - Strain-Gauge-Sensorschläuche verschiedener Länge
 - 1 PC

- 1 Monitor
- 1 Laserdrucker
- digitale Kamera der Firma Sony, Modell Mavica, mit Stativ, Speichermedium Disketten, Akku

Messgeräte für antropometrische Untersuchung

- Größentmesslatte, Länge 2 m, Skalierung 5 mm
- Maßband, Länge 2 m, Skalierung 1 mm
- Waage, Skalierung 100 g

Software

- Microsoft Windows®
- Microsoft Excel®

Datenaufbewahrung

- Schnellhefter, 1 je Proband, für Abheftung der Untersuchungsdaten
- Vorgefertigte Fragebögen: Eigenanamnese (Sport, Beschwerden, Familie, Pubertät, Operationen), Untersuchungsbefunde (Bein- und Venenstatus, Anthropometrie)
- Druckerprotokolle der apparativen Untersuchungen (Doppler, D-PPG, VVP)

Sonstiges

- Stifte zum Ausfüllen der Untersuchungsbögen und zum Markieren auffälliger Hautbefunde
- Ultraschall-Elektrodengel
- Papiertücher
- Doppelseitig klebende Folienringe
- Druckerpapier
- Druckerpatronen

2.2.2 Untersuchungsaufbau

Der Untersuchungsraum wurde in vier Stationen eingeteilt, so dass mehrere Schüler gleichzeitig untersucht werden konnten.

Die erste Station bestand aus einem Tisch zur Erfassung der Stammdaten. Die zweite Station war der Computermessturm mit Ultraschall-Doppler und D-PPG. An der dritten Station wurden VVP und D-PPG durchgeführt. Die anthropometrische Messung mit Beurteilung von Bein- und Venenstatus und die Fotodokumentation befanden sich an der vierten Station. Zusätzlich wurde noch ein Bereich als Umkleide abgetrennt. Durch diese Aufteilung rotierten stets vier Probanden gleichzeitig durch die Stationen, während zwei sich in der Umkleide befanden, der eine zum Auskleiden, der andere zum Ankleiden.

Das Untersucherteam bestand über die gesamte Studienzeit aus drei Ärzten - bzw. aus zwei Ärzten und einer Doktorandin - und einer nichtärztlichen Mitarbeiterin. Die beiden Stationen für Doppler-Messung und für Anthropometrie mit klinischer Untersuchung wurden von den approbierten und in venöser Diagnostik geübten Ärzten betreut, den VVP-Messturm mit D-PPG bediente ein Arzt oder eine Doktorandin, und die Fotodokumentation oblag der nichtärztlichen Mitarbeiterin. Die Anamnese führten Ärzte oder Doktorandin durch, oder die Schüler füllten den Fragebogen, bei Bedarf mit Hilfe, selber aus.

Durch die Anordnung in verschiedene Stationen und die Zusammenarbeit mehrerer Untersucher konnte ein meist fließender Ablauf erreicht werden.

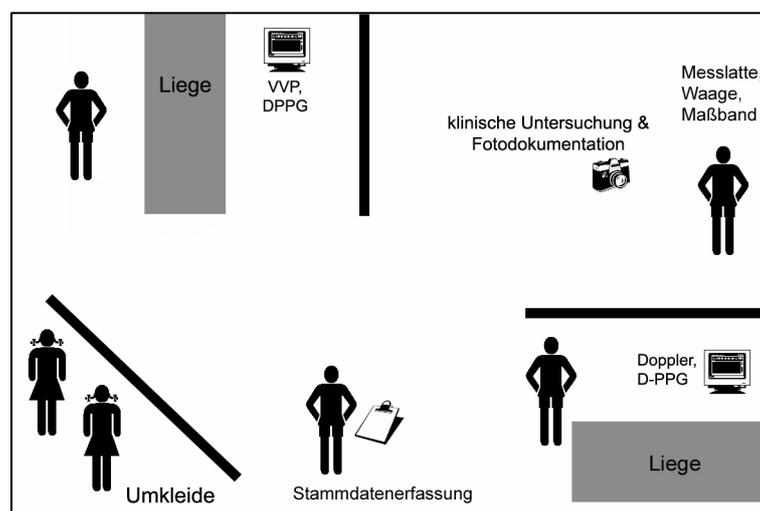


Abbildung 1: Untersuchungsaufbau

2.2.3 Stammdatenerfassung

Die Stammdaten umfassten Namen, Vornamen, Geburtsdatum, Adresse, Geschlecht und Identifikationsnummer. Das Stammdatenblatt war jeweils das Deckblatt der

Untersuchungsprotokolle jedes Jahres. Die Daten, insbesondere die Adressen wurden jährlich auf ihre Richtigkeit überprüft.

Die persönliche Identifikationsnummer jedes Probanden diente der Anonymisierung. Die Vergabe erfolgte anhand fortlaufender Nummerierung, die bis zum Ende der Studie unverändert blieb. Bei der Verarbeitung der Untersuchungsdaten wurde nur die jeweilige Identifikationsnummer verwendet. Sowohl der Zugang zu den Stammdaten als auch die Zuordnung der Identifikationsnummer zum Probanden sind nur den Studienmitarbeitern möglich und unterliegen der Schweigepflicht.

2.2.4 Anamnese

Die Anamnesefragen wurden den Probanden in den ersten Studienjahren von den Untersuchern gestellt und die Antworten als Zahlencode, oder gegebenenfalls als Freitext, in den dafür vorgefertigten Antwortbogen eingetragen. In den letzten Studienjahren füllten die Schüler den Bogen selbstständig aus und wandten sich nur bei unklaren Fragen an die Untersucher.

Der Anamnesebogen enthielt Fragen zu folgenden Themen:

- Familienanamnese: Es wurden Venenerkrankungen betreffend Vater, Mutter, Großvater und Großmutter väterlicher- und mütterlicherseits abgefragt, kategorisiert nach Krampfadern, Krampfader-Operation und offenem Bein. Als Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen wurden 0 (=nein), 1 (=ja), 2 (=unbekannt) angegeben.
Da im ersten Jahr Unsicherheit bei den Schülern über die Angaben herrschte, wurde ihnen für das nächste Jahr ein Fragebogen zu familiären Venenerkrankungen mit nach Hause gegeben und die Daten danach berichtet.
- Vorerkrankungen und chirurgische Eingriffe: Vorgegebene Auswahlmöglichkeiten waren Blinddarmentfernung, Leistenbruch, Operation am Bein, Gips am Bein und sonstige Operationen oder Erkrankungen, die mit 0 (=nein) oder 1 (=ja) beantwortet werden konnten. Sonstige Operationen oder Erkrankungen konnten zusätzlich als Freitext beschrieben werden.
- sportliche Aktivität: Die Sportarten Leichtathletik, Schwimmen, Fußball, Volleyball, Skifahren/Snowboarden, Turnen und Tennis wurden in der Häufigkeit ihrer Ausübung abgefragt, die als Zahlencode 0 (=nein) 1 (=gelegentlich), 2 (=häufig) oder 3 (=Leistungssport/Verein) ausgedrückt

wurde. Ebenso konnte die Aktivität in sonstigen Sportarten bewertet und diese als Freitext benannt werden.

- aktuelle Beschwerden: Die Probanden wurden zu Beschwerden im Bereich von Oberschenkel, Hüfte, Leiste und Knie befragt, sonstige Beschwerden wurden auch erfasst und als Freitext beschrieben. Antwortmöglichkeiten waren 0 (=nein) und 1 (=ja), wobei rechte und linke Seite unterschieden wurden.
- Venentypische Beschwerden: Dieser Fragenbereich wurde erst 2003 eingeführt. Es wurden, nach rechter und linker Seite getrennt, Angaben zum Vorhandensein von Beschwerden in den Beinen bei langem Sitzen oder Stehen, zu Schweregefühl, Ermüdungsgefühl, Ödemen, Schwellneigung, nächtlichen Wadenkrämpfen und ruhelosen Beinen festgehalten als 0 (=nein) und 1 (=ja).
- Pubertät: Die Anamnese zur Pubertät wurde im Jahr 2000 integriert. Abgefragt wurden Stimmbruch bei den Jungen, Menstruation bei den Mädchen, Rauchen und Obstipation, und ab 2004 auch die Einnahme oraler Kontrazeptiva. Antwortmöglichkeiten waren 0 (=nein) oder 1 (=ja). Bei Stimmbruch und Menstruation wurde zusätzlich der Beginn als Jahreszahl vermerkt.

Siehe *Anhang: Formulare und Protokolle*.

2.2.5 Anthropometrie

Die anthropometrische Messung, die klinische Untersuchung und die Fotodokumentation wurden an der gleichen Station durchgeführt. Um eine bessere Position zur Begutachtung der Beine zu erreichen, standen die Probanden dabei, außer für die Messung von Körpergröße und Gewicht, auf einem Podest.

Körpergröße, Körpergewicht und Beinmaße der Schüler wurden mit geeichten Messinstrumenten, Körpermesslatte, Personenwaage und Maßband, ermittelt.

Dabei wurden folgende Parameter erhoben:

- Körpergröße in cm
- Körpergewicht in kg
- Beinlänge rechts und links in cm: Gemessen wurde von der Spina iliaca anterior superior bis zur Ferse.
- Unterschenkellänge recht und links in cm: Gemessen wurde vom Patellaunterrand bis zur Ferse.

- Knieumfang rechts und links in cm
- Fesselumfang rechts und links in cm

Die Messergebnisse wurden handschriftlich in den Untersuchungsbogen eingetragen. Siehe *Anhang: Formulare und Protokolle*.

2.2.6 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung erfolgte erst nach der anthropometrischen Messung. So konnte eine ausreichend lange Zeit gewährleistet werden, in der die Probanden bei Zimmertemperatur aufrecht standen, um eine bessere Beurteilung des Beinvenenstatus zu ermöglichen.

Alle Parameter des Venen- und des Beinstatus wurden getrennt für beide Beine erfasst und ihr Vorhandensein als Zahlencode 0 (=nein) oder 1 (=ja) im Untersuchungsbogen notiert.

Die Analyse des Venenstatus beinhaltete folgende Parameter:

- Besenreiser
- retikuläre Varizen
- Seitenastvarikose
- Vena Saphena magna Veränderungen
- Vena Saphena parva Veränderungen
- Perforansinsuffizienz
- Ödem

Es wurden schon geringste sichtbare Veränderungen der Venen festgehalten, wie z.B. Erweiterungen oder eine veränderte Venenzeichnung. Bei auffälligen Befunden wurde zusätzlich die Meinung eines zweiten, in venöser Diagnostik erfahrenen Arztes eingeholt. Außerdem wurden sichtbare Befunde in einer schematischen Zeichnung auf dem Untersuchungsbogen eingetragen. Siehe *Anhang: Formulare und Protokolle*.

Der Beinstatus wurde nach folgenden Parametern beurteilt:

- Knickfuß
- Spreizfuß
- Senkfuß
- Genu varum
- Genu valgum
- Motilitätsstörungen
- Hautveränderungen

2.2.7 Fotodokumentation

Für die fotografische Dokumentation des Venenstatus wurde eine Digitalkamera mit Stativ verwendet. Als Hintergrund wurden Op-Tücher aufgehängt, das Podest, auf dem die Probanden standen, wurde ebenfalls mit einem Op-Tuch abgedeckt und darauf die einzunehmenden Fußstellungen aufgezeichnet. Dadurch konnten je Proband zwei standardisierte Fotos der Beine, von ventral und von dorsal in gesamter Länge, aufgenommen werden. Auffällige Befunde wurden mit einem Stift markiert und zusätzliche Aufnahmen davon gemacht. Die Archivnummern der Fotos wurden auf dem jeweiligen Untersuchungsprotokoll vermerkt. Da nur die Beine fotografiert wurden, kam es zu keiner Verletzung der Intimsphäre.

Beispielfotos finden sich im *Anhang* unter *Fotos*.

2.2.8 Apparative Diagnostik

In dieser Studie wurden folgende, ausschließlich nicht invasive, apparative Methoden angewandt, die zu den Standardverfahren bei der Diagnostik von Venenerkrankungen gehören: ⁴²

Doppler-Sonographie zur Bewertung der Funktionsfähigkeit der Crosse der Vena saphena magna in der Leiste, digitale Photoplethysmographie zur Messung der venösen Hämodynamik und Strain-Gauge-Venenverschluss-Plethysmographie zur Erfassung der venösen Kapazität und der venösen Abflussrate.

2.2.8.1 Ultraschall-Doppler-Valsalva-Test

Grundlagen

Die Ultraschall-Dopplersonographie zur Refluxdiagnostik der V. saphena magna stellt unter den technischen Standardmethoden die Basisuntersuchung dar. ^{24;25;46;62;65;86}

Der Effekt der Reflektion von Schallwellen an den korpuskulären Bestandteilen des Blutes, vor allem an Erythrozyten, bildet die physikalische Grundlage der Ultraschall-Doppler-Untersuchung. Je nach Strömungsgeschwindigkeit des Blutes kommt es zu einer dazu proportionalen Frequenzveränderung der reflektierten Ultraschallwellen, die vom Ultraschall-Doppler-Gerät akustisch oder graphisch aufgezeichnet werden.

Bei der hier angewandten bidirektionalen CW-Dopplersonographie werden bei kontinuierlicher Schallaussendung Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsrichtung gleichzeitig erfasst. Der optimale Winkel zwischen Dopplersonde und Gefäß beträgt ca. 45 Grad, kann jedoch zur Signalverbesserung verändert werden. Dabei soll die Sonde ohne Druck aufgesetzt werden. ^{24;25}

Unter physiologischen Konditionen und bei funktionierenden Klappen verläuft die Blutströmungsrichtung in den Venen stets von distal nach proximal, wobei sich das Strömungssignal atemabhängig verändert. Bei Expiration wird das Signal verstärkt, bei Inspiration vermindert bis unterbrochen. Außerdem kommt es bei proximaler Druckerhöhung, wie beim Husten oder durch Kompression, physiologischer Weise zum Klappenschluss, so dass kein Blut nach distal zurückfließen kann. Bei insuffizienten Klappen dagegen kommt es bei proximaler Druckerhöhung zum Reflux nach distal, so dass diese durch Provokationsmanöver mittels Dopplersonographie entdeckt werden können. Als solches Provokationsmanöver wird z.B. das Valsalva-Manöver angewandt, um eine Klappeninsuffizienz im Bereich der Crosse der Vena Saphena magna feststellen zu können. Dabei wird nach tiefer Inspiration gleichzeitig die Bauchpresse maximal durchgeführt und die Expirationsmuskulatur bei geschlossener Glottis ca. 10 Sekunden angespannt. Dadurch steigen der intraabdominelle und der intrathorakale Druck, wodurch der venöse Rückfluss größtenteils angehalten wird. Bei suffizienten Klappen kommt es somit zu einem Strömungsstop und einer Signalunterbrechung bei der Dopplermessung, bei insuffizienten Klappen dagegen fließt das venöse Blut retrograd ab. Als pathologisch wird ein Reflux ab 0,5 – 1,0s Dauer angesehen.^{24;44;46;67}

In dieser Studie wurde ein bidirektionaler CW-Doppler, „SONODOP 7000“, der Firma ELCAT mit möglichen Sondenfrequenzen 2, 4, oder 8 MHz verwendet. Das Gerät ist als Einschub für den PC vorgesehen und kompatibel für Microsoft Windows. Die Blutströmung wird sowohl akustisch über Lautsprecher als auch visuell als Durchschnittskurve (Meankurve) auf dem Monitor dargestellt.²²

Untersuchungsablauf

Vor Beginn jeder Untersuchung wurde dem Probanden der Untersuchungsablauf und die korrekte Durchführung des Valsalva Manövers erklärt. Gegebenenfalls wurde die Bauchpresse geübt bis sie funktionierte.

Gelagert wurde der Proband auf einer Untersuchungsfläche in Rückenlage mit flachem Oberkörper, durch eine Nackenstütze leicht angehobenem Kopf und leicht gespreizten flach aufliegenden Beinen. Die Beinausschnitte der Unterhose wurden mit Papiertüchern abgedeckt.

Die Aufzeichnungszeit im automatischen Messprogramm wurde für alle Messabläufe auf 16s eingestellt.

Auf den Kopf der Dopplersonde wurde Ultraschallkontaktgel aufgebracht. Dann wurde mit der Sonde die Crosse, die Mündungsstelle der V. saphena magna in die V. femoralis, in der Leiste aufgesucht und das Dopplersignal des Blutstroms registriert. Anschließend wurde der Proband zum Valsalvamanöver aufgefordert, also nach tiefer Inspiration die Bauchpresse durchzuführen und dabei die Luft anzuhalten. Das registrierte Dopplersignal wurde als Kurve aufgezeichnet und gespeichert. Bei Vorliegen eines Reflux wurde zwischen einem nur verzögertem oder einem nicht vorhandenem Klappenschluss unterschieden und dies dokumentiert.

Beide Beine jedes Probanden wurden nacheinander auf die gleiche Weise untersucht und die Ergebnisse abgespeichert. Nach Abschluss der Messungen wurden die Untersuchungsprotokolle ausgedruckt und in der Probandenmappe abgelegt. Siehe *Anhang: Formulare und Protokolle*.

Bewertung der Messergebnisse

Im Gegensatz zum Strömungsstopp bei suffizienten Klappen kommt es bei insuffizienten Klappen beim Valsalvamanöver zum Reflux, der über die Computer-Lautsprecher als Geräusch hörbar ist und auch als Kurve (Hämotachygramm) auf dem Monitor wiedergegeben wird. Außerdem wird bei Vorliegen eines Reflux der Klappenschluss als verzögert oder nicht vorhanden beurteilt.

Nach folgenden Kriterien wurden die Messergebnisse eingeteilt:

- Grad 0: kein Reflux im Bereich der Crosse
- Grad 1: Reflux vorhanden, Klappe schließt (nicht pathologisch)
- Grad 2: Reflux vorhanden, Klappe schließt nicht (pathologisch)

2.2.8.2 Digitale Photoplethysmographie (D-PPG)

Grundlagen

Die D-PPG wird heute, in Kombination mit anderen Diagnosemethoden, zur routinemäßigen Untersuchung und Verlaufsbeobachtung venöser Erkrankungen des Venensystems bei Erwachsenen eingesetzt.⁷⁵ Sie stellt eine gut reproduzierbare Methode zur Beurteilung der Funktion der Wadenmuskelpumpe und des Schweregrades der venösen Insuffizienz dar.⁸⁶

Bei der D-PPG wird die Haut mit Licht im nahen Infrarotbereich bestrahlt. Änderungen im Lichtreflexionsverhalten eines Messbereichs werden erkannt und gespeichert, die, z.B. bei Bewegung oder Lageänderung, durch Volumenveränderungen in kutanen und subkutanen Venen resultieren. Der tiefenoptimierte

D-PPG-Sensor verwendet eine geeignete Lichtwellenlänge und Strahlungsgeometrie, wobei zugleich Oberflächenreflexion und Störlicht unterdrückt werden, so dass der vollständige kutane Venenplexus erfasst wird.

Im Wellenlängenbereich von 940 nm absorbiert die Epidermis kaum Licht und die Reflexion der blutleeren Haut unterscheidet sich besonders stark von der der gefüllten Blutgefäße, die ca. 10 mal weniger Licht reflektieren. Der Messbereich des D-PPG-Sensors reicht ca. von 0,1 bis 3,1 mm, wodurch die kutanen Gefäßplexus gut erfasst werden.

Zwischen dem Füllungsgrad der tiefen Beinvenen und dem vom D-PPG-Gerät gemessenen Füllungsgrad der kutanen Gefäße besteht ein direkter Zusammenhang. Infolge eines Bewegungsprogrammes und die dadurch aktivierte Muskelpumpe werden die Venen entleert, der Venendruck sinkt und damit auch die Gefäßoberfläche, wodurch die Reflexion gesteigert wird. Diese Veränderung wird durch Anstieg der D-PPG-Kurve registriert. Auf diese Weise können Reflexionsänderungen, und damit die venöse Blutabschöpfung, vor, während und nach einem definierten Bewegungsprogramm eines Probanden quantitativ erfasst werden. In der Ruhephase nach dem Bewegungsprogramm werden die Venen normalerweise langsam über Arterien wieder aufgefüllt. Bei venöser Insuffizienz kommt es zu einer verlangsamten Entleerung in der Bewegungsphase und zu einer beschleunigten Wiederauffüllzeit, da auch retrograd Blut einströmt.

Bei dem hier verwendeten D-PPG-Gerät (VASOQUANT VQ 4000, Modul D-PPG, Firma ELCAT) werden die Messungen aufgrund automatischer Kalibrierung durch Hautstruktur und Hautpigmentierung in ihrer Reproduzierbarkeit nicht beeinflusst, allerdings ist die Methode temperaturabhängig. Daher sollte die Raumtemperatur ca. 20 bis 25 °C betragen, was in dieser Studie konstant eingehalten wurde. Bei zu kalten Temperaturen resultieren zu hohe, bei zu warmen Temperaturen zu niedrige Messwerte. ^{3;22;24;75}

Untersuchungsablauf

Vor der Untersuchung sollten sich die Probanden mindestens 15 Minuten in einem Zimmer mit oben genannter Temperatur befinden und enge Kleidungsstücke sowie Schuhe und Socken ablegen, damit die Messwerte nicht beeinträchtigt wurden.

In dieser Studie wurde die D-PPG mit dem Bewegungsprogramm „Dorsalextensionen im Sitzen“ durchgeführt, wobei sowohl der Beckenwinkel, als auch der Winkel

zwischen Ober- und Unterschenkel ca. 110° betragen sollte. Dafür wurde ein Stuhl verwendet, der je nach Größe des Probanden auf die passende Höhe eingestellt werden konnte. Hier eine Skizzierung der Sitzposition nach ELCAT²²:

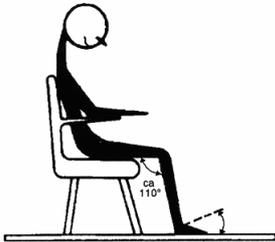


Abbildung 2: Sitzposition bei der D-PPG

Um eine Auskühlung der Füße zu verhindern, wurden an den D-PPG-Messstationen mehrfach gefaltete OP-Tücher untergelegt, auf denen die Füße abgestellt wurden.

Die D-PPG-Sensoren (rot = rechts, blau = links) wurden vom Untersucher mit doppelseitig klebenden Ringen durch kräftiges Andrücken ca. 7-10 cm proximal des medialen Knöchels am Unterschenkel angebracht. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Linsen nicht überklebt wurden und das Kabel nach unten gerichtet war.

Vor Durchführung der Messung wurde jedem Probanden der Untersuchungsablauf und das Bewegungsprogramm erklärt und gegebenenfalls geübt. Besonders wurde darum gebeten, während und nach dem Bewegungsprogramm nicht zu reden, zu lachen, oder sich zu viel zu bewegen, sondern möglichst entspannt zu sitzen und gleichmäßig zu atmen.

Nach Start der Messung wurde das Programm automatisch ausgeführt. Zuerst wurde die venöse Durchblutung gemessen, bis ein konstanter Ruhewert erreicht war. Dann wurde ein 5-Sekunden-Countdown bis zum Beginn des Bewegungsprogramms angezeigt. Das Bewegungsprogramm umfasste 10 maximale Dorsalextensionen innerhalb von 15 Sekunden nach einem vorgegebenen, akustisch signalisierten Metronomtakt. Danach mussten die Füße ruhig abgestellt werden, bis das Messende erreicht war.

Die hämodynamischen Parameter wurden automatisch berechnet und am Monitor graphisch dargestellt. Die für die Wiederauffüllzeit gesetzten Marker wurden vom Untersucher sofort überprüft und gegebenenfalls manuell korrigiert, da teilweise schon durch geringe Bewegungen des Probanden Fehler beim Setzen des Endpunkts entstanden.

Wenn das Bewegungsprogramm inkorrekt ausgeführt wurde, wurde die Untersuchung wiederholt, um Messfehler auszuschließen.

Die Messdaten beider Beine wurden getrennt graphisch und tabellarisch abgebildet und die automatische Beurteilung in „normal“, „Grenzbereich“ oder „abnormal“ als Punkt in einer Dreifeldertafel dargestellt. Nach jedem Untersuchungsdurchgang wurden die Daten gespeichert, sofort ausgedruckt und in der Probandenmappe abgelegt. Siehe Anhang: *Formulare und Protokolle*.

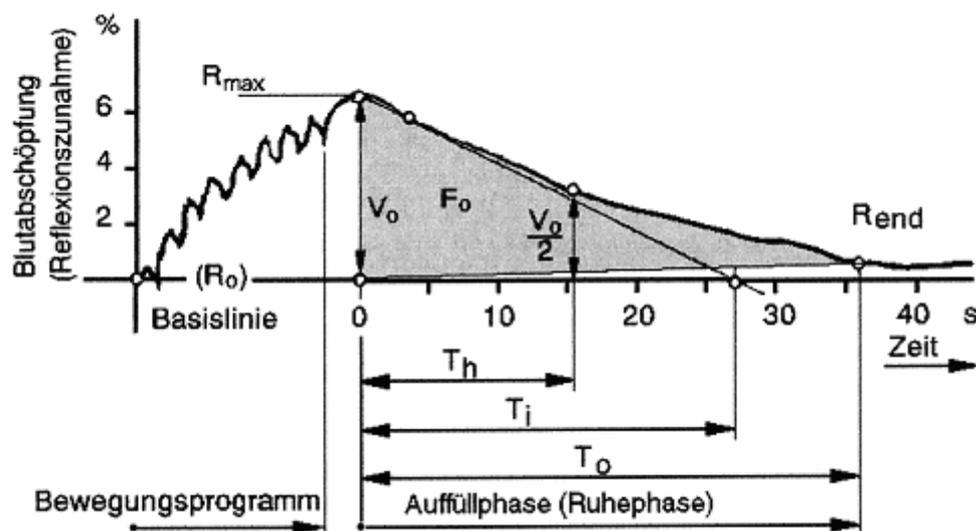


Abbildung 3: Nomenklatur und Bewertungsparameter der D-PPG-Kurve (nach ELCAT)

Bewertung der Messergebnisse

Messparameter: ²²

- T_0 , die **venöse Auffüllzeit** als erster Hauptparameter, bezeichnet den Zeitraum zwischen dem Maximum (R_{max}) und dem Endpunkt (R_{end}) der Kurve.
- T_h , die **venöse Halbwertszeit**, stellt den Zeitpunkt der Auffüllphase dar, an dem die Kurve wieder auf die Hälfte der maximalen Blutabschöpfungs-Amplitude abgesunken ist.
- T_i , der **initiale Bluteinstrom**, wird festgelegt durch den Schnittpunkt der Nulllinie mit einer Geraden, die durch R_{max} und den Punkt der Kurve 3 Sekunden nach R_{max} gezogen wird.
- V_0 , die **venöse Pumpleistung** und zweiter Hauptparameter, steht für die prozentuale Menge der maximalen Blutabschöpfung durch die Muskelpumpe.
- F_0 , die **venöse Pumparbeit**, steht für die Summe der aufgewendeten Pumpleistung in Prozent mal Sekunde und wird als Integral der Auffüllphase berechnet.

Bei Erwachsenen wird die Funktionsfähigkeit der Muskelpumpe und des Venensystems durch die Einteilung in Insuffizienzgrade in Abhängigkeit von der venösen Wiederauffüllzeit (T_0) bewertet:^{3;22}

Normal	T_0 größer 25 s	(venengesund)
D-PPG-Grad I	T_0 24 bis 20 s	(leichte Abflussstörung)
D-PPG-Grad II	T_0 19 bis 10 s	(mittelschwere Abflussstörung)
D-PPG-Grad III	T_0 unter 10 s	(schwere Abflussstörung)

Eine weitere Möglichkeit der Beurteilung bei Erwachsenen bietet die venöse Pumpleistung (V_0):²²

Normal	V_0 größer 3%
Pathologisch	V_0 kleiner 3%

Beide Bewertungsparameter, V_0 und T_0 , gehen in die automatische Einteilung in „normal“, „Grenzbereich“ oder „abnormal“ ein. Die so definierten Bereiche werden in einer Dreifeldertafel dargestellt, in der beide Beine getrennt als Punkte im Koordinatensystem, gebildet aus V_0 über T_0 , abgebildet werden.

2.2.8.3 Strain-Gauge-Venenverschlussplethysmographie (SG-VVP)

Grundlagen

Schon seit langem wird die Venenverschlussplethysmographie bei Untersuchungen der Extremitätendurchblutung als eine der Standardmethoden angewandt. Sie eignet sich zur Beurteilung der globalen Venenfunktion.^{29;32}

Eine Variante davon ist die SG-VVP mit Quecksilber nach Whitney⁸⁷, bei der der Zusammenhang zwischen Umfangszunahme des Beines und Volumenänderung ausgenutzt wird. Die hier verwendeten Strain-Gauge-Sensoren sind dünne, Quecksilber gefüllte Silikonschläuche mit elektrischem Anschluss, die an der Stelle des größten Wadenumfangs angebracht werden.

Durch Kompression mit Oberschenkelstaumanschetten wird der venöse Abfluss behindert, so dass gestautes Blut zu einer Zunahme des Unterschenkelvolumens und -umfangs führt, und somit zu einer Längenänderung der Strain-Gauge-Dehnungsmessschläuche, die über Registrierung der Spannungsänderung im elektrischen System als Kurvenanstieg dargestellt wird.

Es können sowohl venöse Kapazität als auch venöser Abfluss berechnet werden. Die venöse Kapazität wird durch die maximale Volumenzunahme definiert, die Geschwindigkeit des Abflusses wird als venöser Abstrom bezeichnet.

Das Beenden der Stauung führt normalerweise zu einer schnellen Entleerung der Venen. Verschlüsse oder Stenosen der tiefen Venen bewirken eine Herabsetzung der venösen Kapazität und des venösen Abstroms. Eine erhöhte venöse Kapazität wird als Zeichen einer Varikosis gedeutet.

Zu beachtende Fehlerquellen bei der Durchführung der Messung sind fehlerhafte Lagerung und zu kalte oder warme Temperatur (ideal: 22 °C).^{3;22;24}

Untersuchungsablauf

Wie bei der D-PPG war es aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Messmethode notwendig, dass der Proband sich vor Beginn der Messung mindestens 15 Minuten in einem Raum mit einer Zimmertemperatur von ca. 20 °C befand. Auch hier sollten Schuhe, Socken und enge Kleidung abgelegt werden.

Der Proband wurde in Rückenlage mit flachem Oberkörper und durch Nackenstütze leicht erhöhtem Kopf auf der Untersuchungsfläche gelagert. Die Fersen wurden so auf einer Schaumstoffkonstruktion abgelegt, dass die Beine im Kniegelenk leicht gebeugt waren und sich die Unterschenkel waagrecht ca. 20 bis 25 cm über Herzniveau befanden. Die Knie wurden etwas nach außen gedreht, damit der Abstrom nicht gestört wurde. Die konische Beinmanschette wurde mit der Gummiblase auf der Oberschenkelinnenseite und den Schläuchen Richtung Knie befestigt.

Skizzierung der Lagerung nach ELCAT²²:

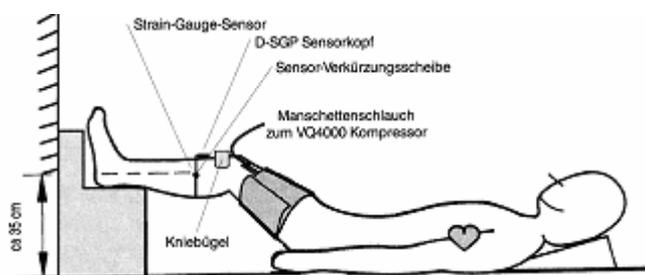


Abbildung 4: Lagerung bei der SG-VVP-Messung

Die Strain-Gauge-Sensor-Anschlussköpfe wurden mit doppelseitig klebenden Ringen an der Stelle des größten Wadenumfangs über der Tibia angebracht, wobei die Kabel Richtung Knie oder Zehen zeigen sollte. Der Sensorschlauch wurde um die Stelle

des größten Wadenumfangs gelegt und am Anschlusskopf befestigt. Dabei sollte der Sensor leicht auf der Haut aufliegen. Bei Korrektur der Position musste der Schlauch abgenommen und neu befestigt werden, da Rollen zu einem Defekt führen könnte. Außerdem musste ein dem Wadenumfang angepasster Sensor geeigneter Länge verwendet werden, der mindestens 1 cm, aber höchstens ein Drittel seiner Länge gedehnt wurde. Daher standen Sensoren verschiedener Länge zur Auswahl. Gegebenenfalls wurden die Sensoren an den Wadenumfang angepasst.

Die Messung wurde vollautomatisch durchgeführt. Für die Kalibrierung und Funktionsprüfung zu Beginn wurden die Oberschenkel-Manschetten nur auf einen geringen Druck, beim Start der Messphase auf einen vorher festgelegten Okklusionsdruck aufgepumpt. Dieser Okklusionsdruck betrug im ersten Jahr 60 mmHg, da die Schüler einen höheren Druck nicht tolerierten, danach 80 mmHg.

Nach einer üblichen Okklusionsdauer von 180 Sekunden erfolgte automatisch die Entleerung der Oberschenkel-Manschetten.

Die Messergebnisse wurden für beide Beine getrennt graphisch als Kurve und tabellarisch für die wichtigsten hämodynamischen Parameter dargestellt und eine automatische Einteilung in „normal“, „Grenzbereich“ oder „abnormal“ als Punkt in einer Dreifeldertafel durchgeführt.

Nach jedem Untersuchungsdurchgang wurden die Daten gespeichert, sofort ausgedruckt und in der Probandenmappe abgelegt.

Siehe *Anhang: Formulare und Protokolle*.

Bewertung der Messergebnisse

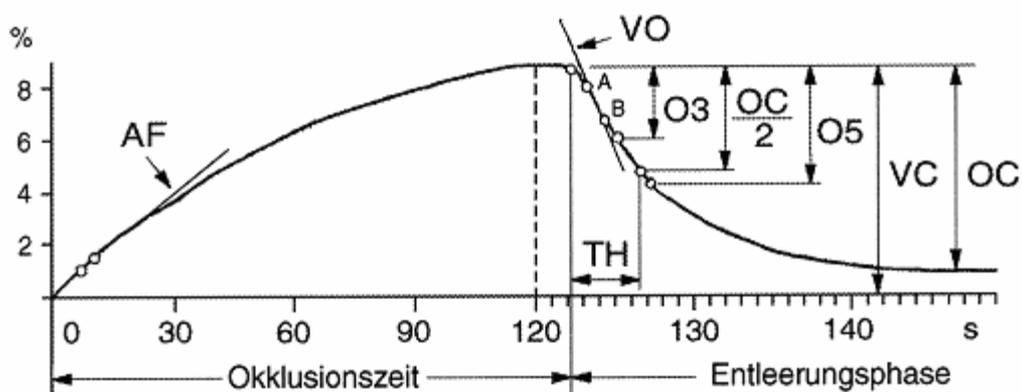


Abbildung 5: SG-VVP-Kurve (nach ELCAT)

Messparameter: ^{3:22}

- **VO**, der **venöse Abstrom**, beschreibt als Hauptparameter die Entleerungsdynamik und benennt die Tangente an der Entleerungskurve, die durch die Punkte A (Endpunkt der maximalen Steilheit) und B (Punkt 1 Sekunde nach A) ermittelt wird.
- **AF**, der **arterielle Einstrom** des Blutes in das Bein, wird dargestellt durch die Tangente zu Beginn der Okklusion.
- **VC**, die **venöse Kapazität**, beschreibt die prozentuale Steigerung der Messamplitude.
- **TH**, die **venöse Halbwertszeit**, stellt den Zeitraum vom Beginn der Entleerung bis zum Erreichen der Hälfte der venösen Kapazität dar.
- **OC**, die erste **Abstromkapazität**, gibt die Differenz zwischen dem Messpunkt am Stauungsende und einem konstanten Wert am Ende der Entleerungsphase an.
- **O3**, die zweite **Abstromkapazität**, beschreibt das Absinken der Kurve 3 Sekunden nach Öffnen der Stauung.
- **O5**, die dritte **Abstromkapazität**, beschreibt das Absinken der Kurve 5 Sekunden nach Öffnen der Stauung.

Für Beurteilung der Messergebnisse werden die Parameter VO und VC herangezogen. ^{3:22}

Einteilung nach VO bei Erwachsenen:

Normal	VO > 30%/min	(normaler Abstrom)
Grenzbereich	VO 30 bis 15%/min	(grenzwertiger Abstrom)
Pathologisch	VO < 15%/min	(Abstromhindernis)

Einteilung nach VC bei Erwachsenen:

Normal	VC > 3%
Pathologisch	VC < 3%
	VC > 5% (Varikosis, primär oder sekundär)

Je kleiner der Messwert ist, umso größer kann der hämodynamische Defekt angenommen werden.

Beide Messparameter, VC und VO, werden auch gemeinsam automatisch vom Messprogramm in „normal“, „Grenzbereich“ oder „abnormal“ eingeteilt. Die drei Bereiche werden in einer Dreifeldertafel dargestellt. Die Abbildung beider Beine erfolgt getrennt als Punkt im jeweils zutreffenden Bereich des Koordinatensystems, gebildet aus VC über VO.

2.3 Datenanalyse

2.3.1 Datenverwaltung

Die in den apparativen Untersuchungen gewonnenen Daten wurden direkt nach der Messung im PC gespeichert und zusätzlich ausgedruckt. Alle anderen Daten wurden handschriftlich in vorgefertigte Fragebögen eingetragen. Für jeden einzelnen Schüler wurde eine Probandenmappe in Form eines Schnellhefters angelegt, in der alle Untersuchungsdaten in festgelegter Reihenfolge abgelegt wurden. Damit setzt sich jede Mappe aus folgenden Unterlagen für jedes Studienjahr zusammen:

- Blatt 1 beinhaltet die Identifikationsnummer des Probanden, die Stammdaten, die Anamnese, die anthropometrischen Maße, die klinische Untersuchung und die Archivnummer der Fotodokumentation.
- Gegebenenfalls ein Extrablatt mit einer Schemazeichnung für die Eintragung auffälliger Venenbefunde.
- Blatt 2 ist das D-PPG Druckerprotokoll
- Blatt 3 ist das Ultraschall-Doppler Druckerprotokoll
- Blatt 4 ist das Strain-Gauge-VVP-Druckerprotokoll

2.3.2 Datenverarbeitung

Zur Anonymisierung der Daten wurde jedem Studienteilnehmer eine Identifikationsnummer zugeordnet. Für die weitere Datenverarbeitung wurde nur noch diese Nummer als Probandenkennung verwendet.

Alle Daten, sowohl die handschriftlichen aus Anamnese, klinischer Untersuchung und anthropometrischer Messung, als auch die computergedruckten aus Ultraschall-Doppler, D-PPG und SG-VVP Untersuchung, wurden manuell in das Programm Microsoft Excel[®] übertragen. 10 % dieses Basisdatensatzes wurde in Stichproben unter Verwendung der Originalunterlagen nochmals auf Korrektheit überprüft.

2.3.3 Statistische Analyse

Die rechnerische Auswertung der Messdaten sowie die Erstellung von Tabellen und Diagrammen wurde mit Microsoft Excel[®] vorgenommen.

2.3.3.1 Auswahl der Merkmale

Insgesamt wurden 124 Parameter erhoben. 65 davon stellen qualitativ dichotome, 36 quantitativ stetige, 11 qualitativ ordinale, 6 qualitativ polytome Merkmale dar, 1 Merkmal wurde quantitativ diskret und 5 wurden als Freitext festgehalten.

Alle Parameter mit Codierung, Merkmalsausprägungen und Einheiten sind im *Anhang* in der *Liste aller erhobenen Parameter* aufgelistet.

2.3.3.2 Ziel- und Einflussgrößen

Zielgrößen der Studie sind das Vorliegen sichtbarer venöser Veränderungen und das Auftreten eines Refluxes im Bereich der Crosse der Vena saphena magna. Zu den Einflussgrößen gehören Familienanamnese, allgemeine und venentypische Beschwerden, Voroperationen bzw. Verletzungen, sportliche Aktivität, orthopädischer Status, Pubertät und anthropometrische Maße, sowie deren Veränderungen im zeitlichen Verlauf.

2.3.3.3 Deskriptive Analyse

Für die anamnestischen Parameter (sportliche Aktivität, allgemeine/venentypische Beschwerden, Pubertät, Operationen, Familienanamnese) und die Untersuchungsparameter orthopädischer Status, Venenstatus und Dopplerbefund werden Prävalenzen, also der Anteil der Probanden, der zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt das untersuchte Merkmal oder Ergebnis aufweist, in Anzahl (absolute Häufigkeit) und Prozent (relative Häufigkeit) angegeben.

Die Prävalenzen werden, sofern für den Parameter erforderlich, nach Geschlecht und Körperseite getrennt angegeben und der zeitliche Verlauf der Ergebnisse zwischen 1997 und 2005 beschrieben, mit Schwerpunkt auf dem Vergleich der Daten des ersten und letzten Studienjahres, im Sinne einer Endpunktanalyse.

Bei den Parametern sportliche Aktivität, allgemeine und venentypische Beschwerden, chirurgische Anamnese, orthopädischer Status, Venenstatus und Dopplerbefund werden zusätzlich die einzelnen Untervariablen zu einer dichotomen Gesamtvariable zusammengefasst, so dass sich bei mindestens einer positiven Untervariable eine

positive (1 = ja) und bei keiner positiven Untervariabel eine negative (0 = nein) Gesamtvariable für den Parameter ergibt.

Für die anthropometrischen Maße, die D-PPG und die VVP werden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet.

2.3.3.4 Normwertberechnung

Für die Digitale Photoplethysmographie und die Venenverschlussplethysmographie werden Normwerte berechnet, die auf folgender Formel nach Altmann¹ beruhen:

$$\text{Normwert} = \text{Mittelwert} \pm 1,96 \times \text{Standardabweichung}$$

Bei errechneter, sachlogisch unmöglicher, negativer unterer Grenze des Referenzbereichs wurde der untere Grenzwert mit Null festgelegt.

2.3.3.5 Gruppierung

Um die Gesamtbefunde der Schüler besser beurteilen zu können, wurde eine Einteilung in 3 verschiedene Gruppen vorgenommen. Dafür wurden Dopplerbefunde und klinische Befunde kombiniert. Wie sich die Gruppierungen genau zusammensetzen kann den unten stehenden Tabellen entnommen werden.

Bedeutung der Gruppierung:

0	unauffällig
1	klinischer Befund und/oder Doppler 1
2	klinischer Befund und/oder Doppler 2
3	Doppler 3 und/oder klinischer Befund 3

Dopplerbefund:

0	keine Crosse insuffizient
1	eine Crosse insuffizient von Grad 1
2	zwei Crosse insuffizient von Grad 1, oder eine Crosse von Grad 2
3	eine Crosse insuffizient von Grad zwei, die andere von Grad 1 oder 2

klinischer Befund (nur V. saphena magna und V. saphena parva):

0	nicht sichtbar, nicht tastbar, unauffällig
1	eine Veränderung
2	mind. 2 Veränderungen
3	Venenveränderung(en) stark ausgeprägt

Schweregradeinteilung der Dopplerbefunde:

0	kein Reflux im Bereich der Crosse
1	Reflux vorhanden, Klappe schließt (nicht pathologisch)
2	Reflux vorhanden, Klappe schließt nicht (pathologisch)

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Analyse

3.1.1 Studienteilnehmer

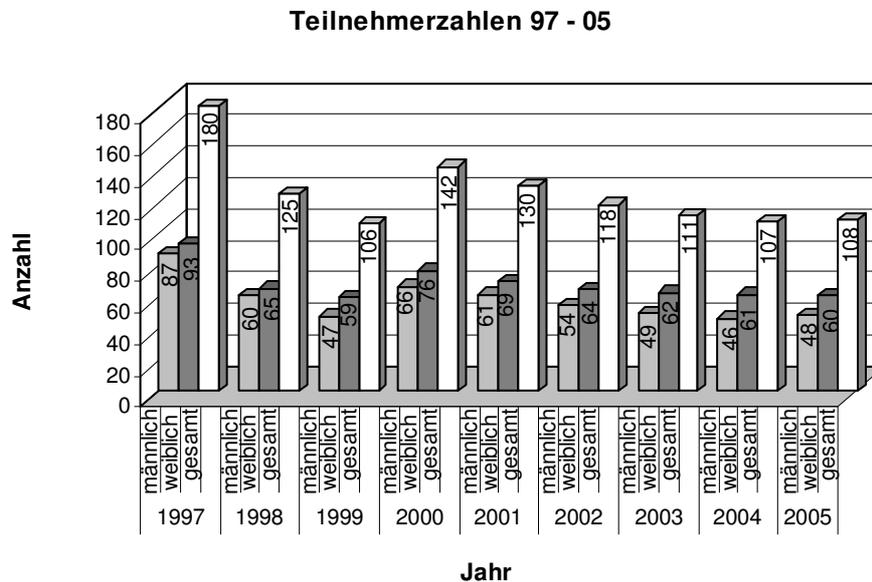


Abbildung 6: Teilnehmerzahlen

Im Jahr 1997 begann die Studie mit einer Teilnehmerzahl von insgesamt 180 Schülern, davon 93 (52%) weiblich und 87 (48%) männlich, im Alter zwischen 9 und 12 Jahren (mittleres Alter \pm SD = 10,5 \pm 0,6 Jahre). Nach etwas schwankenden Teilnehmerzahlen in den Folgejahren nahmen im letzten Jahr noch 108 Schüler teil, davon 60 (56%) weiblich und 48 (44%) männlich, im Alter zwischen 17 und 20 Jahren (mittleres Alter \pm SD = 18,5 \pm 0,6).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
männlich	48%	48%	44%	46%	47%	46%	44%	43%	44%
weiblich	52%	52%	56%	54%	53%	54%	56%	57%	56%

Tabelle 1: Geschlechterverhältnis der teilnehmenden Probanden in Prozent

3.1.2 Dopplerbefund

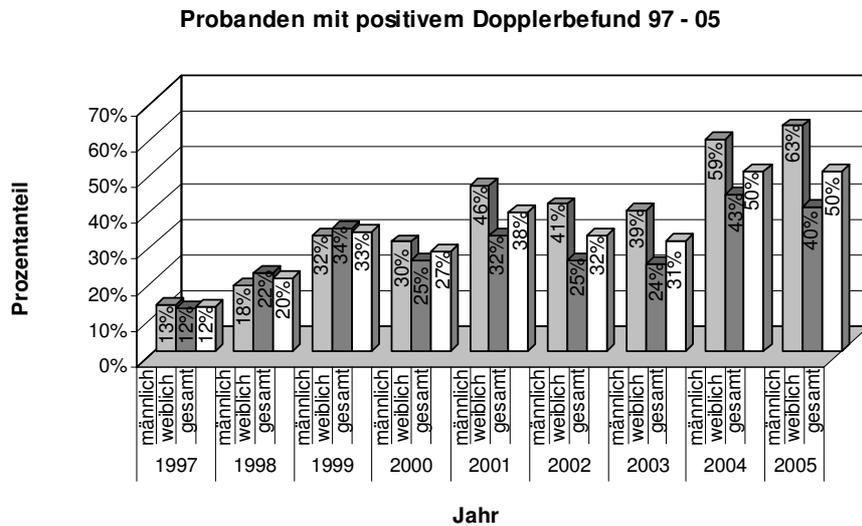


Abbildung 7: Dopplerbefunde, in Prozent

Im Jahr 1997 betrug die Anzahl der Probanden, bei denen ein positiver Dopplerbefund am rechten und/oder am linken Bein gefunden wurde, 22 (12%) bei einer Gesamtteilnehmerzahl von 180 Schülern. Die männlichen Probanden waren mit 13% (n=11 von 87) in etwa genauso häufig betroffen wie die weiblichen mit 12% (n=11 von 93).

Bis 2005 stieg der Anteil positiver Dopplerbefunde auf 50% (n=54 von 108), wobei mit 63% (n=30 von 48) bei den männlichen Probanden deutlich mehr positive Befunde gefunden wurden als bei den weiblichen Probanden mit 40% (n=24 von 60).

Jahr		Befund=1	Befund=2
1997	m	13%	0%
	w	12%	0%
	ges	12%	0%
2005	m	60%	4%
	w	37%	5%
	ges	47%	5%

Tabelle 2: Dopplerbefunde in Prozent, ohne Seitentrennung

Befund			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0	m	re	93%	83%	79%	80%	70%	63%	57%	52%	48%
		li	92%	88%	74%	74%	62%	67%	59%	48%	50%
	w	re	92%	83%	83%	89%	77%	81%	79%	70%	78%
		li	96%	89%	76%	82%	86%	86%	85%	75%	68%
	ges	re	93%	83%	81%	85%	74%	73%	69%	62%	65%
		li	94%	89%	75%	78%	75%	77%	74%	63%	50%
1	m	re	7%	17%	21%	20%	30%	37%	43%	41%	48%
		li	8%	12%	26%	26%	38%	33%	41%	50%	48%
	w	re	8%	17%	17%	11%	23%	19%	21%	28%	20%
		li	4%	11%	24%	18%	14%	14%	15%	18%	27%
	ges	re	7%	17%	18%	15%	26%	27%	31%	34%	32%
		li	6%	11%	25%	22%	25%	23%	26%	32%	36%
2	m	re	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	4%
		li	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%
	w	re	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%
		li	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	5%
	ges	re	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	3%
		li	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	4%

Tabelle 3: Dopplerbefunde in Prozent, nach Seite

Abkürzungen:

0 = kein Reflux, 1 = geringer Reflux/kompletter Klappenschluß, 2 = deutlicher Reflux/inkompletter Klappenschluß
re = rechts, li = links, m = männlich, w = weiblich, ges = gesamt

Bei der Doppler-Untersuchung wurde der Befund, nach rechtem und linkem Bein getrennt, in 3 Kategorien eingeteilt. 0 bedeutet kein Reflux, 1 geringer Reflux mit komplettem Klappenschluss und 2 deutlicher Reflux mit inkomplettem Klappenschluss.

1997 war der Dopplerbefund bei insgesamt 88% (n=158 von 180) der Probanden negativ, ein geringer Reflux fand sich bei insgesamt 12% (n=22), Jungen und Mädchen waren in etwa gleich häufig betroffen. Bei den männlichen Probanden war mit 7% (n=6) das rechte Bein in etwa gleich oft wie mit 8% (n=7) das linke Bein betroffen, bei den weiblichen Probanden mit 8% (n=7) fast doppelt so häufig das rechte wie mit 4% (n=4) das linke Bein. Deutlicher Reflux mit inkomplettem Klappenschluss wurde noch bei keinem Probanden gefunden.

2005 war ein negativer Dopplerbefund nur noch in 50% (n=54 von 108) zu erheben. Ein geringer Reflux bestand bei insgesamt 47% (n=51) der Schüler, wobei die Jungen mit 60% (n=29 von 48) wesentlich häufiger betroffen waren als die Mädchen mit 35% (n=22 von 60). Bei den männlichen Teilnehmern zeigte sich keine Seitendifferenz, bei den weiblichen Teilnehmern überwog etwas das linke Bein (27% vs. 20%). Auch Befunde mit deutlichem Reflux und inkompletten Klappenschluss waren 2005 bei 5% (n=5) der Schüler vorhanden, bei zwei (4%) der Jungen und drei (5%) der Mädchen. Davon war der Klappenschluss bei einem Mädchen beidseits inkomplett, bei einem war auf der anderen Seite gar kein Reflux, der Rest hatte auf der anderen Seite zusätzlich einen geringen Reflux mit Klappenschluss.

3.1.3 Klinischer Befund

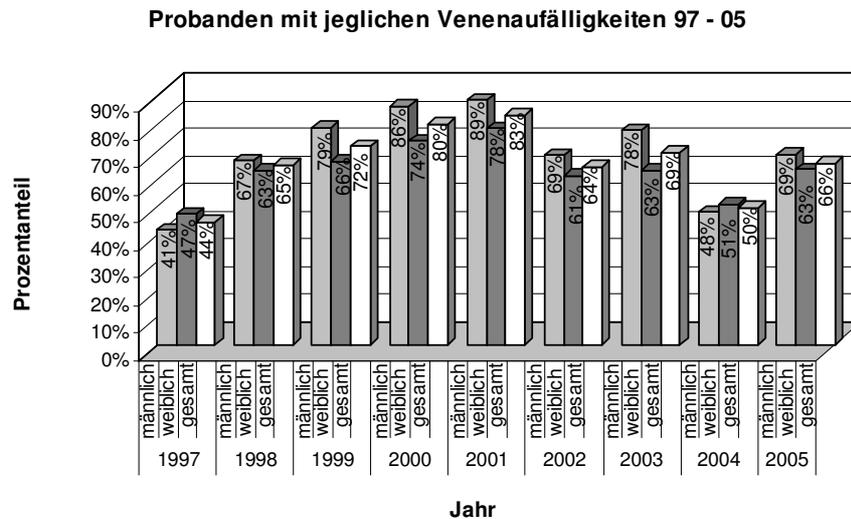


Abbildung 8: Venenauffälligkeiten, in Prozent

Zu den untersuchten Venenauffälligkeiten gehörten Besenreiser, retikuläre Varizen, Seitenastvarikose, Perforansinsuffizienz, Ödem und Auffälligkeiten bei Vena saphena magna und parva.

Im Jahr 1997 wurden in der klinischen Untersuchung bei 44 % (n=80) der Probanden Venenauffälligkeiten entdeckt. 41 % (n=36) der männlichen und 47% (n=44) der weiblichen Probanden waren davon betroffen.

Im Verlauf der Beobachtungen über die Jahre kam es zu einem Peak im Jahr 2001, mit insgesamt 83% betroffenen Probanden, 89% männlichen und 78% weiblichen.

Bis zum Jahr 2005 sank der Anteil der beobachteten Venenauffälligkeiten wieder auf insgesamt 66% (n=71), mit 69% bei männlichen (n=33) und 63% bei den weiblichen (n=38) Probanden.

Jahr	Sex	BES	REV	SEI	SAM	SAP	PER	ÖD
1997	m	1%	26%	8%	33%	2%	1%	0%
	w	2%	28%	9%	28%	1%	3%	1%
	ges	2%	27%	8%	31%	2%	2%	1%
2005	m	0%	38%	15%	46%	4%	0%	0%
	w	0%	60%	10%	10%	0%	0%	0%
	ges	0%	50%	12%	26%	2%	0%	0%

Tabelle 4: Venenauffälligkeiten in Prozent, ohne Seitentrennung

Jahr	Sex	BES re	BES li	REV re	REV li	SEI re	SEI li	SAM re	SAM li	SAP re	SAP li	PER re	PER li	ÖD re	ÖD li
1997	m	1%	0%	25%	23%	8%	8%	33%	31%	2%	2%	1%	0%	0%	0%
	w	0%	2%	27%	22%	8%	8%	28%	25%	0%	1%	1%	3%	1%	1%
	ges	1%	1%	26%	22%	8%	8%	31%	28%	1%	2%	1%	2%	1%	1%
1998	m	0%	0%	50%	40%	5%	7%	35%	32%	3%	3%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	2%	51%	31%	8%	8%	20%	14%	0%	2%	0%	3%	0%	0%
	ges	0%	1%	50%	35%	6%	7%	27%	22%	2%	2%	0%	2%	0%	0%
1999	m	0%	0%	62%	49%	4%	6%	53%	47%	4%	4%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	0%	53%	39%	0%	2%	20%	14%	0%	2%	0%	0%	0%	0%
	ges	0%	0%	57%	43%	2%	4%	35%	28%	2%	3%	0%	0%	0%	0%
2000	m	0%	0%	68%	65%	5%	5%	55%	53%	2%	2%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	0%	64%	54%	3%	4%	20%	17%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
	ges	0%	0%	66%	59%	4%	4%	36%	34%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
2001	m	0%	0%	75%	77%	8%	10%	51%	48%	0%	2%	2%	2%	0%	0%
	w	0%	0%	72%	64%	3%	6%	20%	17%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
	ges	0%	0%	74%	70%	5%	8%	35%	32%	0%	2%	1%	1%	0%	0%
2002	m	0%	0%	56%	54%	11%	9%	35%	37%	0%	2%	2%	2%	0%	0%
	w	2%	2%	53%	48%	3%	6%	13%	11%	0%	2%	0%	0%	0%	0%
	ges	1%	1%	54%	51%	7%	8%	23%	23%	0%	2%	1%	1%	0%	0%
2003	m	0%	0%	57%	57%	12%	10%	49%	45%	0%	2%	4%	2%	0%	0%
	w	2%	0%	55%	56%	6%	8%	16%	16%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
	ges	1%	0%	56%	57%	9%	9%	31%	29%	0%	1%	3%	1%	0%	0%
2004	m	0%	0%	37%	37%	15%	13%	33%	30%	2%	2%	0%	0%	0%	0%
	w	2%	0%	48%	48%	7%	5%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	ges	1%	0%	43%	43%	10%	8%	16%	15%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
2005	m	0%	0%	38%	38%	15%	13%	46%	42%	4%	4%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	0%	58%	60%	10%	8%	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	ges	0%	0%	49%	50%	12%	10%	26%	24%	2%	2%	0%	0%	0%	0%

Tabelle 5: Venenauffälligkeiten in Prozent, nach Seite

Abkürzungen:

BES = Besenreiser, REV = retikuläre Varizen, SEI = Seitenastvarikose, SAM = Saphena magna, SAP = Saphena parva, PER = Perforansinsuffizienz, ÖD = Oedem

1997 wurden Auffälligkeiten an der Vena saphena magna mit insgesamt 31% (n=55) am häufigsten festgestellt, bei den Jungen waren 33% (n=29) betroffen, bei den Mädchen 28% (n=23), wobei bei beiden die rechte Seite minimal häufiger auffällig war. An zweiter Stelle folgten retikuläre Varizen mit insgesamt 27%, bei den weiblichen Probanden mit 28%, bei den männlichen Probanden mit 26%. Auch hier zeigte die rechte Seite nur leicht mehr Auffälligkeiten bei beiden Geschlechtern. Für die Seitenastvarikose mit einer Häufigkeit von 8% ergaben sich weder zwischen Jungen und Mädchen, noch zwischen den Beinseiten Unterschiede. Bei drei (3%) weiblichen und einem (1%) männlichen Probanden fand sich eine Perforansinsuffizienz. Besenreiser und Auffälligkeiten der Vena saphena parva hatten je 2% (n=3) aller Schüler und eine Schülerin zeigte beidseits Beinödeme.

2005 wurden Veränderungen der Vena saphena magna bei 26% (n=28) der Probanden beobachtet, im Vergleich zu 1997 bestand jetzt aber eine große Differenz zwischen den Jungen mit 46% (n=22) und den Mädchen mit 10% (n=6). Das rechte Bein war nur bei den Jungen gering häufiger betroffen. Bei 4 Jungen (8%) und einem Mädchen (1,6%) war der Befund stark ausgeprägt, bei allen beidseits.

Beispielfotos finden sich im *Anhang* unter *Fotos*.

Das Vorkommen von retikulären Varizen war stark gestiegen auf 50% (n=54). Hier waren mit 60% (n=36) die Mädchen, mit minimalem Überwiegen des linken Beines, wesentlich stärker betroffen als die Jungen mit 38% (n=18). Seitenastvarizen traten bei insgesamt 12% (n=13), 15% (n=7) der männlichen und 10% (n=6) der weiblichen Schüler auf. Veränderungen der Vena saphena parva zeigten nur zwei der Jungen (3,8%). Besenreiser, Perforansinsuffizienz oder Ödem waren bei keinem der Probanden vorhanden.

3.1.4 Allgemeine Beschwerden

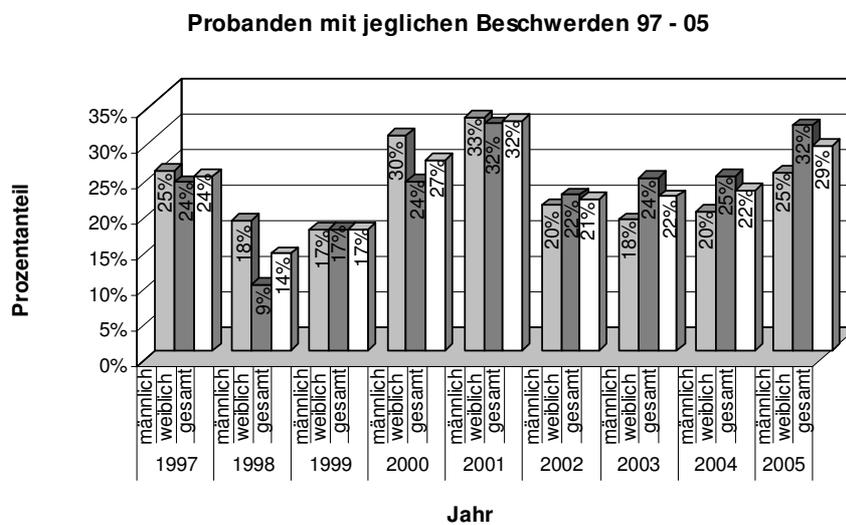


Abbildung 9: Allgemeine Beschwerden gesamt, in Prozent

Für die Anamnese der allgemeinen Beschwerden wurden aktuelle Beschwerden im Bereich von Hüfte, Oberschenkel, Leiste und Knie, sowie sonstige Beschwerden im Beinbereich nach Seite getrennt abgefragt.

Im Jahr 1997 betrug der Anteil der von Beschwerden jeglicher Art betroffenen Probanden 24% (n=44), davon je 22 männliche (25%) und weibliche (24%) Probanden.

Es ergab sich ein sehr unregelmäßiger Verlauf mit einem Beschwerden-Höhepunkt von insgesamt 32% im Jahr 2001.

2005 zeigte sich im Vergleich zu 1997 insgesamt ein leichter Anstieg auf 29% (n=31), wobei der Anteil weiblichen Probanden mit 32% (n=19) einen stärkeren Anstieg zeigte, und der der männlichen Probanden mit 25% (n=12) gleich blieb.

Jahr	Sex	HÜF	OBS	LEI	KNI	SON
1997	m	3%	2%	1%	16%	8%
	w	2%	1%	2%	16%	5%
	ges	3%	2%	2%	16%	7%
2005	m	6%	2%	0%	19%	0%
	w	5%	0%	0%	25%	5%
	ges	6%	1%	0%	22%	3%

Tabelle 6: Allgemeine Beschwerden in Prozent, ohne Seitentrennung

Jahr	Sex	HÜF re	HÜF li	OBS re	OBS li	LEI re	LEI li	KNI re	KNI li	SON re	SON li
1997	m	3%	1%	2%	0%	1%	0%	13%	6%	6%	6%
	w	1%	2%	0%	1%	1%	1%	11%	13%	4%	4%
	ges	2%	2%	1%	1%	1%	1%	12%	9%	5%	5%
1998	m	2%	2%	0%	0%	0%	0%	15%	13%	3%	3%
	w	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	8%	2%	2%
	ges	1%	1%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	2%	2%
1999	m	0%	2%	2%	2%	2%	0%	4%	4%	6%	4%
	w	2%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	14%	3%	2%
	ges	1%	1%	1%	1%	1%	0%	8%	9%	5%	3%
2000	m	0%	0%	3%	2%	2%	0%	18%	18%	5%	3%
	w	1%	1%	1%	1%	0%	0%	18%	18%	3%	3%
	ges	1%	1%	2%	1%	1%	0%	18%	18%	4%	3%
2001	m	0%	0%	3%	2%	3%	3%	20%	21%	5%	3%
	w	1%	3%	3%	1%	0%	0%	20%	25%	4%	4%
	ges	1%	2%	3%	2%	2%	2%	20%	23%	5%	4%
2002	m	6%	4%	2%	0%	2%	2%	9%	13%	0%	0%
	w	2%	2%	0%	0%	0%	0%	13%	11%	2%	6%
	ges	3%	3%	1%	0%	1%	1%	11%	12%	1%	3%
2003	m	6%	4%	2%	2%	2%	2%	10%	10%	2%	4%
	w	3%	2%	0%	0%	0%	0%	16%	10%	2%	5%
	ges	5%	3%	1%	1%	1%	1%	14%	10%	2%	5%
2004	m	2%	2%	0%	0%	0%	0%	13%	11%	0%	2%
	w	5%	2%	0%	0%	0%	0%	20%	13%	0%	2%
	ges	4%	2%	0%	0%	0%	0%	17%	12%	0%	2%
2005	m	2%	4%	2%	0%	0%	0%	13%	10%	0%	0%
	w	5%	2%	0%	0%	0%	0%	25%	17%	3%	5%
	ges	4%	3%	1%	0%	0%	0%	19%	14%	2%	3%

Tabelle 7: Allgemeine Beschwerden in Prozent, nach Seite

Abkürzungen:

HÜF = Hüfte, OBS = Oberschenkel, LEI = Leiste, KNI = Knie, SON = Sonstiges, re = rechts, li = links

Die häufigste Beschwerdelokalisation war durchgehend das Knie. 1997 gaben je 16%, sowohl bei den Jungen (n=14) als auch bei den Mädchen (n=15), an unter Kniebeschwerden zu leiden. Dabei war bei den Jungen das rechte Knie etwa doppelt so häufig betroffen wie das linke (13% vs. 6%), bei den Mädchen nur minimal häufiger das linke. Beschwerden in Oberschenkel oder Leiste waren mit nur je 3 Schülern (2%) eher selten, Hüftbeschwerden waren mit 5 Betroffenen (3%) ein wenig

häufiger. Sonstige Beschwerden wurden, ohne Seitendifferenzen, von insgesamt 7% (n=12), 8% der männlichen (n=7) und 5% der weiblichen (n=5) Probanden, berichtet. Im Jahr 2005 betrug der Gesamtanteil der Teilnehmer mit Kniebeschwerden 22% (n=24), wobei jetzt die Mädchen mit 25% (n=15) stärker betroffen waren als die Jungen mit 19% (n=9). Dieses Mal war bei beiden Geschlechtern das rechte Knie etwas häufiger betroffen. (m: 13% vs. 10%, w: 25% vs. 17%).

Hüftbeschwerden stiegen auf insgesamt 6% (n=6), davon je 3 Mädchen (5%) und 3 Jungen (6%). Bei den Mädchen war jetzt die rechte Hüfte etwas stärker betroffen, bei den Jungen die linke. Sonstige Beschwerden hatten nur noch 3 Mädchen (5%), ein Junge (2%) hatte rechtsseitige Oberschenkelbeschwerden und im Leistenbereich gab es bei beiden Geschlechtern keine Beschwerden.

3.1.5 Venentypische Beschwerden

Probanden mit jeglichen venentypischen Beschwerden 03 - 05

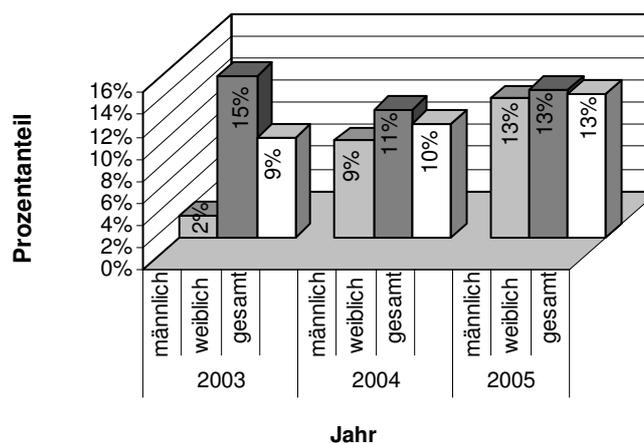


Abbildung 10: Venentypische Beschwerden, in Prozent

Im Jahr 2003 wurde erstmals auch die Anamnese zu venentypischen Beschwerden erhoben. Dazu wurde das Vorhandensein von Beschwerden bei langem Sitzen oder langem Stehen abgefragt, sowie das Bestehen von Schweregefühl, Ermüdungsgefühl, Ödemen, Schwellneigung, nächtlichen Wadenkrämpfen und ruhelosen Beine. Dabei ergab sich im Jahr 2003 für das Vorhandensein jeglicher solcher Beschwerden ein Gesamtanteil von 9% (n=10 von 111), wobei mit 15% (n=9 von 62) die weiblichen Probanden weitaus häufiger betroffen waren als die männlichen mit 2% (n=1 von 49). Im Jahr 2004 stieg der Gesamtanteil der Probanden mit Beschwerden etwas auf 10% (n=11 von 107), wobei der Anteil der betroffenen weiblichen Probanden auf 11% (n=7

von 61) sank und der Anteil der betroffenen männlichen Probanden auf 9% (n=4 von 46) stieg.

Im Jahr 2005 stieg die Anzahl der Teilnehmer mit venentypischen Beschwerden nochmals etwas auf insgesamt 13% (n=14 von 119), wobei der Anteile an Betroffenen bei weiblichen und männlichen Probanden mit je 13% (w: n=8, m: n=6) gleich war.

	2003			2004			2005		
	m	w	ges	m	w	ges	m	w	ges
SIT	0%	6%	4%	2%	3%	3%	0%	0%	0%
STE	2%	3%	3%	2%	2%	2%	0%	0%	0%
SGE	2%	2%	2%	0%	2%	1%	2%	0%	1%
EGE	2%	0%	1%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
ÖD	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SNE	0%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
NWA	0%	5%	3%	7%	7%	7%	10%	10%	10%
RBE	0%	2%	1%	2%	0%	1%	0%	0%	0%

Tabelle 8: Venentypische Beschwerden in Prozent, ohne Seitentrennung

	2003			2004			2005		
	m	w	ges	m	w	ges	m	w	ges
SIT li	0%	6%	4%	0%	3%	2%	0%	0%	0%
SIT re	0%	6%	4%	2%	3%	3%	0%	0%	0%
STE li	2%	3%	3%	2%	2%	2%	0%	0%	0%
STE re	2%	3%	3%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
SGE li	2%	2%	2%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
SGE re	2%	2%	2%	0%	2%	1%	2%	0%	1%
EGE li	2%	0%	1%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
EGE re	2%	0%	1%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
ÖD li	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ÖD re	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SNE li	0%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
SNE re	0%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	2%	1%
NWA li	0%	5%	3%	7%	5%	6%	6%	8%	7%
NWA re	0%	5%	3%	7%	7%	7%	10%	10%	10%
RBE li	0%	2%	1%	2%	0%	1%	0%	0%	0%
RBE re	0%	2%	1%	2%	0%	1%	0%	0%	0%

Tabelle 9: Venentypische Beschwerden in Prozent, nach Seite

Abkürzungen:

SIT = bei langem Sitzen, STE = bei langem Stehen, SGE = Schweregefühl, EGE = Ermüdungsgefühl, ÖD = Ödem, SNE = Schwellneigung, NWA = Nächtl. Wadenkrämpfe, RBE = ruhelose Beine
re = rechts, li = links

Im Jahr 2003 fanden sich weder bei männlichen noch weiblichen Probanden Unterschiede zwischen rechtem und linkem Bein. Beschwerden bei langem Sitzen

wurden von 6% (n=4) der weiblichen und keinem der männlichen Probanden angegeben, wodurch sich ein Gesamtanteil von 4% ergab. Beschwerden bei langem Stehen gaben 3% an, 3% (n=2) der weiblichen und 2% (n=1) der männlichen Probanden. Schweregefühl wurde von je 2% der weiblichen (n=1) und männlichen (n=1) Probanden berichtet. Ermüdungsgefühl bestand bei einem (2%) der männlichen und keinem der weiblichen Probanden. Nächtliche Wadenkrämpfe wurden von 5% (n=3) der weiblichen und keinem der männlichen Probanden angegeben. Ruhelose Beine hatte ein (2%) Mädchen kein Junge. Ödeme und Schwellneigung waren nicht vorhanden.

Bis 2005 stieg der Anteil der Probanden mit Wadenkrämpfen, der mit Abstand häufigsten Beschwerde, auf 10% sowohl bei männlichen (n=5) als auch weiblichen (n=6) Schülern. Etwas häufiger betroffen war bei beiden das rechte Bein.

Sonst klagte nur jeweils ein Schüler (1%) über Schweregefühl, Ermüdungsgefühl oder Schwellneigung. Ruhelose Beine und Beschwerden nach langem Sitzen oder Stehen waren bis 2005 nicht mehr, Ödeme nie vorhanden.

3.1.6 Orthopädische Auffälligkeiten

Probanden mit jeglichem auffälligen orthopädischen Status 97- 05

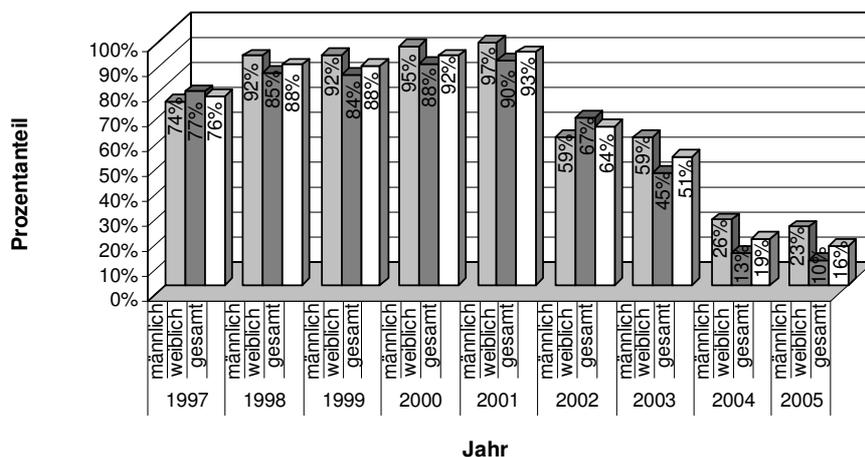


Abbildung 11: Auffälliger orthopädischer Status gesamt, in Prozent

Zur Beurteilung des orthopädischen Status wurden die Schüler auf Knick-, Senk- und Spreizfüße, Genu varum oder valgum, Motilitätsstörungen und Hautveränderungen untersucht.

Im Jahr 1997 wurde bei insgesamt 76% (n=136) der Studienteilnehmer ein auffälliger orthopädischer Status festgestellt. Von den Mädchen waren mit 77% (n=72) etwas

mehr betroffen als bei den Jungen mit 74% (n=64). Der Anteil der Probanden mit Auffälligkeiten stieg bis 2001 auf 93% an, bei den männlichen mehr als bei den weiblichen (97% vs. 90%), danach sank er bis 2005 stark ab auf insgesamt 16% (n=19), wobei jetzt die Jungen mit 23% (n=11) wesentlich stärker betroffen waren als die Mädchen mit 10 % (n=6).

Jahr		KNI	SPR	SEN	VAR	VAL	MOT	HAU
1997	m	39%	59%	34%	3%	5%	0%	0%
	w	38%	51%	49%	4%	13%	0%	0%
	ges	38%	54%	42%	4%	9%	0%	0%
2005	m	4%	23%	11%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	8%	2%	0%	0%	0%	2%
	ges	2%	15%	6%	0%	0%	0%	1%

Tabelle 10: Orthopädische Auffälligkeiten in Prozent, ohne Seitentrennung

Jahr		KNI re	KNI li	SPR re	SPR li	SEN re	SEN li	VAR re	VAR li	VAL re	VAL li	MOT re	MOT li	HAU re	HAU li
1997	m	38%	39%	56%	59%	34%	34%	2%	3%	5%	5%	0%	0%	0%	0%
	w	34%	38%	47%	51%	48%	49%	4%	3%	12%	13%	0%	0%	0%	0%
	ges	36%	38%	52%	54%	42%	42%	3%	3%	8%	9%	0%	0%	0%	0%
1998	m	57%	58%	77%	82%	62%	65%	7%	7%	13%	15%	2%	0%	2%	2%
	w	57%	57%	68%	68%	62%	62%	2%	2%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
	ges	57%	58%	72%	74%	62%	63%	4%	4%	19%	20%	1%	0%	1%	1%
1999	m	56%	54%	88%	88%	76%	76%	8%	8%	24%	24%	0%	0%	0%	0%
	w	50%	50%	77%	77%	66%	66%	0%	0%	28%	28%	0%	0%	2%	0%
	ges	53%	52%	82%	82%	70%	70%	4%	4%	26%	26%	0%	0%	1%	0%
2000	m	56%	56%	95%	95%	74%	74%	5%	5%	17%	17%	0%	2%	0%	0%
	w	53%	53%	79%	79%	64%	64%	0%	0%	21%	21%	0%	0%	0%	0%
	ges	54%	54%	87%	87%	69%	69%	2%	2%	19%	19%	0%	1%	0%	0%
2001	m	49%	49%	95%	95%	74%	74%	3%	3%	10%	10%	0%	2%	0%	0%
	w	51%	51%	84%	84%	59%	59%	0%	0%	22%	22%	0%	0%	1%	1%
	ges	50%	50%	89%	89%	66%	66%	2%	2%	16%	16%	0%	1%	1%	1%
2002	m	30%	30%	57%	57%	39%	39%	4%	4%	7%	7%	0%	2%	0%	0%
	w	33%	33%	59%	59%	44%	44%	0%	0%	8%	8%	0%	0%	2%	3%
	ges	31%	31%	58%	58%	42%	42%	2%	2%	8%	8%	0%	1%	1%	2%
2003	m	27%	27%	57%	57%	37%	37%	2%	2%	6%	4%	0%	0%	2%	2%
	w	21%	21%	31%	31%	21%	21%	3%	3%	2%	2%	0%	0%	10%	8%
	ges	23%	23%	42%	42%	28%	28%	3%	3%	4%	3%	0%	0%	6%	5%
2004	m	7%	7%	24%	24%	9%	9%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	4%	4%
	w	0%	0%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	3%
	ges	3%	3%	15%	15%	5%	5%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	4%	4%
2005	m	4%	4%	23%	23%	11%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	w	0%	0%	8%	8%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%
	ges	2%	2%	15%	15%	6%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%

Tabelle 11: Orthopädische Auffälligkeiten in Prozent, nach Seite

Abkürzungen:

KNI = Knickfuß, SPR = Spreizfuß, SEN = Senkfuß, VAR = Genu varum, VAL = Genu valgum
MOT = Motilitätsstörungen, HAU = Hautveränderungen, re = rechts, li = links

Die häufigsten Auffälligkeiten waren Knick-, Spreiz- und Senkfuß.

1997 wurden bei insgesamt 38% (n=69), ein- oder beidseitig, ein Knickfuß, bei 54% (n=98) ein Spreizfuß und bei 42% (n=76) ein Senkfuß diagnostiziert. Der Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden war beim Senkfuß am größten, von den Mädchen waren mit 49% (n=46) mehr betroffen als von den Jungen mit 34%

(n=30). Beim Spreizfuß war der Unterschied geringer (m: 59% vs. w: 51%), wobei die Jungen etwas stärker betroffen waren, und beim Knickfuß bestand kaum ein Unterschied (m: 39% vs. w: 38%). Es konnte keine wesentliche Seitendifferenz festgestellt werden. Ein Genu varum rechts hatten 4% (n=7) der Probanden, davon 3 Jungen und 4 Mädchen. Ein Genu valgum wurde bei den weiblichen Probanden mit 13% (n=12) wesentlich häufiger entdeckt als bei den männlichen mit 5% (n=4), insgesamt bei 9%. Auch hier ergab sich keine Seitendifferenz. Motilitätsstörungen und Hautveränderungen zeigte keiner der Teilnehmer.

Nach einem Anstieg gingen die orthopädischen Auffälligkeiten nach 2001 bis 2005 stark zurück. Der Spreizfuß war immer noch die häufigste Auffälligkeit mit 15% (n=16), bei Jungen mit 23% (n=11) noch viel häufiger vorhanden als bei Mädchen mit 8% (n=5). Einen Senkfuß hatten insgesamt nur noch 6% (n=6), es überwogen die männlichen Probanden mit 11% (n=5), von den weiblichen Probanden war nur noch eine (2%) betroffen. Ein Knickfuß wurde nur noch bei zwei der männlichen (4%) und bei keiner der weiblichen Probanden festgestellt. Seitendifferenzen gab es bei keiner der Auffälligkeiten. Ein genu varum oder valgum war bei keinem der Probanden mehr vorhanden, bei einem Mädchen lagen Hautveränderungen in Form von Striae an beiden Oberschenkeln vor.

3.1.7 Chirurgische Anamnese

Probanden mit jeglicher positiver chirurgischer Anamnese 97 - 05

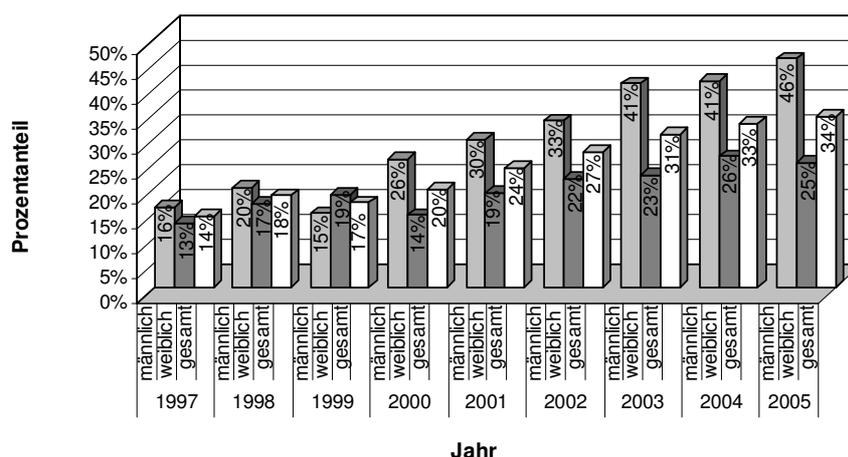


Abbildung 12: Positive chirurgische Anamnese, in Prozent

Bei der Anamnese zu erfolgten chirurgischen Eingriffen wurde nach Appendektomie, Leistenbruch-Operation, sowie Operation oder Gips am Bein gefragt. Dabei wurde

jedes Jahr der Gesamtstatus festgehalten, das heißt, ob schon jemals ein Eingriff stattgefunden hatte.

1997 berichteten insgesamt 14% (n=26) der Schüler über einen chirurgischen Eingriff oder eine Gipsruhigstellung, dies betraf mit 16% (n=14) etwas mehr Jungen als Mädchen mit 13% (n=12).

Bis 2005 stieg die Anzahl der Probanden mit erfolgreichem Eingriff auf 34% (n=37), dabei waren mit 46% (n=22) wesentlich mehr Jungen betroffen als Mädchen mit 25% (n=15).

Jahr	Sex	APP	LEI	OPE	GIP
1997	m	2%	6%	0%	8%
	w	2%	4%	0%	9%
	ges	2%	5%	0%	8%
1998	m	0%	5%	0%	15%
	w	2%	5%	0%	12%
	ges	1%	5%	0%	14%
1999	m	0%	4%	0%	11%
	w	3%	5%	0%	12%
	ges	2%	5%	0%	11%
2000	m	2%	6%	3%	18%
	w	4%	4%	0%	9%
	ges	3%	5%	1%	13%
2001	m	0%	7%	7%	20%
	w	4%	4%	3%	12%
	ges	2%	5%	5%	15%
2002	m	2%	7%	9%	20%
	w	6%	5%	3%	13%
	ges	4%	6%	6%	16%
2003	m	2%	8%	12%	24%
	w	6%	5%	3%	13%
	ges	5%	6%	7%	18%
2004	m	0%	7%	11%	26%
	w	10%	5%	3%	15%
	ges	6%	6%	7%	20%
2005	m	0%	8%	15%	27%
	w	8%	5%	3%	15%
	ges	5%	6%	8%	20%

Tabelle 12: Chirurgische Eingriffe nach Art

Abkürzungen:

APP = Appendektomie, LEI = Leistenbruch-Operation, OPE = Operation am Bein, GIP = Gips am Bein

1997 war die am häufigsten berichtete Intervention eine Gipsruhigstellung des Beins, was 8% (n=15) der Schüler betraf, ohne signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern. An zweiter Stelle folgte die Leistenhernien-Operation mit einem Anteil von 5% (n=9) aller Probanden, 6% (n=5) der männlichen und 4% (n=4) der

weiblichen Probanden. Eine Appendektomie gaben 2% (n=4) der Schüler an, je zwei Jungen und zwei Mädchen. Keiner der Schüler war bisher am Bein operiert worden. Bis 2005 war der Anteil der Probanden, die eine Gipsruhigstellung erlebt hatten, auf 20% (n=22) gestiegen, wobei die männlichen Probanden mit 27% (n=13) gegenüber den weiblichen mit 15% (n=9) deutlich überwogen. Operationen am Bein waren inzwischen an 8% der Schüler durchgeführt worden, auch hier waren die Jungen mit 15% (n=7) häufiger vertreten als die Mädchen mit 3% (n=2). 6% (n=7) der Teilnehmer, 8% (n=4) der männlichen und 5% (n=3) der weiblichen, waren schon wegen eines Leistenbruchs operiert worden und 5% (n=5) wegen einer Appendizitis, was allerdings ausschließlich Mädchen betraf. Die vorher ebenfalls betroffenen Jungen waren vorzeitig aus der Studie ausgetreten.

3.1.8 Anthropometrische Maße

Körpergröße

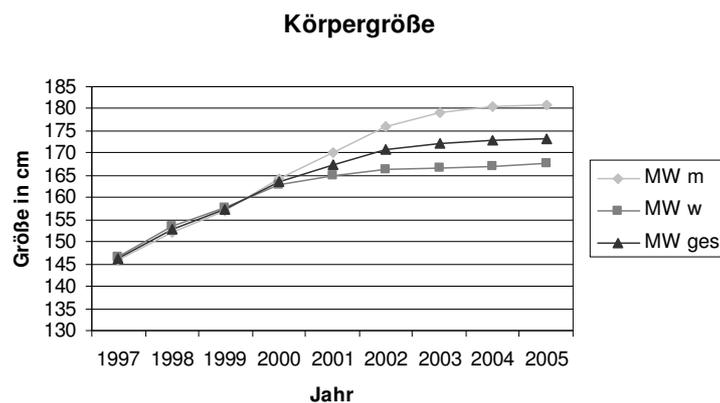


Abbildung 13: Körpergröße in cm, Mittelwerte (MW)

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	145,9 ± 6,5	152,2 ± 7,3	157,1 ± 7,0	164,4 ± 8,2	170,2 ± 8,4	176,0 ± 6,4	179,1 ± 6,1	180,6 ± 5,1	180,7 ± 5,5
w	MW ± SD	146,6 ± 7,3	153,5 ± 7,4	157,7 ± 6,8	162,9 ± 6,4	164,8 ± 6,0	166,4 ± 5,5	166,6 ± 5,6	167,2 ± 5,7	167,6 ± 5,7
ges	MW ± SD	146,2 ± 6,9	152,8 ± 7,4	157,5 ± 6,9	163,6 ± 7,3	167,3 ± 7,7	170,8 ± 7,6	172,1 ± 8,5	172,9 ± 8,6	173,4 ± 8,6

Tabelle 13: Körpergröße in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen

1997 war noch keine wesentliche Größendifferenz zwischen den Geschlechtern erkennbar. Die Mädchen waren im Mittel nur minimal größer. Bis 1999 blieb dieses Verhältnis bestehen, im Jahr 2000 überholten die Jungen die Mädchen im Größenwachstum im Mittel um 1,5 cm. Bis zum Jahr 2005 wuchs diese Differenz kontinuierlich auf 13 cm im Mittel.

Der größte beobachtete Wachstumsschub war bei den männlichen Probanden von 1999 bis 2000, bei den weiblichen von 1997 bis 1998. Von 2004 bis 2005 wurde keine wesentliche Größenzunahme mehr gemessen.

Körpergewicht

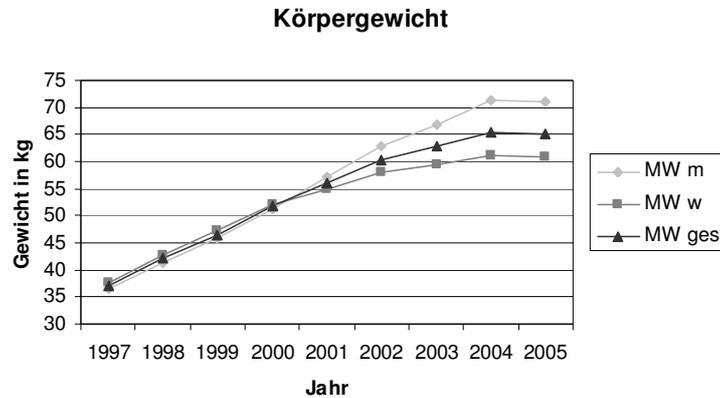


Abbildung 14: Körpergewicht in kg, Mittelwerte (MW)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
m	MW ± SD	36,5 ± 7,4	41,2 ± 9,6	45,7 ± 10,3	51,2 ± 11,1	57,3 ± 9,7	62,7 ± 8,7	66,9 ± 9,5	71,3 ± 10,8	71,0 ± 11,0
w	MW ± SD	37,5 ± 7,1	42,9 ± 7,9	47,2 ± 9,0	52,0 ± 9,4	55,6 ± 8,5	58,0 ± 8,9	59,5 ± 9,1	61,1 ± 9,4	60,7 ± 9,5
ges	MW ± SD	37,0 ± 7,3	42,1 ± 8,8	46,5 ± 9,6	51,7 ± 10,2	56,4 ± 9,1	60,1 ± 9,1	62,8 ± 10,0	65,5 ± 11,2	65,2 ± 11,3

Tabelle 14: Körpergewicht in kg, Mittelwerte und Standardabweichungen

Auch beim Körpergewicht gab es Anfangs keine großen Unterschiede, die Mädchen waren im Mittel etwas schwerer. Im Jahr 2001, ein Jahr später als bei der Körpergröße, wogen die Jungen im Mittel erstmals mehr, und auch hier vergrößerte sich die Differenz zwischen den Geschlechtern in den Folgejahren bis auf 10kg im Mittel. Zwischen 2004 und 2005 blieb auch das Gewicht etwa gleich.

Body-Mass-Index

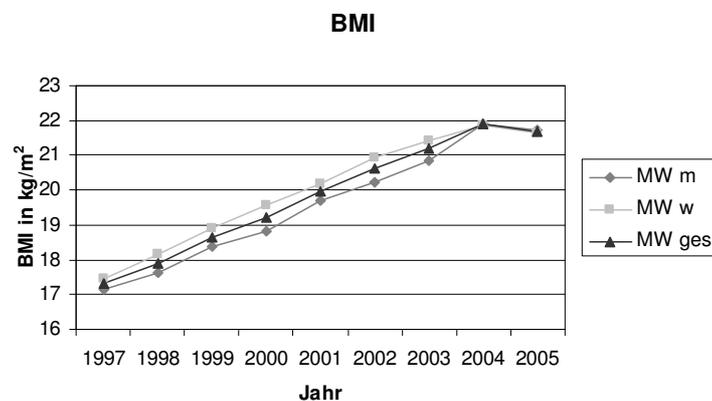


Abbildung 15: Body-Mass-Index in kg/m², Mittelwerte (MW)

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	17,1 ± 3,0	17,6 ± 2,7	18,4 ± 2,9	18,8 ± 2,9	19,7 ± 2,5	20,2 ± 2,4	20,9 ± 2,7	21,9 ± 3,2	21,7 ± 3,1
w	MW ± SD	17,5 ± 3,2	18,1 ± 2,8	18,9 ± 3,1	19,5 ± 3,1	20,2 ± 3,8	20,9 ± 3,1	21,4 ± 3,2	21,9 ± 3,3	21,6 ± 3,2
ges	MW ± SD	17,3 ± 3,1	17,9 ± 2,7	18,7 ± 3,0	19,2 ± 3,0	20,0 ± 3,3	20,6 ± 2,8	21,2 ± 3,0	21,9 ± 3,2	21,7 ± 3,2

Tabelle 15: Body-Mass-Index in kg/m^2 , Mittelwerte und Standardabweichungen

Der BMI stieg von 1997 bis 2004 kontinuierlich an, zwischen 2004 und 2005 blieb er fast unverändert. Bis 2003 hatten die Mädchen im Mittel einen minimal höheren BMI als die Jungen, ab 2004 bestand kein Unterschied mehr. 2005 waren, nach der Bewertung für Erwachsene, 3 (6%) Jungen und 7 (12%) Mädchen mit einem BMI über $25\text{kg}/\text{m}^2$ als übergewichtig, und je ein Junge (2%) und ein Mädchen (2%) mit einem BMI über $30\text{kg}/\text{m}^2$ als adipös einzustufen.

Länge Spina-Ferse

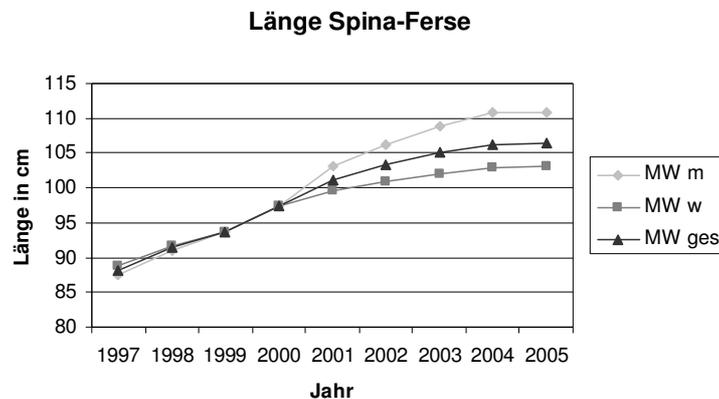


Abbildung 16: Länge Spina-Ferse in cm, Mittelwerte (MW)

			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	re	87,5 ± 5,1	91,0 ± 5,5	93,7 ± 5,3	97,3 ± 5,6	103,1 ± 4,8	106,3 ± 4,7	108,9 ± 5,0	110,7 ± 4,3	110,7 ± 4,8
		li	87,4 ± 5,1	91,0 ± 5,5	93,7 ± 5,3	97,3 ± 5,6	103,2 ± 4,7	106,3 ± 4,7	108,9 ± 5,0	110,7 ± 4,3	110,7 ± 4,8
w	MW ± SD	re	88,8 ± 5,6	91,7 ± 5,1	93,7 ± 5,7	97,5 ± 4,8	99,5 ± 4,3	100,9 ± 3,9	102,0 ± 4,3	102,8 ± 4,2	103,2 ± 4,2
		li	88,8 ± 5,6	91,7 ± 5,1	93,7 ± 5,7	97,5 ± 4,8	99,5 ± 4,3	100,9 ± 3,9	102,0 ± 4,3	102,8 ± 4,2	103,2 ± 4,2
ges	MW ± SD	re	88,2 ± 5,4	91,4 ± 5,3	93,7 ± 5,0	97,4 ± 5,2	101,2 ± 4,8	103,4 ± 5,0	105,0 ± 5,7	106,2 ± 5,8	106,5 ± 5,8
		li	88,1 ± 5,4	91,4 ± 5,3	93,7 ± 5,0	97,4 ± 5,2	101,2 ± 4,8	103,4 ± 5,0	105,0 ± 5,7	106,2 ± 5,8	106,5 ± 5,8

Tabelle 16: Länge Spina-Ferse in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Die Länge von der Spina iliaca anterior superior zur Ferse war konstant seitengleich. Ab 2001 zeigten sich bei den Jungen im Mittel höhere Werte als bei den Mädchen, damit ein Jahr später als bei der Körpergröße. Auch war der größte Wachstumsschub bei den Jungen zwischen 2000 und 2001, bei den Mädchen zwischen 1999 und 2000.

Länge Patella-Ferse

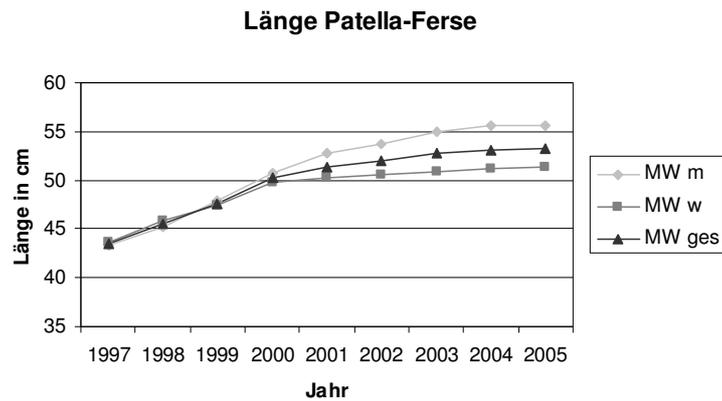


Abbildung 17: Länge Patella-Ferse in cm, Mittelwerte (MW)

			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	re	43,4 ± 2,6	45,3 ± 2,8	47,9 ± 2,8	50,8 ± 3,0	53,2 ± 6,4	53,6 ± 2,7	55,0 ± 2,6	55,6 ± 2,3	55,5 ± 2,6
		li	43,3 ± 2,6	45,3 ± 2,8	47,9 ± 2,8	50,8 ± 3,0	52,4 ± 2,7	53,6 ± 2,7	55,0 ± 2,6	55,6 ± 2,3	55,5 ± 2,6
w	MW ± SD	re	43,6 ± 2,9	45,8 ± 2,5	47,4 ± 2,9	49,8 ± 2,7	50,2 ± 2,4	50,5 ± 2,3	50,9 ± 2,5	51,2 ± 2,5	51,4 ± 2,3
		li	43,7 ± 2,9	45,8 ± 2,5	47,4 ± 2,9	49,7 ± 2,7	50,2 ± 2,4	50,5 ± 2,3	50,9 ± 2,5	51,2 ± 2,5	51,4 ± 2,3
ges	MW ± SD	re	43,5 ± 2,8	45,6 ± 2,7	47,6 ± 2,9	50,2 ± 2,9	51,6 ± 5,0	52,0 ± 2,9	52,7 ± 3,3	53,1 ± 3,3	53,3 ± 3,2
		li	43,5 ± 2,8	45,6 ± 2,7	47,6 ± 2,9	50,2 ± 2,9	51,2 ± 2,7	52,0 ± 2,9	52,7 ± 3,3	53,1 ± 3,3	53,3 ± 3,2

Tabelle 17: Länge Patella-Ferse in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Beim Messen der Länge von der Patella zur Ferse ergaben sich keine signifikanten Seitendifferenzen. Ab 1999, ein Jahr früher als bei der Körpergröße, überholten die Jungen die Mädchen. Zwischen 1999 und 2000 war bei beiden Geschlechtern das Wachstum am stärksten, in den letzten beiden Jahren änderte sich kaum etwas.

Knieumfang

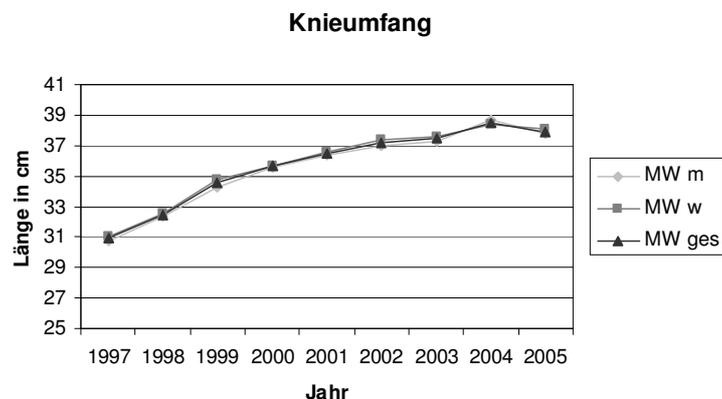


Abbildung 18: Knieumfang in cm, Mittelwerte (MW)

			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	re	30,8 ± 2,4	32,3 ± 2,6	34,3 ± 2,4	35,6 ± 2,3	36,5 ± 2,5	37,0 ± 1,8	37,3 ± 1,9	38,7 ± 2,4	37,8 ± 2,2
		li	30,7 ± 2,2	32,3 ± 2,6	34,3 ± 2,4	35,6 ± 2,3	36,3 ± 1,9	37,0 ± 1,8	37,3 ± 1,9	38,7 ± 2,4	37,8 ± 2,2
w	MW ± SD	re	31,1 ± 2,6	32,6 ± 2,5	34,7 ± 3,3	35,7 ± 2,7	36,6 ± 2,7	37,4 ± 2,7	37,6 ± 2,8	38,4 ± 3,0	38,1 ± 2,9
		li	31,1 ± 2,6	32,6 ± 2,5	34,7 ± 3,3	35,7 ± 2,7	36,5 ± 2,7	37,4 ± 2,7	37,6 ± 2,8	38,4 ± 3,0	38,1 ± 2,9
ges	MW ± SD	re	30,9 ± 2,5	32,4 ± 2,5	34,5 ± 2,9	35,6 ± 2,5	36,5 ± 2,6	37,2 ± 2,4	37,5 ± 2,5	38,5 ± 2,8	37,9 ± 2,6
		li	30,9 ± 2,5	32,4 ± 2,5	34,5 ± 2,9	35,6 ± 2,5	36,4 ± 2,4	37,2 ± 2,4	37,5 ± 2,5	38,5 ± 2,8	37,9 ± 2,6

Tabelle 18: Knieumfang in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Auch der Knieumfang war konstant seitengleich, allerdings wurden hier bei den männlichen Probanden im Mittel erst ab 2004 höhere Werte als bei den weiblichen gemessen. Das Wachstum war bei beiden zwischen 1998 und 1999 am stärksten.

Fesselumfang

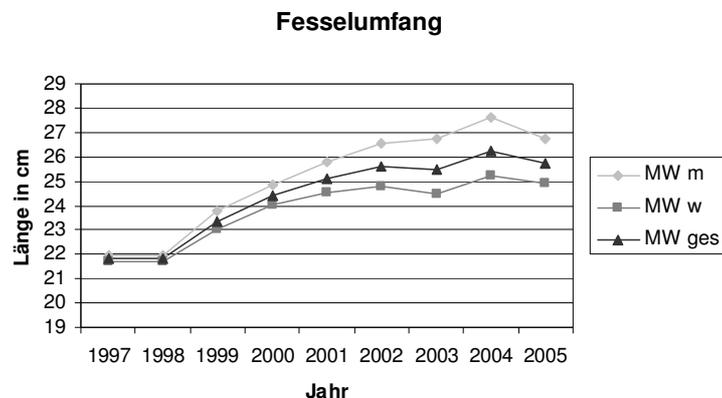


Abbildung 19: Fesselumfang in cm, Mittelwerte (MW)

			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
m	MW ± SD	re	22,0 ± 1,8	21,9 ± 1,6	23,8 ± 1,6	24,8 ± 1,5	25,9 ± 2,2	26,6 ± 1,3	26,7 ± 1,3	27,6 ± 1,2	26,7 ± 1,3
		li	21,9 ± 1,5	21,9 ± 1,6	23,8 ± 1,6	24,8 ± 1,5	25,7 ± 1,3	26,6 ± 1,3	26,7 ± 1,3	27,6 ± 1,2	26,7 ± 1,3
w	MW ± SD	re	21,7 ± 1,5	21,7 ± 1,2	23,0 ± 1,4	24,0 ± 1,3	24,5 ± 1,3	24,8 ± 1,3	24,5 ± 1,1	25,2 ± 1,3	24,9 ± 1,3
		li	21,7 ± 1,5	21,7 ± 1,2	23,0 ± 1,4	24,0 ± 1,3	24,5 ± 1,3	24,8 ± 1,3	24,5 ± 1,1	25,2 ± 1,3	24,9 ± 1,3
ges	MW ± SD	re	21,9 ± 1,6	21,8 ± 1,4	23,4 ± 1,6	24,4 ± 1,4	25,2 ± 1,9	25,6 ± 1,5	25,5 ± 1,6	26,2 ± 1,7	25,7 ± 1,6
		li	21,8 ± 1,5	21,8 ± 1,4	23,4 ± 1,6	24,4 ± 1,4	25,1 ± 1,4	25,6 ± 1,5	25,5 ± 1,6	26,2 ± 1,7	25,7 ± 1,6

Tabelle 19: Fesselumfang in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Beim Fesselumfang zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede zwischen rechtem und linkem Bein. Die Jungen hatten hier schon ab 1997 im Mittel höhere Werte als die Mädchen. Außerdem fanden sich bei beiden Geschlechtern schon 2002 ungefähr die gleichen Umfänge wie 2005, am meisten gewachsen waren diese zwischen 1998 und 1999.

3.1.9 Anamnese Pubertät

Im Jahr 2000 wurden zusätzliche die Pubertät betreffende Anamnesefragen eingeführt. Dazu gehörten der Stimmbruch bei den Jungen, die Menstruation und die

Einnahme oraler Kontrazeptiva bei den Mädchen, die aber erst in den letzten zwei Studienjahren abgefragt wurde. Außerdem wurde die Anamnese durch Angaben zu Zigarettenkonsum und Obstipationsneigung ergänzt.

Stimmbruch

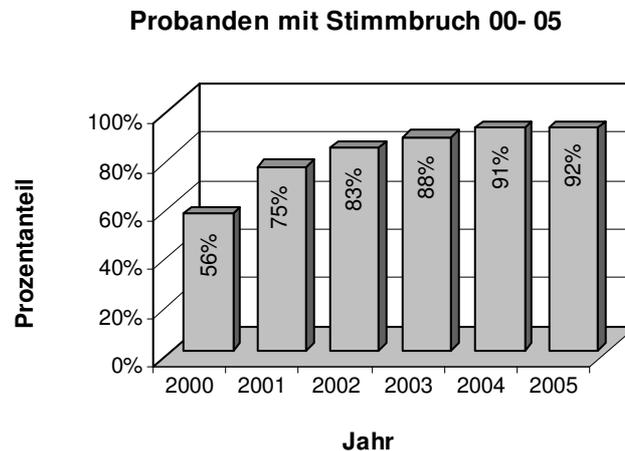


Abbildung 20: Stimmbruch bei männlichen Probanden, in Prozent

Im ersten Jahr der Befragung, 2000, gaben 56% (n=37) der Jungen an, im Stimmbruch zu sein oder ihn gehabt zu haben. 2 Jungen (3%) gaben den Beginn des Stimmbruchs schon im Jahr 1998 an, 7 (10,6%) im Jahr 1999.

Zwischen 1999 und 2000 waren somit am meisten Jungen in die Pubertät gekommen (n=28, 42%), bis 2001 gab es nochmals einen starken Anstieg um 19% auf 75% (n=46). Nach 2002 verlangsamte sich die Zunahme des Anteils der Probanden mit Stimmbruch, der am Ende der Studie 92% (n=44) betrug.

Menstruation

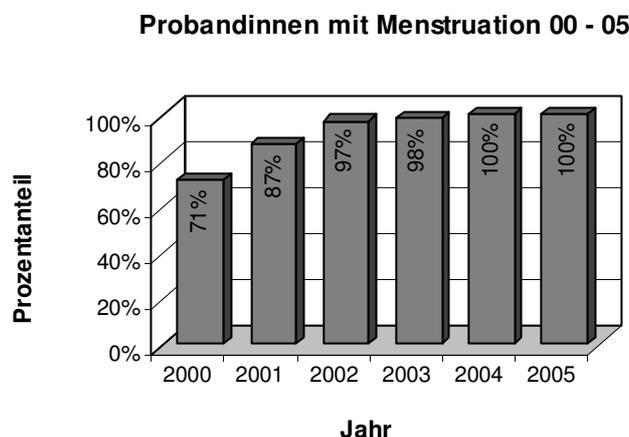


Abbildung 21: Vorhandensein der Menstruation bei Probandinnen, in Prozent

Bei den Mädchen gaben im ersten Jahr der Anamnese zur Pubertät 71% (n=54) an, schon eine Menstruation zu haben, davon hatte ein Mädchen (1%) schon seit 1997 ihre Menstruation, 16 (21%) seit 1998 und 20 (26%) seit 1999. 22% hatten den Eintritt in die Menarche im Jahr 2000. Auch hier gab es noch einen stärkeren Anstieg um 16% auf 87% (n=60) bis zum Jahr 2001 und eine Abflachung des Anstiegs nach 2002. Ab 2004 gaben alle Mädchen an, ihre Menstruation zu haben.

Zigarettenkonsum

Probanden mit Zigarettenkonsum 00 - 05

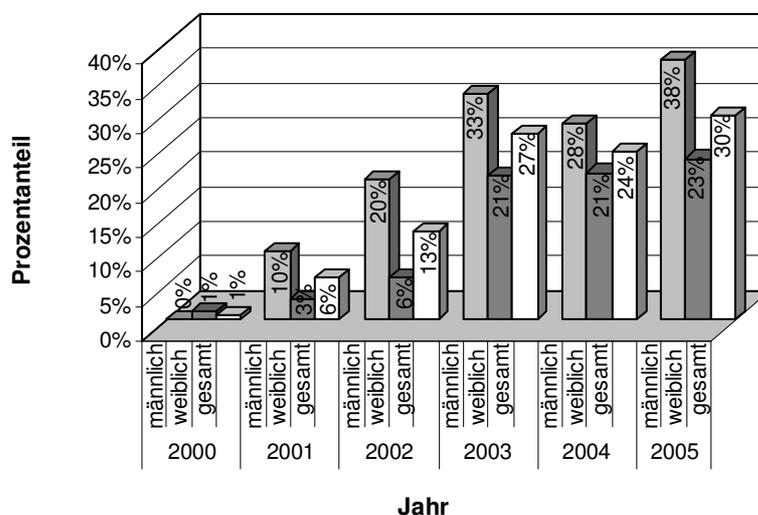


Abbildung 22: Probanden mit Zigarettenkonsum

Im Jahr 2000 gab nur ein Mädchen an zu rauchen. Ab 2001 stieg der Anteil der rauchenden Schüler, wobei stets die Jungen überwogen.

2005 gab ein Drittel (n=32) aller Probanden ihren Zigarettenkonsum zu, 38% (n=18) der männlichen und 23% (n=14) der weiblichen Probanden.

Orale Kontrazeptiva

Probandinnen mit oralen Kontrazeptiva

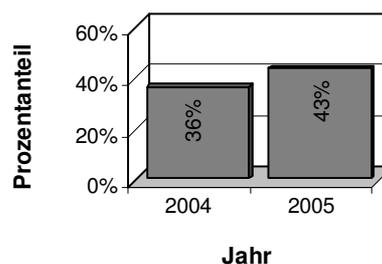


Abbildung 23: Orale Kontrazeptiva-Einnahme bei Probandinnen

In den letzten beiden Studienjahren wurden die Mädchen auch nach der Einnahme oraler Kontrazeptiva gefragt. Im Jahr 2004 bejahten 36% (n=22), die „Pille“ zu nehmen. 2005 waren es 43% (n=26), von denen 6 Mädchen (10%) zusätzlich angaben zu rauchen.

Obstipation

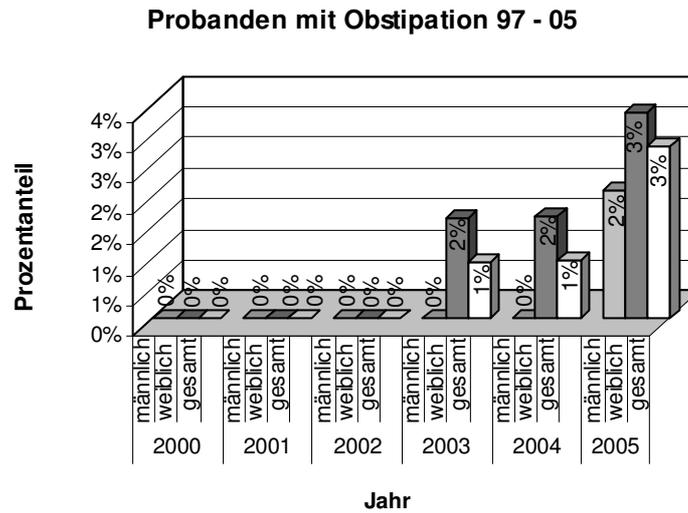


Abbildung 24: Probanden mit Obstipation

Bis 2002 hatte keiner der Schüler Probleme mit Obstipation. 2003 und 2004 gab ein Mädchen an, unter Obstipation zu leiden. 2005 waren es zwei (3%) Mädchen und ein Junge (2%).

3.1.10 Sportliche Aktivität

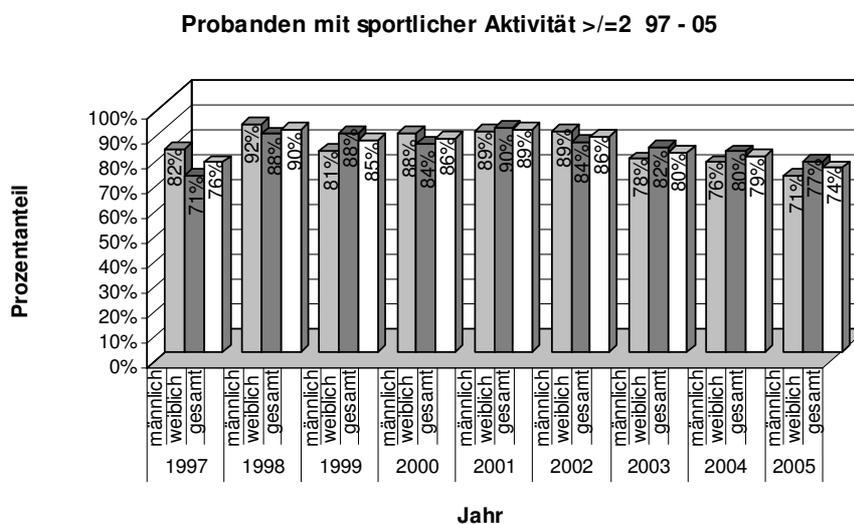


Abbildung 25: Sportliche Aktivität ≥ 2 , in Prozent

Bei der Anamnese zur sportlichen Aktivität der Schüler wurde in vier Ausprägungsgrade eingeteilt: 0 = kein Sport, 1 = gelegentlich, 2 = häufig, 3 = Leistungssport (Verein). Als relevant wurde eine Aktivität ab Grad 2 (häufig) angenommen und beschrieben. Im Jahr 1997 betrieben insgesamt 76% (n=137) der Schüler häufig Sport oder Leistungssport, Jungen mit 82% (n=71) mehr als Mädchen mit 71% (n=66). Nur fünf (3%) Schüler betrieben überhaupt keinen Sport, davon vier Mädchen und ein Junge.

1998 erreichte die sportliche Aktivität einen Peak mit insgesamt 90% (n=111 von 124), um in den Folgejahren wieder abzusinken.

2005 waren noch 74% (n= 80) der Probanden mindestens häufig sportlich aktiv, wobei zwischen den Jungen mit 71% (n=34) und den Mädchen mit 77% (n=46) kein großer Unterschied bestand. Überhaupt keinen Sport trieben 9% (n=10) der Schüler, darunter sieben (15%) Jungen und drei (5%) Mädchen.

Jahr	Sex	LEI	SCH	FUS	VOL	SKI	TUR	TEN	BAL	SON
1997	m	8%	7%	55%	5%	8%	6%	9%	0%	28%
	w	10%	18%	6%	1%	9%	15%	3%	6%	35%
	ges	9%	13%	30%	3%	8%	11%	6%	3%	32%
1998	m	2%	18%	62%	5%	32%	7%	7%	0%	52%
	w	2%	20%	8%	3%	32%	15%	2%	9%	58%
	ges	2%	19%	34%	4%	32%	11%	4%	5%	55%
1999	m	2%	13%	45%	4%	9%	2%	15%	0%	38%
	w	3%	17%	3%	5%	8%	10%	7%	5%	66%
	ges	3%	15%	22%	5%	8%	7%	10%	3%	54%
2000	m	2%	11%	48%	9%	14%	3%	15%	0%	59%
	w	9%	13%	8%	7%	13%	12%	14%	5%	61%
	ges	6%	12%	27%	8%	13%	8%	15%	3%	60%
2001	m	5%	7%	41%	10%	31%	2%	16%	0%	59%
	w	0%	14%	6%	12%	23%	10%	12%	7%	64%
	ges	2%	11%	22%	11%	27%	6%	14%	4%	62%
2002	m	4%	9%	33%	15%	28%	0%	17%	0%	54%
	w	2%	19%	5%	8%	23%	5%	8%	9%	61%
	ges	3%	14%	18%	11%	25%	3%	12%	5%	58%
2003	m	2%	6%	35%	14%	24%	0%	20%	0%	37%
	w	5%	18%	2%	13%	24%	3%	11%	5%	53%
	ges	4%	13%	16%	14%	24%	2%	15%	3%	46%
2004	m	0%	4%	26%	24%	26%	0%	9%	0%	48%
	w	3%	16%	15%	18%	26%	2%	10%	0%	56%
	ges	2%	11%	20%	21%	26%	1%	9%	0%	52%
2005	m	2%	6%	27%	8%	19%	0%	8%	0%	38%
	w	3%	18%	7%	12%	17%	7%	8%	2%	47%
	ges	3%	13%	16%	10%	18%	4%	8%	1%	43%

Tabelle 20: Sportliche Aktivität ≥ 2 in den einzelnen Sportarten

Abkürzungen:

LEI = Leichtathletik, SCH = Schwimmen, FUS = Fußball, VOL = Volleyball, SKI = Skifahren, TUR = Turnen, TEN = Tennis, BAL = Ballett, SON = sonstige Sportarten

Von den aufgelisteten Sportarten war Fußball 1997 mit 30% (n=54) die am häufigsten angegebene, wobei die männlichen Teilnehmer mit 55% (n=48) deutlich häufiger vertreten waren als die weiblichen mit 6% (n=6).

Sonstige, nicht aufgelistete Sportarten wurden von 32% (n=57) der Schüler betrieben, wobei die Mädchen mit 35% (n=33) stärker vertreten waren als die Jungen mit 28% (n=24). Schwimmen und Turnen waren mit 13% (n=23) bzw. 11% (n=19) noch relativ häufig vertreten, jeweils mit einem mehr als doppelt so hohen Anteil bei den Mädchen wie bei den Jungen. Leichtathletik und Skifahren waren mit je knapp unter 10% bei beiden Geschlechtern in etwa gleich stark vertreten, Tennis spielten noch 6% der Schüler, davon mehr Jungen (m: 9% vs. w: 3%). Auf Volleyball und Ballett fielen je 3%, wobei Volleyball häufiger von den männlichen (m: n=4, w: n=1), und Ballett ausschließlich von sechs weiblichen Probanden angegeben wurde.

2005 war Fußball nur noch mit 16% vertreten (n=17), mit 27% der Jungen (n=13) und 7% der Mädchen (n=4). Sonstige Sportarten wurden mit 43% (n=46) am häufigsten angegeben, sowohl bei den männlichen Teilnehmern mit 38% (n=18) als auch den weiblichen mit 47% (n=28). Skifahren war mit 18% (n=19) bei beiden Geschlechtern etwa gleich beliebt (m: n=9 vs. w: n=10). Schwimmen wurde immer noch von den Mädchen mit 18% (n=11) wesentlich häufiger als von den Jungen mit 6% (n=3) angegeben, Volleyball spielten 10% (n=11) der Schüler, weibliche mit 12% (n=7) häufiger als männliche mit 8% (n=4). Tennis war mit je 8% bei beiden gleich häufig vertreten. Auf Leichtathletik und Turnen entfielen lediglich 3%, bzw. 4%, wobei Turnen nur von vier Mädchen angegeben wurde. Ballett wurde nur noch von einem Mädchen ausgeübt.

3.1.11 Familienanamnese

positive Familienanamnese zu Venenerkrankungen

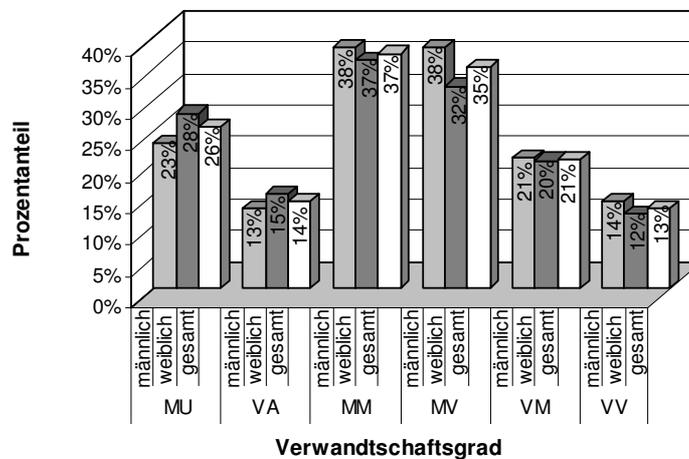


Abbildung 26: Positive Familienanamnese zu Venenerkrankungen

Abkürzungen:

MU = Mutter, VA = Vater, MM = Großmutter mütterlich, MV = Großmutter väterlich, VM = Großvater mütterlich, VV = Großvater väterlich

Die anamnestischen Angaben zu Venenerkrankungen in der Familie beziehen sich auf das Gesamtkollektiv von 1997. Im ersten Jahr noch fehlende oder unsichere Angaben wurden anhand eines Fragebogens, der den Schülern zur Bearbeitung mit den Eltern mit nach Hause gegeben wurde, korrigiert. Trotzdem konnten 10% (n=18) der Schüler, 12% (n=11) der Mädchen und 8% (n=7) der Jungen, überhaupt keine Angaben zu irgendeinem Familienmitglied machen. Die Kategorien „Krampfadern“, „Krampfader-Operation“ und „Ulcus cruris“ wurden für die Auswertung zu der Variable „Venenerkrankung“ zusammengefasst.

	Code	MU	VA	MM	MV	VM	VV
m	0	64%	73%	49%	38%	60%	52%
	1	23%	13%	38%	38%	21%	14%
	2	13%	14%	13%	23%	19%	34%
w	0	57%	67%	45%	36%	59%	50%
	1	28%	15%	37%	32%	20%	12%
	2	15%	17%	18%	32%	21%	38%
ges	0	61%	71%	47%	37%	59%	51%
	1	26%	14%	38%	35%	21%	13%
	2	14%	16%	16%	28%	20%	36%

Tabelle 21: Familienanamnese zu Venenerkrankungen

Abkürzungen:

0 = negativ, 1 = positiv, 2 = unbekannt

MU = Mutter, VA = Vater, MM = Großmutter mütterlich, MV = Großmutter väterlich, VM = Großvater mütterlich, VV = Großvater väterlich

Eltern: Eine positive Anamnese der Mutter wurde von 26% (n=46) der Schüler angegeben, von Mädchen mit 28% (n=26) etwas mehr als von Jungen mit 23% (n=20), 14% (n=25) konnten gar keine Angaben dazu machen.

Dagegen war nur bei 14% (n=25) der Probanden eine Venenerkrankung des Vaters bekannt, bei 16% (n=28) war die väterliche Anamnese unbekannt. Es bestand kein großer Unterschied zwischen Mädchen und Jungen.

Großmütter: Die Großmütter mütterlicherseits litten bei 38% (n=68) der Schüler unter Venenerkrankungen, mit etwa gleichem Ergebnis bei Jungen und Mädchen. 16% (n=28) der Probanden, darunter 18% der Mädchen (n=17) und 13% der Jungen (n=11) konnten dazu keine Angaben machen.

Bei den Großmüttern väterlicherseits fiel die Angabe einer positiven Anamnese mit 35% (n=63) ähnlich aus, allerdings wussten noch weniger Schüler (27%, n=50) darüber Bescheid, auch hier mehr Mädchen (32%, n=30) als Jungen (23%, n=20)

Großväter: Bei den Großvätern mütterlicherseits wurde von 21% (n=37) der Probanden eine positive Anamnese angegeben, von männlichen (n=18) und weiblichen (n=19) etwa gleich häufig. Mit ebenfalls rund 20% (n=36) bei beiden Geschlechtern war die unbekannt Anamnese gleich stark vertreten.

Zu den Großvätern väterlicherseits konnten am wenigsten Angaben gemacht werden, dies betraf insgesamt 36% (n=65) der Schüler ohne großen Unterschied zwischen den Geschlechtern. Lediglich 13% (n=23) berichteten über eine Venenerkrankung, darunter 14% der Jungen (n=12) und 12% der Mädchen (n=11).

3.1.12 Digitale Photoplethysmographie

Für Kinder und Jugendliche existieren bisher noch keine Normalwerte für die D-PPG. Bei den hier errechneten Mittelwerten ergaben sich hohe Standardabweichungen.

T₀: Bei der venösen Auffüllzeit zeigten sich keine wesentlichen Differenzen zwischen Seiten und Geschlechtern. Von 1997 bis 2005 stieg die Auffüllzeit nur gering an, von im Mittel $33,8 \pm 8,5$ s auf $39,1 \pm 5,3$ s. Der Erwachsenen-Normalwert beträgt über 25s.

Th: Auch bei der venösen Halbwertszeit unterschieden sich die Messwerte von Jungen und Mädchen und beiden Beinen im Seitenvergleich nur wenig. Insgesamt allerdings wurde die mittlere Halbwertszeit von 1997 (8,0s) bis 2005 (18,6s) mehr als verdoppelt.

Ti: Beim initialen Einstrom gab es im Verlauf größere Schwankungen zwischen den Geschlechtern und auch etwas mehr Seitendifferenzen. 2005 war die Einstromzeit

bei den Jungen rechts länger, bei den Mädchen links. Ohne Seitentrennung gab es 1997 und 2005 nur geringe Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, insgesamt war eine starke Verlängerung von im Mittel 18,0s auf 45,4s zu beobachten.

V₀: Die venöse Pumpleistung zeigte 1997 bei beiden Geschlechtern die gleichen Mittelwerte (2,3%). Bis 2005 war bei den Jungen ein größerer Anstieg zu beobachten (5,3%) als bei den Mädchen (3,6%), beide Mittelwerte lagen über dem Normwert für Erwachsene der über 3% beträgt. Die Seitendifferenzen waren vernachlässigbar klein.

F₀: Bei der venösen Pumparbeit zeigten sich, außer bei den Mädchen 1999 und bei den Jungen 2003, keine größeren Seitendifferenzen. Die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden wuchsen im Studienverlauf. 1997 lagen die Mittelwerte von Jungen (29,9%_s) und Mädchen (27,3%_s) noch nah beieinander, bis 2005 ergab sich ein weiter Abstand der Messwerte mit 97,8%_s bei den Jungen und 63,9%_s bei den Mädchen.

Im Vergleich zwischen den Gruppierungen n₀ (unauffälliger klinischer und Dopplerbefund) und n_{>=1} (auffälliger klinischer und/oder Dopplerbefund) waren, bei sehr hohen Standardabweichungen, weder bei männlichen noch weiblichen Probanden eindeutige Unterschiede mit Trend in eine bestimmte Richtung bei den Mittelwerten erkennbar. Damit ist eine Differenzierung zwischen auffälligen und unauffälligen Probanden mittels D-PPG nicht möglich.

Genauerer zu den Gruppierungen unter 3.2.

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	m	34,0 ± 8,5	33,5 ± 7,3	29,2 ± 8,9	33,8 ± 8,4	31,3 ± 8,4	31,7 ± 8,9	34,9 ± 7,6	39,4 ± 5,0	40,0 ± 5,3
T₀ (s)	w	33,5 ± 8,4	32,4 ± 6,4	32,1 ± 8,6	34,3 ± 8,3	32,9 ± 8,3	31,7 ± 7,4	34,5 ± 8,1	36,5 ± 6,8	38,4 ± 5,2
	ges	33,8 ± 8,5	33,0 ± 6,9	30,8 ± 8,8	34,1 ± 8,3	32,2 ± 8,4	31,7 ± 8,1	34,6 ± 7,9	37,8 ± 6,2	39,1 ± 5,3
	m	7,8 ± 5,4	8,0 ± 4,3	10,1 ± 7,3	11,2 ± 7,3	12,1 ± 7,8	15,5 ± 10,8	16,2 ± 8,4	23,0 ± 13,5	19,4 ± 10,8
Th (s)	w	8,3 ± 4,8	9,8 ± 6,3	12,0 ± 6,5	15,5 ± 9,7	14,7 ± 8,2	17,8 ± 11,4	16,8 ± 10,1	19,2 ± 11,1	17,9 ± 10,1
	ges	8,0 ± 5,1	8,9 ± 5,5	11,1 ± 6,9	13,5 ± 8,9	13,5 ± 8,1	16,7 ± 11,1	16,5 ± 9,4	20,9 ± 12,3	18,6 ± 10,4
	m	17,8 ± 21,8	17,2 ± 13,0	18,9 ± 18,9	21,2 ± 19,5	24,2 ± 17,5	37,0 ± 31,0	37,8 ± 29,1	50,8 ± 36,4	48,1 ± 37,3
Ti (s)	w	18,2 ± 16,4	22,4 ± 22,4	29,8 ± 26,8	39,7 ± 34,2	34,3 ± 28,5	40,8 ± 36,8	39,4 ± 33,3	45,2 ± 35,6	43,3 ± 33,4
	ges	18,0 ± 19,2	19,9 ± 18,6	25,0 ± 24,2	31,1 ± 19,8	29,6 ± 24,5	39,1 ± 34,3	38,7 ± 31,4	47,6 ± 35,9	45,4 ± 35,1
	m	2,3 ± 1,5	2,3 ± 1,6	2,5 ± 1,5	3,1 ± 1,7	3,2 ± 2,0	3,6 ± 2,5	4,5 ± 2,3	5,2 ± 2,3	5,3 ± 2,4
V₀ (%)	w	2,3 ± 1,4	2,6 ± 1,6	2,6 ± 1,4	2,8 ± 1,5	3,0 ± 1,3	3,1 ± 1,8	3,1 ± 1,5	3,6 ± 1,8	3,6 ± 1,9
	ges	2,3 ± 1,4	2,5 ± 1,6	2,6 ± 1,5	2,9 ± 1,6	3,1 ± 1,7	3,3 ± 2,2	3,7 ± 2,0	4,3 ± 2,2	4,4 ± 2,3
	m	29,9 ± 32,7	28,0 ± 23,1	31,0 ± 26,6	43,7 ± 34,6	43,7 ± 32,2	58,5 ± 53,3	72,8 ± 46,2	97,5 ± 49,8	97,8 ± 57,0
F₀ (% s)	w	27,3 ± 22,7	34,9 ± 29,3	39,2 ± 29,4	46,7 ± 31,0	47,6 ± 31,3	52,2 ± 37,7	51,0 ± 37,5	64,2 ± 44,8	63,9 ± 41,2
	ges	28,6 ± 27,9	31,6 ± 26,6	35,6 ± 28,5	45,3 ± 32,7	45,7 ± 31,7	55,1 ± 45,5	60,6 ± 42,9	78,5 ± 49,7	78,6 ± 51,4

Tabelle 22: D-PPG, Mittelwerte und Standardabweichungen, ohne Seitentrennung

Abkürzungen: T₀ = venöse Auffüllzeit, Th = venöse Halbwertszeit, Ti = initiale Auffüllzeit, V₀ = venöse Pumpleistung, F₀ = venöse Pumparbeit, s = Sekunden

Jahr			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Alter			9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20
T _o (s)	m	re	34,3 ± 8,2	33,6 ± 7,3	29,8 ± 8,3	33,2 ± 8,2	31,2 ± 8,0	31,6 ± 9,0	35,6 ± 6,6	39,3 ± 4,3	39,2 ± 5,5
		li	33,7 ± 8,9	33,5 ± 7,4	28,6 ± 9,4	34,3 ± 8,5	31,4 ± 8,8	31,8 ± 8,9	34,2 ± 8,4	39,5 ± 5,6	40,8 ± 5,0
	w	re	33,8 ± 8,4	31,8 ± 6,5	31,9 ± 8,5	34,3 ± 8,0	33,3 ± 8,6	32,4 ± 7,2	34,2 ± 8,6	36,4 ± 6,6	38,4 ± 4,8
		li	33,2 ± 8,4	33,1 ± 6,3	32,3 ± 8,8	34,3 ± 8,7	32,6 ± 8,0	31,0 ± 7,6	34,7 ± 7,7	36,7 ± 7,0	38,4 ± 5,6
	ges	re	34,1 ± 8,3	32,6 ± 6,9	31,0 ± 8,4	33,8 ± 8,1	32,3 ± 8,4	32,0 ± 8,0	34,8 ± 7,7	37,6 ± 5,9	38,8 ± 5,1
		li	33,5 ± 8,6	33,3 ± 6,8	30,7 ± 9,2	34,4 ± 8,6	32,1 ± 8,4	31,4 ± 8,2	34,5 ± 8,0	37,9 ± 6,6	39,5 ± 5,5
Th (s)	m	re	7,7 ± 5,7	7,6 ± 4,8	11,1 ± 9,0	11,1 ± 8,2	10,9 ± 5,7	15,8 ± 11,4	17,4 ± 9,4	21,5 ± 11,5	19,7 ± 10,4
		li	7,8 ± 5,2	8,4 ± 3,8	9,0 ± 5,2	11,3 ± 6,2	13,4 ± 9,4	15,2 ± 10,2	15,0 ± 7,2	24,6 ± 15,2	19,2 ± 11,2
	w	re	7,9 ± 4,2	9,8 ± 7,0	11,7 ± 6,0	14,2 ± 7,2	14,5 ± 7,5	17,7 ± 11,6	17,5 ± 11,6	19,0 ± 9,7	17,8 ± 9,9
		li	8,7 ± 5,3	9,8 ± 5,6	12,2 ± 7,0	16,9 ± 11,6	14,9 ± 8,9	17,9 ± 11,3	16,0 ± 8,3	19,5 ± 12,4	18,0 ± 10,4
	ges	re	7,8 ± 5,0	8,7 ± 6,1	11,5 ± 7,4	12,8 ± 7,8	12,8 ± 6,9	16,8 ± 11,5	17,5 ± 10,7	20,1 ± 10,6	18,6 ± 10,1
		li	8,3 ± 5,3	9,1 ± 4,8	10,8 ± 6,4	14,3 ± 9,9	14,2 ± 9,2	16,6 ± 10,9	15,5 ± 7,8	21,7 ± 13,9	18,5 ± 10,7
Ti (s)	m	re	16,6 ± 18,1	15,9 ± 11,8	19,8 ± 24,0	20,4 ± 22,1	22,2 ± 15,2	38,9 ± 34,9	43,8 ± 34,6	52,1 ± 37,8	52,5 ± 38,9
		li	19,1 ± 24,9	18,6 ± 14,0	17,9 ± 11,8	22,0 ± 16,7	26,1 ± 19,4	35,0 ± 26,8	31,7 ± 21,1	49,5 ± 35,2	43,8 ± 35,6
	w	re	18,9 ± 18,3	21,9 ± 23,2	28,1 ± 25,1	36,9 ± 31,1	35,4 ± 31,0	37,6 ± 36,2	42,9 ± 37,4	46,8 ± 36,0	41,5 ± 31,8
		li	17,5 ± 14,3	22,9 ± 21,7	31,5 ± 28,5	42,5 ± 36,9	33,3 ± 25,9	44,0 ± 37,4	35,9 ± 28,3	43,6 ± 35,4	45,1 ± 35,0
	ges	re	17,8 ± 18,2	19,0 ± 18,8	24,4 ± 24,8	29,2 ± 28,4	29,2 ± 25,6	38,2 ± 35,5	43,3 ± 36,0	49,1 ± 36,7	46,3 ± 35,3
		li	18,3 ± 20,0	20,8 ± 18,5	25,5 ± 23,6	33,1 ± 31,0	29,9 ± 23,2	39,9 ± 33,0	34,0 ± 25,2	46,1 ± 35,1	44,5 ± 35,1
V ₀ (%)	m	re	2,3 ± 1,6	2,5 ± 1,8	2,4 ± 1,4	3,0 ± 1,6	3,2 ± 2,1	3,5 ± 2,7	4,7 ± 2,4	5,4 ± 2,4	5,3 ± 2,2
		li	2,3 ± 1,4	2,2 ± 1,3	2,6 ± 1,7	3,2 ± 1,9	3,2 ± 1,9	3,7 ± 2,4	4,3 ± 2,1	5,1 ± 2,1	5,4 ± 2,7
	w	re	2,2 ± 1,5	2,7 ± 1,7	2,5 ± 1,3	2,8 ± 1,3	3,0 ± 1,2	2,9 ± 1,7	3,2 ± 1,5	3,5 ± 1,6	3,5 ± 1,9
		li	2,4 ± 1,3	2,6 ± 1,5	2,8 ± 1,5	2,9 ± 1,7	3,0 ± 1,4	3,3 ± 2,0	3,0 ± 1,5	3,7 ± 2,1	3,7 ± 1,8
	ges	re	2,2 ± 1,5	2,6 ± 1,7	2,4 ± 1,3	2,9 ± 1,4	3,1 ± 1,7	3,2 ± 2,2	3,9 ± 2,1	4,3 ± 2,2	4,3 ± 2,2
		li	2,4 ± 1,4	2,4 ± 1,4	2,7 ± 1,6	3,0 ± 1,8	3,1 ± 1,7	3,5 ± 2,2	3,5 ± 1,9	4,3 ± 2,2	4,5 ± 2,4
F ₀ (% s)	m	re	28,4 ± 26,5	29,1 ± 24,9	31,6 ± 30,5	41,2 ± 33,3	41,0 ± 28,0	58,6 ± 61,9	78,0 ± 50,2	98,0 ± 55,1	95,1 ± 51,8
		li	31,4 ± 37,9	26,9 ± 21,2	30,4 ± 22,4	46,1 ± 36,0	46,4 ± 36,0	58,5 ± 43,6	67,6 ± 41,8	97,1 ± 44,4	100,6 ± 62,1
	w	re	26,3 ± 24,2	33,8 ± 28,9	35,4 ± 26,6	44,7 ± 26,4	47,9 ± 32,0	50,5 ± 36,4	51,0 ± 40,3	62,1 ± 38,8	61,1 ± 42,2
		li	28,4 ± 21,2	35,9 ± 29,8	43,0 ± 31,8	48,7 ± 35,0	47,3 ± 30,7	53,9 ± 39,2	51,0 ± 34,8	66,3 ± 50,4	66,7 ± 40,3
	ges	re	27,3 ± 25,3	31,5 ± 27,1	33,7 ± 28,3	43,1 ± 29,7	44,6 ± 30,3	54,2 ± 49,6	62,9 ± 46,7	77,5 ± 49,6	75,8 ± 49,4
		li	29,8 ± 30,4	31,6 ± 26,3	37,4 ± 28,6	47,5 ± 35,4	46,9 ± 33,2	56,0 ± 41,2	58,3 ± 38,7	79,6 ± 50,1	81,4 ± 53,4

Tabelle 23: Digitale Photoplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Jahr			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl			(n ₀ =113, n _{>/=1} =67)	(n ₀ =72, n _{>/=1} =53)	(n ₀ =48, n _{>/=1} =58)	(n ₀ =67, n _{>/=1} =75)	(n ₀ =53, n _{>/=1} =77)	(n ₀ =58, n _{>/=1} =60)	(n ₀ =50, n _{>/=1} =61)	(n ₀ =47, n _{>/=1} =60)	(n ₀ =42, n _{>/=1} =66)
Alter			9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20
T ₀ (s)	m	0	34,5 ± 8,9	32,4 ± 7,6	27,3 ± 9,3	30,2 ± 9,0	32,4 ± 7,6	29,6 ± 10,8	35,0 ± 10,1	39,2 ± 4,2	38,9 ± 7,1
		>/=1	33,3 ± 8,0	34,7 ± 6,9	30,0 ± 8,6	35,1 ± 7,7	30,9 ± 8,6	32,5 ± 8,0	34,9 ± 6,9	39,5 ± 5,3	40,3 ± 4,8
	w	0	32,5 ± 8,4	32,5 ± 6,9	31,8 ± 9,2	34,0 ± 8,8	33,3 ± 9,0	30,6 ± 8,0	33,7 ± 7,6	35,6 ± 7,4	38,9 ± 4,6
		>/=1	35,5 ± 7,9	32,4 ± 5,5	32,5 ± 7,8	34,9 ± 7,4	32,5 ± 7,4	34,1 ± 5,3	35,9 ± 8,8	37,8 ± 5,8	37,7 ± 6,0
	ges	0	33,4 ± 8,7	32,5 ± 7,2	30,4 ± 9,4	33,0 ± 9,0	33,0 ± 8,6	30,3 ± 8,8	33,9 ± 8,1	36,5 ± 6,9	38,9 ± 5,1
		>/=1	34,4 ± 8,1	33,7 ± 6,4	31,2 ± 8,3	35,0 ± 7,6	31,6 ± 8,2	33,1 ± 7,2	35,3 ± 7,6	38,3 ± 5,5	39,2 ± 5,5
Th (s)	m	0	7,2 ± 5,1	8,2 ± 4,1	10,0 ± 8,9	9,8 ± 6,9	12,5 ± 7,3	13,9 ± 12,0	15,3 ± 6,7	19,1 ± 11,0	19,5 ± 6,8
		>/=1	8,6 ± 5,8	7,8 ± 4,6	10,1 ± 6,6	11,7 ± 7,4	12,0 ± 8,0	16,1 ± 10,3	16,4 ± 8,8	24,4 ± 14,1	19,4 ± 11,5
	w	0	8,9 ± 4,9	9,7 ± 7,1	11,6 ± 6,4	15,8 ± 10,9	15,2 ± 7,7	16,9 ± 12,1	16,4 ± 9,3	19,0 ± 12,8	17,4 ± 11,6
		>/=1	6,9 ± 4,2	9,9 ± 4,7	12,5 ± 6,6	15,1 ± 7,1	14,1 ± 8,9	19,6 ± 9,7	17,5 ± 11,6	19,5 ± 8,4	18,6 ± 7,7
	ges	0	8,2 ± 5,1	9,1 ± 6,0	11,1 ± 7,3	14,2 ± 10,3	14,4 ± 7,6	16,1 ± 12,1	16,2 ± 8,8	19,0 ± 12,3	17,8 ± 10,8
		>/=1	7,8 ± 5,2	8,7 ± 4,7	11,2 ± 6,7	12,9 ± 7,4	12,8 ± 8,4	17,3 ± 10,2	16,8 ± 7,9	22,3 ± 12,2	19,1 ± 10,1
Ti (s)	m	0	15,9 ± 19,8	18,0 ± 14,6	16,2 ± 10,6	22,0 ± 19,5	28,8 ± 21,6	30,6 ± 27,8	46,7 ± 40,2	43,0 ± 28,4	54,3 ± 33,4
		>/=1	20,6 ± 24,1	16,4 ± 11,0	20,1 ± 21,7	20,9 ± 19,6	22,7 ± 15,8	39,4 ± 32,0	35,5 ± 25,4	53,5 ± 38,6	46,8 ± 38,2
	w	0	19,6 ± 17,2	22,9 ± 24,8	26,7 ± 22,7	38,4 ± 33,4	35,5 ± 30,6	41,0 ± 39,4	38,9 ± 32,6	44,5 ± 38,4	38,4 ± 28,9
		>/=1	15,5 ± 14,3	21,6 ± 17,6	33,7 ± 31,0	41,9 ± 35,7	33,0 ± 25,8	40,5 ± 31,4	40,3 ± 34,9	46,2 ± 31,8	50,1 ± 38,0
	ges	0	17,9 ± 18,5	20,8 ± 21,1	23,5 ± 20,3	34,1 ± 31,1	33,6 ± 28,4	38,3 ± 36,9	40,5 ± 34,2	44,1 ± 35,9	41,4 ± 30,2
		>/=1	18,2 ± 20,3	18,7 ± 14,6	26,2 ± 27,0	28,5 ± 28,3	26,8 ± 20,9	39,8 ± 31,7	37,2 ± 29,1	50,4 ± 35,9	48,1 ± 38,0
V ₀ (%)	m	0	2,1 ± 1,6	2,4 ± 1,4	2,4 ± 1,6	2,7 ± 1,7	3,6 ± 2,0	3,6 ± 3,3	4,7 ± 2,4	5,5 ± 2,8	5,8 ± 2,9
		>/=1	2,6 ± 1,3	2,3 ± 1,7	2,6 ± 1,5	3,2 ± 1,7	3,0 ± 2,0	3,6 ± 2,1	4,4 ± 2,2	5,2 ± 2,1	5,2 ± 2,3
	w	0	2,3 ± 1,3	2,5 ± 1,6	2,5 ± 1,5	2,8 ± 1,6	2,9 ± 1,3	2,7 ± 1,7	2,9 ± 1,4	3,5 ± 2,2	3,6 ± 2,0
		>/=1	2,4 ± 1,6	2,8 ± 1,6	2,8 ± 1,2	2,9 ± 1,4	3,2 ± 1,4	4,0 ± 1,7	3,4 ± 1,6	3,8 ± 1,3	3,6 ± 1,8
	ges	0	2,2 ± 1,4	2,5 ± 1,5	2,5 ± 1,5	2,8 ± 1,6	3,1 ± 1,5	2,9 ± 2,3	3,3 ± 1,8	4,0 ± 2,5	4,0 ± 2,3
		>/=1	2,5 ± 1,4	2,5 ± 1,7	2,7 ± 1,4	3,1 ± 1,6	3,1 ± 1,8	3,7 ± 2,0	4,1 ± 2,1	4,6 ± 1,9	4,6 ± 2,2
F ₀ (% s)	m	0	26,7 ± 32,1	28,2 ± 24,0	26,6 ± 19,5	35,9 ± 33,4	51,2 ± 35,8	56,4 ± 69,3	81,4 ± 50,0	98,4 ± 58,5	107,1 ± 56,4
		>/=1	34,4 ± 33,0	27,7 ± 22,2	33,0 ± 29,3	46,5 ± 34,8	41,2 ± 30,8	59,3 ± 46,2	70,6 ± 45,3	97,3 ± 46,7	95,9 ± 57,3
	w	0	28,5 ± 23,0	33,6 ± 29,8	36,2 ± 29,9	45,2 ± 30,3	46,2 ± 31,8	45,0 ± 35,1	47,4 ± 33,7	61,9 ± 53,5	63,3 ± 44,6
		>/=1	24,9 ± 22,0	37,0 ± 28,6	43,1 ± 28,7	49,5 ± 32,2	49,2 ± 30,7	67,0 ± 38,9	57,7 ± 43,1	67,3 ± 29,7	64,8 ± 36,2
	ges	0	27,7 ± 27,5	31,3 ± 27,5	33,2 ± 27,3	42,7 ± 31,3	47,7 ± 32,9	47,9 ± 46,4	54,2 ± 39,7	71,2 ± 56,8	71,4 ± 49,7
		>/=1	30,0 ± 28,8	31,9 ± 25,6	37,5 ± 29,4	47,6 ± 33,8	44,4 ± 30,9	62,0 ± 43,8	65,9 ± 44,8	84,3 ± 42,7	83,5 ± 52,1

Tabelle 24: Digitale Photoplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Gruppierung

3.1.13 Venenverschlussplethysmographie

Auch bei den errechneten Mittelwerten der VVP ergaben sich meist hohe Standardabweichungen. 1997 ergaben sich nur minimal höhere Mittelwerte aller Messparameter bei den Jungen, 2005 bei den Mädchen. Im Verlauf schwankten die Verhältnisse, insgesamt war kein wesentlicher Geschlechterunterschied vorhanden.

AF: Beim arteriellen Einstrom zeigten sich weder große seiten- noch geschlechtsspezifische Unterschiede. 1997 ergab sich für die Jungen ein Mittelwert von 3,4%/min, für die Mädchen von 3,2%/min. Insgesamt sank der Mittelwert von 3,3%/min im Jahr 1997 auf 2,3%/min im Jahr 2005, 2,2%/min bei den männlichen Probanden, 2,3%/min bei den weiblichen.

VC: Auch bei der venösen Kapazität waren sowohl die Differenzen zwischen Jungen und Mädchen als auch zwischen den Seiten gering. Trotz Schwankungen im Verlauf ergaben sich 2005 insgesamt ähnliche Mittelwerte wie 1997, bei den Jungen mit 2,6% unverändert, bei den Mädchen erhöht von 2,3% auf 3,0%. Der Erwachsenen-Normwert liegt bei >3%.

OC: Die Abstromkapazität zeigte ebenfalls nur kleine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden und rechtem und linkem Bein. Bei den Jungen ergab sich 2005 der gleiche Mittelwert wie 1997 (2,7%), bei den Mädchen war er jetzt höher (3,2% vs. 2,4%).

O3: Bei der 3s-Abstromkapazität gab es keine auffälligen Seitendifferenzen. Der minimale Unterschied zwischen Mädchen (1,4%) und Jungen (1,6%) 1997 vergrößerte sich etwas (w: 1,9% vs. m: 1,5%). Bei den Mädchen war der Mittelwert 2005 im Gegensatz zu 1997 erhöht, bei den Jungen erniedrigt.

O5: Die 5s-Abstromkapazität war auch bei beiden Geschlechtern und Seiten fast gleich, die minimale Geschlechtsdifferenz (m: 1,9% vs. w: 1,7%) von 1997 wuchs bis 2005 leicht (m: 1,8% vs. w: 2,2%), wobei wieder der Mittelwert der Jungen gesunken und der der Mädchen gestiegen war.

VO: Der Hauptparameter, der venöse Abstrom, zeigte 1997 leichte Seitenunterschiede, mit höheren Mittelwerten für das linke Bein, die 2005 nicht mehr vorhanden waren. Bei den Jungen änderte sich von 1997 (55,8%/min) bis 2005 (54,4%/min) weniger als bei den Mädchen, die 1997 einen Mittelwert von 52,9%/min und 2005 von 64,9%/min aufwiesen, im Gegensatz zu den Jungen also einen Anstieg zeigten. Im Verlauf gab es starke Schwankungen der Mittelwerte, die jedoch immer über dem Erwachsenen-Normwert von >30%/min lagen.

TH: Bei der venösen Halbwertszeit gab es nur geringe Seiten- und Geschlechtsunterschiede. Nach leichten Schwankungen im Verlauf ergab sich 2005 insgesamt der gleiche Mittelwert wie 1997 (2,2s). Für das linke Bein wurde konstant eine minimal längere Halbwertszeit gemessen. Bei den Jungen verkürzte sich von 1997 bis 2005 die Zeit im Mittel, von 2,3s auf 2,2s, bei den Mädchen war es genau umgekehrt.

Auch bei der VVP ergaben sich im Vergleich der Gruppierungen n_0 (unauffälliger klinischer und Dopplerbefund) und $n_{\geq 1}$ (auffälliger klinischer und/oder Dopplerbefund) keine wesentlichen Differenzen bei den Mittelwerten.

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
AF (%/min)	m	3,4 ± 2,5	4,7 ± 1,9	3,9 ± 1,8	3,2 ± 1,9	4,5 ± 2,2	2,9 ± 1,4	1,9 ± 1,0	2,2 ± 1,1	2,2 ± 1,3
	w	3,2 ± 1,7	4,5 ± 2,1	3,7 ± 1,5	3,1 ± 1,5	3,3 ± 1,6	2,6 ± 1,3	1,9 ± 0,9	2,3 ± 1,1	2,3 ± 1,1
	ges	3,3 ± 2,1	4,6 ± 2,0	3,8 ± 1,6	3,1 ± 1,7	3,9 ± 2,0	2,7 ± 1,4	1,9 ± 0,9	2,3 ± 1,1	2,3 ± 1,2
VC (%)	m	2,6 ± 1,0	2,4 ± 0,9	2,0 ± 0,9	2,2 ± 0,8	3,4 ± 1,4	3,1 ± 1,1	2,5 ± 0,9	2,4 ± 1,0	2,6 ± 1,0
	w	2,3 ± 0,9	2,3 ± 0,8	2,3 ± 0,8	2,3 ± 0,8	3,2 ± 1,0	3,0 ± 0,8	2,5 ± 0,6	2,8 ± 0,7	3,0 ± 0,7
	ges	2,5 ± 1,0	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,8	3,3 ± 1,2	3,0 ± 0,9	2,5 ± 0,7	2,6 ± 0,9	2,8 ± 0,9
OC (%)	m	2,7 ± 1,1	2,4 ± 0,8	2,2 ± 0,9	2,3 ± 0,9	3,6 ± 1,5	3,3 ± 1,2	2,6 ± 0,9	2,6 ± 1,2	2,7 ± 1,1
	w	2,4 ± 1,0	2,4 ± 0,7	2,4 ± 0,8	2,5 ± 0,8	3,5 ± 1,0	3,3 ± 0,8	2,7 ± 0,6	3,1 ± 0,7	3,2 ± 0,7
	ges	2,5 ± 1,1	2,4 ± 0,8	2,3 ± 0,9	2,4 ± 0,9	3,5 ± 1,2	3,3 ± 1,0	2,7 ± 0,7	2,9 ± 1,0	3,0 ± 0,9
O3 (%)	m	1,6 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,4 ± 0,6	1,4 ± 0,6	2,0 ± 0,9	1,9 ± 0,7	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,7	1,5 ± 0,6
	w	1,4 ± 0,6	1,6 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,6	2,0 ± 0,5	1,6 ± 0,4	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,4
	ges	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,8	2,0 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,5
O5 (%)	m	1,9 ± 0,8	1,8 ± 0,6	1,6 ± 0,7	1,7 ± 0,7	2,5 ± 1,1	2,3 ± 0,8	1,8 ± 0,7	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,7
	w	1,7 ± 0,7	1,8 ± 0,5	1,8 ± 0,6	1,8 ± 0,6	2,6 ± 0,8	2,3 ± 0,6	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,5
	ges	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,5	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,6	2,5 ± 0,9	2,3 ± 0,7	1,8 ± 0,6	2,0 ± 0,7	2,0 ± 0,6
VO (%/min)	m	55,8 ± 20,8	53,9 ± 16,3	49,5 ± 20,8	50,0 ± 19,9	68,0 ± 26,7	68,1 ± 21,7	53,2 ± 19,5	53,3 ± 23,7	54,4 ± 20,0
	w	52,9 ± 26,3	56,2 ± 16,1	54,8 ± 17,5	53,0 ± 16,9	71,3 ± 20,9	68,5 ± 18,7	54,0 ± 12,1	61,9 ± 15,0	64,9 ± 13,4
	ges	54,3 ± 23,9	55,1 ± 16,2	52,4 ± 19,1	51,6 ± 18,4	69,8 ± 23,8	68,3 ± 20,1	53,6 ± 15,7	58,2 ± 19,7	60,3 ± 17,4
TH (s)	m	2,3 ± 1,4	1,9 ± 0,5	1,9 ± 0,5	2,2 ± 0,7	2,6 ± 1,1	2,3 ± 1,0	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,5	2,2 ± 0,5
	w	2,2 ± 1,3	1,9 ± 0,4	2,0 ± 0,6	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,7	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,4
	ges	2,2 ± 1,3	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,6	2,2 ± 0,6	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,8	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,5	2,2 ± 0,5

Tabelle 25: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, ohne Seitentrennung

Abkürzungen:

AF = arterieller Einstrom, VC = venöse Kapazität, OC = Abstromkapazität, O3 = 3s-Abstromkapazität, O5 = 5s-Abstromkapazität, VO = venöser Abstrom, TH = venöse Halbwertszeit, s = Sekunden

Jahr			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Alter			9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20
AF (%/min)	m	re	3,5 ± 2,8	4,6 ± 1,9	4,0 ± 1,9	3,0 ± 1,8	4,4 ± 2,0	3,0 ± 1,6	2,0 ± 1,1	2,2 ± 1,2	2,2 ± 1,3
		li	3,3 ± 2,1	4,8 ± 1,9	3,8 ± 1,7	3,4 ± 2,1	4,6 ± 2,4	2,8 ± 1,3	1,8 ± 0,8	2,1 ± 1,1	2,1 ± 1,3
	w	re	3,1 ± 1,5	4,1 ± 1,6	3,7 ± 1,6	3,0 ± 1,4	3,2 ± 1,5	2,8 ± 1,4	1,9 ± 0,9	2,4 ± 1,1	2,4 ± 1,0
		li	3,3 ± 1,8	4,8 ± 2,5	3,7 ± 1,4	3,2 ± 1,6	3,4 ± 1,7	2,5 ± 1,2	1,9 ± 0,9	2,2 ± 1,1	2,3 ± 1,2
	ges	re	3,3 ± 2,2	4,3 ± 1,8	3,9 ± 1,7	3,0 ± 1,6	3,8 ± 1,9	2,9 ± 1,5	2,0 ± 1,0	2,3 ± 1,1	2,3 ± 1,2
		li	3,3 ± 2,0	4,8 ± 2,2	3,8 ± 1,5	3,3 ± 1,9	3,9 ± 2,1	2,6 ± 1,2	1,9 ± 0,9	2,2 ± 1,1	2,2 ± 1,2
VC (%)	m	re	2,6 ± 1,0	2,3 ± 0,8	2,0 ± 0,9	2,1 ± 0,8	3,4 ± 1,3	3,2 ± 1,1	2,5 ± 0,9	2,4 ± 1,1	2,6 ± 1,0
		li	2,6 ± 0,9	2,4 ± 1,0	2,1 ± 0,9	2,3 ± 0,8	3,5 ± 1,5	3,1 ± 1,1	2,4 ± 0,8	2,4 ± 1,0	2,5 ± 1,1
	w	re	2,2 ± 0,9	2,2 ± 0,8	2,3 ± 0,8	2,2 ± 0,8	3,1 ± 0,9	3,1 ± 0,8	2,5 ± 0,6	2,8 ± 0,7	3,0 ± 0,7
		li	2,4 ± 0,9	2,4 ± 0,9	2,3 ± 0,8	2,4 ± 0,8	3,3 ± 1,0	2,9 ± 0,7	2,4 ± 0,6	2,8 ± 0,7	2,9 ± 0,7
	ges	re	2,4 ± 1,0	2,3 ± 0,8	2,2 ± 0,8	2,1 ± 0,8	3,2 ± 1,2	3,1 ± 0,9	2,5 ± 0,8	2,7 ± 0,9	2,8 ± 0,9
		li	2,5 ± 0,9	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,8	2,3 ± 0,8	3,4 ± 1,3	3,0 ± 0,9	2,4 ± 0,7	2,6 ± 0,9	2,7 ± 0,9
OC (%)	m	re	2,7 ± 1,2	2,4 ± 0,8	2,2 ± 0,9	2,3 ± 0,9	3,6 ± 1,4	3,3 ± 1,1	2,7 ± 1,0	2,6 ± 1,2	2,7 ± 1,1
		li	2,7 ± 1,1	2,4 ± 0,8	2,2 ± 0,9	2,4 ± 0,9	3,5 ± 1,6	3,2 ± 1,2	2,6 ± 0,8	2,6 ± 1,2	2,6 ± 1,2
	w	re	2,3 ± 0,9	2,4 ± 0,7	2,4 ± 0,8	2,4 ± 0,9	3,4 ± 0,9	3,4 ± 1,0	2,7 ± 0,7	3,1 ± 0,8	3,2 ± 0,7
		li	2,4 ± 1,0	2,5 ± 0,7	2,4 ± 0,7	2,6 ± 0,8	3,6 ± 1,0	3,2 ± 0,7	2,7 ± 0,6	3,0 ± 0,7	3,1 ± 0,6
	ges	re	2,5 ± 1,1	2,4 ± 0,7	2,3 ± 0,9	2,4 ± 0,9	3,5 ± 1,2	3,3 ± 1,0	2,7 ± 0,8	2,9 ± 1,0	3,0 ± 0,9
		li	2,6 ± 1,0	2,5 ± 0,8	2,3 ± 0,8	2,5 ± 0,9	3,6 ± 1,3	3,2 ± 1,0	2,6 ± 0,7	2,9 ± 1,0	2,9 ± 0,9
O3 (%)	m	re	1,6 ± 0,7	1,5 ± 0,4	1,4 ± 0,6	1,4 ± 0,6	2,0 ± 0,8	2,0 ± 0,6	1,6 ± 0,6	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,6
		li	1,6 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,3 ± 0,6	1,4 ± 0,6	2,0 ± 0,9	1,9 ± 0,7	1,4 ± 0,5	1,5 ± 0,7	1,5 ± 0,6
	w	re	1,4 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,7	2,0 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,4
		li	1,4 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,4	2,1 ± 0,7	1,9 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,4	1,8 ± 0,4
	ges	re	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,4	1,5 ± 0,6	1,4 ± 0,6	2,1 ± 0,7	2,0 ± 0,6	1,6 ± 0,5	1,7 ± 0,6	1,8 ± 0,5
		li	1,5 ± 0,6	1,6 ± 0,5	1,4 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,8	1,9 ± 0,6	1,5 ± 0,4	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,5
O5 (%)	m	re	1,9 ± 0,8	1,8 ± 0,5	1,6 ± 0,7	1,6 ± 0,7	2,5 ± 1,0	2,3 ± 0,8	1,9 ± 0,7	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,7
		li	1,9 ± 0,8	1,8 ± 0,6	1,6 ± 0,7	1,7 ± 0,7	2,5 ± 1,1	2,2 ± 0,8	1,7 ± 0,6	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,8
	w	re	1,6 ± 0,7	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,6	2,5 ± 0,8	2,4 ± 0,7	1,9 ± 0,5	2,2 ± 0,6	2,3 ± 0,5
		li	1,8 ± 0,7	1,9 ± 0,5	1,8 ± 0,6	1,8 ± 0,5	2,6 ± 0,8	2,2 ± 0,5	1,8 ± 0,4	2,1 ± 0,6	2,2 ± 0,5
	ges	re	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,5	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,6	2,5 ± 0,9	2,4 ± 0,7	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,7	2,1 ± 0,6
		li	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,8 ± 0,6	2,5 ± 1,0	2,2 ± 0,7	1,8 ± 0,5	2,0 ± 0,7	2,0 ± 0,6
VO (%/min)	m	re	54,4 ± 21,0	52,4 ± 15,0	48,2 ± 20,6	47,2 ± 18,8	67,5 ± 25,4	68,1 ± 19,7	53,7 ± 21,1	52,2 ± 22,6	54,1 ± 19,1
		li	57,1 ± 20,6	55,5 ± 17,4	50,8 ± 21,0	52,8 ± 20,7	68,5 ± 28,1	68,2 ± 23,8	52,7 ± 18,0	54,4 ± 24,9	54,7 ± 21,1
	w	re	50,1 ± 21,4	53,2 ± 15,4	52,9 ± 17,8	51,1 ± 18,8	70,1 ± 21,6	69,4 ± 21,3	54,4 ± 13,0	61,6 ± 14,8	64,9 ± 13,5
		li	55,8 ± 30,3	59,4 ± 16,3	56,6 ± 17,1	55,0 ± 14,5	72,6 ± 20,4	67,6 ± 15,9	53,6 ± 11,2	62,3 ± 15,4	64,8 ± 13,4
	ges	re	52,2 ± 21,3	52,8 ± 15,2	50,8 ± 19,2	49,3 ± 18,8	68,9 ± 23,4	68,8 ± 20,5	54,1 ± 16,9	57,6 ± 19,0	60,2 ± 17,0
		li	56,4 ± 26,1	57,5 ± 16,9	54,0 ± 19,0	54,0 ± 17,6	70,7 ± 24,3	67,9 ± 19,8	53,2 ± 14,5	58,9 ± 20,4	60,4 ± 17,8
TH (s)	m	re	2,2 ± 0,7	1,9 ± 0,5	1,8 ± 0,5	2,2 ± 0,7	2,6 ± 1,1	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,5	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,5
		li	2,4 ± 1,8	2,0 ± 0,4	2,0 ± 0,6	2,3 ± 0,8	2,6 ± 1,1	2,4 ± 1,3	2,5 ± 0,6	2,4 ± 0,5	2,3 ± 0,5
	w	re	2,2 ± 1,5	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,6	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,6	2,1 ± 0,6	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,4
		li	2,3 ± 1,2	1,9 ± 0,4	2,0 ± 0,5	2,2 ± 0,5	2,4 ± 0,7	2,3 ± 0,7	2,5 ± 0,5	2,3 ± 0,5	2,4 ± 0,4
	ges	re	2,2 ± 1,2	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,6	2,1 ± 0,5	2,4 ± 0,9	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,6	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,4
		li	2,3 ± 1,5	2,0 ± 0,4	2,0 ± 0,5	2,2 ± 0,7	2,5 ± 0,9	2,3 ± 1,0	2,5 ± 0,6	2,3 ± 0,5	2,4 ± 0,5

Tabelle 26: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite

Jahr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Anzahl		(n ₀ =112, n _{>=1} =65)	(n ₀ =72, n _{>=1} =53)	(n ₀ =48, n _{>=1} =58)	(n ₀ =67, n _{>=1} =75)	(n ₀ =53, n _{>=1} =77)	(n ₀ =58, n _{>=1} =60)	(n ₀ =50, n _{>=1} =61)	(n ₀ =47, n _{>=1} =60)	(n ₀ =42, n _{>=1} =66)	
Alter		9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20	
AF (%/min)	m	0	3,6 ± 2,9	4,6 ± 1,9	4,3 ± 1,6	2,6 ± 1,3	4,8 ± 2,0	3,4 ± 1,7	1,7 ± 0,7	1,8 ± 1,2	2,1 ± 1,5
		>= 1	3,1 ± 1,6	4,9 ± 1,9	3,8 ± 1,9	3,4 ± 2,1	4,4 ± 2,0	2,7 ± 1,3	2,0 ± 1,0	2,3 ± 1,1	2,2 ± 1,3
	w	0	3,1 ± 1,5	4,3 ± 1,7	3,7 ± 1,3	3,0 ± 1,3	3,3 ± 1,5	2,6 ± 1,2	1,8 ± 0,9	2,3 ± 1,2	2,2 ± 1,1
		>=1	3,5 ± 1,9	4,8 ± 2,6	3,8 ± 1,6	3,2 ± 1,9	3,3 ± 1,7	2,8 ± 1,4	2,1 ± 1,0	2,3 ± 1,1	2,5 ± 1,1
	ges	0	3,3 ± 2,3	4,4 ± 1,8	3,9 ± 1,4	2,9 ± 1,3	3,8 ± 2,1	2,8 ± 1,4	1,8 ± 0,8	2,2 ± 1,2	2,2 ± 1,1
>=1	3,3 ± 1,8	4,8 ± 2,2	3,8 ± 1,8	3,3 ± 2,0	3,9 ± 2,0	2,7 ± 1,3	2,0 ± 1,0	2,3 ± 1,1	2,3 ± 1,2		
VC (%)	m	0	2,7 ± 1,0	2,3 ± 0,9	2,1 ± 0,8	2,1 ± 0,9	3,4 ± 1,0	3,3 ± 1,3	2,3 ± 0,9	2,1 ± 0,8	2,8 ± 1,1
		>= 1	2,5 ± 1,0	2,5 ± 0,9	2,0 ± 0,9	2,2 ± 0,8	3,5 ± 1,5	3,1 ± 1,0	2,5 ± 0,6	2,5 ± 1,1	2,5 ± 1,0
	w	0	2,2 ± 0,9	2,2 ± 0,9	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,8	3,1 ± 0,8	2,9 ± 0,7	2,4 ± 0,6	2,9 ± 0,8	2,9 ± 0,7
		>=1	2,5 ± 1,0	2,5 ± 0,6	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,8	3,2 ± 1,2	3,0 ± 0,9	2,6 ± 0,7	2,7 ± 0,6	3,0 ± 0,6
	ges	0	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,9	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,8	3,2 ± 0,9	3,0 ± 0,9	2,4 ± 0,6	2,7 ± 0,9	2,9 ± 0,8
>=1	2,5 ± 1,0	2,5 ± 0,8	2,1 ± 0,9	2,2 ± 0,8	3,4 ± 1,4	3,0 ± 0,9	2,5 ± 0,8	2,6 ± 0,9	2,7 ± 0,9		
OC (%)	m	0	2,8 ± 1,1	2,3 ± 0,8	2,2 ± 0,8	2,2 ± 1,0	3,5 ± 1,0	3,4 ± 1,4	2,4 ± 0,9	2,1 ± 1,0	2,8 ± 1,3
		>= 1	2,5 ± 1,2	2,6 ± 0,8	2,1 ± 1,0	2,4 ± 0,9	3,6 ± 1,6	3,2 ± 1,1	2,7 ± 0,9	2,8 ± 1,2	2,7 ± 1,1
	w	0	2,3 ± 0,9	2,4 ± 0,8	2,5 ± 0,7	2,6 ± 0,8	3,5 ± 0,9	3,3 ± 0,8	2,7 ± 0,6	3,2 ± 0,8	3,2 ± 0,7
		>=1	2,5 ± 1,0	2,6 ± 0,6	2,3 ± 0,8	2,4 ± 0,8	3,5 ± 1,1	3,3 ± 1,0	2,9 ± 0,6	3,0 ± 0,7	3,1 ± 0,7
	ges	0	2,5 ± 1,1	2,3 ± 0,8	2,4 ± 0,8	2,5 ± 0,9	3,5 ± 0,9	3,3 ± 1,0	2,6 ± 0,7	2,9 ± 1,0	3,1 ± 0,8
>=1	2,5 ± 1,1	2,6 ± 0,7	2,2 ± 0,9	2,4 ± 0,9	3,5 ± 1,4	3,3 ± 1,0	2,8 ± 0,8	2,9 ± 1,0	2,9 ± 1,0		
O3 (%)	m	0	1,7 ± 0,6	1,4 ± 0,5	1,4 ± 0,5	1,3 ± 0,6	2,0 ± 0,8	2,0 ± 0,7	1,4 ± 0,5	1,2 ± 0,6	1,7 ± 0,8
		>= 1	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,5	1,4 ± 0,6	1,4 ± 0,5	2,0 ± 0,9	1,9 ± 0,7	1,6 ± 0,6	1,6 ± 0,7	1,5 ± 0,6
	w	0	1,4 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,6 ± 0,4	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,6	1,9 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,4
		>=1	1,5 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,2 ± 0,8	2,0 ± 0,7	1,6 ± 0,4	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,4
	ges	0	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2,1 ± 0,6	1,9 ± 0,5	1,5 ± 0,4	1,7 ± 0,6	1,9 ± 0,5
>=1	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,4	1,4 ± 0,6	1,4 ± 0,5	2,1 ± 0,8	2,0 ± 0,7	1,6 ± 0,5	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,5		
O5 (%)	m	0	2,0 ± 0,7	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,6	1,6 ± 0,7	2,5 ± 0,9	2,3 ± 0,9	1,6 ± 0,7	1,4 ± 0,7	2,0 ± 0,9
		>= 1	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,6	1,6 ± 0,7	1,7 ± 0,7	2,5 ± 1,1	2,3 ± 0,8	1,8 ± 0,7	1,9 ± 0,8	1,8 ± 0,7
	w	0	1,6 ± 0,7	1,8 ± 0,6	1,8 ± 0,5	1,8 ± 0,6	2,5 ± 0,7	2,3 ± 0,5	1,8 ± 0,5	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,5
		>=1	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,4	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,6	2,6 ± 0,9	2,3 ± 0,8	1,9 ± 0,4	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,5
	ges	0	1,8 ± 0,8	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,5	1,8 ± 0,6	2,5 ± 0,7	2,3 ± 0,7	1,8 ± 0,5	2,0 ± 0,7	2,2 ± 0,6
>=1	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,5	1,7 ± 0,7	1,7 ± 0,7	2,6 ± 1,0	2,3 ± 0,8	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,7	2,0 ± 0,6		
VO (%/min)	m	0	56,8 ± 19,2	50,7 ± 16,6	50,3 ± 17,8	48,1 ± 22,3	69,3 ± 26,9	67,0 ± 20,0	47,4 ± 17,8	43,6 ± 19,1	61,9 ± 27,6
		>= 1	55,2 ± 22,2	57,4 ± 15,3	49,1 ± 22,1	50,7 ± 19,0	67,6 ± 26,7	68,6 ± 22,5	54,7 ± 19,7	56,8 ± 24,3	53,1 ± 18,4
	w	0	51,9 ± 28,6	55,2 ± 17,2	55,4 ± 15,1	53,5 ± 16,5	69,6 ± 17,6	66,7 ± 15,9	53,1 ± 11,3	62,5 ± 15,4	64,9 ± 13,2
		>=1	55,2 ± 20,9	58,1 ± 12,5	54,0 ± 20,2	52,2 ± 17,6	73,4 ± 24,4	72,3 ± 23,3	55,6 ± 13,3	61,2 ± 14,1	64,2 ± 13,8
	ges	0	54,1 ± 24,9	53,2 ± 17,4	53,8 ± 16,1	52,0 ± 18,3	69,5 ± 20,5	66,8 ± 17,0	51,9 ± 13,0	57,7 ± 18,3	64,4 ± 16,3
>=1	54,7 ± 21,9	57,7 ± 14,1	51,3 ± 21,3	51,3 ± 18,5	69,9 ± 25,9	69,9 ± 22,7	55,0 ± 17,6	58,7 ± 20,7	57,5 ± 17,6		
TH (s)	m	0	2,2 ± 0,6	2,0 ± 0,5	1,9 ± 0,4	2,3 ± 0,9	2,8 ± 1,6	2,2 ± 0,6	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4	2,1 ± 0,3
		>= 1	2,1 ± 2,0	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,6	2,2 ± 0,7	2,5 ± 0,9	2,3 ± 1,1	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,5
	w	0	2,3 ± 1,5	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,4	2,4 ± 0,7	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,4	2,2 ± 0,4
		>=1	2,1 ± 1,0	1,9 ± 0,5	2,0 ± 0,7	2,0 ± 0,4	2,1 ± 0,5	2,1 ± 0,5	2,4 ± 0,6	2,2 ± 0,5	2,3 ± 0,5
	ges	0	2,3 ± 1,2	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,6	2,5 ± 1,6	2,2 ± 0,7	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,4	2,2 ± 0,4
>=1	2,2 ± 1,6	1,9 ± 0,4	2,0 ± 0,7	2,2 ± 0,6	2,3 ± 0,8	2,2 ± 0,9	2,4 ± 0,6	2,2 ± 0,5	2,3 ± 0,5		

Tabelle 27: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Gruppierung

3.2 Gruppierung nach klinischem Befund und Dopplerbefund

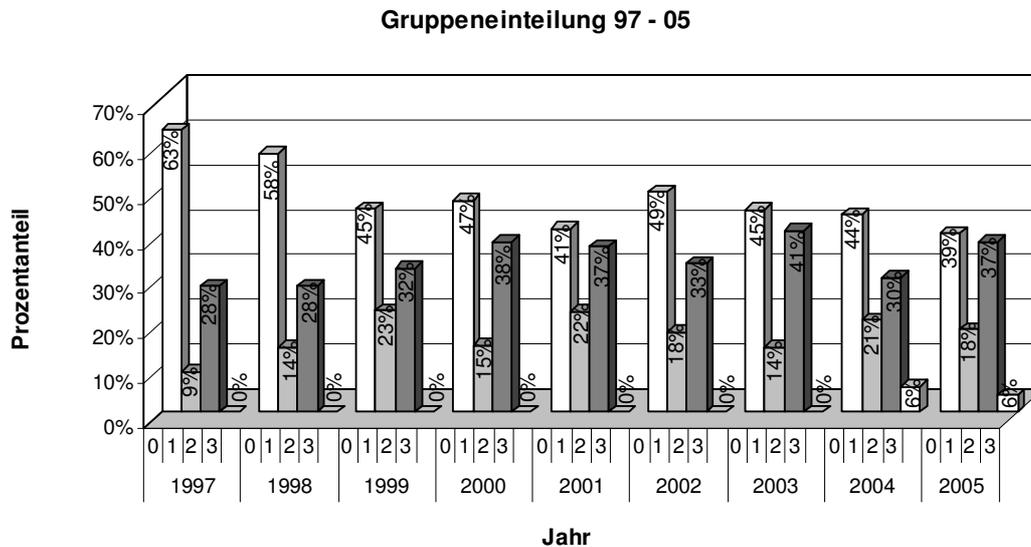


Abbildung 27: Gruppierung, in Prozent

Bedeutung der Gruppierung nach Dopplerbefund und klinischem Befund:

0	unauffällig
1	klinischer Befund und/oder Doppler 1
2	klinischer Befund und/oder Doppler 2
3	Doppler 3 und/oder klinischer Befund 3

Einteilung nach Dopplerbefund:

0	keine Crosse insuffizient
1	eine Crosse insuffizient von Grad 1
2	zwei Crosse insuffizient von Grad 1, oder eine Crosse von Grad 2
3	eine Crosse insuffizient von Grad zwei, die andere von Grad 1 oder 2

Einteilung nach klinischem Befund (V. saphena magna oder parva):

0	nicht sichtbar, nicht tastbar, unauffällig
1	eine Veränderung
2	mind. 2 Veränderungen
3	Venenveränderung(en) stark ausgeprägt

Um die Gesamtbefunde der Schüler besser beurteilen zu können, wurde eine Einteilung in verschiedene Gruppen vorgenommen. Dafür wurden Dopplerbefunde und klinische Befunde der V. saphena magna und V. saphena parva kombiniert. Wie sich die Gruppierungen genau zusammensetzen, kann den oberhalb stehenden Tabellen entnommen werden.

Im Jahr 1997 hatten bereits 37% (n=67) der Schüler einen auffälligen Gesamtbefund, 9% (n=16), je 8 Mädchen und Jungen, gehörten zur Gruppe 1, 28% (n=51) zur Gruppe 2, bestehend aus 32% (n=28) der Jungen und 25% (n=23) der Mädchen. Die Gruppe 3 war noch nicht vertreten.

Bis 2005 stieg der Anteil der Probanden mit positiven Befunden auf 61% (n=66). Mit 85% gab es bei den männlichen Probanden gut doppelt so viele positive Befunde wie bei den Mädchen mit 42%. 18% (n=19) aller Schüler wurden der Gruppe 1 zugeteilt, dazu gehörten mit 20% (n=12) mehr Mädchen als Jungen mit 15% (n=7). Die Gruppe 2 beinhaltete 37% (n=40) der Probanden. Hier überwogen, um mehr als das dreifache, die männlichen Probanden mit 60% (n=29) gegenüber den weiblichen mit 18% (n=11). Auch eine Gruppe 3 wurde nun von 6% (n=7) der Schüler gebildet, darunter 2 Mädchen und 5 Jungen.

Befund		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0	m	59%	52%	32%	27%	25%	28%	20%	26%	15%
	w	67%	63%	56%	64%	55%	67%	65%	57%	58%
	ges	63%	58%	45%	47%	41%	49%	45%	44%	39%
1	m	9%	12%	17%	14%	21%	19%	14%	13%	15%
	w	9%	17%	27%	16%	23%	17%	15%	26%	20%
	ges	9%	14%	23%	15%	22%	18%	14%	21%	18%
2	m	32%	35%	51%	59%	54%	54%	65%	52%	60%
	w	25%	20%	17%	20%	22%	16%	21%	13%	18%
	ges	28%	28%	31%	38%	37%	33%	41%	30%	37%
3	m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	10%
	w	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%
	ges	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%

Tabelle 28: Gruppierung der Probanden nach klinischem und Dopplerbefund, prozentualer Anteil

3.3 Normwertberechnung

Bisher liegen für die digitale Photoplethysmographie und die Venenverschlussplethysmographie keinerlei Normwerte für Kinder und Jugendliche vor. Die hier berechneten Normwerte sollen erste Anhaltswerte darstellen.

In die Berechnung der Normwerte gingen nur die Messergebnisse der Schüler mit der Gruppierung n_0 (unauffälliger klinischer und Dopplerbefund), also der gesunden Probanden, ein. Die verwendete Formel zur Normwertberechnung beruht auf Mittelwerten und deren Standardabweichung.

Bei errechneter, sachlogisch unmöglicher, negativer unterer Grenze des Referenzbereichs wurde der untere Grenzwert mit Null festgelegt.

Eine Seitendifferenzierung wurde nicht vorgenommen, da sich bei den errechneten Mittelwerten und deren Standardabweichung keine wesentlichen Unterschiede zwischen rechtem und linkem Bein ergeben hatten.

3.3.1 Digitale Photoplethysmographie

Bei allen Bewertungsparametern der D-PPG ergaben sich sehr breite Wertebereiche. Zwischen Mädchen und Jungen fanden sich keine wesentlichen Unterschiede.

T₀: Bei der Wiederauffüllzeit lag der errechnete Normwertbereich 1997 bei den 9- bis 12-Jährigen (mittleres Alter 10,5 Jahre) bei 16 bis 50s. Erst 2004 kam es zu einem stärkeren Anstieg, so dass sich bis 2005 ein Normwertbereich von 29 bis 49s bei den 17-bis 20-Jährigen ergab, der damit schon im Bereich des Erwachsenen-Normwerts (>25s) lag.

Th: Der Normwertbereich der venösen Halbwertszeit lag 1997 bei 0 bis 18s, im Lauf der Pubertät verbreiterte sich der Wertebereich und erreichte bis 2005 0 bis 39s.

Ti: Der initiale Einstrom zeigte schon bei den 9- bis 12-Jährigen einen breiten Wertebereich von 0 bis 54s, in der Pubertät verbreiterte sich der Bereich nochmals stark, so dass sich bei den 17- bis 20-Jährigen als Normwertbereich 0 bis 100s ergab.

V₀: Der Wertebereich für den Normwert der venösen Pumpleistung war kleiner als bei den anderen Parametern und lag bei den Kindern im Jahr 1997 bei 0 bis 5%. Bis zum Alter von 17-20 Jahren verbreiterte sich der Wertebereich etwas auf 0 bis 9%. Der Normwert für Erwachsene liegt bei $\geq 3\%$.

F₀: Als Normwertbereich bei der venösen Pumparbeit ergab sich für die 9- bis 12-Jährigen 0 bis 82%_s, im Lauf der Pubertät verbreiterte sich der Wertebereich nochmals stark, bis auf 0 bis 169%_s bei den 17- bis 20-Jährigen. Hier war bei den Jungen eine etwas stärkere Verbreiterung im Laufe der Pubertät zu finden.

Jahr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl		(n ₀ =112)	(n ₀ =72)	(n ₀ =48)	(n ₀ =67)	(n ₀ =53)	(n ₀ =58)	(n ₀ =50)	(n ₀ =47)	(n ₀ =42)
Alter		9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20
	m	17,1 - 51,9	17,5 - 47,3	9,1 - 45,6	12,5 - 47,9	17,6 - 47,2	8,4 - 50,8	15,2 - 54,7	30,9 - 47,5	25,0 - 52,8
T₀ (s)	w	15,9 - 49,0	19,0 - 46,0	13,7 - 49,9	16,7 - 51,3	15,6 - 50,9	14,9 - 46,3	18,7 - 48,6	21,1 - 50,0	30,0 - 47,9
	ges	16,4 - 50,4	18,4 - 46,5	11,9 - 48,9	15,3 - 50,6	16,2 - 49,9	13,1 - 47,5	18,0 - 49,9	23,0 - 50,0	29,0 - 48,9
	m	0 - 17,2	0,2 - 16,3	0 - 27,4	0 - 23,2	0 - 26,9	0 - 37,4	2,1 - 28,4	0 - 40,6	6,1 - 32,8
Th (s)	w	0 - 18,6	0 - 23,7	0 - 24,2	0 - 37,2	0,2 - 30,2	0 - 40,5	0 - 34,5	0 - 44,1	0 - 40,1
	ges	0 - 18,1	0 - 20,9	0 - 25,3	0 - 34,4	0 - 29,4	0 - 39,8	0 - 33,4	0 - 43,2	0 - 39,0
	m	0 - 54,7	0 - 46,7	0 - 36,9	0 - 60,2	0 - 71,1	0 - 85,2	0 - 125,4	0 - 98,7	0 - 119,7
Ti (s)	w	0 - 53,4	0 - 71,5	0 - 71,2	0 - 103,9	0 - 95,5	0 - 118,2	0 - 102,8	0 - 119,7	0 - 95,1
	ges	0 - 54,2	0 - 62,2	0 - 63,2	0 - 95,1	0 - 89,3	0 - 110,6	0 - 107,4	0 - 114,6	0 - 100,6
	m	0 - 5,2	0 - 5,1	0 - 5,6	0 - 6,1	0 - 7,6	0 - 10,1	0 - 9,4	0 - 11,0	0,1 - 11,5
V₀ (%)	w	0 - 4,9	0 - 5,8	0 - 5,4	0 - 5,8	0,4 - 5,3	0 - 6,1	0,1 - 5,7	0 - 7,8	0 - 7,5
	ges	0 - 5,0	0 - 5,5	0 - 5,4	0 - 5,9	0,1 - 6,1	0 - 7,4	0 - 6,8	0 - 8,9	0 - 8,6
	m	0 - 89,7	0 - 75,3	0 - 64,8	0 - 101,5	0 - 121,4	0 - 192,3	0 - 179,3	0 - 213,6	0 - 217,6
F₀ (% s)	w	0 - 73,7	0 - 92,0	0 - 94,7	0 - 104,6	0 - 108,6	0 - 113,8	0 - 113,4	0 - 166,7	0 - 150,7
	ges	0 - 81,6	0 - 85,2	0 - 86,7	0 - 104,1	0 - 112,1	0 - 138,8	0 - 131,9	0 - 182,6	0 - 168,9

Tabelle 29: Digitale Photoplethysmographie, Normwerte, ohne Seitentrennung

Abkürzungen:

T₀ = venöse Auffüllzeit, Th = venöse Halbwertszeit, Ti = initiale Auffüllzeit, V₀ = venöse Pumpleistung, F₀ = venöse Pumparbeit, s = Sekunden

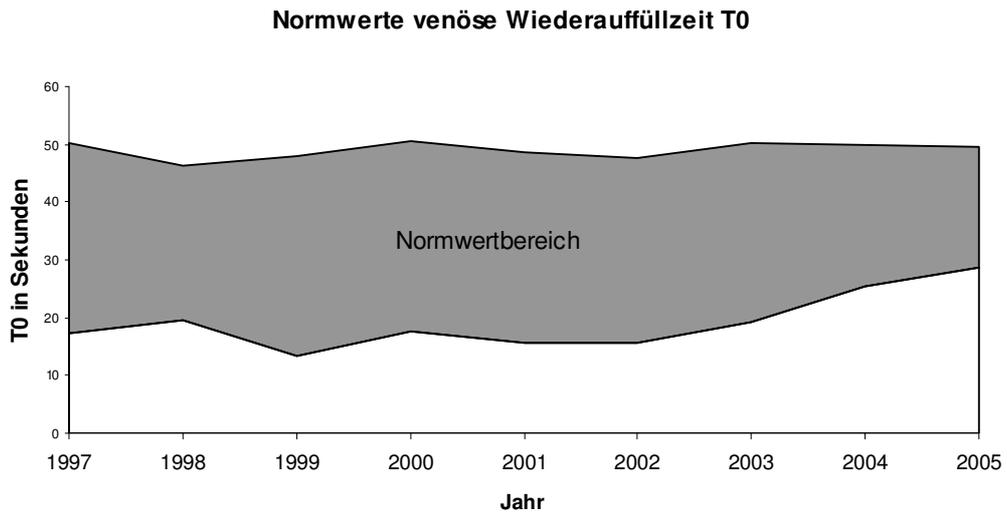


Abbildung 28: Normwertbereich venöse Wiederauffüllzeit T_0 , gesamt

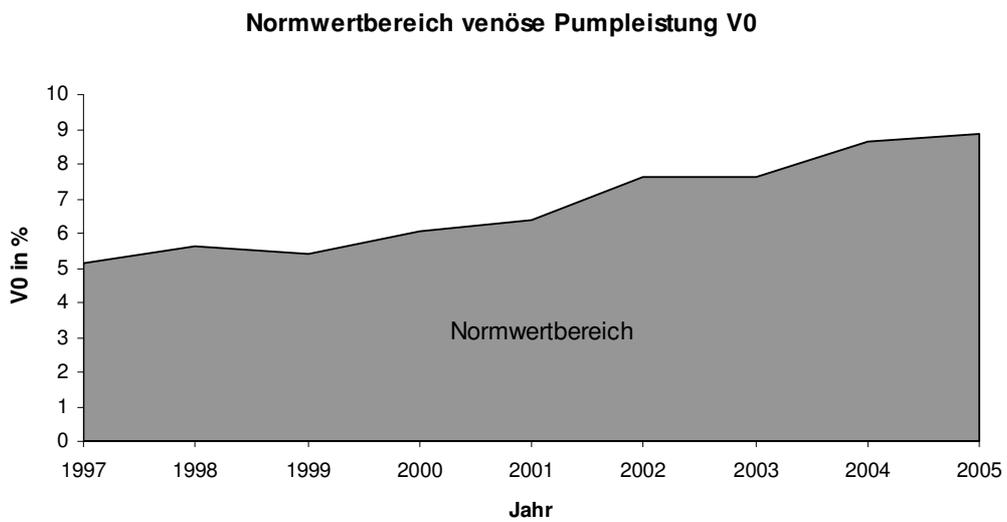


Abbildung 29: Normwertbereich Pumpleistung V_0 , gesamt

3.3.2 Venenverschlussplethysmographie

Bei der VVP ergab sich, außer beim venösen Abstrom VO, eine geringere Schwankungsbreite bei den Bewertungsparametern. Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen waren insgesamt gering.

AF: Als Normwert für den arteriellen Einstrom wurde 1997 ein Bereich von 0 bis 7,8%/min berechnet. Insgesamt verkleinerte sich der Wertebereich bis 2005 auf 0 bis 4,5%/min.

VC: Bei der venösen Kapazität ergaben sich keine großen Veränderungen im Verlauf. Bei den 9 bis 12jährigen war der Normwertbereich 0,6 bis 4,3%, bei den 17- bis 20-Jährigen 1,3 bis 4,5%. Der Normwert für Erwachsene beträgt >3%.

OC: Für die Normwerte der Abstromkapazität ergab sich im Verlauf ein homogenes Muster, 1997 errechnete sich ein Wertebereich von 0,5 bis 4,6%, und 1,5 bis 4,7% im Jahr 2005.

O3: Auch die Normwerte für die 3s Abstromkapazität waren im Verlauf stabil, 1997 errechnete sich ein Wertebereich von 0,3 bis 2,7%, 2005 von 0,9 bis 2,8%.

O5: Genauso stabil war die 5s-Abstromkapazität mit Normwerten von 0,3 bis 3,3% im Jahr 1997 und 1,0 bis 3,3% im Jahr 2005.

VO: Beim venösen Abstrom fanden sich breite Wertebereiche, bei den 9- bis 12-Jährigen errechnete sich ein Normwert von 5,2 bis 103%/min. Bei den 17- bis 20-Jährigen war der Normwert 32,5 bis 96,4%/min, damit war vor allem der untere Grenzwert angestiegen, der jetzt im Normbereich für Erwachsene (VO >30%/min) lag. Bei den Mädchen war die Schwankungsbreite etwas geringer als bei den Jungen.

TH: Die venöse Halbwertszeit zeigte insgesamt eine Verringerung der Schwankungsbreite der Normwerte mit 0 bis 4,5s bei den Kindern im Jahr 1997 und 1,4 bis 2,9s bei den Jugendlichen im Jahr 2005.

Jahr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl		(n ₀ =112)	(n ₀ =72)	(n ₀ =48)	(n ₀ =67)	(n ₀ =53)	(n ₀ =58)	(n ₀ =50)	(n ₀ =47)	(n ₀ =42)
Alter		9-12	10-13	11-14	12-15	13-16	14-17	15-18	16-19	17-20
AF (%/min)	m	0 - 9,3	0,8 - 8,3	1,2 - 7,3	0 - 5,2	0 - 10,3	0 - 6,7	0,3 - 3,1	0 - 4,1	0 - 5,1
	w	0 - 6,1	0,9 - 7,7	1,1 - 6,2	0,4 - 5,6	0,4 - 6,3	0,1 - 5,0	0,1 - 3,5	0,1 - 4,6	0,1 - 4,4
	ges	0 - 7,8	0,8 - 8,0	1,1 - 6,6	0,3 - 5,5	0 - 7,8	0 - 5,5	0,2 - 3,4	0 - 4,5	0 - 4,5
VC (%)	m	0,8 - 4,6	0,6 - 4,0	0,6 - 3,7	0,2 - 3,9	1,3 - 5,4	0,8 - 5,8	0,6 - 4,0	0,5 - 3,7	0,5 - 5,0
	w	0,5 - 3,9	0,4 - 4,0	0,9 - 3,8	0,8 - 3,9	1,6 - 4,7	1,6 - 4,3	1,3 - 3,5	1,3 - 4,5	1,5 - 4,4
	ges	0,6 - 4,3	0,5 - 4,0	0,8 - 3,7	0,6 - 3,9	1,5 - 4,9	1,3 - 4,8	1,1 - 3,6	0,9 - 4,4	1,3 - 4,5
OC (%)	m	0,7 - 5,0	0,7 - 3,8	0,7 - 3,7	0,4 - 4,1	1,6 - 5,5	0,7 - 6,1	0,6 - 4,1	0,2 - 4,0	0,3 - 5,3
	w	0,4 - 4,1	0,9 - 3,9	1,0 - 3,9	0,9 - 4,2	1,8 - 5,2	1,7 - 4,8	1,5 - 3,8	1,6 - 4,7	1,8 - 4,6
	ges	0,5 - 4,6	0,8 - 3,8	0,9 - 3,9	0,8 - 4,2	1,7 - 5,3	1,4 - 5,2	1,3 - 3,9	1,0 - 4,8	1,5 - 4,7
O3 (%)	m	0,5 - 2,8	0,5 - 2,4	0,4 - 2,3	0,1 - 2,6	0,5 - 4,3	0,6 - 3,3	0,3 - 2,4	0,1 - 2,3	0,2 - 3,3
	w	0,2 - 2,5	0,6 - 2,5	0,7 - 2,4	0,6 - 2,5	1,0 - 3,2	1,1 - 2,8	0,9 - 2,2	0,9 - 2,8	1,1 - 2,6
	ges	0,3 - 2,7	0,5 - 2,4	0,6 - 2,4	0,4 - 2,5	0,8 - 3,3	0,9 - 2,9	0,7 - 2,3	0,5 - 2,8	0,9 - 2,8
O5 (%)	m	0,5 - 3,4	0,6 - 2,8	0,5 - 2,7	0,2 - 3,0	0,7 - 4,2	0,5 - 4,1	0,3 - 2,9	0,1 - 2,8	0,2 - 3,8
	w	0,2 - 3,0	0,6 - 2,9	0,8 - 2,8	0,7 - 2,9	1,2 - 3,8	1,2 - 3,3	0,9 - 2,7	1,0 - 3,5	1,3 - 3,2
	ges	0,3 - 3,3	0,6 - 2,9	0,7 - 2,8	0,5 - 3,0	1,1 - 4,0	1,0 - 3,6	0,8 - 2,8	0,6 - 3,5	1,0 - 3,3
VO (%/min)	m	19,1 - 94,5	18,2 - 83,2	15,4 - 85,3	4,4 - 91,7	16,5 - 122,1	27,8 - 106,1	12,6 - 82,2	6,0 - 81,1	7,7 - 116,0
	w	0 - 108,0	20,2 - 90,1	25,8 - 85,0	21,1 - 85,8	35,2 - 104,1	35,5 - 97,9	30,9 - 75,2	32,3 - 92,6	39,0 - 90,8
	ges	5,2 - 103,0	19,2 - 87,3	22,3 - 85,3	16,2 - 87,9	29,3 - 109,8	33,5 - 100,0	26,5 - 77,3	21,8 - 93,5	32,5 - 96,4
TH (s)	m	1,0 - 3,5	1,0 - 3,0	1,2 - 2,6	0,6 - 4,0	0 - 6,0	1,0 - 3,4	1,4 - 3,2	1,5 - 3,2	1,5 - 2,6
	w	0 - 5,2	1,2 - 2,6	1,2 - 2,7	1,3 - 3,0	1,0 - 3,7	0,9 - 3,6	1,2 - 3,4	1,6 - 3,1	1,4 - 3,0
	ges	0 - 4,5	1,1 - 2,8	1,2 - 2,7	1,0 - 3,4	0,5 - 4,6	0,9 - 3,6	1,3 - 3,3	1,5 - 3,1	1,4 - 2,9

Tabelle 30: Venenverschlussplethysmographie, Normwerte, ohne Seitentrennung

Abkürzungen:

AF = arterieller Einstrom, VC = venöse Kapazität, OC = Abstromkapazität, O3 = 3s-Abstromkapazität, O5 = 5s-Abstromkapazität, VO = venöser Abstrom, TH = venöse Halbwertszeit, s = Sekunden

Normwertbereich venöse Kapazität VC

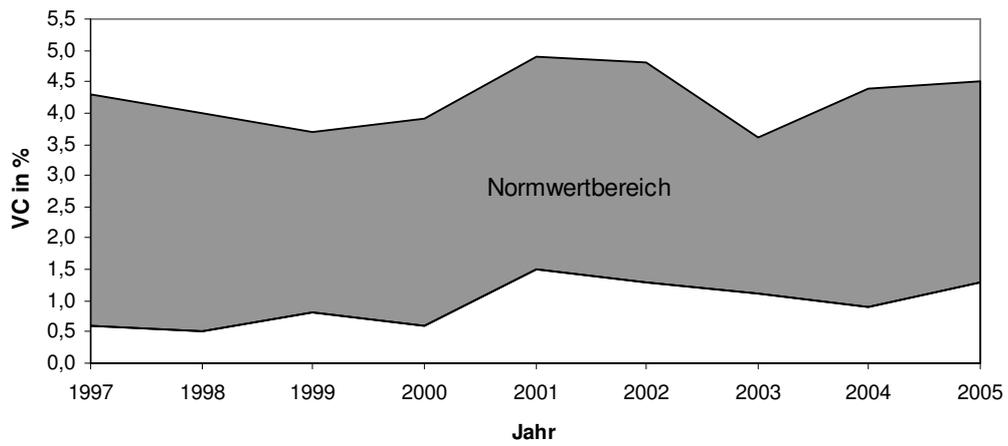


Abbildung 30: Normwertbereich venöse Kapazität VC, gesamt

Normwertbereich venöser Abstrom VO

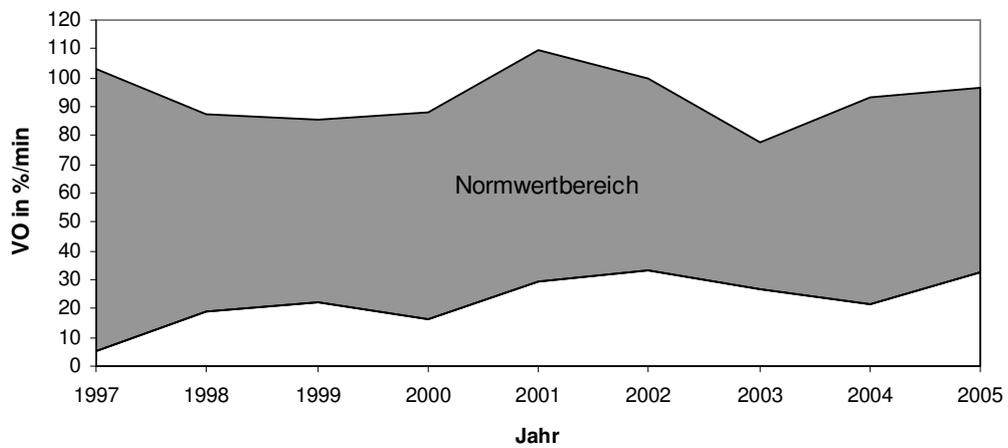


Abbildung 31: Normwertbereich venöser Abstrom VO, gesamt

4 Diskussion

Venöse Erkrankungen, einschließlich Varikose und chronisch venöse Insuffizienz gehören zu den häufigsten chronischen Erkrankungen in der westlichen Welt. Es liegt eine Vielzahl von Studien vor, in denen die Epidemiologie venöser Erkrankungen in westlichen Ländern beschrieben wird. Neben unterschiedlichen Populationszusammensetzungen hinsichtlich Alter, Rasse, Geschlecht und geographischer Faktoren ergibt sich auch aufgrund unterschiedlicher Methoden bei Diagnose und Klassifizierungen der Venenveränderungen eine breite Diskrepanz bei den berichteten Prävalenzen. Die ermittelten Prävalenzen einer Varikose reichen in verschiedenen aktuellen Studien von etwa 20% bis 55% bei Männern und etwa 26% bis 50% bei Frauen.^{2;11-13;21;68} Die immer wieder bestätigte Häufigkeit des Vorkommens von Venenleiden in der Bevölkerung, die oft mit großem Leidensdruck einhergehen, verdeutlicht, wie wichtig Prävention und Früherkennung in diesem Bereich sind.

Die meisten der bisher veröffentlichten Studien betrachten lediglich den Endpunkt der Entwicklung, also das manifeste Venenleiden beim Erwachsenen. Über den Entstehungszeitpunkt und die ersten Vorzeichen im Kindes- und Jugendalter ist bisher nur wenig bekannt, und auch epidemiologische Daten zu Entwicklung und Verlauf von Venenerkrankungen sind rar. Allerdings besteht die Erkenntnis, dass deren Vorkommen mit zunehmendem Alter ansteigt.^{13;17;21}

In den wenigen vorliegenden Studien zu Venenerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen, die nachfolgend diskutiert werden, wird die klinische Relevanz bereits in diesem Alter deutlich. Die Prävention dieser Erkrankungen und eine mögliche Risikoreduktion erfordern aber die Kenntnis der Entstehungsweise und des Zeitpunkts des Erstauftretens.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine prospektive Langzeitstudie, in der eine Gruppe von Kindern über mehrere Jahre, bis zum Erreichen des Erwachsenenalters, auf die Entwicklung venöser Erkrankungen hin untersucht wurde. Die Ergebnisse wurden deskriptiv präsentiert und sollen nun im Hinblick auf schon bestehende Studien erörtert werden.

4.1 Studiendesign und Studienpopulation

Sowohl Studiendesign als auch untersuchtes Kollektiv weichen in den vorliegenden Studien beträchtlich voneinander ab, was einen Vergleich schwierig macht. Dennoch wird versucht, relevante Gemeinsamkeiten und Unterschiede darzulegen.

Erstmals wurde der Frage nach dem Zeitpunkt des Auftretens erster Anzeichen für eine mögliche spätere manifeste Varikose 1979 in der Prager Studie von Horáková-Nedvídková und Hlousková nachgegangen, in der 741 Schüler, aus zwei Schulen mit neun Schuljahren, im Alter zwischen 6 und 14 Jahren querschnittsanalytisch untersucht wurden. Die Geschlechterverteilung im untersuchten Kollektiv blieb dabei unbekannt.³⁷

Eine retrospektive Untersuchung liegt von Krieger aus dem Jahr 1968 vor. Das Kollektiv dieser Studie bestand aus 200 jugendlichen Patienten ab 12 Jahren, die aufgrund einer Varikose operiert worden waren. Im diesem Artikel wurden weder die Geschlechterverteilung noch ein Studienprotokoll oder die genaue Auswertungsmethodik beschrieben.⁴⁵

Bei der Studie von Tikhonov aus Russland handelt es sich um eine weitere rein retrospektive Untersuchung der Daten von 242 Kindern (48% Mädchen und 52% Jungen) im Alter zwischen 8 und 15 Jahren, die aufgrund einer primären Varikosis in der Zeit zwischen 1970 und 1987 in Moskau in ambulanter oder stationärer Behandlung in der Kinderchirurgie waren.⁸² Dieser Artikel liegt nur in russischer Sprache vor.

Um die Untersuchung eines Risikokollektivs handelt es sich bei der Studie von Griton und Schadeck aus dem Jahr 1990. Das Kollektiv bestand aus 237 Kindern im Alter zwischen 2 und 17 Jahren, deren Mütter eine manifeste Varikose hatten. Auch hier wurde keine Aussage über den Anteil männlicher und weiblicher Probanden gemacht. Die venösen Veränderungen wurden hauptsächlich palpatorisch diagnostiziert, nur bei wenigen fand sich ein klinisch sichtbarer Befund und auch die bei einigen Kindern durchgeführte Doppleruntersuchung ergab keine klaren Befunde. Das Studienprotokoll wurde, vor allem bezüglich der Doppleruntersuchung, nicht

konstant bei allen Studienteilnehmern angewandt, was einen Vergleich mit anderen Studien zusätzlich erschwert.³¹

An der Pilotstudie von Heede in Eisleben/DDR nahmen 403 Schüler einer 10-klassigen Oberschule sowie der 11. Klasse einer Abiturstufe, davon 48% Jungen und 52% Mädchen zwischen 8 und 18 Jahren, teil. Die querschnittsanalytischen Datenerhebungen fanden zweimal, in den Schuljahren 1986/87 und 1987/88, im Rahmen einer obligaten schulärztlichen Untersuchung statt. Es wurden auch venöse Veränderungen im Sinne von Minimalbefunden, mit geringer Relevanz bei einer Erwachsenenvarikosis, erfasst, zudem insuffiziente Perforansvenen und Crosseinsuffizienz. Doppleruntersuchungen wurden nur bei klinisch auffälligen Befunden durchgeführt.³⁴

1990 untersuchte Strejcek stichprobenartig 419 Schulkinder, 221 Mädchen (53%) und 198 Jungen (47%), im Alter von 8 bis 13 Jahren in einem Ferienlager im Mittelböhmisches. Als Methoden verwendete er lediglich die klinische Befunderhebung des Venenstatus und die Lichtreflexionsrheographie. Genauere Angaben zur Auswahl des Kollektivs und zur Methodik wurden nicht gemacht.⁸⁰

Die Bochumer Studie wurde als prospektive Longitudinalstudie durchgeführt und untersuchte das Erstauftreten der Varikosis. Die Erhebung der Daten erfolgte durch einen Fragebogen, anthropometrische Messungen und körperliche Untersuchung durch einen Arzt. Auch hier wurden als nicht-invasive Untersuchungsmethoden Doppler und Photoplethysmographie angewandt. Es wurden Schüler in 11 Bochumer Schulen rekrutiert, die zur gleichen Zeit eingeschult worden waren. Diese Kohorte wurde in der 5., der 9. und der 13. Klasse untersucht (Bochumer Studie I, II, III). Die Untersuchungen fanden an den jeweiligen Schulen statt. An der Bochumer Studie I im Schuljahr 1982/83 nahmen 740 Schüler (54% Mädchen, 46% Jungen), im Alter von 10 bis 12 Jahren, teil, bei der Bochumer Studie II (1986/87) waren es 518 Schüler (56% Mädchen, 44% Jungen) von 14 bis 16 Jahren und in der Bochumer Studie III waren es noch 459 Schüler (55% Mädchen, 45% Jungen), im Alter von 18 bis 20 Jahren.^{72-74;76;85}

In der Weilheimer Studie wurden auch, wie in der Bochumer Studie, zur Erforschung des Erstauftretens der Varikosis, in einer prospektiven Kohortenstudie Schüler eines Gymnasiums von der 5. Klasse im Jahr 1997 bis zur 13. Klasse im Jahr 2005 untersucht. In der fünften Klasse waren die Kinder 9 bis 12 Jahre alt, in der 13. Klasse 17 bis 20 Jahre. Das Studienprotokoll beinhaltete klinische Untersuchung, nicht-invasive Venendiagnostik und Fragebögen zur Anamnese. Im Gegensatz zur Bochumer Studie wurde in der Weilheimer Studie bezüglich der apparativen Diagnostik die Photoplethysmographie an beiden Beinen sowie stets bei allen Schülern durchgeführt. Außerdem wurde zusätzlich noch die Venenverschlussplethysmographie als Untersuchungsmethode eingeführt.

Während in der Bochumer Studie nur in der 5. 9. und 13. Klasse Untersuchungen stattfanden, wurden in der Weilheimer Studie jährlich Untersuchungen an der gleichen Kohorte durchgeführt, so dass Veränderungen schneller erkannt und dem Entstehungszeitpunkt genauer zugeordnet werden konnten. Durch den kürzeren Abstand erinnerten sich die meisten Schüler auch noch an die Untersuchungen, was den Ablauf vereinfachte und beschleunigte.

Die Kohortengröße der Weilheimer Studie war zwar vergleichsweise klein, allerdings wurde eine sehr hohe Anzahl an Parametern erhoben und dabei konsequent bei allen Schülern das festgelegte Studienprotokoll eingehalten.

Im ersten Jahr der Studie, 1997, konnten von 184 Schülern der 5. Jahrgangsstufe des Weilheimer Gymnasiums 180 rekrutiert werden, davon 93 (52%) Mädchen und 87 (48%) Jungen. Dies entspricht einer Drop-Out Rate von nur 2,2%. Die Gesamt-Drop-out-Rate von 1997 mit 180 Teilnehmern bis 2005 mit 108 Teilnehmern betrug 40%, bedingt durch Schulwechsel, Auslandsaufenthalte oder auch mangelnde Motivation seitens der Schüler. Vor der Untersuchung im Jahr 2000 konnte durch nochmaligen Aufruf und Motivation zur Teilnahme in einem Vortrag für Schüler und Eltern vorübergehend wieder eine höhere Teilnahmequote erzielt werden, die danach allerdings wieder absank.

An der Bochumer Studie I nahmen von 1194 Schülern nur 740 (62%) teil, was einer Drop-out-Rate von 38% entspricht. Dabei ist unklar, ob eine venenspezifische Selektion, durch möglicherweise stärkere Motivation, auch seitens der Eltern, bei bereits Erkrankten oder familiär Vorbelasteten, stattgefunden hatte. Die Gesamt-Drop-out-Rate von der Bochum Studie I (749 Schüler) bis zur Bochum Studie III (459 Schüler) ist mit 38% mit der der Weilheimer Studie vergleichbar. Die Autoren

beschreiben den ausgefallenen Teil der Probanden als randomisierte Gruppe, bei der keine den venösen Status betreffende Selektion stattgefunden habe.

Zu- und Abwanderungen der Schüler, die z.B. aufgrund von Auslandsaufenthalten oder Krankheit nur zwischenzeitlich in einem Studienjahr abwesend waren, wirkten sich, obwohl dabei keine venenspezifischen Motive zugrunde lagen, durch die kleine Kohortengröße in der Weilheimer Studie, teilweise leider auch auf die Zusammensetzung der erfassten Befunde aus, was vor allem bei den klinischen wie auch bei den Dopplerbefunden zu Schwankungen der dokumentierten Häufigkeiten führte. Da in dieser Arbeit hauptsächlich der Vergleich des ersten und letzten Studienjahres, im Rahmen einer Endpunktanalyse, im Vordergrund steht, beeinträchtigen die Fluktuationen im Verlauf diese Arbeit nicht besonders und sollen lediglich an den entsprechenden Stellen Erwähnung finden.

Das Geschlechterverhältnis war sowohl in der Weilheimer als auch in der Bochumer Studie, mit knapp über 50% Mädchen und knapp unter 50% Jungen, im Verlauf relativ konstant. Das gleiche, relativ ausgeglichene, Verhältnis bestand bei den Querschnittsuntersuchungen von Heede und Strejcek, bei Tikhonov war es genau umgekehrt. Die Altersspanne der Schüler in der Weilheimer Studie war mit 9 bis 20 Jahren vergleichbar mit den anderen Studien, dort wurden Probanden zwischen 6 und 20 Jahren untersucht, nur Griton und Schadeck schlossen schon Kleinkinder im Alter von 2 Jahren in ihr Kollektiv ein.

Da neben der Weilheimer nur bei der Bochumer Studie eine weitere prospektive Longitudinalstudie mit eindeutig festgelegtem Studienprotokoll vorliegt, ist der Vergleich mit den anderen Studien, deren Datenqualität sehr unterschiedlich ist, schwierig. Für eine bessere Vergleichbarkeit der erhobenen Daten wäre es sinnvoll, wenn in zukünftigen Studien ebenfalls standardisierte Studienprotokolle angewandt würden. In dieser Arbeit wurde ein mögliches Beispiel für ein zukünftig anwendbares Protokoll vorgestellt.

4.2 Klinisch sichtbare Venenveränderungen

In der Edinburgh Vein Study, mit 1566 Teilnehmern zwischen 18 und 64 Jahren, fand sich eine Stammvarikose bei 40% der Männer und 32% der Frauen. Mehr als 80% aller Probanden zeigten milde Besenreiser und retikuläre Varizen. Schon bei den jungen Erwachsenen zwischen 18 und 24 Jahren war eine Stammvarikose bei 11,5%

vorhanden.²¹ Die nachfolgend erörterten Studien zeigen, dass das Vorkommen venöser Veränderungen auch im Kindes- und Jugendalter bereits klinische Relevanz hat.

In der Studie von Griton und Schadeck³¹ wurden schon rein palpable Venenveränderungen als positiver Befund gewertet. Dabei fanden sich bei 96% der Probanden zwischen 2 und 17 Jahren pathologische Befunde bei mindestens einer Saphenavene. Sichtbare Venenerweiterungen waren dagegen nur in 7% zu finden. Die hier beschriebenen Ergebnisse wirken trotz Vorhandenseins eines Risikokollektivs sehr extrem, der große Unterschied zwischen palpablen und klinisch sichtbaren Befunden erscheint fragwürdig und schwer nachvollziehbar.

Heede³⁴ erfasste in der klinischen Untersuchung auch schon minimale venöse Veränderungen wie Besenreiser und retikuläre Varizen. Zudem wurden insuffiziente Perforansvenen und Crosseinsuffizienz untersucht. Bei 5% der 8- bis 9-jährigen und 31% der 11.- bis 12-jährigen Schüler fanden sich „meist sehr diskrete multilokuläre Phlebopathien“, bei den 14-15-Jährigen wurden es mit 35% nicht signifikant mehr. Bei den 17-18-Jährigen wurde mit 50% ein Peak erreicht. Mädchen waren mit 2/3 häufiger betroffen als Jungen mit 1/3. Nach Elimination der als „sehr diskret“ eingestuft Befunde blieben bei den 11-12-, sowie den 14-15-Jährigen noch etwa 15%, bei den 17-18-Jährigen waren es noch 24% mit ausgeprägteren Phlebopathien. Das Geschlechterverhältnis blieb mit 1:1,7 Jungen zu Mädchen erhalten. Bei den 8- bis 9-jährigen wurden noch keine ausgeprägteren Befunde entdeckt, echte ausgebildete Varizen wurden überhaupt nicht gefunden.

Horáková-Nedvídková und Hlousková³⁷, die sowohl minimale Veränderungen als auch manifeste Varizen dokumentierten, fanden bei 45,6% der 741 untersuchten Schulkinder im Alter von 6-14 Jahren retikuläre Varizen. Bei 13,9% waren bereits entwickelte Varizen vorhanden, vorwiegend der V. saphena magna, dies betraf mit 18,6% doppelt so viele Jungen wie Mädchen mit 9,4%.

Bei Strejcek⁸⁰ wurde nur eine manifeste Varikosis als klinischer Befund dokumentiert, leichte Veränderungen wurden nicht beschrieben. Bei den 419 untersuchten Schülern zwischen 8 und 13 Jahren fanden sich insgesamt bei 7,1% der Jungen und

bei 10,4% der Mädchen variköse Venenveränderungen an den Beinen. Bei den 8- bis 9-Jährigen waren 4,9% der Jungen und 8,8% der Mädchen betroffen. Bei den 10- bis 11-Jährigen stieg der Anteil auf 8,4% der männlichen und 10,9% der weiblichen Probanden. Mädchen waren häufiger betroffen als Jungen, ein Seitenvergleich wurde nicht vorgenommen. Besenreiser zeigten sich bei 3,2% und Veränderungen der V. saphena magna bei 2,3%, beides häufiger bei Mädchen. Bei Veränderungen der V. saphena parva und der Perforansvenen sowie retikulären Varizen ergab sich keine Geschlechterdifferenz.

In der Bochumer Studie^{72; 74; 76; 73;85} wurden variköse Befunde dokumentiert. Bei den 10- bis 12-Jährigen wurden weder Stamm- noch Seitenastvarizen oder insuffiziente Perforansvenen und Besenreiser gefunden. Als erste Form einer Varikosis kamen retikuläre Varizen bei 10,2% der Schüler vor. In der Bochumer Studie II waren bei 1,7% der 14- bis 16-Jährigen eine Stammvarikose, bei 0,8% eine Seitenastvarikose, bei 4,1% eine Perforansinsuffizienz, bei 30,3% retikuläre Varizen und in 3,7% Besenreiser vorhanden. Bis zur Bochum Studie III stiegen die Häufigkeiten der Venenveränderungen weiter an, es fanden sich bei 3,3% der 18 bis 20-jährigen Schüler eine Stammvarikose, bei 5% eine Seitenastvarikose, bei 5,2% eine Perforansinsuffizienz, bei 35,5% retikuläre Varizen und bei 12,9% Besenreiser. Auch bei den 18- bis 20-Jährigen war keiner der Befunde besonders ausgedehnt oder auffällig. Retikuläre Varizen und Besenreiser fanden sich überwiegend bei den Mädchen, die Jungen hingegen waren häufiger von einer Stammvarikose betroffen. Insgesamt ergab sich bei der Prävalenz venöser Veränderungen jedoch kein wesentlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern.

Operationsbedürftige manifeste Venenerkrankungen schon bei Kindern und Jugendlichen werden von Tikhonov und Krieger beschrieben.

Tikhonov⁸² teilte die Studienpopulation der 8- bis 15-Jährigen nach Ausbreitung der Varikosis in 3 Gruppen ein: In Gruppe 1 befanden sich 86 Probanden (36%) mit lokaler pathologischer Venenerweiterung geringen Ausmaßes, in Gruppe 2 60 Probanden (25%) mit auf ein Segment begrenzter Varikosis (z.B. Ober- oder Unterschenkel) und in Gruppe 3 96 Probanden (40%) mit einer das ganze Bein betreffenden Stammvarikosis. Zusätzlich wurde eine starke Variabilität bei der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Venenerkrankungen beschrieben. Bei einem Teil

der Kinder der Gruppe 2 hatte sich die Varikosis schon innerhalb von 2 bis 3 Jahren verschlechtert (n=49 von 242) und über ein gesamtes Segment ausgebreitet, oder betraf dann auch die Gegenseite, bei anderen geschah dies sogar innerhalb von 1 bis 1,5 Jahren (n=34 von 242). Bei 17 der 242 Kinder traten auch Komplikationen auf wie Thrombophlebitis, Pigmentierung, Blow-out-Venen, Hautatrophie und trophische Geschwüre.

Krieger⁴⁵ schilderte einen Anteil von 200 jugendlichen Patienten ab 12 Jahren unter 4000 operierten Fällen. Er beschrieb in seinem Kollektiv venenoperierter Jugendlicher ein „respektables Varizenkonglomerat“ im Bereich der V. saphena parva bei einem 12-Jährigen, der der jüngste Patient gewesen sei. Außerdem berichtete er von einer raschen Zunahme der Auffälligkeiten im Bereich der V. saphena parva ab dem 15. Lebensjahr. Venöse Begleitbefunde wie Ödeme, Induration, Sklerose oder Ulcus cruris fand er nicht. Genauere Angaben zu den venösen Veränderungen wurden nicht gemacht.

Weder die Bochumer noch die Weilheimer Studie konnten ein solches Ausmaß an behandlungsbedürftigen Varizen bestätigen und bei keinem der Probanden traten Komplikationen wie bei Tikhonovs Patienten auf. In der Bochumer Studie wurden bis zur 13. Klasse keinerlei behandlungsbedürftige Befunde oder pathologische Begleiterscheinungen gefunden, in der Weilheimer Studie wurde hingegen bei 5 Schülern (5%) ein ausgeprägter, kontroll- bzw. behandlungsbedürftige Befund entdeckt, ein Mädchen dachte über die Sklerosierung retikulärer Varizen nach.

In der 5. Klasse wurde bei 44% der Schüler der Weilheimer Studie irgendeine Venenauffälligkeit gefunden, dabei waren die Mädchen (47%) gering häufiger betroffen als die Jungen (41%). Pathologische Varizen kamen 1997 noch gar nicht vor. Am häufigsten wurden mit 31% Auffälligkeiten der V. saphena magna festgestellt, wobei die Jungen etwas mehr betroffen waren. Dabei handelte es sich noch nicht um eine manifeste Stammvarikose, sondern nur um minimale Veränderungen („minimal changes“), als mögliche Anzeichen einer beginnenden Varikosis, wie sie auch bei Heede dokumentiert wurden. Fast genauso häufig, und bei Mädchen und Jungen etwa gleich oft, waren mit 27% retikuläre Varizen, die in der Bochumer Studie als erste sichtbare Venenveränderung beschrieben worden waren. Beide Befunde waren am rechten Bein geringfügig häufiger zu finden. Im Gegensatz zur Bochumer Studie

waren, neben den V. saphena magna Veränderungen, auch schon Veränderungen der Seitenastvenen bei 8% und eine Perforansinsuffizienz bei 2%, sowie Besenreiser und Veränderungen der V. saphena parva bei je 2% der Schüler vorhanden. Auch ein Ödem wurde nur in der Weilheimer Studie bei einer Schülerin gefunden.

In der 9. Klasse erreichte die Prävalenz der Venenauffälligkeiten einen Peak mit 83% der Jugendlichen. Der Anteil der Jungen war mit 89% höher als der der Mädchen mit 78%. Retikuläre Varizen wurden mit 78% am häufigsten gefunden, bei den Jungen waren es 80%, bei den Mädchen 74%. Veränderungen der V. saphena magna fanden sich bei 35%, die männlichen Probanden waren mit 51% stärker betroffen als die weiblichen mit 20%. Veränderungen der V. saphena parva und der Perforansvenen zeigten nur 2% (je ein Junge und Mädchen) bzw. 1% (ein Junge) der Schüler. Die prozentuale Abnahme von beobachteten Venenveränderungen nach der 9. Klasse war wohl unter anderem darauf zurückzuführen, dass unter den 12 Schülern, die nach diesem Jahr nicht mehr teilnahmen, 11 mit Venenauffälligkeiten waren.

In der 13. Klasse wurden irgendwelche Venenauffälligkeiten nur noch bei 66% der Schüler (69% der Jungen, 63% der Mädchen) gefunden und Veränderungen der Vena saphena magna nur noch bei 26% der Schüler beobachtet, wieder waren Jungen mit 46% viel häufiger betroffen als Mädchen mit 10%. Das rechte Bein war nur bei den Jungen gering häufiger betroffen. Es handelte sich bei insgesamt knapp 5% der Schüler, 4 Jungen (8%) und einem Mädchen (1,6%) um stark ausgeprägte, kontroll- bzw. behandlungsbedürftige Varizen, bei allen an beiden Beinen. Das Vorkommen von retikulären Varizen war stark gestiegen auf 50%. Hier dominierten mit 60% die Mädchen gegenüber den Jungen mit 38%. Seitenastvarizen traten bei insgesamt 12%, 15% der männlichen und 10% der weiblichen Schüler auf. Veränderungen der Vena saphena parva zeigten nur zwei der Jungen (3,8%). Besenreiser oder Perforansinsuffizienzen waren bei keinem der Probanden vorhanden.

Auch die Ergebnisse der 13. Klasse lassen große Unterschiede zwischen Weilheimer und Bochumer Studie erkennen. Gegenüber einer Häufigkeit von nur 3,3% Stamm- und 5% Seitenastvarizen in der Bochumer Studie war der Anteil in der Weilheimer Studie mit 26% V. saphena magna und 3,8% V. saphena parva Veränderungen sowie 12% Seitenastvarizen wesentlich größer. In der Bochumer Studie III waren dafür Besenreiser (13%) und Perforansinsuffizienz (5%) in relativ großer Zahl vertreten, die

in der Weilheimer Studie bis 2005 gar nicht gefunden worden waren. Nur bei den retikulären Varizen ergaben sich geringere Differenzen (W.: 50%, B.: 36%).

Die Ergebnisse von Heede und Horáková-Nedvídková, bei denen auch minimale Venenveränderungen berücksichtigt wurden, stimmen tendenziell mit der in der Weilheimer Studie beobachteten Häufigkeiten in der 5. und 13. Klasse überein. In der Weilheimer Studie stieg die Prävalenz sichtbarer Venenveränderungen von 44% auf 65%, bei Heede von 31% auf 50%, Horáková-Nedvídková ermittelte mit 46% eine ähnliche Häufigkeit bei den 6- bis 14-Jährigen. In der Bochumer Studie I dagegen werden, mit 10% Betroffener, ähnliche Zahlen berichtet wie bei Strejcek, der bei 8% der Jungen und 11% der Mädchen im Alter von 10 bis 11 Jahren variköse Veränderungen fand. Nur etwas niedriger ist die bei Griton und Schadeck berichtete Prävalenz sichtbarer Venenerweiterungen von 7%. Weilheimer Studie 1997 und Strejcek stimmen nur bei der Häufigkeit von Besenreisern mit 2% bzw. 3% ungefähr überein.

Die Unstimmigkeiten im Vergleich der Studien sind am ehesten durch die unterschiedliche Art der Befundung, in Abhängigkeit davon ob nur manifeste oder auch minimale Venenveränderungen beurteilt werden, zu erklären. Dies gilt auch für die Bochumer Studie, in der nur manifeste Veränderungen, und die Weilheimer Studie, in der schon minimale Veränderungen dokumentiert wurden.

Die Prävalenz minimaler Veränderungen der Seitenäste von 8% in der Weilheimer Studie 1997 ähnelt der in der Bochumer Studie III berichteten Prävalenz einer manifesten Seitenastvarikose von 5%. Möglicherweise weist dies auf die Entwicklung einer manifesten Varikose aus Minimalveränderungen als Vorläufer hin. Bei den Stammvarizen wurde in der Bochumer Studie III bei weitem nicht die Häufigkeit der in der Weilheimer Studie 1997 beobachteten minimal changes erreicht. Es wäre denkbar, dass sich auch bei den Bochumer Schülern in diesem Bereich erst später manifeste Veränderungen ausbilden, da die berichteten Häufigkeiten in Studien zur Epidemiologie variköser Venen im Erwachsenenalter, wie der Edinburgh Vein Study²¹ oder der Bonner Venenstudie⁶⁸, mit der Prävalenz einer Stammvarikose von rund einem Drittel bzw. einem Viertel, gut mit dem in der Weilheimer Studie beobachteten Vorkommen minimaler Veränderungen, im Sinne von Vorzeichen einer manifesten Erkrankung, übereinstimmen.

Mögliche Fehlerquellen und Schwierigkeiten bei der klinischen Untersuchung des Venenstatus stellen Unterschiede in der Raumtemperatur, ungenügend lange Stehzeit, sowie die Erfahrung des Untersuchers dar. In der Weilheimer Studie wurde stets auf konstante Untersuchungsbedingungen bezüglich einer angemessenen Raumtemperatur und ausreichend langer Stehzeit vor der klinischen Beurteilung geachtet, wodurch Venenerweiterungen besser sichtbar werden können. Die Untersuchung wurde nur von phlebologisch erfahrenen Ärzten durchgeführt und bei auffälligen Befunden zusätzlich die Meinung eines zweiten erfahrenen Arztes eingeholt. Die Auffälligkeiten wurden markiert, fotografiert und zeichnerisch auf einem Protokollblatt festgehalten.

Wie auch andere Studien zeigen, ist die Variationsbreite in der Diagnose venöser Veränderungen beim Vergleich verschiedener Untersucher beträchtlich. Daraus resultieren ebenso, wie oben schon beschrieben, stark variierende Prävalenzberichte in den verschiedenen Studien über Erwachsene.² Ein Vergleich ist daher schwierig. Ein von erfahrenen Ärzten durchgeführtes standardisiertes Untersuchungsverfahren, mit genauer Befunddokumentation, am besten auch anhand von Fotos, ist Voraussetzung für die reproduzierbare Beurteilung der Befunde und deren Beobachtung im zeitlichen Verlauf schon ab dem Stadium der minimal changes. Nur so kann die Entstehungsweise einer manifesten Varikosis mit deren Vorstufen analysiert werden. In den anderen Studien zu Kindern und Jugendlichen wurden Untersuchungsbedingungen und Beurteilungskriterien größtenteils nicht genau beschrieben. Lediglich Tikhonov gibt eine Gruppeneinteilung für die Beurteilung der Schweregrade einer manifesten Varikose an, was eine sinnvolle Maßnahme für weitere epidemiologische Studien erscheint, um die Vergleichbarkeit zu verbessern. Wie an der Weilheimer Studie ersichtlich, kann es jedoch trotz vorher festgelegter Vorgehensweise ebenfalls zu systematischen Fehlern bei der Beurteilung der klinisch sichtbaren Venenveränderungen kommen, da die Erfahrung und der persönliche Ermessensspielraum des jeweiligen Untersuchers Abweichungen verursachen. Diese Variationsbreite in der Einschätzung pathologischer Venenveränderungen, vor allem solcher im Sinne von „minimal changes“, und zudem auch die oben schon erwähnten Fluktuationen bei den teilnehmenden Schülern bewirkten in der Weilheimer Studie leider eine Inkonsistenz bei der Dokumentation der Prävalenzen in den einzelnen Jahren, die sich aber auf die hier vorliegende Endpunktanalyse nicht in besonderem Maße auswirkt.

4.3 Apparative Diagnostik

4.3.1 Ultraschall-Doppler-Valsalva-Test

Auch in der Bochumer Studie wurde die Doppler-Untersuchung mit Valsalva Pressversuch angewandt. Im Gegensatz zur Weilheimer Studie wurden außer der V. saphena magna auch noch die V. saphena parva, die V. iliaca externa und die Femoral- und Poplitealvene untersucht. Es wurde eine Einteilung nach Schweregrad vorgenommen und auch schon eine „early incompetence“ mit einem Strömungsgeräusch unter 1 Sekunde beurteilt. Für die Diagnose des Erstauffretens eines Refluxes, auch in Beziehung zu sichtbaren Venenveränderungen, genügt ebenso die Untersuchung der Crosse der V. saphena magna. Dort treten Insuffizienzen bei weitem am häufigsten auf.⁸

Ein Reflux der V. saphena magna fand sich bei den 10- bis 12-jährigen Schülern der Bochumer Studie I bei 2,9%, eine „early Incompetence“ bei 2%, es lag noch bei keinem eine Stamm- oder Seitenastvarikosis vor. In der Studie II waren es 10,4% der 14- bis 16-Jährigen mit Reflux und 5,2% mit einer „early Incompetence“, jetzt fanden sich auch Stamm- und Seitenastvarizen. Bis zur Bochum Studie III stieg die Prävalenz der V. saphena magna Refluxe nochmals leicht auf ca. 13-14% bei den 18- bis 20-Jährigen (die genauen Werte sind im vorliegenden Artikel nicht klar ersichtlich). Beim Vergleich der Geschlechter wurde bei Mädchen häufiger ein Saphenareflux gefunden als bei Jungen (V. saphena magna Reflux: Bochum I: 3,8% vs. 2,2%, Bochum II: 14,4 vs. 7,9%). Der Großteil dieser Refluxes war also im Beobachtungsintervall zwischen 5. und 9. Klasse entstanden. Da den ersten sichtbaren Stamm- und Seitenastvarizen die ersten Refluxes um 4 Jahre vorausgingen und diese im Verlauf stets eine höhere Inzidenz zeigten, sehen die Autoren einen venösen Reflux als Zeichen der Erstmanifestation einer sich entwickelnden Stammvarikosis.^{72; 74; 76; 73;85}

Bei Heede³⁴ wurden nur klinisch auffällige Crosseinsuffizienzen mit einem Handdoppler diagnostisch gesichert, da für lückenlose Kontrollen die technischen Voraussetzungen gefehlt hätten. Eine Perforansinsuffizienz fand sich ab dem 11. Lebensjahr, bei 7 (2,3%) der 11-Jährigen, davon 2 Jungen und 5 Mädchen. Insuffiziente Crosse fanden sich ab dem 14. Lebensjahr bei 7 (3,2%) der 14-18-Jährigen, davon 5 Jungen und 3 Mädchen. Eine Seitendifferenzierung wurde nicht vorgenommen. Da nicht alle Kinder dopplersonographisch untersucht wurden und zudem nicht

verdeutlicht wird, wie die Insuffizienzen, zur Indikationsstellung der Doppleruntersuchung, klinisch diagnostiziert wurden, kann ein Vergleich mit der Weilheimer und der Bochumer Studie keine relevante Aussage erbringen. Allerdings bestätigen die Dopplerbefunde immerhin, dass schon im Kindes- und Jugendalter venöse Refluxes vorkommen.

In der Studie von Griton und Schadeck mit 237 Kindern eines Risikokollektivs zwischen 2 und 17 Jahren ergab eine an nur 50 ausgewählten Kindern durchgeführte Doppleruntersuchung keinen klaren Zusammenhang zu den klinischen Befunden.³¹ Folglich wurden bisher lediglich in der Bochumer und der Weilheimer Studie verwertbare und vergleichbare Dopplerbefunde erhoben.

In der Weilheimer Studie wurde nur die Crosse der V. saphena magna untersucht, dafür aber die Befunde auch seitendifferenziert beschrieben. Da weder bei Heede noch in der Bochumer Studie ein Seitenvergleich vorgenommen wurde, ist nur ein fallbezogener Vergleich der Befunde möglich. Außerdem wurde eine Einteilung in „geringen Reflux mit komplettem Klappenschluss“ und „deutlichen Reflux mit inkomplettem Klappenschluss“ vorgenommen.

Schon bei 12% der 9- bis 12-Jährigen der Weilheimer Studie im Jahr 1997 fand sich ein positiver Dopplerbefund, danach stieg die Prävalenz stetig an, um im Jahr 2005 bei den 17- bis 20-Jährigen 50% zu erreichen. In der Bochum Studie I war der Anteil positiver Befunde bei den 10- bis 12-Jährigen wesentlich niedriger, erst im zweiten und dritten Teil der Studie wurden ähnliche Häufigkeiten wie im ersten Jahr der Weilheimer Studie erreicht. Bei Heede fanden sich Crosseinsuffizienzen überhaupt erst ab dem 14. Lebensjahr, bei 3% der 14- bis 18-Jährigen, also etwa 2 Jahre später als in der Weilheimer und der Bochumer Studie, in der Häufigkeit der Bochum Studie I mit zwei Jahre jüngeren Kindern entsprechend.

Ein deutlicher Reflux mit inkomplettem Klappenschluss wurde 1997 noch bei keinem der Schüler gefunden, sondern trat überhaupt erst ab 2004 auf, bei den 17- bis 20-Jährigen waren 5 Schüler (5%) betroffen, ein Mädchen beidseits. Wenn man also nur die ausgeprägteren Befunde vergleicht, wäre die Prävalenz in der Weilheimer Studie eher ähnlich der Prävalenz bei Heede.

1997 ergab sich in der Weilheimer Studie noch kein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden, bei der Seitendifferenzierung war nur bei den

Mädchen das rechte Bein etwas häufiger betroffen. Ab einem Alter von 12 bis 15 Jahren stieg die Prävalenz bei den Jungen verhältnismäßig stärker an, so dass 2005 mit 60% fast doppelt so viele Jungen einen positiven Befund aufwiesen wie Mädchen mit 35%, bei den ausgeprägten Befunden mit inkomplettem Klappenschluss gab es keinen großen Unterschied mit 2 Jungen und 3 Mädchen. Davon war der Klappenschluss bei einem Mädchen beidseits inkomplett, bei einem war auf der anderen Seite gar kein Reflux, der Rest hatte auf der anderen Seite einen geringen Reflux mit Klappenschluss. Eine Seitendifferenz bestand wieder nur bei den Mädchen, wobei jetzt das linke Bein etwas überwog.

In der Bochumer Studie I und II wurde im Gegensatz dazu fast doppelt so häufig bei Mädchen wie bei Jungen ein Reflux der V. saphena magna diagnostiziert. Bei Heede waren es, wie in Weilheim, auch mehr Jungen als Mädchen (5 vs. 3).

In der Bochumer Studie wurden venöse Refluxe als Vorboten einer Stammvarikosis vermutet, da sie dort vor den ersten Stamm- und Seitenastvarizen auftraten um im Verlauf eine höhere Inzidenz zeigten. Im Gegensatz dazu war in der Weilheimer Studie die Häufigkeit der positiven Dopplerbefunde (12%) 1997 niedriger als die Häufigkeit der beobachteten klinischen Auffälligkeiten (44%), sogar allein Veränderungen der V. saphena magna (31%) wurden schon öfter gefunden. Auch im Verlauf blieb die Prävalenz der ermittelten Refluxe hinter den klinisch sichtbaren Stammvenenveränderungen zurück. Dies kann allerdings daran liegen, dass schon minimale Veränderungen der Venen dokumentiert wurden, bei denen möglicherweise noch keine Insuffizienz vorlag. Stark ausgeprägte Befunde fanden sich in der Weilheimer Studie nur in den letzten Jahren in geringer Häufigkeit, 2005 in knapp 5%, so dass zumindest diesen eine höhere Refluxhäufigkeit voranging. Von den 5 Schülern mit starkem Reflux und inkomplettem Klappenschluss hatten 2 stark ausgeprägte V. saphena magna Varizen, die anderen zeigten keine Stammvenenveränderungen. Von den 5 Schülern mit beidseits ausgeprägtem klinischen Befund fand sich bei 3 kein Reflux, bei 2 ein Reflux mit komplettem bzw. verzögertem Klappenschluss auf der einen und inkomplettem auf der anderen Seite. Auch ein starker Reflux scheint also nicht unbedingt mit einem ausgeprägten klinischen Befund einhergehen zu müssen, und umgekehrt eine ausgeprägte Varikosis nicht mit einem Reflux.

Im Verlauf waren die Prävalenzen der positiven Dopplerbefunde Schwankungen unterworfen, die wohl am ehesten auf die Zu- und Abwanderungen der Schüler und

daraus entstehende leicht unterschiedliche Kohortenzusammensetzungen zurückzuführen sind. Warum ein derart großer Unterschied bei der Refluxhäufigkeit zwischen der Weilheimer und der Bochumer Studie besteht, ist unklar. Möglicherweise liegt eine technisch bedingte Abweichung zugrunde. Auch ist die Doppleruntersuchung stark von der Erfahrung des jeweiligen Untersuchers abhängig.

Die hohe Anzahl an erkannten Refluxen, auch schon in Anfangsstadien, in der Weilheimer Studie bekräftigt die Bedeutung der Doppleruntersuchung im Rahmen der Früherkennung von Risikopatienten in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung einer Varikosis, und somit möglichen Prophylaxe des Fortschreitens der Erkrankung. Als einfache und kostengünstige nicht-invasive Methode, ist die Anwendung des Ultraschall-Dopplers auch in zukünftigen Studien zu Venenerkrankungen zu empfehlen.

4.3.2 Digitale Photoplethysmographie (D-PPG)

Die D-PPG stellt bei Erwachsenen eine schnelle und kosteneffektive nicht-invasive Methode zur Diagnosesicherung oder Feststellung des Schweregrades einer Venenerkrankung dar, die heutzutage routinemäßig angewandt wird. Für die Bewertung der Venenfunktion sind die klinisch relevantesten Parameter die venöse Pumpleistung (V_0 in %) und die venöse Wiederauffüllzeit (T_0 in Sekunden).⁷⁵

Da in den Studien von Strejcek und in der Bochumer Studie lediglich die Wiederauffüllzeit dokumentiert wurde, soll auch nur diese im Vergleich erörtert werden.

Erstmalig wurden in der Bochumer Studie die Veränderungen der venösen Pumpfunktion bei Jugendlichen in einer Longitudinalstudie dokumentiert. Allerdings wurde in der Bochumer Studie I nur bei einem Teil der Kinder (419 von 740) eine photoplethysmographische Messung vorgenommen, da das Gerät nicht von Anfang an zur Verfügung gestanden habe, und, außer bei auffälligen Befunden, wurde nur das rechte Bein untersucht. Die in der Bochumer Studie I insgesamt gemessene mittlere venöse Wiederauffüllzeit T_0 aller Probanden betrug $24,6 \pm 13,2$ s, in der Bochumer Studie II stieg der Mittelwert auf $39,9 \pm 18,4$ s. Die Autoren der Bochumer Studie halten diese Methode allerdings für Kinder und Jugendliche nicht geeignet, da in diesem Alter nicht pathologische von pathologischen Werten kaum zu unterscheiden seien. Bis zur Studie III ergab sich kein Unterschied der

photoplethysmographischen Befunde zwischen Jugendlichen mit sichtbaren Stamm- oder Seitenastvarizen und denen der gesunden Jugendlichen.^{72-74;76;85}

Stücker et al.⁸¹ untersuchten eine Gruppe von 73 gesunden Probanden, ohne klinisch sichtbare Varikose und ohne Refluxbefund in der Doppleruntersuchung, die Teil der Bochumer Studie waren. Die Messungen fanden zu vier Zeitpunkten statt, im Alter von 10 bis 12 (Bochum Studie I), 14 bis 16 (Bochum Studie II), 18 bis 20 (Bochum Studie III) und 29 bis 31 Jahren (Bochum Studie IV). Dabei zeigte sich eine Verlängerung der medianen venösen Wiederauffüllzeit von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter: Es ergaben sich Wertebereiche von 10,1 bis 20s in der Bochum Studie I, 10,1 bis 30s in II, 40,1 bis 50s in III und IV, die Medianwerte stiegen von 24s auf über 45s. Beim Vergleich zwischen den Untergruppen C0 (ohne sichtbare Venenveränderung) und C1 (Teleangiektasien und/oder retikuläre Varizen), nach CEAP-Klassifikation (C=klinische Zeichen, E=Ätiologie, A=Anatomie, P=Pathophysiologie), fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Wiederauffüllzeit. Bei den männlichen Probanden wurden höhere Wertebereiche gefunden als bei den weiblichen, der Unterschied war allerdings nicht signifikant. Die Autoren halten die Messungen der venösen Muskelpumpe bei der Untersuchung venöser Störungen im Kindes- und Jugendalter nicht für sinnvoll, da die Muskelpumpe erst noch reifen müsse.

Strejcek⁸⁰ untersuchte 419 Kinder im Alter von 8 bis 13 Jahren. Die Messergebnisse beurteilte er nach den Normalwerten für Erwachsene, mit einer T_0 über 25s als normal, T_0 zwischen 20 und 24s als venöse Insuffizienz Grad I, T_0 zwischen 19 und 10s als Grad II und T_0 kleiner 10s als Grad III. Auf diese Weise fand er bei 44 Jungen (11%) und 76 Mädchen (17%) eine venöse Störung. Eine solche Beurteilung anhand der Erwachsenenwerte erscheint allerdings nicht angemessen, da davon auszugehen ist, dass sich bei Kindern und Jugendlichen andere Normwerte ergeben.

Bei den in der Weilheimer Studie errechneten Mittelwerten der D-PPG ergaben sich zum Teil hohe Standardabweichungen, in der Bochumer Studie waren diese jedoch noch größer. Insgesamt wurde bei den Schülern der 5. Klasse für die mittlere venöse Wiederauffüllzeit T_0 ein Wert von $33,8 \pm 8,5s$ ermittelt, was die sehr kurze Wiederauffüllzeit in der Bochumer Studie für 5.-Klässler von $24,6 \pm 13,2s$ nicht bestätigt und

eher gegen die These einer nicht ausgereiften Muskelpumpe spricht. In beiden Studien wurde im Verlauf eine Verlängerung der Wiederauffüllzeit beobachtet. In der Bochumer Studie wurde schon 2001 eine T_0 von $39,9 \pm 18,4s$ erreicht, in der Weilheimer Studie ergab sich ein ähnlicher Wert erst in der 13. Klasse mit einer T_0 von $39,1 \pm 5,3s$. Ein wie in der Bochumer Studie beobachteter schneller und starker Anstieg der Werte von der 5. bis zur 9. Klasse war hier nicht zu finden, vielmehr verlängerte sich die venöse Wiederauffüllzeit in geringerem Maße langsam über den gesamten Studienverlauf. Möglicherweise lag in der Bochumer Studie I ein technisches Problem vor, was den rapiden Anstieg von extrem niedrigen zu so hohen Werten erklären könnte.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern war in der Weilheimer Studie nicht ersichtlich, auch in der Untersuchung von Stücker et al. wurden lediglich nicht signifikant höhere Wertebereiche bei den männlichen Probanden gefunden. Bei Strejcek dagegen fanden sich mehr pathologische Werte, also eine kürzere Wiederauffüllzeit, bei den Mädchen. Ein Seitenvergleich beider Beine fand nur in der Weilheimer Studie statt, es ergaben sich aber keine wesentlichen Differenzen.

Zusätzlich wurden in der Weilheimer Studie die Mittelwerte von Schülern mit unauffälligem klinischen sowie Dopplerbefund, mit denen der Schüler mit auffälligem klinischen und/oder Dopplerbefund verglichen. Auch hier ergaben sich jedoch im gesamten Verlauf keine wesentlichen Unterschiede, was daran liegen könnte, dass bei den Probanden noch keine ausgeprägte Beeinträchtigung des Blutflusses vorlag, da die pathologischen Veränderungen sich eher noch im Anfangsstadium befanden und es sich meist noch nicht um fortgeschrittene Befunde mit chronischer Schädigung der Gefäße handelte.

Die Qualität der gewonnenen Messwerte ist abhängig von der Mitarbeit des Probanden und damit extrem fehleranfällig. Daher wurde der Messablauf in der Weilheimer Studie bei falscher Durchführung korrigiert und wiederholt. Allerdings konnten sich die meisten Schüler, nach leichten Startschwierigkeiten im ersten Jahr, mit der Zeit gut an die Untersuchungsabläufe der Vorjahre erinnern und gaben sich große Mühe bei der Durchführung, so dass die Messungen überwiegend problemlos verliefen und Messfehler durch mangelnde Compliance weitgehend ausgeschlossen werden können. Da es sich hier um Gymnasiasten handelte, ist fraglich, ob der

Untersuchungsablauf in einem anderen Kollektiv, mit möglicherweise niedrigerem Bildungsniveau, genauso unkompliziert und im selben Zeitrahmen stattfinden könnte. Auch auf eine angemessene konstante Temperatur im Untersuchungsraum wurde geachtet, da es hier ebenfalls zur Verfälschung der Messwerte kommen kann.

Insgesamt betrachtet ist die D-PPG wohl eher nicht geeignet bei Kindern und Jugendlichen, da bei nur kurz bestehenden Veränderungen die Messwerte im Vergleich zwischen den Probanden mit pathologischen und nicht pathologischen klinischen Befunden keinen relevanten Unterschied aufwiesen und somit eine Früherkennung und Erfassung präklinischer Stadien nicht möglich ist. Auch kann kein „normaler“ Bewertungsmaßstab ($T_0 > 25s$) wie bei Erwachsenen verwendet werden, da sich für Kinder offensichtlich andere Messwerte ergeben. Um die Hämodynamik der kindlichen Beinvenen nach den Messwerten der D-PPG zu beurteilen, muss die Bedeutung der Messwerte bei Kindern erst genauer erforscht und Normwerte ermittelt werden, was in dieser Arbeit erstmals in Angriff genommen wurde. Die 2005 beobachtete Annäherung an die Erwachsenen-Normwerte spricht für einen normalen Verlauf der Messwertveränderungen bei den Weilheimer Schülern.

4.3.3 Venenverschlussplethysmographie (VVP)

Die VVP ist eine gut dokumentierte und verlässliche Methode für quantitative Messungen des Blutflusses in den Extremitäten, wie z.B. bei der Diagnostik einer tiefen Beinvenenthrombose, die allerdings nur in Kombination mit weiteren Untersuchungen unter Berücksichtigung der klinischen Befunde angewendet werden sollte.^{3;29;61} Die klinisch relevantesten Parameter sind der venöse Abstrom (V_0 in %/min) und die venöse Kapazität (VC in %).⁷⁵

Für Kinder und Jugendliche konnte allerdings nur ein Bericht über Messwerte in der Literaturrecherche gefunden werden: Mortensson et al.⁶⁴ untersuchten anhand der VVP den arteriellen Einstrom und den venösen Abstrom bei 85 Kindern zwischen 3 und 16 Jahren, von denen die meisten einen Herzfehler hatten. In der Gruppe der 9- bis 16-Jährigen ($n=45$) waren die Werte für den arterielle Einstrom $3,9 \pm 1,6$ (MW \pm SD) und für den venösen Abstrom $65,5 \pm 11,3$ (MW \pm SD). In der jüngeren Gruppe wurden signifikant niedrigere Werte gemessen, ein klinisch relevanter Unterschied zwischen den Geschlechtern fand sich nicht. Da es sich bei den Teilnehmern dieser Studie um meist herzkrankte Kinder handelt, sind die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar.

In der Weilheimer Studie ergab sich für den venösen Abstrom im Jahr 1997 ein Mittelwert von $54,3 \pm 23,9\%/min$, der im Verlauf stärkere Schwankungen zeigte und bis 2005 leicht auf $60,3 \pm 17,4\%/min$ anstieg. Die Mittelwerte lagen immer im Erwachsenen-Normbereich von $>30\%/min$. Die Verlaufswerte ähneln dem bei Mortensson ermittelten Wert für den venösen Abstrom bei 9- bis 16-Jährigen.

Auch beim arteriellen Einstrom finden sich im Verlauf vergleichbare Messwerte, allerdings gab es auch hier stärkere Schwankungen. Insgesamt sank der arterielle Einstrom von $3,3 \pm 2,1\%/min$ auf $2,3\%/min$ ab. Bei der venösen Kapazität änderte sich im Vergleich zwischen 5. ($2,5 \pm 1,0\%$) und 13. ($2,8 \pm 0,9\%$) Klasse nicht viel, es waren im Verlauf ebenfalls leichte Schwankungen vorhanden, der Erwachsenen-Normwert von 3% wurde im Verlauf nur teilweise erreicht.

Wie bei Mortensson war kein wesentlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern ersichtlich, auch die Seitendifferenzen waren vernachlässigbar. Außerdem wurden für die VVP ebenfalls die Mittelwerte von Probanden mit unauffälligem klinischen sowie Dopplerbefund und Probanden mit auffälligem klinischen und/oder Dopplerbefund getrennt berechnet, dabei zeigten sich keine wesentlichen Differenzen. Auch hier könnte der Grund dafür sein, dass noch keine langwierigen fortgeschrittenen Schädigungen, sondern überwiegend frühe Stadien vorlagen, so dass die vermutlich höchstens geringgradigen Gefäßfunktionsstörungen mittels VVP noch nicht zu detektieren waren. Somit ist auch die VVP für die Früherkennung von Venenerkrankungen bei Kindern in präklinischen Stadien wohl eher nicht geeignet.

Eine korrekte Beurteilung der Messwerte ist aufgrund fehlender Normwerttabellen für Kinder nicht möglich. In dieser Arbeit wurde eine Normwertberechnung durchgeführt, die einen ersten Anhaltspunkt in diese Richtung geben soll.

Der Untersuchungsablauf funktionierte durchgehend problemlos, alle Kinder blieben während der Messung ruhig liegen. Lediglich der Druck der Staumanschette von sonst 80mmHg musste im ersten Jahr auf 60mmHg reduziert werden, da er im Probelauf nicht von allen Kindern toleriert worden war. Eine ausreichende Okklusion durch den Manschettendruck von 60mmHg war in allen Fällen gegeben und wurde auch von Blazek und Schultz-Ehrenburg⁴ bei der Untersuchung von Erwachsenen angewandt. Die Größe der Strain-Gauge-Sonden wurde je nach Wadenumfang des Probanden individuell ausgewählt.

4.4 Pubertätsentwicklung

4.4.1 Stimmbruch und Menstruation

In der 9. Klasse, im Jahr 2000, wurden die Schüler und Schülerinnen der Weilheimer Studie erstmals zu Stimmbruch bzw. Menstruation befragt.

Im Jahr 2000 waren 56% der 12- bis 15-jährigen Jungen im Stimmbruch, 2 (3%) Jungen gaben den Beginn des Stimmbruchs schon im Jahr 1998 an, 7 (10,6%) im Jahr 1999. Bis 2001 berichteten dreiviertel und im Jahr 2005 92% der Jungen den Stimmbruch durchzumachen, bzw. hinter sich zu haben.

Den Eintritt in die Menarche hatten in der 9. Klasse bereits etwa 71% der Mädchen hinter sich, ein Mädchen (1%) hatte schon seit 1997 ihre Menstruation, 16 (21%) seit 1998 und 20 (26%) seit 1999. 22% hatten den Beginn ihrer Menarche im Jahr 2000. Ab 2004 gaben alle Mädchen an, eine Regelblutung zu haben.

Die anhand des Stimmbruchs bzw. der Menstruation nachvollziehbare Pubertätsentwicklung fand bei den Jungen also hauptsächlich zwischen 1999 (7. Klasse) und 2001/2002 (10. Klasse) statt und war 2005 noch nicht bei allen abgeschlossen, bei den Mädchen fand die Entwicklung insgesamt früher statt als bei den Jungen, und vollzog sich hauptsächlich von 1998 bis 2001/2002 (6. bis 10. Klasse).

Die hier beschriebene Entwicklung steht im Einklang mit der im KiGGS (Kinder- und Jugendgesundheitsurvey)⁴⁰ berichteten sexuellen Reifung von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Auch dort wurde bei den Mädchen ein steiler Anstieg beim Eintritt in die Menarche auf etwa 90% bis zum 14. Lebensjahr beobachtet, worauf nur noch eine geringe Zunahme folgte. Genauso wurde ein späterer Eintritt in den Stimmbruch bei Jungen festgestellt, die mit 14 Jahren erst zu gut dreiviertel über beginnenden oder vollendeten Stimmbruch berichteten und diesen zu einem größeren Teil (rund 6%) mit 18 Jahren immer noch nicht abgeschlossen hatten.

Der Zusammenhang zwischen Pubertätsentwicklung und Venenveränderungen muss noch genauer untersucht werden.

4.4.2 Geschlecht

Das Geschlechterverhältnis war sowohl in der Weilheimer als auch in der Bochumer Studie mit knapp über der Hälfte Mädchen (Weilheim: 52% - 57%, Bochum: 54% - 56%) und knapp unter der Hälfte Jungen (W.: 43% - 48%, B.: 44% - 46%), über den gesamten Verlauf relativ ausgeglichen. In etwa das gleiche Verhältnis bestand auch bei den Querschnittsuntersuchungen von Heede³⁴ und Strejcek⁸⁰, bei Tikhonov⁸² war

es genau umgekehrt, bei Horáková³⁷ wurde das Verhältnis nicht beschrieben. Das leichte Überwiegen des Anteils an Mädchen bei den Gymnasiasten der Weilheimer und der Bochumer Studie mag mit einer allgemein besseren Compliance die Teilnahme betreffend, oder einer Selektion durch Schulleistungen zusammenhängen.

In der klinischen Untersuchung fanden sich schon 1997 bei etwas mehr Jungen (33%) als Mädchen (28%) Auffälligkeiten der V. saphena magna, insgesamt waren Mädchen nur leicht häufiger von Venenveränderungen betroffen (47% vs. 41%).

2005 war das Geschlechterverhältnis insgesamt bei Venenveränderungen immer noch relativ ausgeglichen, mit nur etwas größerem Jungenanteil (m: 69% vs w: 63%), jedoch zeigte ein wesentlich höherer Anteil der Jungen Auffälligkeiten der V. saphena magna (46% vs. 10%), auch bei Seitenastvarizen waren die Jungen leicht häufiger und bei Veränderungen der V. Saphena parva waren ausschließlich Jungen betroffen. Ebenso handelte es sich bei mehr Jungen (n=4) als Mädchen (n=1) um einen stark ausgeprägten Befund. Die Mädchen dagegen zeigten wesentlich häufiger retikuläre Varizen (60% vs. 38%). Perforansvarizen und Besenreiser gab es gar nicht. Auch bei Schultz-Ehrenburg in der Bochum Studie III fanden sich, im Einklang mit der Weilheimer Studie 2005, retikuläre Varizen überwiegend bei den Mädchen, und eine Stammvarikosis häufiger bei Jungen, in beiden Studien ohne Geschlechterdifferenz bei der Gesamthäufigkeit venöser Veränderungen. Horáková berichtete ebenfalls von einer fast doppelt so hohen Prävalenz entwickelter Varizen schon bei Jungen zwischen 6 und 14 Jahren. Gegensätzliche Beobachtungen dokumentierten Heede, mit zahlreicheren Venenveränderungen bei Mädchen, im Verhältnis von zwei Dritteln zu einem Drittel gegenüber Jungen, wobei sich in seinem Kollektiv Jugendliche bis 18 Jahre befanden, und Strejcek, mit häufigeren Auffälligkeiten der V. saphena magna bei Mädchen, wobei es sich dabei um Kinder zwischen 8 und 13 Jahren handelte. Besenreiser waren bei Strejcek, wie in der Bochumer Studie, bei Mädchen häufiger, die V. saphena parva und die Perforansvenen waren bei Jungen und Mädchen gleich häufig verändert.

Im Doppler wurde in der Bochumer Studie I und II fast doppelt so häufig und in der Bochumer Studie III etwa um ein Viertel häufiger bei Mädchen als bei Jungen ein Reflux der V. saphena magna diagnostiziert. Die Autoren nehmen daher an, dass sich das Geschlechterverhältnis bei den klinisch sichtbaren Befunden in Zukunft

ändern könnte, wenn bei den Mädchen auch noch Schwangerschaft als Risikofaktor hinzukommt.^{73;76} In der Weilheimer Studie ergab sich dagegen 1997 dopplersonographisch noch kein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden. Im Gegensatz zur Bochumer Studie stieg aber ab einem Alter von 12 bis 15 Jahren die Prävalenz bei den Jungen verhältnismäßig stärker an, so dass 2001 (9. Klasse) etwa 1,4 mal so viele Jungen und 2005 mit 60% annähernd doppelt so viele Jungen einen positiven Befund aufwiesen wie Mädchen (35%). Bei den ausgeprägten Befunden mit inkomplettem Klappenschluss gab es keinen großen Unterschied mit 2 Jungen und 3 Mädchen. Auch bei Heede fand sich bei minimal mehr Jungen als Mädchen ein Reflux. Strejceks Ergebnisse dagegen passen zu denen der Bochumer Studie mit mehr varikösen Venenveränderungen bei Mädchen in beiden untersuchten Altersgruppen. Bei Strejcek waren gleichzeitig bei den Mädchen auch mehr V. saphena magna Veränderungen zu finden als bei den Jungen.

Ob die von den Autoren der Bochumer Studie vermutete Änderung der Geschlechterverhältnisse bei den klinischen Befunden aufgrund der bei Mädchen höheren Prävalenz von Refluxen in der Weilheimer Studie eine Rolle spielen wird, scheint fraglich, da die Jungen hier auch bei den Crosseinsuffizienzen extrem überwogen. Außerdem wurde in zahlreichen Studien an Erwachsenen eine höhere Prävalenz Variköser Veränderungen bei Männern berichtet: Bei Chiesa et al.¹² fanden sich sowohl Stammvarikosis (55% vs. 43%) als auch Saphenareflux häufiger bei Männern. Bei Frauen dagegen fanden sich mehr Teleangiektasien. Evans et al.²¹ berichteten eine höhere Prävalenz von chronisch venöser Insuffizienz und milden Varizenformen bei Männern. Weibliches Geschlecht als Risikofaktor für die Entwicklung einer Varikosis wurde in der Studie von Scott et al.⁷⁷ ermittelt, bei Carpentier et al.¹¹ nur für Varizen, die nicht von einer V. saphena ausgingen. In einer Münchner Studie konnten dagegen keine geschlechtsabhängigen Unterschiede bei den Prävalenzen ermittelt werden.¹⁹

Bei einem Kollektiv dieses Alters muss eine Auswirkung der Pubertät auf die Entwicklung venöser Veränderungen ebenso bedacht werden. Schon Krieger⁴⁵ nahm eine Entwicklung der primären Varikose im Rahmen einer Wachstumsentgleisung auf hormoneller Ebene an und Göretzlehner²⁶ berichtete einen Einfluss natürlicher Östrogene auf eine verstärkte Venenfüllung bei Varikosis. In der Weilheimer Studie war der Anstieg der positiven klinischen sowie Dopplerbefunde bei beiden

Geschlechtern vermehrt während der Hauptphase der Pubertätsentwicklung zwischen 1998 und 2001 zu beobachten. Die Bestimmung der Pubertätszeit mittels Stimmbruch und Menstruation liefert jedoch eher ungenaue Daten. Für genauere Angaben bezüglich des Einflusses der Pubertät auf die Venenveränderungen wäre eine Hormonanalyse des Blutes zur Bestimmung der hormonellen Umstellung nötig. In dieser Studie sollten aber bewusst keine invasiven Methoden bei den Kindern angewandt werden. Der Nutzen solcher Maßnahmen muss auch gut abgewogen werden, da dabei mit einer geringeren Teilnahmebereitschaft zu rechnen ist.

In der Studie von Carpentier¹¹ wurde Schwangerschaft als Risikofaktor eingestuft, und Fischer et al.²³ stellten fest, dass sich mit steigender Anzahl der Schwangerschaften ein zunehmender Anteil der Frauen „venenkrank“ fühlte.

Der geschlechtsspezifische Risikofaktor der Schwangerschaft fiel bei den Mädchen des Kollektivs bisher in der Weilheimer Studie genau wie in der Bochumer Studie weg, so dass es dadurch später noch zu einer Veränderung der Geschlechterverhältnisse kommen kann. Auch die Einnahme oraler Kontrazeptiva, die in diesem Alter, gegen Ende der Weilheimer Studie, erst begann, könnte sich, vor allem in Kombination mit Nikotinkonsum noch auf die Venenbefunde der Mädchen auswirken. Um dies festzustellen wäre allerdings die Beobachtung über einen längeren Expositionszeitraum nötig. Bei der geplanten Untersuchung 10 Jahre nach der letzten Datenerhebung könnte darauf eingegangen werden.

4.4.3 Alter

Die Altersspanne der Schüler in der Weilheimer Studie war mit 9 bis 20 Jahren vergleichbar mit den anderen Studien, dort wurden Probanden zwischen 6 und 20 Jahren untersucht, nur Griton und Schadeck³¹ schlossen schon Kleinkinder im Alter von 2 Jahren in ihr Kollektiv ein.

Bei sehr früh auftretenden Erkrankungen des Venensystems muss jedoch eher an angeborene Gefäßanomalien gedacht werden, wie z.B. eine Aplasie der Venenklappen oder das Klippel-Trénaunay-Weber-, sowie das Klinefelter-Syndrom und verschiedene Stoffwechseldefekte, die allerdings meist mit anderen auffälligen körperlichen Befunden oder auch mentaler Retardierung einhergehen.^{69;78}

Strejcek⁸⁰ fand einen Anstieg variköser Venenveränderungen von den 8- bis 9-Jährigen zu den 10- bis 11-Jährigen. Auch in der Prager Studie³⁷ wurde eine Zunahme der venösen Veränderungen der 6- bis 14-jährigen Kinder und Jugend-

lichen mit steigendem Alter beschrieben. Bei Tikhonov⁸² wurde eine schnelle Entwicklung der Erkrankung in der Pubertät beobachtet, die häufig mit starkem Längenwachstum zusammenfiel. Zwischen dem 11. und 13. Lebensjahr wurde in der Gruppe von 8 bis 15-jährigen ein Erkrankungsspeak festgestellt. Zudem wurde eine unterschiedliche Progressionsgeschwindigkeit bei den Kindern der Gruppe 2 (auf ein Segment begrenzte Varikosis) aufgezeichnet. Bei einem Teil der Kinder war die Varikosis innerhalb von 2 bis 3 Jahren über ein gesamtes Segment oder bis zur Gegenseite fortgeschritten, bei anderen geschah dies sogar innerhalb von 1 bis 1,5 Jahren. Krieger⁴⁵ berichtete von einer raschen Zunahme der operationsbedürftigen Varikose ab dem 15. Lebensjahr. Dies hielt er für einen Beleg seiner These, dass die Entstehung der primären Varikose auf einer Wachstumsentgleisung auf hormoneller Ebene beruhe.

Wie in den anderen Studien zeigte sich auch in der Weilheimer Studie ein Anstieg der Venenauffälligkeiten und des Schweregrads mit zunehmendem Alter. 1997 wurde bei 44% der Schüler der 5. Klasse irgendeine Venenauffälligkeit gefunden, pathologische Varizen kamen noch gar nicht vor, sondern nur „minimal changes“. In der 13. Klasse wurden irgendwelche Venenauffälligkeiten bei 66% der Schüler beobachtet, darunter auch 5 (5%) fortgeschrittene Befunde.

Ein positiver Dopplerbefund fand sich schon bei 12% der 9- bis 12-Jährigen der Weilheimer Studie im Jahr 1997, danach stieg die Prävalenz bis 2005 auf 50% bei den 17- bis 20-Jährigen. Ein schwerwiegenderer Befund mit deutlichem Reflux und inkomplettem Klappenschluss trat erstmals in der 12. Klasse auf. Auch in der Bochumer Studie stieg der Anteil positiver Befunde von der 5. bis zur 13. Klasse. Bei Heede fanden sich Crosseinsuffizienzen überhaupt erst ab dem 14. Lebensjahr, also etwa 2 Jahre später als in der Weilheimer und der Bochumer Studie.

Wie weiter oben schon beschrieben war in der Weilheimer Studie eine Zunahme der positiven klinischen sowie Dopplerbefunde bei beiden Geschlechtern in größerem Maße während der Hauptphase der Pubertätsentwicklung zwischen 1998 (6. Klasse) und 2001 (9. Klasse) zu beobachten. Der größte Wachstumsschub fiel ebenfalls in diese Zeitspanne, sowohl bei der Gesamtkörpergröße, wo er bei den Mädchen zwischen 5. und 6. und bei den Jungen zwischen 7. und 8. Klasse erfasst wurde, als auch bei der Beinlänge, wo er ein bis zwei Jahre verspätet folgte, bei den Mädchen zwischen 7. und 8. und bei den Jungen zwischen 8. und 9. Klasse. Diese Beobachtungen könnten sowohl Kriegers Vermutung einer Entwicklung der primären

Varikose infolge von Wachstumsentgleisungen auf hormoneller Ebene bekräftigen als auch für den bei Tikhonov festgestellten Zusammenhang zwischen Fortschreiten der Varikosis und dem Längenwachstum sprechen.

4.4.4 Rauchen und orale Kontrazeptiva

Bezüglich des Einflusses des Rauchens auf die Venenfunktion liegen unterschiedliche Erkenntnisse vor. Gourgou²⁸ stufte das Rauchen als Risikofaktor ein, Kröger⁴⁸ dagegen stellte einen protektiven Effekt fest, Lee et al.⁵⁵ fanden keinen Zusammenhang.

Die gleiche Diskrepanz findet sich in der Bewertung des Effekts oraler Kontrazeptiva: Bei Kröger⁴⁸ wurden orale Kontrazeptiva als Risikofaktor identifiziert, eine Studie²⁸ fand überhaupt keinen Zusammenhang zwischen oralen Kontrazeptiva und venöser Insuffizienz, in weiteren Studien dagegen wurde sogar ein protektiver Effekt festgestellt.^{27;39} Göretzlehner²⁶ fand heraus, dass hormonale Kontrazeptiva aus Gestagenen Venentonus und Blutfluss senken, wodurch es zu Stase und Thrombosegefahr käme, sowie, dass auch natürliche Östrogene bei Varikosis zu einer verstärkten Venenfüllung führen könnten.

Von den Weilheimer Schülern gab in der 8. Klasse, bei der ersten Befragung zum Zigarettenkonsum, nur ein Mädchen an, schon zu rauchen. Ab 2001 stieg der Anteil der Raucher, wobei die Jungen stets überwogen. 2005 gab rund ein Drittel der Schüler, 38% der Jungen und 23% der Mädchen, ihren Zigarettenkonsum zu. Sechs Mädchen (10%) nahmen gleichzeitig orale Kontrazeptiva ein.

Eine Beurteilung des Effekts von Nikotinkonsum und der Einnahme oraler Kontrazeptiva auf venöse Veränderungen wird wohl erst nach einer längeren Expositionszeit sinnvoll sein, da die meisten Schüler erst gegen Ende der Weilheimer Studie begannen zu rauchen und orale Kontrazeptiva einzunehmen. Eine Untersuchung 10 Jahre nach der letzten Studie ist geplant, so dass dann eine Aussage über diese möglichen Risikofaktoren gemacht werden kann.

Die Mädchen, die gleichzeitig orale Kontrazeptiva einnahmen und rauchten, wurden in der Studie auf das erhöhte Risiko einer venösen Thrombose hingewiesen.

4.5 Familienanamnese

Eine positive Familienanamnese wurde in diversen Studien mit Erwachsenen als Risikofaktor für die Entwicklung einer Venenerkrankung sowohl bei Männern als auch bei Frauen ermittelt. ^{19;16;55} Cornu-Thenard et al.¹⁵ untersuchten in einer Fall-Kontroll-Studie 134 Probanden zwischen 30 und 40 Jahren sowie jeweils beide Elternteile. Das dort errechnete Risiko an einer Varikosis zu erkranken betrug 90% wenn beide Eltern betroffen waren, 25% für Männer und 62% für Frauen wenn nur ein Elternteil betroffen war, und 20% wenn kein Elternteil erkrankt war. In der Tübinger Studie²³ gaben erblich vorbelastete Frauen etwa doppelt so häufig Venenerkrankungen und Beschwerden an wie die Vergleichsgruppe.

Im Rahmen einer spezifischen genetischen Komponente bei der Entstehung von Venenerkrankungen wurde in Einzelfällen eine angeborene autosomal dominant vererbte Aplasie der Venenklappen beschrieben, die schon im Jugendalter eine ausgeprägte chronisch venöse Insuffizienz verursachen kann. ⁶⁹ Dies betrifft allerdings nur Ausnahmefälle, mit denen in der Weilheimer Studie nicht zu rechnen ist.

Bei Griton und Schadeck wurden bei 227 (96%) der 237 untersuchten Kinder, deren Mütter an Varikose litten, auffällige venöse Befunde festgestellt. Allerdings ist die Erhebungsmethode der klinischen Auffälligkeiten in dieser Studie, nach der auch palpable Veränderungen als pathologisch erachtet wurden, eher fragwürdig. Ein systematischer Fehler bei der Diagnosestellung durch den Untersucher wäre denkbar. ³¹

In der Studie von Tikhonov⁸² kamen bei 69,6% der behandlungsbedürftigen Kinder variköse Veränderungen in der Familie vor, bei 41,4% waren sogar mehrere Verwandte betroffen. Es wurde bei über der Hälfte der Probanden eine Vererbung über die weibliche Linie gefunden. Wie diese Daten erhoben wurden, wird allerdings nicht beschrieben.

In der Prager Studie³⁷ waren mit 71% der an Varikose erkrankten Schüler signifikant mehr, mit mindestens einem betroffenen Mitglied des Eltern- oder Großelternpaares, familiär vorbelastet als die nicht erkrankten Schüler mit 56%. Die Autoren folgern daraus, dass bei erblich vorbelasteten Personen, in einer signifikant höheren Anzahl, Varizen früher auftreten als bei nicht Vorbelasteten. Wie die Familienanamnese erhoben wurde, ist nicht bekannt.

Auch in der Bochumer Studie wurde die Familienanamnese mit einem Fragebogen erhoben. Die Ergebnisse stehen jedoch im Gegensatz zu den vorhergehenden

Studien: Beim Vergleich des Vorkommens familiärer Venenerkrankungen bei Schülern mit und ohne venösen Reflux ergab sich kein Anhalt für einen erblichen Einfluss. Bei Schülern ohne erbliche Vorbelastung traten in der Bochumer Studie III, genauso wie bei den Schülern, bei denen beide Eltern erkrankt waren, in 44% Varizen auf, auch die Schüler mit einem betroffenen Elternteil machten mit 45% keinen Unterschied. Es zeigte sich lediglich ein leicht höherer Anteil an „großen“ Varizen bei beiden erblich vorbelasteten Gruppen (je 8%) im Vergleich zu den nicht Vorbelasteten (5%).^{73;73;85}

In der Weilheimer Studie wurde den Schülern ein Fragebogen zu Venenerkrankungen bei den Eltern und Großeltern vorgelegt. Die dort abgefragten Kategorien „Krampfadern“, „Krampfader-Operation“ und „Ulcus cruris“ wurden für die Auswertung zu der Variable „Venenerkrankung“ zusammengefasst.

Nachdem nur wenige Schüler (knapp 30%) in der 5. Klasse dazu Angaben machen konnten, wurde der Fragebogen im darauffolgenden Jahr zur Bearbeitung mit den Eltern nach Hause mitgegeben. Trotzdem konnten 10% der Schüler überhaupt keine Informationen zu irgendeinem Familienmitglied geben, davon mehr Mädchen (12%) als Jungen (8%). Eine positive Anamnese der Mutter wurde von 26% der Schüler angegeben, mit 28% etwas mehr von den Mädchen als von den Jungen mit 23%. Eine Venenerkrankung des Vaters wurde mit 14% seltener angegeben, bei den Mädchen waren es 15%, bei den Jungen 13%. 38% der Probanden, männliche und weibliche etwa gleich, berichteten von Venenerkrankungen bei der Großmutter mütterlicherseits und 35% bei der Großmutter väterlicherseits, hier waren es mehr Jungen (38%) als Mädchen (32%). Bei den Großvätern mütterlicherseits wurde von 21% eine positive Anamnese angegeben, bei Großvätern väterlicherseits von 13%, bei Mädchen und Jungen jeweils etwa gleich.

Am wenigsten bekannt war über die Großväter und Großmütter väterlicherseits. Hier konnten 36% der Schüler für den Großvater bzw. 28% für die Großmutter keine Angaben machen. Darauf folgten bei 20% fehlende Angaben über den Großvater mütterlicherseits. Sowohl die Anamnese des Vaters als auch der Großmutter mütterlicherseits waren 16% unbekannt. Zur Anamnese der Mutter konnten immerhin noch 14% nichts sagen. Zusammenfassend kann daraus der Schluss gezogen werden, dass die anamnestischen Angaben über familiäre Erkrankungen unsicher sind, nachdem so viele Schüler gar keine Aussagen machen konnten und auch mit

Hilfe der Eltern einige Fragebögen sehr lückenhaft blieben. Über die väterliche Linie war insgesamt weniger bekannt, bei Müttern und Großmüttern wurde die höchste Prävalenz an Venenerkrankungen berichtet.

Auch in der Bochumer Studie wurde ein Vorliegen von Varizen und Thrombophlebitiden bei Müttern 2,1mal häufiger berichtet als bei Vätern, in der Weilheimer Studie waren Venenerkrankungen bei Müttern 1,9mal häufiger.

Eine Studie von Weddel⁸⁴ zeigte, dass in 48% die Angaben zu Varizen bei Verwandten nicht mit dem tatsächlichen Befund übereinstimmten. Ein Störfaktor bei der Fragebogentechnik ist die Sensibilisierung erkrankter Befragter, die eher auf das Vorkommen bei anderen Familienmitgliedern achten. Dies betrifft hier vor allem die Eltern der Schüler, die den Fragebogen, auch zu Erkrankungen der Großeltern, mit ausfüllten. Die Kinder selber waren ja noch weitgehend gesund und ohne ernsthafte sichtbare Veränderungen, bei ihnen war eher von einem geringen Interesse an Familienerkrankungen auszugehen.

Genauere Kenntnisse über den Venenstatus der Eltern würde eine zusätzliche Untersuchung der Eltern liefern, die jedoch zeitaufwendig wäre. Zudem wäre es fraglich, wie viele der Eltern daran teilnehmen würden. Es ist wahrscheinlich, dass bereits Erkrankte eher zu einer Teilnahme bereit wären, was zu einem Selektionsfehler führen könnte. Auch eine erweiterte Stammbaumanalyse wäre hilfreich für die Erforschung des familiären Einflusses.

Es bleibt abzuwarten, ob sich hier bei einer Risikoberechnung eine Korrelation zwischen erblicher Vorbelastung und Venenerkrankungen ergibt.

4.6 Weitere Einflussfaktoren für Venenveränderungen

4.6.1 Anthropometrie

Bezüglich anthropometrischer Maße liegen bei Erwachsenen vor allem Studien zum Body-Mass-Index (BMI) als möglichem Risikofaktor für Venenerkrankungen vor.

In verschiedenen Studien^{16;19;28} wurde ein höherer BMI, bzw. Übergewicht, als Risikofaktor für venöse Erkrankungen eingestuft. In einer Studie von Hofer³⁶ wurde dagegen kein Zusammenhang zwischen Varikosis und erhöhtem BMI gefunden, aber ein signifikant niedrigeres Durchschnittsalter bei der Operation bei Patientinnen mit einem niedrigen BMI von $<20 \text{ kg/m}^2$. In der Edinburgh Vein Study wurde ein Zusammenhang zwischen steigender Körpergröße und Varizen gefunden.⁵⁵

Bei Tikhonov ⁸² wurde eine schnelle Entwicklung der Erkrankung in der Pubertät beobachtet, die häufig mit starkem Längenwachstum zusammenfiel. 129 der 242 untersuchten Kinder überholten ihre Altersgenossen bei der körperlichen Entwicklung, und hatten eine Körpergröße über der Norm.

In der Bochumer Studie^{72:85} wurde die Beinlänge gemessen und als wichtiger Faktor eingestuft, da die Schüler mit venösem Reflux signifikant längere Beine hatten, als die Vergleichsgruppe.

In der Weilheimer Studie wurde 1997 noch keine wesentliche Größendifferenz zwischen Mädchen und Jungen gemessen. Erst ab der 8. Klasse überholten die Jungen die Mädchen im Wachstum. Zwischen 2004 und 2005 stagnierte das Wachstum. Während der größte Wachstumsschub bei der Gesamtkörpergröße bei den Mädchen zwischen der 5. und 6. und bei den Jungen zwischen der 7. und 8. Klasse war, folgte der größte Wachstumsschub der Beine ein bis zwei Jahre später, bei den Mädchen zwischen 7. und 8. und bei den Jungen zwischen 8. und 9. Klasse. Beim Knie- und Fesselumfang wurde bei beiden Geschlechtern zwischen 6. und 7. Klasse der größte Wachstumsschub festgestellt, bei der Unterschenkellänge zwischen 7. und 8. Klasse.

Die in dieser Arbeit ermittelten anthropometrischen Maße, sowie deren Verlauf, stimmen gut mit den im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS)⁷⁹ 2007 beschriebenen Daten überein. Dort wurde ebenfalls zwischen 10. und 13 Lebensjahr bei den Mädchen eine höhere Körpergröße gemessen, mit danach folgender stärkerer Größenzunahme bei den Jungen, die, wie in der Weilheimer Studie, bis zum 17. Lebensjahr etwa 13cm größer waren als die Mädchen. Ein ähnlicher Verlauf wurde, sowohl in der Weilheimer als auch in der KiGGS-Studie, auch beim Körpergewicht beobachtet, das bei den 17-jährigen Jungen etwa 10kg im Mittel höher war als bei den Mädchen.

Der Body-Mass-Index stieg ohne wesentlichen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden von im Mittel $17,3 \pm 3,1 \text{ kg/m}^2$ bei den 9- bis 12-Jährigen auf $21,7 \pm 3,2 \text{ kg/m}^2$ bei den 17- bis 20-Jährigen.

Bei Cole¹⁴ wird für Kinder im Alter von 10,5 Jahren als „cut off point“ zum Übergewicht ein BMI von $20,2 \text{ kg/m}^2$ und zur Adipositas von $24,6 \text{ kg/m}^2$ angegeben. Demnach waren 1997, von einem mittleren Alter der Schüler von 10,5 Jahren ausgehend, 7 (8%) Jungen und 11 (12%) Mädchen übergewichtig, und je 4 (5%)

Jungen und Mädchen (4%) adipös. Der Anteil an übergewichtigen Jugendlichen entsprach 1997 ungefähr dem im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey⁵⁰, der Anteil an adipösen war in der Weilheimer Studie nur etwa halb so hoch. Erwachsene werden ab einem BMI von 25 kg/m² als übergewichtig und ab einem BMI von 30 kg/m² als adipös bezeichnet. Demnach wären 2005 noch 3 (6%) Jungen und 7 (12%) Mädchen als übergewichtig und je ein Junge und ein Mädchen als adipös einzustufen. Hier wurde zur groben Einschätzung nur der Altersmittelwert des Kollektivs angewandt. Für eine genauere Beurteilung muss auch bei Kindern gleichen Geschlechts und mit gleichem kalendarischem Alter beachtet werden, dass die BMI-Werte durch einen unterschiedlichen Entwicklungsstand voneinander abweichen können und entsprechend interpretiert werden müssen.

In der Weilheimer Studie war eine Zunahme der positiven klinischen sowie Dopplerbefunde bei beiden Geschlechtern besonders während der Hauptphase der Pubertätsentwicklung zwischen 1998 (6. Klasse) und 2001 (9. Klasse) zu beobachten, die auch den größten Wachstumsschub bei Mädchen und Jungen, sowohl bei der Gesamtkörpergröße, als auch bei der Beinlänge, einschließt. Diese Beobachtungen bekräftigen den von Tikhonov festgestellten Zusammenhang zwischen Fortschreiten der Varikosis und dem Längenwachstum.

Inwiefern das Wachstum, vor allem der Beine, und der BMI mit venösen Veränderungen und Refluxbefunden genau korrelierte, muss noch untersucht werden.

4.6.2 Allgemeine und venentypische Beschwerden

Als häufige Symptome der Varikosis bei Erwachsenen werden Schwere-, Spannungs- oder Ermüdungsgefühl in den Beinen, Jucken, Schmerz, ruhelose Beine, Ödeme, nächtliche Missempfindungen sowie Fuß- und Wadenkrämpfe, Problem bei längerem Stehen oder Sitzen angegeben. Es wird auch von einer positiven Korrelation von Schweregrad der Varikosis und Schwere der Symptome berichtet.^{5;9;11;30;47;54} In verschiedenen Studien wird bei Frauen eine höhere Prävalenz von Symptomen als bei Männern beschrieben.^{5;12;23;54;68} Bei Bradbury et al.⁵ zeigte sich zudem ein Anstieg der Symptome im Alter, allerdings sei die Korrelation zwischen Vorhandensein einer Varikose und Symptomen zu niedrig und die Symptome zu unspezifisch um klinisch relevant zu sein.

In der Bochumer Studie I gaben 32 (6%) der 518 Schüler allgemeine Beinbeschwerden an. Nach nicht näher einzuordnenden Beschwerden waren Knie- und Unterschenkelschmerzen am häufigsten (n=9), danach folgten Verstauchungen (n=6), LWS-, Hüft- und Oberschenkelbeschwerden (n=3), Wadenkrämpfe (n=3), und Muskelkater (n=3).⁷⁴

In der Weilheimer Studie wurden allgemeine Beinbeschwerden wie Beschwerden im Bereich von Hüfte, Oberschenkel, Leiste und Knie, sowie sonstige Beschwerden abgefragt. Bei den Schülern der 5. Klasse gaben 24%, Mädchen und Jungen etwa gleich häufig, Beschwerden an, damit viel mehr als in der Bochum Studie I. In der 9. Klasse wurde mit 32% ein Peak bei den Beschwerden erreicht.

Insgesamt war der Verlauf unregelmäßig, in der 13. Klasse gaben noch 29% der Schüler Beschwerden an, Mädchen mit 32% häufiger als Jungen mit 25%.

Im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey wurde mit 36% eine ähnliche Prävalenz von Beinschmerzen bei 11- bis 17-Jährigen in Deutschland, mit einem Überwiegen der Mädchen, ermittelt.²⁰

Die häufigste Beschwerdelokalisation war, analog zur Bochumer Studie, ausnahmslos das Knie, bei den 5.-Klässlern mit 16%, bei den 13.-Klässlern mit 22%. Die rechte Seite war häufiger betroffen. Die anderen Beschwerden waren wesentlich seltener: Hüftbeschwerden wurden in der 5. Klasse von 3% angegeben, in der 13. Klasse von 6%, Oberschenkel- und Leistenbeschwerden in der 5. Klasse von 2% und in der 13. Klasse von 1% bzw. von keinem, sonstige Beschwerden von 7% in der 5. Klasse und von 3% in der 13. Klasse.

Ab der 11. Klasse (2003) wurden die Schüler des Weilheimer Gymnasiums zusätzlich nach venentypischen Beschwerden, gefragt. 9% der 11.-Klässler gaben an, unter solchen Beschwerden zu leiden, darunter mit 15% viel mehr Mädchen als Jungen mit 2%. In der 12. Klasse glich sich das Verhältnis an, mit 9% der Jungen und 11% der Mädchen. In der 13. Klasse waren bei beiden Geschlechtern etwa 13% betroffen.

2003 waren Beschwerden bei langem Sitzen (4%) und Stehen (3%), sowie nächtliche Wadenkrämpfe (3%) am häufigsten. Ein Schweregefühl der Beine wurde nur von je einem Mädchen und Jungen angegeben, Ermüdungsgefühl nur von einem Jungen und ruhelose Beine von einem Mädchen.

2005 waren hauptsächlich nächtliche Wadenkrämpfe vertreten, mit je 10% bei Jungen und Mädchen. Nur ein Junge klagte über Schweregefühl und je ein Mädchen

über Ermüdungsgefühl bzw. Schwellneigung. Ruhelose Beine oder Beschwerden bei langem Sitzen oder Stehen wurden von keinem angegeben. Ödeme waren nie vorhanden. Selbst Krieger⁴⁵ fand in seinem Kollektiv von 200 aufgrund von Venenveränderungen operierten Jugendlichen keine Ödeme als venöse Begleitbeschwerden.

Ein häufigeres Vorkommen von venentypischen Beschwerden wurde in der Studie von Tikhonov⁸² ermittelt, in der ebenfalls venentypische Beschwerden abgefragt wurden. Für die Beschwerden wurde die Häufigkeit in den nach Schweregrad der Varikosis eingeteilten Gruppen ermittelt. Zu den berichteten Beschwerden gehörten Schmerzen im Bereich der erweiterten Venen bei körperlicher Belastung (je nach Gruppe 30% bis 36,5%), Schwere- und Ermüdungsgefühl (nach Gruppe 5% bis 12,8%), Ödeme (vereinzelt) und nächtliche Wadenkrämpfe (bis 4,2%). Schmerzen in Kombination mit Schwere- oder Ermüdungsgefühl wurden in etwa 3% je Gruppe berichtet. Bei 3 der Probanden traten Schmerzen, Ermüdungs- und Schweregefühl schon ein paar Jahre vor der sichtbaren Venendilatation auf.

Auch Griton und Schadeck³¹ schilderten mit funktionellen Beschwerden bei 88 (39%) der 227 Kinder des Risikokollektivs eine wesentlich höhere Prävalenz als in der Weilheimer Studie. In der Bochumer Studie waren keine venentypischen Beschwerden geäußert worden. Spezifischere Beschwerden wurden in der Weilheimer Studie nur sehr selten und im Verlauf inkonstant angegeben, so dass eine Bewertung schwierig ist. Die dominierenden Beschwerden, wie Wadenkrämpfe, waren hauptsächlich unspezifischer Natur, die nicht in sicherem Zusammenhang mit Venenerkrankungen stehen. Die angegebenen allgemeinen Beschwerden der Schüler wurden von den Schülern oft als „Wachstumsschmerzen“ beschrieben oder waren mit Sportunfällen oder anderen Verletzungen vergesellschaftet, was wohl ursächlich für den fluktuierenden Verlauf des Vorkommens war. Die Schüler mit stark ausgeprägten Befunden gaben im Vergleich zu den anderen keine vermehrten Beschwerden an, nur einer hatte gelegentlich Wadenkrämpfe bei Sport und Kälte, die anderen waren beschwerdefrei.

In einer Studie von LeResche et al. wurde die Pubertätsentwicklung als besserer Prädiktor für Schmerzen ermittelt als das Alter, wobei besonders bei Mädchen ein pubertärer Anstieg zu beobachten gewesen sei.⁵⁸ Auch in der Weilheimer Studie konnte dies bei den allgemeinen Beschwerden bestätigt werden, bei den venen-

typischen Beschwerden war der Verlauf jedoch umgekehrt herum, von einer höheren Prävalenz bei den Mädchen zu einem ausgeglichenen Verhältnis.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Bewertung von Beschwerden sehr subjektiv ist und interindividuell variiert. Auch eine Veränderung der Selbstwahrnehmung in der Pubertät könnte darauf einen Einfluss haben. Daher ist die Quantifizierung und Objektivierung schwierig. Eine Analyse der Korrelation von subjektiven Beschwerden und objektiven pathologischen Befunden bleibt einer späteren Auswertung vorbehalten.

4.6.3 Chirurgische Eingriffe

Kügler et al.⁴⁹ untersuchten in einer Studie mit 10 gesunden Probanden (je 5 Männer und Frauen, Durchschnittsalter 25,5±3 Jahre) die Auswirkung einer eingeschränkten Gelenkbeweglichkeit auf den Blutabstrom aus den Beinvenen. Dabei ergab sich eine signifikante Verminderung des maximalen Druckabfalls bei Bewegungseinschränkung im Knie- sowie im oberen Sprunggelenk. Daraus folgerten die Autoren, dass die venöse Hypertonie bei Einschränkungen der Gelenkbeweglichkeit selbst bei Venengesunden zu einer Störung des venösen Blutabtransports führen bzw. ein bestehendes Venenleiden verschlimmern könne.

In der Weilheimer Studie wurden im Rahmen der Anamnese zu invasiven Eingriffen auch Gipsruhigstellungen oder Operationen am Bein mit nachfolgender Ruhigstellung abgefragt, die die Funktion der Muskel- und Sprunggelenkspumpe beeinflussen könnten.

Heede³⁴ fand keinerlei Zusammenhang zwischen Venenerkrankungen und Herniotomien oder sonstigen abdominalen oder orthopädischen Eingriffen. Abgefragt wurden invasive Maßnahmen vom Säuglings- bis zum Jugendalter. Von den 403 Schülern zwischen 8 und 18 Jahren hatten 13 (3%) eine Appendektomie, je 3 (0,7%) eine Herniotomie oder Orchidopexie, einer eine Ileus-Operation, 4 (1%) eine Kniegelenksoperation und 2 (0,5%) eine Fraktur des Ober- oder Unterschenkels hinter sich.

In der Bochumer Studie I waren 55 (11%) der 518 Schüler operativ behandelt worden. Analog zur Studie von Heede handelte es sich bei dem Eingriff am häufigsten um eine Appendektomie (3,5%), danach folgten Leistenhernienoperation

(2,5%), Leistenhodenoperation (2%), sonstige Bauchoperationen (1,4%), orthopädische Operationen (0,8%) und sonstige Beinoperationen (0,6%).⁷⁴

14% der Weilheimer Schüler hatten in der 5. Klasse eine chirurgische Behandlung hinter sich, ein gering größerer Anteil als bei den Bochumer Schülern. Allerdings wurden in der Bochumer Studie, wie auch bei Heede, offensichtlich keine Gipsruhigstellungen abgefragt, die in der Weilheimer Studie mit 8% den größten Teil der Eingriffe ausmachten, während in der Weilheimer Studie Bauchoperationen nicht gesondert in die Auswertung gingen. Wie in den beiden anderen Studien waren Leistenhernienoperationen bei den Weilheimer Schülern mit 5% an zweiter Stelle, die dort am häufigsten genannten Appendektomien waren hier erst an dritter Stelle mit 2%. In der Bochumer Studie wurde keine Angabe über die Geschlechterverteilung gemacht, in der Weilheimer Studie waren 13% der Mädchen und 16% der Jungen betroffen, wobei der Unterschied durch eine etwas höhere Zahl an Leistenbrüchen bei den Jungen (6% vs. 4%) verursacht war.

In der 13. Klasse war der Anteil an Probanden mit chirurgischer Behandlung auf 34% gestiegen, Jungen (46%) waren nun wesentlich häufiger betroffen als Mädchen (25%). Gipsruhigstellungen standen mit 20% immer noch an erster Stelle, Jungen (27%) waren fast doppelt so oft betroffen wie Mädchen (15%). Am zweithäufigsten (8%) waren Operationen am Bein, hier war der Anteil der männlichen Probanden (15%) im Vergleich zu den Mädchen (3%) sogar noch höher. Leistenbruch- und Blinddarmoperationen folgten mit 6% bzw. 5%, bei den Leistenbrüchen überwogen die Jungen, bei den Appendektomien die Mädchen.

Chirurgische Eingriffe mit einer Ruhigstellung des Beins waren bei den Jungen also wesentlich häufiger als bei den Mädchen. Gleichzeitig fand sich bis 2005 ein deutlich höherer Anteil an Jungen sowohl bei den positiven Dopplerbefunden, als auch bei klinisch sichtbaren, sowie stärker ausgeprägten Veränderungen der Stammvarizen.

In Anbetracht dieser Ergebnisse erscheint der von Kügler postulierte negative Einfluss einer Bewegungseinschränkung des Beines auf die Venenfunktion als mögliche Ursache der auffälligen Geschlechterdifferenz.

4.6.4 Orthopädische Auffälligkeiten

In einer Münchner Studie an Erwachsenen wurden Platt- und/oder Spreizfüße als Risikofaktor für die Entwicklung einer Varikose eingestuft.¹⁹

In der Studie von Heede³⁴ wurde ein starker Anstieg der Prävalenz von Knick-Platt-Spreizfüßen mit deutlichem Peak im 17./18. Lebensjahr beobachtet. Bei den 8-9-Jährigen waren 26% der Jungen und 34% der Mädchen betroffen, bei den 11-12-Jährigen 26% der Jungen und 45% der Mädchen, bei den 14-15-Jährigen 31% der Jungen und 50% der Mädchen, bei den 17-18-Jährigen 54% der Jungen und 77% der Mädchen. Es ergab sich kein Zusammenhang zwischen Knick-Platt-Spreizfüßen und Venenerkrankungen.

Steinbrück⁷⁸ sieht eine Varikosis sowie auch Fußdeformitäten als mögliche Folge einer allgemeinen Bindegewebsschwäche, was ein kombiniertes Auftreten bei Personen mit zusätzlicher exogener Disposition erklären könnte. Die Frage der gegenseitigen Beeinflussung oder Auslösung sei noch unklar, ursächlich sei hauptsächlich eine Störung im Kollagensystem. Besonders das Vorliegen eines Knick-Senkfußes oder Senk-Spreizfußes könne zu einer Beeinträchtigung der Wadenmuskelpumpe führen. Ähnliche Auswirkungen habe das Tragen hoher Absätze. Ein Mangel an Bewegung oder Sport führe zu einer schnelleren Manifestation beider Krankheitsbilder. Deutliche Achsenfehlstellungen wie Varus- oder Valgusstellung des Kniegelenks gehen laut Steinbrück auffällig häufig mit einer Varikose oder varikösen Stauungserscheinungen einher. Der gestörte venöse Abfluss aus den periostalen Gefäßen resultiere in einer Stauungshyperämie mit Sauerstoffdefizit, wodurch aufgrund einer Ausschüttung von Kininen Gelenkschmerzen auftreten könnten.

Schultz-Ehrenburg et al.⁷⁴ fanden in der Bochumer Studie I bei einigen Kindern leichtere Fußdeformitäten, wobei am häufigsten ein Plattfuß vorlag. Eine genauere Beschreibung der Fußdeformitäten und deren Häufigkeiten liegt nicht vor.

In der Weilheimer Studie wurde in der 5. Klasse bei 76% der Schüler ein auffälliger orthopädischer Status festgestellt. Mädchen waren mit 77% minimal häufiger betroffen als Jungen mit 74%. Knick- (38%), Spreiz- (54%) und Senkfuß (42%) stellten den Großteil der Veränderungen dar, eine Valgus- oder Varusstellung im Knie kam in 9% bzw. 4% vor. Bis 2001 stieg der Anteil an Probanden mit orthopädischen Auffälligkeiten auf einen Peak von 93% an, um dann bis 2005 extrem abzunehmen. In der 13. Klasse waren nur noch 16% der Schüler betroffen, Jungen mit 23% wesentlich stärker als Mädchen mit 10%. Vorherrschend waren jetzt Spreiz- und Senkfüße mit 15% (Jungen 23%, Mädchen 8%) bzw. 6% (Jungen 11%, Mädchen 2%), ein Knickfuß fand sich nur noch bei zwei Jungen. Eine Valgus- oder

Varusstellung im Knie hatte kein Schüler mehr. Wesentliche Seitendifferenzen gab es im gesamten Verlauf nicht.

Es fällt auf, dass die männlichen Teilnehmer von orthopädischen Auffälligkeiten durchgehend stärker betroffen waren als die weiblichen, was auch bei den Dopplerbefunden und 2005 zusätzlich bei den klinischen sichtbaren Befunden der Fall war. Dies könnte zwar ein Hinweis auf die von Steinbrück postulierte Bindegewebschwäche mit konsekutivem kombiniertem Auftreten von Varikose und Fehlstellungen sein, die Abnahme der Fehlstellungen im Verlauf mit gegensätzlich steigenden klinischen und Dopplerbefunden lässt diese These hier jedoch unwahrscheinlich wirken.

Im Gegensatz zu dem bei Heede beschriebenen Anstieg der Prävalenz der Knick-Senk-Spreizfüße wurde hier ein starker Rückgang festgestellt. Keiner der Schüler war wegen seiner Fehlstellung einer Korrekturbehandlung unterzogen worden, die Normalisierung erfolgte spontan. Die meisten Knick-Senkfüße bedürfen normalerweise keiner Therapie, da eine Spontankorrektur im Schulalter erfolgt.⁵⁶ Da ein Genu valgum ursächlich auf einem Knick-Senkfuß beruhen kann, ist ein gleichzeitiger Rückgang nicht verwunderlich. Bis um das 10. Lebensjahr ist eine X-Beinstellung physiologisch, ca. 95% der Kinder durchlaufen diese Beinachsenentwicklung vom O- über das X-Bein zur neutralen Stellung.⁷⁰

Die Mädchen und Jungen der Weilheimer Studie hatten ihren größten Wachstumsschub der Beine zwischen 1999 und 2001, zeitgleich mit dem Anstieg der Fehlstellungen. Nach Ende des Wachstumsschubs fiel der Anteil an Fuß- und Beindeformitäten bei beiden Geschlechtern. Die hohe Prävalenz während, und das plötzliche Absinken nach der stärksten Wachstumsphase der Schüler lässt einen Zusammenhang mit dem Beinwachstum annehmen.

4.6.5 Sportliche Aktivität

Steinbrück⁷⁸ beschreibt eine deutliche Häufung der Varikose bei Hochleistungssportlern in bestimmten Disziplinen, in denen extreme abflussbehindernde Gelenkstellungen, wie Knie- und Hüftbeugung, eingenommen werden, bei gleichzeitiger starker Erhöhung des intraabdominalen Pressdrucks. Dazu gehören z.B. Gewichtheber, Freistilringer, Kanuten und Ruderer. Es sei anzunehmen, dass sich bei diesen Leistungssportlern im Falle einer bestehenden Disposition früher und ausgeprägter eine Varikose manifestiere, die häufig einseitig sei.

Für Sportarten wie Judo, Karate, Rugby, Fußball, oder Basketball bestehe ein erhöhtes Risiko traumatischer Venenschäden. Andererseits könne ein Mangel an Bewegung oder Sport bei bestehender Beeinträchtigung der Muskelpumpe, wie z.B. durch Fußdeformitäten, zu einer schnelleren Manifestation von Venenerkrankungen führen. Im Gegensatz dazu steht eine Untersuchung von Dörr und Kirchmaier an 13 Sportlern zwischen 20 und 34 Jahren bei den Gewichtheber-Weltmeisterschaften 1994, in der keine erhöhte Prädisposition für die Entwicklung einer Varikosis durch Gewichtheben festgestellt wurde, sondern sogar ein positiver Einfluss auf die venöse Hämodynamik am Unterschenkel.¹⁸

In der KiGGS-Studie (Kinder- und Jugendgesundheitssurvey) des Robert-Koch-Instituts wurden bundesweit 17.641 Kinder im Alter von 0 bis 17 Jahren, bzw. deren Eltern, zur Frequenz ihrer sportlichen Aktivität befragt. Die möglichen Antwortkategorien waren „nie“, „etwa ein- bis 2-mal im Monat“, „etwa ein- bis 2-mal in der Woche“, „etwa 3- bis 5-mal in der Woche“, „etwa jeden Tag“. Bei den 10-jährigen gaben 57% der Jungen und 38% der Mädchen an, mindestens 3-mal in der Woche Sport zu treiben. Von 6667 befragten Jugendlichen im Alter zwischen 11 und 17 Jahren gaben 65% der Jungen und 44% der Mädchen an, mindestens 3-mal pro Woche Sport zu treiben, 28% der Jungen und 17% der Mädchen waren sogar fast täglich sportlich aktiv. Lampert et al. beobachteten eine Abnahme der körperlichen Aktivität bis zum 17. Lebensjahr. Im Alter von 17 Jahren waren nur noch rund 54% der Jungen und 30% der Mädchen mindestens 3- bis 5-mal pro Woche sportlich aktiv. Als negative Einflussfaktoren auf die sportliche Aktivität wurden weibliches Geschlecht, niedriger Sozialstatus, Migrationshintergrund und Abstammung aus den neuen Bundesländern ermittelt.⁵²

Auch in der Weilheimer Studie wurden die Schüler nach der Frequenz ihrer sportlichen Betätigung gefragt, es standen drei Antwortkategorien zur Auswahl: „kein Sport“, „gelegentlich“, „häufig“ und „Leistungssport“. Als Einflussfaktor für venöse Veränderungen wurde nur eine mindestens häufige sportliche Aktivität angesehen, was ungefähr mit der Kategorie „etwa 3- bis 5-mal in der Woche“ der KiGGS-Studie korreliert. Mit 82% der Jungen und 71% der Mädchen bei den 9- bis 12-jährigen (mittleres Alter 10,5 Jahre) war die sportliche Betätigung der Probanden der Weilheimer Studie höher als die der KiGGS-Studie. Außerdem wurde in der Weilheimer

Studie keine erhebliche Abnahme der sportlichen Betätigung im Laufe der Pubertät beobachtet. Der Anteil der Schüler, die häufig Sport trieben, lag im Verlauf meist bei über 80% und sank ab 2003 nur leicht ab, so es dass bei den 17- bis 20-jährigen noch 71% der Jungen und 77% der Mädchen waren. Fußballspielen, Skifahren, Schwimmen und Fahrradfahren gehörten zu den beliebtesten Sportarten. Gar keinen Sport trieben 2005 nur 10 Schüler (9%).

Die hohe sportliche Aktivität der Weilheimer Schüler könnte ein Hinweis auf das Einwirken der in der KiGGS-Studie postulierten Einflussfaktoren sein, da bei Gymnasiasten von einem höheren Sozialstatus auszugehen ist, selten ein Migrationshintergrund bestand und die Studie in einem alten Bundesland stattfand. Allerdings wurde, im Gegensatz zur KiGGS-Studie, kein wesentlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern gefunden.

Inwiefern sich die von den Schülern betriebenen Sportarten auf die venöse Funktion auswirkten, muss noch untersucht werden. Pathologische Venenveränderungen aufgrund Blutabfluss beeinträchtigender Sportarten sind, abgesehen von traumatischen Schäden, vermutlich erst bei längerer Ausübung zu erwarten, so dass bei Kindern wohl noch nicht damit zu rechnen ist, außerdem waren die bei Steinbrück als prädestinierend beschriebenen Sportarten bei den Weilheimer Schülern nur sehr selten vertreten, 2005 gab ein Junge Gewichtheben als Leistungssport, und zwei Jungen Krafttraining als häufig betriebenen Sport an.

4.7 Gruppierung

Um einen besseren Überblick über den Gesamtbefund der Schüler zu erhalten, wurde in der Weilheimer Studie, unter Einbeziehung der klinischen Befunde von Vena saphena magna und parva sowie des Schweregrads der Dopplerbefunde, eine Einteilung in 4 Gruppen vorgenommen: Gruppe 0 bedeutete unauffälliger klinischer sowie Dopplerbefund, Gruppe 1 eine sichtbare Venenveränderung und/oder eine insuffiziente Crosse von Grad I (= geringer Reflux/kompletter Klappenschluss). In Gruppe 2 waren Probanden mit mindestens 2 Venenauffälligkeiten und/oder einem Dopplerbefund Grad I beidseits oder Grad II (= deutlicher Reflux/inkompletter Klappenschluss) einseitig, in Gruppe 3 Probanden mit einer Crosseinsuffizienz von Grad II auf der einen und Grad I oder II auf der anderen Seite und/oder mindestens einer ausgeprägten Venenveränderung.

Der Anteil der Schüler in Gruppe 0 ging von 1997 bis 2005 von 63% auf 39% zurück. Am häufigsten bei den positiven Befunden war schon in der 5. Klasse die Gruppe 2 mit 28% vertreten, in der 13. Klasse mit 37%. Auch der Anteil in Gruppe 1 stieg von 9% auf 18%. Der Gruppe 3 wurden erst ab 2004 Schüler zugeordnet, 2005 waren es 7 (6%). Eine Geschlechterdifferenz war 1997 noch kaum vorhanden, 2005 dagegen war sie sehr ausgeprägt, mit einem Anteil an positiven klinischen und/oder Dopplerbefunden bei den Jungen mit 85% etwa doppelt so hoch wie bei den Mädchen mit 42%. Die männlichen Probanden zeigten nicht nur insgesamt mehr positive Befunde, sondern vor allem auch schwerwiegendere und waren mehr als dreimal so häufig in Gruppe 2 vertreten wie die weiblichen (60% vs. 18%). In Gruppe 1 waren mit 20% mehr Mädchen als Jungen mit 15%. In Gruppe 3 waren 5 Jungen und 2 Mädchen.

Auch in der Studie von Tikhonov⁸² wurde die Kohorte in 3 Gruppen eingeteilt. Dabei wurde allerdings nur der klinische Befund der Venenveränderungen einbezogen. Nach Schweregrad der Venenerkrankung waren in Gruppe 1 (36%) Probanden mit lokaler pathologischer Venenerweiterung geringen Ausmaßes, in Gruppe 2 (25%) Probanden mit auf ein Segment begrenzter Varikosis (z.B. Ober- oder Unterschenkel) und in Gruppe 3 (40%) Probanden mit einer das ganze Bein betreffenden Stammvarikosis. Geschlechterverhältnisse wurden nicht erfasst.

Insgesamt scheint eine Einteilung in Gruppen sinnvoll, um neben den Einzelbefunden auch einen Überblick über den Gesamtstatus der Probanden zu gewinnen. Die bei Tikhonov verwendete Einteilung nach der Ausbreitung der Venenveränderungen bietet die Möglichkeit der besseren Vergleichbarkeit klinischer Befunde unterschiedlicher Studien. Die in der Weilheimer Studie vorgenommene Gruppierung, nach Anzahl der Stammvarizen und Dopplerbefund, lässt eine umfassendere Gesamtbeurteilung der Venenfunktion zu. Ideal wäre eine Kombination beider Gruppierungsvorschläge, mit genau definierter Einteilung des Schweregrads der klinischen Befunde und der Dopplerbefunde, die zusätzlich zur Entscheidung über die weitere Vorgehensweise bei den einzelnen Patienten beitragen könnte und somit auch klinische Relevanz hätte.

Die persönliche Gruppierung des Jahres 2005 wurde jedem Schüler in einem schriftlichen Befundbericht mitgeteilt, mit Beurteilung der Kontroll- und Therapiebedürftig-

keit und entsprechender Empfehlung. Gruppe 0 wurde als unauffällig beurteilt, Gruppe 1 als beobachtenswert im Rahmen der Studie, Gruppe 2 als kontrollbedürftig, Gruppe 3 als kontroll- und evtl. therapiebedürftig. Anbei erhielt jeder Teilnehmer ein Merkblatt mit Informationen über das Venensystem und mögliche Erkrankungen sowie Tips und Übungen zur Vorbeugung. Den Schülern mit kontroll- oder therapiebedürftigen Befunden wurde angeboten, dafür ins Weilheimer Krankenhaus zu kommen.

4.8 Normwerte

Wie die Messergebnisse der Weilheimer Studie bei der Photoplethysmographie und Venenverschlussplethysmographie, sowie die der Bochumer Studie bei der Photoplethysmographie zeigen, sind bei Kindern andere Werte zu erwarten als bei Erwachsenen. Da bisher keine Normwerte für Kinder bekannt sind, sollte in dieser Arbeit ein erster Schritt in diese Richtung getan werden. Zur Berechnung der Normwerte wurden nur Messergebnisse gesunder Schüler verwendet, die der Gruppe 0 (unauffälliger klinischer sowie Dopplerbefund) zugeordnet wurden.

Weiterführend wäre eine Gruppierung in vor und nach der Pubertät gemessene Normwerte sinnvoll, mit Festlegung je eines Gesamtnormwertbereichs für beide Altersgruppen, sowie für beide Geschlechter getrennt.

Natürlich muss die klinische Relevanz dieser berechneten Werte noch im Rahmen weiterer Studien an anderen Kollektiven geprüft werden. Für die Vergleichbarkeit zukünftiger Untersuchungen bei Kinder und Jugendlichen wäre die Festlegung von Normwerten von großer Bedeutung. Auch kann die tatsächliche Wertigkeit photoplethysmographischer und venenverschlussplethysmographischer Untersuchungen bei Kindern erst unter Berücksichtigung von ermittelten Normwerten richtig eingeschätzt werden.

4.9 Studienprotokoll und Datenmaterial

4.9.1 Durchführbarkeit des Studienprotokolls

Ziel der Weilheimer Studie war es, ein Studienprotokoll zu entwickeln, durch das ein größeres Kollektiv Kinder und Jugendlicher trotz eines begrenzten Zeitrahmens unter Gewinnung relevanter Befunde untersucht werden konnte. Außerdem musste das Protokoll gut reproduzierbar sein, so dass es jedes Jahr standardisiert durchgeführt

werden konnte und auch auf andere zukünftige epidemiologische Studien übertragen werden kann. Die Methodik beinhaltete Anamnese, klinische Untersuchung, sowie die nicht invasiven apparativen Techniken des Ultraschall-Dopplers, der Photoplethysmographie und der Venenverschlussplethysmographie.

Die Interviewprotokolle wurden entweder von den Schülern selbst oder von den Mitarbeitern, bzw. bei Unklarheiten mit deren Hilfe, ausgefüllt. Der Fragebogen zur Familienanamnese wurde, nach einem wenig erfolgreichen Versuch durch die Schüler selber, im zweiten Studienjahr zur Beantwortung mit Hilfe der Eltern nach Hause mitgegeben.

Bei der klinischen Untersuchung wurde auf eine ausreichend lange Stehzeit im Vorfeld geachtet. Durch vorherige Durchführung der anthropometrischen Messungen mit Fotodokumentation, war meist schon eine ausreichende Stehzeit erreicht.

Bei der Doppleruntersuchung gab es vor allem im ersten Jahr Schwierigkeiten beim Valsalva-Pressversuch, so dass bis zur korrekten Ausführung zeitraubende wiederholte Erklärungen und Versuche nötig waren. In den Folgejahren verringerten sich diese Probleme, da die Schüler die Untersuchung schon kannten.

Genauso war es auch bei der Photoplethysmographie, in der die richtige Durchführung der Dorsalflexion erst verstanden werden musste. Auch hier zeigte sich in den Folgejahren Routine bei den Schülern. Lediglich Ermahnungen, während der Untersuchung ruhig zu sein, waren bis zum letzten Jahr nötig. Die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Schüler im Untersuchungsraum trug bei den pubertierenden Jugendlichen zur Unruhe bei. Einzeluntersuchungen waren jedoch aus zeitlichen und räumlichen Gründen nicht möglich.

Bei der Venenverschlussplethysmographie gab es seitens der Kinder keine Probleme, sie blieben ruhig liegen. Nur der Manschettendruck musste im ersten Jahr auf 60 mmHg reduziert werden, da nicht alle Kinder einen Druck von 80mmHg tolerierten. Für alle apparativen Untersuchungen galt, dass sie bis zur Ausführung und Erfassung eines korrekten Messablaufs wiederholt wurden.

Im Verlauf zeigte sich, dass der geplante Studienaufbau und -ablauf gut praktikabel war. Sowohl die Einhaltung des engen zeitlichen Rahmens als auch die praktische Durchführung der Untersuchungen verliefen planmäßig. Allerdings war dafür ein relativ hoher Personalaufwand nötig, um an jeder Untersuchungsstation mindestens einen Mitarbeiter sicherzustellen, sowie ein vorhergehendes Training der

Untersucher an den verschiedenen Stationen. Ein Lehrer des Weilheimer Gymnasiums kümmerte sich zudem um eine stundenplangerechte Einteilung der Schüler zu den Untersuchungsterminen. Die Mitarbeit der Schüler verlief weitgehend problemlos, es gab keinerlei Zwischenfälle oder Beschwerden.

Das hier exakt ausgearbeitete Studienprotokoll wäre auch für die Untersuchung eines größeren Kollektivs und an unterschiedlichen Standorten geeignet.

4.9.2 Datenerfassung

Die in den apparativen Untersuchungen sowie anamnestisch erfassten Daten mussten nach jedem Untersuchungsdurchgang per Hand in den Computer eingegeben werden. Dies ist eine überaus zeitintensive und zudem fehleranfällige Methode. Weitaus unkomplizierter und zeitsparender wäre eine direkte Datenübertragung auf den Computer, in die entsprechende Datei jedes Probanden. Dafür wäre eine Vernetzung der verwendeten Computer nötig, um sowohl die Messwerte aus dem Doppler-Ultraschall, der Photoplethysmographie und Venenverschlussplethysmographie, als auch die Anamnese- und Untersuchungsdaten in einer Datenbank vereinigen zu können.

In dieser Studie fehlten leider die finanziellen Mittel für die entsprechende technische Ausstattung.

4.9.3 Datenqualität

Untersuchung	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
LRR	2	0	0	1	0	0	0	0	0
VVP	2	0	0	0	1	0	0	0	3
Doppler	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Anthropometrie	1	0	0	1	2	2	0	0	0

Tabelle 31: Fehlende Werte

In der Weilheimer Studie liegt ein weitestgehend vollständiges Datenmaterial vor.

Wie aus der vorhergehenden Tabelle ersichtlich, gab es 1997 bei 2 Probanden aus technischen Gründen keine verwertbaren Messdaten für D-PPG und VVP, eine Schülerin verweigerte das Wiegen. Aus dem gleichen Grund gab es im Jahr 2000 einen fehlenden Wert beim Gewicht eines Mädchens, bei einem Jungen waren die Werte der D-PPG-Untersuchung wegen Fußheberschwäche der linken Seite nicht verwertbar. 2001 und 2002 wollten sich zwei Mädchen aufgrund starker Gewichtszunahme nicht wiegen lassen, 2001 fehlten bei der VVP-Untersuchung bei einem

Mädchen die Werte für das rechte Bein, 2004 wurde bei einem Mädchen kein Dopplerbefund erhoben. 2005 war die D-PPG-Untersuchung bei zwei Jungen, aufgrund einer Knieverletzung bzw. einer Schiene am linken Bein, und die VVP-Untersuchung bei denselben Jungen, sowie bei einem Mädchen, aufgrund eines Sonnenbrandes an den Beinen, nicht möglich.

Leider führten Fluktuationen in der Kohortenzusammensetzung, z.B. aufgrund von Auslandsaufenthalten oder Krankheit, mit nur vorübergehender Abwesenheit der Schüler in einem Studienjahr, durch die kleine Kohortengröße teilweise zu Verlaufsschwankungen bei den dokumentierten Befunden. Da in dieser Arbeit hauptsächlich der Vergleich des ersten und letzten Studienjahres, im Rahmen einer Endpunktanalyse, im Vordergrund stand, beeinträchtigten die Fluktuationen im Verlauf diese Arbeit aber nicht besonders.

Daneben sind systematische Fehler bei der klinischen Untersuchung aufgrund der subjektiv beeinflussten Beurteilung durch den Untersucher möglich. Bei der Erfassung anamnestischer Daten, vor allem solcher bezüglich Pubertät und Nikotinkonsum bei Jugendlichen, kann es zu einer Beantwortung im Rahmen der vermuteten sozialen Erwünschtheit kommen. Insgesamt schienen die Schüler aber alle Fragen ehrlich und gewissenhaft beantwortet zu haben. Allgemein sind die Interviewdaten nicht nachprüfbar und somit nicht sicher verlässlich, bzw. wie bei der Familienanamnese nur lückenhaft. Diese Probleme bestehen jedoch genauso bei anderen Studien und sind kaum zu vermeiden.

4.9.4 Verbesserungsvorschläge für das Studienprotokoll

Es wäre sicherlich interessant, in zukünftigen Studien die Ernährungsgewohnheiten der Schüler zu erfragen, um deren Einfluss auf die Venengesundheit zu beurteilen. Dies wurde in der Weilheimer Studie zwar erwogen, wurde aber als zu aufwendig für den begrenzten Zeitrahmen eingeschätzt. Es ist auch fraglich, inwiefern hier eine sinnvolle und zuverlässige Datenerfassung möglich wäre.

Wünschenswert wäre auch eine ausführlichere Familienanamnese mit Untersuchung der Eltern sowie eventuell eine Stammbaumanalyse. Allerdings wäre damit ein wesentlich größerer Zeitaufwand verbunden und die Teilnahmebereitschaft seitens der Eltern wäre unsicher.

Zudem wäre, wie in der Bochumer Studie, mit Doppleruntersuchungen mehrerer Gefäße und der Länge der Refluxstrecke eine genauere Beurteilung des Venenstatus

möglich, was jedoch ebenfalls sehr arbeits- und zeitaufwendig wäre. Als Indikator für das Erstauftreten eines Refluxes genügt die Untersuchung der V. saphena magna. Die Untersuchung unterschiedlicher Kollektive anhand des gleichen Studienprotokolls wäre aufschlussreich. Da es sich sowohl in der Weilheimer, wie auch der Bochumer Studie um Schüler eines Gymnasiums handelte, sind die Daten eventuell nur bedingt auf die Allgemeinheit übertragbar. Mögliche Einflussfaktoren durch unterschiedliches Risikoverhalten in verschiedenen sozialen Schichten sollten bedacht werden.

4.10 Mögliche Konsequenzen für Prophylaxe und Therapie

Ernsthafte Komplikationen schon bei Kindern beschreibt die Studie von Tikhonov⁸², in der bei 17 der 242 Kinder Komplikationen wie Thrombophlebitis, Pigmentierung, Blow-out-Venen, Hautatrophie und trophische Geschwüre berichtet werden. Als Therapie erhielten die Kinder mit auf ein Segment begrenzter Varikosis (Gruppe 2) eine konservative Kompressionsbehandlung mit elastischen Binden oder Kompressionsstrumpf. Sie wurden außerdem dazu angehalten körperliche Belastung zu vermindern und sollten weiter beobachtet werden. 38 Probanden im Alter zwischen 10 und 15 Jahren, 20 Mädchen und 18 Jungen, wurden operativ behandelt, davon 3 an beiden Beinen. Schwerere Erkrankungsstadien mit subjektiven Beschwerden sowie ein schnelles Fortschreiten wurden als Indikationen zur Operation, einer Entfernung der oberflächlichen Venen mit Sanierung der Perforansvenen, betrachtet. Krieger⁴⁵ war der Ansicht, dass eine Varikose bei Jugendlichen aus kosmetischen Gründen und zur Komplikationsprophylaxe radikal therapiert werden sollte. In einer einzeitigen Behandlung seien durch die „subcutane Varizenligatur nach Krieger“ ästhetisch und funktionell hervorragende Operationsergebnisse zu erzielen. Auch Heede³⁴ hielt schon bei Jugendlichen mit Crosseinsuffizienz eine operative Therapie mittels Crossektomie für erforderlich um ein Fortschreiten der Venenschäden zu verhindern.

In der Weilheimer Studie wurde immerhin bei 5 Schülern (5%), 4 Jungen und einem Mädchen, ein ausgeprägter klinisch sichtbarer, kontroll- bzw. behandlungsbedürftiger Befund entdeckt, bei dem Mädchen und bei einem Jungen zusätzlich mit einem Reflux mit komplettem bzw. verzögertem Klappenschluss auf der einen und inkomplettem auf der anderen Seite. 3 weitere Schüler ohne klinisch sichtbaren Befund

hatten einseitig einen deutlichen Reflux ohne Klappenschluss, 2 davon auf der anderen Seite zusätzlich einen geringen. Bei dem Mädchen mit der ausgeprägten sichtbaren Varikosis war schon eine konservative Therapie mit Kompressionsstrümpfen vom Hausarzt verordnet worden, ein weiteres Mädchen dachte über die Sklerosierung retikulärer Varizen nach. Allen Schülern mit ausgeprägten Befunden wurde eine jährliche Kontrolluntersuchung im Krankenhaus Weilheim angeboten.

Wie aus der vorliegenden Studie sowie den anderen beschriebenen Studien deutlich hervorgeht, spielen Venenerkrankungen schon in jungen Jahren eine bedeutende Rolle. Als Risikopatienten für eine Stammvarikosis sind sowohl Jugendliche anzusehen, die erste sichtbare Anzeichen einer Erkrankung zeigen, als auch solche, die selbst ohne sichtbare Venenveränderung, dopplersonographisch einen Saphenareflux aufweisen. Auch venentypische Beschwerden sollten beachtet werden. Da es jedoch eine echte Prophylaxe im Sinne einer Primärprävention nicht gibt, muss vielmehr die Früherkennung von Risikopatienten optimiert werden, um möglichst zeitig ein Fortschreiten der Erkrankung sowie daraus resultierende Komplikationen wie Ödeme, trophische Hautstörungen, Ulcera, Thrombosen, sowie schlimmstenfalls eine Lungenembolie, verhindern zu können. Die nicht invasive Doppleruntersuchung stellt eine einfache und kostengünstige Methode dar, Refluxes in frühen Stadien zu erkennen. Die digitale Photoplethysmographie und Venenverschlussplethysmographie stellten sich als noch ungeeignete Diagnosemethoden bei Kindern und Jugendlichen heraus, da die Messwerte nach den, momentan als einziges vorliegenden, Erwachsenen-Normwerten noch nicht beurteilbar waren. Wenn durch zukünftige Studien auch Normwerte für Kinder etabliert würden, stünden mit diesen Untersuchungen zwei weitere leicht durchführbare, nicht invasive Methoden zur venösen Funktionsdiagnostik zur Verfügung.

Im Sinne einer Sekundärprophylaxe besteht die Möglichkeit, neben Hochlagerung der Beine und Betätigung der Sprunggelenkmuskelpumpe durch körperliche Bewegung, als Basistherapie geringgradige Befunde konservativ mit elastischen Binden oder Kompressionsstrümpfen zu behandeln.⁴² Diese Methode wurde auch bei Tikhonov angewandt. Im Jugendalter ist dabei allerdings aus kosmetischen Gründen mit einer eingeschränkten Compliance zu rechnen, die wenigsten wären wohl bereit, gerade im Sommer, „unmodische“ dicke Strümpfe zu tragen. Wenige wissen überhaupt, dass Kompressionsstrümpfe auch in unterschiedlichen Farben erhältlich sind. Möglicherweise würde ein Hinweis darauf bei der Therapieberatung

Jugendlicher durch den Arzt die Bereitschaft zur Kompressionstherapie erhöhen. Eine relative Operationsindikation bei Risikopatienten ergibt sich aus prophylaktischen Überlegungen.³⁵ Als quasi-prophylaktische, kurative Therapie schon im präklinischen Stadium steht, wie auch bei Tikhonov beschrieben, die operative Methode der Crossektomie, eventuell in Kombination mit der Ligatur insuffizienter Perforansvenen, als Rezidivprophylaxe, zur Verfügung, durch die die Entstehung einer Stamm- oder Seitenastvarikose wenigstens zum Teil verhindert werden könnte. Natürlich sollte bei jungen Menschen dabei auch auf ein möglichst gutes kosmetisches Ergebnis abgezielt werden.

Eine absolute Operationsindikation würde das Auftreten typischer Beschwerden oder Komplikationen bei manifesten Varizenträgern darstellen.³⁵ Im Gegensatz zur Studie von Tikhonov wurden in der Weilheimer Studie aber noch keine Komplikationen beobachtet, venentypische Beschwerden waren selten und standen nicht in Zusammenhang mit den ausgeprägten klinischen Befunden.

In jedem Fall ist zusätzlich die Beratung von Risikopatienten auch bezüglich geeigneter Berufe und Freizeitgestaltung wichtig. Berufe, bei denen langes Sitzen oder Stehen die Regel ist, sollten vermieden werden, oder, falls nicht möglich, auf regelmäßige Durchführung von venenfunktionsfördernden Übungen geachtet werden. In der Freizeit sollte auf Sportarten mit einhergehendem erhöhtem Pressdruck verzichtet, und solche mit muskelpumpenförderndem Effekt bevorzugt werden, außerdem sollte zu lange Hitzeeinwirkung, wie durch Sauna oder Sonnenbad, vermieden werden. Der Abbau von Übergewicht ist, auch im Zusammenhang mit der Prophylaxe anderer Erkrankungen, zu empfehlen. In der Schwangerenberatung sollte das erhöhte Varikoserisiko ebenfalls angesprochen werden.

Fischer et al.²³ ermittelten eine starke berufliche Beeinträchtigung bei 3% schon in der Gruppe der bis 49-Jährigen mit Venenerkrankung. Bei den 50- bis 64-Jährigen waren es 8%. In der Freizeitgestaltung eingeschränkt fühlten sich 10% der Befragten. Es wurde beobachtet, dass sogar viele Patienten mit unkomplizierter Varikose Ängste oder Befürchtungen betreffend Komplikationen und Folgen ihrer Krankheit, sowie bezüglich der sozialen Folgen haben.^{10;43} Daher sollte an erster Stelle die Aufklärung darüber stehen, dass die Varikose in den meisten Fällen eine eher harmlose Erkrankung darstellt und einige Formen, außer aus kosmetischen Gründen, gar keiner operativen Therapie bedürfen.⁸ Bei behandlungsbedürftigen Varizen könnte aber mit einer frühen Therapie die Komplikationsgefahr vermindert und somit den

Patienten physisch wie psychisch eine bessere Lebensqualität ermöglicht werden. Es wurde herausgefunden, dass sich nach einer Varizenoperation die Lebensqualität der Patienten bis zu 2 Jahre postoperativ signifikant verbessert.³⁵ Daneben könnten im Gesundheitssystem beträchtliche Kosten durch Reduktion von behandlungsbedürftigen Folgeerkrankungen eingespart werden. In einer Studie von Michaels et al.⁶³ wurde die chirurgische Standardtherapie der Varikosis, mit saphenofemorale Ligatur, Stripping und multiplen Phlebektomien, als sowohl klinisch effektive wie auch für das englische Gesundheitssystem kosteneffektive Methode der Varizenbehandlung ermittelt.

4.11 Ausblick

Eine multivariate Analyse der untersuchten Risikofaktoren ist geplant.

Außerdem soll, zur Untersuchung der langfristigen Entwicklung des Venenstatus der Probanden, 10 Jahre nach der letzten Datenerhebung eine weitere beim gleichen Studienkollektiv organisiert werden. Die Schüler wurden diesbezüglich informiert und schon vorab eingeladen. Im Falle des Auftretens einer venösen Erkrankung im Lauf der nächsten Jahre wurde um eine Mitteilung gebeten.

Aufschlussreich wären auch Untersuchungen unterschiedlicher, auch größerer Kollektive nach dem Vorbild des entwickelten Studienprotokolls, seien es Risikopopulationen oder Populationen verschiedener sozialer Schichten sowie nicht-westlicher Bevölkerungsgruppen, um im Vergleich Parallelen und Unterschiede zu identifizieren.

Um möglichst viele Risikopatienten in präklinischen Stadien zu entdecken, die von einer frühen Therapie profitieren könnten, wären Screeninguntersuchungen wünschenswert.

5 Zusammenfassung

Einleitung: Venöse Erkrankungen gehören zu den häufigsten chronischen Erkrankungen in der westlichen Welt. Über den Entstehungszeitpunkt und mögliche erste Vorzeichen im Kindes- und Jugendalter ist bisher allerdings nur wenig bekannt.

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist die Dokumentation des Vorkommens variköser Venenveränderungen bei Kindern und Jugendlichen, und deren Auftreten und Entwicklung im Verlauf, sowie die Erfassung möglicher Einflussfaktoren.

Methodik: Als geeignete Kohorte für die Erfassung erster Anzeichen von Venenveränderungen und deren Verlaufsbeobachtung im Rahmen einer prospektiven Longitudinalstudie wurde eine Jahrgangsstufe eines Gymnasiums ausgewählt, da in diesem Alter noch eine sehr niedrige Prävalenz von Venenerkrankungen postuliert wird und ein langes Zusammenbleiben des Kollektivs wahrscheinlich war. Die Datenerhebungen fanden über 9 Jahre, von der 5. bis zur 13. Klasse, jährlich statt. 1997 betrug die Kohortengröße 180 Schüler im Alter von 9-12 Jahren und sank bis 2005 auf 108 Schüler im Alter von 17-20 Jahren. Das Studienprotokoll beinhaltete als Erhebungsmethoden Anamnese und körperliche Untersuchung, sowie die nicht-invasiven apparativen Methoden des Ultraschall-Dopplers, der Photoplethysmographie und der Venenverschlussplethysmographie. Die ermittelten Daten wurden deskriptiv analysiert, wobei der Vergleich der Ergebnisse des ersten und des letzten Jahres, im Sinne einer Endpunktanalyse, im Vordergrund stand.

Ergebnisse: 1997, in der 5. Klasse wurde bei 44% der Schüler der Weilheimer Studie irgendeine Venenauffälligkeit gefunden, am häufigsten an der V. saphena magna (31%). Dabei handelte es sich noch nicht um eine manifeste Stammvarikose, sondern nur um minimale Veränderungen. Außerdem wurden bei 27% der Schüler retikuläre Varizen, bei 8% eine Seitenastvarikose und bei 2% eine Perforansinsuffizienz, sowie bei je 2% Besenreiser und Veränderungen der V. saphena parva entdeckt. Es bestanden keine wesentlichen Geschlechterdifferenzen, pathologische Varizen kamen noch gar nicht vor. 2005, in der 13. Klasse, wurden Venenauffälligkeiten bei 66% der Schüler gefunden, Veränderungen der Vena saphena magna bei 26%. Das Vorkommen von retikulären Varizen war stark gestiegen auf 50%, Seitenastvarizen traten bei 12% der Probanden auf, Veränderungen der Vena saphena parva bei nur 2% und Besenreiser oder Perforansinsuffizienzen bei keinem. In der Gesamthäufigkeit der Venenauffälligkeiten war das Geschlechterverhältnis relativ ausgeglichen, große Unterschiede ergaben sich jetzt aber in der Art der

Veränderungen. So zeigte ein wesentlich höherer Anteil der Jungen Auffälligkeiten der V. saphena magna (46% vs. 10%), bei Seitenastvarizen waren die Jungen minimal häufiger (15% vs. 10%) und bei Veränderungen der V. Saphena parva waren ausschließlich zwei Jungen (3,8%) betroffen. Ebenso handelte es sich bei mehr Jungen (n=4, 8%) als Mädchen (n=1, 1,6%) um stark ausgeprägte, kontroll- bzw. behandlungsbedürftige Stammvarizen. Die Mädchen dagegen zeigten wesentlich häufiger retikuläre Varizen (60% vs. 38%).

Ein positiver Dopplerbefund im Bereich der Crosse der Vena saphena magna fand sich 1997 schon bei 12% der 9- bis 12-Jährigen, danach stieg die Prävalenz bis 2005 auf 50% der 17- bis 20-Jährigen. Ein deutlicher Reflux mit inkomplettem Klappenschluss wurde 1997 noch bei keinem der Schüler gefunden, 2005 waren 5 Schüler (5%) betroffen. Eine wesentliche Geschlechterdifferenz ergab sich 1997 noch nicht, bis 2005 wiesen jedoch fast doppelt so viele Jungen (60%) einen positiven Befund auf wie Mädchen (35%), bei den ausgeprägten Befunden mit inkomplettem Klappenschluss gab es keinen großen Unterschied mit 2 Jungen und 3 Mädchen. Wesentliche Seitendifferenzen gab es weder bei klinischen noch Dopplerbefunden.

Während der Hauptphase der Pubertätsentwicklung zwischen 6. und 9. Klasse war eine Zunahme der positiven klinischen sowie Dopplerbefunde bei beiden Geschlechtern in größerem Maße zu beobachten. Der größte Wachstumsschub, sowohl bei der Gesamtkörpergröße, als auch bei der Beinlänge, fiel ebenfalls in diese Zeitspanne.

In der digitalen Photoplethysmographie und der Venenverschlussplethysmographie fanden sich keine Geschlechter- oder Seitendifferenzen. Anhand der Messwerte konnte nicht zwischen Probanden mit pathologischen und nicht pathologischen Befunden unterschieden werden. Für beide Methoden wurden hier erstmals Normwerte berechnet.

Anamnestisch wurden allgemeine Beinbeschwerden im Bereich von Hüfte, Oberschenkel, Leiste und Knie abgefragt. In der 5. Klasse gaben 24%, Mädchen und Jungen etwa gleich häufig, und in der 13. Klasse 29%, Mädchen häufiger als Jungen, Beschwerden an. Unter venentypischen Beschwerden, bei langem Sitzen/Stehen, Schweregefühl, Ermüdungsgefühl, Ödemen, Schwellneigung, nächtlichen Wadenkrämpfen und ruhelosen Beinen, litten in der 13. Klasse bei beiden Geschlechtern etwa 13%.

Eine chirurgische Behandlung, wie Appendektomie, Leistenbruch-Operation, Operation oder Gips am Bein, hatten in der 5. Klasse 14% der Schüler hinter sich, in der 13. Klasse war der Anteil auf 34% gestiegen.

Ein auffälliger orthopädischer Status wurde in der 5. Klasse bei 76% der Schüler, bei Mädchen und Jungen in etwa gleich festgestellt. Knick-, Spreiz- und Senkfuß stellten den Großteil der Veränderungen dar. In der 13. Klasse waren, ohne therapeutisches Einwirken, nur noch 16% der Schüler betroffen, Jungen (23%) wesentlich stärker als Mädchen (10%).

Die sportliche Betätigung unter den Weilheimer Schülern war durchgehend hoch, mit 76% in der 5. und 74% in der 13. Klasse.

In der Familienanamnese wurde bei Müttern (26%) und Großmüttern (rund 35%) eine höhere Prävalenz an Venenerkrankungen berichtet als bei Vätern (14%) und Großvätern mütterlicher- und väterlicherseits (21% bzw. 13%).

Zusammenfassend wurde nachgewiesen, dass schon im Kindes- und Jugendalter Venenveränderungen und Klappeninsuffizienzen im oberflächlichen Venensystem bestehen, die mit steigendem Alter an Häufigkeit und Schweregrad zunehmen. Insgesamt zeigte sich, dass nach der Pubertät deutlich mehr Jungen sowohl bei den positiven Dopplerbefunden, als auch bei klinisch sichtbaren, sowie stärker ausgeprägten Veränderungen der Stammvarizen auffielen. Gleichzeitig waren chirurgische Eingriffe mit einer Ruhigstellung des Beins und orthopädische Beifehlstellungen bei den Jungen wesentlich häufiger, Beschwerden dagegen nicht häufiger als bei den Mädchen.

Schlussfolgerung: Wie in der vorliegenden Studie deutlich wird, können mit einfachen, nicht invasiven Untersuchungsmethoden bereits frühe Stadien venöser Veränderungen bei Kindern erkannt werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit zur Prophylaxe eines weiteren Fortschreitens der venösen Schädigung durch frühzeitige Beratung oder Therapie der Risikopatienten. Neben einer konservativen Behandlung besteht bei dopplersonographisch diagnostiziertem präklinischen Reflux der Vena Saphena magna die Option zur prophylaktischen Crossektomie, wodurch das Risiko der Entwicklung einer Stammvarikosis schon im Vorfeld stark reduziert werden könnte. Durch eine frühe Therapie könnten auch Folgeerkrankungen und Komplikationen verhindert, und somit den Patienten physisch wie psychisch eine bessere Lebensqualität ermöglicht, sowie Kosten im Gesundheitssystem eingespart werden.

6 Literatur

1. Altman D. Practical Statistics for Medical Research. London, Glasgow, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall; 1991.
2. Beebe-Dimmer JL, Pfeifer JR, Engle JS, Schottenfeld D. The epidemiology of chronic venous insufficiency and varicose veins. *Ann Epidemiol* 2005; 15(3):175-184.
3. Blazek V, Schultz-Ehrenburg U. Quantitative Photoplethysmography: Basic facts and examination tests for evaluating peripheral vascular functions. *Fortschrittsberichte*. Düsseldorf: VDI Verlag; 1996.
4. Blazek V, Schultz-Ehrenburg U. Fortschritte in der computerunterstützten nichtinvasiven Gefäßdiagnostik. Zwei neue zweikanalige Plethysmographen für den Muskelpumpen-Test, den Venenverschluß-Test und die akrale Blutdruckmessung. *Phlebologie* 1991; 20:169-175.
5. Bradbury A, Evans C, Allan P, Lee A, Ruckley CV, Fowkes FG. What are the symptoms of varicose veins? Edinburgh vein study cross sectional population survey. *BMJ* 1999; 318(7180):353-356.
6. Caggiati A. The saphenous venous compartments. *Surg Radiol Anat* 1999; 21:29-34.
7. Caggiati A, Ricci S. The long saphenous vein compartment. *Phlebologie* 1997; 12:107-111.
8. Campbell B. Varicose veins and their management. *BMJ* 2006; 333(7562):287-292.
9. Campbell WB, Decaluwe H, Boecxstaens V, MacIntyre JA, Walker N, Thompson JF et al. The symptoms of varicose veins: difficult to determine and difficult to study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34(6):741-744.
10. Campbell WB, Decaluwe H, MacIntyre JB, Thompson JF, Cowan AR. Most patients with varicose veins have fears or concerns about the future, in addition to their presenting symptoms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 31(3):332-334.
11. Carpentier PH, Maricq HR, Biro C, Poncot-Makinen CO, Franco A. Prevalence, risk factors, and clinical patterns of chronic venous disorders of lower limbs: a population-based study in France. *J Vasc Surg* 2004; 40(4):650-659.
12. Chiesa R, Marone EM, Limoni C, Volonte M, Schaefer E, Petrini O. Chronic venous insufficiency in Italy: the 24-cities cohort study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 30(4):422-429.
13. Chiesa R, Marone EM, Limoni C, Volonte M, Schaefer E, Petrini O. Demographic factors and their relationship with the presence of CVI signs in

- Italy: the 24-cities cohort study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 30(6):674-680.
14. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244):1240-1243.
 15. Cornu-Thenard A, Boivin P, Baud JM, De V, I, Carpentier PH. Importance of the familial factor in varicose disease. Clinical study of 134 families. *J Dermatol Surg Oncol* 1994; 20(5):318-326.
 16. Criqui MH, Denenberg JO, Bergan J, Langer RD, Fronek A. Risk factors for chronic venous disease: The San Diego Population Study. *J Vasc Surg* 2007.
 17. Diehm C. Epidemiology and pathogenesis of varicosities. *Herz* 1989; 14(5):267-273.
 18. Dörr D, Kirchmaier CM. Untersuchungen zur Venenfunktion an Unterschenkeln von Gewichthebern mittels Luftplethysmographie. *Dtsch Z Sportmed* 2004; 55(1):12-16.
 19. Eberth-Willershausen W, Marshall M. Prevalence, risk factors and complications of peripheral venous diseases in the Munich population. *Hautarzt* 1984; 35(2):68-77.
 20. Ellert U, Neuhauser H, Roth-Isigkeit A. Pain in children and adolescents in Germany: the prevalence and usage of medical services. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6):711-717.
 21. Evans CJ, Fowkes FG, Ruckley CV, Lee AJ. Prevalence of varicose veins and chronic venous insufficiency in men and women in the general population: Edinburgh Vein Study. *J Epidemiol Community Health* 1999; 53(3):149-153.
 22. Firma ELCAT. Bedienungsanweisung VASOQUANT VQ4000. Wolfratshausen: 1997.
 23. Fischer H, Widmer LK, Biland L. Sozio-epidemiologische Untersuchung der Venenkrankheiten. Tübinger Studie. *Phlebol u Proktol* 1982; 11:94-95.
 24. Gallenkemper G, Gisel A, Hach W, Hach-Wunderle V, Hertel T, Herouy Y et al. *Grundlagen der Phlebologie*. 2 ed. Köln: Viavital-Verlag; 2000.
 25. Gerlach H, Hertel T, Kahle B, Kluess HG, Marshall M, Rabe E. Leitlinien zur peripheren Gefäßdiagnostik mit der directionalen continuous-wave (CW) Doppler-Sonographie. *Phlebologie* 2000; 29:142-145.
 26. Göretzlehner G, Simon E. Auswirkung der Sexualsteroiden auf die Gefäßwand. *Phlebologie* 1999; 28:40-44.
 27. Górski G, Kielar M, Porzycki P, Noszczyk W. Oral contraceptives intake may be inversely correlated with varicose veins and chronic venous insufficiency -

- Analysis of sex related and lifestyle risk factors in women. *Phlebologie* 2003; 32:90-95.
28. Gourgou S, Dedieu F, Sancho-Garnier H. Lower limb venous insufficiency and tobacco smoking. A case-control study. *Am J Epidemiol* 2002; 155(11):1007-1015.
 29. Greenfield AD. Venous occlusion plethysmography. *Methods Med Res* 1960; 8:293-301.
 30. Griton P, Escalier-Imbert M, Cuffit A. Varicose disease. Epidemiologic study apropos of 1600 cases. *Phlebologie* 1987; 40(4):923-929.
 31. Griton P, Schadeck M. Hyperplasia of the saphenous vein and the initial signs of varicose disease in children. *Phlebologie* 1990; 43(4):561-571.
 32. Hauer G. Diagnosis and surgical management of varicosities. *Herz* 1989; 14(5):274-282.
 33. Hauer G, Staubesand J, Li Y, Wienert V, Lentner A, Salzmann G. Chronic venous insufficiency. *Chirurg* 1996; 67(5):505-514.
 34. Heede G. Prävariköse epidemiologische Symptome bei Schülern im Alter von 8-18 Jahren. *Vasomed aktuell* 1990; 2:8-10.
 35. Heidrich M, Balzer K. Die konventionelle operative Therapie der Stammvenen. *Gefässchirurgie* 2006; 11:45-60.
 36. Hofer T. Body-mass-Index und Varizen - Vergleich von Patientinnen mit BMI <20 und $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. *Phlebologie* 2005; 34:251-254.
 37. Horáková-Nedvídková M, Hlousková Z. Makromorphologische Veränderungen der oberflächlichen Beinvenen im Kindesalter. *Ergebnisse der Angiologie*. Stuttgart-New York: Schattauer Verlag; 1978.
 38. Jugenheimer M. Primary varicosis. Differentiated surgical therapy on an outpatient or short-term hospitalisation basis. *Chirurg* 2004; 75(3):241-247.
 39. Jukkola TM, Makivaara LA, Luukkaala T, Hakama M, Laurikka J. The effects of parity, oral contraceptive use and hormone replacement therapy on the incidence of varicose veins. *J Obstet Gynaecol* 2006; 26(5):448-451.
 40. Kahl H, Schaffrath RA, Schlaud M. Sexual maturation of children and adolescents in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6):677-685.
 41. Kaplan RM, Criqui MH, Denenberg JO, Bergan J, Fronck A. Quality of life in patients with chronic venous disease: San Diego population study. *J Vasc Surg* 2003; 37(5):1047-1053.

42. Kluess HG, Noppeney T, Gerlach H, Braunbeck W, Ehresmann U, Fischer R et al. Leitlinie zur Diagnostik und Therapie des Krampfaderleidens. *Phlebologie* 2004; 33:211-221.
43. Klyscz T, Jünger M, Schanz S, Janz M, Rassner G, Kohnen R. Quality of life in chronic venous insufficiency (CVI). Results of a study with the newly developed Tübingen Questionnaire for measuring quality of life in patients with chronic venous insufficiency. *Hautarzt* 1998; 49(5):372-381.
44. Kohler TR, Strandness DE, Jr. Noninvasive testing for the evaluation of chronic venous disease. *World J Surg* 1986; 10(6):903-910.
45. Krieger K. Varicosis in juveniles. *Asthet Med (Berl)* 1968; 17(8):191-192.
46. Krijnen RM, de Boer EM, Bruynzeel DP. Epidemiology of venous disorders in the general and occupational populations. *Epidemiol Rev* 1997; 19(2):294-309.
47. Kröger K, Ose C, Rudofsky G, Roesener J, Hirche H. Symptoms in individuals with small cutaneous veins. *Vasc Med* 2002; 7(1):13-17.
48. Kröger K, Ose C, Rudofsky G, Roesener J, Hirche H. Risk factors for varicose veins. *Int Angiol* 2004; 23(1):29-34.
49. Kügler C, Strunk M, Rudofsky G. Bedeutung einer eingeschränkten Gelenkbeweglichkeit für den Blutabstrom aus gesunden Beinvenen. *Phlebologie* 1999; 28:16-22.
50. Kurth BM, Schaffrath RA. The prevalence of overweight and obese children and adolescents living in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6):736-743.
51. Kurz X, Lamping DL, Kahn SR, Baccaglini U, Zuccarelli F, Spreafico G et al. Do varicose veins affect quality of life? Results of an international population-based study. *J Vasc Surg* 2001; 34(4):641-648.
52. Lampert T, Mensink GB, Romahn N, Woll A. Physical activity among children and adolescents in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6):634-642.
53. Lang G, Knop K, Pamler R, Liewald F, Förster R. What is the cost of vascular operations? A prospective cost analysis of conventional and combined endovascular interventions. *Chirurg* 2002; 73(2):185-191.
54. Langer RD, Ho E, Denenberg JO, Fronck A, Allison M, Criqui MH. Relationships between symptoms and venous disease: the San Diego population study. *Arch Intern Med* 2005; 165(12):1420-1424.

55. Lee AJ, Evans CJ, Allan PL, Ruckley CV, Fowkes FG. Lifestyle factors and the risk of varicose veins: Edinburgh Vein Study. *J Clin Epidemiol* 2003; 56(2):171-179.
56. Leitlinien der Orthopädie: Kindlicher Knick-Senkfuß. *Dt Ges f Orthopädie und orthopäd Chirurgie & BV d Ärzte f Orthopädie (Hrsg)* 2002; 2.
57. Leitlinien zu Diagnostik und Therapie in der Gefäßchirurgie. Vorstand der Dt Ges f Gefäßchirurgie (Hrsg) Deutscher Ärzteverlag 1998.
58. LeResche L, Mancl LA, Drangsholt MT, Saunders K, Korff MV. Relationship of pain and symptoms to pubertal development in adolescents. *Pain* 2005; 118(1-2):201-209.
59. Leu HJ, Vogt M, Pfrunder H. Morphological alterations of non-varicose and varicose veins. (A morphological contribution to the discussion on pathogenesis of varicose veins). *Basic Res Cardiol* 1979; 74(4):435-444.
60. London NJ, Nash R. ABC of arterial and venous disease. Varicose veins. *BMJ* 2000; 320(7246):1391-1394.
61. Maskell NA, Cooke S, Meecham Jones DJ, Prior JG, Butland RJ. The use of automated strain gauge plethysmography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Br J Radiol* 2002; 75(896):648-651.
62. McMullin GM, Coleridge Smith PD. An evaluation of Doppler ultrasound and photoplethysmography in the investigation of venous insufficiency. *Aust N Z J Surg* 1992; 62(4):270-275.
63. Michaels JA, Campbell WB, Brazier JE, MacIntyre JB, Palfreyman SJ, Ratcliffe J et al. Randomised clinical trial, observational study and assessment of cost-effectiveness of the treatment of varicose veins (REACTIV trial). *Health Technol Assess* 2006; 10(13):1-iv.
64. Mortensson W, Hallböök T, Lundström N-R. Strain Gauge Plethysmography for Blood Flow Measurements in the Legs of Children. *Pediat Radiol* 1975; 3:29-33.
65. Müller-Lisse UL, Müller-Lisse GU, Holzknecht N, Reiser M. Ultraschalluntersuchungen der Venen. *Radiologe* 1998; 38(7):560-569.
66. Noppeney T, Eckstein H, Niedermeier H, Umscheid T, Weber H. Ergebnisse des Qualitätssicherungsprojektes Varizenchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie. *Gefässchirurgie* 2005; 10:121-128.
67. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 259 ed Berlin: de Gruyter 2002.
68. Rabe E, Broman K, Schuldt K, Stang A, Poncar Ch, Wittenhorst M et al. Bonner Venenstudie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie - Epidemiologische Untersuchung zur Frage der Häufigkeit und Ausprägung von chronischen Venenkrankheiten in der städtischen und ländlichen Wohnbevölkerung. *Phlebologie* 2003; 32:1-14.

69. Rabe P. Welche Bedeutung haben genetische Faktoren bei der Entstehung von Venenkrankheiten? *Phlebol u Proktol* 1989; 18:12-14.
70. Remus W. O- und X-Beine: Meist bringt's die Natur ins Lot. *Pädiatrie Hautnah* 2000; 12:496-499.
71. Renz-Polster H, Krautzig S, Braun J, (Hrsg). *Basislehrbuch Innere Medizin*. 3 ed. München: Elsevier; 2004.
72. Schultz-Ehrenburg U, Weindorf N. Prospective epidemiological study on the development of varicosis in German grammar schools (Bochum study I). *Phlebology* 1985;22-24.
73. Schultz-Ehrenburg U, Weindorf N, Matthes U, Hirche H. New epidemiological findings with regard to initial stages of varicose veins (Bochum study I-III). Paris: 1992.
74. Schultz-Ehrenburg U, Weindorf N, von Uslar D, Hirche H. Prospektive epidemiologische Studie über die Entstehungsweise der Krampfadern bei Kindern und Jugendlichen (Bochumer Studie I und II). *Phlebol u Proktol* 1989; 18:3-11.
75. Schultz-Ehrenburg U, Blazek V. Value of quantitative photoplethysmography for functional vascular diagnostics. Current status and prospects. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol* 2001; 14(5):316-323.
76. Schultz-Ehrenburg U, Weindorf N, Matthes U, Hirche H. An epidemiologic study of the pathogenesis of varices. The Bochum study I-III. *Phlebologie* 1992; 45(4):497-500.
77. Scott TE, LaMorte WW, Gorin DR, Menzoian JO. Risk factors for chronic venous insufficiency: a dual case-control study. *J Vasc Surg* 1995; 22(5):622-628.
78. Steinbrück K. Orthopädie und Phlebologie. *Phlebol u Proktol* 1983; 12:1-15.
79. Stolzenberg H, Kahl H, Bergmann KE. Body measurements of children and adolescents in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50(5-6):659-669.
80. Strejcek J. Neue Möglichkeiten zur Erkennung der Anfangsphase der Muskelpumpeninsuffizienz bei Kindern. *Fortschrittsberichte VDI Reihe 20*. VDI Verlag 1992; 56:45-49.
81. Stücker M, Reich S, Robak-Pawelczyk B, Moll C, Rudolph T, Altmeyer PJ et al. Changes in venous refilling time from childhood to adulthood in subjects with apparently normal veins. *J Vasc Surg* 2005; 41(2):296-302.
82. Tikhonov I, Gorodnicheva I, Gerasimov GA, Avramenko I, Fedotova LS. Varicose disease in children. *Khirurgiia (Mosk)* 1988;(7):28-32.

83. Tüchsen F, Hannerz H, Burr H, Krause N. Prolonged standing at work and hospitalisation due to varicose veins: a 12 year prospective study of the Danish population. *Occup Environ Med* 2005; 62(12):847-850.
84. Weddel J. Varicose Veins - A Pilot Survey 1966. *Brit J Prev soc Med* 1969; 23:179-186.
85. Weindorf N, Schultz-Ehrenburg U. The development of varicose veins in children and adolescents. *Phlebologie* 1990; 43(4):573-577.
86. Weiss RA. Evaluation of the venous system by Doppler ultrasound and photoplethysmography or light reflection rheography before sclerotherapy. *Semin Dermatol* 1993; 12(2):78-87.
87. Whitney RJ. The measurement of volume changes in human limbs. *J Physiol* 1953; 121(1):1-27.
88. Wienert V, Simon H, Böhler U. Angioarchitecture of spider veins. *Phlebologie* 2006; 35:24-29.

Anhang

I Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
D-PPG	digitale Photoplethysmographie
evtl.	eventuell
g	Gramm
ges	gesamt
kg	Kilogramm
li	links
LRR	Lichtreflexionsrheographie
m	Meter
m	männlich
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
n	Anzahl
OP	Operation
re	rechts
s	Sekunde(n)
SD	Standardabweichung
V.	Vena
vs.	versus
Vv.	Venae
VVP	Venenverschlussplethysmographie
w	weiblich
z.B.	zum Beispiel

II **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Untersuchungsaufbau.....	15
Abbildung 2: Sitzposition bei der D-PPG	23
Abbildung 3: Nomenklatur und Bewertungsparameter der D-PPG-Kurve (nach ELCAT).....	24
Abbildung 4: Lagerung bei der SG-VVP-Messung	26
Abbildung 5: SG-VVP-Kurve (nach ELCAT)	27
Abbildung 6: Teilnehmerzahlen	32
Abbildung 7: Dopplerbefunde, in Prozent	33
Abbildung 8: Venenauffälligkeiten, in Prozent	35
Abbildung 9: Allgemeine Beschwerden gesamt, in Prozent.....	37
Abbildung 10: Venentypische Beschwerden, in Prozent	39
Abbildung 11: Auffälliger orthopädischer Status gesamt, in Prozent	41
Abbildung 12: Positive chirurgische Anamnese, in Prozent.....	43
Abbildung 13: Körpergröße in cm, Mittelwerte (MW)	45
Abbildung 14: Körpergewicht in kg, Mittelwerte (MW)	46
Abbildung 15: Body-Mass-Index in kg/m ² , Mittelwerte (MW)	46
Abbildung 16: Länge Spina-Ferse in cm, Mittelwerte (MW).....	47
Abbildung 17: Länge Patella-Ferse in cm, Mittelwerte (MW)	48
Abbildung 18: Knieumfang in cm, Mittelwerte (MW)	48
Abbildung 19: Fesselumfang in cm, Mittelwerte (MW).....	49
Abbildung 20: Stimmbruch bei männlichen Probanden, in Prozent.....	50
Abbildung 21: Vorhandensein der Menstruation bei Probandinnen, in Prozent.....	50
Abbildung 22: Probanden mit Zigarettenkonsum.....	51
Abbildung 23: Orale Kontrazeptiva-Einnahme bei Probandinnen.....	51
Abbildung 24: Probanden mit Obstipation	52
Abbildung 25: Sportliche Aktivität ≥ 2 , in Prozent	52
Abbildung 26: Positive Familienanamnese zu Venenerkrankungen	55
Abbildung 27: Gruppierung, in Prozent.....	64
Abbildung 28: Normwertbereich venöse Wiederauffüllzeit T_0 , gesamt	68
Abbildung 29: Normwertbereich Pumpleistung V_0 , gesamt	68
Abbildung 30: Normwertbereich venöse Kapazität VC , gesamt	71
Abbildung 31: Normwertbereich venöser Abstrom VO , gesamt.....	71
Abbildung 32: Erhebungsbogen	134

Abbildung 33: Familienanamnese	135
Abbildung 34: Schemazeichnung Beine	135
Abbildung 35: Doppler-Untersuchungsprotokoll	136
Abbildung 36: D-PPG-Untersuchungsprotokoll.....	137
Abbildung 37: VVP-Untersuchungsptotokoll.....	138
Abbildung 38: Venenstern und Abbildung 39: Venenklappe.....	143
Abbildung 40: Stammvarikosis und Abbildung 41: Perforansvenen	143
Abbildung 42: Standardisierte Beinstellungen bei der Fotodokumentation.....	144
Abbildung 43: Beispiele ausgeprägter Venenbefunde 2005.....	144

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlechterverhältnis der teilnehmenden Probanden in Prozent	32
Tabelle 2: Dopplerbefunde in Prozent, ohne Seitentrennung	33
Tabelle 3: Dopplerbefunde in Prozent, nach Seite	34
Tabelle 4: Venenauffälligkeiten in Prozent, ohne Seitentrennung	35
Tabelle 5: Venenauffälligkeiten in Prozent, nach Seite.....	36
Tabelle 6: Allgemeine Beschwerden in Prozent, ohne Seitentrennung	38
Tabelle 7: Allgemeine Beschwerden in Prozent, nach Seite	38
Tabelle 8: Venentypische Beschwerden in Prozent, ohne Seitentrennung.....	40
Tabelle 9: Venentypische Beschwerden in Prozent, nach Seite.....	40
Tabelle 10: Orthopädische Auffälligkeiten in Prozent, ohne Seitentrennung	42
Tabelle 11: Orthopädische Auffälligkeiten in Prozent, nach Seite	42
Tabelle 12: Chirurgische Eingriffe nach Art	44
Tabelle 13: Körpergröße in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen	45
Tabelle 14: Körpergewicht in kg, Mittelwerte und Standardabweichungen.....	46
Tabelle 15: Body-Mass-Index in kg/m ² , Mittelwerte und Standardabweichungen	47
Tabelle 16: Länge Spina-Ferse in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	47
Tabelle 17: Länge Patella-Ferse in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	48
Tabelle 18: Knieumfang in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	49
Tabelle 19: Fesselumfang in cm, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	49
Tabelle 20: Sportliche Aktivität ≥ 2 in den einzelnen Sportarten.....	53
Tabelle 21: Familienanamnese zu Venenerkrankungen.....	55
Tabelle 22: D-PPG, Mittelwerte und Standardabweichungen, ohne Seitentrennung	57
Tabelle 23: Digitale Photoplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	58
Tabelle 24: Digitale Photoplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Gruppierung.....	59
Tabelle 25: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, ohne Seitentrennung.....	61

Tabelle 26: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Seite	62
Tabelle 27: Venenverschlussplethysmographie, Mittelwerte und Standardabweichungen, nach Gruppierung	63
Tabelle 28: Gruppierung der Probanden nach klinischem und Dopplerbefund, prozentualer Anteil.....	65
Tabelle 29: Digitale Photoplethysmographie, Normwerte, ohne Seitentrennung.....	67
Tabelle 30: Venenverschlussplethysmographie, Normwerte, ohne Seitentrennung.	70
Tabelle 31: Fehlende Werte	113
Tabelle 32: Liste aller erhobenen Parameter.....	142

IV Formulare und Protokolle

WEILHEIMER STUDIE[©]

Name	
Vorname	
Straße	
PLZ / Ort	
Geschlecht	<input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> w
Geburtsdatum	Tag, Monat, Jahr

SPORT nein 0 gelegentlich 1 häufig 2 Leistungssport 3	BESCHWERDEN nein rechts links
Leichtathletik	Hüfte
Schwimmen	Oberschenkel
Fußball	Leiste
Volleyball	Knie
Ski	
Turnen	nein ja,ab
Tennis	Obstipationsneigung
Ballett	Menstruation
	Stimmbruch
	rauchen
	Pille

OPERATIONEN nein ja	
Blinddarm	Gips am Bein
Leistenbruch	
OP am Bein	

	R	L		R	L	
Knickfuß			Besenreiser			0 = nein 1 = ja
Spreizfuß			Retikuläre V.			
Senkfuß			Seitenastvarikose			
Genu varum			Saphena magna			
Genu valgum			Saphena parva			
Motilitätsstör.			Perforansinsuff.			
Hautveränder.			Ödem			

Größe		cm	Gewicht		kg
Spina - Ferse	R	L	cm	Knieumfang	R L cm
Patella - Ferse	R	L	cm	Fesselumfang	R L cm

Abbildung 32: Erhebungsbogen

WEILHEIMER STUDIE
Venenkrankheiten in der Familie

	Krampfadern (Varizen)	Krampfaderoperation (Varizenoperation)	offenes Bein (Ulcus cruris)
Mutter	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
Vater	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
Großmutter mütterlich	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
Großvater mütterlich	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
Großmutter väterlich	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
Großvater väterlich	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht

Abbildung 33: Familienanamnese

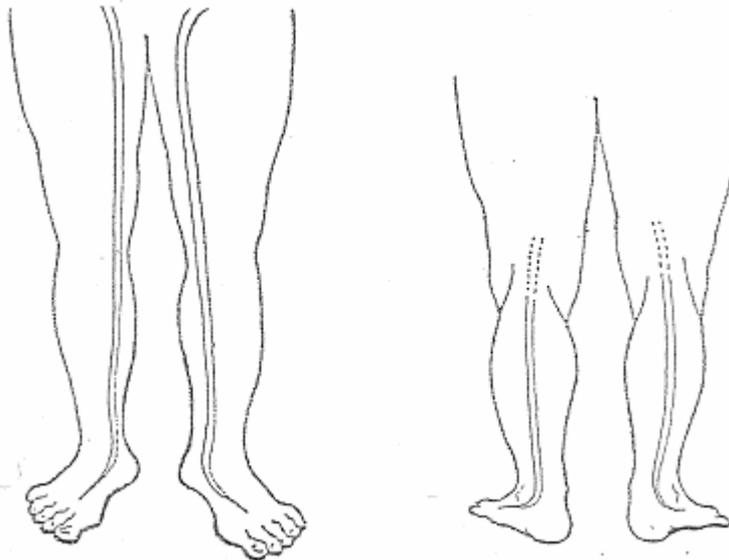


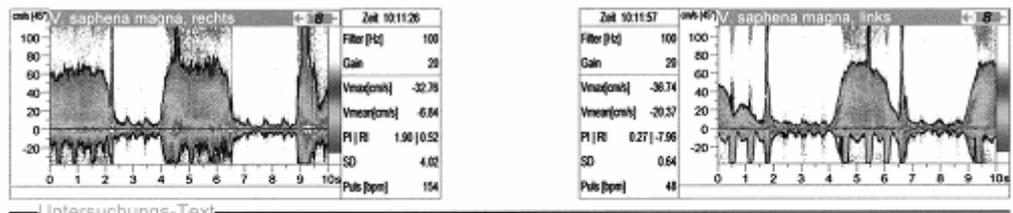
Abbildung 34: Schemazeichnung Beine

Praxis / Klinik: Krankenhaus Weilheim
 Name: Johann-Baur-Str. 4, 82362 Weilheim
 Str.: _____
 PLZ: _____ Ort: _____
 Tel: _____ Fax: _____

Patient: _____
 Name: _____
 Geb. Dat: _____ Sex: _____ Ident.-Nr.: _____

Untersuchung: _____
 Name: _____
 Abteilung: _____ Datum/Zeit: _____

ELCAT VQ4000 Version 4.21 **Doppler / Beinvenen** 1 von 1
 Applikation / Untersuchungsprogramm Seite



Untersuchungs-Text:
kein Reflux bds

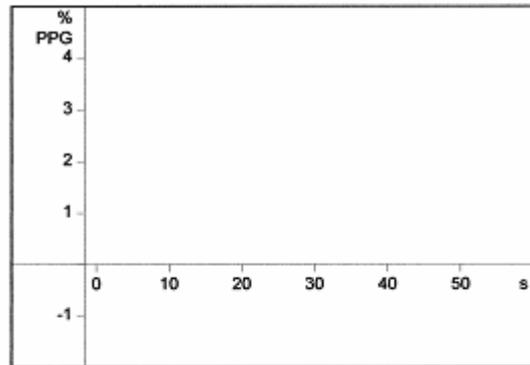
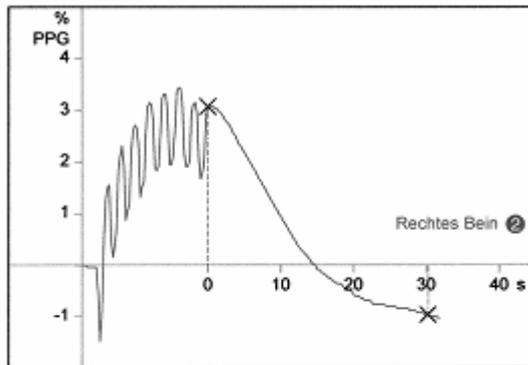
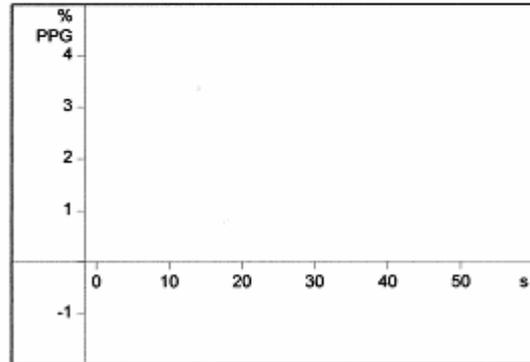
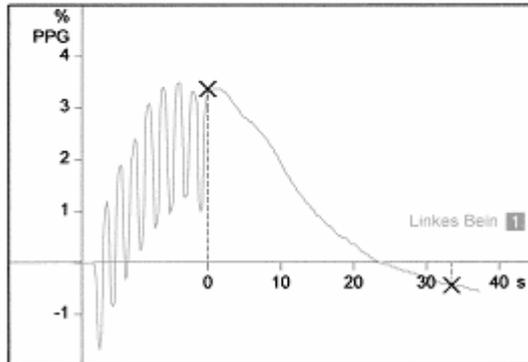
Abbildung 35: Doppler-Untersuchungsprotokoll

Praxis / Klinik
 Name **Krankenhaus Weilheim**
 Name **Johann-Baur-Str. 4, 82362 Weilheim**
 Str.
 PLZ Ort
 Tel. Fax

Patient
 Name
 Geb. Dat. Sex Ident.-Nr.
 Untersuchung
 Name
 Abteilung Datum/Zeit

ELCAT VQ4000 Version 4.21

Digitale Photoplethysmographie D-PPG 1 von 1
 Applikation / Untersuchungsprogramm Seite



Quantitative Parameter		L.Bein 1	R.Bein 2
Venöse Auffüllzeit	To s	34	30
Venöse Halbwertszeit	Th s	11.5	8.0
Initiale Auffüllzeit	Ti s	32	17
Venöse Pumpleistung	Vo %	3.3	3.0
Venöse Pumparbeit	Fo %s	43	28

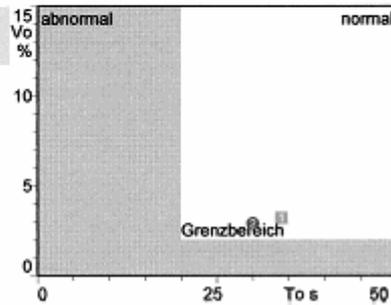
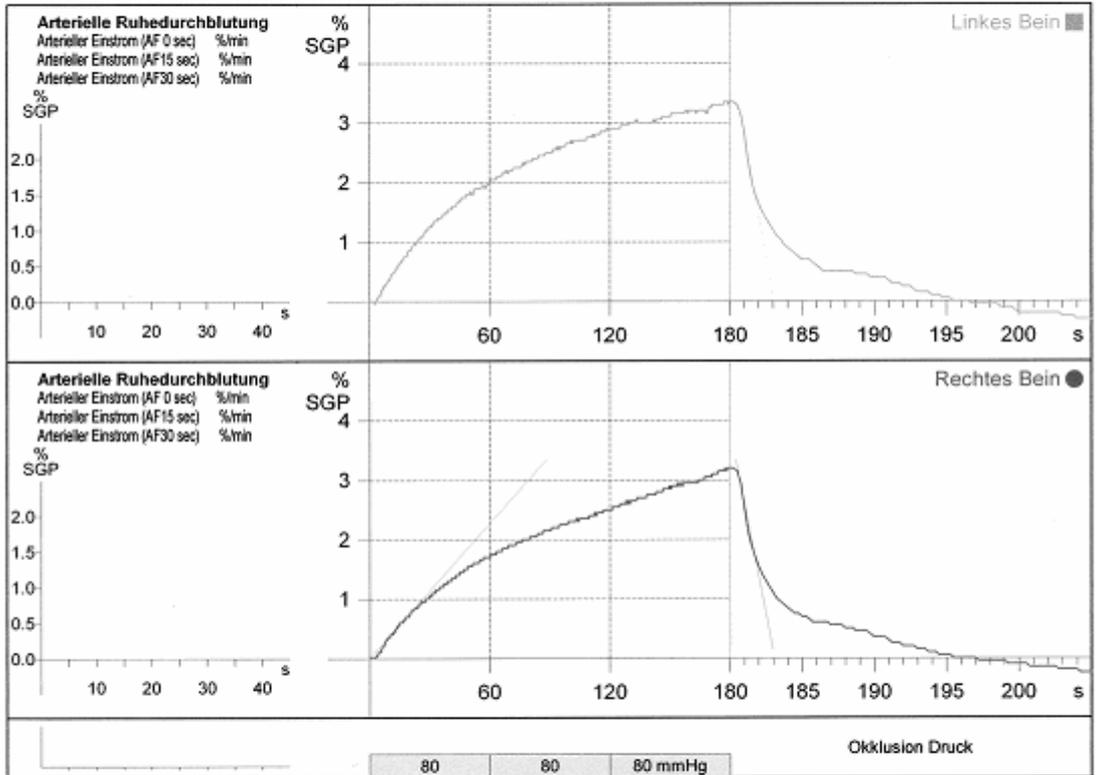


Abbildung 36: D-PPG-Untersuchungsprotokoll

Praxis / Klinik
 Name **Krankenhaus Weilheim**
 Name **Dr. Werner**
 Str. **Johann-Baur-Str. 4**
 PLZ **82362** Ort **Weilheim**
 Tel _____ Fax _____

Patient
 Name _____
 Geb. Dat _____ Sex _____ Ident.-Nr. _____
 Untersuchung
 Name _____
 Abteilung **Funktionsdiagnostik** Datum/Zeit _____



Parameter		Linkes Bein ■	Rechtes Bein ●
Arterieller Einstrom	AF % / min	2.5	2.2
Venöse Kapazität	VC %	3.3	3.1
Abstromkapazität	OC %	3.5	3.4
3s - Abstromkapazität	O3 %	2.1	2.1
5s - Abstromkapazität	O5 %	2.5	2.4
Venöser Abstrom	VO % / min	80.9	75.0
Venöse Halbwertszeit	Th s	2.0	2.0

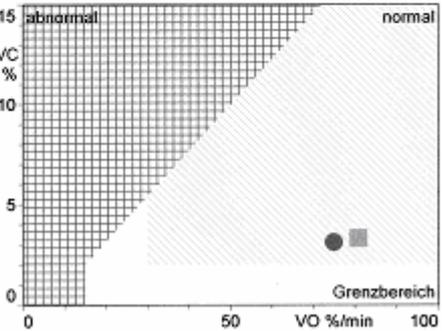


Abbildung 37: VVP-Untersuchungsprotokoll

V Tabellen

Variablenname	Variablencode	Merkmalsart	Merkmalsausprägung	Einheit
Stammdaten	ST			-
Lfd. Nr.	ST_NUM	Quant. diskret	1-184	-
Geburtsdatum	ST_GEB	Quant. stetig	1.1.1980-1.1.2000	-
Geschlecht	ST_GES	Qual. dichotom	1=m, 2=w	-
Anamnese Familie	AF			
venöse Erkrankung Mutter	AF_VE_MU	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
venöse Erkrankung Vater	AF_VE_VA	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
venöse Erkrankung Großmutter mütterlich	AF_VE_MM	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
venöse Erkrankung Großvater mütterlich	AF_VE_VM	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
venöse Erkrankung Großmutter väterlich	AF_VE_MV	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
venöse Erkrankung Großvater väterlich	AF_VE_VV	Qual. polytom	0=nein, 1=ja, 2=weiß nicht	-
Anamnese Beschwerden	AB			
Hüfte rechts	AB_HUF_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Hüfte links	AB_HUF_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Oberschenkel rechts	AB_OBS_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Oberschenkel links	AB_OBS_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Leiste rechts	AB_LEI_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Leiste links	AB_LEI_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Knie rechts	AB_KNI_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Knie links	AB_KNI_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
sonstige Beschwerden rechts	AB_SON_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
sonstige Beschwerden links	AB_SON_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
sonstige Beschwerden Text	AB_SON_T		Freitext	-
Anamnese venentypische Beschwerden	VB			
bei langem Sitzen rechts	VB_SIT_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
bei langem Sitzen links	VB_SIT_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
bei langem Stehen rechts	VB_STE_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
bei langem Stehen links	VB_STE_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Schweregefühl rechts	VB_SGE_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Schweregefühl links	VB_SGE_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ermüdungsgefühl rechts	VB_EGE_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ermüdungsgefühl links	VB_EGE_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ödem rechts	VB_OED_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ödem links	VB_OED_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Schwellneigung rechts	VB_SNE_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Schwellneigung links	VB_SNE_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
nächtliche Wadenkrämpfe rechts	VB_NWA_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
nächtliche Wadenkrämpfe links	VB_NWA_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
ruheloße Beine rechts links	VB_RBE_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-

ruheloBe Beine links	VB_RBE_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Anamnese Pubertät	AP			
Obstipation	AP_OBS	Qual. dichotom		-
Menstruation	AP_MEN	Qual. dichotom		-
Beginn der Menstruation	AP_MEN_BEG		Freitext	-
Stimmbruch	AP_STI	Qual. dichotom		-
Beginn des Stimmbruchs	AP_STI_BEG		Freitext	-
Rauchen	AP_RAU	Qual. dichotom		-
Pille	AP_PIL	Qual. dichotom		-
Anamnese chirurg. Eingriffe	AC			
Gips am Bein	AC_GIP	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Operation am Bein	AC_OPE	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Leistenbruch	AC_LEI	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Appendektomie	AC_APP	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
sonstige Eingriffe Code	AC_SON_C	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
sonstige Eingriffe Text	AC_SON_T		Freitext	-
Anamnese Sport	AS			
Leichtathletik	AS_LEI	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Schwimmen	AS_SCH	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Fußball	AS_FUS	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Volleyball	AS_VOL	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Skifahren	AS_SKI	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Turnen	AS_TUR	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Tennis	AS_TEN	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
Ballet	AS_BAL	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
sonstige Sportarten Code	AS_SON_C	Qual. ordinal	0=nein, 1=gelegentlich, 2=häufig, 3=Leistungssport	-
sonstige Text	AS_SON_T		Freitext	-
Anthropometrie	AN			
Körpergröße	AN_KGR	Quant. stetig	100-200	cm
Körpergewicht	AN_KGE	Quant. stetig	0,0-100,0	kg
Body-Mass-Index	AN_BMI	Quant. stetig	10,0-50,0	kg/m ²
Länge Spina-Ferse rechts	AN_LSF_R	Quant. stetig	0,0-150,0	cm
Länge Spina-Ferse links	AN_LSF_L	Quant. stetig	0,0-150,0	cm
Länge Patella-Ferse rechts	AN_LPF_R	Quant. stetig	0,0-100,0	cm
Länge Patella-Ferse links	AN_LPF_L	Quant. stetig	0,0-100,0	cm
Knieumfang rechts	AN_KNI_R	Quant. stetig	0,0-100,0	cm
Knieumfang links	AN_KNI_L	Quant. stetig	0,0-100,0	cm
Fesselumfang rechts	AN_FES_R	Quant. stetig	0,0-100,0	cm
Fesselumfang links	AN_FES_L	Quant. stetig	0,0-100,0	cm

Venenstatus	VS			
Besenreiser rechts	VS_BES_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Besenreiser links	VS_BES_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
retikuläre Varikose rechts	VS_REV_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
retikuläre Varikose links	VS_REV_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Seitenastvarikose rechts	VS_SEI_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Seitenastvarikose links	VS_SEI_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Vena saphena magna rechts	VS_SAM_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Vena saphena magna links	VS_SAM_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Vena saphena parva rechts	VS_SAP_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Vena saphena parva links	VS_SAP_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Perforansvene rechts	VS_PER_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Perforansvene links	VS_PER_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ödem rechts	VS_OED_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ödem links	VS_OED_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Orthopädischer Status	OS			
Knickfuß rechts	OS_KNI_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Knickfuß links	OS_KNI_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Spreizfuß rechts	OS_SPR_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Spreizfuß links	OS_SPR_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Senkfuß rechts	OS_SEN_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Senkfuß links	OS_SEN_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Genu varum rechts	OS_VAR_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Genu varum links	OS_VAR_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Genu valgum rechts	OS_VAL_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Genu valgum links	OS_VAL_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Motilitätsstörung rechts	OS_MOT_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Motilitätsstörung links	OS_MOT_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Hautveränderung rechts	OS_HAU_R	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Hautveränderung links	OS_HAU_L	Qual. dichotom	0=nein, 1=ja	-
Ultraschall-Doppler	DO			
Reflux rechts	DO_REF_R	Qual. ordinal	0 = kein Reflux, 1 = Reflux mit komplettem Klappenschluss 2 = Reflux mit inkomplettem Klappenschluss	-
Reflux links	DO_REF_L	Qual. ordinal	0 = kein Reflux, 1 = Reflux mit komplettem Klappenschluss 2 = Reflux mit inkomplettem Klappenschluss	-
Lichtreflexionsrheographie	LR			
venöse Auffüllzeit rechts	LR_TO_R	Quant. stetig	1-50	s
venöse Auffüllzeit links	LR_TO_L	Quant. stetig	1-50	s
venöse Halbwertszeit recht	LR_TH_R	Quant. stetig	1-50	s
venöse Halbwertszeit links	LR_TH_L	Quant. stetig	1-50	s
initiale Auffüllzeit rechts	LR_TI_R	Quant. stetig	1-50	s
initiale Auffüllzeit links	LR_TI_L	Quant. stetig	1-50	s
venöse Pumpleistung rechts	LR_VO_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%
venöse Pumpleistung links	LR_VO_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%

venöse Pumparbeit rechts	LR_FO_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%s
venöse Pumparbeit links	LR_FO_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%s
Venenverschluss plethysmographie	VP			
arterieller Einstrom rechts	VP_AF_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%/min
arterieller Einstrom links	VP_AF_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%/min
venöse Kapazität rechts	VP_VC_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%
venöse Kapazität links	VP_VC_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%
Abstromkapazität rechts	VP_OC_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%
Abstromkapazität links	VP_OC_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%
3s-Abstromkapazität rechts	VP_O3_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%
3s-Abstromkapazität links	VP_O3_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%
5s-Abstromkapazität rechts	VP_O5_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%
5s-Abstromkapazität links	VP_O5_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%
venöser Abstrom rechts	VP_VO_R	Quant. stetig	0,0-100,0	%/min
venöser Abstrom links	VP_VO_L	Quant. stetig	0,0-100,0	%/min
venöse Halbwertszeit rechts	VP_TH_R	Quant. stetig	0,0-100,0	s
venöse Halbwertszeit links	VP_TH_L	Quant. stetig	0,0-100,0	s

Tabelle 32: Liste aller erhobenen Parameter

VI Fotos

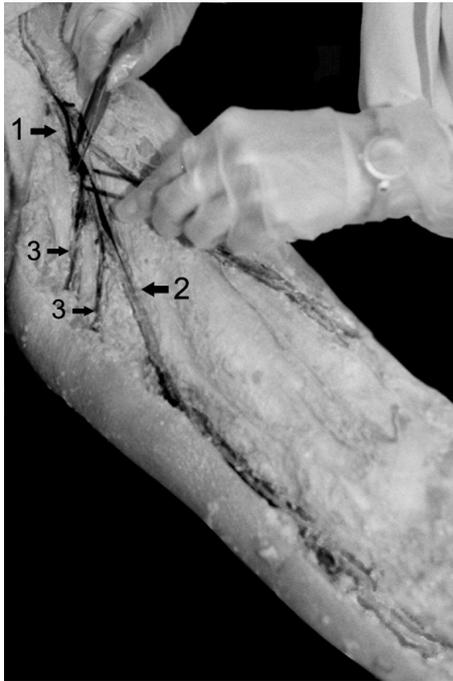


Abbildung 38: Venenstern
(1: Crossebereich, 2: V. saphena magna, 3: Seitenäste)

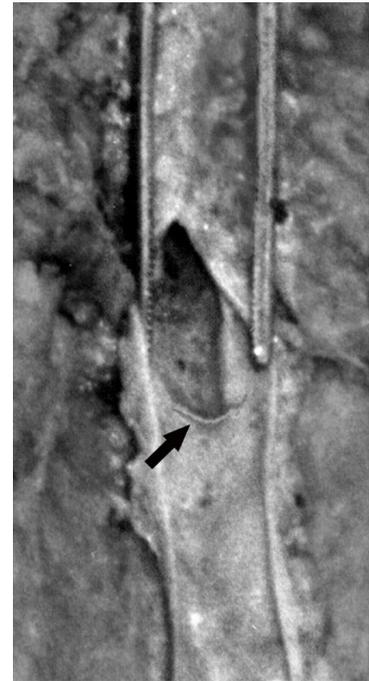


Abbildung 39: Venenklappe
(Vene eröffnet)



Abbildung 40: Stammvarikosis



Abbildung 41: Perforansvenen



Abbildung 42: Standardisierte Beinstellungen bei der Fotodokumentation

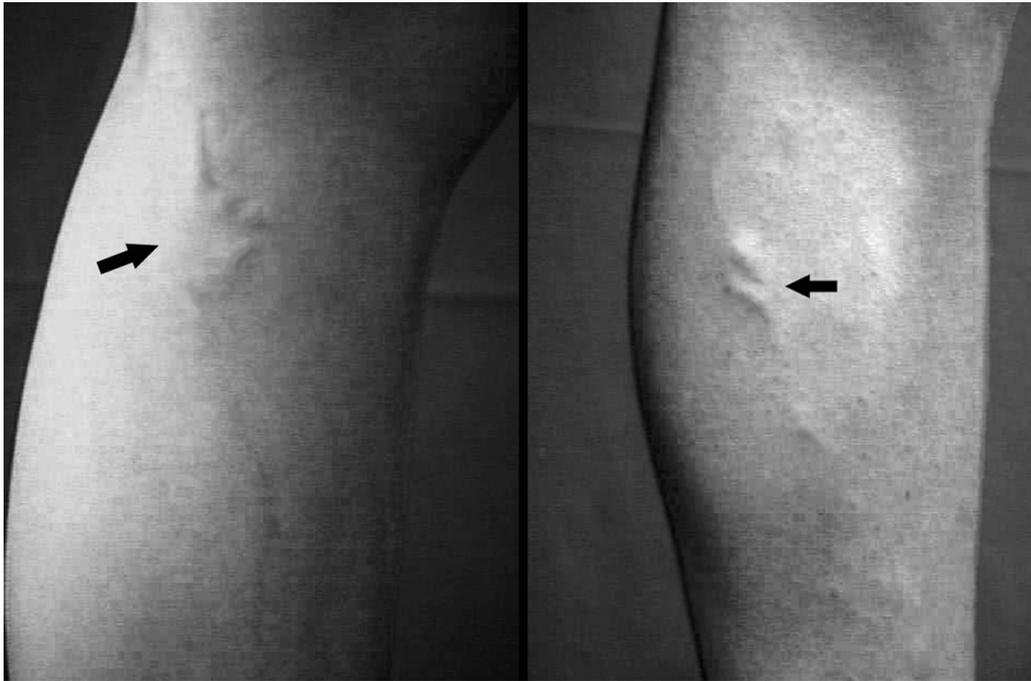


Abbildung 43: Beispiele ausgeprägter Venenbefunde 2005

Dankssagung

Für die Überlassung des Themas sowie seine Anregungen und seine Unterstützung danke ich Professor Dr. med. Gerald Hauer.

Besonders danken möchte ich Dr. med. Angelika Werner für ihre Betreuung und Unterstützung beim Durchführen und Analysieren der Studie.

Dr. med. Nasralla und allen beteiligten ärztlichen Helfern danke ich für die Mithilfe bei der Durchführung der Studie und der Dokumentation der Daten.

Für die Leihgabe der Messtürme sowie die technische Beratung danke ich der Firma ELCAT, Wolfrathausen.

Mein Dank gilt auch den Lehrern des Weilheimer Gymnasiums, und speziell Herrn Studiendirektor Lerche für die Organisation der Untersuchungstermine.

Mein herzlicher Dank gilt Ursula Hauer für die Fotodokumentation während der gesamten Studie, sowie für ihre persönliche Betreuung und Gastfreundschaft.

Kristina Gussmann, meiner Kommilitonin und Mitdotorandin, möchte ich danken für die Einweisung in die Gerätebedienung und ihre Mithilfe bei der Studie, sowie die gute Zusammenarbeit bei der Erstellung der Venenfotos.

Ebenso bedanke ich mich bei Veronica Marcos-Nickol und Martin Anders für das Korrekturlesen.

Last but not least möchte ich mich bei den Schülern und Eltern des Gymnasiums Weilheim bedanken, ohne deren Teilnahme die Studie nicht möglich gewesen wäre.

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Andrea Eva Müller
Thalkirchner Str. 1
80337 München
Geb.: 29. Juli 1982, Starnberg
Eltern: Anton Müller, Hoa-Anh Müller, geb. Hong
Familienstand: Ledig
Nationalität: Deutsch

SCHULE & STUDIUM

09.1989 - 07.1993	Carl-Orff-Volksschule, Diessen a.A.
09.1993 - 07.2002	Rhabanus-Maurus-Gymnasium, St. Ottilien Abitur: Leistungskurse Englisch und Biologie
10.2002 - 11.2008	Studium der Humanmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität, München
09.2004	Ärztliche Vorprüfung
11.2008	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

PRAKTISCHES JAHR

08.2007 - 12.2007	Klinikum der Universität München, Großhadern, Rotation Herzchirurgie und Plastische-, Hand- & Mikrochirurgie
12.2007 - 03.2008	Klinikum der Universität München, Klinik für Anästhesiologie, Anästhesie
03.2008 - 07.2008	Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik, Innere Medizin

BERUF

01.2009-03.2009	Assistenzärztin im Bereich Chirurgie, Isar Kliniken GmbH, München
seit 04.2009	Assistenzärztin in der Klinik für Allgemein- und Visceralchirurgie, Klinikum Neuperlach, Städtisches Klinikum München GmbH

München, 22. Januar 2010