

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Diagnostische Radiologie  
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. R. P. Spielmann)

Aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie/ Neuroradiologie  
und Nuklearmedizin am Städtischen Klinikum Dessau  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg  
(Chefarzt: Prof. Dr. med. habil. R. Kachel)

**Untersuchungen zum Einsatz miniaturisierter Katheter  
mit unterschiedlichen Kontrastmitteln in der invasiven Diagnostik  
der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit**

Dissertation  
zur Erlangung des Akademischen Grades  
Dr. med.  
vorgelegt  
der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg

von: Gerd Weidemüller

geb.am: 28.7.1964

in: Dessau

Verteidigungsdatum: am 23.5.05

Gutachter:

1. Prof. Dr. med. habil. St. Basche (Erfurt)
2. Prof. Dr. med. habil. H. Podhaisky
3. Prof. Dr. med. habil. R. Kachel (Dessau)

**urn:nbn:de:gbv:3-000008679**

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000008679>]

Thema: Untersuchungen zum Einsatz miniaturisierter Katheter mit unterschiedlichen Kontrastmitteln in der invasiven Diagnostik der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien retrospektiv ausgewertet, die in der Zeit vom 1.1.1995-31.12.1996 am Städtischen Klinikum Dessau durchgeführt wurden. Die Patienten waren an einer chronisch arteriellen Verschlusskrankheit des Stadiums IIa- IV erkrankt.

Die Becken-Bein-Übersichtsangiographien wurden im Rahmen der Auswertung in 5 Einzelgruppen unterteilt (Gruppe1: Verwendung von Ultravist 300 und 4F Katheter; Gruppe2: Verwendung von Ultravist 300 und 3F Katheter; Gruppe3: Verwendung von Solutrast 300 und 3F Katheter; Gruppe4: Verwendung von Imeron 300 und 3F Katheter und Gruppe5: Verwendung von Visipaque 320 und 3F Katheter).

In der Auswertung der Arbeit konnte gezeigt werden, dass keine statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Qualität der Gefäßdarstellung bei Verwendung von Kontrastmitteln unterschiedlicher Firmen und unterschiedlicher Jodkonzentrationen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern bestanden. Es konnte aufgezeigt werden, dass mit der hier vorgestellten Untersuchungsmethode die Verwendung eines dünnlumigeren 3F Katheters nicht gleichbedeutend ist mit einem Verlust an Bildqualität.

Die verwendeten nieder-osmolaren nichtionischen Kontrastmittel Ultravist 300, Solutrast 300, Imeron 300 und Visipaque 320 sind hinsichtlich der Qualität der Gefäßdarstellung in gleicher Weise für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie unter Verwendung eines 3F Katheters geeignet .

Bei der Analyse der punktions- und katheterassoziierten Komplikationen bezogen auf die Untersuchungen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern kann kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

Name: Weidemüller, Gerd

Erscheinungsjahr: 2005

letzte Seitenzahl: 79

Halle, Univ. Med. Fak. Diss.

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
1.1. Kurzer Überblick über die Geschichte der Angiographie	3
1.2. Stand der nichtinvasiven und invasiven Diagnostik der Becken- Bein-Gefäße und die Rolle der Katheterangiographie und ihre Entwicklungstendenzen	5
<b>2. Material und Methode</b>	<b>9</b>
2.1. Patientenkollektiv	9
2.2. Methodik der Becken-Bein-Angiographien: Gerätetechnik, Angio- graphieinstrumentarium und Angiographiezubehör	9
2.2.1. Angiographieanlage und Angiographiezubehör	9
2.2.2. Becken-Bein-Angiographien unter Verwendung eines 3F Katheters	10
2.2.3. Becken-Bein-Angiographien unter Verwendung eines 4F Katheters	11
2.3. Messmethodik und Datenbewertung	12
2.3.1. Gefäßschwärzungswert und objektiver Gefäßkontrastwert	12
2.3.2. Subjektiv empfundener Gefäßkontrastwert	14
2.4. Ergebnisauswertung	15
2.5. Bestimmung der Komplikationsraten bei der Punktionstechnik nach Seldinger	16
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>17</b>
3.1. Ergebnisse der Auswertung innerhalb der Gruppen	17
3.1.1. Gruppe 1 (Untersuchungen mit 4F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Ultravist 300)	17
3.1.2. Gruppe 2 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Ultravist 300)	19
3.1.3. Gruppe 3 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Solustrast 300)	21
3.1.4. Gruppe 4 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Imeron 300)	23

3.1.5. Gruppe 5 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Visipaque 320)	25
3.2. Gegenüberstellung der Ergebnisse der Auswertung zwischen den 5 Patientengruppen bezogen auf die definierten Gefäßregionen	27
3.2.1. Infrarenale Aorta	27
3.2.2. Arteria iliaca communis dextra et sinistra	29
3.2.3. Arteria iliaca externa dextra et sinistra	32
3.2.4. Arteria femoralis communis dextra et sinistra	34
3.2.5. Arteria femoralis superficialis dextra et sinistra	37
3.2.6. Unterschenkelarterien beiderseits	39
3.3. Gegenüberstellung der Komplikationen und statistische Auswertung	44
<b>4. Diskussion</b>	<b>45</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>52</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>54</b>
<b>7. Anlagen</b>	<b>73</b>
<b>8. Thesen</b>	<b>78</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ce MRA	kontrastverstärkte Magnetresonanzangiographie
CT	Computertomographie
CTA	computertomographische Angiographie
DSA	digitale Subtraktionsangiographie
FKDS	Farbkodierte Duplexsonographie
i.a. DSA	intraarterielle digitale Subtraktionsangiographie
MRA	Magnetresonanzangiographie
MRT	Magnetresonanztomographie
n.s.	nicht signifikant
3F	3 French
4F	4 French

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die Erkrankungen des Gefäßsystems zeigen weiterhin eine steigende Tendenz (101,120).

Deshalb ist die Weiterentwicklung der Gefäßdiagnostik besonders wichtig (41).

Vor allem Entwicklungen auf dem Gebiet der Ultraschalldiagnostik, der Kernspintomographie und der Computertomographie haben die Indikationen zur invasiven digitalen Subtraktionsangiographie (DSA) im Rahmen der Gefäßdiagnostik eingeschränkt.

Der Trend in der Gefäßdiagnostik zeigt einen Wechsel von invasiven Methoden zu nicht- bzw. geringinvasiven Verfahren (24,34,35,39,43,85,89,98,112,138).

Die CT-Angiographie als ein Untersuchungsverfahren mit geringer Invasivität, hoher räumlicher und begrenzter zeitlicher Auflösung ermöglicht mit modernen Rekonstruktionsverfahren eine 3D-Darstellung größerer Gefäße (6,36,49,51,60,74,99,129,143).

Vorteile in der computertomographischen Gefäßdiagnostik sind jedoch die gleichzeitige Erfassung von Gefäßverkalkungen, der Möglichkeit der Beurteilung der Wandstrukturen größerer Gefäße sowie die exakte Bestimmung der Lumenweite eines Gefäßes. Nachteile der CTA sind ähnlich wie die DSA die Gabe von jodhaltigen Kontrastmitteln und eine nicht zu vernachlässigende Strahlenexposition.

Als konkurrierendes Diagnoseverfahren steht seit Anfang der 80er Jahre die Kernspintomographie zur Verfügung. Als nichtinvasive Methode gewann sie relativ rasch Einfluss auf die Gefäßdiagnostik. Eine wesentliche Verbesserung der diagnostischen Aussagekraft, vor allem im Bereich kleinerer Gefäße, wurde durch den zunehmenden Einsatz paramagnetischer Kontrastmittel erreicht. Vorteile dieses Untersuchungsverfahrens sind eine gute räumliche und zeitliche Auflösung, eine höhere, der CT überlegende, Kontrastauflösung, die Möglichkeit der Erfassung von funktionellen Parametern, wie der Flussgeschwindigkeit und des Flussvolumens, und die Möglichkeit so das perfundierte Lumen als auch Veränderungen der Gefäßwände sicher darzustellen bei fehlender Röntgenstrahlenbelastung. Die MR-Technik erscheint heute als eine echte Alternative zur konventionellen Angiographie (23,32,34,40,47,53,61,89,112,138,142).

Der Ultraschalluntersuchung der Gefäße stehen heute die B-Bild Sonographie, die Dopplersonographie, die Duplexsonographie und die farbkodierten Duplexsonographie

zur Verfügung (41,68,73,108,142).

Vorzüge der Ultraschalldiagnostik sind vor allem die Nichtinvasivität des Untersuchungsverfahrens, die sehr hohe räumliche und zeitliche Auflösung, die gute Kontrastauflösung, die Darstellbarkeit sowohl des perfundierten Lumens als auch der Gefäßwände, der Nachweis pathologischer Veränderungen und die Möglichkeit, ähnlich der MR-Angiographie, der funktionellen Beurteilung durch Messung der Flussgeschwindigkeit und des Flussvolumens. Demgegenüber sind als Nachteile die zeitaufwendige Reproduzierbarkeit und die starke Untersucherabhängigkeit zu nennen.

Viele Jahrzehnte lang galt die Angiographie als das Verfahren der Wahl zur Diagnostik von Gefäßerkrankungen.

Ziel der vorliegenden retrospektiven Auswertung von insgesamt 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien aus einem Zeitraum von 24 Monaten (1.1.1995-31.12.1996) ist es Aussagen über den Einsatz miniaturisierter Diagnostikkatheter und unterschiedlicher Kontrastmittel hinsichtlich ambulant durchgeführter Angiographien zu treffen.

Die Patienten waren an einer chronisch arteriellen Verschlusskrankheit des Stadiums IIa- IV erkrankt. Die Becken-Bein-Übersichtsangiographien wurden im Rahmen der Auswertung in 5 Einzelgruppen unterteilt. Untersucht wurde, ob statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Qualität der Gefäßdarstellung bei Verwendung von Kontrastmitteln unterschiedlicher Firmen und unterschiedlicher Jodkonzentrationen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern bestanden.

Weiterhin wurden die punktions- und katheterassoziierten Komplikationen bezogen auf die Untersuchungen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern ermittelt.

Geklärt werden sollte die Frage, ob bei Verwendung von 3F oder 4F Diagnostikkathetern eine Minderung der Qualität der Gefäßdarstellung im Vergleich zu den verwendeten unterschiedlichen Kontrastmitteln für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie zu ermitteln ist, was sich auf den Einsatz miniaturisierter Katheter für die ambulante arterielle Diagnostik auswirken würde.

## 1.1. Kurzer Überblick über die Geschichte der Angiographie

Bereits wenige Monate nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen im November 1895, welche das diagnostische und therapeutische Dasein der Medizin entscheidend veränderten, begann mit der Entwicklung der Technik der Gefäßdarstellung auch schon die Geschichte der Angiographie (8).

Die erste Angiographie, ein Angiogramm einer menschlichen Leichenhand, wurde schon Anfang 1896 durch E. Haschek und O.T. Lindenthal (8,105,145) publiziert.

Bis zur Veröffentlichung von Berichten über Angiographien am lebenden Menschen 1923 durch J.A. Sicard und J. Forestier und S.Hirsch und J.Berberich (8) folgte ein längerer Weg mit Versuchen an anatomischen Präparaten und Versuchstieren.

Die erste Angiographie der unteren Extremität wurde 1924 von B. Brooks (8) in Amerika durchgeführt.

Es folgten die Vorstellung der Methode der „arteriellen Enzephalographie“, 1927 durch E.Moniz und die erstmalig durchgeführte Aortographie von Dos Santos 1929 (105,140).

Ein wichtiger Schritt für die Angiographie bedeutete die Einführung der Kathetertechnik. Erste Versuche zum Katheterismus des arteriellen und venösen Systems an Hunden wurden schon 1905 durch F. Bleichröder (8) durchgeführt.

Waren die früheren Kathetermethoden operative Methoden, konnte mit der Anwendung der perkutanen Kathetermethode ein bedeutender Schritt bei Entwicklung der Kathetertechniken erreicht werden. Die erste arterielle Katheterisation der Aorta auf perkutanem Weg wurde 1949 durch Peirce (8) publiziert. Ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung der Kathetertechniken war die Einführung der perkutanen Kathetermethode nach Seldinger, welche 1953 (39,76,140) erstmals publiziert wurde und bis heute die gebräuchliche Standardtechnik bei den angiographischen Untersuchungen darstellt.

Ein zentraler Diskussionspunkt seit den Anfängen der Angiographie stellte die Auswahl und die Suche nach einem geeigneten Kontrastmittel dar bei oft folgenreichen Nebenwirkungen und Komplikationen (5,128).

Die Entwicklung der trijodierten Kontrastmittel bedeuteten hier einen wichtigen Schritt, die Komplikationen zu senken (21,37,71,95,106,115).



Durch die Entwicklung der niederosmolaren und nichtionischen Kontrastmittel, der perkutanen Kathetermethode nach Seldinger und deren Modifikationen, sowie die Möglichkeiten der Seriographie mittels konventioneller Dokumentationssysteme wie Rollfilm und Filmkassettenwechsler und spezifische Untersuchungsraum- und Röntgen- gerätekonzepationen z.B. Einführung der C-Bogengeräte wurde die Angiographie zu einem Verfahren der klinischen Routine.

Eine weitere Verbesserung der Methode erfolgt durch die Entwicklung der DSA in den 70er Jahren und deren erfolgreichen Anwendung in den 80er Jahren (3,30,70).

Seit den 50er Jahren wurde die Entwicklung des therapeutischen Sektors der Angiographie vorangetrieben.

Ein wichtiger Pfeiler zur Begründung der interventionellen Radiologie war die Entwicklung der perkutanen, transluminalen Angioplastie durch Dotter und Judkin 1964 (8) und auf Vorschlägen basierend, die Entwicklung des nach Andreas Grüntzig benannten Ballonkatheters 1974 (8), mit dem erstmals Aufweitungen auch in Gefäßen mit deutlich größerem Gefäßdurchmesser als dem Zugangsgefäß möglich waren (140). Zeitler ist es zu verdanken, das o.g. Dotter-Verfahren in Europa bekannt zu machen (145).

Die Entwicklung neuer Bildgebender Verfahren wie Sonographie, CT und MRT und die Katheterentwicklungen auf dem Sektor der Angiographie selbst, vorallem die Einführung der interventionellen therapeutischen Verfahren, wie der lokalen arteriellen Thrombolyse und der PTA führen zur Stellenwerterhöhung der Angiographie in der Diagnostik und Therapie.

Durch die rasante Weiterentwicklung der CTA und MRA in der Abklärung von Gefäßerkrankungen besonders der Becken-Bein-Region hat sich in den letzten Jahren ein Wandel von der invasiven Angiographie zu den nichtinvasiven Untersuchungsverfahren der Ultraschalldiagnostik, der CTA und der MRA vollzogen.

## **1.2. Stand der nichtinvasiven und invasiven Diagnostik der Becken-Bein-Gefäße Gefäße und die Rolle der Katheterangiographie und ihre Entwicklungstendenzen**

Viele Jahrzehnte lang galt die Katheterangiographie als das Verfahren der Wahl zur Diagnostik von Gefäßerkrankungen.

Angewendet wird heute ausschließlich die i.a. DSA mit ihren Vorteilen (z.B. hohe Kontrastauflösung, computergestützte Subtraktion, diagnostisches Sofortbild, der hämodynamischen Information...) auf der Basis einer modernen Röntgentechnik, hochauflösender Digitalsysteme und spezieller Softwarekonzepte (z.B. Softwaremodule zur Bildnachbearbeitung wie Pixelshift, Vascular trace, Land mark, Road map und Distanz und Stenosegradmessung). Hochauflösende Matrizen von 1024x1024 markieren heute einen Qualitätsstandard (15,105,134,139).

Zur Injektion des Kontrastmittels verwendet man Hochdruckinjektoren um eine kontinuierliche Flussqualität und die nötigen hohen Flussraten zu erreichen (9,113).

Die Entwicklung des Angiographieinstrumentariums ist gekennzeichnet durch eine Miniaturisierung und Anwendung von High-tech-Materialien (hydrophilbeschichtete, außerordentlich gleitfähige, elastische Drähte, Miniaturisierung der Katheterdurchmesser mit der weit verbreiteten Anwendung von 4F Kathetern, verbesserte Schleusentechniken und –Materialien) zur Verminderung relevanter Komplikationen (z.B. punktionsbedingte Hämatome, katheterinduzierte Thrombosen, Embolien und Dissektionen) .

Durch die Anwendung nichtionischer niederosmolarer Kontrastmittel konnte die Nebenwirkungsrate signifikant reduziert werden bei deutlich besserer Patientenverträglichkeit. (1,11,15,20,25,26,27,38,46,64,69,82,91,116,118,119,123,131,137).

Bei Einsatz der DSA kann, falls alternative Mittel nicht geeignet oder verfügbar sind und absolute oder relative Kontraindikationen gegen jodhaltige Kontrastmittel bestehen, auch Kohlendioxidgas (vorallem im iliofemoropoplitealen Bereich als diagnostisch relevant erwiesen) bzw. Gadolinium-DTPA als kontrastierendes Agens intraarteriell injiziert werden, wobei sich der Einsatz von Kohlendioxidgas nicht durchsetzen konnte (9,42,44,87,92).

Unter Berücksichtigung entsprechender Strahlenschutzeinrichtungen und einer fortgeschrittenen Gerätetechnologie (z.B. gepulste Durchleuchtung) konnte die Strahlenbelastung bei der DSA als diagnostische Untersuchung vertretbar reduziert werden (39,45,145).

Klinische Fragestellungen im Bereich der unteren Extremitäten sind die häufigste Indikation zur angiographischen Darstellung (22). Seit vielen Jahren werden diese Untersuchungen in DSA-Technik mit Schrittverschiebetechnik oder in Einzelerientechnik durchgeführt. Vorteile der DSA mit Schrittverschiebetechnik gegenüber der Einzelerientechnik hinsichtlich Zeitaufwand, Dosis und Kontrastmittelverbrauch werden jedoch bei Patienten mit ungenügend kollateralisierten Gefäßstenosen oder Bewegungsartefakten durch zusätzliche Aufnahmeserien deutlich verringert (10).

Das Vorgehen bei der arteriellen Punktion, Kathetereinführung und der Kathetermanipulation ist heute weitgehend standardisiert. Der gebräuchlichste arterielle Zugang ist von femoral retrograd. Die Punktion und Katheterisierung erfolgt in Lokalanästhesie und Seldinger-Technik (50,58,117,136).

Als Angiographieinstrumentarium verwendet man vorwiegend teflonbeschichtete Standardführungsdrähte mit einer J-Spitze und Durchmessern von 0,018-0,038 in., dünnlumige 4F und 5F, seltener 3F Angiographiekatheter (bestehend z.B. aus Teflon, Polyäthylen und Polyurethan) mit mehreren Seitenlöchern und einer geraden oder Pigtailspitze (12,13,18,59,96,107,125,126,141).

Zur Kontrastierung der Gefäße haben sich heute mehrheitlich nichtionische niedermolare Kontrastmittel mit einem Jodgehalt zwischen 250-370 mg J/ ml durchgesetzt (11,12,13,16,18,29,31,59,62,72,91,123,127,130).

Diese werden zur Erreichung einer kontinuierlichen Flussqualität und hoher Flussraten mittels Hochdruckinjektoren mechanisch nach meist individuell standardisierten, im überregionalen Bereich meist ähnlichen Untersuchungsprotokollen entsprechend der bevorzugten Untersuchungstechnik injiziert (7). Z. B. bei der Einzelerientechnik werden dynamische Serien der Gefäßetagen in überlappenden Projektionen mit Kontrastmittelmengen pro Serie von 15-35 ml bei einem Flow zwischen 8-15 ml/s und einer Aufnahme Frequenz in der Region der Aorta und des Beckens von 2-4 Bilder/s und in der Ober- und Unterschenkelregion von 1-2 Bildern/s (72).

Für die moderne Diagnostik von Gefäßerkrankungen stehen heute die digitale Subtraktionsangiographie (DSA), die computertomographische Angiographie (CTA), die Kernspinangiographie (MRA) und der Ultraschall sowohl als B-Mode, Dopplersonographie und farbkodierte Duplexsonographie (FKDS) zur Verfügung.

Die Dopplersonographie und die farbkodierten Duplexsonographie werden heute zunehmend als Screening-Methode eingesetzt (65,73,80,81,94,97,102,141).

Von Einzelnen wird sie als diagnostischer Goldstandard angesehen (56,80).

Nach der Sonographie kann in der Mehrheit der Fälle schon eine therapeutische Strategie empfohlen werden mit Einschränkungen vorallem in der aortoiliacalen und infraoplitealen Region (65,102). Die Duplexsonographie ist eine diagnostische Methode sowohl bei der Therapieplanung ( konservativ, katheterinterventionell oder operativ)

als auch bei der Therapie- bzw. Verlaufskontrollen nach einem interventionellen oder gefäßchirurgischen Eingriff. Die diagnostische Treffsicherheit hinsichtlich relevanter Stenosen und Verschlüsse gegenüber der Angiographie beträgt von 80-95% (73,94,124).

Die Entwicklung der MRA begann erst Mitte der 80er Jahre. Die ersten Methoden die Time-of-flight-MRA und die Phasenkontrast-MRA konnten zwar ein gesundes Gefäßsystem relativ zuverlässig darstellen. Pathologien jedoch oft nur aufzeigen, nicht aber jedoch korrekt zu klassifizieren (Nachteile sind die begrenzte Ortsauflösung, die Überschätzung von Stenosen, die Artefaktanfälligkeit, lange Untersuchungszeit) (54,59,100,103,133).

Viele Veröffentlichungen beschreiben eine zunehmende Verbreitung der MRA auch im Becken-Beinbereich (23,33,53,61,75,83). Sie entwickelt sich mehr und mehr zu einer nichtinvasiven Alternative zur i.a. DSA. Als Untersuchungstechnik wird vorwiegend die ce MRA (Mehretagenverfahren und dynamische Technik mit automatischer Tischverschiebung) eingesetzt . Gründe sind gute Bildqualität (guter Gefäß-zu-Gewebe-Kontrast, Signal-zu-Gewebe Verhältnis, auch in der Region kleiner Gefäße, geringere Flussartefakte) robust gegenüber Strömungsphänomenen (Vermeidung von Gefäßauslöschungen durch den pulsatilen Fluss und Strömungsartefakten bei Stenosen), geringere Untersuchungszeiten (52,54,59,77,84,110,122,132,135,139).

Vergleichstudien mit der i.a. DSA bei der Darstellung der Becken-Beingefäße erlaubten die Schlussfolgerung, dass die Qualität der MRA ausreichend war für die Planung der weiteren Gefäßbehandlung, und ein Alternativverfahren zur i.a. DSA darstellt, die i.a.

DSA im Routinebetrieb in der Diagnostik bei Patienten mit einer arteriellen Verschlusskrankheit ersetzen kann und als ein nur minimalinvasives Untersuchungsverfahren perspektivisch zunehmend zur Anwendung kommen wird (12,13,14,19,48,55,57,59,63,78,84,88,90,93,96,104,109,113,121,125,133,135,139,141).

In einigen Studien konnte an den Unterschenkelarterien nicht immer dieselbe Bildqualität wie in der i.a. DSA, bedingt durch ein ungenügendes Signal-zu-Rausch-Verhältnis oder Überlagerungen durch venöse Gefäße erreicht werden bzw. kam es bei der Auswertung zur Darstellung höhergradiger Stenosen bzw. Detektion vermehrter Verschlüsse gegenüber der i.a.DSA (28,31,63,86,101).

Die CT-Angiographie hat trotz der in der Literatur, vor allem für den Beckenbereich beschriebenen hohen diagnostischen Aussagekraft, keinen Stellenwert im Rahmen der generellen Abklärung von Gefäßveränderungen der Becken-Bein-Region (66,102,107).

## **2. Material und Methode**

### **2.1. Patientenkollektiv**

Es wurden retrospektiv 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien vom Zeitraum 1.1.1995-31.12.1996 ausgewertet.

Das Kollektiv setzt sich aus 316 Männer und 149 Frauen im Alter von 31- 91 Jahren zusammen.

Die Patienten waren an einer chronisch arteriellen Verschlusskrankheit des Stadiums IIa bis IV erkrankt.

### **2.2. Methodik der Becken-Bein-Angiographien: Gerätetechnik, das Angiographieinstrumentarium und das Angiographiezubehör**

#### **2.2.1. Angiographieanlage und Angiographiezubehör**

Angiographieanlage: Integris 3000 ( Philips AG; Hamburg) und 512er-Matrix

Angiographiehochdruckinjektor: Angiomat 6000 ( Liebel-Flarsheim-Company )

Kontrastmittel: Ultravist 300 ( Iopromid, Fa. Schering AG;Berlin)

Solutrast 300 ( Iopamidol, Fa. Byk Gulden)

Imeron 300 ( Iomeprol, Fa. Byk Gulden)

Visipaque 320 ( Iodixanol, Fa. Nycomed)

Pharmaka: Xylonest 1% ( Prilocain, Fa. Astra Chemicals GmbH)

Xylocitin 0,5% ( Lidocain, Fa. Jenapharm)

Priscol ( Tolazolin, Fa. Dispersa)

Densitometer: Digital Densitometer II ( Fa. Victoreen)

Laserprinter: Matrix Compact L ( Fa. Agfa)

Filmtyp: SCOPIX Laser 2B ( Fa. Agfa)

Die Aufnahmen wurden unter Aufsicht eines erfahrenen Radiologen am Monitor optimal eingestellt und dann mit einem auf den Monitor abgestimmten Laserprinter auf dem Film dokumentiert. Zur retrospektiven Auswertung wurden diese Filmdokumente herangezogen.

Die Konstanzprüfungen hinsichtlich der Filme und des Laserprinters erfolgten entsprechend der gesetzlichen Bestimmungen. Der Laserprinter, der Filmtyp, die Filmgröße und das Filmformat waren bei allen Untersuchungen identisch.

### **2.2.2. Becken- Bein- Angiographien unter Verwendung eines 3F Katheters**

Die Untersuchung erfolgte nach einem Standardprotokoll.

#### Methode der Untersuchungsdurchführung:

Die Inguinalregion wurde nach der Rasur und der Hautdesinfektion mit 5 -10 ml eines Lokalanästhetikums zur Punktion der Arteria femoralis infiltriert. Danach erfolgte in Seldinger-Technik mittels eines 0,018“-Führungsdrahtes die Einlage eines Katheters STR 3F bis in die suprarenale Aorta abdominalis. Nach der intraarteriellen Applikation von 50 mg Xylocitin und 15 mg Priscol Anfertigung einer Übersichts-aortographie. Im Anschluss Rückzug des Katheters in die suprabifurkale Region und etagenweise Darstellung der Arterien des Beckens in 3 Ebenen (p.a., 25° LAO und 25° RAO Schrägposition) und der unteren Extremitäten in p.a. Projektion.

Nach dem Ziehen des Katheters und 10 minütiger Kompressionszeit wurde ein Druckverband angelegt (welcher frühestens nach 4 Stunden entfernt wurde) und dem Patienten 4 Stunden Bettruhe verordnet.

#### Angiographieinstrumentarium:

Punktionskanüle 20G (Fa. Cook)

Führungsdraht flexible Spitze gebogen 0,021 In, 145 cm (Fa. Cook)

Royal Flush II Angiographiekatheter, 3F, 40 cm (Fa. Cook)

Injektionsparameter und verwendete Kontrastmittelmenge:

<b>Region</b>	<b>Druck (in psi)</b>	<b>Flussrate</b>	<b>KM- Menge</b>	<b>KM- Temperatur</b>
abdominelle Aorta	1000	8 ml/s	20 ml	37 °C
Arterien des Beckens	1000	8 ml/s	15 ml	37 °C
Hüfte/proximaler Oberschenkel	1000	8 ml/s	15 ml	37 °C
Distaler Oberschenkel/ Knieregion	1000	8 ml/s	15 ml	37 °C
Knieregion/ proximaler Unterschenkel	1000	8 ml/s	20 ml	37 °C
Distaler Unterschenkel/ Sprunggelenksregion	1000	8 ml/s	20 ml	37 °C

**2.2.3. Becken-Bein-Angiographien unter Verwendung eines 4F Katheters**

Die Untersuchung wurde ebenfalls nach einem Standardprotokoll durchgeführt.

Methode der Untersuchungsdurchführung:

Die Inguinalregion wurde nach der Rasur und der Hautdesinfektion mit 5-10 ml eines Lokalanästhetikums zur Punktion der Arteria femoralis infiltriert. Danach erfolgte in Seldinger-Technik mittels eines Führungsdrahtes die Einlage eines Katheters STR 4F bis in die suprarenale Aorta abdominalis. Nach der intraarteriellen Applikation von 50 mg Xylocitin und 15 mg Priscol Anfertigung einer Übersichtsaortographie. Im Anschluss Rückzug des Katheters in die suprabifurkale Region und Darstellung der Arterien des Beckens in 3 Ebenen (p.a., 25° LAO und 25° RAO Schrägposition) und der unteren Extremitäten in p.a. Projektion. Nach dem Ziehen des Katheters und 15 minütiger Kompressionszeit wurde ein Druckverband angelegt (welcher frühestens nach 4 Stunden entfernt wurde) und dem Patienten 6 Stunden Bettruhe verordnet.



Angiographieinstrumentarium:

Punktionskanüle 19G (Fa. Cordis)

Emerald Guidwires Führungsdraht gebogen 0,035 In, 150 cm (Fa.Cordis)

Super Torque Angiographiekatheter, 4F, 65 cm (Fa.Cordis)

Injektionsparameter und verwendete Kontrastmittelmenge:

<b>Region</b>	<b>Druck (in psi)</b>	<b>Flussrate</b>	<b>KM-Menge</b>	<b>KM- Temperatur</b>
abdominelle Aorta	1000	12 ml/s	20 ml	37 °C
Arterien des Beckens	1000	12 ml/s	15 ml	37 °C
Hüfte/proximaler Ober- schenkel	1000	12 ml/s	15 ml	37 °C
Distaler Oberschenkel/ Knieregion	1000	12 ml/s	15 ml	37 °C
Knieregion/ proximaler Unterschenkel	1000	17 ml/s	20 ml	37 °C
Distaler Unterschenkel/ Sprunggelenksregion	1000	17 ml/s	20 ml	37 °C

**2.3. Messmethodik und Datenbewertung****2.3.1. Gefäßschwärzungswerte und objektive Gefäßkontrastwerte**

Ziel der Messungen und Berechnungen war es für jede definierte und auswertbare Gefäßregion einer Becken-Bein-Übersichtsangiographie einen Gefäßschwärzungs- und einen objektiven Gefäßkontrastwert (gemessene Schwärzungsunterschiede und durch eine Formel ausgedrückt) zu bestimmen.

Reihenfolge im methodischen Vorgehen:

1. Zuerst erfolgte die Unterteilung einer Übersichtsangiographie in 13 Gefäßregionen – Definition der Gefäßregionen (siehe Anlagen).
2. Danach wurde festgelegt, wann eine definierte Gefäßregion im Sinne der Vergleichbarkeit beurteilbar und auswertbar war (siehe Anlagen).
3. Namentliche Auflistung aller 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien in alphabetischer Reihenfolge (nicht erkennbar waren das Untersuchungsdatum, das verwendete KM und die Kathetergröße).
4. In alphabetischer Reihenfolge der namentlichen Auflistung wurden immer jeweils 10 Untersuchungen durch eine Zweitperson neutral verpackt.
5. Sortierung immer jeweils einer Untersuchung in der Reihenfolge der angefertigten Serien vor einem Leuchtkasten. Reihenfolge der Auswertung einer Untersuchung immer von zentral nach peripher.
6. War eine Gefäßregion im Sinne von 2. auswertbar, wurde diese für die photometrischen Messungen gewählt .
7. Innerhalb des Gefäßabschnittes Bestimmung eines Segmentes mit dem subjektiv am geringsten empfundenen Gefäßkontrast. Hier sowie in der Umgebung des Gefäßsegmentes (in regelmäßigen Abständen) erfolgten dann jeweils 3 photometrische Messungen, wobei die arithmetischen Mittelwerte den Gefäßschwärzungswert bzw. den Umgebungsschwärzungswert einer definierten auswertbaren Gefäßregion repräsentierten.
8. Die Dokumentation dieser Werte und die Begründung warum eine Gefäßregion ggf. nicht auswertbar war (Codierung in Abkürzungen –siehe Anlagen) erfolgte in einer vorgefertigten Tabelle.
9. Die Differenz aus Gefäßschwärzungswert und Umgebungsschwärzungswert repräsentierte dann den objektiven Gefäßkontrastwert einer definierten auswertbaren Gefäßregion einer Untersuchung.
10. Alle densitometrischen Messungen wurden mit demselben Messgerät durchgeführt. Nach der Auswertung von jeweils 10 Untersuchungen erfolgte eine Nulleichung des Densitometers.

### 2.3.2. Subjektiv empfundener Gefäßkontrastwert

Ziel der Bewertung war es, jeder definierten und auswertbaren Gefäßregion einer Übersichtsangiographie ein Prädikat zuzuordnen im Vergleich mit einem vorher erstellten Score (betreffend die subjektive Bewertung des Gefäßkontrastes und der visuellen Schärfe).

#### Reihenfolge im methodischen Vorgehen:

1. Nach der Definierung der Gefäßregionen und der Festlegung der Anforderungen an eine auswertbare Gefäßregion (siehe Anlagen) erfolgte die Erarbeitung einer Bewertungsskala hinsichtlich des empfundenen Gefäßkontrastes und der visuellen Schärfe der Gefäßkonturen (Bewertungsskala siehe Anlagen). Nach neutraler Verpackung von 50 Untersuchungen wurden aus diesen 3 Untersuchungen als Referenz ausgewählt. Diese Referenzuntersuchungen waren in ihrer Gesamtheit auswertbar, zeigten eine relativ homogene und konstante Gefäßkontrastierung bis in die Peripherie. Sie unterschieden sich lediglich in ihrem subjektiv empfundenen Gefäßkontrast und wurden je einem Score in der Bewertungsskala zugeordnet.
2. Namentliche Auflistung aller 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien in alphabetischer Reihenfolge (nicht erkennbar waren das Untersuchungsdatum, das verwendete KM und die Kathetergröße).
3. In der alphabetischen Reihenfolge der namentlichen Auflistung wurden immer jeweils 10 Untersuchungen durch eine Zweitperson neutral verpackt.
4. Die Sortierung einer Untersuchung erfolgte in der Reihenfolge der angefertigten Serien vor einem Leuchtkasten. Reihenfolge der Auswertung einer Untersuchung immer von zentral nach peripher .
5. War eine Gefäßregion im Sinne der Definition auswertbar, wurde sie für die Bewertung gewählt .
6. Innerhalb der Gefäßregion Bestimmung eines Gefäßsegmentes, welches den subjektiv empfunden geringsten Gefäßkontrast repräsentiert und nach Vergleich mit den 3 Referenzuntersuchungen erfolgte die Zuordnung zu einem Score.

7. Die Ergebnisse wurden in eine vorbereitete Tabelle eingetragen. War eine Gefäßregion nicht auswertbar wurde dies ebenfalls mittels Abkürzung (siehe Anlagen) in der Tabelle dokumentiert.

## 2.4. Ergebnisauswertung

### Reihenfolge in der Vorgehensweise:

1. Nach der Dokumentation der Gefäßschwärzungswerte, der objektiven Gefäßkontrastwerte, der Ergebnisse der subjektiven Gefäßkontrastbewertungen sowie der Begründung bei Nichtbewertbarkeit in vorbereiteten Tabellen kam es zur Entschlüsselung und Bildung von 5 Gruppen (Gruppeneinteilung siehe Anhang).
2. Im Anschluss wurden die nicht auswertbaren Gefäßregionen einer Untersuchung innerhalb der Gruppen selektiert.
3. Es folgten dann die Auswertungen innerhalb der Gruppen:
  - Bestimmung der Alters- und Geschlechtsverteilung und des arithmetischen Mittels der Gefäßschwärzungs- und der objektiven Gefäßkontrastwerte für die definierten und auswertbaren Gefäßregionen einer Gruppe.
  - Zur Charakterisierung von deren Variabilität Berechnung der Standardabweichung.
  - Bestimmung der subjektiven Bewertungsverteilung des Gefäßkontrastes einer Gruppe für eine definierte und auswertbare Gefäßregion mittels Berechnung der absoluten Häufigkeiten und zur besseren Vergleichbarkeit (unterschiedlicher Umfang der auswertbaren Gefäßregionen innerhalb einer Gruppe) Errechnung der relativen Häufigkeiten für jede Stufe des subjektiven Kontrastscores .
  - Dokumentation der Ergebnisse in Tabellen und Präsentation in Diagrammen.
4. Für den statistischen Vergleich zwischen den Gruppen wurden herangezogen:
  - Die faktorielle Varianzanalyse zum Vergleich der definierten und auswertbaren Gefäßregionen der Gruppen hinsichtlich der Gefäßschwärzungs- und objektiven Gefäßkontrastmittelwerte.

- Der CHI Quadrat Test für Kontingenztafeln zum Vergleich der definierten und auswertbaren Gefäßregionen der Gruppen hinsichtlich der subjektiven Gefäßkontrastbewertung.
- Ein p-Wert gleich oder unter 0,05 wurde als signifikant erachtet.
- Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Softwaresystems SPSS.

## **2.5. Bestimmung der Komplikationsraten bei der Punktionstechnik nach Seldinger**

- Dokumentation der Komplikationen in einer Tabelle aufgeschlüsselt nach Art der häufigsten Komplikationen und Art der Untersuchung entsprechend des verwendeten 3F oder 4F Katheters.
- Ermittlung der Komplikationsraten aufgeschlüsselt nach Art der häufigsten Komplikationen bezogen auf die Untersuchungen mit 3F und 4F Kathetern durch Berechnung der arithmetischen Mittelwerte für jede Komplikation und des arithmetischen Mittelwertes unter der Addition aller Komplikationen für eine Untersuchungsart.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ergebnisse der Auswertung innerhalb der Gruppen

##### 3.1.1. Gruppe 1 (Untersuchungen mit 4F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Ultravist 300)

In dieser Gruppe sind 196 Becken-Bein-Übersichtsangiographien zusammengefasst.

###### Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug  $67,7 \pm 11,7$  Jahre.

Geschlechtsverteilung 137 Männer und 59 Frauen.

Das mittlere Alter der Frauen lag bei  $73,8 \pm 9,2$  Jahren, das der Männer bei  $65 \pm 11,6$  Jahren.

Die jüngste Patientin war 39, die älteste 90 Jahre alt.

Bei den Männern lag die unterste Altersgrenze bei 31, die obere bei 91 Jahren.

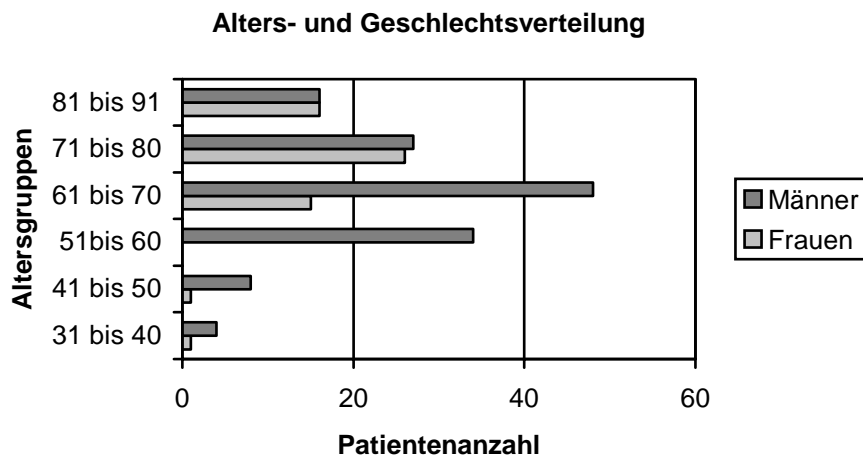


Abb.1: Alters- und Geschlechtsverteilung in der Gruppe 1

## Graphische Übersichten

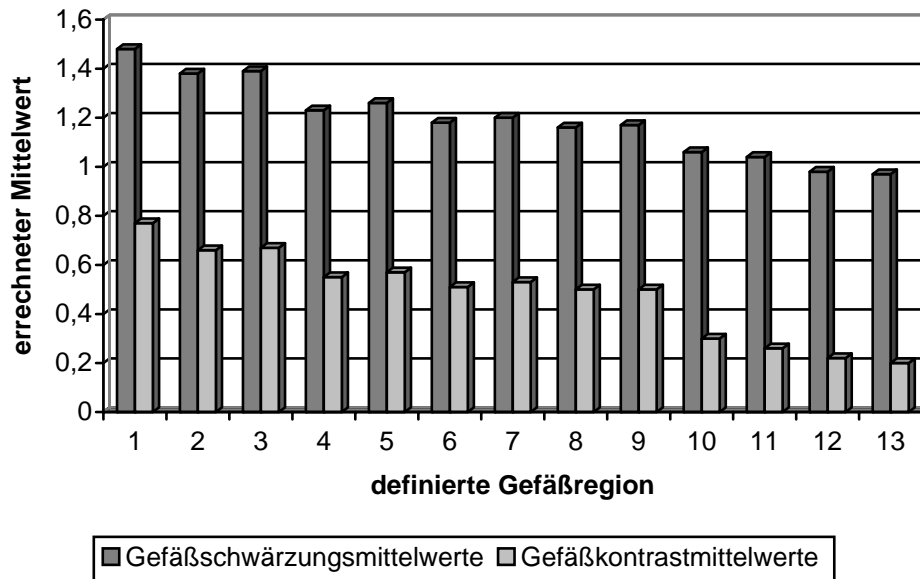


Abb.2: Graphische Übersicht über die Gefäßschwärmungs- und Gefäßkontrastmittelwerte, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 1

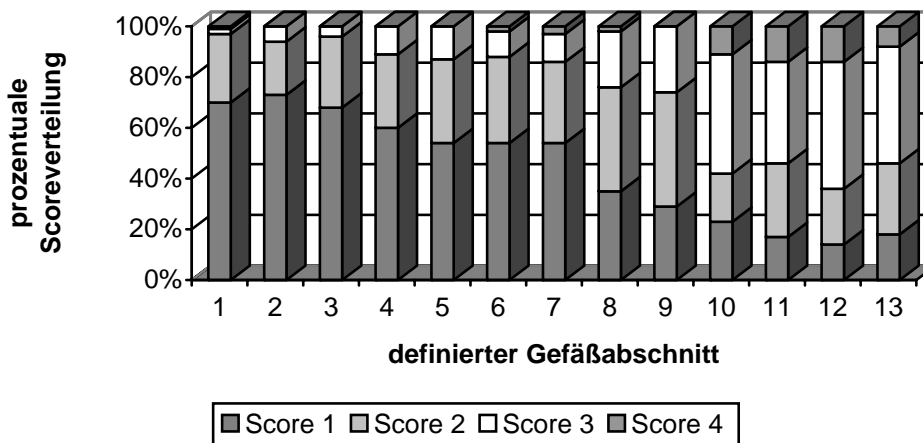


Abb.3: Graphische Übersicht über die prozentuale Scoreverteilung bei der subjektiven Auswertung des Gefäßkontrastes, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 1

### 3.1.2. Gruppe 2 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Ultravist 300)

In dieser Gruppe sind 69 Becken-Bein-Übersichtsangiographien zusammengefasst.

#### Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug  $64,8 \pm 10,8$  Jahre.

Geschlechtsverteilung 44 Männer und 25 Frauen.

Das mittlere Alter der Frauen lag bei  $69,5 \pm 11,4$  Jahren, das der Männer bei  $62,5 \pm 9,5$  Jahren.

Die jüngste Patientin war 34, die älteste 85 Jahre alt.

Bei den Männern lag die unterste Altersgrenze bei 36, die obere bei 77 Jahren.

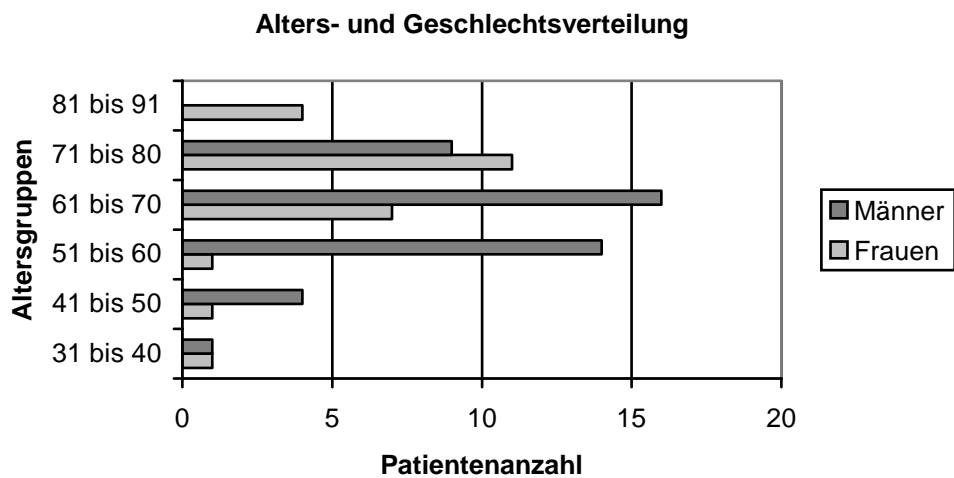


Abb.4: Alters- und Geschlechtsverteilung in der Gruppe 2



## Graphische Übersichten

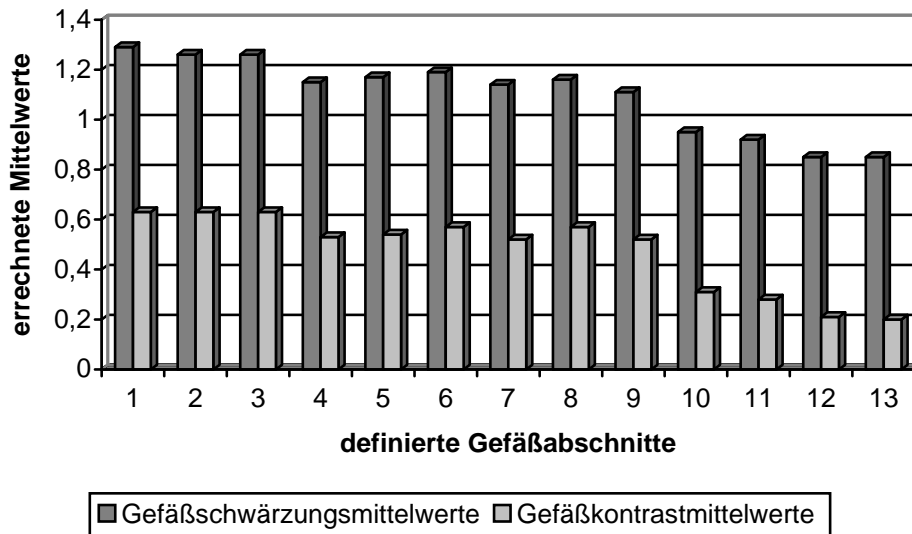


Abb.5: Graphische Übersicht über die Gefäßschwärmungs- und Gefäßkontrastmittelwerte, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 2

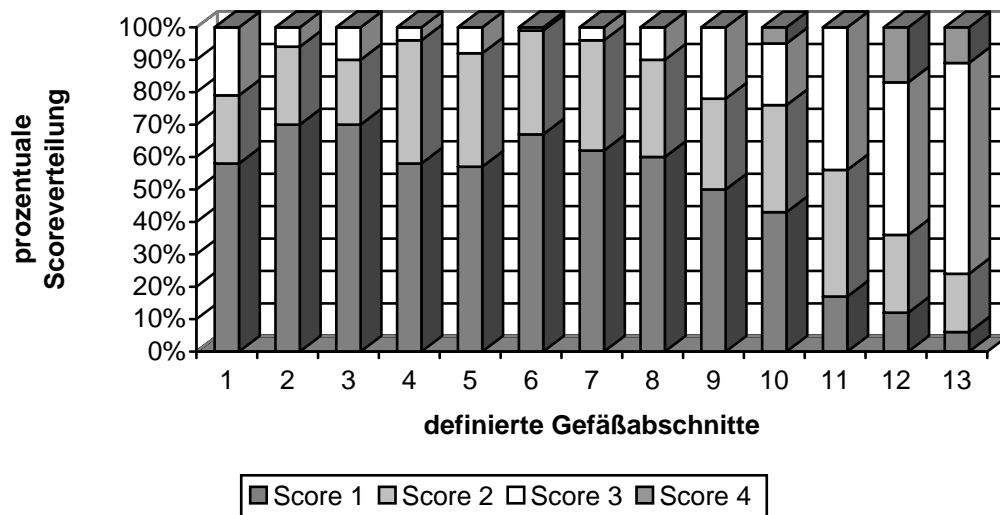


Abb.6: Graphische Übersicht über die prozentuale Scoreverteilung bei der subjektiven Auswertung des Gefäßkontrastes, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 2

### 3.1.3. Gruppe 3 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Solutrast 300)

In dieser Gruppe sind 68 Becken-Bein-Übersichtsangiographien zusammengefasst.

#### Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug  $65,3 \pm 10,1$  Jahre.

Geschlechtsverteilung 47 Männer und 21 Frauen.

Das mittlere Alter der Frauen lag bei  $69,2 \pm 10,6$  Jahren, das der Männer bei  $64,2 \pm 9,4$  Jahren.

Die jüngste Patientin war 47, die älteste 86 Jahre alt.

Bei den Männern lag die unterste Altersgrenze bei 45, die obere bei 88 Jahren.

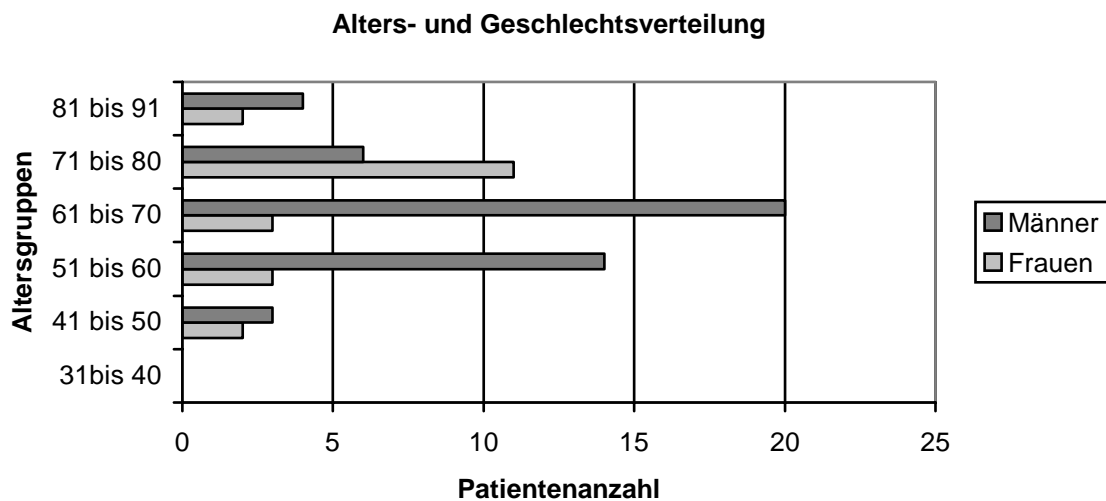


Abb.6: Alters- und Geschlechtsverteilung in der Gruppe 3

## Graphische Übersichten

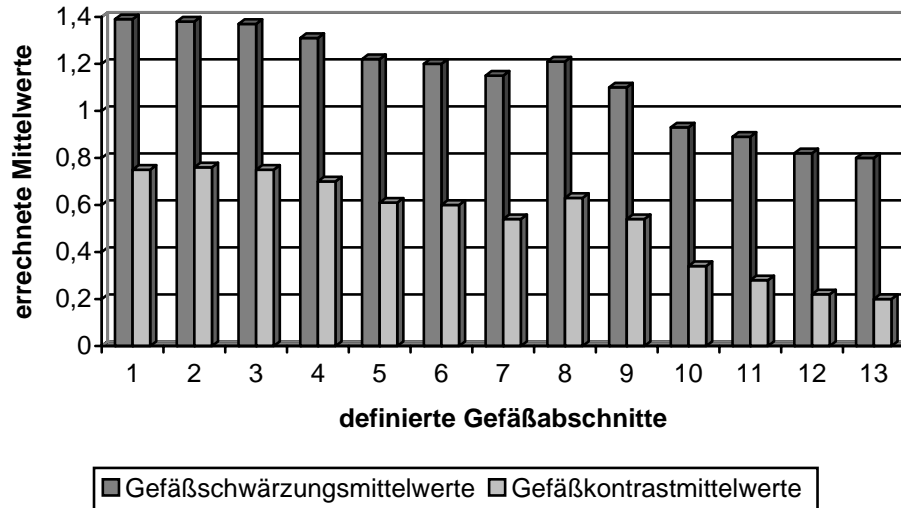


Abb.8: Graphische Übersicht über die Gefäßschwärmungs- und Gefäßkontrastmittelwerte, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 3

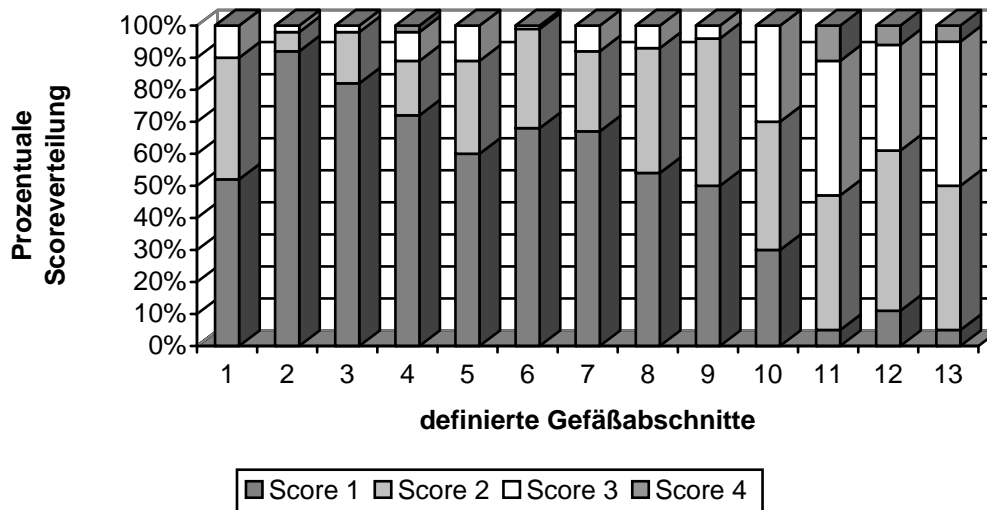


Abb.9: Graphische Übersicht über die prozentuale Scoreverteilung bei der subjektiven Auswertung des Gefäßkontrastes, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 3

### 3.1.4. Gruppe 4 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Imeron 300)

In dieser Gruppe sind 67 Becken-Bein-Übersichtsangiographien zusammengefasst.

#### Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug  $66,2 \pm 10,6$  Jahre.

Geschlechtsverteilung 46 Männer und 21 Frauen.

Das mittlere Alter der Frauen lag bei  $70,2 \pm 11,3$  Jahren, das der Männer bei  $64,4 \pm 9,7$  Jahren.

Die jüngste Patientin war 48, die älteste 88 Jahre alt.

Bei den Männern lag die unterste Altersgrenze bei 39, die obere bei 86 Jahren.

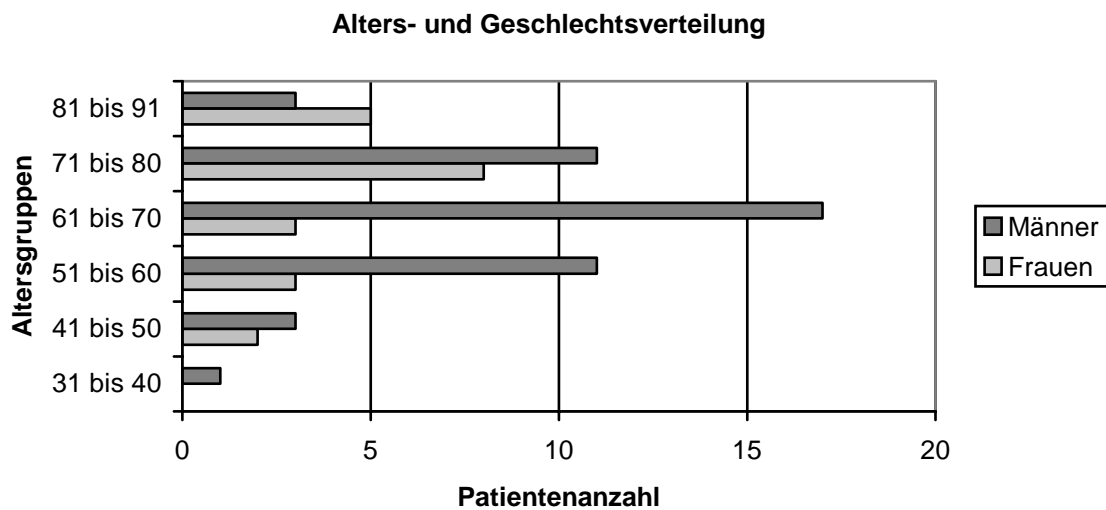


Abb.10: Alters- und Geschlechtsverteilung in der Gruppe 4

## Graphische Übersichten

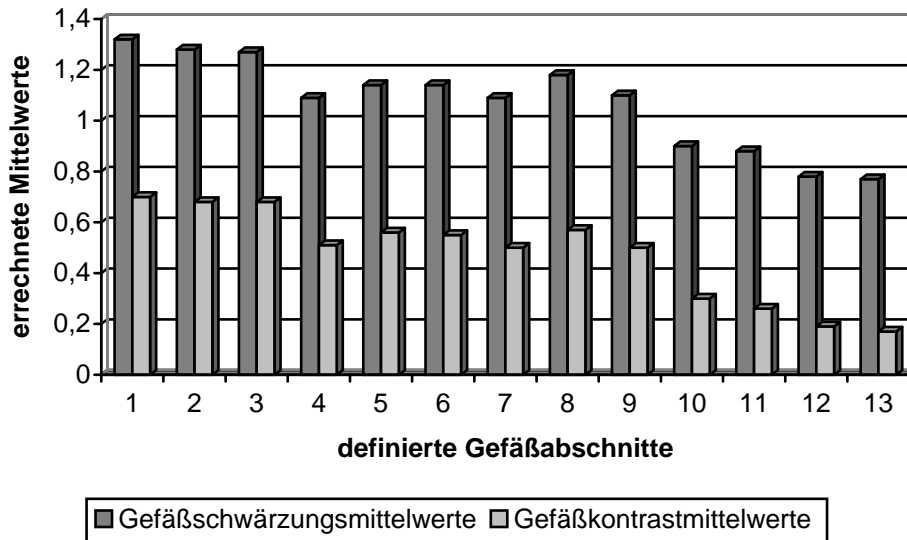


Abb.11: Graphische Übersicht über die Gefäßschwärmungs- und Gefäßkontrastmittelwerte, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 4

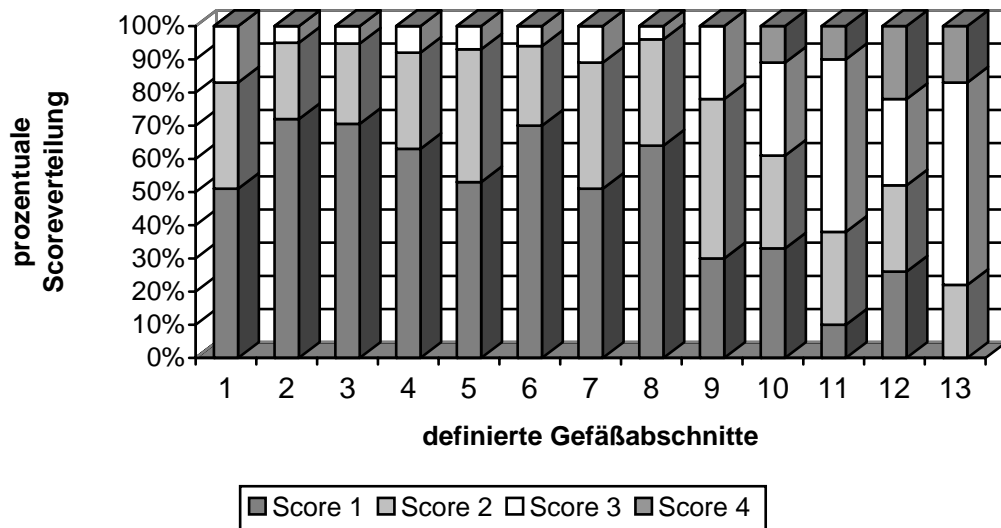


Abb.12: Graphische Übersicht über die prozentuale Scoreverteilung bei der subjektiven Auswertung des Gefäßkontrastes, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 4

### 3.1.5. Gruppe 5 (Untersuchungen mit 3F Katheter und Verwendung des Kontrastmittels Visipaque 320)

In dieser Gruppe sind 65 Becken-Bein-Übersichtsangiographien zusammengefasst.

#### Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug  $65,2 \pm 11,8$  Jahre.

Geschlechtsverteilung 41 Männer und 24 Frauen.

Das mittlere Alter der Frauen lag bei  $68,8 \pm 12,0$  Jahren, das der Männer bei  $63,1 \pm 11,2$  Jahren.

Die jüngste Patientin war 41, die älteste 86 Jahre alt.

Bei den Männern lag die unterste Altersgrenze bei 37, die obere bei 89 Jahren.

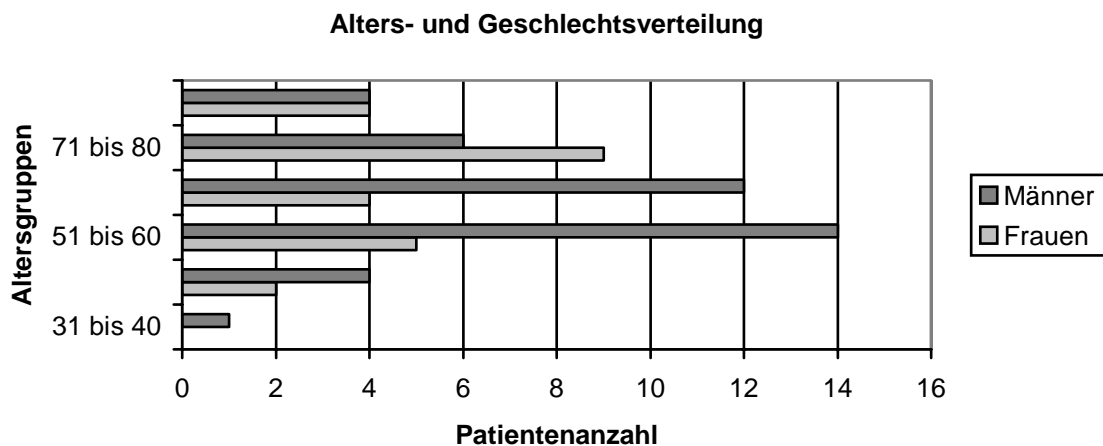


Abb.13: Alters- und Geschlechtsverteilung in der Gruppe 5

## Graphische Übersichten

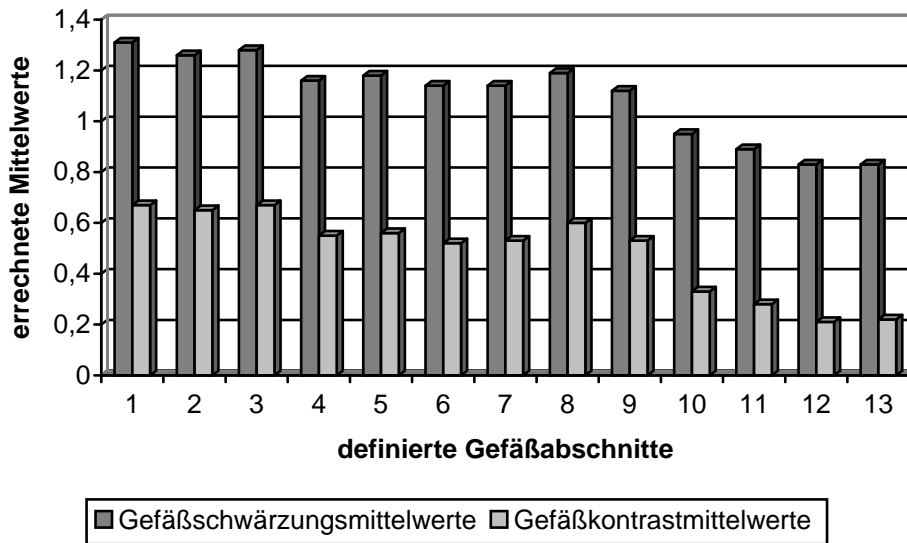


Abb.14: Graphische Übersicht über die Gefäßschwärmungs- und Gefäßkontrastmittelwerte, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 5

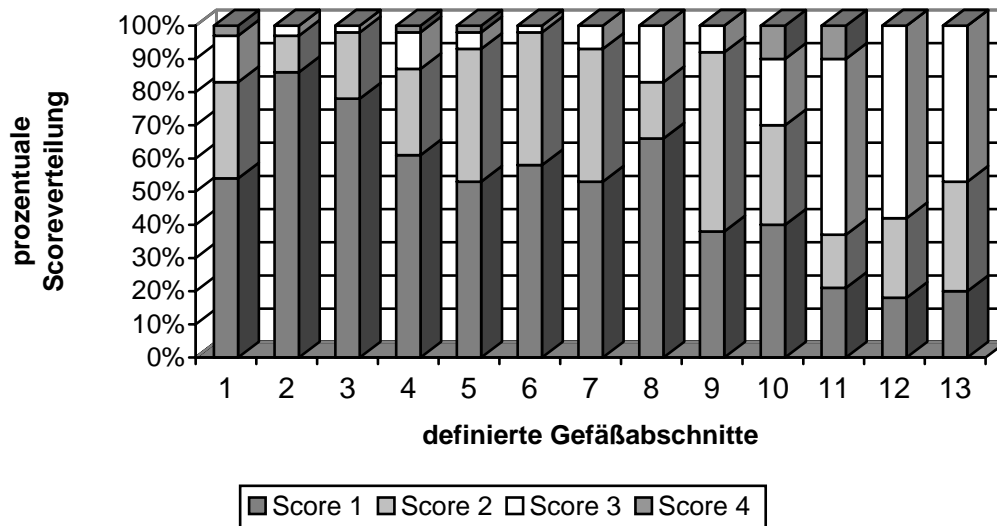


Abb.15: Graphische Übersicht über die prozentuale Scoreverteilung bei der subjektiven Auswertung des Gefäßkontrastes, bezogen auf die definierten und auswertbaren Gefäßabschnitte, in der Gruppe 5

### 3.2. Gegenüberstellung der Ergebnisse der Auswertung zwischen den 5 Patientengruppen bezogen auf die definierten Gefäßregionen

#### 3.2.1. Infrarenale Aorta

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gefäßschwärmungsmittelwert	1,48	1,29	1,39	1,32	1,31

Tab.16: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,006$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 1 und 2,  $p= 0,027$

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gefäßkontrastmittelwert	0,77	0,63	0,75	0,70	0,67

Tab.17: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,078$  (n.s.)



prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
	Score 1	70	58	52	51	54
	Score 2	27	21	38	32	29
	Score 3	2	21	10	17	14
	Score 4	1	0	0	0	3

Tab.18: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p = 0,025$  (signifikant)

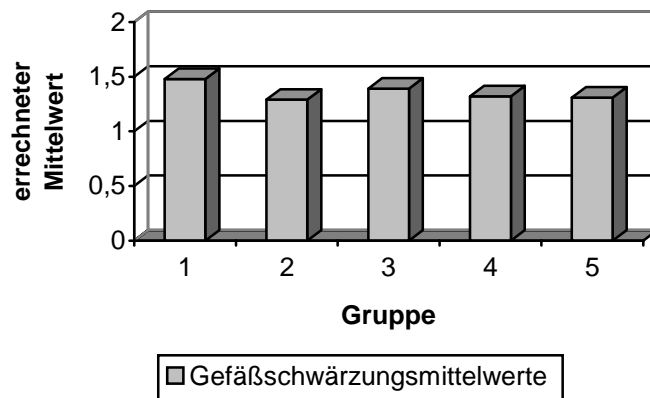


Abb.16 : Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

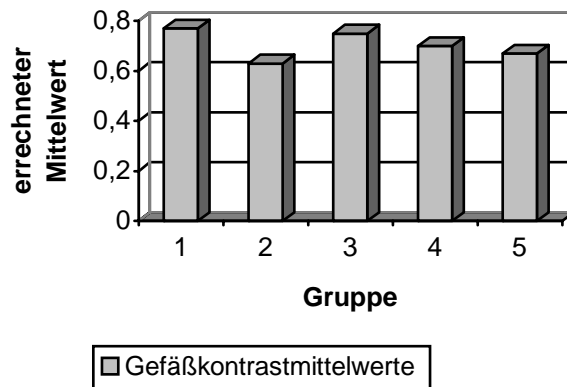


Abb.17: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastwerte

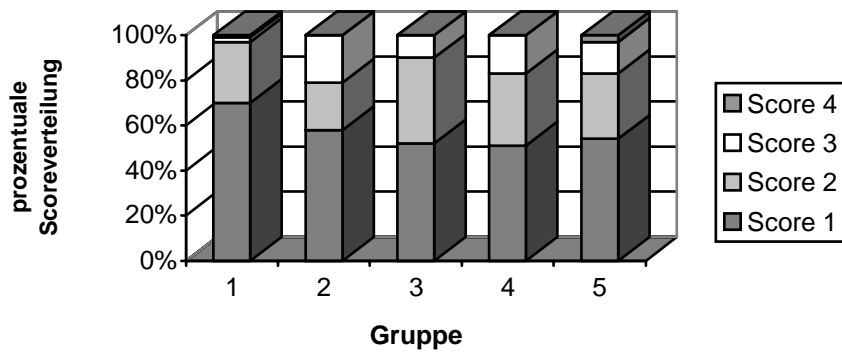


Abb. 18: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

### 3.2.2. Arteria iliaca communis dextra et sinistra

Gefäßschwärmungsmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria iliaca communis dextra	1,38	1,26	1,38	1,28	1,26
Arteria iliaca communis sinistra	1,39	1,26	1,37	1,27	1,28

Tab.19: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

#### Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,068$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,118$  (n.s.)

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria iliaca communis dextra	0,66	0,63	0,76	0,68	0,65
Arteria iliaca communis sinistra	0,67	0,63	0,75	0,68	0,67

Tab.20: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,347$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,531$  (n.s.)

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
	Score 1	73	68	70	70	92	82	72	67	86	78
	Score 2	21	28	24	20	6	16	23	23	11	20
	Score 3	6	4	6	10	2	2	5	8	3	2
	Score 4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Tab.21: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven  
Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,187$  (n.s.)

Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,287$  (n.s.)

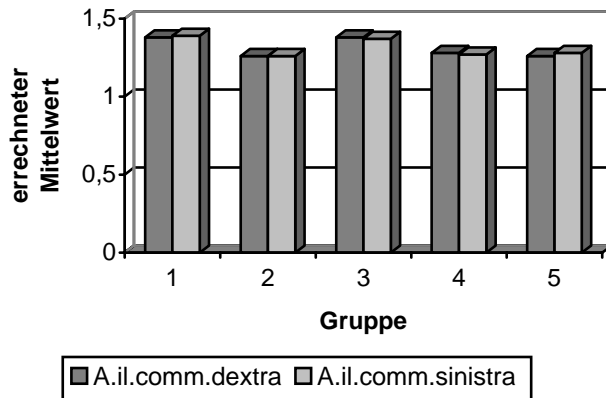


Abb.19: Gegenüberstellung der Gefäßschwärzungsmittelwerte

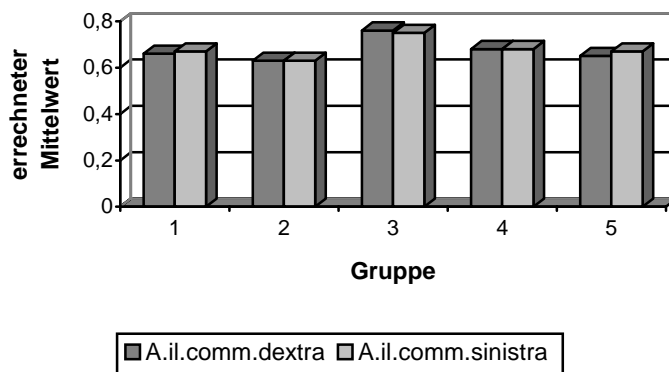


Abb.20: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastwerte

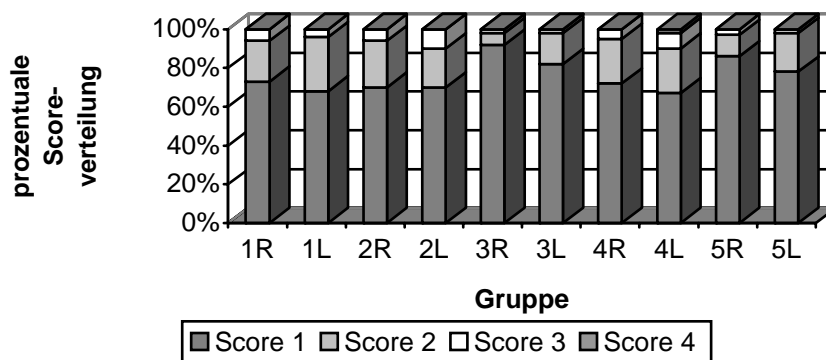


Abb. 21: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

### 3.2.3. Arteria iliaca externa dextra et sinistra

Gefäßschwärmungsmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria iliaca externa dextra	1,23	1,15	1,31	1,09	1,16
Arteria iliaca externa sinistra	1,26	1,17	1,22	1,14	1,18

Tab.22: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

#### Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,013$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 3 und 4 ,  $p = 0,015$

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,207$  (n.s.)

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria iliaca externa dextra	0,55	0,53	0,70	0,51	0,55
Arteria iliaca externa sinistra	0,57	0,54	0,61	0,56	0,56

Tab.23: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

#### Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,036$  (signifikant); in den Post-Hoc-Tests (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,792$  (n.s.)

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
	Score 1	60	54	58	57	72	60	63	53	61	53
	Score 2	29	33	38	35	17	29	29	40	26	40
	Score 3	11	13	4	8	9	11	8	7	11	5
	Score 4	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2

Tab.24: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p=0,670$  (n.s.)

Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p=0,894$  (n.s.)

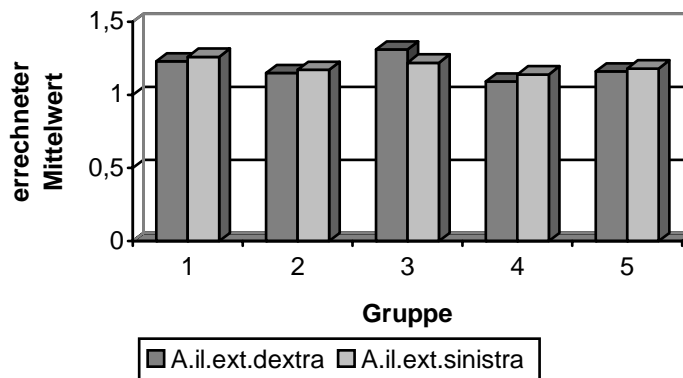


Abb.22: Gegenüberstellung der Gefäßschwärzungsmittelwerte

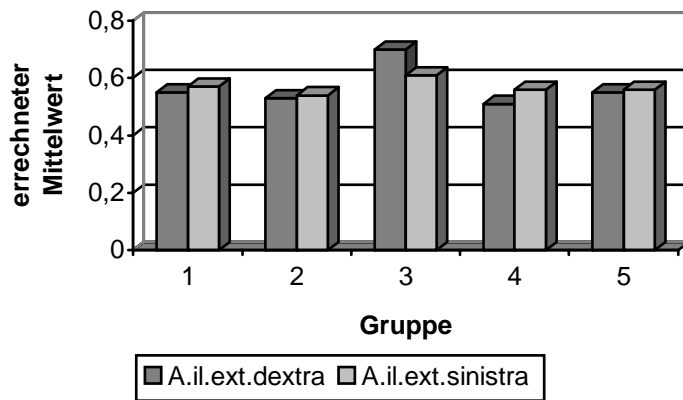


Abb.23: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

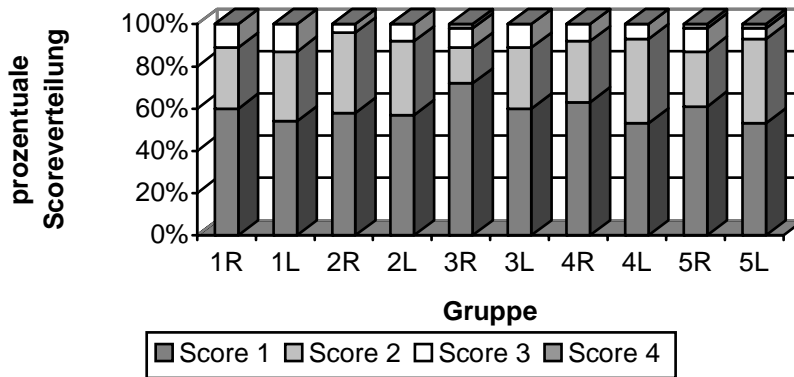


Abb.24: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

### 3.2.4. Arteria femoralis communis dextra et sinistra

Gefäßschwärmungsmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria femoralis communis dextra	1,18	1,19	1,12	1,14	1,14
Arteria femoralis communis sinistra	1,20	1,14	1,15	1,09	1,14

Tab.25: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,684$  (n.s.)Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,164$  (n.s.)

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria femoralis communis dextra	0,51	0,57	0,60	0,55	0,52
Arteria femoralis communis sinistra	0,53	0,52	0,54	0,50	0,53

Tab.26: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,204$  (n.s.)Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,947$  (n.s.)

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
	Score 1	54	54	67	62	68	67	70	51	58	53
	Score 2	34	32	32	34	31	25	24	38	40	40
	Score 3	10	11	1	2	1	8	6	11	2	7
	Score 4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.27: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,029$  (signifikant)Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,268$  (n.s.)



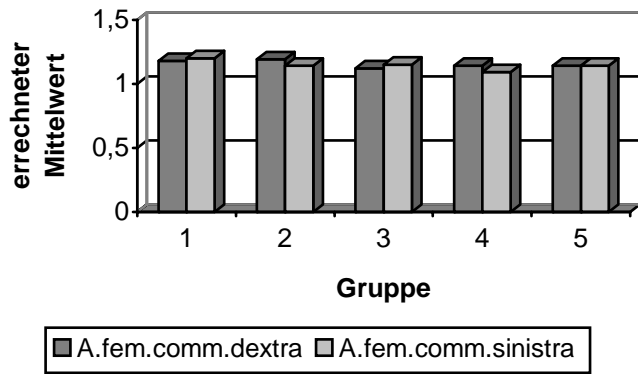


Abb.25: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

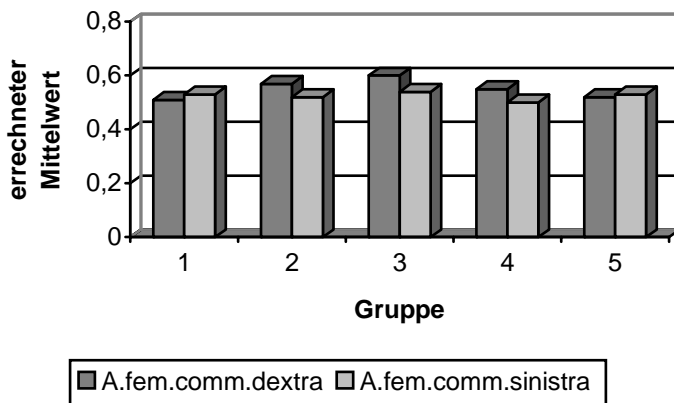


Abb.26: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

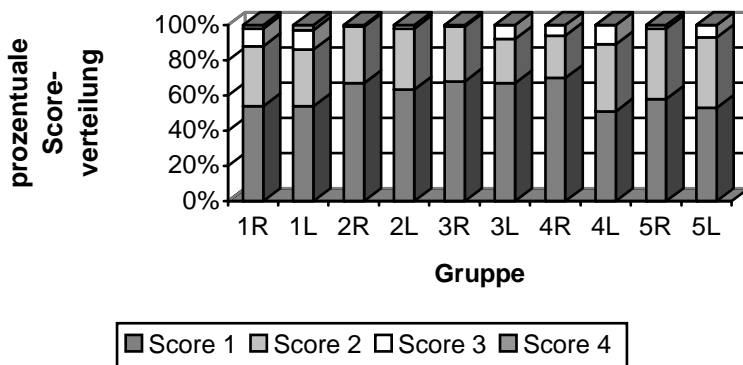


Abb.27: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

### 3.2.5. Arteria femoralis superficialis dextra et sinistra

Gefäßschwärmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria femoralis superficialis dextra	1,16	1,16	1,21	1,18	1,19
Arteria femoralis superficialis sinistra	1,17	1,11	1,10	1,10	1,12

Tab.28: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,858$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,366$  (n.s.)

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Arteria femoralis superficialis dextra	0,50	0,57	0,63	0,57	0,60
Arteria femoralis superficialis sinistra	0,50	0,52	0,54	0,50	0,53

Tab.29: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,054$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p= 0,781$  (n.s.)

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
	Score 1	35	29	60	50	54	50	64	30	66	38
	Score 2	41	45	30	28	39	46	32	48	17	54
	Score 3	22	26	10	22	7	4	4	22	17	8
	Score 4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.30: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p=0,081$  (n.s.)

Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p=0,298$  (n.s.)

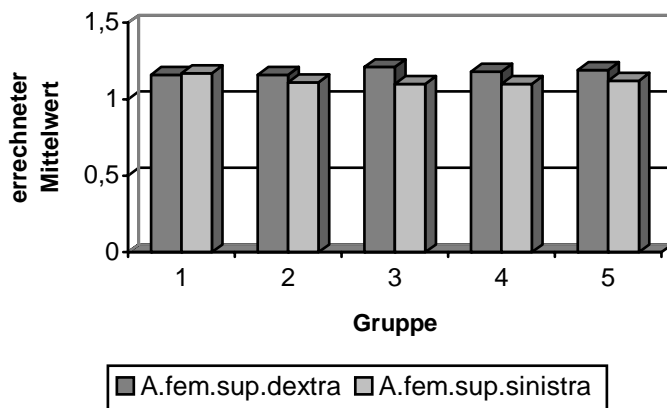


Abb.28 : Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

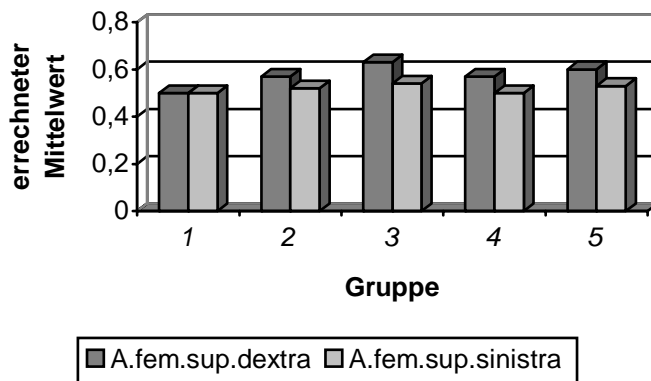


Abb.29: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

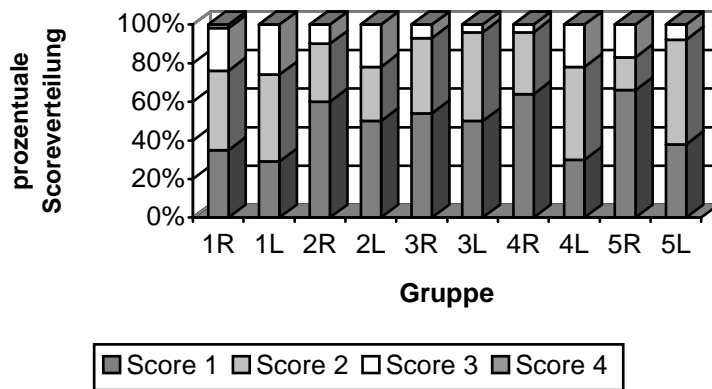


Abb.30: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

### 3.2.6. Unterschenkelarterien beiderseits

Gefäßschwärmungsmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Proximale Unterschenkelarterie rechts	1,06	0,95	0,93	0,90	0,95
Proximale Unterschenkelarterie links	1,04	0,92	0,89	0,88	0,89

Tab.31: Gegenüberstellung der Gefäßschwärmungsmittelwerte

#### Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,000$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 1 und 2  $p = 0,015$ ; 1 und 3  $p = 0,007$ ; 1 und 4  $p = 0,000$ ; 1 und 5  $p = 0,029$

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,000$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 1 und 2  $p = 0,013$ ; 1 und 3  $p = 0,001$ ; 1 und 4  $p = 0,000$ ; 1 und 5  $p = 0,001$

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Proximale Unterschenkelarterie rechts	0,30	0,31	0,34	0,30	0,33
Proximale Unterschenkelarterie links	0,26	0,28	0,28	0,26	0,28

Tab.32: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,521$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,901$  (n.s.)

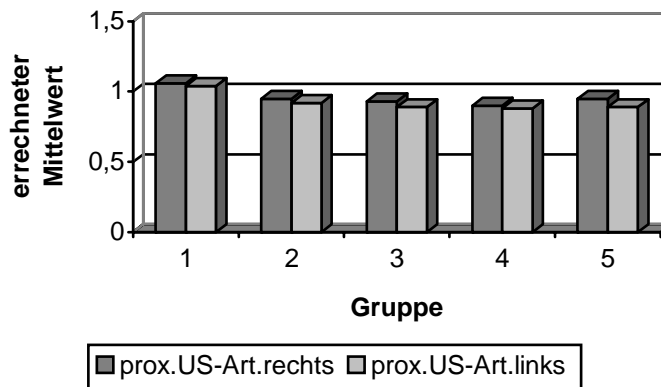


Abb.31: Gegenüberstellung der Gefäßschwärzungsmittelwerte

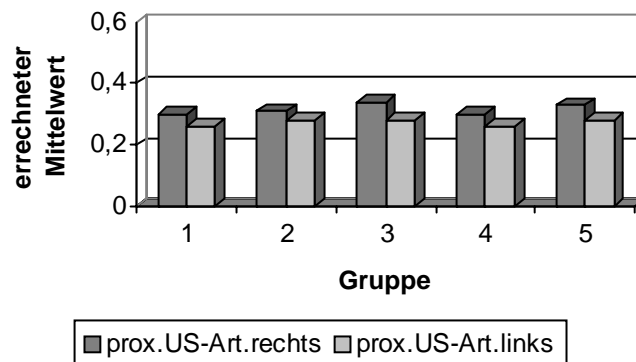


Abb.32: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Gefäßschwärzungsmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Distale Unterschenkelarterie rechts	0,89	0,85	0,82	0,78	0,83
Distale Unterschenkelarterie links	0,97	0,85	0,80	0,77	0,83

Tab.33: Gegenüberstellung der Gefäßschwärzungsmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,000$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 1 und 2  $p = 0,000$ ; 1 und 3  $p = 0,000$ ; 1 und 4  $p = 0,000$ ; 1 und 5  $p = 0,000$

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,000$  (signifikant); signifikante Gruppenunterschiede in den Post-Hoc-Tests: zwischen den Gruppen 1 und 2  $p = 0,000$ ; 1 und 3  $p = 0,000$ ; 1 und 4  $p = 0,000$ ; 1 und 5  $p = 0,000$

Gefäßkontrastmittelwert	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Distale Unterschenkelarterie rechts	0,22	0,21	0,22	0,19	0,21
Distale Unterschenkelarterie links	0,20	0,20	0,20	0,17	0,22

Tab.34: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,705$  (n.s.)

Links: Faktorielle Varianzanalyse:  $p = 0,705$  (n.s.)

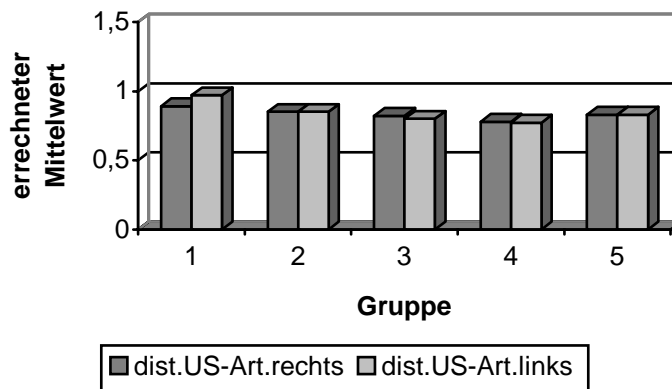


Abb.33: Gegenüberstellung der Gefäßschwärzungsmittelwerte

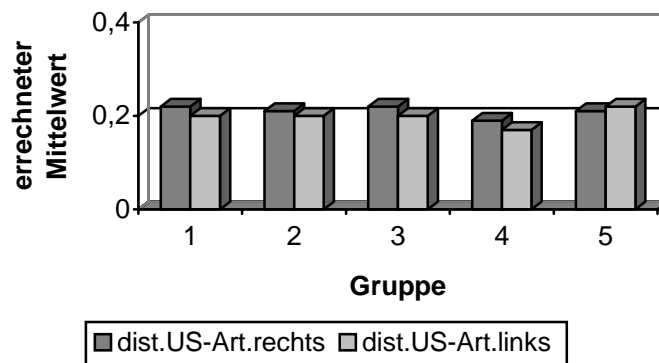


Abb.34: Gegenüberstellung der Gefäßkontrastmittelwerte

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
Arteria tibialis anterior	Score 1	23	17	43	17	30	5	33	10	40	21
	Score 2	19	29	33	39	40	42	28	28	30	16
	Score 3	47	40	19	44	30	42	28	52	20	53
	Score 4	11	14	5	0	0	11	11	10	10	10

Tab.35: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,236$  (n.s.)

Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,673$  (n.s.)

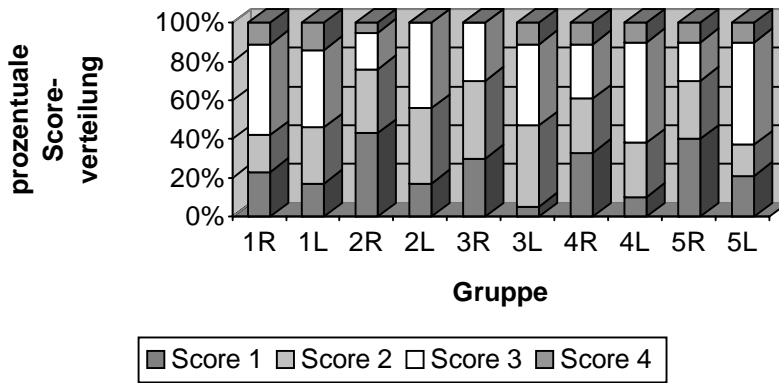


Abb.35: : Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

prozentuale Scoreverteilung		Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
Arteria tibialis posterior	Score 1	14	18	12	6	11	5	26	0	18	20
	Score 2	22	28	24	18	50	45	26	22	24	33
	Score 3	50	46	47	65	33	45	26	61	58	47
	Score 4	14	8	17	11	6	5	11	17	0	0

Tab.36: Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung

Ergebnisse der statistischen Auswertung zwischen den Gruppen:

Rechts: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,468$  (n.s.)

Links: Chi-Quadrat-Tests nach Pearson:  $p= 0,301$  (n.s.)

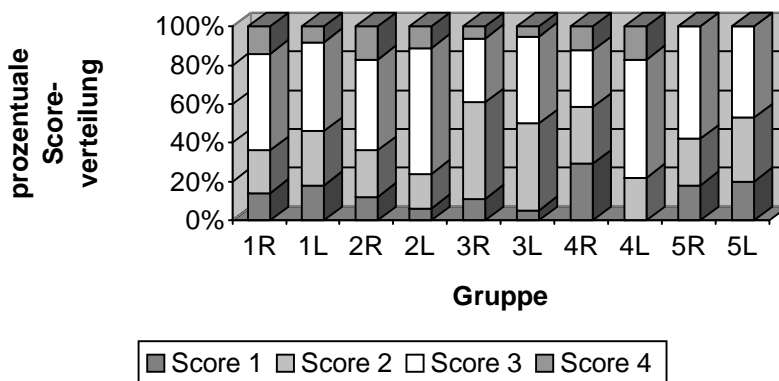


Abb.36: : Gegenüberstellung der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung



### 3.3. Gegenüberstellung der Komplikationen und statistische Auswertung

	Untersuchung mit Katheter			
	4F	3F		
<b>Anzahl der Untersuchungen</b>	196	269		
<b>Art der Komplikationen bei der Seldinger Punktionstechnik</b>	<b>Anzahl der Komplikationen</b>		<b>Komplikationsrate (in Prozent)</b>	
	4F	3F	4F	3F
1. lokales Hämatom (nicht operationspflichtig)	1	3	0,51	1,11
2. lokales Hämatom (operationspflichtig)	0	0	0	0
3. Gefäßdissektion ohne Intervention	0	0	0	0
4. Gefäßdissektion mit Intervention	0	2	0	0,74
5. Gefäßspasmus	0	0	0	0
6. Aneurysma	0	0	0	0
7. Summe	1	5	0,51	1,85

Tab.37: Gegenüberstellung der Komplikationen mit ihren Häufigkeiten und Komplikationsraten bei den 3F und 4F Untersuchungen

Die Gesamtkomplikationsraten zwischen den 196 Becken-Bein-Übersichtsangiographien unter Verwendung eines 4F Katheters und den 269 Untersuchungen unter Verwendung eines 3F Katheters wurden verglichen mittels des Exakter Test nach Fisher. Das Ergebnis von  $p= 0,408$  erbrachte keinen signifikanten Unterschied zwischen den o.g. Gruppen.

#### 4. Diskussion

Das Studium der inländischen und ausländischen wissenschaftlichen Literatur hat gezeigt, dass einerseits die Erkrankungen des Gefäßsystems in ihrer Tendenz steigend sind und dass eine Weiterentwicklung der Gefäßdiagnostik besonders wichtig ist und dass zum anderen vorallem durch die Entwicklungen auf dem Gebiet der Computertomographie, der Kernspintomographie und der Ultraschalldiagnostik sich die Indikationen zur invasiven digitalen Subtraktionsangiographie (DSA) im Rahmen der Gefäßdiagnostik eingeschränkt haben.

Der allgemeine Trend in der Gefäßdiagnostik zeigt sich auch in der Abklärung von Gefäßerkrankungen der Becken-Bein-Region in einem Wechsel von invasiven zu nicht-invasiven Untersuchungsverfahren .

Die Dopplersonographie und die farbkodierten Duplexsonographie werden heute zunehmend als Screening-Methode eingesetzt und sind eine diagnostische Methode sowohl bei der Therapieplanung (konservativ, katheterinterventionell oder operativ) als auch bei Verlaufskontrollen nach einem interventionellen oder gefäßchirurgischen Eingriff. Viele Veröffentlichungen beschreiben eine zunehmende Verbreitung der MRA auch im Becken-Beinbereich. Als Untersuchungstechnik wird vorwiegend die ce MRA eingesetzt, welche in Vergleichstudien mit der i.a.DSA sich zu einem nichtinvasiven Alternativverfahren zur i.a.DSA entwickelt und im Routinebetrieb in der Diagnostik bei Patienten mit einer arteriellen Verschlusskrankheit perspektivisch zunehmend zur Anwendung kommen wird.

Trotz der hier aufgezeigten Trends und Entwicklungen in der Gefäßdiagnostik der Becken-Beinarterien ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Rahmen einer modernen Diagnostik die digitale Subtraktionsangiographie aus dem Routinebetrieb nicht wegzudenken. Ökonomische Aspekte, Verfügbarkeit, individuelle Erfahrungen, die einleitend beschriebenen noch bestehenden Nachteile und die Kontraindikationen der nichtinvasiven Alternativverfahren begründen ihre weitere Daseinsberechtigung .

Bei der DSA geht der Trend dahin, möglichst kleine Kathetergrößen zu verwenden, um das Gefäßtrauma minimal zu halten und damit die Invasivität der Methode.

Die Ergebnisse der Auswertung in der Region der infrarenalen Aorta zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen 1 (Verwendung von Ultravist 300, 4F Katheter) und 2 ( Ultravist 300, 3F Katheter ) hinsichtlich der Gefäßschwärmungsmittelwerte. Bei der Auswertung der Gefäßkontrastmittelwerte kann kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden.

Im Vergleich der Gruppen unter Verwendung eines 3F und 4 F Katheters ist der Gefäßschwärmungsmittelwert bei der 4F Gruppe mit 1,48 gering größer im Vergleich zu den 3F Gruppen (1,29- 1,39). Ein signifikanter Unterschied besteht jedoch nur zwischen den oben genannten Gruppen 1 und 2. Vermutbar wäre ein Zusammenhang zwischen der Höhe der KM-Injektionsrate (4F Gruppe mit 12ml/s und 3F Gruppen mit 8ml/s) und der Gefäßkontrastdichte. Unterstützt werden kann diese Vermutung noch durch ein signifikantes Ergebnis zwischen der Gruppe 1 und den Gruppen 2-5 hinsichtlich der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastauswertung. Bei der Auswertung der densitometrisch bestimmten Gefäßkontrastmittelwerte kann diese Vermutung nicht durch ein signifikantes Ergebnis untermauert werden.

Die Ergebnisse der Auswertung in der Region der Arterien der Beckenachse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen 3 (Verwendung von Solutrast 300, 3F Katheter) und 4 (Imeron 300, 3F Katheter) hinsichtlich der Gefäßschwärmungsmittelwerte bezogen auf die rechte Arteria iliaca externa. Bei der Auswertung der Gefäßkontrastmittelwerte und der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastbewertung und im Vergleich zur linken Arteria iliaca externa konnten zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied gefunden werden.

Die Ergebnisse der Auswertung in der Region der Arterien des Oberschenkel zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastbewertung bezogen auf die rechte Arteria femoralis communis. Beim Vergleich der relativen Häufigkeiten der Score besteht der signifikante Unterschied sehr wahrscheinlich zwischen den Gruppen 1 (Verwendung von Ultravist 300 , 4F Katheter) und 4 (Imeron 300, 3F Katheter). Wegen nichtsignifikanter Ergebnisse bei der Auswertung der Gefäßschwärmungsmittelwerte, der Gefäßkontrastmittelwerte und im Vergleich zu den nichtsignifikanten Ergebnissen der linken Arteria femoralis communis kann der signifikante Unterschied nicht untermauert werden.

Die Ergebnisse der Auswertung in der Region der Arterien des Unterschenkel zeigen einen hochsignifikanten Unterschied zwischen der Gruppe 1 (Verwendung von Ultravist 300, 4F Katheter) und den jeweils anderen Gruppen 2-5 (Ultravist 300, Solutrast 300, Imeron 300, Visipaque 320, 3F Katheter) hinsichtlich der Gefäßschwärmungsmittelwerte. Bei der Auswertung der Gefäßkontrastmittelwerte und der prozentualen Scoreverteilungen der subjektiven Gefäßkontrastbewertung können diese Ergebnisse nicht durch signifikante Unterschiede untermauert werden.

Im Vergleich der Gruppen unter Berücksichtigung der wichtigsten, in den Untersuchungen variablen, die Bildqualität der dargestellten Gefäße, beeinflussenden Parametern (Kathetergröße, Jodkonzentration des KM, KM-Injektionsrate) kann mit den gewählten Untersuchungsmethodiken ein Zusammenhang zwischen Gefäßkontrastdichte in den Unterschenkelarterien und der Höhe der KM-Injektionsrate (4F Untersuchungen mit einem Flow von 17 ml/s und 3F Untersuchungen mit einem Flow von 8 ml/s) angenommen werden.

Diese Annahme deckt sich mit der uns vorliegenden Literatur, dass ein höherer Flow, bei gleicher Jodkonzentration des Kontrastmittels, einen höheren Gefäßkontrast bedingt entsprechend der höheren an der Katheterspitze abgegebenen Jodmenge pro Sekunde (15).

Bei der endgültigen Bewertung der Ergebnisse müssen auch die Nachteile der retrospektiven Auswertung von Archivmaterial, dessen Dokumentation nur partiell als wissenschaftliches Material angelegt wurde, beachtet werden.

Bewertet man die Ergebnisse nach den hier verwendeten Untersuchungsmethoden bzw. Methoden der Datenauswertung, dann sind statistisch keine erklärbaren signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Qualität der Gefäßdarstellung bei der Verwendung von 3F Diagnostikkathetern zu eruieren, so dass die verwendeten niederosmolaren nicht-ionischen Kontrastmittel Ultravist 300, Solutrast 300, Imeron 300 und Visipaque 320 in gleicher Weise für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie geeignet sind.

Zusammenfassend ist beim Vergleich der Gruppen unter dem Gesichtspunkt der verwendeten Diagnostikkatheter bei den Gruppen bei denen ein 3F Katheter eingesetzt wurde, eine geringe Minderung der Qualität der Gefäßdarstellung in der Region der infrarenalen Aorta und Region der Unterschenkelarterien bedingt durch eine geringere KM-Injektionsrate zu vermuten. Die signifikanten Unterschiede sind jedoch immer nur

in einer der drei Untersuchungsqualitäten (Gefäßschwärmungsmittelwert, Gefäßkontrastmittelwert und prozentuale Scoreverteilung der subjektiven Gefäßbewertung) nachweisbar.

In einer randomisierten Doppelblind-Studie von Bouard et al. (11) wurden das nicht-ionische niederosmolare monomere Kontrastmittel Iobitridol 250 und 300 gegen das niederosmolare nichtionische monomere Iopromid 300 in der i.v. DSA und das niederosmolare nichtionische monomere Iohexol 240 in der i.a. DSA getestet. Ein Untersuchungskriterium war die diagnostische Effizienz. Diese wurde in zwei Kriterien unterteilt: die Qualität der Opakifikation, unterteilt in 5 Kategorien (keine, gering, ganz gut, gut und exzellent), und die diagnostische Qualität, beantwortend die Frage: „Kann die Untersuchung zu einer Diagnosefindung beitragen?“ (ja, partiell oder nein). Bei der statistischen Auswertung gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Bildqualität zwischen den jeweils 2 Gruppen.

Eine randomisierte Doppelblind-Studie von Max et al. (27) verfolgte das Ziel das nicht-ionische niederosmolare monomere Iopromid 370 mit den nichtionischen niederosmolaren monomeren Kontrastmitteln Iopamidol 370 und Iohexol 350 in der abdominalen und visceralen Angiographie zu vergleichen. Eine Zielvariable war hier ebenfalls die diagnostische Effizienz. Bewertet wurde die Bildqualität, durch einen unabhängigen Beobachter nach einer 4 Punkte Skala (3= exzellent, 2= adäquat, 1= gering und 0= keine) und die diagnostische Information. Bei der Studienanalyse gab es hinsichtlich der Bildqualität und der diagnostischen Information keine signifikanten Unterschiede zwischen der Iopromid Gruppe und der vergleichenden Gruppe.

In einer randomisierten Doppelblind-Multicenter Studie von Justesen et al. (62), welche in 52 Krankenhäusern in Europa ausgeführt wurde, wurden die nichtionischen niederosmolaren Kontrastmittel Iodixanol 270 und Iopromid 300 in der femoralen Angiographie, konventionell oder in DSA durchgeführt, miteinander auch hinsichtlich ihrer diagnostischen Effizienz verglichen. Bewertet wurden die Qualität der Opakifikation und die diagnostischen Information (die Graduierung erfolgte in optimal, suboptimal und keine Diagnose). In der Iodixanol Gruppe war die diagnostische Information mit 94 % und in der Iopromid Gruppe mit 95% mit „Optimal“ eingeschätzt worden. Die Differenz war statistisch nicht signifikant.

Zu einem Vergleich zwischen den nichtionischen Kontrastmitteln Iodixanol 270 und Iohexol 300 in der infrapoplitealen i.a. DSA kam es in einer Doppelblindstudie von Manninen et al. (82). Digital densitometrisch wurde die Gefäßopakifikation in der Region der Unterschenkelarterien gemessen. Für den statistischen Vergleich wurde die mittlere Gefäßopakifikation bestimmt. Für die qualitative Analyse der Bildqualität wurden zwei Untersucher bestimmt, welche die Filme graduiert auswerteten nach „Gering, Gut und Sehr Gut“. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte statistisch keine signifikante Differenz hinsichtlich der Analyse der densitometrischen Messungen und der subjektiv-visuellen Analyse der Bildqualität.

In der randomisierten Doppelblindstudie von Singh et al. (118) wurden das nicht-ionische nieder-osmolare dimere Kontrastmittel Iodixanol 270 mit dem nichtionischen nieder-osmolaren Iohexol 300 in der abdominalen i.a.DSA verglichen. Ein Untersuchungskriterium war die diagnostische Effizienz. Die diagnostische Information wurde kategorisiert nach „Optimal, Suboptimal und keine diagnostische Information“. Die subjektive Bewertung der Qualität der Gefäßopakifikation erfolgte nach einer 10-cm visuell analog Skala. Statistisch konnte kein Unterschied zwischen den beiden Kontrastmitteln hinsichtlich der diagnostischen Information und der Qualität der Gefäßopakifikation gefunden werden.

Eine Zielvariable einer randomisierten Doppelblindstudie von Lammer et al. (72) war die Bildqualität. Untersucht wurde ob das ionische nieder-osmolare dimere Kontrastmittel Meglumin-Natrium-Ioxaglat 320 und das nichtionische nieder-osmolare monomere Iopromid 300 in gleicher Weise für die periphere Angiographie geeignet ist. Bei jedem Patienten wurde eine i.a. DSA der Becken- und Beinarterien durchgeführt. Die Bildqualität wurde nach einer Analogskala 1(= schlecht) bis 100 (= sehr gut) bewertet. Bei einer mittleren Qualität von 84 Punkten war die Bildqualität in beiden Gruppen nahezu identisch.

In einer randomisierten Doppelblind-Vergleichsstudie von Stockx et al. (123) wurden die nichtionischen nieder-osmolaren monomeren Kontrastmittel Iopromid 300 und Iopamidol 300 miteinander verglichen. Die Untersuchungen wurden in zwei Zentren durchgeführt. Eine der Untersuchungskriterien war die diagnostische Effizienz. Bei allen Patienten wurde eine i.a. DSA der Becken- und Beinarterien durchgeführt. Alle Filme wurden doppelt verblindet und vom gleichen Radiologen eines Zentrums beur-

teilt. Die diagnostische Effizienz wurde definiert als Qualität der Opakifikation (kategorisiert in keine, gering, moderat, gut und exzellent) und als diagnostische Qualität (beantwortet mit positiv oder negativ hinsichtlich der Diagnosefindung). Die Studienanalyse erbrachte statistisch keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Qualität der Opakifikation und der diagnostischen Information zwischen den beiden Kontrastmitteln.

Zwei nichtionische niederosmale Kontrastmittel, das Iohexol 300 und das Iodixanol 270 wurden verglichen in einer randomisierten Doppelblind-Studie von Thorstensen et al. (127). Bei allen Patienten wurde eine i.a. DSA der Becken-Beinarterien durchgeführt. Ein Untersuchungskriterium war die diagnostische Effizienz. Diese wurden in zwei Kriterien unterteilt, die diagnostische Information (graduiert nach optimal, suboptimal und keine diagnostische Information) und die radiologische Gefäßkontrastdichte (graduiert nach zu dicht, optimale Dichte, geringe Dichte). Es wurden jeweils 5 Standardregionen ausgewertet (abdominelle Aorta, Aortenbifurkation, Femoralregion, Knie-/Unterschenkelregion, Sprunggelenk-/Fußregion). Bei der statistischen Analyse gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der diagnostischen Effizienz zwischen beiden Kontrastmitteln.

In einer randomisierten Doppelblind-Studie von Verow et al. (130) wurden die nichtionischen niederosmolaren Kontrastmittel Iodixanol 270 und Iopamidol 300 miteinander verglichen. Eine Zielvariable war die diagnostische Information, gruppiert nach optimale, suboptimale und keine diagnostische Information. Bei allen Patienten wurde eine i.a. DSA der Becken-Beinarterien durchgeführt. Bei der Auswertung waren die Bildqualität aller Untersuchungen bis auf eine hinsichtlich der diagnostischen Information optimal.

Vergleicht man die o.g. eigenen Ergebnisse mit den hier erwähnten Ergebnisse der Studien aus der Literatur, fügen sich diese nahtlos in die Mitteilungen der Literatur an, wonach mit handelsüblichen Kontrastmitteln keine signifikanten Unterschiede im Gefäßkontrast nachweisbar waren. Der Einfluss des Katheterquerschnittes wurde in diesen Studien allerdings nicht geprüft.

Bei der Analyse der punktions- und katheterassoziierten Komplikationen wurden bei den Untersuchungen unter Verwendung eines 4F Katheters (n= 196) 1 nicht operationspflichtiges lokales Hämatom (0,51%) und bei den Untersuchungen unter Verwendung

eines 3F Katheters ( n=269 ) 3 nicht operationspflichtige lokale Hämatome ( 1,11%) und 2 Gefäßdissektionen mit der Notwendigkeit der Intervention ( 0,74%) beobachtet .

Die Beobachtung entspricht der in der Literatur angegebenen Komplikationsraten von 0,2- 2% bei der Anwendung dünnlumiger Angiographiekatheter (50,58,63,94,114,117).

In der Zeit der vehementen Forderung des Gesundheitswesens nach Kostenreduktion, der Forderung nach mehr Wirtschaftlichkeit als ein Hauptkriterium bei der Beurteilung einer Untersuchung gewinnt der ambulante Sektor immer mehr an Bedeutung.

Auf dieser Basis konnte in dieser Arbeit eine angiographische Methode zur Diagnostik der Becken-Beinarterien vorgestellt werden, welche in der Literatur bisher nur wenig Erwähnung fand. Es konnte aufgezeigt werden, dass mit der hier vorgestellten Untersuchungsmethode die Verwendung eines dünnlumigeren 3F Katheters nicht gleichbedeutend ist mit einem Verlust an Bildqualität.

Bei der Analyse der punktions- und katheterassoziierten Komplikationen konnte bei den 3F Untersuchungen eine gering höhere Komplikationsrate beobachtet werden, die jedoch statistisch nicht signifikant ist. Als Ursache der unterschiedlichen Komplikationsrate wurde eine unterschiedliche Erfahrung des Untersuchers mit der Technik der Angiographie eruiert.

Berücksichtigt man die Entwicklungstendenzen und die Zukunftsperspektiven in der angiographischen Diagnostik, wie: die invasiven Untersuchungsverfahren werden zunehmend durch nichtinvasive ersetzt, der Einsatz der invasiven digitalen Subtraktionsangiographie sollte wegen des zwar geringen, aber nicht vollständig vernachlässigbaren Komplikationsrisikos in Zukunft auf die Kombination mit geplanten interventionellen Eingriffen beschränkt werden, stellt sich bei der obigen Beobachtung die Frage, bedeutet eine Verringerung der Fähigkeiten der Auszubildenden, welche sie bei der diagnostischen Angiographie erwerben, ein Verlust an Patientenkomfort und Patientensicherheit bei den radiologischen Interventionen (9,67).

Nachdem die Miniaturisierung des diagnostisch-angiographischen Materials technisch gelungen ist, muss eine Miniaturisierung des therapeutischen Instrumentariums zur Stentimplantation erfolgen, um der Interventionsradiologie den ambulanten, kostengünstigeren Sektor erschließen zu können.



## 5. Zusammenfassung

Im Zeitalter, in dem die Gefäßerkrankungen in ihrer Tendenz steigend sind, ist eine Weiterentwicklung der Gefäßdiagnostik besonders wichtig.

Trotz der hier aufgezeigten Trends und Entwicklungen in der Gefäßdiagnostik der Becken-Beinarterien ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Rahmen einer modernen Diagnostik die digitale Subtraktionsangiographie aus dem Routinebetrieb nicht wegzudenken.

Ökonomische Aspekte, Verfügbarkeit, individuelle Erfahrungen und die Kontraindikationen der nichtinvasiven Alternativverfahren begründen ihre weitere Daseinsberechtigung.

In der Zeit der vehementen Forderung des Gesundheitswesens nach Kostenreduktion, der Forderung nach mehr Wirtschaftlichkeit als ein Hauptkriterium bei der Beurteilung einer Untersuchung gewinnt der ambulante Sektor immer mehr an Bedeutung.

Auf dieser Basis konnte in dieser Arbeit eine angiographische Methode zur Diagnostik der Becken-Beinarterien vorgestellt werden, welche in der Literatur bisher nur wenig Erwähnung fand.

Geklärt werden sollte die Frage, ob bei Verwendung von 3F oder 4F Diagnostikkathetern eine Minderung der Qualität der Gefäßdarstellung im Vergleich zu den verwendeten unterschiedlichen Kontrastmitteln für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie zu ermitteln ist, was sich auf den Einsatz miniaturisierter Katheter für die ambulante arterielle Diagnostik auswirken würde.

Weiterhin wurden die punktions- und katheterassoziierten Komplikationen bezogen auf die Untersuchungen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern ermittelt.

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 465 Becken-Bein-Übersichtsangiographien retrospektiv ausgewertet, die in der Zeit vom 1.1.1995-31.12.1996 am Städtischen Klinikum Dessau durchgeführt wurden. Die Patienten waren an einer chronisch arteriellen Verschlusskrankheit des Stadiums IIa bis IV erkrankt.

Die Becken-Bein-Übersichtsangiographien wurden im Rahmen der Auswertung in 5 Einzelgruppen unterteilt (Gruppe1: Verwendung von Ultravist 300 und 4F Katheter; Gruppe2: Verwendung von Ultravist 300 und 3F Katheter; Gruppe3: Verwendung von

Solutrast 300 und 3F Katheter; Gruppe4: Verwendung von Imeron 300 und 3F Katheter und Gruppe5: Verwendung von Visipaque 320 und 3F Katheter).

Es konnte aufgezeigt werden, dass mit der hier vorgestellten Untersuchungsmethode die Verwendung eines dünnlumigeren 3F Katheters nicht gleichbedeutend ist mit einem Verlust an Bildqualität.

Es ist zu vermuten, dass eine geringe Minderung der Qualität der Gefäßdarstellung in der Region der infrarenalen Aorta und Region der Unterschenkelarterien bedingt ist durch eine geringere KM-Injektionsrate (infrarenale Aortenregion: Untersuchung mit 3F Katheter und einem Flow von 8ml/s, Untersuchung mit 4F Katheter und einem Flow von 12 ml/s; Region der Unterschenkelarterien: Untersuchung mit 3F Katheter und einen Flow von 8ml/s und Untersuchung mit 4F Katheter und einem Flow von 17 ml/s). Die signifikanten Unterschiede sind jedoch immer nur in einer der drei Untersuchungsqualitäten (Gefäßschwärmungsmittelwert, Gefäßkontrastmittelwert und prozentuale Scoreverteilung der subjektiven Gefäßbewertung) nachweisbar.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die verwendeten nieder-osmolaren nichtionischen Kontrastmittel Ultravist 300, Solutrast 300, Imeron 300 und Visipaque 320 in gleicher Weise für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie geeignet sind.

Bei der Analyse der punktions- und katheterassoziierten Komplikationen konnte bei den 3F Untersuchungen eine gering höhere Komplikationsrate beobachtet werden, die jedoch statistisch nicht signifikant ist. Als Ursache der unterschiedlichen Komplikationsrate wurde eine unterschiedliche Erfahrung des Untersuchers mit der Technik der Angiographie eruiert.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Almen T: The Etiology of contrast media reactions. *Investigative Radiology* Vol 29 Supplement 1 (1994) 37-45
2. Arlart IP: Ambulante Angiographie- Pro und contra. *Wissenschaft und Klinik* (1991) 159-168
3. Arlart IP: Möglichkeiten und Grenzen der konventionellen Arteriographie und der DSA beim femorocruralen Gefäßverschluss. *Angio* 11 (1989) 89-98
4. Balzer JO, Mack M, Thalhammer C, Pira A, Ritter R, Vogl TJ: Evaluierung der diagnostischen Genauigkeit der KM-verstärkten MRA bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit unter Verwendung einer neuen, peripheren Oberflächen-spule. *Fortschr. Röntgenstr.* 174 (2002) 229
5. Barke R: Röntgenkontrastmittel. Thieme, Leipzig, 1970, S. 13-40
6. Bartolozzi C, Neri E, Caramella D: CT in vascular pathologies. *Eur. Radiol.* 8 (1998) 679-684
7. Baum S: Catheters und Injectors. In: Abrahms angiography, Vol 1.3<sup>rd</sup> edn. Boston: Little, Brown & Co 1983;p 187-204
8. Beck A: Die Geschichte der Angiographie. Verlag der Schwarzwälder Chronik, 1992
9. Belli AM: The future of arteriography and vascular interventional. *The British Journal of Radiology* 70 (1997) 168-170

10. Biederer J, Link J, Stolley C, Heller M: Digital subtrahierte Angiographie der Becken-Bein-Strombahn in der Schrittverschiebetechnik. Fortschr. Röntgenstr. 172 (2000) 354-360
11. Bouard JC, Lyonnet D, Illes JP, Bouard-Monnier C, Rouviere O, Pangaud C: Clinical experience with iobitridol 250-300 in digital subtraction angiography. Double-blind randomized studies vs iopromide and iohexol. Acta Radiol. Supp 1 400 (1996) 85-88
12. Brillet PY, Tassart M, Bazot M, Le Blache AF, Allaire E, Boudghene F: Evaluation du reseau Jambier dans l'ischemie critique des membres inferieurs. Comparison entre l'arteriographie et l'angiographie par resonance magnetique(ARM). J. Mal. Vasc. 26 (2001) 31-38
13. Busch HP, Hoffmann HG, Metzner C, Oettinger W: MR-Angiographie der unteren Extremitäten mit automatischer Tischverschiebung („Mobi- Track“) im Vergleich zur i.a. DSA. Fortschr. Röntgenstr. 170 (1999) 275-283
14. Busch HP, Hoffmann HG, Rock J, Schneider Ch: MR-Angiographie der Becken-Beingefäße mit automatischer Tischverschiebung („Mobi-Track“)- Klinische Untersuchung mit 450 Untersuchungen. Fortschr. Röntgenstr. 173 (2001) 405-409
15. Busch HP, Tesdal K, Georgi M: DSA der Becken-Beingefäße mit Imeron 400 und Optiray 350. Führt eine höhere Iodine Delivery Rate zu einer besseren Gefäßdarstellung? Röntgenpraxis 48 (1995) 223-225
16. Campell DR, Flemming BK, Mason WF, Jackson SA, Hirsch DJ, Mac Donald KJ: A comparative study of the nephrotoxicity of iohexol, iopamidol and ioxaglate in peripheral angiography. Can. Assoc. Radiol. J. 41 (1990) 133-137

17. Cercueil JP, Krause D, Reynaud M, Lamaziere I, Charmasson L, Lerais JM, Aho S: Comparison du iopamidol et ioxaglate en arteriographie numerisee des membre inferieurs. *J. Radiol.* 77 (1996) 643-647
18. Chalmers N, Jackson RW: Comparison of iodixanol an iohexol in renal impairment. *Br. J. Radiol.* 72 (1999) 701-703
19. Cronberg CN, Sjoberg S, Albrechtsson U, Leander P, Lindh M, Norgren L, Danielsson P, Sonesson B, Larsson EM: Peripheral arterial disease. Contrast-enhanced 3D MR angiography of the lower leg and foot compared with conventional angiography. *Acta Radiol.* 44 (2003) 59-66
20. Dawson P, Howell M: The non-ionic dimers: A new class of contrast agents. *The British Journal of Radiology* 59 (1986) 987-991
21. Dawson P: X-ray contrast agents: Current status and development prospects. *Imaging Vol 4* (1992) 207-216
22. Deininger HK: Die aktuelle Situation der radiologischen Gefäßdiagnostik. *Radiologe* 32 (1992) 139-148
23. Di Cesare, Giordano AV, Santarelli B, Cariello G, Marsili L, Barile A, Ronzino L, Masciocchi C: MR-angiography vs DSA in vascular occlusive disease of lower extremity arteries. *Radiol. Med.* 102 (2001) 55-61
24. El-Saden SM, Grant EG, Hathout GM, Zimmernan PT, Cohen SN, Baker JD: Imaging of the internal carotid artery: The dilemma of total versus near total occlusion. *Radiology* 221 (2001) 301-308

25. Elke M: Kontrastmittel in der diagnostischen Diagnostik. Georg Thieme, Stuttgart, New York, 1992, S.111-114
26. Erley CM, Bader BD: Auswirkungen einer intravasalen Röntgenkontrastmittelgabe auf die Nierenfunktion- Risiken und Prävention. Fortschr. Röntgenstr.172 (2000) 791-795
27. Faykus MH, Cope C, Athanasoulis C, Dry EM, Hedgcock M, Miller FJ, Bron K: Double-blind study of the safety, tolerance, and diagnostic efficacy of iopromide as compared with iopamidol and iohexol in patients requiring aortography and visceral angiography. Invest. Radiol. 29 Suppl 1 (1994) 98-101
28. Fellner FA, Fellner C, Requardt M, Lang W, Bautz WA: Hochaufgelöste MRA der Becken-und Beinarterien unter Einschluss des Fußbogens mit 1,0 T. Fortschr. Röntgenstr. 175 (2003) 157
29. Fink U, Eberwein U, Kohz P, Pleier M, Hilbertz T, Engelmeier KH: Stepped digital angiography with dynamik subtraction: A new diagnostic approach to peripheral angiography. Eur. Radiol. 4 (1994) 33-38
30. Fink U, Hilbertz T, Beck R, Eberwein U, Buchsteiner W: Periphere Angiographie- konventionell oder digital? Ein Vergleich von vier verschiedenen Untersuchungsmethoden. Electromedica 59 Heft 2 (1991) 49-53
31. Fischbach R, Landwehr P, Lackner K, Nossen JO, Heindel W, Berg KJ, Eichhorn G, Jacobsen TF: Iodixanol vs iopamidol in intravenous DSA of the abdominal aorta and lower extremity arteries: A comparative phase 3 trial. Eur. Radiol. 6 (1996) 9-13
32. Floemer F, Glombitza G, Knopp MV, Schoenberg SO, Brockemeier K, Meinzer HP: Anwendung der virtuellen Realität der MRA-Daten komplexer Gefäßstrukturen. Radiologe 40 (2000) 246-255

33. Foo TK, Ho VB, Hood MN, Marcos HB, Hess SL, Choyke PL: High-spatial-resolution multistation MR imaging of lower-extremity peripheral vasculature with segmented volume acquisition: Feasibility study. *Radiology* 219 (2001) 835-841
34. Friese S, Krapf H, Fetter M, Vonthein R, Skalej M, Kuker W: Kontrastangehobene MR-Angiographie (CE-MRA): Verbessern Kontrastmittel mit höherer T1-Relaxivität die Darstellung von Karotisstenosen? *Fortschr. Röntgenstr.* 173 (2001) 542-546
35. Gaa J, Laub G, Edelman RR, Georgi M: Erste klinischen Ergebnisse mit der ultraschnellen, kontrastverstärkten 2-Phasen-3D-Angiographie im Abdomen. *Fortschr. Röntgenstr.* 169 (1998) 135-139
36. Galanski M, Hoogestraat-Lufft L, Hogemann D, Baus S, Schmidt A, Koehler A, Arlart IP, Landwehr P, Huppert P, Hecker H, Chavan A: Leistungsfähigkeit verschiedener Darstellungsmodalitäten der CT-Angiographie beim Nachweis von Nierenarterienstenosen. *Fortschr. Röntgenstr.* 171 (1999) 200-206
37. Grainger RG: Intravascular contrast media- The past, the present and the future. *British Journal of Radiology* 55 (1982) 1-18
38. Gross-Fengels W, Beyer D, Fischbach R, Lanfermann H: Akute Nebenwirkungen und Komplikationen der zentralvenösen DSA. Ergebnisse von 2600 Untersuchungen. *Med. Klin.* 86 (1991) 561-565
39. Hagen B: Invasive oder nichtinvasive Angiographie? Die Rolle der „klassischen“ Katheter-Angiographie. *Radiologe* 37 (1997) 493-500
40. Hahn D, Kenn W, Wittenberg G, Krause U, Schultz G, Pabst T: Diskussion zum Beitrag- Nichtinvasive Gefäßdiagnostik. *Deutsches Ärzteblatt* 7 (2001) 345

41. Hahn D, Kenn W, Wittenberg G, Krause U, Schultz G, Pabst T: Nichtinvasive Gefäßdiagnostik, Fortschritt für den Patienten. Deutsche Ärzteblatt 39 (2000) 2156-2161
42. Hammer FD, Goffette PP, Malaise J, Mathurin P: Gadolinium dimeglumine: An alternative contrast agens for digital subtraction angiography. Eur. Radiol. 9 (1999) 128-136
43. Hansmann J, Richter GM, Hallscheidt P, Dux M, Noldge G, Kauffmann D: Angiographie und interventionelle Radiologie der Nieren. Radiologe 39 (1999) 361-372
44. Hawkins IF, Caridi JG: Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) digital subtraction angiography: 26 year experience at the University of Florida. Eur. Radiol. 8 (1998) 391-402
45. Heckmann H, Kamm KF, Vetter S, Strecker EP, Busch HP: Untersuchungen zu Bildqualität und Dosis bei der DSA. Aktuelle Radiol. 7 (1997) 205-211
46. Hekster RE, Morre HH, Cleyndert P, Zapletal J, Sinnige LF, Bolstad D, Keetlapper Y: Intraarterial digital subtraction angiography with isotonic dimeric (iodixanol) and monomeric (iohexol) nonionic contrast media: Radiographic, clinical an neurophysiological evaluation. Neuroradiology 37 (1995) 48-50
47. Heller M: Gefäßdiagnostik. Zuckschwerdt, Münschen, Bern, Wien (usw.), 1995, S. 74-77
48. Hentsch A, Aschauer MA, Balzer JO, Brossmann J, Busch HP, Davis K, Douek P, Ebner F, Van Engelshoven J MA, Gregor M, Kersting Ch, Knüsel PR, Leen E, Leiner T, Loewe Ch, Mc Pherson S, Reimer P, Schäfer FKW, Taupitz M, Thurnher SA, Tombach B, Wegener R, Weishaupt D, Meaney JFMM:



- Gadobutrol-enhanced moving-table magnetic resonance angiography in patients with peripheral vascular disease: A prospective, multicentre blinded comparison with digital subtraction angiography. *Eur. Radiol.* 13 (2003) 2103-2114
49. Herzog C, Ay M, Engelmann K, Abolmaali N, Dogani S, Diebold T, Vogl TJ: Visualisierungsmodalitäten in der Multidetektor CT-Koronarangiographie des Herzens: Korrelation von axialer, multiplanarer, dreidimensionaler und virtuell endoskopischer Bildgebung mit der invasiven Diagnostik. *Fortschr. Röntgenstr.* 173 (2001) 341-349
  50. Hessel SJ, Adams DF, Abrahms AL: Complications of angiography. *Radiology* 138 (1981) 273-281
  51. Hittmair K, Wunderbaldinger P, Fleischmann D: Bolusoptimierte CT-Angiographie. *Radiologe* 39 (1999) 93-99
  52. Hofmann WJ, Forstner R, Kofler B, Binder K, Ugurluoglu A, Magometschnigg H: Pedal artery imaging- A comparison of selective digital subtraction angiography, contrast enhanced magnetic resonance angiography and duplex ultrasound. *Eur. J.Vasc. Endovasc. Surg.* 24 (2002) 287-292
  53. Ho KY, Leiner T, de Haan MW, van Engelshoven JM: Peripheral MR angiography. *Eur. Radiol.* 9 (1999) 1765-1774
  54. Ho KY, Leiner T, van Engelshoven JM: MR angiography of run-off vessels. *Eur. Radiol.* 9 (1999) 1285-1289
  55. Holzle F, Franz EP, von Diepenbroick VH, Wolff KD: Evaluation of the lower leg vessels before microsurgical fibula transfer. Magnetic resonance angiography versus digital subtraction angiography. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 7 (2003) 246-253

56. Hosten N, Puls R, Sahimbas O, Balzer J, Urbank A, Felix R: Farb-Doppler-Sonographie bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit: Kontinuierliche Applikation eines Signalverstärkers. *Fortschr. Röntgenstr.* 169 (1998) 495-498
57. Hothan T, Lemke AJ, Seidensticker F, Werk M, Felix R: Prospektive Vergleichsstudie der kontrastmittelgestützten MRA in automatischer Tischverschiebetechnik mit i.a. DSA bei der Darstellung arterieller Becken- und Beingefäße bei pAVK. *Fortschr. Röntgenstr.* 175 (2003) 156
58. James B, Spies MD: Complications of diagnostics arteriography. *Interventional Radiology* Vol 11 (1994) 93-101
59. Janka R, Fellner FA, Fellner C, Requardt M, Lang W, Wutke R, Eder S, Bautz W: Vollautomatische Schrittverschiebung- MR-Angiographie der Becken-Bein-Arterien . Erste klinische Ergebnisse. *Röntgenpraxis* 54 (2001) 62-70
60. Janson O, Braks E, Hahnel S, Schramm T, Sartor K: CT-Angiographie zur Größenbestimmung intrakranieller Aneurysmen vor GDC Therapie. *Fortschr. Röntgenstr.* 169 (1998) 175-181
61. Joarder R, Gedroyc WM: Magnetic resonance angiography: The state of the art. *Eur. Radiol.* 11 (2001) 446-453
62. Justesen P, Downs M, Grynne BH, Lang H, Rasch W, Seim E: Injections-associated pain in femoral arteriography a European multicenter study comparing safety, tolerability and efficacy of iodixanol and iopromide. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 20 (1997) 251-256

63. Kalden P, Kreitner KF, Oberholzer K, Pitton M, Krummenauer F, Requard M, Thelen M: Kontrastmittelgestützte 3D-Angiographie der Becken-Beinarterien mit automatischer Tischverschiebung bei 1,0 Tesla. *Fortschr. Röntgenstr.* 172 (2000) 978-984
64. Katayama H, Yamaguchi K, Takashima T, et al.: Adverse Reactions to Contrast media: Ionic versus non-ionic Contrast media. *Jpn. Comm. Safety Contrast Media* (1989)
65. Katsamouris AN, Giannoukas AD, Tsetis D, Kostas T, Petinarakis I, Gourtsoyinnis N: Can ultrasound replace arteriography in the management of chronic arterial occlusive disease of the lower limb. *Eur. J.Vasc. Endovasc. Surg.* 21 (2001) 155-159
66. Katz DS, Hon M: CT-angiography of the lower extremities and aortoiliac system with a multi-detector row helical CT scanner: Promise of new opportunities fulfilled. *Radiology* 221 (2001) 7-10
67. Kaufmann DW, Grenacher L, Bahner ML, Hess T, Richter GM: Der Gefäßpatient – Diagnostik und minimalinvasive Therapie. Welche Technik für welche Erkrankung? *Radiologe* 41 (2001) 613-623
68. Keberle M, Jenett M, Wittenberg G, Kessler C, Beissert M, Hahn D: Vergleich zwischen 3D-Power-Doppler-Ultraschall, farbkodierte Duplexsonographie und digitaler Subtraktionsangiographie bei Karotisstenosen. *Fortschr. Röntgenstr.* 173 (2001) 133-138
69. Kendall BE, Sheppick A, Nossen JO, Steven JM: Iodixanol in intra-arterial cerebral digital subtraction angiography: A comparison with iohexol. *Neuroradiology* 37 (1995) 512-514

70. Koch JA, Grützner G, Jungblut RM, Rody F, Mödler U: Intraabdominelle digitale Subtraktionsangiographie (i.a. DSA) der unteren Extremitäten in Feinadeltechnik. *Fortschr. Röntgenstr.* 163 (1995) 512-522
71. Krause W: Angiographic contrast media. In: Lancer P, Roesch J (Hrsg.). *Vascular diagnostics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1994, S. 193-206
72. Lammer J, Winkelbauer F, Thurnher S, Wildling R, Farres MT, Woessner B: Kontrastmittel in der peripheren Angiographie: Bedeutet Kostenreduktion Verlust der Qualität und Sicherheit? Eine Reevaluierung anhand einer randomisierten Doppelblind-Vergleichsstudie von Ioxalat versus Iopromid. *Fortschr. Röntgenstr.* 164 (1996) 432-436
73. Langholz J: Investigation of peripheral arterial disease –The expanding role of echo-enhanced color flow doppler and duplex sonography. *Eur. J. Ultrasound* 7 Suppl 3 (1998) 53-61
74. Leclerc X, Godefroy O, Lucas C, Benhaim JF, Michel TS, Leys D, Pruvo JP: Internal carotid arterial stenosis: CT angiography with volume rendering. *Radiology* 210 (1999) 673-682
75. Lee HM, Wang Y, Sostman HD, Schwartz LH, Khilnani NM, Trost DW, Ramirez de Arellano E, Teeger S, Bush HL: Distal lower extremity arteries: Evaluation with two-dimensional MR digital subtraction angiography. *Radiology* 207 (1998) 505-512
76. Lehmann KJ, Jaschke W: Angiographische Diagnostik der obliterierenden Arteriosklerose. *Schnetztor*, Konstanz, 1993, S. 11-12
77. Lenhard M, Djavidani B, Volk M, Strotzer M, Manke C, Requardt M, Nitz WR, Kasprzak P, Feuerbach S, Link J: Kontrastmittelverstärkte MR-Angiographie der

- Becken-Beingefäße mit automatischer Tischverschiebetechnik. Fortschr. Röntgenstr.171 (1999) 442-449
78. Lenhart M, Finkenzeller T, Paetzel C, Strotzer M, Mann S, Djavidani B, Nitz WR, Link J, Feuerbach S, Kasprzak P: Kontrastmittelverstärkte MR-Angiographie der Becken- und Beingefäße in der klinischen Routinediagnostik. Fortschr. Röntgenstr.174 (2002) 1283-1295
79. Lenhart M, Herold T, Völk M, Seitz J, Zorger N, Dorenbeck U, Requardt M, Nitz WR, Kasprzak P, Feuerbach S, Link J: Kontrastmittelverstärkte MR-Angiographie der Becken- und Beinarterien mit Schrittverschiebetechnik unter Einsatz eines dedizierten Spulensystems. Erste klinische Erfahrungen. Fortschr. Röntgenstr. 172 (2000) 992-999
80. London NJ, Nydahl S, Hartshorne T, Fishwick G: Use of colour duplex imaging to diagnose and guide angioplasty of lower limb arterial lesions. Br. J. Surg. 86 (1999) 911-915
81. Lunt MJ: Review of duplex and colour Doppler imaging of lower-limb arteries and veins. J. Tissue Viability 9 (1999) 45-55
82. Manninen HI, Yang XM, Soder H, Matsi PJ, Borch KW, Eide H: Comparison of iodixanol 270 with iohexol 300 in infrapopliteal arteriography. Digital densitometric analysis of angiographic opacification. Acta Radiol. 40 (1999) 291-295
83. Mast BA: Comparison of magnetic resonance angiography and digital subtraction angiography for visualization of lower extremity arteries. Ann. Plast. Surg. 46 (2001) 261-264
84. Meaney JF, Ridgway JP, Chakraverty S, Robertson I, Kessel D, Radjenovic A, Kouwenhoven M, Kassner A, Smith MA: Stepping- table gadolinium-enhanced

- digital subtraction MR-angiography of the aorta and lower extremity arteries: Preliminary experience. *Radiology* 211 (1999) 59-67
85. Metz L, Kortmann H: *Hersfelder Gefäßdialog* 1998. Steinkopff, Darmstadt, 2000, S. 3-51
  86. Meyer R: MR-Angiographie statt DSA. *Fortschr. Röntgenstr.* 175 (2003) 316
  87. Miller FJ, Mineau DE, Köhler PR, Nelson JA, Luers PD, Sherry RA, Lawrence FP, Anderson RE, Kruger RA: Clinical intraarterial digital subtraction imaging. Use of small volumes of iodinated contrast material or carbon dioxide. *Radiology* 148 (1983) 273-278
  88. Nchimi A, Brisbois D, Donkers E, Biquet JF, Saive C, Jadot A, Magotteaux R: MR aortofemorography versus DSA: Prospective evaluation. *JBR-BTR.* 85 (2002) 246-251
  89. Oberholzer K, Kreitner KF, Kalden P, Pitton M, Requardt M, Thelen M: Kontrastverstärkte dreidimensionale MR-Angiographie der A. carotis bei 1,0 Tesla im Vergleich zur i.a. DSA- Ist die Methode für die Diagnostik von Karotisstenosen geeignet? *Fortschr. Röntgenstr.* 173 (2001) 350-355
  90. Oberholzer K, Kreitner KF, Kalden P, Requardt M, Pitton M, Mildemberger P, Thelen M: MR-Angiographie der peripheren Gefäße mit automatischer Verschiebetisch-Technik bei 1.0 T im Vergleich zur i.a. DSA. *Fortschr. Röntgenstr.* 171 (1999) 240-243
  91. Ohlsen H, Albrechtson U, Billstrom A, Calissendorff B, Gustavsson S, Jensen R, Johnson K, Nyberg P, Strindberg L: Comparison of iopromide versus iohexol in aortobifemoral arteriography. A Swedish multi-center study of 446 patients. *Acta Radiol.* 32 (1991) 130-133

92. Oliva VL, Denbow N, Therasse E, Common AA, Harel C, Giroux MF, Soulez G: Digital subtraction angiography of the abdominal aorta and lower extremities: Carbon dioxide versus iodinated contrast material. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 10 (1999) 723-731
93. Pellerin M, Coquille F, Hubert M, Lagrange C, Piquois A, Scherrer A: Comparison between arteriography and magnetic resonance angiography in patients with leg peripheral arterial disease. *J. Radiol.* 82 (2001) 237-243
94. Pellerito JS: Current approach to peripheral arterial sonography. *Radiol. Clin. North. Am.* 39 (2001) 553-567
95. Peters PE, Zeitler E: Röntgenkontrastmittel Nebenwirkungen Prophylaxe Therapie. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1991, S. 1-4
96. Quinn SF, Sheley RC, Semonsen KG, Leonardo VJ, Kojima K, Szumowski J: Aortic and lower extremity arterial disease: Evaluation with MR angiography versus conventional angiography. *Radiology* 206 (1998) 693-701
97. Ramaswami G, Al-Kutoubi A, Nicolaides AN, Dhanjil S, Griffin M, Belcaro G, Coen LD: The role of duplex scanning in the diagnosis of lower limb arterial disease. *Ann. Vasc. Surg.* 13 (1999) 494-500
98. Randoux B, Marro B, Koskas F, Duyme M, Sahel M, Zouaoui A, Marsault C: Carotid artery stenosis: Prospective comparison of CT, three-dimensional gadolinium-enhanced MR, and conventional angiography. *Radiology* 220 (2001) 179-185
99. Rankin SC: CT angiography. *Eur. Radiol.* 9 (1999) 297-310
100. Reimer P, Boos M: Phase-contrast MR angiography of peripheral arteries: Technique and clinical application. *Eur. Radiol.* 9 (1999) 122-127

101. Reimer P, Boos M, Denk S, Vosschenrich R: MRA der Becken- und Beinarterien. Radiologe up 2date 2 (2002) 343-263.
102. Reimer P, Landwehr P: Non-invasiv vascular imaging of peripheral vessels. Eur. Radiol.8 (1998) 858-872
103. Reimer P, Wilhelm M, Lentschig M, Wörtler K, Boettger U, Heinecke A, Allkemper T, Rummeny PE, Peters PE: Phasenkontrast-MR-Angiographie der unteren Extremität- Methodenvergleich und klinische Anwendung. Radiologe 37 (1997) 572-578
104. Reitner P, Goritschnig T, Preidler KW, Brodmann M, Pilger E, Szolar DH: Evaluierung der diagnostischen Genauigkeit der KM-verstärkten 3 D-MRA in Schrittschiebetechnik bei Patienten mit pAVK der Becken- und Beinarterien. Fortschr.Röntgenstr.174 (2002) 228
105. Rieger H, Schoop W: Klinische Angiologie. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1999, S. 185-210
106. Röntgenkontrastmittel. Scheringinformation 1976 .
107. Rubin GD, Schmidt AJ, Logan LJ, Sofilos MC: Multi-detector row CT angiography of lower extremity arterial inflow and runoff: initial experience. Radiology 221 (2001) 146-158
108. Ruebben A, Piroth W, Neuerburg J, Wildberger JE, Schmitz-Rode T, Gunther RW: Diagnostik und Darstellung von Stenosen der Arteria renalis mittels farbkodierter Dopplersonographie. Vergleich von zentraler und peripherer Flussableitung. Fortschr. Röntgenstr. 171 (1999) 319-323
109. Rühm SG: Kontrastmittelverstärkte MR-Angiographie. Fortschr.Röntgenstr. 174 (2002) 69



110. Ruhm SG, Debatin JF: Kontrastverstärkte 3D-MR-Angiographie in Thorax, Abdomen und Peripherie. Radiologe 39 (1999) 100-109
111. Saadoon K: Diagnostische Angiographie. Georg Thieme, Stuttgart, New York, 1991, S. 1-6
112. Sandstede J, Pabst T, Kenn W, Beer M, Neubauer S, Hahn D: Dreidimensionale MR-Koronarographie in Navigator-Technik zur Primärdiagnostik der koronaren Herzerkrankung: Vergleich zur konventionellen Koronarangiographie. Fortschr. Röntgenstr.170 (1999) 269-274
113. Schäfer FK, Schäfer PJ, Jahnke T, Walluscheck K, Priebe M, Hentsch A, Heller M, Brossmann J: First clinical results in a study of contrast enhanced magnetic resonance angiography with the 1.0 molar gadobutrol in peripheral arterial occlusive disease- Comparison to intraarterial DSA. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Neuen Bildgeb.Verfahr.175 (2003) 556-564
114. Schild H: Angiographie- Angiographische Interventionen. Georg Thieme, Stuttgart , New York, 1994, S. 1-3
115. Schill D: Röntgenkontrastmittel. Entwicklung, Substanzen und Einsatzgebiete. Krankenhauspharmazie 12 (1991) 4-11
116. Schmiedel E: Sind nichtionische Kontrastmittel in ihrer Verträglichkeit identisch? Ergebnisse einer doppelblinden randomisierenden Multicenter-Studie mit Iomeprol und Iopromid. Aktuelle Radiologie 7 (1997) 183-188
117. Sigsted B, Lunderquist A: Complications of angiographic examinations. Am. J. Roentgenol.130 (1978) 455-460

118. Singh K, Sundgren R, Bolstad B, Bjork L, Lie M: Iodixanol in abdominal digital subtraction angiography. A randomized, double-blind, parallel trial with iodixanol and iohexol. *Acta Radiol.* 34 (1993) 242-245
119. Speck U: Kontrastmittel Übersicht, Anwendung und pharmazeutische Aspekte. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (usw.), 1999, S.16-17
120. Spengel F: Epidemiologie und Lokalisation der peripheren AVK. *Fortschr. Röntgenstr.* 174 (2002)
121. Steffens JC, Schafer FK, Oberscheid B, Link J, Jahnke T, Heller M, Brossmann J: Bolus-chasing contrast-enhanced 3D MRA of the lower extremity. Comparison with intraarterial DSA. *Acta Radiol.* 44 (2003) 185-192
122. Stehling MK, Niedermeyer M, Laub G: Kontrastmittelverstärkte Magnetresonanzangiographie- Theorie, Technik und praktische Durchführung. *Radiologe* 37 (1997) 501-507
123. Stockx L, Wilms G, Baert AL, Terrier F: Clinical tolerance and diagnostic efficacy of iobitridol 300 in lower limb angiography. *Acta Radiol. Suppl* 400 (1996) 72-74
124. Strauss A: Duplexsonographie der Arterien und Venen. Part 2: Retroperitoneale Gefäße, Becken- und Beinarterien, Venen. *Internist* 42 (2001) 1127-1141
125. Sueyoshi E, Sakamoto I, Matsuoka Y, Ogawa Y, Hayashi H, Hashimi R, Hayashi K: Aortoiliac and lower extremity arteries: Comparison of three-dimensional dynamic contrast-enhanced subtraction MR- angiography and conventional angiography. *Radiology* 210 (1999) 683-688

126. Therasse E, Soulez G, Roy P, Gauvin A, Oliva VL, Carrier R, Robillard P: Lower extremity nonstepping digital angiography with photostimulable imaging plates versus conventional angiography. *Radiology* 207 (1998) 695-703
127. Thorstensen O, Albrechtsson U, Calissendorff B, Larusdottir H, Norgren L, Tengvar M, Bolstad D, Aspelin P: Iodixanol in femoral arteriography. A randomized, double-blind, phase 3, parallel study with iodixanol 270 mg J/ml and iohexol 300 mg J/ml. *Acta Radiol.* 35 (1994) 629-631
128. Torvik A, Walday P: Neurotoxicity of water-soluble contrast media. *Acta Radiologica* 36 Supplement 399 (1995) 221-229
129. Venema HW, Hulsmans FJ, den Heeten GJ: CT angiography of the circle of Willis and intracranial internal carotid arteries: Maximum intensity projection with matched mask bone elimination-feasibility study. *Radiology* 218 (2001) 893-898
130. Verow P, Nosson JO, Kjaergaard P: A comparison of iodixanol with iopamidol in aorto-femoral angiography. *Br. J. Radiol.* 68 (1995) 973-978
131. Vogel H: Ionische und nichtionische Kontrastmittel. Karger, Basel, Freiburg, 1993
132. Von Tengg-Kobligk H, Floemer F, Knopp MV: Intraindividuellem Vergleich dreier Kontrastmittel (Gd-DTPA, Gd-BOPTA und Gd-BT-DO3A) mit der multiphasischen MR-Angiographie. *Radiologe* 43 (2003) 171-178
133. Vosshenrich R, Castillo E, Kopka L, Rodenwaldt J, Grabbe E : Kontrastmittelgestützte 3D-MR-Angiographie der peripheren Gefäße in der Schrittverschiebe-Technik. Erste Ergebnisse. *Fortschr. Röntgenstr.* 168 (1998) 90-94

134. Waggerhauser T: Die digitale subtrahierte Rotationsangiographie (Dynavision Plus) im klinischen Einsatz. *Electromedica* 66 Heft 1 (1998) 2-7
135. Wang Y, Lee HM, Khilnani NM, Trost DW, Jagust MB, Winchester PA, Bush HL, Sos TA, Sostmann HD: Bolus-chase MR digital subtraction in the lower extremities. *Radiology* 207 (1998) 263-269
136. Waugh JR, Sacharias N: Arteriographic complications in the dsa era. *Radiology* 182 (1992) 243-246
137. Weiss JP, Mc Lean GK, Modic MT, Rees CR, Higashida RT: Double-blind study of a new nonionic contrast agent for digital subtraction arteriography. *Invest. Radiol.* 29 Suppl 1 (1994) 84-92
138. White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V: Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort. *Radiology* 219 (2001) 739-749
139. Wilhelm K, Conrad R, Schäfer P, Remig I, Gisecke J, Schild H: Gd-DTPA verstärkte MR-Angiographie der Becken-Beinarterien in Tischverschiebeteknik. *Fortschr. Röntgenstr.* 172 (2000) 56
140. Wilms G, Baert AL: The History of Angiography. *JBR-BTR.* 79 (1995) 299-302
141. Winterer JT, Lautenberger J, Scheffler K, Neumann K, Bayraktarli YR, Allmann KH, Uhrmeister P, Lander M: Contrast-enhanced subtraction MR angiography in occlusive disease of pelvic and lower limb arteries: Results of a prospective intraindividual comparative study with digital subtraction angiography in 76 patients. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 23 (1999) 583-589

142. Wintersperger BJ, Huber A, Preissler G, Holzkecht N, Helmberger T, Petsch R, Billing A, Scheidler J, Reiser M: MR-Angiographie der supraaortalen Gefäße. Radiologe 40 (2000) 785-791
143. Wittenberg G, Kenn W, Tschammler A, Sandstede J, Hahn D: Spiral-CT angiography of renal arteries: Comparison with angiography. Eur. Radiol. 9 (1999) 546-551
144. Yucel EK: Pulmonary MR angiography: Is it ready now? Radiology 210 (1999) 301-303
145. Zeitler E: Arterien und Venen. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 1997, S. 111-127
146. Zwann M: Angiographie mit Kohlendioxid. Schnetztor, Konstanz, 1997

## 7. Anlagen

### Zu 2.3.1.

#### Definierung der Gefäßregionen:

1. infrarenale Aorta
2. Arteria iliaca communis dextra
3. Arteria iliaca communis sinistra
4. Arteria iliaca externa dextra
5. Arteria iliaca externa sinistra
6. Arteria femoralis communis dextra
7. Arteria femoralis communis sinistra
8. Arteria femoralis superficialis dextra
9. Arteria femoralis superficialis sinistra
10. proximale Unterschenkelarterien rechts
11. proximale Unterschenkelarterien links
12. distale Unterschenkelarterien rechts
13. distale Unterschenkelarterien links

### Zu 2.3.2.

#### Definierung der Gefäßregionen:

1. infrarenale Aorta
2. Arteria iliaca communis dextra
3. Arteria iliaca communis sinistra
4. Arteria iliaca externa dextra
5. Arteria iliaca externa sinistra
6. Arteria femoralis communis dextra
7. Arteria femoralis communis sinistra
8. Arteria femoralis superficialis dextra
9. Arteria femoralis superficialis sinistra
10. A.tibialis anterior dextra
11. A.tibialis anterior sinistra
12. A.tibialis posterior dextra
13. A.tibialis posterior sinistra

**Zu 2.3.1 und 2.3.2.**

Anforderungen, wann eine definierte Gefäßregion im Sinne der Vergleichbarkeit beurteilbar und auswertbar war:

1. Sie muss in ihrer Gesamtheit dargestellt sein.
2. Sie muss in ihrer Gesamtheit bewertet werden können, d.h. die Beurteilbarkeit darf nicht eingeschränkt sein durch Bewegungsartefakte und Meteorismus.
3. Sie darf keine pathologische Veränderungen wie Gefäßverschlüsse, Gefäßstenosen und Gefäßerweiterungen aufweisen.
4. Sie darf nicht distal pathologischer Veränderungen wie Gefäßverschlüsse und hochgradige Gefäßstenosen, welche die Gefäßkontrastierung aufgrund ihrer hämodynamischen Komponente beeinflussen, liegen.
5. Wahl des Bildes einer Serie, wo die oben genannten Punkte erfüllt sind und die Arterie bei relativ homogener Kontrastierung den subjektiv geringst empfundenen Gefäßkontrast aufwies.

**Zu 2.3.1. und 2.3.2.**

Verwendete Abkürzungen bei der Codierung der Dokumentation der Werte bzw. der Begründung der Nichtbewertbarkeit in einer vorgefertigten Tabelle :

1. J/N der Gefäßabschnitt ist dargestellt bzw. nicht dargestellt
2. B der Gefäßabschnitt ist entsprechend der o.g. Kriterien auswertbar

Der Gefäßabschnitt kann nicht beurteilt werden durch:

1. K der Gefäßabschnitt ist nicht in seiner Gesamtheit dargestellt (z.B. Überlagerung durch eine Hüftendoprothese)
2. A Bewegungsartefakte
3. M Meteorismus, Artefakte durch rege Darmperistaltik
4. P pathologische Veränderungen im Verlaufe des Gefäßabschnittes (Gefäßverschlüsse, Gefäßstenosen und Gefäßerweiterungen)
5. N der Gefäßabschnitt liegt distal von Gefäßverschlüssen und hochgradigen Gefäßstenosen mit Relevanz für die subjektiv empfundene Gefäßkontrastierung der nachgeschalteten Gefäßabschnitte

**Zu 2.3.2.**Bewertungsskala für die subjektive Bewertung der Gefäßabschnitte im Bezug auf den Gefäßkontrast und die visuelle Schärfe der Gefäßkonturen:

- Score 1: Der zu beurteilende Gefäßabschnitt ist in seiner Gesamtheit dargestellt, kann in seiner Gesamtheit beurteilt werden, der Gefäßkontrast und die visuelle Schärfe der Gefäßkonturen ist im Vergleich mit den vorher definierten Vergleichsuntersuchungen als „Sehr Gut,, zu bewerten.
- Score 2: Der zu beurteilende Gefäßabschnitt ist in seiner Gesamtheit dargestellt, kann in seiner Gesamtheit beurteilt werden, der Gefäßkontrast und die visuelle Schärfe der Gefäßkonturen ist im Vergleich mit den vorher definierten Vergleichsuntersuchungen als „Gut,, zu bewerten.
- Score 3: Der zu beurteilende Gefäßabschnitt ist in seiner Gesamtheit dargestellt, kann in seiner Gesamtheit beurteilt werden, der Gefäßkontrast und die visuelle Schärfe der Gefäßkonturen ist im Vergleich mit den vorher definierten Vergleichsuntersuchungen als „Ausreichend,, zu bewerten.
- Score 4: Der zu beurteilende Gefäßabschnitt ist in seiner Gesamtheit dargestellt, kann in seiner Gesamtheit beurteilt werden, der Gefäßkontrast und die visuelle Schärfe der Gefäßkonturen ist im Vergleich mit den vorher definierten Vergleichsuntersuchungen als „Unzureichend,, zu bewerten.



**Zu 3.1.**

Tabellarische Dokumentation der Standardabweichungen der die Gruppen repräsentierenden Gefäßschwärmungsmittelwerte bezogen auf die definierten Gefäßregionen

Gruppe		1	2	3	4	5
Gefäßregion						
1.	infrarenale Aorta	0,42	0,34	0,43	0,43	0,36
2.	Arteria iliaca communis dextra	0,41	0,31	0,39	0,35	0,38
3.	Arteria iliaca communis sinistra	0,42	0,31	0,42	0,39	0,39
4.	Arteria iliaca externa dextra	0,35	0,26	0,44	0,34	0,32
5.	Arteria iliaca externa sinistra	0,36	0,26	0,33	0,32	0,27
6.	Arteria femoralis communis dextra	0,28	0,25	0,40	0,29	0,26
7.	Arteria femoralis communis sinistra	0,29	0,30	0,30	0,28	0,28
8.	Arteria femoralis superficialis dextra	0,33	0,27	0,34	0,23	0,32
9.	Arteria femoralis superficialis sinistra	0,32	0,21	0,27	0,20	0,22
10.	proximale Unterschenkelarterie rechts	0,22	0,15	0,21	0,17	0,16
11.	proximale Unterschenkelarterie links	0,22	0,11	0,20	0,16	0,15
12.	distale Unterschenkelarterie rechts	0,20	0,14	0,13	0,13	0,13
13.	distale Unterschenkelarterie links	0,18	0,16	0,14	0,15	0,13

**Zu 3.1.**

Tabellarische Dokumentation der Standardabweichungen der die Gruppen repräsentierenden Gefäßkontrastmittelwerte bezogen auf die definierten Gefäßregionen

Gruppe		1	2	3	4	5
Gefäßregion						
1.	infrarenale Aorta	0,38	0,27	0,40	0,37	0,32
2.	Arteria iliaca communis dextra	0,38	0,30	0,35	0,33	0,38
3.	Arteria iliaca communis sinistra	0,40	0,31	0,38	0,36	0,40
4.	Arteria iliaca externa dextra	0,34	0,24	0,41	0,28	0,31
5.	Arteria iliaca externa sinistra	0,33	0,24	0,32	0,30	0,29
6.	Arteria femoralis communis dextra	0,24	0,24	0,36	0,29	0,26
7.	Arteria femoralis communis sinistra	0,24	0,25	0,26	0,26	0,29
8.	Arteria femoralis superficialis dextra	0,29	0,23	0,33	0,22	0,30
9.	Arteria femoralis superficialis sinistra	0,28	0,14	0,23	0,19	0,21
10.	proximale Unterschenkelarterie rechts	0,14	0,12	0,15	0,11	0,12
11.	proximale Unterschenkelarterie links	0,16	0,08	0,12	0,11	0,12
12.	distale Unterschenkelarterie rechts	0,10	0,09	0,09	0,09	0,11
13.	distale Unterschenkelarterie links	0,09	0,10	0,09	0,09	0,12

## 8. Thesen

1. Der allgemeine Trend in der Gefäßdiagnostik zeigt sich auch in der Abklärung von Gefäßerkrankungen der Becken-Bein-Region in einem Wechsel von invasiven zu nichtinvasiven Untersuchungsverfahren .
2. Trotz der hier aufgezeigten Trends und Entwicklungen in der Gefäßdiagnostik der Becken-Beinarterien ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Rahmen einer modernen Diagnostik die digitale Subtraktionsangiographie aus dem Routinebetrieb nicht wegzudenken. Ökonomische Aspekte, Verfügbarkeit , individuelle Erfahrungen und die Kontraindikationen der nichtinvasiven Alternativverfahren begründen ihre weitere Daseinsberechtigung .
3. In der Zeit nach vehementer Forderung des Gesundheitswesens nach Kostenreduktion, der Forderung nach mehr Wirtschaftlichkeit als ein Hauptkriterium bei der Beurteilung einer Untersuchung gewinnt der ambulante Sektor immer mehr an Bedeutung.
4. Es konnte aufgezeigt werden, dass mit der hier vorgestellten Untersuchungsmethode die Verwendung eines dünnlumigeren 3F Katheters nicht gleichbedeutend ist mit einem Verlust an Bildqualität.
5. Die verwendeten nieder-osmolaren nichtionischen Kontrastmittel Ultravist 300, Solustrast 300, Imeron 300 und Visipaque 320 sind hinsichtlich der Qualität der Gefäßdarstellung in gleicher Weise für die Becken-Bein-Übersichtsangiographie unter Verwendung eines 3F Katheters geeignet .
6. Bei der Analyse der punktions- und katheterassoziierten Komplikationen bezogen auf die Untersuchungen unter Verwendung von 3F und 4F Kathetern kann kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

7. Berücksichtigt man die Entwicklungstendenzen und die Zukunftsperspektiven in der angiographischen Diagnostik und die Forderungen der Beschränkung der Anwendung der angiographischen Diagnostik nur in Kombination mit geplanten interventionellen Eingriffen, stellt sich die Frage, ob nicht eine Verringerung der Fähigkeiten der auszubildenden Radiologen, welche sie bei der diagnostischen Angiographie erwerben, auch ein Verlust an Patientensicherheit bei den radiologischen Interventionen bedeutet.

## **Lebenslauf**

Name: Weidemüller, Gerd

Geburtsdatum: 28.7.64

Geburtsort: Dessau

Nationalität: deutsch

Familienstand: ledig

## **Schulbildung**

1971- 1979            Grundschule in Dessau  
1979- 1983            Abiturausbildung in Dessau

## **Sonstiges**

1983- 1986            aktiver Wehrdienst

## **Studium**

1986- 1992            Universität Leipzig  
Humanmedizin

## **Beruf**

11/92- 4/94            AIP Ausbildung  
Wendelsteinklinik in Gammertingen

6/94- 11/94            Arzt in Weiterbildung  
Landesklinik Lübben

11/95- 01/98            Arzt in Weiterbildung  
Kreiskrankenhaus Bitterfeld/ Wolfen

10/98- 09/02            Arzt in Weiterbildung  
Städtisches Klinikum Dessau

10/02-                 Facharzt für Radiologische Diagnostik  
Städtisches Klinikum Dessau

## **Selbständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur die angefügten Quellen und Hilfen verwendet habe.

Des Weiteren bestätige ich, dass die vorliegende wissenschaftliche Arbeit an keiner anderen Universität eingereicht wurde und keine früheren Dissertationsversuche vorliegen.

Dessau, den 10.12.2004

Gerd Weidemüller

## **Danksagung**

Hiermit danke ich Herrn Privatdozent Dr. med. habil. H. Koenig für die Überlassung des Themas und Betreuung der Arbeit.

Weiterhin danke ich Prof. Dr. med. habil. R.P. Spielmann und Prof. Dr. med. habil. R. Kachel für die weiterführende Betreuung der Arbeit bis zur Fertigstellung.

Meinen Eltern danke ich insbesondere für ihre verständnisvolle Unterstützung.